В.А. ДУХОВНЫЙ

ОРОШЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

издательство «колос»

В.А. ДУХОВНЫЙ

ОРОШЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

631.6
Д85
УДК 631.611+631.67

Духовный Виктор Абрамович.

Д 85 Орошение и освоение Голодной степи. Под ред. В. В. Пославского. М., «Колос», 1973.

240 с. с ил.

В настоящей книге сделана попытка обобщить опыт орошения и освоения новой зоны Голодной степи, чтобы показать его основные достоинства, осветить те недостатки, которые выявились в процессе освоения.

Рассмотрены три основных вопроса:

организация комплексного строительства и освоения земель, обеспечивающая быстрые темпы ввода земель в сельскохозяйственный оборот при высоком уровне создаваемого производства;

создание совершенной ирригационной системы с высоким коэффициентом полезного действия и надежной в эксплуатации;

осуществление мероприятий по борьбе с засолением и заболачиванием земель.

Д $\frac{0435-282}{035(01)-73}$ 50—73 631.6

© Издательство «Колос», 1973

Введение

Одним из важнейших средств на пути решения проблемы повышения эффективности сельского хозяйства наряду с внедрением новых сортов, химизацией и механизацией должно явиться орошение. Известно, что в засушливых районах продуктивность орошаемых земель во много раз выше продуктивности неорошаемых.

Если раньше орошение развивалось в основном на землях с высоким плодородием и естественной дренированностью, расположенных в густонаселенных районах, то теперь такие возможности почти исчерпаны.

Расширение орошаемых земель предполагается вести за счет крупных оросительных систем в Поволжье, на Северном Кавказе, на юге Украины, в Казахстане, а также в хлопкосеющих районах. Здесь предусмотрено завершить орошение Голодной и Шерабадской степей, а также ускорить работы в зоне Каракумского канала, Каршинской степи и Ферганской долины.

Орошение новых земель, предусмотренное планами девятой пятилетки, встречает определенные трудности, суть которых состоит в следующем: засоленность значительной части земель вследствие неблагоприятных гидрогеологических условий или склонность их к засолению в процессе орошения;

необжитость массивов, подлежащих освоению, и необходимость создания объектов, которые обеспечили бы нормальные условия жизни и деятельности населения будущих орошаемых площадей:

ограниченность ресурсов водных источников, вызывающая потребность в мерах по борьбе с потерями воды, в регулировании стока рек для увеличения орошаемых площадей.

Все это определило совершенно новый подход к орошению и освоению земель, переход от осуществления только водохозяйственного строительства к огромному объему разнообразнейших видов строительных работ и привело к созданию новых методов организации освоения земель.

Голодная степь — первый объект в нашей стране, где новые принципы орошения и освоения земель осуществлены в широких масштабах.

Работы по орошению земель площадью 300 тыс. га в зоне Южного Голодностепского канала были развернуты более 15 лет назад на основе прогрессивных технических средств и комплексного метода организации работ по орошению и освоению целинных земель. В результате за короткий период на площади 200 тыс. га возник новый район социалистического хлопководства с населением более 140 тыс. человек и ежегодно возрастающим объемом производства хлопка, достигшим в 1972 г. почти 280 тыс. т.

Такое быстрое развитие орошения и сельскохозяйственного производства стало возможным благодаря высокой степени индустриализации и механизации строительных работ, применению новейших машин, механизмов и агротехнических приемов в орошаемом хлопководстве, созданию надежного дренажного фона на осваиваемой территории.

Опыт орошения и освоения земель Голодной степи имеет большое народнохозяйственное значение. Если на большинстве оросительных систем коэффициент полезного действия не превышает 50%, то в Голодной степи он достигает 70% за счет широкого применения антифильтрационных мероприятий во всех звеньях ирригационной сети. Это позволяет резко сократить затраты воды на выращивание сельскохозяйственных культур в зоне орошения.

Создание развитой дренажной сети на большой площади, организация надежной службы эксплуатации дренажа и планомерное осуществление системы мероприятий по борьбе с засолением позволяют управлять водно-воздушным и водно-солевым режимом почвогрунтов, что впервые в таких широких масштабах достигнуто в условиях орошаемого земледелия нашей страны.

Наконец, выполнение в процессе освоения мероприятий по комплексной механизации доказало возможность почти полного исключения затрат ручного труда при возделывании хлопчатника, включая процесс уборки урожая, за счет чего хозяйства Голодной степи добились очень высокой производительности в хлопководстве.

Велико и международное значение опыта Голодной степи. Высокие темпы освоения земель и их рентабель-

ность, широкое внедрение мероприятий по борьбе с потерями воды и засолением, комплексной механизации хлопководства представляют большой интерес для мировой практики орошения земель, особенно для развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки. Известный советский писатель Чингиз Айтматов сказал:

«Для несведущего человека, может быть, трудно понять величие того, что сделано в Голодной степи, а если глубоко задуматься — общечеловеческое значение. В мире так много земель, тысячелетием жаждущих рук человека. В мире много проблем, связанных с голодом и недоеданием миллионов людей, в мире так много дел, требующих усилий наций и государств.

Освоение земель Голодной степи в Узбекистане показывает, чем стоит заниматься правительствам, если они серьезно желают добра своим народам и если они хотят быть достойными своего времени.

В свободных африканских странах Востока это сегодня особенно жгучая проблема.

Голодная степь стала международной школой ирригации и полеводства в засушливых землях. Счету нет, сколько здесь перебывало зарубежных делегаций.

На примере Голодной степи можно заявить: пусть всегда увеличивается население планеты. Земля всегда в состоянии всех прокормить! Пусть смотрит мир на нас и пусть укрепляется в нем великая вера в будущее!»*.

Осуществление орошения и освоения земель Голодной степи является результатом труда огромного коллектива строителей, освоителей, проектировщиков с участием многих научно-исследовательских организаций. В работе использованы материалы исследований по Голодной степи институтов: Средазгипроводхлопок (Э. Л. Окулич-Казарин, В. И. Горбачев, Г. Н. Павлов, Ф. Н. Серебренников, А. И. Загуменный, П. А. Коротков), ВНИИГиМ (Е. Г. Петров, В. И. Бобченко, А. А. Сидько, В. В. Пославский, С. И. Мясищев, Д. Н. Кац, С. А. Гиршкан, В. В. Сокольская, В. С. Макарова, В. К. Синяков, Е. Д. Томин, Г. М. Зюликов, А. А. Кириллов), САНИИРИ (А. А. Рачинский, Н. М. Решеткина, Х. Якубов, Л. Н. Дубинин, В. А. Барон, Э. С. Гринев, В. Н. Бердянский), МГМИ (С. Ф. Аверьянов, И. П. Айдаров, Н. Н. Фролов, В. Ф. Брусенцев), Почвенного института имени В. В. Докучаева (В. В. Егоров, В. А. Ковда, В. С. Молодцов, В. Ю. Маргулис), Гидроингео (Х. Т. Туляганов, Н. Н. Ходжибаев, Н. А. Кенесарин, А. Ф. Сляднев) и СоюзНИХИ (В. М. Легостаев, А. Хасанов, И. К. Киселева) и др.

---

* Чингиз Айтматов. Узбекские записки.

Основной материал получен в результате производственных исследований, осуществленных различными организациями Голодностепстроя при участии и под руководством автора. В исследованиях принимали участие специалисты Голодностепстроя К. А. Васькович, К. В. Смердов, Л. Л. Дюндин, Г. Н. Бастеев, Р. М. Просин, К. Бегимкулов, В. Г. Рогов, Л. К. Калинин, В. А. Ковалев, М. А. Цурикова и многие другие.

Автор приносит глубокую благодарность всем, кто оказал помощь в сборе материалов, а также заслуженному ирригатору Узбекской ССР Е. И. Озерскому, доктору географических наук Л. В. Дунину-Барковскому, доктору геолого-минералогических наук Н. М. Решеткиной, кандидатам технических наук В. К. Синякову, Е. Д. Томину, В. М. Анисимову, кандидатам сельскохозяйственных наук И. А. Турлюну, М. И. Козину, В. И. Бобченко за ценные замечания и предложения при просмотре рукописи. Особенно признателен автор академику ВАСХНИЛ и АН УзССР В. В. Пославскому, под непосредственным руководством которого выполнена эта работа.

Глава I

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ИСТОРИЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

1. Природные условия Голодной степи

Изучение природных условий Голодной степи неразрывно связано с историей ее орошения, насчитывающей немногим более 100 лет.

Являясь одним из наиболее перспективных районов орошения нашей страны, Голодная степь всегда привлекала к себе работников мелиоративной науки (Н. А. Димо, М. М. Бушуев, Г. К. Ризенкампф, В. А. Обручев, М. М. Решеткин, Ф. Н. Моргунов, Н. Я. Макридин, Л. П. Розов, В. А. Ковда, В. В. Егоров, В. В. Пославский, Б. В. Федоров, М. А. Панков, В. М. Легостаев, Л. В. Дунин-Барковский, С. Ф. Аверьянов, Д. М. Кац, Н. А. Кенесарин, А. А. Рачинский, Г. А. Мавлянов, Р. А. Алимов, Н. М. Решеткина и многие другие).

По мере накопления знаний об естественных условиях и их изменениях в процессе орошения складывались основы современной мелиорации.

Голодная степь расположена по левому берегу реки Сырдарьи (рис. 1), начинаясь от Фархадской горловины, где долина реки сужается, зажатая с одной стороны отрогами Туркестанского хребта, а с другой — горами Моголтау. Далее в направлении северо-востока Сырдарья служит границей Голодной степи, которая на юге ограничена отрогами Туркестанского хребта, вернее, его самой северной грядой (Мальгузар), переходящей в районе Джизака в Нуратинский хребет. В вершине треугольника, как бы оконтуривающего Голодную степь, находится Чардарьинское водохранилище. Арнасайское понижение и озеро Тузкане образуют западную границу Голодной степи. На юго-западе высятся горы Писталитау и Балыклытау — древнейшие образования палеозойской эры.

Протяженность Голодной степи с запада на восток составляет примерно 120 км, с юга на север 70—90 км. Общая площадь пригодных к сельскохозяйственному использованию земель в ее пределах превышает 1 млн. га, из которых 600 тыс. га находится в собственно Голодной

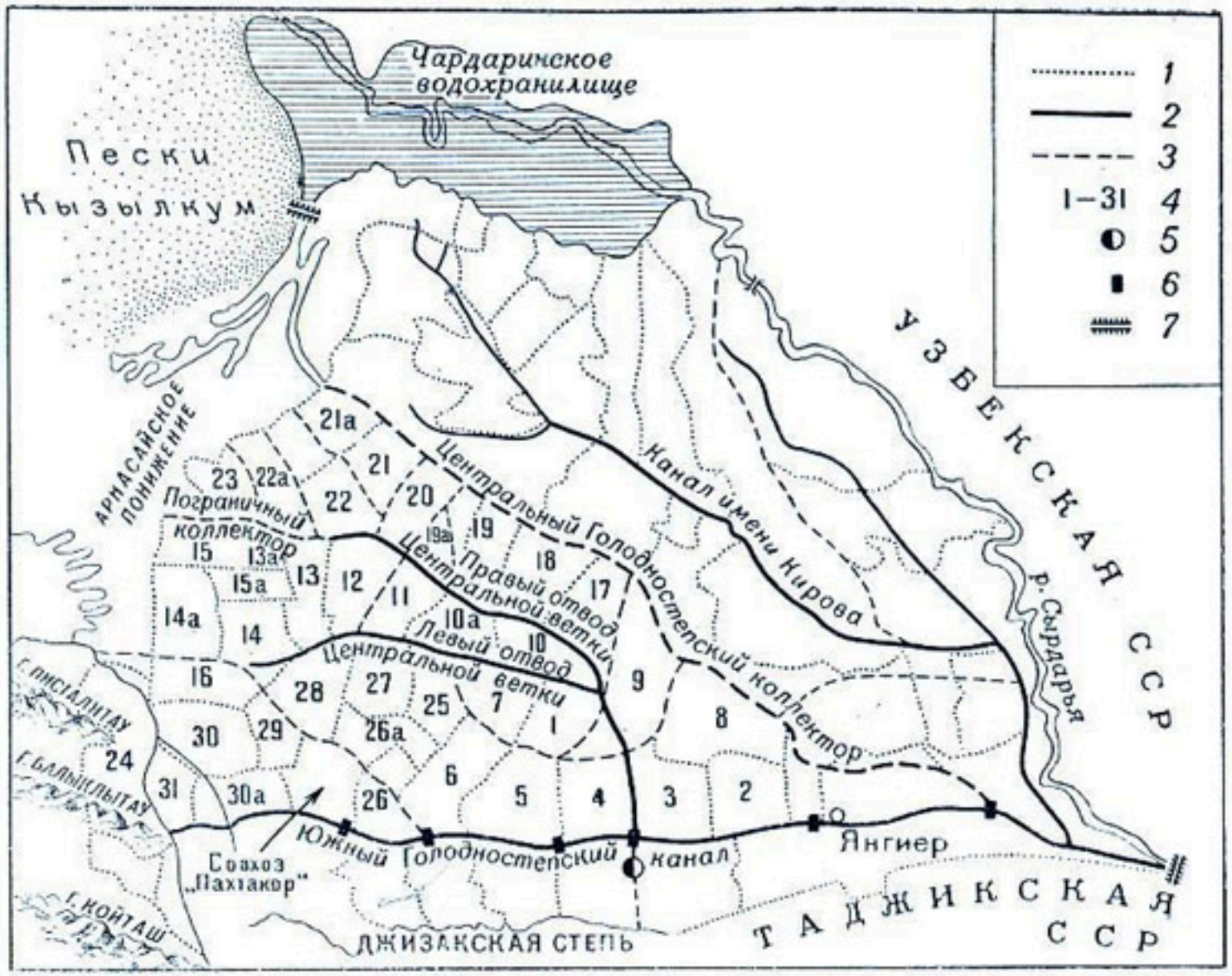


Рис. 1. Схема орошения и освоения Голодной степи:
1 — границы хозяйств; *2* — магистральные каналы; *3* — межхозяйственные коллекторы; *4* — номера совхозов; *5* — насосная станция; *6* — сооружения; *7* — плотина.

степи, включая Таджикскую часть, в Джизакской степи — 190 тыс., в Фаришской — 200 тыс. га.

Климат. В Голодной степи климат резко континентальный. Средняя годовая температура равна +12,5°С, средняя температура июля +27 — +30°С, января —3° —7°С. Максимальная зарегистрированная температура +48°С (в тени), минимальная — 36°С.

Вегетационный период хлопчатника, винограда, фруктовых деревьев продолжается 210—220 дней (от +10°С весной до +10°С осенью). Сумма температур вегетационного периода превышает 4500°, число ясных дней — 150.

Значительное влияние на климат района оказывают ветры. Наиболее сильные из них, так называемые «урсатьевские фены», достигают скорости 40 м/с, их продолжительность 3—4 суток, а повторяемость — 52 дня в году. Эти ветры в основном дуют зимой, а летом преобладают западные ветры, отличающиеся меньшей силой. Благодаря их действию южная часть Голодной степи имеет высокую испаряемость — 1,5 тыс. мм в год (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Величина испарения с поверхности земли, мм

Метеостанции	Месяцы												Всего
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Урсатьевская	18	24	51	98	168	256	272	240	208	120	66	26	1547
Мирзачуль	18	19	43	76	136	205	222	200	148	84	42	24	1217
Джизак	12	26	45	80	149	221	257	238	178	107	50	27	1390
Совхоз № 5	2	5	8	30	74	124	162	155	71	36	11	6	684

Влажность воздуха в Голодной степи очень низкая, особенно в летние месяцы. В июле — августе относительная влажность воздуха днем колеблется от 20% на сухих пространствах, до 30% — на увлажненных поливом.

ТАБЛИЦА 2

Осадки в Голодной степи, мм

Метеостанции	Месяцы												Годовые
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Урсатьевская	36	38	57	46	24	8	2	2	3	17	32	40	305
Мирзачуль	27	35	60	50	27	7	0,4	1	0,4	14	38	32	282
Джизак	45	48	69	56	28	8	1	1	2	21	41	46	366

Годовое количество осадков колеблется от 250 до 300 мм, увеличиваясь в области подгорной равнины до 360 мм (табл. 2).

На основе классификации климатических условий для засоленных земель (В. А. Ковда, 1966) район Голодной степи должен быть отнесен к зоне полупустынь.

Малая облачность, обилие солнечного тепла создают благоприятные условия для выращивания теплолюбивых культур, таких, как хлопчатник, бахчевые, виноград и т. д. Однако значительный дефицит влаги (600—1000 мм), определяемый особо высокой испаряемостью в зоне действия ветров, требует для этой цели обязательного орошения значительными нормами.

Рельеф. Голодная степь — это обширная долина, наклоненная от предгорий Туркестанского хребта на юге к р. Сырдарье на севере и незначительно к западу в направлении Арнасайского понижения.

Южная часть Голодной степи расположена на подгорной равнине Туркестанского хребта с абсолютными отметками 500—310 м над уровнем моря. Подгорная равнина образовалась в результате слияния конусов выноса рек, стекающих с Туркестанского хребта. Подгорная равнина, постепенно выполаживаясь, переходит в плоскую равнину — плато, занимающую бóльшую часть Голодной степи с отметками от 310 до 260 м над уровнем моря. Вдоль Сырдарьи плато сменяется третьей надпойменной террасой, круто обрывающейся к реке. На территории плато расположены древнерусловые понижения: Шурузякское, Сардобинское, Джетысайское.

Коренные породы в Голодной степи залегают на глубине от 200 до 500 м и представлены меловыми и третичными отложениями, прикрытыми сверху более молодыми наслоениями. Южную часть степи — область наиболее активной пролювиальной деятельности — составляют чередующиеся слои галечников, песков и легких суглинков. Центральная часть Голодной степи характеризуется однородным сложением, являясь продуктом смешанных пролювиальных и эоловых процессов. В средней части Голодной степи значительное влияние в образовании наносов сыграли аллювиальные отложения Сырдарьи, которая располагалась намного выше нынешнего ее положения. В последующем Сырдарья смещалась на север до тех пор, пока не оказалась прижатой к выходам коренных пород у Чардары.

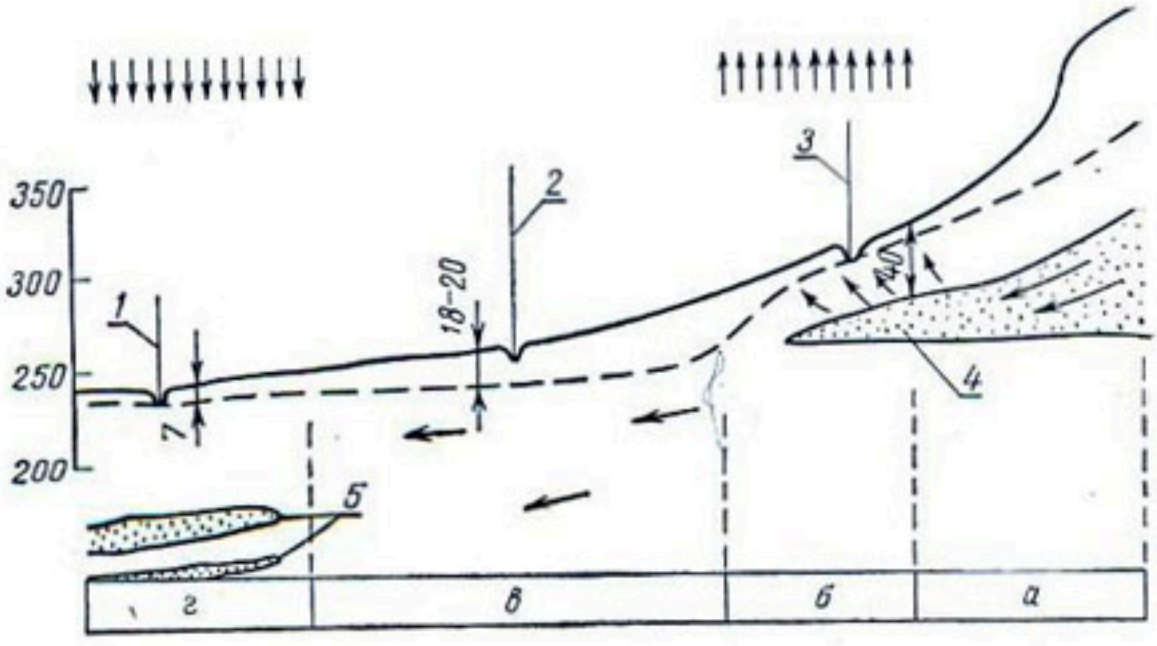


Рис. 2. Положение грунтовых вод Голодной степи до орошения (размеры в м):

а — зона погружения грунтовых вод; *б* — зона разгрузки напорных вод; *в* — область транзита; *г* — область оттока; *1* — Центральный Голодностепский коллектор; *2* — Левый отвод Центральной ветки; *3* — Южный Голодностепский канал; *4* — конус выноса; *5* — песчаные линзы аллювия р. Сырдарьи.

Лессовидные породы Голодной степи на юго-востоке — пролювиального происхождения, на остальной части — аллювиального с частичным участием делювиального и пролювиального процессов.

Гидрогеология. Голодностепская впадина является огромным гидрогеологическим бассейном, формирующимся под действием грунтового и поверхностного стока с Туркестанского хребта, а также под влиянием вод Сырдарьи.

До начала орошения грунтовые воды залегали большей частью глубоко (10—20 м и более). Повышенные уровни грунтовых вод наблюдались только в депрессиях Джетысай, Сардоба (3—5 м) и на склонах Шурузякского понижения (5—10 м). Величину притока в Голодную степь со стороны Туркестанского хребта различные исследователи оценивают по-разному: В. А. Ковда в размере 3,5—4 м³/с, Д. М. Кац и Г. Д. Антонова 2,1—3 м³/с, Н. Н. Ходжибаев, Н. А. Кенесарин 8 м³/с, Х. Т. Туляганов 5,8 м³/с. В связи с напорным характером питания грунтовых вод могут быть прослежены четыре зоны по площади массива (рис. 2):

а) зона погружения грунтовых вод, расположенная в предгорной части и подстилаемая галечниками, является верхней частью конусов выноса (напорность без орошения не проявляется);

б) зона разгрузки напорных вод приурочена к районам выклинивания грунтовых вод в местах приближения погребенных конусов выноса, чаще всего основных его очагов, к дневной поверхности (пьезометрический уровень здесь выше уровня грунтовых вод и нередко наблюдается самоизлив);

в) зона совпадения уровня грунтовых вод с напорным горизонтом или область транзита потока в однообразной толще аллювиальных отложений (грунтовые воды залегают на 10—20 м от поверхности земли);

г) зона, где уровень грунтовых вод выше пьезометрического (уровень грунтовых вод в основном глубокий).

Зона «б» характеризуется сульфатно-хлоридно-натриевой минерализацией грунтовых вод (от 3 до 40 г/л) и относительно замедленным стоком, зона «в» и «г» — хлоридно-сульфатно-натриевой минерализацией (от 15 до 50 г/л).

Необходимо отметить, что грунтовые воды района находятся под влиянием орошения. Слабая естественная дренированность массива, низкие коэффициенты водоотдачи и ряд других особенностей грунтов сразу изменяют положение грунтовых вод, вызывая резкий подъем их уровня при орошении. Существенное влияние оказывает при этом нарушение баланса грунтовых вод за счет фильтрации и снижения испарения из глубоких горизонтов.

Орошение в Голодной степи сразу вызвало резкий подъем грунтовых вод. Уже в 1907 г. М. М. Бушуев (Курбатов, 1957) наблюдал по каналу Л-12 подъем грунтовых вод с мая по сентябрь с глубины 12,25 до 4,7 м. Такие же данные имеются и у Н. А. Димо, который указывал на подъем грунтовых вод вдоль канала в полосе 300 м. Экспедицией братьев Скворцовых в 1925 г. было установлено, что вдоль Шурузякского распределителя грунтовые воды поднялись до 1,5 м, в районе Мирзачуля — с 6,5 до 1 м, в районе Малекского распределителя — с 12,5 до 2,5 м. М. А. Панков констатировал, что к 1935 г. на большей части орошаемой территории Голодной степи, за исключением ее периферийных земель, дренируемых р. Сырдарьей, уровни грунтовых вод находились на глубине 1—3 м. Н. И. Броницкий (1960) приводит данные залегания грунтовых вод весной 1941 г. в среднем на глубине 1,8 м от поверхности, а в 1942 г. — 1,3 м.

Давая анализ изменения запасов грунтовых вод по Голодной степи, Л. В. Дунин-Барковский (1960) отмечал,

что в 1915—1916 гг. на Шурузякском массиве в условиях затрудненного оттока уровень грунтовых вод поднялся за 1—2 года на 6—8 м, а в совхозе «Пахтаарал» на такую же величину за 5—6 лет.

Резкий подъем грунтовых вод, наблюдаемый при орошении в Голодной степи, долгое время считали результатом неправильной эксплуатации системы. Предполагалось, что снижение оросительной нормы, уменьшение головного водозабора, повышение инженерного уровня оросительной сети позволит уменьшить потери воды и грунтовые воды не будут подниматься так быстро. Г. К. Ризенкампф (1930) считал, что на Северо-Восточном массиве подъем грунтовых вод до уровня 3 м произойдет за период от 10 до 64 лет в зависимости от степени намеченных мер по борьбе с фильтрацией. Он предполагал, что при бетонировании оросительной сети и хорошей технике полива дренаж окажется ненужным.

Потребовалось еще 36 лет для того, чтобы была общепризнана неизбежность быстрого подъема грунтовых вод при интенсивном орошении больших массивов в условиях недостаточности естественного оттока.

Почвы. С течением времени знания и представления о почвах Голодной степи изменялись аналогично знаниям о грунтовых водах. Почвы Голодной степи представлены в основном светлыми сероземами различной степени солончаковатости, а также местами луговыми почвами и солончаками.

Профессор Н. А. Димо в 1908—1910 гг. произвел первую почвенную съемку Голодной степи, затем в течение 1912—1915 гг. и 1923—1925 гг. под его руководством проводились работы по изучению процессов засоления почв в условиях орошения. В первые годы Н. А. Димо допустил ошибочные выводы по засолению почв, не установив зависимости засоления от подъема уровня грунтовых вод.

Последующие работы В. А. Ковды (1939), Л. П. Розова (1940), Е. Г. Петрова (1935), а также М. М. Крылова (1957) установили, что основным источником накопления и перераспределения солей в почве являются грунтовые воды, а методом борьбы с засолением — поддержание грунтовых вод ниже критических глубин. Установлено, что солевой состав почвогрунтов в активной зоне находится в тесной связи с гидрогеологическими и геоморфологическими условиями Голодной степи. В 1964 г. Н. М. Решеткина и З. П. Пушкарева обобщили получен-

ные ранее данные и провели районирование территории новоорошаемой зоны Голодной степи по засолению почвогрунтов (табл. 3 и рис. 3).

ТАБЛИЦА 3

Районирование Голодной степи по солевому составу активной зоны (Н. М. Решеткина, З. П. Пушкарева)

Зоны	Минерализация грунтовых вод, г/л	Исходная глубина грунтовых вод, м	Содержание солей в 3-метровом слое, т/га	Содержание солей в 20-метровом слое, т/га	Условия дренирования	Коэффициент фильтрации, м/сут	Засоление
I, а	40—60	2—3	920—1000	5200—6000	Плохие	0,1	Хлоридное
I, б	7—10	6—8	700— 760	1500—1800	Хорошие	0,5—2	Хлоридно-сульфатное
II	18—36	8—14	135— 350	1100—2200	Затруднительные	0,3—0,1	То же
III	25	15—20	200— 550	1600—2500	Плохие	0,1—0,5	» »
IV	10—23	2—5	700—1200	1700—2600	Средние	0,2—0,7	Сульфатное

Зона I, а, характеризующаяся исключительно высоким засолением почвогрунтов с поверхности на всю двадцатиметровую толщу, расположена вдоль Южного Голодностепского канала (ЮГК) на территории совхозов № 1 и № 5, части совхозов № 6, 26, 3 и «Пахтакор». Эта зона

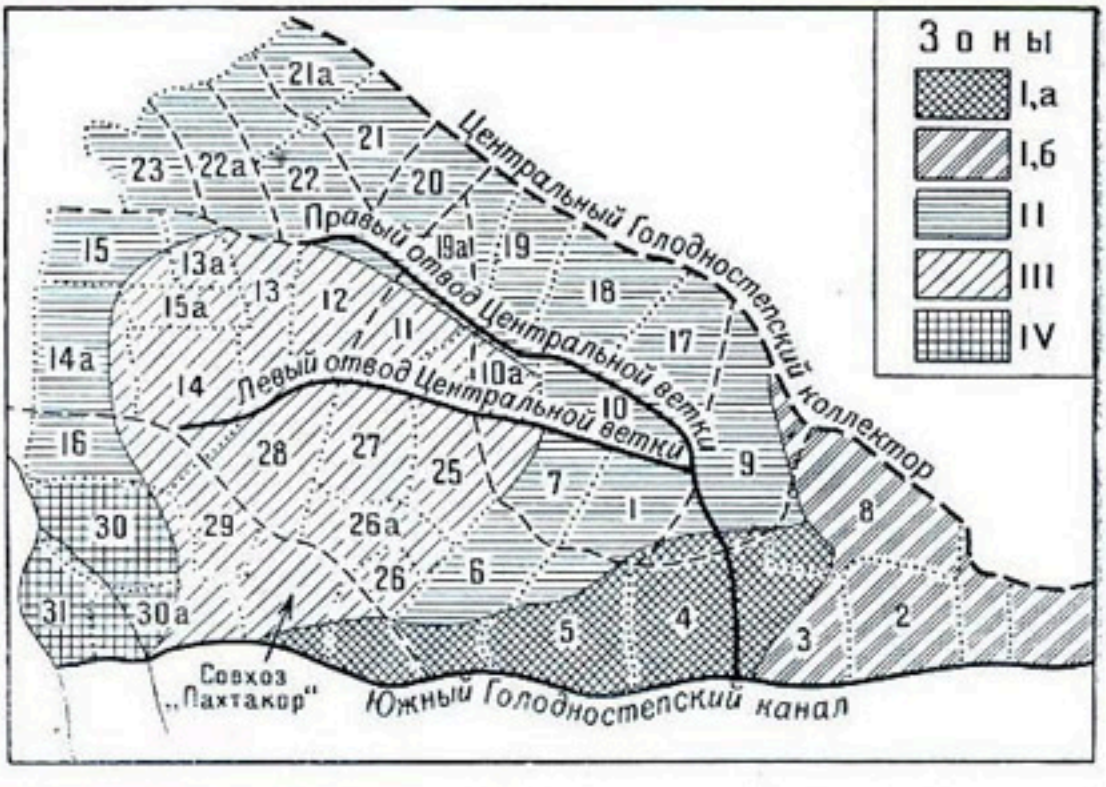


Рис. 3. Схема распределения первичных запасов солей в почвогрунтах новой зоны Голодной степи.

приурочена к зоне «б» разгрузки напорных вод по гидрогеологическому районированию. Почвы здесь в основном солончаковые и лугово-сероземные с высоким содержанием гипса (до 15—25%).

Зона наиболее сильно засолена в результате интенсивного испарения на периферии конусов выноса и крайне затруднительных условий естественной дренированности. Эти особенно трудные для освоения земли требуют проведения сложных мелиоративных работ, направленных на рассоление земель в течение значительного промежутка времени.

Зона I, б характеризуется сильным засолением почвогрунтов в верхней части разреза и опреснением ниже. Почвы здесь луговые и лугово-сероземные, легкие супесчаные и легкосуглинистые. Глубокие слои имеют засоление 0,3—0,4% к весу сухого грунта. Эта зона соответствует зоне «б» по гидрогеологическому районированию, однако в связи с лучшими условиями дренирования по сравнению с зоной I, а интенсивного соленакопления в сфере грунтовых вод не наблюдается. Накопление солей выше горизонта грунтовых вод вызвано постоянным испарением в течение значительного периода времени. Эти почвы также требуют значительных мелиоративных работ, однако несколько меньших, чем в зоне I, а, так как необходимо рассолить только верхнюю засоленную толщу. Гипс здесь содержится в виде мучнистых образований только в верхнем слое, а на глубине около 2 м и глубже гипса нет. Характерно наличие сложного мезорельефа.

Зона II располагается на севере новоорошаемой зоны и приурочена к зоне «г» по гидрогеологическому районированию. Почвы зоны — светлые сероземы, до орошения незасоленные или засоленные слабо. Характерно наличие опресненного верхнего слоя глубиной 1—3 м. Опреснение его возникло в результате растворяющего и вымывающего действия атмосферных осадков. Ниже опресненного горизонта идет наращивание содержания солей с повсеместным распространением гипса. Эта территория в значительной степени подвержена воздействию р. Сырдарьи. При ранее приподнятом положении русла реки здесь происходило интенсивное засоление. По мере снижения базиса эрозии реки и формирования естественного дренажного стока в сторону нового углубленного русла процесс соленакопления по всей толще замедлился, а в верхней части началось постепенное рассоление под действием осадков.

Зона III приурочена к зоне «в» по гидрогеологическому районированию. Почвы здесь — светлые сероземы, подстилаемые однородными суглинками с очень незначительным содержанием супесей и значительным глубинным засолением (до 1,5% по плотному остатку). Грунтовые воды залегают глубоко и сильно минерализованы. Накопление солей аналогично зоне II.

Зона IV занимает территорию вдоль рр. Токурсай и Клы на юго-западе массива. В этой зоне солевой максимум располагается на глубине до 6—8 м с содержанием солей 2,5% по плотному остатку. Грунтовые воды находятся на глубине 2—5 м. Почвы преобладают лугово-сероземные и сероземно-луговые, по происхождению аналогичные почвам зоны I, а.

Среди других инженерно-геологических характеристик нужно остановиться на фильтрационных свойствах грунтов Голодной степи и склонности их к просадкам.

Инженерные свойства грунтов. Слоистость грунтов в Голодной степи привела к анизотропности их свойств и к сложности определений отдельных характеристик. При нахождении коэффициентов фильтрации были допущены большие ошибки, которые привели к серьезным упущениям в проектировании дренажных мероприятий в новой зоне. По данным Узбекского гидрогеологического треста (Гафуров, 1960; Гидрогеологический ежегодник Гидроингео, 1968—1970), коэффициенты фильтрации грунтов колебались от 0,5 до 1 м/сут. В дальнейшем в процессе строительства коллекторов и дрен на основании фактического притока воды к дренажным сооружениям коэффициенты фильтрации были подсчитаны по формуле А. Н. Костякова. Для большей части территории они оказались завышенными. Так, вместо первичных величин 0,5—1 м/сут, по данным Средазгипроводхлопка, коэффициент фильтрации грунтов в совхозе № 1 был 0,08—0,25 м/сут; по данным САНИИРИ, в совхозах № 5 и № 6 — 0,02—0,15 м/сут; по данным ВНИИГиМ, в совхозе № 7— 0,01—0,35 м/сут. Только на части территории совхоза № 4 коэффициент фильтрации оказался больше, чем определено первоначальными исследованиями (1—3 м/сут). Такие расхождения объясняются следующим: для расчетов дренажа необходим средний коэффициент фильтрации дренируемой толщи, который входит в формулы Костякова, Аверьянова, а полевыми исследованиями получаются данные для конкретных точек и слоев. При этом

вследствие несовершенства лабораторных приборов и трудности в учете влияния растекания при методах наливов и откачек данные натурных наблюдений в значительной степени отличаются от опытных.

С. Ф. Аверьянов еще в 1950 г. указывал на необходимость определения водопроницаемости при той влажности, которая будет получена в эксплуатационных условиях, и обращал внимание на отличие коэффициента фильтрации от коэффициента водопроницаемости. Первый соответствует полному насыщению грунта водой при отсутствии воздуха, а второй — при полной влагоемкости, но с учетом защемленного воздуха.

Учитывая все недостатки имеющихся методов, ВНИИГиМ разработал методику определения коэффициентов фильтрации по «большим кольцам». Этот метод дает наилучшее совпадение показателей с методом обратной задачи по притоку в дренаж.

На рисунке 4 представлено районирование территории Голодной степи по коэффициентам фильтрации, определенным на основе натурных наблюдений по притоку в дренажные устройства методом обратной задачи. Коэффициенты фильтрации здесь в основном очень низкие.

С гидрогеологическими условиями непосредственно связаны просадочные свойства грунтов. По вопросу про-

Рис. 4. Схема распределения площадей Голодной степи по коэффициентам фильтрации активной толщи, м/сут.

садочности грунтов осваиваемого массива есть различные точки зрения, исходящие из разных теорий и предпосылок. Грунты активной толщи Голодной степи имеют объемный вес 1,29—1,60 г/см³. Г. А. Мавлянов, П. Н. Карпов при нагрузке в 3 кг/см² определяют три зоны просадок: 1) вдоль трассы Южного Голодностепского канала просадки менее 0,3 м; 2) центральная часть Голодной степи с глубиной грунтовых вод от 7 до 20 м — 0,3—0,6 м; 3) периферийная часть Голодной степи с просадками от 0,6 до 1 м.

В естественных условиях Институт геологии предполагал снижение просадочных свойств более чем в 2 раза и определил абсолютную величину просадки для первой зоны меньше 0,15 м, второй до 0,3 м и для третьей до 0,7 м. Х. А. Аскаров (1960) отнес голодностепские грунты к первому и второму типу просадочности с абсолютной величиной осадки при замачивании без внешнего давления до 15 см, с нагрузкой от сооружений до 45 см. А. Л. Рубинштейн, Н. Н. Фролов относят грунты Голодной степи ко второй категории просадочности. Для грунтов Голодной степи характерно медленное развитие послепросадочных деформаций под действием длительного выщелачивания. Этот тип деформаций имеет различную абсолютную величину, но в некоторых случаях превышает величину первичных просадок.

2. Краткий исторический обзор орошения и освоения земель Голодной степи

Массивы плодороднейших земель, расположенных на перепутьи важнейших караванных путей Средней Азии, идущих из долины Зеравшана, Хорезма, Бухары в Фергану, Казахские степи и Семиречье, близость воды Сырдарьи порождали мечты об орошении Голодной степи, что нашло отражение в известной поэме-легенде Алишера Навои «Фархад и Ширин».

Попытки оросить Голодную степь, очевидно, были и в глубокой древности. Остатки оросительного канала «Урумбай» находили вдоль Сырдарьи еще в конце XIX в.

К XI в. относится ряд сооружений на реках, стекавших с Туркестанского и Нуратинского хребтов и орошавших участки долин у подножья гор. Это остатки плотины Хан Банди на Османсае и ряд других сооружений.

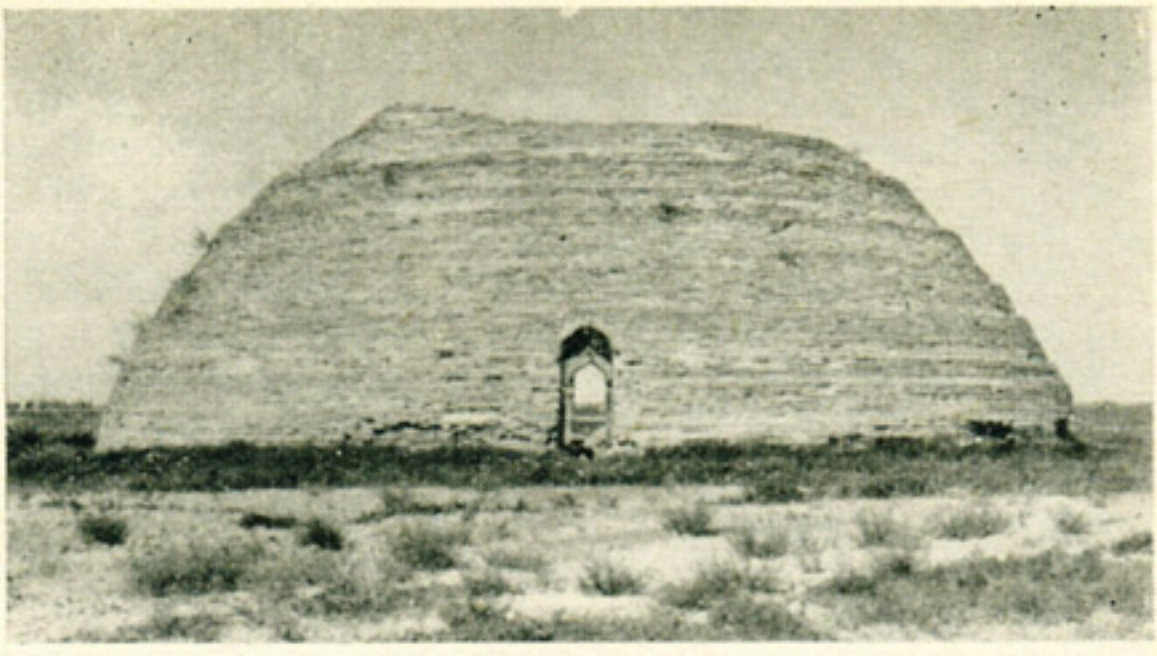


Рис. 5. «Сардоба» — защитное сооружение, возводившееся над колодцем.

За счет использования стока р. Санзар, из которой получал питание канал Мурзарабат, орошалась часть земель в юго-западной части Голодной степи. В связи с маловодностью реки для ее подпитки в XV в. было осуществлено строительство канала из р. Зеравшан—Искитюятартар, с помощью которого было орошено более 8 тыс. га на территории вблизи нынешнего города Джизака.

В целом же вся территория Голодной степи (более 1 млн. га) была безводной пустыней, где на огромной площади встречались лишь отдельные колодцы — «сардобы», служившие источниками воды для караванных дорог, пересекавших степь (рис. 5).

Начало орошения земель центральной части Голодной степи связано с присоединением Туркестана к России в 70-х годах XIX в. Это был один из первых объектов орошения в России.

Одновременно с организацией военных поселений и особенно со строительством Туркестанской железной дороги в Узбекистане начались работы, направленные на обводнение поселений вдоль железной дороги и почтового тракта Чиназ—Джизак.

В 1870 г. под руководством Г. А. Аминова были организованы специальные изыскательские работы для оценки возможности орошения Голодной степи. Позднее изысканием и составлением проекта орошения занимался Н. Ф. Ульянов.

С 1872 по 1879 г. по инициативе генерал-губернатора Кауфмана проводились работы по строительству канала из р. Сырдарьи, прекращенные после его смерти. В 1885 г. эти работы были возобновлены князем Н. К. Романовым, который на основе опыта местных умельцев начал строительство канала Бухар-арык, затем Хива-арык.

В 1896 г. инженер Н. А. Петров составил проект орошения из Южного канала на площади 50 тыс. га с перспективой расширения до 250 тыс. га земель в южной части Голодной степи. Для этого канала Петров намечал построить каменно-набросную плотину на р. Сырдарье в 15 км ниже г. Ходжента, а в северную часть провести другой канал, впервые предложив двухканальную схему орошения Голодной степи.

Однако этот проект был отклонен и с 1900 г. начаты работы по проекту Ф. П. Елистратова с площадью орошения 45 тыс. га. В процессе 10-летнего строительства канала проект был в корне переработан инженерами С. Ф. Островским и А. И. Курсишем, руководившими непосредственным ходом работ. С. Ф. Островский в 1905 г. побывал в Индии, где ознакомился с ирригационными работами. На основе этого опыта он запроектировал ряд сооружений на системе, в том числе головное сооружение канала на Сырдарье, обеспечивающее забор воды из реки с расходом 120 м^3/с. Одновременно с каналом сооружались Левая и Правая ветви, а также Шурузякский водоотводной канал. Мелкую сеть на орошаемых участках должны были выполнять арендаторы.

Царское правительство считало, что вновь орошенные земли должны быть заселены только русскими переселенцами, при этом был установлен имущественный ценз в 1000 руб. Попадая в совершенно новые условия ведения сельского хозяйства, сталкиваясь с необходимостью выращивать новую культуру (хлопок), русские переселенцы попадали в тяжелое положение и зачастую наносили ущерб орошению. Обычно 2—3 года уходило на «акклиматизацию». Между тем местное население, даже ранее проживавшее на этих землях, права на аренду орошаемых земель не получало. Результаты первого периода освоения Голодной степи выразились в строительстве за более чем 20-летний период оросительной сети на площади 56 тыс. га, из которых фактически орошалось 23 тыс. га.

И все же инженерная деятельность в тот период в Голодной степи находилась на довольно высоком уровне.

Уже в проектах Г. К. Ризенкампфа, с 1911 г. возглавившего проектирование системы, в 1915 г. были сделаны попытки комплексного орошения с включением энергетики, прокладки дорог, создания необходимых условий для поселенцев в виде постройки населенных пунктов и «полос жизни» вдоль каналов. Намечалась водосборная сеть для отвода излишних вод. Была запроектирована и база строительства. В частности, предполагалось построить цементный завод для облегчения последующего освоения земель. Проект предусматривал строительство основных сооружений магистрального канала, включая железнодорожный мост и водовыпуски из канала.

В период 1890—1900 гг. были проведены топографические изыскания в Голодной степи, а в 1908—1910 гг. под руководством Н. А. Димо закончены почвенные исследования района.

В 1907 г. было создано Голодностепское опытное поле, на котором под руководством М. М. Бушуева начали изучать засоление почв и установили, что причиной засоления является подъем грунтовых вод (Курбатов, 1957). Для сравнения заметим, что впервые в США результаты опытных работ по мелиорации были изданы в 1911 г. Это показывает, что, несмотря на недостатки, в первоначальный период орошения земель Голодной степи инженерные решения одной из первых оросительных систем в Средней Азии были на уровне мирового развития науки, а по некоторым вопросам и опережали западные страны.

После победы Октябрьской социалистической революции молодое Советское государство обратило серьезное внимание на орошаемое земледелие Средней Азии. В известном декрете от 17 мая 1918 г. «Об ассигновании 50 миллионов рублей на оросительные работы в Туркестане», подписанном В. И. Лениным, намечалось оросить в Голодной степи 500 тысяч десятин земли и создать особое Управление ирригационных работ в Туркестане (ИРТУР). Однако развернуть в полной мере восстановление оросительной системы до 1921 г. не удалось из-за необходимости сосредоточить все силы советской страны на борьбе с врагами революции.

К 1917 г. в Голодной степи появилось много засоленных земель. Процесс засоления особенно усилился в период 1919—1922 гг., когда вследствие разрухи, отсутствия надзора за оросительной и сбросной сетью резко сократились посевы в Голодной степи. При поднятых мине-

рализованных грунтовых водах отсутствие обработки почвы способствовало ускоренным темпам засоления земель. По данным Г. К. Ризенкампфа (1930), в 1922 г. 61,8% земель, подкомандных Северному Голодностепскому каналу, были засолены.

В 1921 г. было организовано Управление по орошению Голодной степи (Упрагол), которому в течение четырех лет удалось восстановить водопользование на системе, привести в порядок заброшенные каналы и сооружения. В этот же период было проведено землеустройство и закрепление участков за землепользователями; наряду с упорядочением эксплуатации всей системы осуществлялось строительство и улучшение магистрального канала.

Партия и советское правительство рассматривали Туркестан как перспективную базу развивающейся текстильной промышленности нашей страны. Под руководством партийных и советских организаций начали создаваться первые совхозы и колхозы в Голодной степи.

В ноябре 1924 г. на базе бывшей «Грузинской аренды» был организован совхоз «Пахтаарал». Освоение земель этим хозяйством является характерным примером ударного труда того времени. В течение 6 лет (с 1924 до 1929 г.) совхоз своими силами построил магистральный канал (К-20) длиной 27,5 км и внутрихозяйственные оросители длиной 1060 км на площади 12 тыс. га. Постепенно наращивая темпы и объем производства хлопка-сырца, «Пахтаарал» становится образцовым хлопкосеющим хозяйством нашей страны, достигнув в 1936 г. на площади 5,5 тыс. га урожая 25,3 ц/га.

Строительство и восстановление ирригационных каналов в Голодной степи являлось важным стимулом организации мелиоративных товариществ и сельскохозяйственных артелей, которых к концу 1929 г. насчитывалось более 30.

Для определения дальнейших работ Управление водного хозяйства Средней Азии поручило Ленинградскому научно-мелиоративному институту составить новый проект орошения Голодной степи. Эта работа, проведенная под руководством Г. К. Ризенкампфа, была рассмотрена и одобрена Госпланом СССР в 1930 г.

Проект предусматривал двухканальную систему: зона самотечного орошения при бесплотинном водозаборе из р. Сырдарьи, охватывающая 460 тыс. га валовой площади, должна была орошаться из одного канала с расходом

277 м³/с, впоследствии разделяющегося на северную и центральную ветки; зона орошения при строительстве плотины на Сырдарье площадью в 150 тыс. га должна была орошаться из Южного канала.

Проект был составлен на высоком техническом уровне. В нем были разработаны передовые по тому времени технические приемы и решения: применение антифильтрационных облицовок из бетона и асфальтобетона на магистральном и распределительных каналах; устройство наряду с неглубокой водосбросной сетью глубокого закрытого дренажа с механической откачкой воды, а также колодцев вертикального дренажа.

В 1928 г. вблизи поселка Золотая Орда организовалась Голодностепская опытная станция, на которой под руководством В. С. Малыгина, Н. В. Макридина, Б. В. Федорова, Л. П. Розова было установлено, что эффективная сеть дрен с глубиной 2—2,5 м и расстоянием между ними 300 м может обеспечить устойчивое рассоление земель Голодной степи.

С 1927 по 1937 г. площади орошения в Голодной степи увеличивались медленно. Строительство магистральной ирригационной сети осуществлялось Управлением Кировского канала и Упраголом, а внутрихозяйственной сети и всех внутрихозяйственных объектов — силами хозяйств. Темпы освоения земель при этом зависели от наличия и закрепления людских ресурсов. В результате отсутствия каких-либо коренных мелиоративных мероприятий по борьбе с засолением и заболачиванием большая часть земель Голодной степи оказалась засоленной.

В 1938 г. в Узбекистане и Казахстане широко развернулась борьба за увеличение посевных площадей хлопчатника. Это движение распространилось и в Голодной степи. В 1939 г. было намечено орошение 60 тыс. га перелогов в Мирзачульском и Сырдарьинском районах Узбекистана, а также орошение 50 тыс. га новых земель в Казахской части степи. В это время за счет привлечения по методу «народных строек» огромного количества населения (до 90 тыс. человек) проведены большие ирригационные работы — реконструирован Кировский магистральный канал на расход 120 м³/с, а позднее — 160 м³/с с продлением его до 102 км. В Пахтааральском и Кызылкумском районах развернулось строительство Первой Тугайной ветки длиной 19 км и площадью орошения 10 тыс. га новых земель, а затем Второй Тугайной ветки. Трудо-

вой энтузиазм, социалистическое соревнование десятков тысяч тружеников позволили выполнить вручную огромные объемы работ по строительству ирригационных каналов и сооружений. В целях освоения орошенных земель были созданы десятки колхозов, несколько машинно-тракторных станций, переселено около 20 тыс. человек. Освоителям пришлось преодолевать значительные трудности, они жили в палатках, воду возили за десятки километров.

Именно тогда выявились существенные недостатки раздельного метода работ, явившиеся причиной отставания темпов сельскохозяйственного освоения от орошения земель: отсутствие жилья для переселенцев, дорог, линий электропередачи, недостаток мер для борьбы с засолением. К сожалению, имевшиеся рекомендации и проект Г. К. Ризенкампфа остались в то время в основном не учтенными. В этом сыграли роль как недостаточная техническая оснащенность страны для проведения больших объемов дренажных и антифильтрационных работ, так и распространенные тогда «бездренажные» теории.

Во время Великой Отечественной войны площади земель под сельскохозяйственными культурами и хлопчатником несколько сократились, хотя освоение земель, особенно в Пахтааральском, Славянском районах, не прекращалось. Здесь во время войны продолжалось освоение земель по Второй Тугайной ветке, начатое в 1939 г.

В трудное для страны время (1943 г.) на р. Сырдарье начинается строительство Фархадской плотины, успешно завершенное в 1947 г. Строительство Фархадского гидроузла заставило еще раз переработать схему орошения Голодной степи. Проект был составлен в 1946 г. в Сазводпроизе (ныне Средазгипроводхлопок) под руководством инженера Э. М. Беньяминовича и рассчитан на 4 очереди по 5 лет.

С 1950 до 1957 г. были реконструированы все подпорные сооружения на Кировском магистральном канале, построен Баяутский канал, с помощью которого переведены на самотечное орошение земли Баяутского массива, освоены земли Джетысайского и Третьего Тугайного массивов. Для этого периода характерно увеличение внимания к строительству коллекторов и открытых дрен. К 1956 г. в Голодной степи уже насчитывалось по 12 м дренажа на 1 га староорошаемых земель. Несмотря на явную недостаточность дренажа, удалось несколько снизить площади сильно засоленных земель (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Площади засоленных земель в Узбекской части Голодной степи

Год	Единица измерения	Слабо- и незасоленные	Среднезасоленные	Сильнозасоленные	Солончаки
1953	га	30 617	16 074	24 449	39 164
	%	27,7	14,5	22,5	35,3
1958	га	61 593	17 913	20 697	10 101
	%	55,8	16,3	18,8	9,1

Наряду со строительством разреженной коллекторно-дренажной сети на некоторое улучшение мелиоративного положения повлияло ограничение подачи воды, а также усиление агротехнических работ (севооборот, зяблевая вспашка, осенние промывки).

Подводя итоги орошения и освоения земель Голодной степи, можно сказать, что развитие орошаемого земледелия, несмотря на целый ряд сдерживающих факторов, в период 1917—1956 гг. шло в основном успешно. Голодная степь превратилась в орошаемый район, дающий 300 тыс. т хлопка, а по показателям урожайности некоторые его хозяйства стали лучшими в стране. Здесь наряду с развитием орошения постоянно совершенствовались техника полива, планировка и т. д., а также начались первые развернутые работы по строительству коллекторной и частично дренажной сети. В то же время существовавшая система развития орошения, при которой водохозяйственные организации планировали, проектировали и выполняли только работы по строительству ирригационной сети, сооружений и частично водосбросных каналов, а сельскохозяйственное строительство и освоение земель осуществлялось различными республиканскими ведомствами и министерствами, привела к отставанию освоения площадей от орошения.

В 1956 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли решение об орошении и освоении земель на площади 300 тыс. га в центральной и южной части Голодной степи. В постановлении предусматривалось, что все работы в Голодной степи должны производиться по единому плану, при этом функции координации и руководства возлагались на Министерство сельского хозяйства СССР.

К этому времени создались условия для такого развернутого орошения земель. Во-первых, завершение стро-

ительства Фархадского гидроузла в 1948 г. и Кайракумского водохранилища в 1956 г. зарегулировало сток Сырдарьи в среднем течении реки и создало возможность орошения всех земель Голодной степи. Во-вторых, страна, залечив раны войны, располагала достаточными финансовыми и техническими ресурсами, чтобы обеспечить строительство и орошение земель Голодной степи быстрыми темпами. Наконец, научная проработка вопросов орошения и накопленный опыт строительства требовали осуществления качественных изменений в методах и средствах орошения новых земель.

При строительстве Фархадского гидроузла на р. Сырдарье в конце деривационного канала ГЭС протяженностью 14,7 км с расчетным расходом 500 м³/с было построено два водозабора для орошения: один в напорном бассейне ГЭС на расход около 200 м³/с, другой — в нижнем бьефе ГЭС на расход более 350 м³/с. Это и предопределило две возможные схемы головного питания Голодной степи: трехканальную, разработанную институтом Средазгипроводхлопок (Северный, Центральный и Южный каналы), и двухканальную (Северный и Южный), предложенную Голодностепстроем. Преимущества оказались явно на стороне двухканального варианта как по объемам работ, так и по условиям разработки, так как Центральный канал должен был проходить по пустынной местности, вдали от баз и подъездных дорог, в ряде мест в глубокой выемке в условиях оплывающих грунтов. В то же время трасса Южного канала по второму варианту проходила вдоль шоссейных дорог, линий связи, вблизи железнодорожной магистрали.

В настоящее время Южный Голодностепский канал осуществляет водозабор из верхнего бьефа Фархадской ГЭС. Существовавший водовыпуск реконструирован на расход 300 м³/с. На протяжении 104 км канал проложен в земляном русле с полигональным профилем поперечного сечения. Концевой участок канала длиной 13 км выполнен с облицовкой бетоном. На канале построено 8 перегораживающих сооружений для поддержания расчетного подпертого режима. Забор воды из канала в его основные отводы осуществляется самотеком, за исключением Фархадской ветки, в которую вода подается насосной станцией. Основные отводы из канала:

Центральная ветка (рис. 6) для орошения 146 тыс. га с головным расходом 164 м³/с (одновременно служит ка-

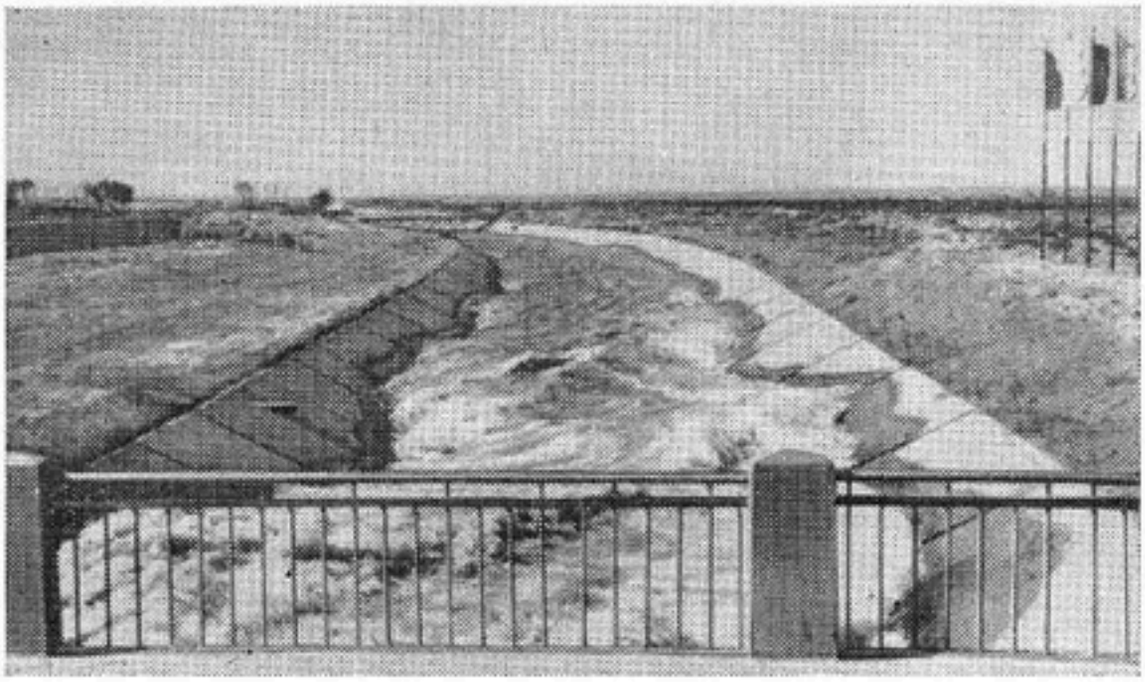


Рис. 6. Центральная ветка Южного Голодностепского канала.

тастрофическим сбросом на расход 50 м³/с) делится на Правую и Левую ветки с соответствующими расходами 55 и 60 м³/с;

Кургантепинская ветка для орошения 16 тыс. га с пропускной способностью 20,3 м³/с;

Южный распределитель (ЮР-18) для орошения 28 тыс. га с пропускной способностью 33,6 м³/с (одновременно служит сбросом на расход 22 м³/с). На 118 км Южный канал впадает в р. Токурсай.

Наряду с системой магистрального питания предусмотрено создание развернутой мелиоративной сети. Основным коллектором является реконструированный Центральный Голодностепский коллектор длиной 57 км и концевым расходом 90 м³/с. Кроме него, есть магистральные коллекторы: Акбулак, имеющий длину 49 км и расчетный расход 20 м³/с, ЦК-6, ПК-1, ЦК-7, ПК-6, ЦК-8, ЦК-9 и другие, общая длина которых составляет более 470 км.

В привязке к межхозяйственным коммуникациям территория, подкомандная Южному Голодностепскому каналу, разделена на три массива:

Юго-Восточный (совхозы № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и «Янгиер»), то есть территория, подкомандная непосредственно первой очереди Южного Голодностепского канала и его Кургантепинской ветке;

Юго-Западный массив (совхозы № 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 и «Пахтакор») — территория, подкомандная второй

очереди Южного Голодностепского канала и его межхозяйственным отводам ЮР-18, ЮР-24, ЮР-25;

Центральный массив (совхозы № 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) — территория, подкомандная Левой и Правой Центральным веткам. Несколько особо расположены совхозы «Фархад» и имени Мичурина, питание которых осуществляется от Баяутской насосной станции из Южного Голодностепского канала. Основные показатели массивов приведены в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5

Характеристика массивов новой зоны Голодной степи

Наименование массивов	Площадь, тыс. га			Количество совхозов	Площади, требующие промывки
	валовая	брутто	нетто		
Юго-Восточный	114,3	102,6	91,5	13	67,6
Юго-Западный (с совхозом № 24)	90,4	82,1	75,0	12	13,0
Центральный	165,8	154,8	139,2	25	18,5
Фархадский	14,2	12,1	10,6	2	4,6
Итого	384,7	351,6	316,3	52	103,7

Глава II

ОРГАНИЗАЦИЯ ОРОШЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Успех развития орошения в условиях пустынь и полупустынь определяется тем, насколько быстро и эффективно осуществляется освоение земель, а это, в свою очередь, зависит от того, насколько полно в процессе проектирования и строительства оросительных систем охвачен весь тот объем работ, который подготавливает и обеспечивает освоение орошаемых земель.

Задача, поставленная перед строителями и освоителями Голодной степи в 1956 г.,— найти новые организационные формы развития орошения, которые позволили бы осуществить освоение орошаемых земель по единому плану быстро и эффективно, вытекала как из опыта орошения старой зоны Голодной степи, так и из зарубежного и отечественного опыта развития ирригации, который коротко освещен ниже. В новой зоне Голодной степи впервые в практике отечественной ирригации был применен и отработан комплексный метод орошения и освоения земель.

1. Зарубежный опыт орошения и освоения земель с недостаточным естественным оттоком в условиях пустынь и полупустынь

Орошение земель с давних времен играет важнейшую роль в развитии человечества. К. Маркс и Ф. Энгельс неоднократно отмечали значение искусственного орошения в развитии древних народов Египта, Индии, Месопотамии, Испании и др., подчеркивая, что ирригация способствует укреплению государств, увеличению продуктивности земель, занятости населения. Решая для многих стран проблему борьбы с голодом, орошение земель является в то же время мощным районообразующим фактором, благодаря которому некогда безлюдные территории превращаются в густонаселенные районы. Именно поэтому орошение на всем протяжении истории выходит из чисто сельскохозяйственных или инженерных рамок и влияет на проблемы социально-экономического направления.

Наиболее интенсивный рост орошаемых земель происходит в первой половине XX в. Если к началу XX в. площадь орошения была около 40 млн. га, то в начале шестидесятых годов она увеличилась до 220 млн. га (Гулати, 1966).

Первое место по темпам развития орошения земель занимают страны, где наряду с благоприятными естественными условиями имелись значительные людские ресурсы, для которых ирригация решала проблему занятости и в какой-то степени повышения жизненного уровня. Сюда относятся Индия, Китай, Пакистан, Мексика и др. В Индии, например, за период 1905—1920 гг. орошаемая площадь увеличилась с 14 млн. га до 25,5 млн. га (в среднем почти на 750 тыс. га в год).

Переход к орошению земель в малонаселенных местностях, а также в сложных гидрогеологических условиях даже при избытке рабочей силы в стране несколько сдерживает темпы орошения. Именно поэтому в Индии с 1936 по 1961 г. орошаемые площади выросли лишь на 3,8 млн. га (в среднем по 154 тыс. га в год), что в 5 раз ниже, чем за период 1905—1920 гг.

Освоение земель (особенно засоленных) происходит во всех странах достаточно разнообразно и сложно. Причины здесь следующие: недостаточная изученность вопросов орошения засоленных земель; отсутствие отработанной технологии работ по освоению; отставание планировочных и дренажных работ; затруднения с привлечением рабочей силы на земли, требующие больших затрат труда и средств на их освоение.

Интересный опыт по освоению земель накоплен в США, где с 1902 г. ведется большая работа, направленная на освоение пустынных земель Запада. К 1922 г. в Западных штатах была подготовлена оросительная сеть на площади 677,2 тыс. га, из которых фактически орошалось 480,8 тыс. га. Специально созданная комиссия, проводившая обследование систем, установила следующие причины слабой эффективности работ в то время:

недостаточная материальная и техническая подготовленность фермеров к орошению земель;

слабая степень изученности орошаемых земель, в первую очередь проблем дренажа и засоления;

недостаточный учет социальных условий и изменений, происходящих при освоении новых земель, а отсюда неподготовленность всего объема мер, связанных с обеспе-

чением будущего освоения (финансы, кредит, транспорт, сбыт, рынки, обеспечение машинами, семенами и т. д.).

В последующем практика орошения уделила большое внимание вопросам социально-экономической подготовки освоения (переселению, обучению и подготовке кадров, ознакомлению с передовым опытом, созданию сбытовых и снабженческих организаций, финансированию и кредитам), что не замедлило сказаться.

Д. Малетти и В. Яргер (1969) приводят пример успешного освоения земель на ирригационной системе Шоушон, где в течение 9 лет были полностью освоены земли площадью около 45 тыс. га. В первый год там фактически орошалось 26% земель, во второй — 49%, через 5 лет — 85%. Быстрому освоению наряду с достоинствами проекта способствовало наличие достаточного контингента переселенцев.

Турция является примером страны, где только половина общей площади, обеспеченной ирригационной сетью, фактически орошается. В 1967 г. из 605,8 тыс. га ирригационно подготовленных земель на государственных системах фактически орошалось только 315,1 тыс. га. Основные причины этого заключаются в отсутствии дренажа и планировки, недостатке людей, имеющих опыт орошения, и отсутствии четкой системы в подаче и распределении воды.

Только в последние несколько лет в Турции стали организовывать освоение: изданы правительственные декреты о льготных кредитах и т. д.; установлены обязательные сроки освоения всех земель (10 лет после завершения строительства).

Примеры замедленного освоения земель наблюдаются и в Арабской Республике Египет (АРЕ).

Дренаж. Особое место в составе ирригационных работ занимает дренаж. Мировая практика инженерного орошения встретилась с засолением земель в начале XX в. Однако серьезная проблема борьбы с подъемом грунтовых вод и вызванным им засолением появилась только в 30-х годах.

В настоящее время в Индии из 26 млн. га орошаемых земель засолено около 6,1 млн. га. Р. С. Гун (1969) описывает систему Какрапар в Пенджабе, где до начала орошения в 1959 г. грунтовые воды залегали на глубине 27 м, а в 1962 г. на 24% площади они поднялись до 1,5÷3 м от поверхности земли.

За последние годы большие усилия прилагаются к тому, чтобы не допустить выхода земель из строя. Осуществляется ряд крупных мелиоративных проектов, например проект мелиорации земель, подкомандных каналам Ганг, где с 1958 г. на площади 258 тыс. га интенсивно строится система вертикального дренажа из 1600 скважин. Одновременно в целях снижения потерь воды проводится облицовка каналов.

В Пакистане проблема засоления остро встала после 1945 г. На отдельных системах вследствие засоления резко сократились посевы хлопчатника. Так, на Сукурской системе в 1937 г. хлопчатник занимал 44% земель, а в 1963 — 2%.

Однако в последнее время наряду с работами по мелиорации ранее орошавшихся земель появились проекты, где дренажные мероприятия предусмотрены одновременно со строительством ирригационной сети. К таким объектам относится система Гулам—Мохамед, на которой намечено увеличение орошаемой площади с 200 тыс. до 500 тыс. га. Одновременно на площади 300 тыс. га проектируется система коллекторов и дрен. Начиная с 1959 г. за счет государства там построили 640 км магистральных коллекторов и приступили к строительству внутрифермских дрен, но работы далеко еще не завершены.

В США проблема дренажа хотя и достаточно успешно решается, но продолжает оставаться предметом внимания со стороны правительства и сельскохозяйственных органов. Определяется это тем, что недооценка дренажа во многих старых проектах привела к необходимости принять экстренные меры для борьбы с развивающимся засолением. Такие факты были в долине р. Колорадо, где 25% массива, который начали орошать в 1902 г., в 1952 г. оказались засоленными. В долине Империал за 12 лет на площади 50 тыс. га построен дренаж длиной 9,6 тыс. км.

За последние годы оросительные проекты осуществляются с одновременным выполнением комплекса мелиоративных мероприятий. В качестве примера можно привести орошение долины р. Колумбия, где на освоенной территории был построен дренаж с междренным расстоянием в 167 м. Стоимость дренажных устройств составляла 418 долларов на 1 га.

В Турции строительство глубокого систематического дренажа требуется на многих оросительных системах, однако развернуто оно на очень небольшой площади.

В Арабской Республике Египет усилия государства направлены на дренирование и снижение степени засоления уже орошающихся земель в связи с тем, что в большинстве районов страны интенсивное использование таких почв без дренажного стока привело почти к повсеместному засолению. Новые объекты строят теперь с дренажем глубиной 1,2—1,5 м.

В Австралии принимаются меры к обеспечению дренажем всех систем со слабым подземным оттоком.

Организация орошения и освоения земель. Огромный круг вопросов и работ, от которых зависит успешное освоение орошаемых земель, приводит к тому, что в последние годы повсеместно проявляется тенденция к созданию органов, которые координировали бы эти работы. Г. Е. Пападопулос (1969) отмечает, что все системы организации и координации работ при орошении могут быть сведены к следующим: правительственные организации с полной ответственностью; автономные или полуавтономные комитеты, создаваемые с участием частной инициативы и правительственных служб; межведомственные комиссии.

Примером правительственной организации служит Бюро мелиорации США, созданное для орошения и освоения земель в 17 Западных штатах и действующее в сочетании с автономной организацией освоителей — системой водных округов — объединением водопользователей в зоне одной оросительной системы. Округ организуется с самого начала проектирования системы. Этим достигается увязка будущего проекта с возможностями и нуждами фермеров уже в его предварительной стадии, а также создается возможность провести детальные социологические и экономические обоснования проектов, опираясь на конкретный контингент.

Бюро мелиорации берет на себя обязательства запроектировать, построить и организовать эксплуатацию системы, обеспечив ее надежность. Проектирование и строительство объектов Бюро осуществляет как своими силами, так и методом подряда с привлечением других фирм. Эксплуатационный период деятельности ставит задачу вовлечения общественных групп в управление объектом с целью получения от него максимальной отдачи. Срок освоения объекта установлен не более 10 лет. В течение этого срока земли должны быть доведены до максимальной продуктивности, а водопользователи обязаны взять

управление в свои руки. Бюро мелиорации оказывает водопользователям финансовую и техническую помощь, юридически защищает их интересы, опекает в период освоения. Со своей стороны водопользователи обязаны в период освоения обеспечить обучение обслуживающего персонала, подготовить хозяйства к орошению, проследить за организацией соответствующих вспомогательных и других служб, а также за своевременным возвратом средств в период освоения.

В Австралии оросительные работы выполняются под руководством правительственных ведомств иногда с привлечением подрядных фирм. Эти ведомства заключают договоры с фермерами на подготовку орошаемых хозяйств. Ведомства продают фермы в кредит через 3 года после удовлетворительной эксплуатации всех сооружений.

В Пакистане все работы по освоению земель сосредоточены в руках правительственной организации. В Индии для освоения крупных массивов создаются полуавтономные комитеты. Аналогичные примеры имеются на Цейлоне, где осваиваются земли в долине р. Галойя. Такие же полуавтономные организации созданы в Греции. В этих организациях руководство всеми вопросами орошения и освоения осуществляется комитетом, созданным из представителей правительства, будущих водопользователей и заинтересованных организаций и компаний.

Особый тип организаций создан за последнее время в виде комиссий по координации действий. Не осуществляя никаких административных, финансовых или технических функций, эти межведомственные комиссии осуществляют увязку интересов различных организаций на систематически проводимых совещаниях, вырабатывающих решения, обязательные в части освоения для всех участвующих в нем. Такие межведомственные комиссии, организуемые правительством на каждом крупном ирригационном объекте, есть в Мексике. В них входят представители министерств гидроресурсов и сельского хозяйства, Департамента переселения и колонизации, Национального аграрного банка, представители мелких собственников. Из этих представителей создается исполнительный орган, осуществляющий координацию работ между заинтересованными организациями и ведомствами. В 1967 г. аналогичная организация создана в Турции в виде Объединения для освоения почвенных и водных ресурсов.

В некоторых государствах орошение и освоение пока не скоординированы одной организацией. Например, в АРЕ орошением ведает министерство ирригации, а освоением — министерство освоения. Это приводит к целому ряду неувязок.

Обзор развития орошения и освоения земель в зарубежных странах показывает, что в аридной зоне в сложных гидрогеологических условиях наряду с выполнением значительного объема работ по орошению требуется также и обязательное проведение комплекса работ и мероприятий, обеспечивающих сельскохозяйственное и социально-экономическое освоение новых земель, включая проблему заселения, обеспечения квалифицированными водопользователями, финансирование, снабжение, сбыт продукции и т. д.

Несмотря на общепризнанность необходимости проведения дренажных работ при развитии орошения в условиях затрудненного оттока, только некоторые наиболее развитые страны, да и то лишь в последние годы, начали усиленно осуществлять дренажные мероприятия одновременно с орошением (США, Австралия, Индия, Мексика). В большинстве других стран усилия направлены пока на дренирование земель, уже засоленных или подвергающихся угрозе вывода их из сельскохозяйственного оборота (Пакистан, АРЕ, Турция и др.).

В тех случаях, когда при орошении отсутствуют отдельные элементы инженерного плана (дренаж, планировка) или социально-экономического направления (кредиты, кадры и т. д.), происходит отставание сельскохозяйственного освоения земель от орошения. При этом в слаборазвитых странах оно имеет более значительные масштабы.

2. Орошение земель Средней Азии с недостаточной естественной дренированностью

Орошение земель в Средней Азии вначале развивалось главным образом в условиях интенсивно дренированных аллювиальных долин: бассейны рр. Чирчик и Ангрен, долина р. Зеравшан в районе Самаркандской котловины, рр. Вахш, Кафирниган и др. Однако орошение было и в менее благоприятных условиях при недостаточной

естественной дренированности на землях слабодренированных террас (Голодная степь), в субаэральных дельтах (Бухарский, Тедженский, Мургабский оазисы и др.).

В этих условиях многовековая практика древнего орошения выработала метод кочевого переложного землепользования и «сухого» дренажа с непременно низким коэффициентом земельного использования (к. з. и.). В. А. Ковда (1954) указывает, что основой такого метода землепользования является «соответствие притока солей на орошенной территории тому расходу солей, который осуществляется диффузионным, капиллярным и гравитационно-конвективным передвижением на пустующие земли и в толщу грунтовых вод. Как только это соотношение будет тем или иным путем нарушено, пространства, испаряющие и аккумулирующие соли, перестанут выполнять свою роль и начнется рост засоления» *.

Практика орошения перечисленных долин дает достаточные подтверждения этому положению. Например, в долине р. Мургаб до пуска Каракумского канала к. з. и. не превышал 0,3 при значительном дефиците воды в источнике орошения. После пуска воды по Каракумскому каналу в 1959 г. сильно расширились орошаемые земли, к. з. и. повысился до 0,6, увеличилась в 2 раза водоподача, повсеместно поднялись грунтовые воды и появились признаки засоления. Этому способствовали значительные фильтрационные потери из Каракумского канала. Резкое ухудшение мелиоративного состояния земель потребовало развернуть строительство мелиоративной сети. В 1961 г. начато строительство магистральных и межхозяйственных коллекторов, а в 1963 г. — внутрихозяйственных коллекторов и открытых дрен. К настоящему времени коллекторно-дренажной сети в Мургабском оазисе насчитывается по 12—15 п. м на 1 га, что явно недостаточно для мелиорации земель.

Строительство закрытого дренажа носит опытно-производственный характер. Хороший урожай хлопка и устойчивое рассоление земель достигнуты в колхозе «Октябрь» Марыйского района на фоне закрытого горизонтального дренажа с междреньями в 150—200 м. Однако большая часть хозяйств увеличивает производство хлопка

---

* В. А. Ковда и др. Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности. Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева, т. XLIV, 1954.

за счет освоения «бродячим» землепользованием в зоне Хаузханского канала.

В Тедженском оазисе относительно благоприятное мелиоративное состояние земель достигнуто за счет очень низкого к. з. и. (менее 0,2). Однако в тех частях оазиса, где к. з. и. повышается, происходит подъем грунтовых вод и засоление земель. Строительство коллекторной сети здесь только начинается. На отдельных участках построен горизонтальный закрытый дренаж (совхоз «40 лет ВЛКСМ», совхоз № 9).

Орошение Сальянской и Ширванской степей в Азербайджане, Дальверзинской степи и Центральной Ферганы в Узбекистане проходило аналогично. Отставание строительства дренажа, планировки от водоподачи и освоения от орошения постоянно приводило к выпаду орошаемых земель из сельскохозяйственного оборота вследствие подъема уровня грунтовых вод и засоления полей.

3. Состав работ по орошению и освоению земель в условиях пустынь и полупустынь

Для развития орошения в Средней Азии, Казахстане и Закавказье на большинстве объектов, находившихся в густонаселенных районах в сравнительно благоприятных гидрогеологических условиях, раньше требовался крайне ограниченный состав работ, сводившийся к строительству ирригационных каналов и сооружений, обеспечивающих подачу воды на новые земли, используемые в богарном земледелии или периодически орошаемые.

Освоение орошаемых земель, за исключением некоторых объектов, не составляло сложной проблемы и решалось силами существующих хозяйств, заинтересованных в ускоренном использовании построенных ирригационных сооружений для увеличения производительности сельскохозяйственного производства при избытке трудовых ресурсов. Так было при строительстве ирригационных систем в Ферганской долине, в долине р. Зеравшан, на землях Ташкентского оазиса, при орошении Семиречья в Киргизии и т. д.

Переход к орошению безлюдных пустынных земель зачастую в сложных инженерно-геологических условиях расширил рамки задач, которые необходимо выполнять

для успешного освоения орошаемых земель, и потребовал развить их сферу от чисто водохозяйственных до разнообразнейших по своему характеру и направленности.

Если раньше для действующих хозяйств достаточно было построить канал, сооружения, в некоторых случаях провести планировку, то теперь в условиях пустыни, кроме подачи ирригационной воды, необходимо создать новые хозяйства, которые будут работать на орошаемых землях, построить для них жилые и культурно-бытовые объекты, чтобы обеспечить условия жизни освоителям, снабдить их всем, что нужно для успешного сельскохозяйственного производства.

При этом проявляется районообразующее значение развития орошения, которое приводит к созданию в ранее безжизненной пустыне густонаселенных массивов с интенсивноразвитым сельским хозяйством, с сетью обслуживающих предприятий и коммуникаций.

Водохозяйственные организации в прежних условиях видели свою задачу лишь в строительстве ирригационной системы, а теперь перед водохозяйственными организациями стоит задача успешного освоения орошаемых земель.

Конечная цель освоения орошаемых земель может быть сформулирована как доведение созданных орошаемых хозяйств на построенной мелиоративной системе до такого состояния, чтобы ими могло осуществляться высокоэффективное сельскохозяйственное производство на базе исправно действующих мелиоративных сооружений и на основе уже установившихся экономических связей.

Исходя из этого определяется необходимый набор работ и мероприятий по орошению и освоению земель (рис. 7). По назначению и направленности целесообразно его разделить на четыре вида: подготовительные работы, основные, освоение и вспомогательные работы.

Подготовительные работы включают элементы, обеспечивающие в дальнейшем нормальное развитие основных строительных работ и освоения. Сюда относятся:

составление проектного задания (или технического проекта) со всем необходимым перечнем проектных, изыскательских и научно-исследовательских работ;

строительство инженерных коммуникаций;

обоснование и возведение баз строительства и стройиндустрии — объектов, обеспечивающих интенсивное про-

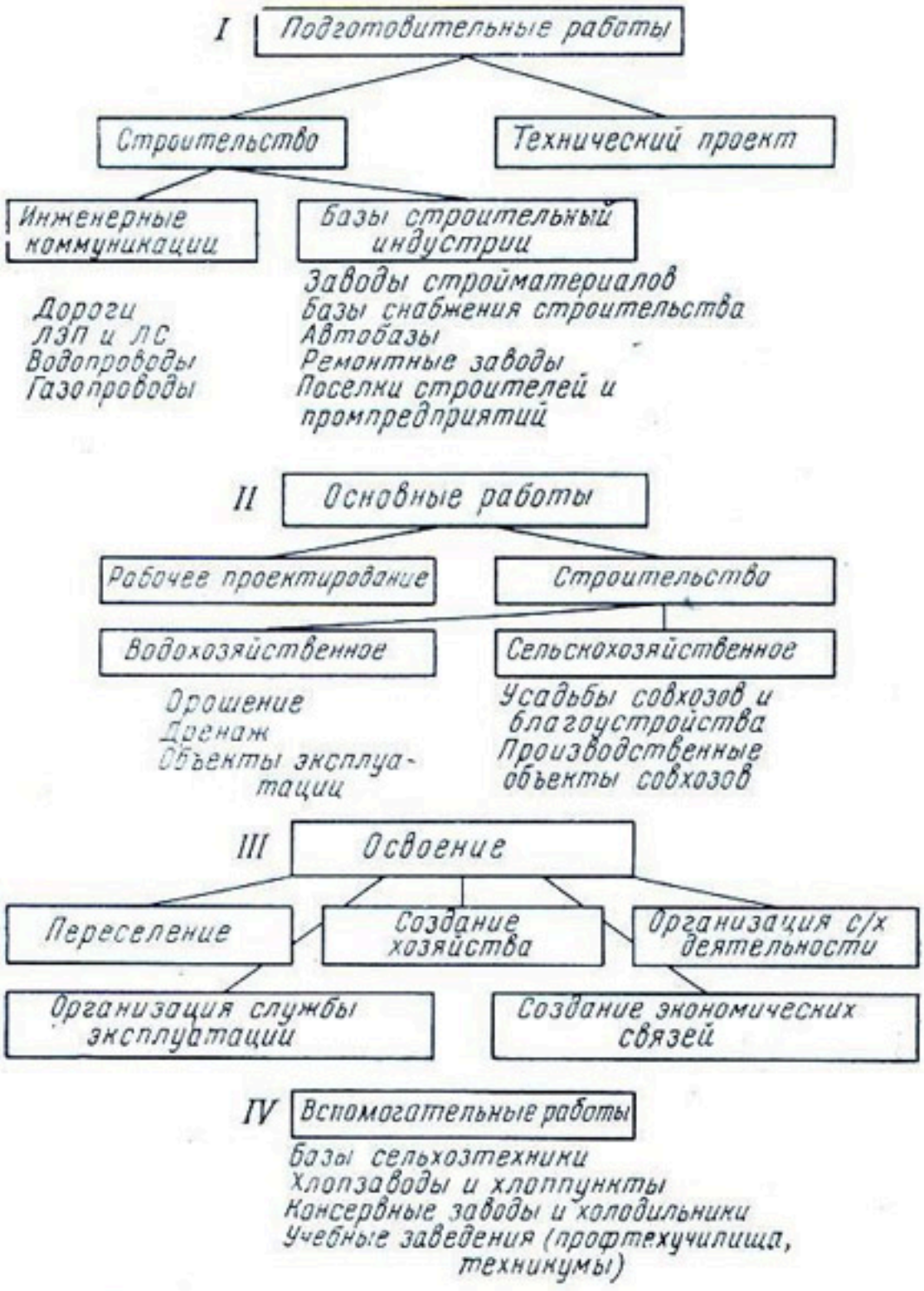


Рис. 7. Состав работ при орошении и освоении пустынных земель.

изводство работ, а также создающих основу для индустриализации и механизации строительства.

Основные работы — это рабочее проектирование и создание объектов основного назначения как производственных, так и непроизводственных. Здесь можно выделить два основных направления: водохозяйственное строительство и сельскохозяйственное.

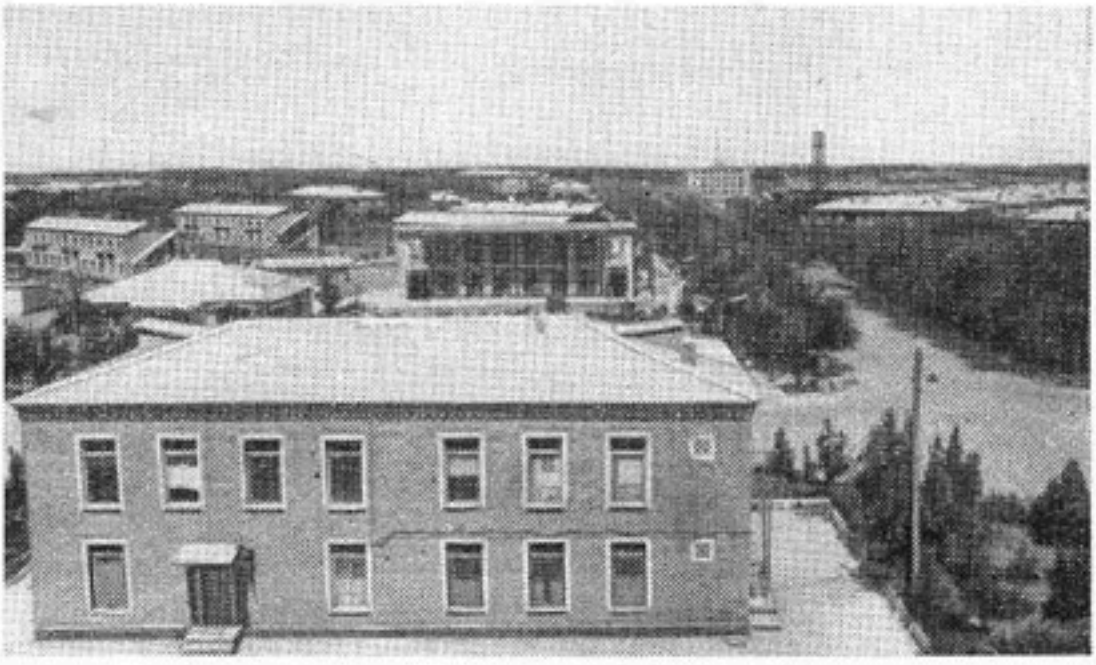


Рис. 8. Панорама застройки центральной усадьбы одного из совхозов Голодной степи.

В состав водохозяйственного строительства входит:

устройство оросительной сети с внутрихозяйственными и межхозяйственными каналами и сооружениями на них, насосных станций, дорог, гидрометрических постов, средств автоматики, планировки земель;

оснащение хозяйств необходимым поливным оборудованием для подачи на поля нужного количества воды с минимальными затратами труда и средств при минимальных фильтрационных потерях;

совокупность работ и мероприятий, направленных на рассоление подлежащих освоению засоленных участков и предотвращение засоления земель, естественно незасоленных (строительство межхозяйственных и внутрихозяйственных коллекторов, горизонтальных и вертикальных дрен, капитальная промывка засоленных массивов);

возведение объектов эксплуатации.

Сельскохозяйственное строительство включает работы по возведению поселков будущих хозяйств, предназначенных для расселения и закрепления кадров освоителей и строителей в новом районе земледелия. Сюда относятся:

усадьбы совхозов (рис. 8) с необходимыми культурно-бытовыми объектами — школами, детскими садами, яслями, банями, поликлиниками, больницами, магазинами, столовыми, клубами и т. д.;

производственные объекты совхозов, обеспечивающие нормальную производственную деятельность, — ремонт-

но-механические мастерские, животноводческие помещения, склады, навесы для бригадных станов, овощехранилища и картофелехранилища, аэродромы и т. д.

Освоение земель включает:

переселение необходимого контингента людей, подбор кадров по специальности и обучение необходимым навыкам работников для эксплуатации новых хозяйств и сооружений;

создание хозяйств на основе вновь построенных объектов, включая их организационное и юридическое оформление; подбор и расстановку руководящих и производственных кадров; наделение необходимыми финансовыми правами, оборотными средствами и оформление кредита; оснащение хозяйств необходимыми механизмами, инвентарем, оборудованием;

организация деятельности хозяйств с целью получения сельскохозяйственной продукции в размерах, установленных проектом, для чего необходимо введение в сельскохозяйственный оборот всех мелиоративно подготовленных земель; разработка для местных условий и внедрение агротехнических приемов на основе последних достижений науки и техники, на базе максимальной механизации всех процессов производства; землеустройство хозяйств в направлении внедрения севооборотов; организация ремонтной базы и внутрихозяйственных эксплуатационных служб, развитие вспомогательных отраслей (животноводство и др.);

создание специализированных эксплуатационных служб межхозяйственных и внутрихозяйственных систем, оснащение их и финансирование;

создание и отработка необходимых экономических связей и взаимных обязательств между хозяйствами и эксплуатационными органами, с одной стороны, между хозяйствами и снабженческо-сбытовыми организациями, с другой стороны.

Вспомогательные работы стоят несколько обособленно. Это в основном строительство объектов, которые способствуют успешному развитию освоения и необходимы для нормального создания экономических связей, но не входят в стоимость и состав работ, непосредственно относящихся к создаваемым хозяйствам. Сюда относятся:

базы сельскохозяйственной техники со своими прирельсовыми складами, ремонтными предприятиями;

предприятия перерабатывающей промышленности (хлопкозаводы, консервные заводы, молокозаводы);

мясозаготовительные пункты и холодильники;

учебные заведения (техникумы, профтехучилища).

Эти работы характеризуются двумя общими признаками: во-первых, их финансирование в основном осуществляется не за счет основной сметы, а за счет различных министерств и ведомств; во-вторых, на первом этапе освоения их обычно не строят, а используют близлежащие базы соответствующих ведомств. Например, хлопок из Голодной степи раньше вывозили на хлопкоперерабатывающие заводы Ташкентской, Самаркандской и других областей.

Указанный состав комплекса работ является наибольшим с точки зрения объемов работ. Он предусматривается в тех случаях, когда освоение новых орошаемых земель ведется в условиях незаселенной пустыни с неблагополучной мелиоративной обстановкой (новая зона Голодной степи, Каршинская степь, земли Тедженского, Гяурского массивов Туркмении и т. п.). Определяющим фактором здесь являются природные и географические условия.

В иных местах некоторые элементы комплекса могут выпадать. Например, при освоении земель в зоне Джизакского веера, примыкающих к Голодной степи, нет необходимости строить жилые поселки и производственную базу хозяйств, так как они уже есть. На большей части естественно дренированных земель подгорной долины Таджикской части Голодной степи нет необходимости в мелиоративных работах.

Новая зона Голодной степи, как это видно из природных условий, является объектом, в полной мере охватывающим весь комплекс работ по орошению и освоению земель. Здесь можно не только проследить за развитием составляющих комплекса, но и дать сравнение различным аспектам организации работ.

4. Методы организации работ по орошению и освоению земель

В зависимости от степени выполнения работ по орошению и освоению земель различными структурными подразделениями выделяют два основных метода организации работ:

раздельный метод, при котором работы, составляющие комплекс, выполняют различные организации, ведомства, службы, не объединенные единым руководством, за счет средств по ведомственным планам;

комплексный метод, при котором все виды и мероприятия, необходимые для орошения и освоения земель, выполняются по единому проекту и плану, в основном по линии одного заказчика силами одной организации, несущей полную ответственность от проекта до полного освоения массива.

Раздельный метод работ по орошению и освоению земель сформировался в то время, когда осваивались земли, благоприятные с мелиоративной точки зрения, в районах с большими трудовыми ресурсами (северная и южная части Ферганской долины, Зеравшанская долина, система Ташкентских каналов и др.). Орошение там развивалось в условиях существующих хозяйств медленными постепенными темпами, поэтому приходилось выполнять работы лишь по орошению участков и в некоторой степени по приспособлению хозяйств к изменению структуры посевов, увеличению площадей и т. д. При этом орошение выполнялось силами государственных организаций водного хозяйства, а освоение проводилось силами самих хозяйств.

Применение метода раздельного освоения на неблагополучных в мелиоративном отношении землях давало менее удовлетворительные результаты при значительном растягивании сроков строительства. Темпы работ по орошению, например, в старой зоне Голодной степи постоянно и значительно опережали темпы сельскохозяйственного освоения земель из-за недостатка рабочей силы, недооценки дренажа и т. д. Это привело к исключению из сельскохозяйственного использования около 50 тыс. га орошаемых земель.

Примеры раздельного строительства и освоения больших массивов можно привести и в настоящее время. Это Шерабадская степь в Сурхандарьинской области, Центральная Фергана и др. С 1956 по 1964 г. раздельным методом осваивались земли в зоне Каракумского канала и в старой зоне Голодной степи.

Первым объектом комплексного метода в нашей стране стала новая зона Голодной степи. Теперь таким методом осваивается Каршинская степь, зона Каракумского канала, Поволжье и ряд других объектов.

Для сравнения приведенных методов организации работ по орошению земель воспользуемся рядом показателей.

Темпы строительства и освоения земель. При комплексном методе единое руководство мощной строительно-освоенческой организацией, оснащенной соответствующими базами, позволяет развить более высокие темпы строительства и освоения, чем при раздельном методе (табл. 6 и 7).

ТАБЛИЦА 6

Сравнительные темпы орошения земель по некоторым массивам Средней Азии

Объекты и массивы	Ежегодный прирост земель, тыс. га		
	ирригационно подготавливаемых	орошаемых	под хлопчатником
Новая зона Голодной степи	17,0	14,4	11,0
Старая зона Голодной степи	3,9	3,3	2,4
Шерабадская степь	4,5	3,8	3,0
Центральная Фергана	5,2	4,3	3,1
Совхозы Мургабского оазиса в зоне Каракумского канала	4,4	3,1	2,2

ТАБЛИЦА 7

Интенсивность капиталовложений, степень готовности объектов и оснащения

Объекты и массивы	Размер проектных капиталовложений на 1 га, тыс. руб.	Сроки строительства от начала работ, лет	Фактическое освоение на 1 га, тыс. руб.	Оснащенность дренажем, м/га	Оснащенность жильем, м²/га
Новая зона Голодной степи	4,8	16	4,1	51,3	3,9
Старая зона Голодной степи (1950—1954 гг.)	2,2	20	1,3	8,6	1,9
Шерабадская степь	5,3	9	2,87	9,0	2,2
Центральная Фергана	2,5	20	1,16	12,0	1,5
Совхозы Мургабского оазиса в зоне Каракумского канала	3,9	11	2,5	—	2,3

Приведенные данные подтверждают, что степень освоения капиталовложений, а стало быть и уровень совершенства хозяйств при комплексном методе намного выше, чем при раздельном.

Коэффициент земельного использования. Недопущение разрывов в освоении земель при комплексном методе за счет своевременного проведения планировочных и дренажных работ, обеспечения хозяйств жильем, механизмами и всем необходимым позволяет достичь более высокого коэффициента земельного использования. Так, в новой зоне к. з. и. равен 0,92, что намного выше показателей зарубежной практики освоения. В то же время к. з. и. в Шерабадской степи — 0,725, в совхозах старой зоны Голодной степи — 0,81, в совхозах Мургабского оазиса в зоне Каракумского канала — 0,70, в Центральной Фергане — 0,84. Следует отметить, что на десятый год своего существования совхоз «Пахтаарал», считающийся теперь образцовым хозяйством, но создание которого проходило раздельным методом, имел к. з. и. всего 0,52.

Темпы роста урожайности и валового сбора хлопка. Степень совершенства создаваемых хозяйств в значительной степени характеризуется темпами роста урожайности в хозяйствах, а также производством хлопка на 1000 га орошаемых земель. На рисунке 9 показан рост урожайности в различных зонах освоения орошаемых земель Средней Азии. Самая высокая урожайность достигнута передовыми хозяйствами Голодной степи, созданными после 1966 г., такими, как совхозы «Самарканд», имени Комсомола, имени Ленина.

В совхозе № 6 имени Титова уже на 3-й год освоения собрали урожай 20 ц/га, а совхоз «Пахтаарал» только на

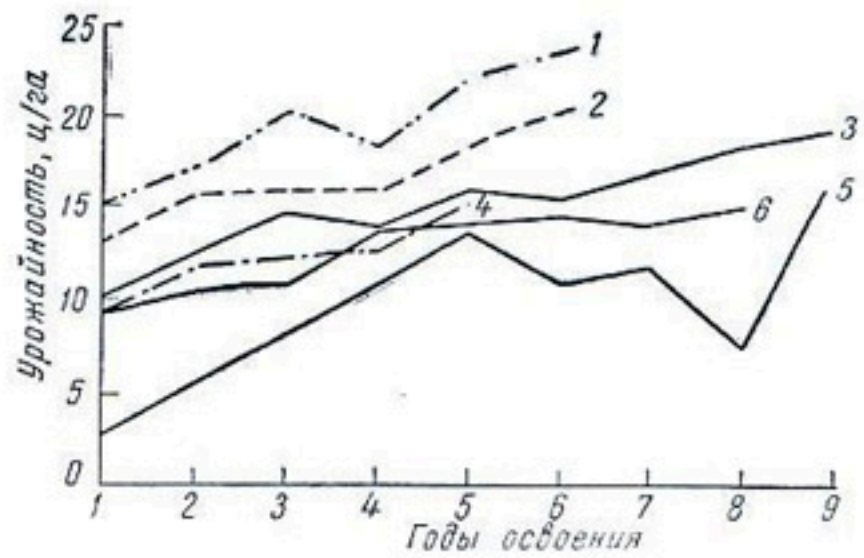


Рис. 9. Рост урожайности по годам освоения в совхозах:

1 — «Самарканд»; *2* — новой зоны, созданных после 1966 г.; *3* — новой зоны, созданных до 1966 г.; *4* — Шерабадской степи; *5* — «Пахтаарал»; *6* — старой зоны.

11-й год достиг такого урожая (средние же урожаи там за первые 5 лет были по 13,5 ц/га, за вторые — по 12,5 ц/га). Нынешнему уровню механизации сельскохозяйственных работ полностью соответствует комплексный метод освоения орошаемых земель.

Производство хлопка на 1 га орошаемых земель в новой зоне составило в 1970 г. 1,34 т в среднем, по совхозам старой зоны Голодной степи — 1,05 т, в совхозах Шерабадской степи — 0,83 т.

Кроме указанных показателей, хозяйства, созданные раздельным методом, значительно отстают от совхозов Голодной степи по уровню механизации создаваемых хозяйств и экономической эффективности освоения.

5. Подготовительные работы и мероприятия

Разработка проекта орошения массива. Разработку, согласование и утверждение технического проекта считают началом подготовительных работ по орошению и освоению массива. Предполагается, что этому предшествует составление схемы и технико-экономического доклада к ней, позволяющих предварительно установить экономическую и народнохозяйственную эффективность развития орошения в данном районе и обосновать наличие соответствующих условий.

Для новой зоны Голодной степи такая схема была разработана институтом Средазгипроводхлопок в 1946—1955 гг. (Э. М. Беньяминович, И. Д. Лебедев) и представлена на рассмотрение Министерства сельского хозяйства СССР, правительств Узбекской и Казахской ССР, а затем и Совета Министров СССР. Эта схема, обосновавшая возможность орошения 300 тыс. га земель самотеком благодаря строительству Фархадского гидроузла и зарегулированного стока р. Сырдарьи Кайраккумским водохранилищем, послужила основой для разработки проектного задания орошения земель из Южного Голодностепского канала (ЮГК) 1-й очереди.

Для проектирования крупного массива орошения проводят крупномасштабные почвенно-мелиоративные, гидрогеологические и инженерные исследования, чтобы установить основные природные характеристики района. Для новой зоны Голодной степи эти исследования позволили в основном правильно оценить геологические условия, характер просадочности грунтов, гидрогеологические ха-

рактеристики подземных вод и возможность их использования для водоснабжения, агрессивность грунтовой среды по отношению к бетонам и растворам, характеристики почвенных процессов и перспективу их изменения при орошении. На основе этого в проектах были намечены мероприятия по борьбе с просадочностью (ударное уплотнение грунтов ненарушенной структуры), а также предупреждена возможность разрушения бетона оснований устройством гидроизоляции фундаментов зданий и сооружений. В то же время в некоторых характеристиках были допущены ошибки, которые приводили к занижению первоначальной стоимости работ по орошению. Сюда следует отнести определение коэффициентов фильтрации (их величина была завышена в 5—20 раз), прогноз темпов подъема уровня грунтовых вод при орошении и т. д. Вследствие этого в последующих проектах пришлось в несколько раз увеличивать объемы дренажа.

Опыт проектирования Голодной степи убедительно доказывает, что в качестве обязательного подготовительного мероприятия до освоения всего массива необходима организация экспериментальных участков опытных хозяйств площадью от 100 до 1000 га в типичных условиях с целью проверки проектных решений и положений до перехода к развернутому строительству. В Голодной степи такими опытными хозяйствами были намечены совхозы № 4 и 20, однако выбор этих хозяйств был сделан неудачно, так как подать воду на их земли можно было только после завершения магистральных каналов (ЮГК для совхоза № 4 и Правой ветки для совхоза № 20). Вследствие этого сначала были освоены земли рядовых проектных хозяйств, а потом уже опытных. Отсюда видно, что для опытных участков следует проектировать независимые источники водоснабжения, например скважины или водотоки.

На экспериментальных полигонах должны быть проведены необходимые научные исследования по проверке новых технических решений проекта, отдельных его положений, чтобы не допустить в процессе строительства и освоения значительных изменений, особенно в сторону увеличения стоимости работ.

В Голодной степи такая проверка не была проведена, поэтому в процессе строительства, эксплуатации и рабочего проектирования пришлось испытывать принципиально новые конструкции и вносить значительные корректи-

вы. Вместо предусмотренных первоначальными проектами дешевых антифильтрационных бентонитовых и грунтовых покрытий на каналах всех систем пришлось применять бетонные одежды. Дождевание при небольших объемах планировки заменили поверхностным бороздковым поливом с применением гибких шлангов при значительных планировочных работах. Резкое изменение претерпели многие инженерные решения, принятые в первоначальном проекте: интенсивность дренирования, объем и способы промывок, конструкции лотков и трубопроводов, сооружений на сети и т. д. Этого в значительной степени можно было избежать, если бы параллельно с подготовительными работами на опытных полях в условиях массива новые решения проверяли и отрабатывали заранее.

ТАБЛИЦА 8

Стоимость комплекса работ по строительству совхозов Юго-Восточного массива, руб. на 1 га

Вид работ	По проекту 1958 г.	По проекту 1966 г.
Ирригация	580	720
Дренаж и коллектора	149	1466
Всего: водохозяйственное строительство	729	2186
Производственные объекты	489	714
Непроизводственные объекты	753	1110
Внешние коммуникации	107	111
Всего: промышленно-гражданское строительство	1349	1935
Освоение	413	633
Итого	2607	4862

Проектирование объекта во многом определяет эффективность и успех освоения орошаемых земель. Наряду с требованиями, предъявляемыми к любому инженерному проекту в отношении достоверности и апробированности принимаемых технических решений, здесь есть особые требования, вызванные тем, что технический проект является программой всего комплекса работ по орошению и освоению земель на массиве. От того, насколько эта

программа полно отражает необходимые объемы работ, зависит успех будущего освоения. Очень важно правильно определить составляющие элементы комплекса и их сочетание между собой, так как на этой основе в последующем должны быть установлены мощности соответствующих специализированных потоков строительных работ и объем сопутствующих мероприятий. Важно также определить основные объемы будущих объектов для расчета мощностей предприятий строительной индустрии и для составления баланса строительных материалов по годам. Занижение стоимостей отдельных составляющих комплекса работ по первоначальным проектам в Голодной степи (табл. 8) вызвало диспропорцию в планировании и строительстве всего последующего периода, так как привело к отставанию дренажа, промышленно-гражданского строительства и опережению ирригации.

В таблице 9 приведены объемы работ по проектным заданиям 1958—1968 гг., которые свидетельствуют о том, что их величины, предусмотренные первоначальными проектами, отличаются от необходимых более чем в 1,5 раза.

Технический проект должен содержать детально отработанный план освоения массива, включая календарный график строительства и освоения массива в целом и каждого хозяйства отдельно. В этот план входят:

расчет необходимого объема базы строительства, исходящий из существующих мощностей баз и предприятий строительной индустрии;

ТАБЛИЦА 9

Удельные объемы работ по строительству совхозов Юго-Восточного массива, на 1 га

Наименование работ	Единицы измерения	По проектам	
		1958 г.	1966—1968 гг.
Земляные работы:			
скреперные	тыс. $м^3$	0,6	1,4
экскаваторные	» »	1,2	2,8
бульдозерные	» »	0,8	2,6
Строительство дренажа	п. м	27,8	60,3
Коллекторная сеть	» »	7,1	13,5
Сборный железобетон в водохозяйственном строительстве	$м^3$	2,8	4,0
Бетон и железобетон в промышленно-гражданском строительстве	»	2,1	5,0
Стеновой материал	»	2,2	3,4

определение мощностей и сроков строительства новых предприятий;

анализ имеющихся транспортных связей с дополнительной потребностью в автомобильных и железных дорогах на период строительства и освоения отдельно;

план дорожного строительства по годам;

строительство магистральных коммуникаций (линий связи, электропередачи и др.) в увязке со строительством баз и хозяйств, а также других объектов.

В проекте следует предусмотреть объем переселения для освоения земель и за счет какого контингента будут складываться кадры освоителей. На этом этапе должны быть изучены социально-экономические условия жизни переселенцев с тем, чтобы в проектах предусмотреть базу для их материальной заинтересованности. Тщательный анализ материальной заинтересованности необходим с целью привлечения и закрепления будущих работников освоения.

При разработке агроэкономической части проектов сейчас подсчитывают только предполагаемую урожайность и ожидаемый доход от выращивания культур на осваиваемых землях в конце расчетного периода. Такой поверхностный анализ бесспорно недостаточен. В составе агротехнической части проектов должна быть отработана по годам освоения вся программа деятельности хозяйств, включая: состав и размеры посевов сельскохозяйственных культур; технологические карты трудовых затрат на сельскохозяйственное производство и подсобные отрасли хозяйства; штаты хозяйств по всем видам деятельности; сметы ежегодных затрат и доходов; ожидаемые прибыли хозяйств с учетом годового дохода каждого работника и его семьи и материального стимулирования кадров.

Такая детально проработанная экономическая оценка работы хозяйства в процессе строительства явится залогом правильной организации производства и будет инструктивным документом перспективного характера для руководителей хозяйств.

Генеральный план освоения земель. На основе составленного технического проекта проектировщики совместно со строителями должны разработать генеральный план строительства, орошения и освоения земель. Основная задача этого плана — увязать в единую стройную систему ход подготовительных работ с разворотом основного строительства и подготовкой к началу орошения массива,

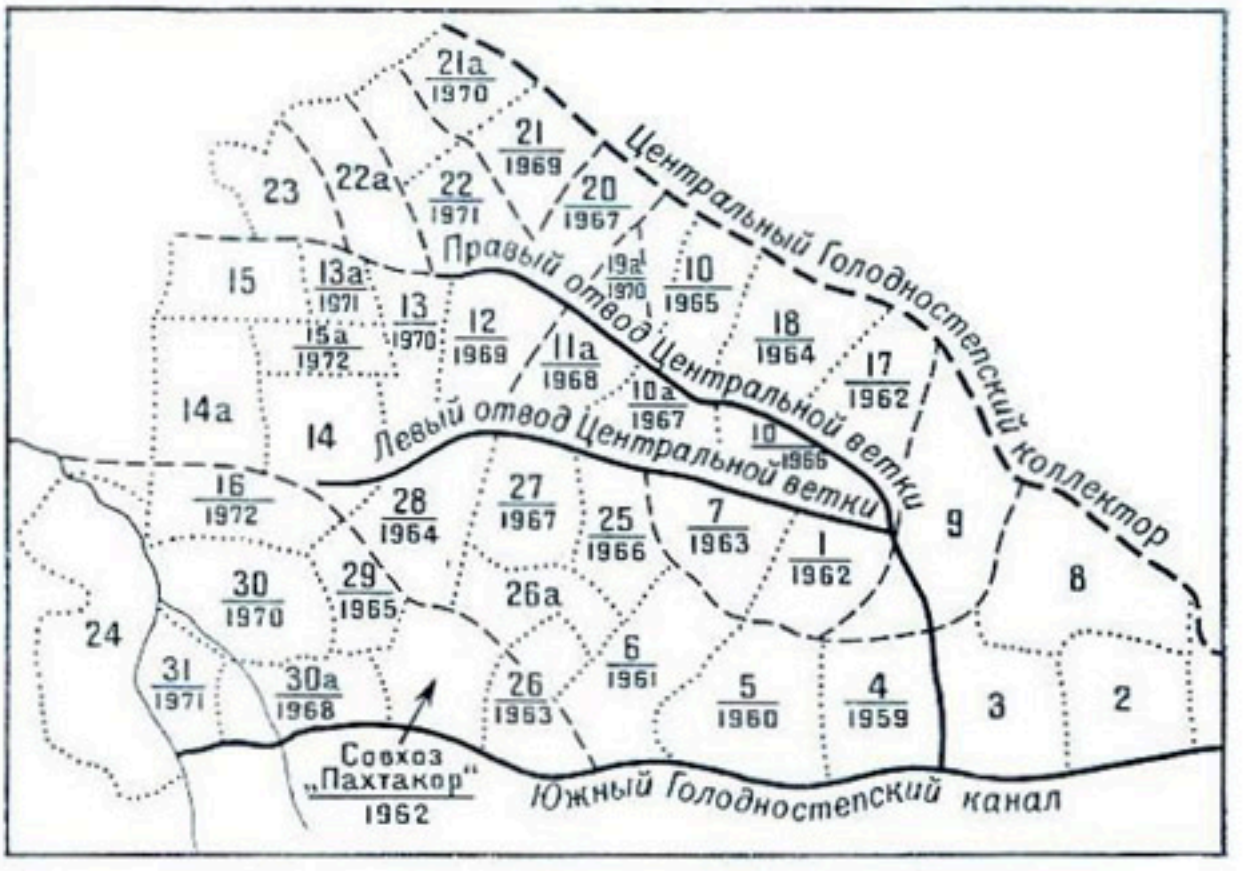


Рис. 10. Фактическая очередность работ по орошению земель в новой зоне Голодной степи (в числителе номер совхоза, в знаменателе год освоения).

а в последующем добиться такой же координации в строительстве внутрихозяйственных объектов и освоении земель.

Для примера приведена схема генерального календарного плана строительства, орошения и освоения земель 1-й очереди Джизакского массива — южной части Голодной степи, составленная по сетевой модели. Увязка отдельных составляющих на основе этой модели рассмотрена на странице 92. Здесь следует остановиться на обосновании очередей и направления развития работ в этой схеме.

Для новой зоны орошения Голодной степи это сделано своевременно не было, что в конечном счете привело к определенным затруднениям в ходе строительства.

На рисунке 10 показано, как развивалось орошение по годам. Первоначально с 1961 г. начаты работы по орошению земель вдоль ЮГК (совхозы № 5, 6, 7, 26, 28, «Пахтакор» и т. д.), в 1962 г. параллельно началось строительство совхозов по Правой Центральной ветке (№ 17, 18, 19), а в 1965 г. и по Левой ветке (№ 10, 11, 12). В результате получилось три направления развития работ

по трем параллельным линиям. Это привело к определенным сложностям, дополнительным затратам, неполному использованию построенных мощностей.

Действительно, при фактической схеме в работе должны были оказаться сразу две, а с 1966 г. — три системы магистрального водного питания: ЮГК, Правая, а затем и Левая ветки. Одновременно строились четыре системы магистральных коллекторов. По трем направлениям развивалось дорожное строительство и возведение межхозяйственных коммуникаций. Мощности всех магистральных каналов и коллекторов почти за весь период строительства использовались не полностью.

Более правильно было бы сначала завершить строительство совхозов вдоль ЮГК 1-й и 2-й очереди, затем перейти к Левой ветке, а после к совхозам Правой ветки. В этом случае было бы, очевидно, минимальное замораживание построенных мощностей ирригационных и водосбросных каналов, упрощение и удешевление отдельных этапов работ, более быстрое освоение земельных массивов.

При выборе очередей строительства в условиях подгорных долин следует учитывать и взаимное влияние орошаемых массивов на мелиоративное состояние окружающих площадей.

Так, при орошении Таджикской части Голодной степи, расположенной южнее Фархадского и будущего Джизакского массивов на сильнопроницаемых галечниковых грунтах, вследствие больших оросительных норм, отсутствия эффективных мер по борьбе с фильтрационными потерями, а также сооружений для перехвата созданного потока грунтовых вод в направлении нижележащих массивов было резко ухудшено мелиоративное состояние совхозов «Фархад», имени Мичурина и подверглось интенсивному засолению около 15 тыс. га земель в результате подъема сильноминерализованных грунтовых вод. Часть земель при этом превратилась в солончаки. Поэтому при выборе очередей строительства в условиях подгорных равнин, имеющих большие уклоны местности и большую проницаемость грунтов, необходимо учитывать возможность подтопления нижележащих земель при орошении сверху.

Институт Средазгипроводхлопок, например, при проектировании орошения Джизакского массива (рис. 11) включил в первую очередь совхозы, расположенные по

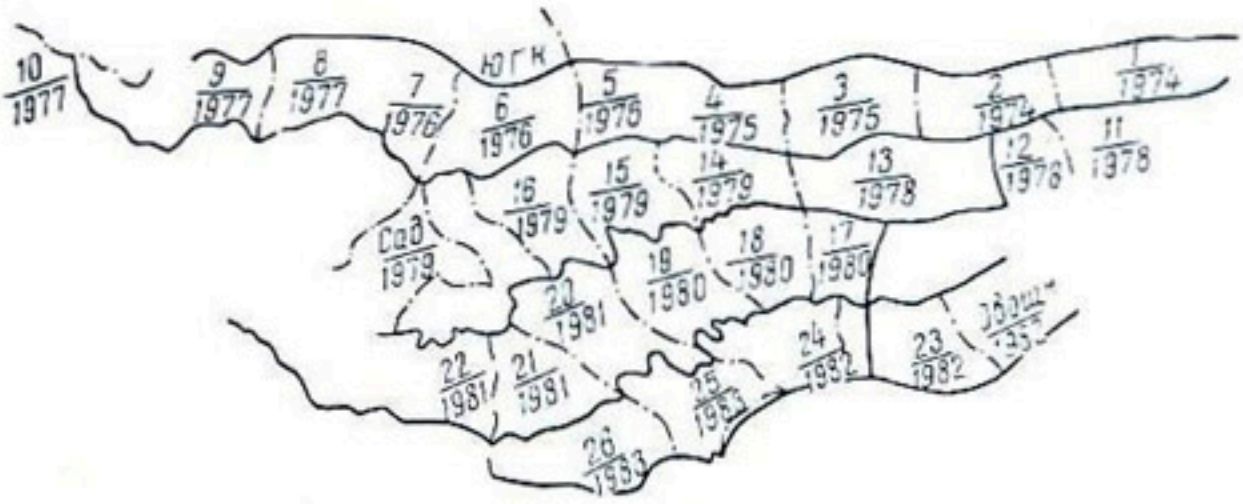


Рис. 11. Планируемая очередность работ по орошению земель Джизакского массива (в числителе номер совхоза, в знаменателе год начала работ).

каналу ДМ-1, хотя они отличаются меньшим естественным плодородием, чем земли по каналам ДМ-2, ДМ-3, ДМ-4, которые проходят по более высоким отметкам местности. Однако это решение следует считать правильным, так как если начать орошение Джизакского массива с зоны канала ДМ-2, ДМ-3, то понадобится либо дренировать площади всех нижерасположенных земель до орошения, либо площадь 50 тыс. га полностью превратится в солончаки орошением сверху.

Создание современной базы строительной индустрии. Одним из важнейших видов подготовительных работ в Голодной степи явилось создание промышленности строительных материалов и конструкций, а также строительной индустрии.

Необходимо было удовлетворить нужды освоителей в строительных материалах, которые отвечали бы требованиям внедрения новой техники в строительстве и обеспечивали возможность максимальной механизации строительных процессов. Особенно актуальна задача — превратить строительную площадку в монтажную, где все (или почти все) процессы сводятся к монтажу готовых деталей и конструкции заводского изготовления при незначительных затратах ручного труда. В результате создания промышленной базы в Голодной степи на многих участках строительства эта проблема была решена.

Широкий фронт работ требовал дислокации предприятий вблизи источников сырья с учетом условий транспортирования готовой продукции. Основными промышленными базами производства строительных материалов стали города Джизак, Бекабад, Янгиер, Нау.

За годы освоения в Голодной степи построены крупные предприятия строительной индустрии и промышленности строительных материалов: пять заводов по производству сборных железобетонных изделий, два гравийно-сортировочных завода нерудных материалов, завод гончарных дренажных труб, кирпичный завод, два завода по производству силикатобетонных изделий для жилых домов и т. д.

Для организации ремонтной службы были построены четыре ремонтно-механических завода и мастерских, которые, помимо ремонта строительной и землеройной техники, изготовляют необходимое нестандартное оборудование, металлоконструкции для строительства, технологическую оснастку для промышленности строительных материалов.

Построенные автоматизированные промышленные предприятия позволяют выпускать конструкции и детали, отвечающие современным требованиям науки и техники, и внедрять их в водохозяйственное и промышленно-гражданское строительство.

На Бекабадском заводе железобетонных изделий освоено производство раструбных железобетонных лотков для строительства лотковых оросительных систем, а на Янгиерском керамическом заводе — гончарных труб длиной 550 мм. Эти раструбные трубы применяют вместо труб длиной 330 мм с фасками, которые были ранее распространены на строительстве закрытого дренажа. В результате производительность труда по укладке дренажной линии повысилась.

Ввод Джизакского завода вибропрокатных железобетонных плит с двумя прокатными станами создал возможность индустриализации такого трудоемкого процесса, как облицовка ирригационных каналов, за счет замены ручной укладки монолитного бетона сборными железобетонными плитами, укладываемыми по экрану из полиэтиленовой пленки.

Для автоматизации процесса подготовки и склеивания полиэтиленовой пленки на Гулистанском ремонтно-механическом заводе создан специальный цех.

Построен Янгиерский завод по изготовлению напорных и безнапорных центрифугированных железобетонных труб, применение которых при сооружении дренажных колодцев позволило отказаться от отдельных колец. Замена колец пятиметровой трубой с дном и требуемыми

отверстиями значительно сократила число крановых операций, устранила ручной труд при устройстве дна и отверстий в стенках колодцев.

Вместо открытых коллекторов внедряют закрытую коллекторную сеть из центрифугированных безнапорных железобетонных труб.

Выпуск промышленностью деталей и конструкций (блоки, панели, готовые элементы зданий и сооружений) помог перейти на индустриальные методы строительства жилых, культурно-бытовых, производственных зданий и промышленных сооружений и обеспечить в кратчайшие сроки создание необходимых бытовых условий для строителей и рабочих совхозов.

Строительство инженерных коммуникаций. Орошению и освоению земель в любом хозяйстве должно предшествовать строительство подъездных железнодорожных коммуникаций, автодорог, линий связи, электрических сетей и подстанций, водоводов и газопроводов. Не обязательно выполнять в подготовительный период весь комплекс работ, но эти работы должны опережать основное строительство по мере создания новых совхозов.

В Голодной степи проделаны значительные работы по возведению магистральных коммуникаций.

Строительство железной дороги Сырдарья—Джизак протяженностью 93 км с тремя прирельсовыми базами позволило резко сократить транспортные расходы по обеспечению строительства всего массива Голодной степи.

Наряду с этим построены: магистральные автомобильные дороги, связавшие основные базы строительной индустрии, а также подъездные пути к усадьбам совхозов (на 1 января 1972 г. протяженность дорог составляет 1746 км).

Проведены линии электропередачи от Фархадской ГЭС, в настоящее время подключенные к общей энергосистеме Средней Азии, что позволило с начала освоения земель обеспечить электроэнергией все строящиеся совхозы (на 1 января 1972 г. протяженность линий электропередачи была 1805 км).

Магистральные водоводы бытового и промышленного водоснабжения (общей протяженностью 187 км) не только подают в усадьбы совхозов хорошую питьевую воду, но и позволяют закрывать оросительные системы на невегетационный период, что способствует улучшению мелиоративного состояния земель.

Первоочередное строительство магистральных газопроводов и телеграфно-телефонных линий связи обеспечивает своевременную газификацию строящихся поселков и связь строительных подразделений и совхозов с городами Янгиер и Ташкент (на 1 января 1972 г. построены магистральные газопроводы протяженностью 324 км, линии связи — 510 км).

Размещение контингента строителей. В подготовительный период очень важно наметить размещение строителей. Создание для них необходимых жилищных условий — залог постоянства коллектива, основа сокращения текучести кадров. Однако если расселять строителей в специально построенных для них домах, то на возведение таких поселков уйдет значительная часть ассигнований. В Голодной степи построено 5 поселков городского типа с полным комплексом инженерного благоустройства, где размещены основные строительные организации, тресты, их специализированные подразделения, управления подсобных предприятий и механизации.

С 1966 г. Голодностепстрой ежегодно возводит в районных центрах по 20—25 тыс. м² жилья для строителей, что позволяет разместить 1000 семей механизаторов, инженеров и техников. Но этого недостаточно, и во вновь строящихся совхозах 20—25% жилой площади также отводится строителям.

Более целесообразно под поселки для строителей отводить одну или две из будущих центральных усадеб совхозов, земли которых не осваивают до конца строительства массива, а после его завершения освобождать эту площадь под совхозные усадьбы. Это позволит сэкономить на каждом массиве 35—40 млн. руб.

В результате своевременных подготовительных работ создается возможность развернуть основные строительные работы.

6. Основные строительные работы

Основные работы включают два периода: возведение сооружений магистрального питания и отвода воды и (после их завершения) строительство объектов внутрихозяйственного назначения на всей площади освоения.

В Голодной степи возведение сооружений магистрального питания было разбито на несколько этапов по длине каналов. Первоначально построили Южный канал с соо-

ружениями на полный проектный расход 300 м³/с до пикета 923 (1-я очередь) и одновременно Центральный Голодностепский коллектор на расход 25 м³/с, коллекторы системы ЦК-6. Первый этап работ по магистральному питанию был завершен за 4 года, и в декабре 1960 г. состоялось торжественное открытие Южного канала.

Второй этап работ — строительство Центральной ветки, 2-й очереди Южного канала до пикета 1177, коллекторов ЦК-7 и Ак-Булак, а также Правой ветки канала до пикета 64 — завершен в 1962 г.

В 1962—1966 гг. выполнялись работы третьего этапа магистрального питания — Правая ветка до пикета 246, Левая ветка до пикета 214, 2-я очередь Центрального коллектора на проектный расход в 90 м³/с.

Окончание системы магистрального питания намечено на 1974 г.

Особенностью строительства системы магистрального питания и водосборов в зоне Южного Голодностепского канала является относительно быстрое завершение первого этапа работ, позволившего подать воду на массив через 4 года после начала работ. Такие быстрые темпы обычно характерны для самотечных систем. При машинном орошении сроки строительства системы головного питания растягиваются обычно из-за сложности возведения крупных насосных станций. Например, на Каршинском магистральном канале, где для пуска первой очереди необходимо было построить более 100 км канала и шесть насосных станций, потребовалось почти 9 лет.

Другой особенностью Южного Голодностепского канала и его веток является то, что их сразу строили на полный проектный расход, по этапам, увязанным с вводом земель. При строительстве Каракумского канала каждая очередь по длине сопровождается расширением канала на определенный расход. Такой метод нельзя считать правильным, так как хотя при этом и меньше степень замораживания капиталовложений на магистральное питание из-за неполного использования в первые годы проектной пропускной способности каналов, однако в последующие этапы строительства резко усложняется эксплуатация канала.

По мере продвижения канала в степь начинают основные строительные работы, связанные с орошением и дренажем земель, строительством жилых поселков и объектов производственного назначения.

Организация строительства при комплексном методе орошения и освоения земель должна ориентироваться на основную цель — ускорение сроков ввода объектов под освоение. Поэтому строительство основывается на стадийном принципе, при котором под освоение передается не весь проектный объект, а его минимальная часть, представляющая элемент возможного хозяйствования. Выбрать этот единичный элемент нужно таким образом, чтобы искусственно не создавать замораживания капиталовложений.

Понятно, что передавать под освоение сразу весь массив орошения нецелесообразно, так как это может продлиться более 10 лет. Законченным с хозяйственной точки зрения объектом является совхоз. Однако при площади хлопководческих совхозов в 6—7 тыс. га и строительстве его в течение даже 4—6 лет нет смысла ждать полного окончания строительства совхоза, чтобы затем начинать освоение. В практике Голодной степи сдачу под освоение орошаемых земель принято проводить по агроучасткам или севооборотным массивам, подвешенным к одному распределителю. Объекты межхозяйственного и внутрихозяйственного значения, не входящие в состав единичного объекта (подводящие каналы, коллекторы, дороги), можно передавать под освоение при полной готовности отдельного участка либо всего сооружения. Период замораживания капиталовложений при этом не превышает 1 года от времени вложения, так как срок строительства агроучастка составляет 6—9 месяцев.

При такой организации строительных работ важно соблюсти два основных принципа.

Во-первых, при передаче под освоение какого-то единичного объекта (агроучастка или севооборотного массива) одновременно с ним следует передать необходимые производственные объекты (бригадные станы, производственно-хозяйственные центры) и соответствующие жилые помещения для освоителей.

Во-вторых, по мере водохозяйственной подготовки земель и передачи их совхозу под освоение наряду с элементами первой необходимости (жильем, бригадными станами и производственно-хозяйственными центрами) строят объекты культурно-бытового, коммунального назначения и др.

В новой зоне Голодной степи из-за отсутствия достаточного опыта были допущены некоторые нарушения

в стройной системе строительного комплекса, что привело к серьезным недостаткам в освоении Голодной степи. Сюда следует отнести имевшееся в первые годы отставание строительства дренажа и объектов культурно-бытового и производственного назначения в совхозах.

Сроки строительства совхозов колебались от 5 до 11 лет (рис. 12), при этом за последние годы продолжительность их резко сократилась (совхозы № 10, 11, 18, 19, 25, 28). Этому способствовал переход (с 1968 г.) к сдаче земель под освоение при полной готовности всего объема не только оросительных, но и дренажных работ, а также усиление темпов промышленно-гражданского строительства в совхозах за счет концентрации сил строительных организаций на определенных хозяйствах.

Благодаря развитию мощностей строительных организаций, их специализации, индустриальным методам, а также накопленному опыту представляется возможным резко сократить сроки освоения и обеспечить правильную технологическую последовательность работ, обеспечивающую планомерное пропорциональное строительство комплекса совхоза.

ТАБЛИЦА 10

Распределение по годам объемов строительно-монтажных работ по освоению в хлопководческом совхозе
(% общей стоимости работ)

Вид работ	Годы строительства и освоения					Итого	Выполняется после сдачи в эксплуатацию
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й		
Водохозяйственное строительство	4	50	46	—	—	100	—
Производственное строительство	22	25	30	5	—	82	18
Строительство жилого поселка	9	30	30	16	—	85	15
Освоение	—	—	55	45	—	100	—
Строительно-монтажные работы	9,0	36,8	38,5	7,8	—	92,1	7,9
Ввод жилой площади	—	30	40	15	—	85	15
Ввод земель	—	50	50	—	—	100	
Посевы сельскохозяйственных культур	—	—	30	60	85	85	100

Примечание. Строительство жилья в полном объеме можно выполнять и до сдачи совхоза органам Министерства сельского хозяйства СССР, но за счет прибылей хозяйств или в виде индивидуального строительства.

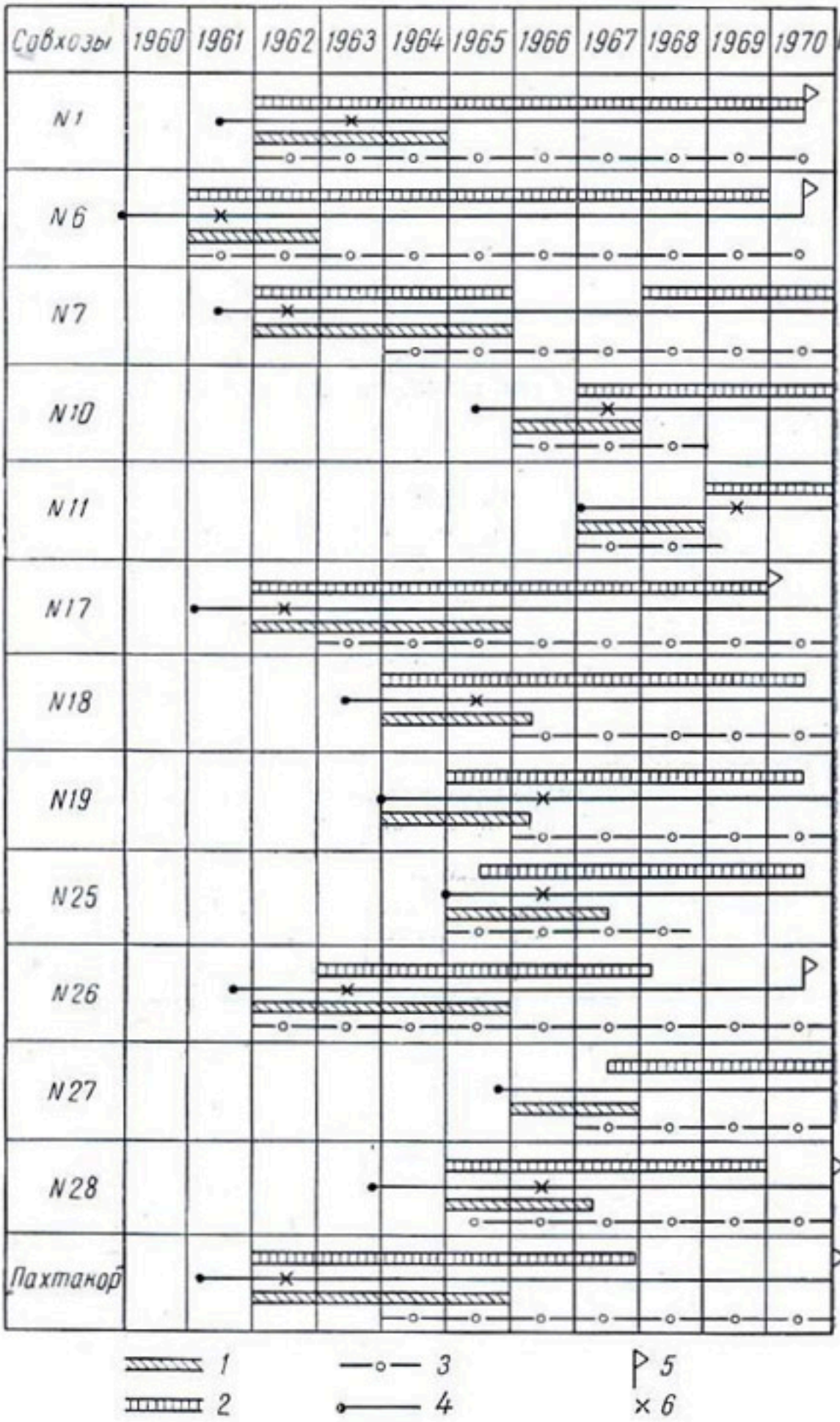


Рис. 12. Исполнительный график строительства совхозов новой зоны:

1 — ирригационная подготовка земель; *2* — жилищное строительство; *3* — дренаж; *4* — начало строительства; *5* — сдача совхозов; *6* — начало посевов хлопчатника.

Ниже приведено ориентировочное распределение объемов строительно-монтажных работ, ввода жилья и земель в сочетании с освоением по типовому хлопководческому совхозу (табл. 10).

Оптимальная организация работ по строительству и освоению такого совхоза сводится к следующему.

Вначале должны быть подведены все наружные коммуникации (дороги, ЛЭП, линии связи, водопровод). Затем строят совхоз двумя комплексными потоками: водохозяйственную часть и промышленно-гражданскую. Каждый из потоков осуществляется силами специализированных организаций. Водохозяйственное строительство проводят по агроучасткам (площадью 1500—1800 га) или севооборотным массивам (500—700 га). Организация работ по сетевому графику на таком массиве приведена на странице 94. Очередность работ по подготовке земель следующая: вначале строят коллекторы, межотделенческие каналы, дороги, затем устраивают дренаж и лотки, а после этого проводят планировку земель.

В первую очередь выполняют все земляные работы на каналах, подлежащих облицовке, с тем чтобы их можно было предварительно замочить для ликвидации просадочных явлений. Длительность замочки составляет 2—3 месяца на каждый канал. После этого немедленно приступают к облицовке каналов монолитным и сборным бетоном с учетом окончания этих работ в течение первого и трех кварталов второго года строительства. Все водохозяйственное строительство в совхозе может быть закончено за 2 года без проведения промывки. При освоении засоленных земель срок водохозяйственного строительства увеличивается за счет проведения промывки и окультуривания засоленных земель.

Промышленно-гражданское строительство следует начинать за год до водохозяйственного строительства. Первый год является подготовительным. В этот период выполняют сначала монтаж инвентарного вагона-городка на 400—500 человек. Такие вагоны-городки выпускают предприятия Министерства энергетики СССР. В их составе 40—50 жилых и других вагонов (столовая, контора, медпункт, красный уголок). Отапливаются вагоны либо от вагона-котельной, как это было в вагонах-городках, выпускавшихся до 1965 г., либо при помощи электрокалориферов в вагонах последней конструкции. Монтаж такого городка проводит бригада из 5 человек с помощью 7-тон-

ного крана за 5 дней. Это позволяет немедленно после начала работ разместить коллектив строителей с созданием всех необходимых условий для их проживания.

Затем сооружают передвижной бетонорастворный узел для обеспечения строительства бетоном и раствором. Этим должно ограничиться устройство временных сооружений для строителей. Остальные потребности в подсобных предприятиях можно удовлетворить, приспособив проектные здания совхоза для нужд строительства (части ремонтных мастерских, ремонтно-строительных дворов, складского хозяйства). В первый год создания усадьбы также возводят объекты нулевого цикла: котельную, очистные сооружения, водозаборные сооружения, газораспределительную станцию, сети коммуникаций под строительство будущего года. Такая система позволит все построенные объекты сразу подключать в дальнейшем ко всем видам коммуникаций.

В течение этого года должны быть введены основные объекты культурно-бытового и коммунального назначения первой необходимости: детский сад (один из двух, проектируемых в совхозе), летний кинотеатр, торговый центр (магазин и столовая). Приспособление жилых домов под культурно-бытовые здания не только связано с изъятием определенной жилой площади, но и требует определенных материальных и денежных затрат, причем не создает необходимых удобств культурно-бытовых объектов.

На следующий год возводится 30% жилой площади, школа, баня, бригадные станы и промышленно-хозяйственный центр; ремонтная мастерская, нефтебаза; на третий год — 40% домов, клуб, поликлиника; на четвертый год завершается строительство 15% жилья за счет государственных средств, фермы крупного рогатого скота и других объектов.

Объемы промышленно-гражданского строительства по годам составляют 6—7 млн. руб. в год. Для выполнения таких объемов строительно-монтажных работ в одном хозяйстве концентрируются усилия 3—4 строительных организаций одного промышленно-гражданского треста. Концентрация сил специализированных организаций позволяет по сути завершить строительство совхозов за 3 года, не считая года подготовительных работ.

Промышленно-гражданское строительство должна вести на правах генподрядчика передвижная механизиро-

ванная колонна (ПМК), создаваемая заново или переводимая из другого совхоза. Располагается эта колонна в передвижном вагонном городке.

На субподрядных началах у основной ПМК специализированные ПМК выполняют следующие виды работ: производственное строительство; внутриусадебные дороги, тротуары, ирригацию и озеленение; водопровод, канализацию, теплофикацию; электротехнические работы; газификацию квартир и наружные сети; межотделенческие дороги и сооружения на них.

Каждая из специализированных ПМК имеет центральную базу по месту размещения, обслуживает несколько общестроительных ПМК и СМУ, для работы в каждом совхозе создает участок или прорабство в зависимости от объема работ. Рабочие этих ПМК постоянно живут у центральных баз, а во вновь строящихся совхозах им предоставляют общежитие в вагончиках.

Такая организация работ по застройке совхозов была принята в основу создания новых целинных совхозов № 11, 10а, 21, 26а и других, что резко сократило сроки их строительства.

Строгий оперативный контроль за всеми составляющими строительного комплекса, увязка субподрядных работ и комплектация на основе сетевых графиков позволяет решить задачу пропорционального строительства совхозов и освоения земель в условиях комплексного освоения, ведения работ при максимальной эффективности капиталовложений.

Проектирование, как составляющая часть комплекса, имеет большие преимущества на стадии основных строительных работ. Находясь в составе единой организации, проектировщики несут значительно бóльшую ответственность за соблюдение графиков. Совместная работа проектировщиков и строителей постоянно совершенствует технологию, повышает уровень механизации на пути к ускорению строительства и его удешевлению.

Общая ответственность проектировщиков, строителей и освоителей за конечную цель — освоение объекта — заставляет проектировщиков пристально изучать опыт освоения и при необходимости вносить изменения в проектные решения. Это в значительной степени способствовало тому прогрессу, который достигнут в комплексе освоения Голодной степи в вопросах орошения, мелиорации и сельского хозяйства.

7. Освоение новых орошаемых земель

Отставание освоения мелиорируемых земель от орошения, как было показано выше, характерно для большинства стран, занимающихся поливным земледелием.

В нашей стране тоже были аналогичные явления, например в центрально-черноземной зоне РСФСР, в Ростовской области, в Мургабском оазисе и т. д. (Зузик, 1966).

Включение мероприятий и работ по освоению в состав комплекса, осуществляемого в Голодной степи, направлено именно на ликвидацию этого серьезнейшего недостатка.

Освоение в большей степени, чем все остальные виды работ в комплексе, определяет эффективность орошения земель, ибо от того, насколько быстро и квалифицированно новые хозяйства введут в оборот земли и насколько быстро организуется внутрихозяйственная служба эксплуатации, будут зависеть сроки окупаемости построенного объекта.

Система передачи под освоение законченных частей хозяйства (площадь агроучастка или севооборотного массива), которая принята в Голодной степи, позволяет и само освоение проводить не сразу, а постепенно. Это значительно облегчает задачи руководства хозяйств и эксплуатационных организаций, которые получат возможность постепенно расширять сферу своей деятельности.

Переселение, обучение и закрепление кадров освоителей. Ежегодный ввод орошаемых земель в новой зоне Голодной степи по 15—20 тыс. га требует для их освоения значительного количества трудовых ресурсов. При средней нагрузке в совхозах Голодностепстроя на одного работника 6 га поливных земель требуется ежегодно привлекать в новые совхозы по 2,5—3 тыс. человек, а вместе с сектором обслуживания и членами семей (с учетом принятого для Голодной степи переходного коэффициента 3,1) количество потребных людей составляет 6—10 тыс. человек.

Одна из важных задач руководства строительством — обеспечение рабочих соответствующим количеством жилой площади. Ежегодно в совхозах должно вводиться 60—90 тыс. м^2 полезной площади (табл. 11).

ТАБЛИЦА 11

Формирование контингента освоителей в совхозах Голодной степи

Годы	Наличие освоителей на начало года, чел.	Поступление людей организованным порядком, чел.		Ввод жилья в совхозах, тыс. м²
		по переселению	из училищ механизаторов	
1961	3 600	—	—	46,1
1962	5 070	—	—	52,4
1963	6 530	843	43	53,9
1964	7 700	963	188	44,4
1965	8 228	977	245	64,0
1966	10 141	727	47	65,5
1967	12 024	1 368	22	63,0
1968	14 141	37	28	52,7
1969	17 700	3 785	98	55,3
1970	21 600	2 638	312	82,8
1971	25 200	3 445	—	97,8

Важно определить источники пополнения кадров: 1) переселение по организованному набору из густонаселенных районов и областей по решению правительства; 2) направление из училищ механизаторов; 3) индивидуальное поступление на работу. Наиболее существен приток кадров по организованному переселению, который в Голодной степи идет из Ферганской и Зеравшанской долин, с горных районов Сырдарьинской и других областей, где имеются большие трудовые ресурсы и низкая нагрузка на 1 работника. Большую долю составляет и добровольный приток, который целиком зависит от того, насколько лучшие условия будут предоставлены совхозным рабочим по сравнению с их коренным местом жительства.

При закреплении кадров еще больше, чем при привлечении, решающими являются вопросы социально-экономического характера. К ним относится обеспечение более благоустроенного уровня жилища на целинных землях. В этом отношении условия в Голодной степи (дома с приусадебными участками по 0,08 га со всеми инженерными коммуникациями) являются лучшими из имеющихся в республике для совхозных рабочих (рис. 13).

Благодаря высокому уровню механизации работ на вновь осваиваемых землях средняя выработка в передовых хозяйствах достигает 19 т хлопка-сырца на 1 человека. Заработки составляют 2,5—3 тыс. руб. в год (совхозы

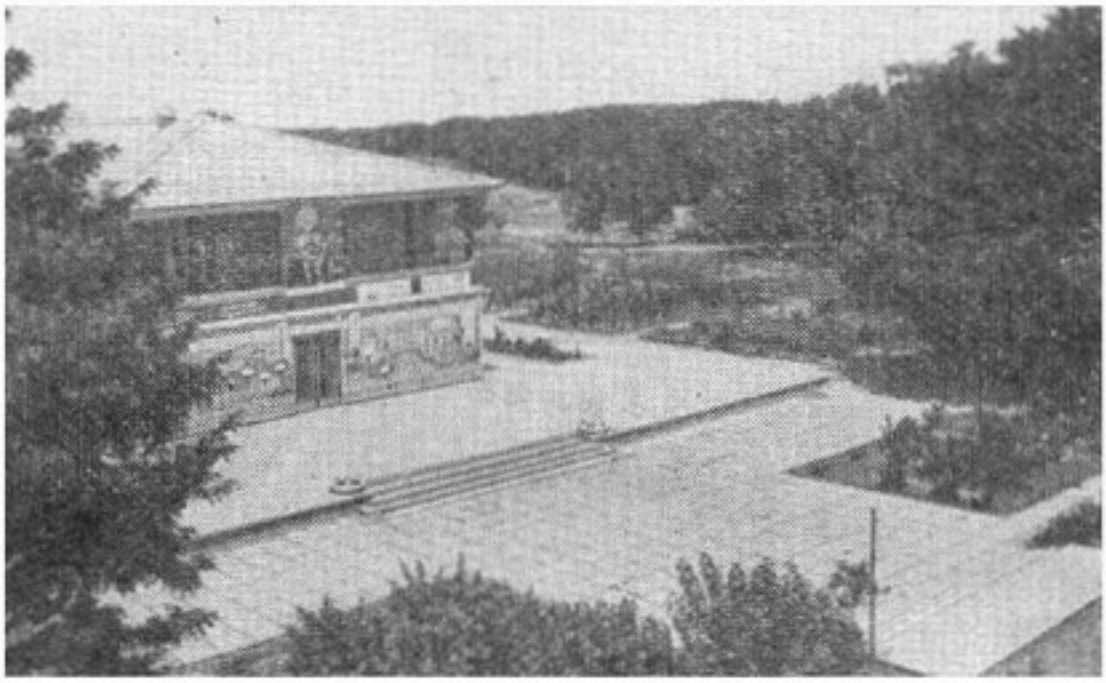


Рис. 13. Дворец культуры (вверху) и школа в совхозном поселке.

№ 25, 28 и др.), что в 2 раза превышает средний заработок в Узбекской ССР. Этому способствует и установление на период освоения льготных коэффициентов в размере 15% основной зарплаты. Введение других льгот правительством (повышенные подъемные на переезд, кредит на индивидуальное строительство) также является мерой привлечения населения на осваиваемые земли. Для целинных районов установлены повышенные по сравнению с другими районами фонды на дефицитные промышлен-

ные товары (автомашины, мотоциклы и др.) с продажей их по решению организаций и районных органов лучшим механизаторам и рабочим-освоителям.

Приезжающие на освоение рабочие совхозов либо не имеют достаточного опыта в сельскохозяйственных работах по нужному профилю, либо имеют опыт, который лишь частично может быть применен в хозяйствах с высоким техническим уровнем. В новых совхозах и ирригация и дренаж, а также производственное строительство осуществляются с учетом последних достижений современной науки и техники. Для правильной эксплуатации инженерных сооружений в совхозах вновь прибывшие кадры должны приобрести определенные навыки, детально ознакомиться со всеми тонкостями построенных сооружений.

Система производственного обучения кадров совхозов идет по нескольким линиям:

обучение в учебных комбинатах Голодностепстроя, ежегодно подготавливающих около 1500 механизаторов сельского хозяйства;

обучение на курсах повышения квалификации в совхозах;

обучение в очных и заочных техникумах системы Главсредазирсовхозстроя с ежегодным выпуском 500 специалистов со средним образованием;

бригадное обучение непосредственно в совхозах;

ознакомление специалистов совхозов с передовым опытом других совхозов.

Так, в 1971 г. в Голодностепстрое были проведены семинары со специалистами совхозов по технологии возделывания и уборки семенной люцерны в совхозе «Пахтакор», по совершенствованию шлангового полива в совхозе № 25, по внесению гербицидов на поле, по организации технического обслуживания хлопкоуборочных машин. Этими семинарами было охвачено более 600 специалистов совхозов.

Очень важно обеспечить передачу опыта, уже накопленного в других созданных ранее совхозах. Показателен такой пример. В некоторых совхозах, строившихся в первые годы освоения Голодной степи, было много неприятностей с сохранностью горизонтального дренажа из-за незнания работниками правил эксплуатации и отсутствия должного контроля за поливом наддренных полос. Поэтому в последующем Управление освоения и

Рис. 14. Бригадный стан в совхозе имени Абая.

Мелиоративная инспекция резко усилили работу по налаживанию службы эксплуатации, провели на высоком уровне профилактические мероприятия (нарезку оградительных валиков, замочку дрен, инструктаж поливальщиков и других сельскохозяйственных рабочих), в результате чего добились снижения количества выведенных из строя дрен.

Создание хозяйств. Сразу после того, как какой-то элементарный объем ирригационно-мелиоративной подготовки завершен и площади могут быть переданы под освоение, организуется хозяйство.

Совхозы Голодной степи в основном хлопководческого направления с поливной площадью 6—7 тыс. га. Этот размер выбран исходя из наилучшей управляемости хозяйством на основе опыта освоения. В совхозе находится центральная усадьба, где сконцентрированы все жилые площади и культурно-бытовые объекты, а также основная производственная база. Совхоз делится на агропроизводственные участки — отделения площадью 1,5—1,8 тыс. га поливных земель. Базой отделения является производственно-хозяйственный центр, на котором есть помещения для хранения и технического обслуживания техники, склад для инвентаря. Людей к месту работы доставляют на автомашинах из центральной усадьбы. Непосредственным производственным звеном считается бригада, за которой закреплена площадь в 100—150 га. Для каждой бригады сооружают полевой стан (рис. 14) для отдыха

рабочих с душевыми и местом для хранения небольшого количества удобрений.

К такой структуре совхозов в Голодной степи пришли не сразу. Первоначально совхозы строились площадью нетто 8—10 тыс. га с пятью-шестью агропроизводственными участками площадью 1,5—2 тыс. га. По таким проектам были построены совхозы № 1, 4, 5, 6, 7, 17, 18, 19, 25, 26, 27, 28. Считалось, что при высоком уровне механизации сельского хозяйства и повышении нагрузки до 8—10 га на 1 рабочего в полеводстве можно обойтись без отделений с поселками, а рабочих на поля подвозить ежедневно на автомашинах и автобусах. При этом на совхоз требовалось 18—20 автобусов или грузовых такси. Но 7-летний опыт показал, что совхозы без отделений трудно управляемы и требуют больших эксплуатационных затрат на обслуживание, транспорт, а также бóльших затрат труда, чем совхозы с площадью нетто 5—6 тыс. га или совхозы с отделениями (табл. 12).

ТАБЛИЦА 12

Сравнительные затраты на 1 га пашни совхозов с различной структурой в 1970 г., руб.

Вид затрат	Совхозы площадью		
	10 тыс. га без отделений	8,5 тыс. га с отделениями	5,5 тыс. га без отделений
На производство	796,0	669,0	676,0
Общие производственные и хозяйственные	152,0	78,1	76,0
Административно-управленческие	19,3	13,9	19,8
Жилищно-коммунальное хозяйство	25,6	20	25,2
Амортизация поселков и капитальный ремонт	52,7	34,1	63,4
Транспорт	32,0	17,3	32,2

В 1967 г. по предложению И. Н. Низамова, А. Т. Таирова, автора и ряда других работников принято решение ЦК КП Узбекистана и Совета Министров УзССР о изменении принципов застройки совхозов, на основе чего переработана схема районной организации территории, при которой площади пашни совхозов установлены 5—6 тыс. га без отделений. Важно правильно решить и время создания новых хозяйств и их форму. Обычно

новое хозяйство организуют перед началом зяблевой вспашки.

В Голодной степи возникла такая форма создания новых совхозов, при которой первый год новое хозяйство существует не как самостоятельное, а как хозрасчетный участок при ранее организованном хозяйстве. Этот участок имеет свои штаты, сам набирает кадры, организует приемку от строителей объектов, полностью отвечает за сельскохозяйственную деятельность. Финансирование его и хозяйственная деятельность находятся под контролем «материнского» совхоза. Это позволяет новому хозяйству первый год быть как бы на правах «стажера».

Руководителя участка — будущего директора совхоза и весь руководящий персонал подбирают обычно из числа лучших производственников, показавших себя на работе старшими специалистами отделений, имеющими соответствующее образование и опыт работы в Голодной степи.

Организация сельскохозяйственной деятельности совхозов. Хозяйства должны выполнять следующие требования:

максимально использовать подготовленные под освоение земли, занимая их культурами, предусмотренными проектом, для получения наибольшей отдачи сельскохозяйственного производства;

сочетать высокий уровень механизации сельскохозяйственных процессов с передовой агротехникой и применением новейших методов возделывания культур.

Опыт Голодной степи показывает, что комплексное освоение земель отвечает указанным требованиям.

Как известно, основной задачей развития орошения является создание нового района хлопководства в Средней Азии. Эта задача благодаря труду освоителей и строителей Голодной степи успешно осуществляется. Достаточно сказать, что совхозами Голодностепстроя сдано государству в 1970 г. 196 тыс. т, в 1971 г. 234 тыс. т, а в 1972 г. 278 тыс. т хлопка-сырца, с начала же освоения (за 11 лет) 1445 тыс. т.

Комплексный характер орошения земель в новой зоне позволил довести темпы ввода новых земель в среднем до 17,5 тыс. га в год, что в 4 раза превышает темпы прироста земель в старой зоне Голодной степи. Значительно выше стал уровень хлопковости* и коэффициент земельного

* Под уровнем хлопковости понимают отношение занятых хлопчатником площадей к площади орошаемой пашни в хозяйстве.

использования. В таблице 13 приведена динамика площадей пашни в совхозах Голодной степи. С 1962 по 1966 г. увеличивались площади, не используемые под посевами из введенных орошаемых земель. Это произошло вследствие того, что в первые годы освоения имел место ввод в эксплуатацию земель, мелиоративно неблагополучных, без достаточного дренажа, промывки и при незначительном объеме планировки. Это нанесло большой вред совхозам с первичнозасоленными землями и близким залеганием грунтовых сильноминерализованных вод (№ 4, 5, 6, 26, имени Мичурина, «Фархад»). Первоначальными проектами было предусмотрено 12—18 п. м дренажа на 1 га, капитальные промывки в сметы не включали, планировки охватывали не более 50% площадей, причем проектирование ее по полосам создавало так называемую «линейчатую поверхность», при которой допускались переломы в уклонах, встречные уклоны. Все это способствовало пятнистости засоления вследствие неравномерности увлажнения. На большей части площадей совхозов № 4 и 5 земли после ввода орошали только один год (тогда урожай хлопка-сырца составил 5—8 ц/га), после чего поливные участки забрасывали вследствие интенсивного засоления. В совхозе № 4 в 1962—1963 гг. вообще не засевали 850 га из введенных земель, а в совхозе № 5 — 3480 га, так как почвы здесь были первично сильно засолены.

В последующие годы предприняты интенсивные меры по строительству сети дренажа, капитальные промывки были включены в сметы, планировку начали проводить на всех осваиваемых площадях («под плоскость»). Ежегодно стали вводить в сельскохозяйственный оборот земли, ранее выпавшие из него, что позволило постепенно сократить мелиоративно неблагополучные площади с 24 тыс. до 7,5 тыс. га.

В совхозах, где был построен дренаж, степень занятости ирригационно подготовленных земель составляет 95% и более (№ 10, 10а, 11, 12, 21, 21а, 25, 27, 28, 29, 31).

Следует признать технологически необходимым в течение 3 лет после строительства дренажа оставлять охранные полосы вдоль закрытых дрен шириной 6—10 м, так как постепенная осадка и стабилизация грунта над дренами длится обычно 2—3 года. В Голодной степи ежегодно под защитными полосами временно не используется

ТАБЛИЦА 13

Изменение показателей использования орошаемых земель в Голодной степи (новая зона), **тыс. га**

Годы	Орошенные земли к началу посевной	Из них проектная пашня	Фактически пашня	К. э. и. орошаемых земель
1963	52,9	49,1	43,4	0,866
1964	69,9	65,3	57,3	0,890
1965	86,5	80,5	67,2	0,840
1966	106,8	99,4	87,7	0,880
1967	125,6	116,9	98,0	0,845
1968	139,4	129,8	111,6	0,860
1969	157,8	146,9	126,2	0,865
1970	172,0	161,3	143,4	0,885
1971	180,8	169,7	156,8	0,925
1972	193,8	170,6	170,8	0,942

3,5—4 тыс. га, что составляет 2—2,5% общей проектной площади пашни. Кроме того, в связи с повышенным водопотреблением в первый год орошения, когда для его покрытия не удается осуществить дополнительную подачу воды, приходится не засевать от 10 до 25% земель.

Преимущества комплексного метода при орошении пустынных земель особо проявляются в высоком уровне механизации создаваемых хозяйств. Совхозы Голодностепстроя намного опережают по производительности труда хозяйства Министерства сельского хозяйства Узбекской ССР и средний уровень по республике.

Это достигнуто за счет использования всего нового передового в агротехнике, максимального внедрения новейших машин в совхозах. Не случайно Голодная степь стала лабораторией широкого внедрения передовых методов труда в сельском хозяйстве. Сюда следует отнести: переход с 1968 г. на широкорядный сев хлопчатника с междурядьями 90 см; внедрение точного высева оголенными семенами хлопчатника; применение гербицидов одновременно с посевом; использование широкозахватных машин на обработке и уборке хлопчатника; широкое внедрение механизации уборки хлопчатника.

Созданные в 1962 г. и осваиваемые раздельным методом совхозы Шерабадского массива намного отстают от новых совхозов Голодной степи по валовому сбору, по уровню урожайности и производительности труда (табл. 14).

ТАБЛИЦА 14

Динамика показателей хлопководства в совхозах Шерабадского массива

Показатели	Годы				
	1966	1967	1968	1969	1970
Количество совхозов	3	3	5	5	5
Посевы хлопчатника, га	11 064	11 350	13 650	19 500	21 100
Валовой сбор, т	10 508	13 650	16 931	24 672	33 013
Урожайность, ц/га	9,5	12,04	12,4	12,66	15,64
Машинный сбор, т	4 692	4 141	7 157	9 956	16 375
Удельный вес машинного сбора, %	44,6	30,2	42,8	40,3	49,6
Выработка на 1 машину, т	30,3	26,0	49,7	41,6	46,6

Развитие масштабов освоения земель постоянно сопровождалось совершенствованием технологии и агротехники возделывания хлопчатника.

На основе накопленного опыта институт «Средазгипроводхлопок» (А. П. Воронов) совместно со Среднеазиатским институтом экономики сельского хозяйства (С. В. Амплеевская) в 1969 г. составил технологическую карту возделывания хлопчатника для междурядий 90 см. При этой разработке учитывалось, что в допосевной период все технологические операции полностью механизированы. Хлопчатник сеется частогнездовым способом четырехрядной сеялкой с одновременным внесением удобрений и гербицидов. После появления всходов предусматривается ручное прореживание и подсадка растений в гнездах на 70% площади.

В период вегетации все основные работы, кроме прополки сорняков, выполняются механизмами. Для борьбы с сорняками предусматривается вычесывание корневищ многолетних сорняков на 30% площади, двухъярусная вспашка на всей площади с одновременным внесением гербицидов перед посевом.

В уборочный период все работы механизированы, и только на участках с посевами семенного хлопчатника (10% площади) первый сбор проводят вручную. Вся система машин для сбора урожая принята четырехрядной.

Календарные сроки проведения работ приняты применительно к III зоне, число рабочих дней в календарном

периоде определено по среднемноголетним данным. На механизированных операциях введена двухсменная работа (пахота, чизелевание и др.) либо односменная, но с удлиненным рабочим днем (до 10 часов) в напряженные периоды. На всех ручных работах продолжительность смены 8 ч.

На основе технологической карты была подсчитана потребность в рабочей силе по периодам полевых работ, затрат труда на 1 га посевов хлопчатника, составлен график потребности в рабочей силе за год и выявлена наиболее целесообразная нагрузка посевов хлопчатника на 1 постоянного рабочего, занятого в хлопководстве. Затраты труда на 1 га посевов составляют 178 чел.-ч (в том числе до и во время сева — 18,2 чел.-ч, в вегетационный период — 130,8 чел.-ч и во время уборки 29 чел.-ч).

В результате нагрузка посевов хлопчатника в наиболее напряженный период на 1 рабочего составляет 8,2 га. Но исходя из целесообразного использования трудовых ресурсов покрытие 15—20% потребности в рабочей силе для выполнения ручных операций в наиболее напряженный период (с 20 мая по 20 августа) проводят за счет временных, сезонных и привлеченных рабочих. В соответствии с этим расчетом нагрузка посевов может быть доведена в наиболее напряженный период на 1 постоянного рабочего до 10 га. Указанные в технологической карте нагрузки достигнуты уже в 1970—1971 гг. (табл. 15).

ТАБЛИЦА 15

Анализ производства хлопка и нагрузок в хлопководстве за 1961—1971 гг. по совхозам Голодностепстроя

Годы	Валовой сбор хлопка-сырца, т	Посевная площадь, га	Постоянные рабочие, чел.	Затраты труда в хлопководстве, тыс. чел.-дн.	Производство хлопка на 1 рабочего, т	Нагрузка посевов на 1 рабочего, га
1961	13 965	12 959	1 890	539	7,4	6,8
1962	31 388	31 085	4 020	1 146	7,8	7,7
1963	54 631	38 278	4 776	1 361	11,4	8,0
1964	73 364	46 411	5 512	1 570	13,3	8,4
1965	80 054	53 483	6 786	1 934	11,8	7,9
1966	102 106	64 346	7 473	2 130	13,6	8,6
1967	121 205	75 438	8 609	2 453	14,1	8,8
1968	113 518	77 419	8 009	2 281	14,1	9,7
1969	145 287	91 920	10 439	2 975	13,9	8,8
1970	196 400	109 362	11 080	3 158	17,8	9,9
1971	234 310	128 290	12 849	4 043	18,1	10,1

В 1970 г. общие затраты труда на возделывание хлопчатника составили на 1 га 28,9 чел.-дн., в то время как в среднем по республике они были равны 112 чел.-дн., а в передовом совхозе «Малек» 34 чел.-дн. На 1 ц урожая эти показатели составляют соответственно 1,6; 4,57 и 1,1 чел.-дн.

Резервы дальнейшего повышения нагрузки на 1 рабочего в хлопководстве состоят в повышении производительности труда на поливе, полном отказе от ручной прополки сорняков, переходе на обработку машинами марок МТЗ-50х с соответствующим набором агрегатов и рабочих органов, централизованной доставке минеральных удобрений на поле, минуя промежуточный склад.

За счет тщательной планировки, внедрения полива по постоянным поливным участкам можно довести производительность труда до 6 га в смену на 1 человека вместо 1,5—2 га в настоящее время при использовании гибких поливных трубопроводов. Применение гербицидов гарантирует возможность обойтись без ручной прополки до середины июня. Разрабатываемые приспособления для повторного внесения гербицидов позволят вообще избавиться от затрат ручного труда.

Уже десятки механизированных бригад достигли нагрузки 16—25 га на человека.

Есть еще ряд преимуществ сочетания освоения и строительства в комплексе работ по орошению земель.

Прием освоителями объектов от строителей и их дальнейшая совместная работа повышают ответственность строителей за качество сооружений, так как они наряду с освоителями должны обеспечить сохранность, долговечность и нормальную работу сооружений.

В ходе комплексного строительства и освоения земель выработана своеобразная форма помощи осваиваемым хозяйствам со стороны строительных, монтажных и промышленных организаций Главсредазирсовхозстроя. За каждым хозяйством закреплена соответствующая строительная или промышленная организация, которая на протяжении всего сельскохозяйственного года оказывает постоянную техническую помощь, особенно возрастающую в период хлопкоуборочной кампании и подготовки к ней.

Так, с конца августа 1970 г. строительные организации Голодностепстроя, а также промышленные и другие предприятия Главсредазирсовхозстроя направили в сов-

хозы Голодной степи более 2 тыс. высококвалифицированных механизаторов и слесарей, около 400 ремонтных летучек, автомашин, водовозов, бензовозов. За счет этого контингента и техники в каждом совхозе были организованы отряды, а в каждом отделении — колонны по техническому обслуживанию хлопкоуборочных машин. Эти колонны и отряды прямо в поле проводили заправку, смазку машин, промывку шпинделей, профилактическое обслуживание и текущий ремонт всей хлопкоуборочной техники. Благодаря этому совхозы Голодной степи добились средней выработки на 1 машину 68,6 т за сезон против 48,1 т в среднем по республике, а план хлопкозаготовок был выполнен машинами почти полностью за месяц. Высококвалифицированные специалисты, механики и слесари из строительных организаций, перенеся в сельское хозяйство свой опыт принудительного технического обслуживания, заставили подтянуться до уровня индустриального труда и работников совхозов, в которых внедрялась эта система. В процессе уборки были организованы поточная система транспортировки хлопка (бункер — тележка — заготпункты), диспетчерская служба во всех звеньях хозяйств, заготовительных пунктов, а также четкое снабжение всеми необходимыми запасными частями хозяйств.

Такая эффективная помощь хозяйствам возможна только в системе единой комплексной организации, когда каждое звено проникнуто глубокой ответственностью за освоение земель.

В процессе освоения и временной эксплуатации строящихся сооружений можно проверить в действии правильность принятых проектных решений. Практика новых хозяйств сразу подсказывает, где допущены просчеты, и заставляет поправлять не только проектные решения, но зачастую и установленные нормы. Примером является режим орошения. Первоначальными проектами был предусмотрен расчетный гидромодуль 0,7 л/с на 1 га. Но для целинных земель этого расхода оказалось недостаточно. Опытным путем расчетный гидромодуль был определен в 1 л/с на 1 га, то есть увеличен в 1,5 раза. В связи с этим пришлось выполнять значительный объем работ по увеличению пропускной способности уже построенных оросительных каналов.

В то же время при освоении Голодной степи не удалось избежать некоторых ошибок.

Были недостатки, связанные с нарушениями пропорционального развития всех отраслей строительства в совхозах, а также завышенными планами сдачи хлопка, вследствие чего хозяйства создавались без достаточной подготовки.

Повышение за последние несколько лет степени комплексности вводимых объектов, а также улучшение подготовки жилых и коммунальных объектов позволили уменьшить эти недостатки.

При соблюдении строгой последовательности в строительстве и освоении совхозов можно в значительной степени избавиться от преждевременного начала сельскохозяйственных работ и от посевов культур на неподготовленных территориях, не обеспеченных производственными, жилыми и культурно-бытовыми объектами.

Совхоз должен быть организован в конце второго года строительства, с тем чтобы на третий год начать сельскохозяйственное производство. В первый год освоения площадь посевов должна составлять 30—35% общей площади пашни. Этому будет соответствовать наличие в совхозах основных культурно-бытовых объектов, 30% жилой площади, бригадных станов на площади освоения. Такое состояние строительства совхозов позволит успешно начать сельскохозяйственные работы. Аналогично на четвертый год строительства — второй год освоения площади посевов будут доведены до 60%, а на пятый год — до 80—85% проектной пашни.

В течение трех лет освоения проводят посадку садов, лесополос и посевы трав. Основной культурой на новых землях в первые годы должен быть хлопчатник (с удельным весом 70—75%), так как целинные земли вначале обладают значительным естественным плодородием, а роста сорняков в первое время не наблюдается.

К концу пятого года хозяйство может быть передано органам Министерства сельского хозяйства СССР при уровне выполнения работ: по ирригации и дренажу — на 100%; по жилью — 85%; по производственным объектам — 82% при общем выполнении строймонтажа — 92%.

После сдачи в эксплуатацию достраивают лишь 15% жилой площади, часть фермы крупного рогатого скота, ферму молодняка, здания для выкармливания шелковичных червей, склады фруктов, парники и те из объектов, которые не связаны непосредственно с обеспечением основной деятельности хозяйства — хлопководством.

Строительство и первоначальное освоение занимают в общей сложности 5 лет, в том числе собственно освоение 3 года. При этом основная задача освоения — опробовать, освоить сооружения хозяйства, подобрать и расставить кадры, убедиться, что на основе построенных сооружений можно с успехом осуществлять сельскохозяйственное производство.

Внедрение же севооборота и развитие побочных отраслей связано с развитием сельскохозяйственного производства, с использованием его продукции (кормов) и т. д. и в меньшей мере соответствует задачам строительства, в основном зависит от квалификации, опыта сельскохозяйственных кадров.

Существует мнение, что этот срок освоения должен быть продлен до введения полной ротации севооборотов, развития в совхозе до проектной мощности не только хлопководства, но и побочных отраслей: животноводства, шелководства и т. д. Однако зарубежный опыт свидетельствует о нежелательности длительного нахождения совхозов в составе строительно-освоенческой организации. Например, в США первоначально Бюро мелиорации проводило эксплуатацию объектов до тех пор, пока не возмещалась половина затрат на строительство. В результате срок освоения растягивался до 40 и более лет. В последующем правительство США отменило этот закон и установило максимальный срок освоения в 10 лет от начала работ. Правительственная комиссия констатировала, что вследствие длительного нахождения объектов в эксплуатации у Бюро мелиорации непомерно выросли бюрократические тенденции.

Несколько усложняется вопрос передачи совхозов в связи с централизацией эксплуатационных органов, которые организованы по отдельным административным районам. В связи с этим возможен вариант их передачи после окончания периода освоения в целом по всем хозяйствам района вместе с обслуживающими эксплуатационными органами.

8. Показатели рентабельности хозяйств в Голодной степи

Рентабельность орошения и освоения новых земель — важнейший показатель и при проектировании и при определении результатов освоения. Отсутствие единой мето-

дики в оценке рентабельности создает значительные трудности для проектировщиков, строителей и освоителей.

Некоторые экономисты предлагают оценивать окупаемость и рентабельность освоения новых земель по чистому доходу хозяйств. При существующем положении, когда цена на землю отсутствует, а цены на сельскохозяйственную продукцию одинаковы и для районов нового орошения, и для районов с высокой естественной продуктивностью земельных угодий, такой подход для массивов, аналогичных Голодной и Каршинской степи, заранее обрекает их освоение на низкую рентабельность.

Если сравнить, например, стоимость основных производственных фондов водохозяйственного назначения для естественнодренированных земель Зеравшанской долины в Самаркандской области и в Голодной степи, то в совхозах новых районов орошения себестоимость хлопка будет на 3,4 руб. выше, чем в хозяйствах, находящихся в благоприятных условиях. Сюда следует добавить повышенные ежегодные затраты на содержание жилищно-коммунальных хозяйств, которые в новых совхозах значительно выше, чем в старых, расположенных в густонаселенных районах, где большинство построек являются собственными. В совхозах старой зоны Голодной степи стоимость непроизводственных объектов, находящихся на балансе совхозов, не превышает 500 руб/га, а в новой зоне она достигает 1600—1800 руб/га. Отсюда удорожание содержания поселков в новой зоне составляет 4—5 руб/га в год. Для компенсации удорожающих факторов следовало бы дифференцировать цены на сельскохозяйственную продукцию, установив их более высокими для тех районов нового освоения, которые являются мелиоративно неблагополучными и не имеют потенциальных запасов трудовых ресурсов. Можно дать оценку земле в зависимости от ее естественного плодородия, природной дренированности, склонности к засолению, и, наконец, в зависимости от людских ресурсов. Тогда земли старого орошения, сосредоточенные в плодороднейших долинах Зеравшана, Ташкентского и других районов, будут иметь более высокую цену, чем земли массива нового орошения.

В последние годы все чаще появляются предложения о введении денежной оценки земли. Академик С. Струмилин в статье «О цене «даровых благ» природы («Вопросы экономики» № 8, 1967) предлагает оценивать землю путем умножения средней стоимости освоения единицы

площади на коэффициент качества. Ф. К. Каюмов (1970) и К. Н. Попадюк (1970) разрабатывают этот вопрос применительно к условиям орошаемого земледелия Узбекистана.

В связи с отсутствием цен на землю различные авторы оценивали до последнего времени эффективность капиталовложений в орошаемой зоне по разной методике.

Первоначально предполагалось проводить оценку только по величине дохода, получаемого хозяйствами. Понятно, что эта методика не учитывает значительной доли прибыли, получаемой государством в виде налога с оборота. В последующем начали учитывать часть прибыли от налога с оборота. В 1972 г. установлена, наконец, единая методика учета доли мелиорации в прибыли от налога с оборота. На ее основе проведен подсчет эффективности освоения земель в Голодной степи на 1/1 1972 г. Чистые окупаемые капиталовложения составили за этот период 745,0 млн. руб. Затраты по эксплуатации межхозяйственных фондов — 23 млн. руб. Прибыль совхозов за этот же период достигла 35 млн. руб. (табл. 16), а доля дохода совхозов в налоге с оборота — 590 млн. руб. Отсюда коэффициент народнохозяйственной эффективности 0,82.

ТАБЛИЦА 16

Результаты хозяйственной деятельности совхозов Голодностепстроя

Год	Всего посева, тыс. га	Площадь посева хлопчатника, тыс. га	Валовой сбор хлопка, тыс. т	Прибыль (+), убыток (—), млн. руб.	Прибыль (+), убыток (—) в хлопководстве, млн. руб.
1961	17,1	13,0	13,9	—1,3	—1,0
1962	34,4	31,0	31,4	—4,0	—3,5
1963	43,4	38,2	54,6	+3,8	+4,6
1964	57,3	46,4	73,6	+3,4	+4,6
1965	67,2	53,5	80,1	+2,2	+4,1
1966	87,7	64,4	102,1	—3,9	—1,4
1967	98,0	75,4	121,2	+0,3	+3,2
1968	111,6	77,4	113,5	—2,4	+1,5
1969	126,2	91,9	145,3	—11,1	—10,0
1970	143,4	109,3	196,4	+20,0	+20,9
1971	162,1	128,3	234,3	+27,8	+28,5
Всего			1166,4	+34,8	+51,5

Таким образом, капиталовложения в Голодную степь в 1972 г. близки к полной окупаемости. Несколько увели-

ченный срок окупаемости объясняется теми недостатками, которые имелись в строительстве и освоении. При правильной организации работ по освоению и строительству эти сроки будут значительно меньше.

Для расчета эффективности на основании технологической модели строительства и освоения Голодной степи в качестве исходных были приняты следующие данные:

очередность и сроки работ по годам в соответствии с таблицей 10;

стоимость капиталовложений на 1 га собственно совхозного строительства — 4200 руб/га и на строительство межхозяйственных объектов — 900 руб/га;

урожайность хлопчатника по годам освоения на уровне передовых хозяйств новой зоны (в первый год 17 ц/га; во второй 18,5; в третий 20 ц/га; далее по 1 ц/га в год прироста урожая);

уровень хлопковости в период освоения 75% от посевов;

прибыли хозяйств не учитывались.

На девятый год после начала строительства, на седьмой год освоения и через три года после сдачи в эксплуатацию затраты полностью окупаются (табл. 17).

В расчете принято, что после сдачи в эксплуатацию достройка объекта совхоза идет за счет фонда развития. Опыт лучших хозяйств Голодностепстроя убедительно свидетельствует об этом.

Так, совхоз «Самарканд» за четыре года своей деятельности (три года по новой системе экономического стимулирования) получил 5,7 млн. руб. прибыли, из которых фонд развития составил 2,2 млн. руб. Это хозяйство на свои деньги наметило построить дополнительные бригадные станы, 5 тыс. м^2 одноэтажных домов и другие объекты.

Если бы достройка совхозов осуществлялась за деньги совхозов, а работы за счет фонда расширения включались в план строительно-монтажных организаций, это позволило бы значительно снизить капиталовложения на освоение земель. Если стоимость производственного строительства по ныне действующим проектам составляет 700 руб/га, то по крайней мере на 150 руб/га стоимость государственных капиталовложений могла бы быть сокращена за счет финансирования их самими хозяйствами.

ТАБЛИЦА 17

Определение эффективности освоения при правильной организации работ и освоения в совхозе площадью 6000 га

Показатели	Годы освоения								
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й
Объем капиталовложений в строительство совхоза с начала строительства, %	9,6	45,8	84,3	92,1	—	—	—	—	—
То же, млн. руб.	2,27	11,56	21,25	23,22	23,22	23,22	23,22	23,22	23,22
Межхозяйственные объекты, приходящиеся на долю совхоза, млн. руб.	—	2,7	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Всего капитальных затрат, млн. руб.	2,27	14,26	26,65	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62
Посевы всего, тыс. га	—	—	1800	3600	5100	5100	5100	5100	5100
в том числе хлопчатника, тыс. га	—	—	1350	2700	3820	3820	3820	3820	3820
Урожайность хлопчатника, ц/га	—	—	17,0	18,5	20,0	21	22	23	24
Валовой сбор хлопчатника, тыс. т за год	—	—	2,3	5,0	7,64	8,04	8,41	8,8	9,15
То же, нарастающим итогом	—	—	2,3	7,5	14,94	22,98	31,39	40,19	49,3
Доля дохода от налога с оборота, приходящегося на сельское хозяйство, млн. руб.	—	—	1,56	4,96	10,2	15,6	21,4	27,6	33,5
Коэффициент народнохозяйственной эффективности	—	—	0,06	0,174	0,35	0,55	0,75	0,97	1,17

9. Принципы управления комплексным строительством

Многообразие видов деятельности, осуществляемой в составе комплекса работ, предъявляет особые требования к их управлению.

От руководства зависит эффективность и быстрота освоения орошаемых земель. А этого можно достигнуть при правильных принципах, лежащих в основе управления, которые соответствовали бы поставленным задачам.

Практика работ в Голодной степи выработала ступенчатую схему управления для орошения и освоения крупных массивов.

Первая ступень — Главное управление, подчиненное непосредственно Министерству мелиорации и водного хозяйства СССР, руководит несколькими комплексными объектами на массивах, расположенных в одном регионе или бассейне. Например, Главсредазирсовхозстрой руководит крупными объектами орошения в районах Средней Азии, Главриссовхозстрой — освоением под рис земель в Казахстане в бассейне р. Сырдарьи и т. д.

Главк непосредственно руководит следующими видами деятельности: проектированием; научными исследованиями и внедрением передовой технологии; аппаратом заказчика (титульные списки, приемка работ и т. д.); комплектацией технологического оборудования; промышленностью строительных материалов; специальными работами (монтажными и пусконаладочными); подготовкой кадров специалистов.

На этой ступени происходит координация с основными работами, как текущими, так и будущими, видов деятельности, имеющих программное значение, и функций, общих для нескольких массивов орошения.

Проектирование должны обязательно выполнять организации, подчиненные Главку, ведущему комплексное освоение массивов. Для Голодной степи такими организациями являются институты Средазгипроводхлопок и Средазгипроцелинстрой. Раньше Средазгипроводхлопок выполнял проектирование только водохозяйственных объектов, а по остальным объектам он был генеральным проектировщиком на основе договоров с институтами других министерств и ведомств. При этом на долю субподрядных институтов приходилось иногда более половины объема проектных работ.

Именно в этот период сложилось значительное отставание в проектировании объектов гражданского строительства в совхозах, которое отразилось и на освоении. Если водохозяйственные проекты выдавались вместе со строительством, то проекты усадеб совхозов отставали на 2 года и долгое время сдерживали темпы промышленно-гражданского строительства.

Такое положение с большим трудом выправилось только после создания специального филиала в институте Средазгипроводхлопок.

Решение проектных вопросов в одном органе позволяет повысить качество проекта с точки зрения его комплексности, достигнуть прогресса в строительстве объектов жилого и производственного назначения. Институт работает, ориентируясь на базу созданной строительной индустрии, имея основную цель — ускорение сроков строительства и освоения.

Успех внедрения новейших технических решений в Голодной степи во многом зависит от содружества между научно-исследовательскими организациями в деле решения научных вопросов, стоящих перед практикой. Так, ГСКБ по ирригации Главсредазирсовхозстроя за несколько лет создало и внедрило в содружестве со строителями и эксплуатационниками такие замечательные машины, как дреноукладчик ЭД-3,0 и каналокопатель КШР, дренопромывочную машину ПДТ-125 и многие другие, по своим показателям превосходящие отечественные и зарубежные образцы.

Формы разработки научных проблем в комплексном строительстве различны. Это могут быть отделы и отделения проектных институтов, опытные станции, лаборатории, конструкторские бюро, а также всевозможные организации по внедрению достижений науки (трест «Оргтехстрой» и «Фирма по внедрению новой техники полива»).

Вторая ступень представляет вновь созданный тип строительно-освоенческой организации. Это территориальные управления по строительству и освоению земель крупных массивов, таких, как Голодная степь, Каршинская степь и др., выполняющие строительство и освоение в кратчайшие сроки и наиболее экономично.

Состав и структура территориального управления меняются в зависимости от объема, этапа работ и других обстоятельств.

В составе территориального управления имеются:

строительные тресты, ведущие строительные работы;

эксплуатационный трест, эксплуатирующий межхозяйственные и внутрихозяйственные специализированные объекты по договорам с соответствующими организациями;

управление освоения на правах треста совхозов, которое силами совхозов осваивает земли и осуществляет сельскохозяйственное производство;

автомобильный трест, выполняющий по графикам централизованные перевозки строительных и других материалов;

трест материально-технического снабжения;

управление рабочего снабжения, обслуживающее население осваиваемых районов.

Основные функции территориальных управлений:

организация работ по строительству и освоению в соответствии с генпланом и сроками намеченных работ в зависимости от эксплуатации сооружений и объектов;

координация и увязка деятельности специализированных трестов в осуществлении планомерного развития отдельных составляющих комплексного строительства без допущения каких бы то ни было разрывов;

освоение массива по мере строительства и достижение проектных показателей по сельскохозяйственному производству;

координация работы транспорта и материально-технического снабжения в соответствии со строительством и освоением.

Третья ступень — тресты и приравненные к ним специализированные организации. Строительные тресты подразделяются на:

ирригационные (по строительству сооружений, каналов и планировке земель);

дренажные (по строительству коллекторно-дренажной сети);

промышленно-гражданские (по строительству промышленно-гражданских объектов в совхозах и поселках).

Основная эксплуатационная деятельность сконцентрирована в эксплуатационном тресте. Исключение составляет обособленно существующее Управление оросительных систем. Сельскохозяйственную деятельность вновь создаваемых совхозов направляют управления освоения.

Внутри трестов также существует специализация, но уже по видам работ. В задачи треста входит:

координация усилий специализированных организаций в направлении ускоренного завершения объектов; увязка работы общестроительных организаций с управлениями механизации, управлениями подсобных предприятий, для безусловного обеспечения ввода объектов в эксплуатацию.

Четвертая ступень — низовые строительные организации. Они могут быть трех видов:

СМУ (строительно-монтажное управление), работающее на постоянных объектах в одном или нескольких населенных пунктах;

ПМК (передвижная механизированная колонна), выполняющая работы на объектах, разбросанных на большой территории, с частой передислокацией участков;

УМР или УМС (управления механизированных работ или управления механизации строительства), которые выполняют механизированные работы по договорам со строительными организациями общего или специализированного характера.

По такому принципу построена структура Главсредазирсовхозстроя, в составе которого 3 территориальных управления: Голодностепстрой, Каршистрой и Каракалпакирсовхозстрой, а также приравненный к ним по функциям трест «Таджикцелинстрой». Каждое из этих управлений проводит орошение и освоение земель определенного массива орошения Средней Азии.

Четырехступенчатая структура Главсредазирсовхозстроя вызывает многочисленные возражения в связи со значительными издержками на содержание огромного административно-управленческого аппарата.

Целесообразность наличия пятой ступени — Главка или четвертой ступени — территориальных управлений возникает только в случае необходимости решения огромных объемов работ в пределах одного бассейна или региона. Если объем Главка превышает 200—300 млн. руб., а территориальных управлений — 90—120 млн. руб., такая структура может быть оправдана. В других случаях их функции должны быть объединены в одной ступени.

Голодностепстрой — одно из территориальных управлений Главка. В его составе по линии строительства 6 строительных трестов: Янгиерводстрой — по водохозяйственному строительству, Дренажстрой — по строительст-

ву дренажа и 4 треста по промышленно-гражданскому строительству. Программа каждого из них от 12 до 28 млн. руб.

Наряду с этим имеется автоуправление, в котором объединены все автобазы, трест производственно-технологической комплектации, имеющий 5 баз и УПТК, а также трест по ремонтно-эксплуатационным работам.

Последний объединяет специализированные управления, занимающиеся:

ремонтом, содержанием и строительством автодорог;

строительством и эксплуатацией средств связи;

эксплуатацией линий электропередачи;

капитальным и текущим ремонтом по договорам с совхозами всех сетей в поселках, канализации, водопровода, дренажа;

промывкой, ремонтом и очисткой закрытого дренажа и коллекторно-дренажной сети, лотковой сети;

озеленением и содержанием лесопосадок.

Вне этого треста находится только эксплуатация межхозяйственной оросительной и коллекторной сети, подчиняющаяся управлению оросительных систем Голодностепстроя, а также мелиоративная инспекция, занимающаяся сбором, обработкой данных, касающихся эксплуатации оросительной и мелиоративной сетей по совхозам.

На примере структуры Главсредазирсовхозстроя можно проследить основные принципы, заложенные в основу организационного построения руководства комплексными работами по орошению и освоению земель. В первую очередь это специализация подразделений во всех ступенях комплексной организации. Переход к принципам специализации осуществлен в Голодной степи в 1963 г. На этой основе усилилась степень механизации и индустриализации работ, что резко увеличило производительность труда в строительстве. С 1956 по 1971 г. выработка на одного рабочего в целом по Голодностепстрою возросла в 4 раза, а в водохозяйственном строительстве только с 1963 г. по 1968 г.— в 2 раза (рис. 15). Наряду с повышением производительности труда специализация способствует улучшению определенных приемов в производстве тех или иных работ, а также повышает ответственность за строительство узкоспециализированных объектов.

Проведение специализации позволяет сгруппировать механизмы в различных трестах по видам, лучше организовать техническое обслуживание, наладить учет в ис-

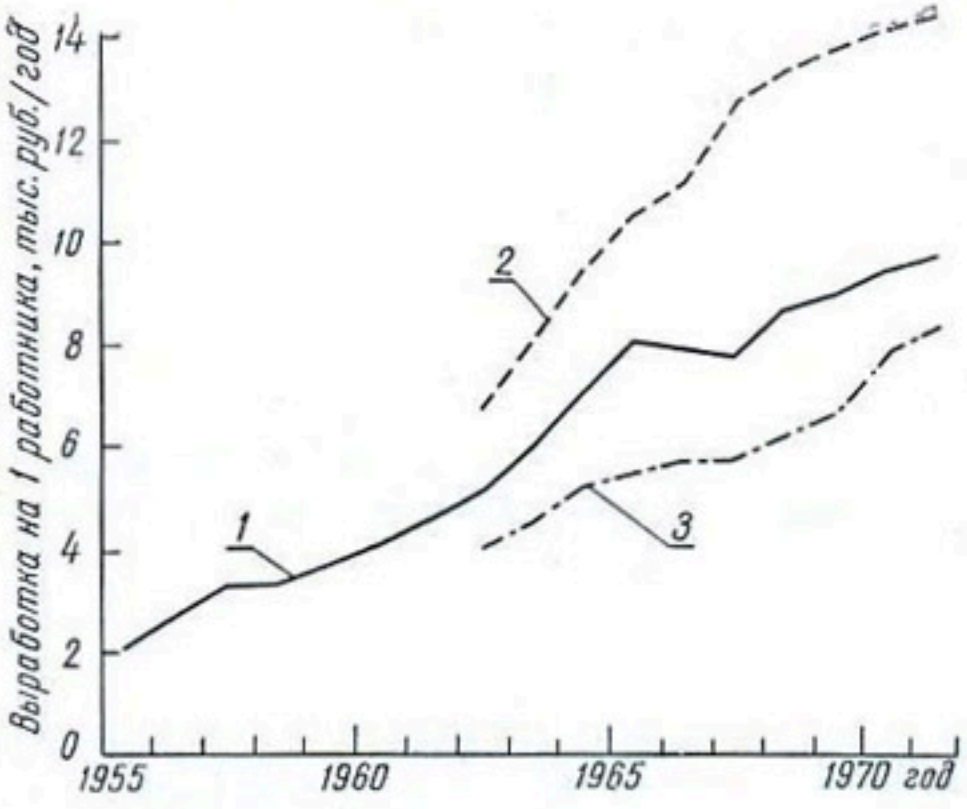


Рис. 15. Рост производительности труда в строительстве Голодностепстроя:

1 — всего; *2* — водохозяйственном; *3* — промышленно-гражданском.

пользовании машин, предотвратить распыление запасных частей и значительно повысить коэффициент использования техники.

Взаимная ответственность всех звеньев на одном уровне, направляемая и контролируемая следующим звеном, является другой особенностью комплексного метода.

На каждой ступени координируются определенные части общего комплекса работ, при этом круг координируемых целей и событий не повторяется, он отличен в первую очередь по составу и виду работ.

В зависимости от необходимости увеличения объемов того или другого вида деятельности структура может быть изменена за счет однотипных единичных организаций на базе уже существующих, при этом каждая организованная единица должна выполнять максимальный объем работ по своему профилю. Например, по мере роста объемов промышленно-гражданского строительства в Голодностепстрое число одноименных трестов было увеличено с двух до четырех. Аналогично этому по мере роста объемов эксплуатационных сантехнических работ вместо одного управления по эксплуатации было создано три и т. д.

Деятельность каждого звена постоянно проверяется и координируется на основе оценки участия в достижении эффективности освоения в общем составе комплекса. Это означает, что деятельность каждой самостоятельной организации, входящей в комплексную систему работ, оценивается по тому, насколько выполняемая работа эффективна, насколько она соответствует своему назначению и требованиям качества, долговечности и другим показателям, проверенным в процессе освоения. Обнаруженные в течение нескольких лет освоения дефекты строительства устраняются самим управлением. При этом иногда в интересах освоения ущемляются интересы той или другой хозяйственной единицы, что возможно только при едином руководстве.

Таким образом, выработанная в Голодной степи структура работ комплексного освоения пустынных земель является целеустремленной и способствует выполнению основной цели, строго управляемой и контролируемой. Такая структура обеспечивает взаимодействие и координацию отдельных звеньев при высокой ответственности за выполнение всего комплекса.

10. Сетевые графики в планировании строительства и управлении им при комплексном методе

Методы сетевого планирования и управления (СПУ) применяют в практике строительства 7—8 лет, а в водохозяйственном строительстве всего 5—6 лет. Голодностепстрой в системе Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР одним из первых разработал основные положения по применению СПУ в водохозяйственном строительстве и внедрил их в практику с 1966 г. Объем работ по сетевым графикам составил в 1971 г. 46 млн. руб.

При совершенствовании системы управления в комплексном водохозяйственном строительстве рассмотрены три вида задач:

составление перспективного генерального плана комплексного орошения и освоения массива;

ежегодное планирование работ по строительству совхозов на основе типовых сетевых моделей;

оперативное управление ходом работ на особо важных объектах строительства.

Современная наука об управлении рассматривает в качестве объекта условно замкнутую систему, находящуюся под влиянием определенных граничных условий внешней системы и двухсторонних связей с нею. Под условно замкнутой системой понимают организационную упорядоченность коллектива людей, объединенных общими целями и оснащенных ресурсами необходимых видов в определенных размерах.

Зависимости внутри системы подразделяют на технологические, организационно-технические и ресурсные.

Технологические зависимости определяют возможность начала последующих работ после окончания работ, непосредственно предшествующих по технологическим условиям.

Организационно-технические зависимости выражают необходимые для решения вопросы финансирования, отвода участка, обеспечения документацией, освобождения площади застройки.

Ресурсные зависимости включают невозобновляемые и возобновляемые (нескладируемые) ресурсы или мощности. В последние входят: численность коллектива, его кадры по специальностям, обеспеченность ИТР; машины и механизмы; растворные, бетонные и асфальтовые заводы; электроэнергия, вода.

Невозобновляемые ресурсы включают материалы, изделия, запасы оборотных средств.

Система уровня руководства и распределения ресурсных зависимостей при описанной на странице 9 структуре управления комплексным строительством распределяется следующим образом (табл. 18).

Поскольку в масштабах массива, осуществляемого единым генеральным подрядчиком (территориальным управлением), наиболее полно замыкается система управления, ибо при установленной структуре подрядчик централизует распределение всех видов возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, следует считать систему строительства и освоения массива условно замкнутой.

Степень замкнутости системы определяется тем, насколько большими правами располагает руководство на данном уровне, особенно правами перераспределения ресурсов, как возобновляемых, так и невозобновляемых.

В нашем случае этими признаками в большей степени характеризуется территориальное управление, имею-

ТАБЛИЦА 18

Распределение уровня руководства различными связями и ресурсами при ступенчатой схеме управления комплексным строительством

Вид связей	Ступень структуры			
	главное управление	территориальное управление	трест	СМУ или ПМК
Технологические (субподрядчики, поставка оборудования)	+	—	—	—
Организационно-технические (финансирование, документация)	+	—	—	—
Ресурсные возобновляемые:				
материалы	—	+	—	—
изделия и конструкции	—	+	—	—
оборотные средства	—	+	—	—
То же, невозобновляемые:				
транспорт	—	+	—	—
строймеханизмы	—	—	+	—
растворные, бетонные и асфальтовые заводы	—	—	+	—
кадры рабочих, ИТР	—	+	—	+

щее возможность маневрировать материалами, механизмами, определенными мощностями и рабочей силой.

Тресты в условиях структуры не являются целиком самостоятельными, так как комплексный ввод земель проводится несколькими трестами (минимум тремя), а роль генерального подрядчика выполняет территориальное управление.

В зависимости от типа решаемой задачи методами СПУ устанавливаются различные ограничивающие условия и различные цели оптимизации.

Так, при решении перспективного планирования комплексного освоения массива и отдельных совхозов граничными условиями являются мощности строительных организаций, наличие и возможность изменения возобновляемых ресурсов, в первую очередь людских, а затем базовых бетонных, растворных и асфальтовых заводов. Ограничения в объеме невозобновляемых ресурсов не делается. Предполагается, что при годовом планировании их полная потребность удовлетворяется и может быть решена в течение короткого периода времени. Изменение же возобновляемых ресурсов происходит довольно медленно и в течение одного года решено быть не может.

Как пример можно привести сетевой график генерального плана строительства, орошения и освоения земель первой очереди Джизакского массива Голодной степи, в котором представлены организационно-технические зависимости в виде утверждения и выдачи проектного задания, отвода земель под трассу канала, открытия финансирования и организации баз строительства в местах сосредоточения бетона. Здесь же представлены и технологические связи.

Насосную станцию № 1 на массиве строят в глубоком котловане (26 м ниже поверхности грунтовых вод). При этом необходимо обеспечить водоотливом снижение грунтовых вод ниже дна котлована, для чего нужно возвести защитные завесы вертикального дренажа вокруг котлована. Принимается технологическая цепь (в обратном порядке): строительство здания насосной станции, отрывка котлована, водоотлив, устройство скважин вертикального дренажа, подводка ЛЭП и дороги к скважинам и котловану. Другая технологическая связь: к моменту начала бетонирования насосной станции возле нее должен быть смонтирован бетонный завод, к объекту следует подать воду и электроэнергию. Далее технологические зависимости прослеживаются на всем протяжении работ первой очереди. Насосная станция № 1, подводящий канал, канал ДМ-1 до совхоза, магистральный коллектор от него, дорога к нему, линия электропередачи должны быть построены одновременно с окончанием водохозяйственных работ. К моменту сдачи земель на площади 5 тыс. га технологически необходимо завершить соответствующее промышленно-гражданское строительство, возведение жилых и культурно-бытовых объектов и т. д.

Ресурсных связей на этом графике нет.

Определяющие задачи оптимизации модели состоят в выполнении директивных сроков ввода земель. Потребные мощности строительных организаций должны быть не выше ожидаемых к началу каждого периода.

Эти зависимости могут быть выражены:

$$T_{\text{факт}} \leqslant T_{\text{дир}}$$

и

$$\sum_{0}^{t} (v_i + \Delta v_i)(n_i + \Delta n_i) T \geqslant W,$$

где $T_{\text{факт}}$ — фактический срок ввода земель в комплексе;

$T_{дир}$ — директивный срок ввода земель в комплексе;
n_i — ресурсы возобновляемые (при одноресурсном расчете — количество рабочих);
Δn_i — возможный прирост возобновляемых ресурсов (при одноресурсном расчете — прирост ожидаемых рабочих);
v_i — выработка на единицу ресурсов различного направления;
Δv_i — прирост выработки на единицу ресурсов;
W — общий объем работ, необходимый для ввода объекта за период T лет (месяцев).

При многоресурсном расчете устанавливается зависимость мощностей строительных организаций в виде статической связи от ряда возобновляемых ресурсов.

На основе установленных технологических связей в Голодностепстрое инженером М. А. Цуриковой при участии автора разработан сетевой график промышленно-гражданского строительства совхоза с расчетом завершения работ в сроки, увязанные с вводом орошаемых земель, при наибольшем сокращении общих сроков строительства и максимальной эффективности капиталовложений.

Технологические зависимости здесь выражаются в обязательном опережении возведения коммуникаций всех видов строительства основных объектов и в пропорциональном вводе земель, жилья, а также всех остальных объектов. Характерной особенностью этого графика является поточное построение сетевой модели. Строить совхоз планируется шестью специализированными потоками: двумя производственными, тремя жилыми и одним культурно-бытовым. Этим достигается сокращение сроков строительства совхоза до 4 лет при минимальном замораживании капиталовложений и равномерной загрузке строительных организаций.

Сетевые графики на программу работ отдельными ПМК и СМУ составляют на календарный год для промышленно-гражданских трестов на основе типовой модели по строительству совхоза. На долю одного СМУ обычно приходится один или два потока из типового графика, поэтому сетевой график имеет поточный характер с выделением специализированных линий: нулевых, монтажных, сантехнических и отделочных работ. При оптимизации такого графика ставится задача максимального достижения загрузки людских ресурсов, механизмов и других

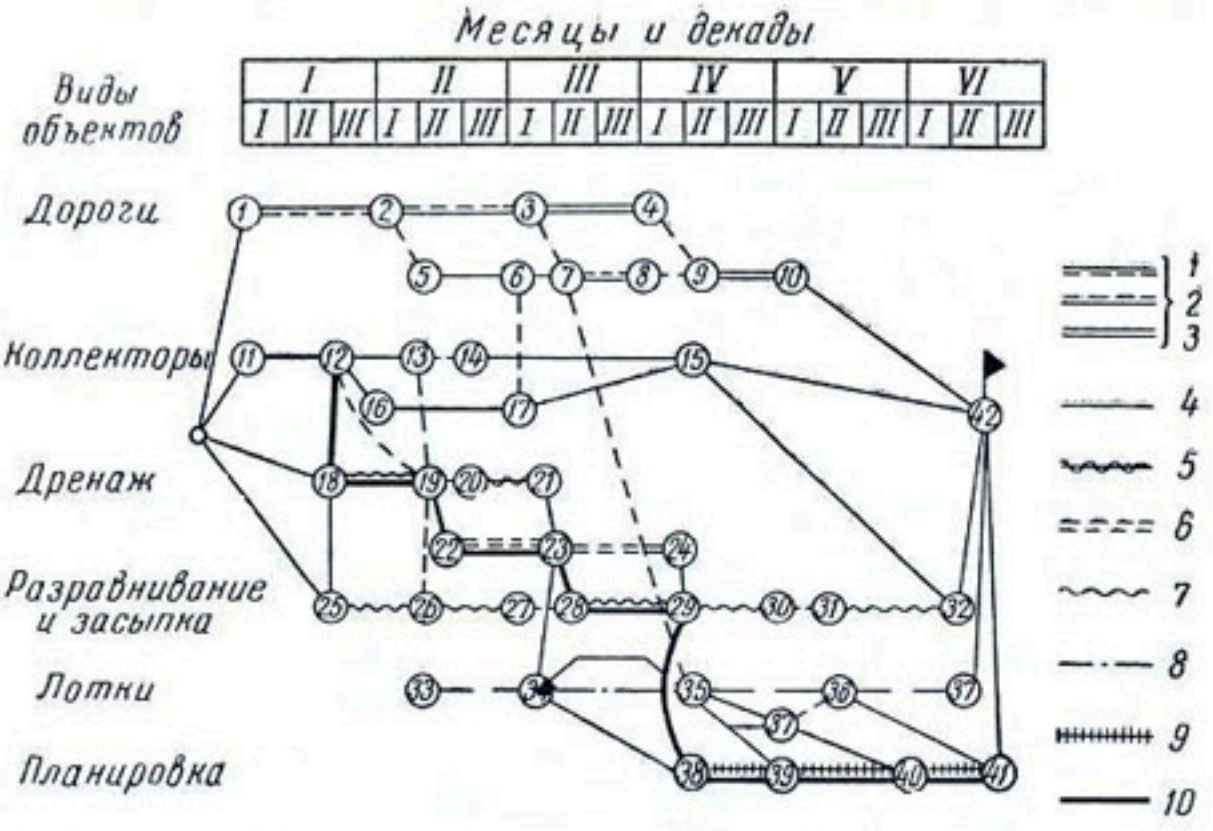


Рис. 16. Сетевой график работ по водохозяйственному строительству на севооборотном массиве площадью 560 га:

1 — земляное полотно дорог; *2* — гравийное основание; *3* — черное покрытие; *4* — выемка коллекторов; *5* — выемка корыта; *6* — укладка дренажа; *7* — засыпка дренажа; *8* — укладка лотков; *9* — планировка; *10* — критический путь.

возобновляемых ресурсов при обязательном вводе в директивные сроки объемов народнохозяйственного плана (объекты класса «А», то есть жилье, школы, детские сады) с допустимым сдвижением сроков ввода остальных объектов (класс «В»).

Примером внедрения СПУ на важных объектах является осуществление постоянного планирования и контроля за ходом работ по вводу орошаемых земель, которое ведется в Голодностепстрое с 1966 г.

В качестве типовой модели принят сетевой график на севооборотный массив площадью 560 га (рис. 16). В этом графике соблюдены определенные технологические связи. Строительство земляного полотна дороги и выемка коллектора опережают начало дренажных работ на массиве (линия 12—18, 13—19). К началу гравирования автодороги должны быть заложены трубы на пересечении ее с коллектором (линия 6—17). Засыпка дренажа и установка лотков должны быть закончены к началу планировочных работ (линия 29—38, 35—38). Севооборотный массив разбит на три захватки, каждая из которых соответствует площади, подвешенной к участковому оросителю, что по-

зволяет соблюдать поточность основных работ на массиве.

В результате оптимизации графика, проведенной на счетной машине «АСОР-Ритм», получен срок проведения работ на массиве 160 рабочих дней при ритмичной работе 10 бульдозеров, экскаваторов с общей емкостью ковшей 4 м^3 и 19 скреперов. Сроки строительства сокращены против директивных на 3 месяца.

Сетевые графики последних двух типов, будучи подкреплены соответствующим набором нормативов, могут быть использованы для годового, квартального и декадно-суточного планирования основных видов ресурсов: затрат труда по специальностям, материалов, конструкций и всех плановых показателей. Для этого на все виды работ и объектов нужны нормативы трудоемкости, затрат механизмов и материалов на основе СНиП или производственных норм.

Глава III

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В НОВОЙ ЗОНЕ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Потери воды в существующих ирригационных системах (от головных водозаборов до борозды) составляют обычно около 50% количества воды, забираемого в голове системы. По данным А. А. Рачинского (1956), потери в различных звеньях составляют на Вахшской оросительной системе 43%, Кировской 58%, Мургабской 48%, Хорезмской 54%.

Капитальные мероприятия по борьбе с потерями воды на ирригационных системах нашей страны проводились крайне слабо.

Особое значение борьба с потерями воды имеет для аллювиальных современных долин типа Голодной степи.

Одна из основных задач технического совершенствования оросительной системы Южного Голодностепского канала — повышение коэффициента полезного действия за счет применения антифильтрационных мероприятий и совершенствования техники полива. Но до 1958 г. ирригационная практика не располагала достаточным опытом в устройстве антифильтрационных одежд. В связи с этим проектировщики и строители Голодной степи вынуждены были из многочисленных рекомендуемых способов повышения к. п. д. отдельных звеньев сети выбирать в процессе строительства и технологически отрабатывать наиболее приемлемые.

В Голодной степи проделана большая работа по совершенствованию системы орошения, которая велась в направлении широкого применения антифильтрационных мероприятий во всех звеньях оросительной сети и новых методов техники полива.

Оценку эффективности производственных мероприятий следует проводить на основе того, отвечает ли данная конструкция ряду требований, выработанных практикой: снижению потерь воды; длительности сохранения антифильтрационных свойств во времени (долговечности); снижению эксплуатационных расходов на очистку от сорняков и заиления; максимальной индустриализации процесса строительства; экономичности.

Для различных типов и сечений каналов нужно выбирать и рекомендовать определенные виды антифильтрационных мероприятий.

Антифильтрационные мероприятия в зависимости от их пропускной способности сгруппированы для двух видов каналов с расходами $<1{,}5$ м^3/с и $>1{,}5$ м^3/с. Для первых по земляным каналам выполняют покрытия из различных материалов, для вторых переходят к новым конструкциям — лоткам, трубопроводам и т. д.

ТАБЛИЦА 19

Протяженность построенной в Голодной степи ирригационной сети до 1972 г.

Каналы	Протяженность, км	%
Межхозяйственные и межотделенческие	715,98	100,0
В земляном русле	185,82*	26,0
Бетонированные монолитной облицовкой	264,46	37,0
В том числе:		
однослойной	252,26	35,3
двухслойной	12,20	1,7
Облицованные плитами	47,90	6,5
Облицованные по пленке плитами	132,6	18,5
Каналы в лотках	85,2	12,0
Внутрихозяйственные	3721,8	100,0
Земляные с пленочным экраном	20,0	0,53
В лотках	3224,8	86,8
Напорные трубопроводы	477,0	12,67
В том числе:		
самонапорная сеть	452,0	12,0
напорная сеть	25,0	0,67

* Облицовке подлежит 70,32 км.

Выполненные объемы работ (табл. 19) и эксплуатационные показатели системы орошения позволяют оценить эффективность проведенных антифильтрационных мероприятий.

1. Антифильтрационные покрытия земляных каналов

В Голодной степи с 1957 г. ведутся работы по созданию надежных антифильтрационных покрытий на каналах. При этом вначале делались попытки применения в основном дешевых антифильтрационных мероприятий

(ударное уплотнение грунтов ненарушенной структуры и создание экранов из бентонитовых глин).

Ударное уплотнение грунтов ненарушенной структуры. Изучение метода ударного уплотнения грунтов ненарушенной структуры в нашей стране начато в 1940 г., затем развито АЗНИИГиМ и ГрузНИИГиМ в 1950 г. Работы С. Г. Хлебникова, Г. М. Ломизе, Т. Г. Дадаева и других в Грузии, Азербайджане и на некоторых опытных водоемах в Курской области показали, что в связных грунтах ненарушенной структуры ударным уплотнением иногда удавалось достичь снижения коэффициента фильтрации в 30—100 раз, причем потери воды уменьшались в 2—3 раза. Срок долговечности экрана при этом различными авторами оценивался от 2 до 5 лет.

В 1957 г. Голодностепстрой и САНИИРИ провели опытные испытания ударного уплотнения грунтов ненарушенной структуры на Южном Голодностепском канале.

Ударное уплотнение проводили вальцовыми и цилиндрическими трамбовками, подвешенными к драглайнам. Уплотнение происходило за счет энергии удара свободного падения трамбовки, поднимаемой на крюке экскаватора. Число ударов по одному следу колебалось от 3 до 9 в зависимости от величины ударного импульса при уплотнении.

Выработка за смену экскаватором составила от 200 до 600 м^2, а стоимость работ в ценах 1969 г. 0,15—0,20 руб. на 1 м^2. Уплотняли грунты с объемным весом скелета от 1,3 до 1,6 т/м^3 с пористостью от 33 до 53%. Первоначальное уплотнение достигнуто на глубину 1,6 м, эффективное — на глубину 1,2 м.

К недостаткам этого метода при производстве работ следует отнести низкую работоспособность на уплотнении экскаваторов, которые не приспособлены к резким ударным нагрузкам, в результате чего быстро изнашивались детали. Кроме того, эффективное уплотнение происходило только при очень ограниченном диапазоне влажности (22—25%), которую в производственных масштабах трудно создать (при меньшей влажности на поверхности образуется слой разрыхленного грунта).

Опыты, проведенные автором * в 1959 и 1960 гг., пока-

* В. А. Духовный. Вопросы глубокого уплотнения грунтов ненарушенной структуры в условиях Голодной степи. Сб. «Материалы по производительным силам Узбекистана», вып. 15, АН УзССР, 1960.

зали, что уже через год экран полностью разуплотняется на глубину до 40 см из-за набухания, упругих деформаций грунта, а также под действием капиллярных сил и морозного пучения.

В результате срок службы экранов из уплотненного грунта ненарушенной структуры может быть не более 2—3 лет.

Если принять за основу применявшуюся методику уплотнения экскаваторами, выработка за год на 1 экскаватор составит 100—140 тыс. м² или 10 п. км канала на расход 5—6 м³/с. При общей длине таких каналов 1000 км в Голодной степи и периодичности профилактического уплотнения раз в два года на этих работах должно быть занято 50 экскаваторов. Если же учесть, что уплотнять эксплуатируемые каналы можно только в период, когда они свободны от воды, то время производства работ сократится до 4—5 месяцев, а потребность в экскаваторах возрастет до 120—150. Следует добавить, что уплотнение не исключает ежегодных затрат на очистку от зарастания. Отсюда ясна неприемлемость данного метода для Голодной степи.

Бентонитовые экраны. Впервые для борьбы с фильтрацией экраны из бентонитовых глин применили в США. По американским данным, смесь грунта с бентонитовой глиной (в количестве 5—25% по весу) в виде слоя 8—10 см по периметру канала снижает потери воды в 10 раз.

В. Ф. Брусенцев, И. П. Айдаров (МГМИ) в 1958—1959 гг. проводили опыты на территории совхоза «Дружба» по созданию бентонитовых экранов. Авторы рекомендовали устройство экранов из уплотненной смеси грунта с бентонитовыми глинами (5—25% по весу). На трассе опытного канала был выполнен погребенный бентонитовый экран с защитным слоем 10—15 см. В течение 3—4 суток канал заполняли водой, затем делали перерыв на 10—15 суток.

Величина потерь при этом снизилась в 3—5 раз. Стоимость 1 м² экрана была 30—40 коп.

Но эти каналы не были внедрены из-за их подверженности размывам, зарастанию, разуплотнению и необходимости очистки.

Следует отметить, что слой бентонита в 2,5 см дает почти полную водонепроницаемость. Если бы удалось прикрыть бентонитовый экран дешевым покрытием, которое сопротивлялось бы размыву, препятствовало механи-

ческим повреждениям и прорастанию канала, то получилось бы дешевое покрытие, обладающее исключительными фильтрационными свойствами.

Такие опыты намечено провести в колхозах Джизакского района на сильнофильтрующих галечниковых грунтах в сочетании бентонита с покрытием из силикатобетонных плит.

Экраны из полимерных пленочных материалов. За последние годы в практике мирового орошения большое распространение получили пленочные покрытия каналов и водоемов.

С 1958 г. в Голодной степи ВНИИГиМ (В. В. Пославский, В. Э. Новиковский, В. В. Сокольская) проводил опыты по применению полимерных пленочных материалов в качестве антифильтрационных экранов.

В том же году в совхозе «Дружба» построен опытный канал длиной 800 м с экраном из полиэтилена и полихлорвинила толщиной 0,06—0,08 мм и полиамида толщиной 0,07 мм. Строительство канала вели траншейным способом, пленку укладывали в траншею, вырытую по трассе будущего канала скреперами или бульдозерами, затем засыпали траншею и устраивали канал каналокопателями.

Вскрытие через 5 лет показало, что полиамидная и полихлорвиниловая пленки потеряли свою эластичность, полиэтиленовая же сохранилась удовлетворительно. Однако все пленки были повреждены растительностью.

В 1960 г. в Таджикской части Голодной степи построили канал (ТМ-1) с покрытием пленкой по всему периметру и последующей присыпкой грунтом для создания защитного слоя толщиной 30 см.

В 1962 г. опыт по устройству каналов с экраном из полиэтиленовой пленки перенесли в производственные условия на земли совхоза № 17. Здесь в течение двух лет по траншейной схеме построены каналы длиной 19,2 км. Замеры, проведенные на них в период первой вегетации, не обнаружили потерь на фильтрацию, однако во второй год и особенно в третий потери возросли до 5%, а затем до 16%. Обследование каналов, проведенное нами через 6 лет после начала строительства, показало, что они в значительной степени заросли сорняками, причем тростник пробивал пленку. Кроме того, были повреждения при очистке каналов от наносов экскаваторами, а также от подмыва и разрушения скотом.

Наша промышленность пока не выпускает необходимых механизмов для очистки каналов от зарастания и заиления, что ограничивает срок службы такого покрытия тремя — пятью годами. Это намного меньше срока службы самой пленки. ВНИИГиМ совместно с МИСИ имени Куйбышева, исследуя физические свойства пластических материалов, определили минимальный срок службы полиэтиленовых пленок в 9,5 лет. В настоящее время есть участки каналов, на которых пленка находится под землей 14 лет, причем сохранность полиэтиленовой стабилизированной пленки вполне удовлетворительна.

Относительная неудача с внедрением пластических экранов в Голодной степи до некоторой степени вызвана применением их в отрыве от проектных режимов каналов. Больше всего пленки повреждаются механическими воздействиями, реже растительностью и грызунами. Ниже постоянного горизонта воды нарушений обычно нет. В связи с этим для применения полиэтиленовых экранов следует проектировать каналы, в которых часть сечения, находящаяся ниже минимального горизонта воды, облицована пленкой, а выше — бетонной облицовкой или другим покрытием, предохраняющим от возможных деформаций. Такая конструкция предложена В. В. Пославским.

Бетонные облицовки. В Советском Союзе ирригационные каналы монолитным и сборным бетоном начали облицовывать в середине XX в. в Закавказье (Армении, Азербайджане, Грузии), а также в Узбекистане (Дальверзинские, Самгорские каналы и др.).

В Голодной степи накоплен большой опыт по бетонным монолитным и сборным облицовкам. Из всех каналов старшего порядка бетонированные составляют 55,7%.

Бетонные облицовки делятся на сборные и монолитные, однослойные и двухслойные, с подготовкой и без подготовки, на армированные и неармированные. Сборные облицовки бывают из плит малоармированных, из плит, сделанных на стане Козлова, и из плоских плит нормального армирования. Конструкции применяемых бетонных облицовок показаны на рисунке 17.

В таблице 20 приведены показатели снижения потерь в каналах, облицованных бетоном.

В каналах, большинство которых облицовано в 1958—1966 гг., снижение потерь было от 2,7 до 12 раз. Монолитные облицовки толщиной 10 см снижают потери на фильтрацию в 3—4 раза и более.

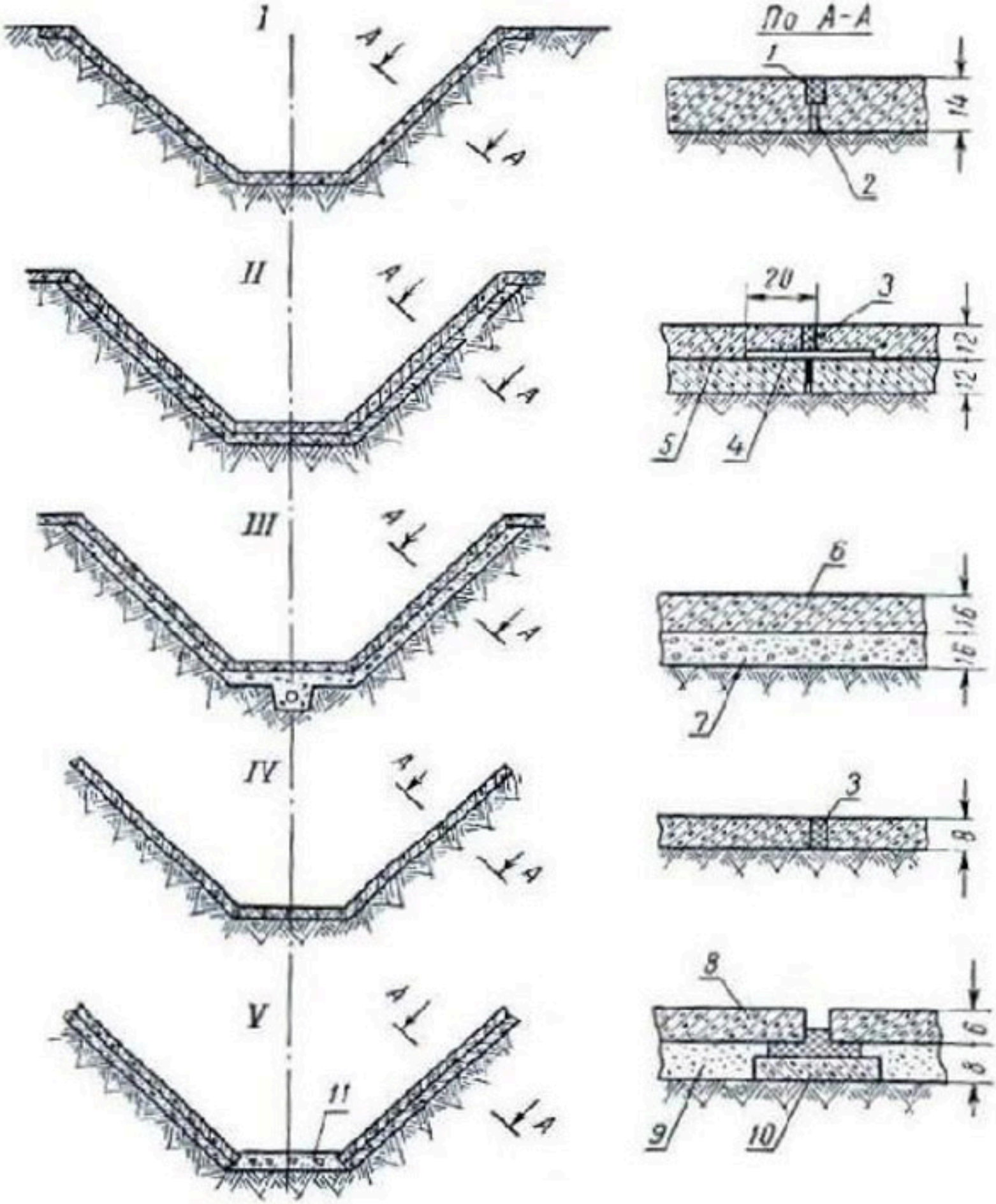


Рис. 17. Конструкции облицовки каналов в Голодной степи (размеры в см):

I — однослойная монолитная; *II* — двухслойная монолитная; *III* — армированная по подготовке; *IV* — сборная из плит; *V* — туркменский тип; *1* — битумная мастика; *2* — доска, пропитанная битумом; *3* — мастика из минизола; *4* — полиэтиленовая пленка; *5* — изоляция горячим битумом; *6* — армированный бетон; *7* — подготовка из гравийно-песчаной смеси; *8* — плиты; *9* — замытый грунт; *10* — балочка; *11* — монолитный бетон.

ТАБЛИЦА 20

Снижение потерь в каналах, облицованных бетоном

Каналы	Толщина, см	Вид облицовки	Потери на 1 км, м³/с		Снижение потерь, раз	Потери на 1 м² сечения, л/с
			до облицовки	после облицовки		
ЮГК (ПК-1035—1177)	16	По подготовке армированная	0,170	0,065	2,8	0,00335
Центральная ветка	24	Двухслойная по подготовке неармированная	0,156	0,022	7,1	0,002
Кургантепинская ветка (КТВ)	20	Двухслойная	0,118	0,025	4,7	0,0027
М-2	12	Однослойная	0,12	0,028	4,3	0,0037
ЮР-17 (ПК-104÷116)	12	»	0,08	0,006	12	0,0012
ЮР-16	10	»	0,10	0,012	8	0,0021
ПР-3	10	»	0,06*	0,02	3	0,0046
ПР-4	10	»	0,064*	0,016	3,6	0,0024
ПР-6	10	»	0,066	0,018	4,1	0,0028
ЛР-5	10	»	0,056*	0,021	2,7	0,0029
ЮР-18 (ПК-10÷92)	10	»	0,082	0,025	3,5	0,0037
КТР-3-1	10	»	0,041	0,012	3,35	0,0026

* Получены расчетным путем по формуле Райнина.

Дальнейшего снижения потерь воды можно достигнуть за счет механизации работ и новой технологии.

Голодностепстроем была механизирована зачистка откосов каналов с помощью переоборудованных экскаваторов поперечного черпания ЭМ-201 (рис. 18). Схема работы при этом следующая: первоначально до замочки канала одноковшовые экскаваторы делали выемку с недобором по дну и по откосам слоя 20—25 см; затем бульдозеры продольными ходами выбирали дно до проектных отметок, а экскаваторы ЭМ-201, установленные с двух сторон на бровке канала, зачищали за несколько проходов откосы (рис. 19).

В результате такой механизации на каналах с расходом более 10 м³/с резко сократились затраты труда и повысилось качество подготовки, исключающее образование пазух. Затраты труда на 1 м канала снизились в 12 раз. Указанный метод подготовки основания под об-

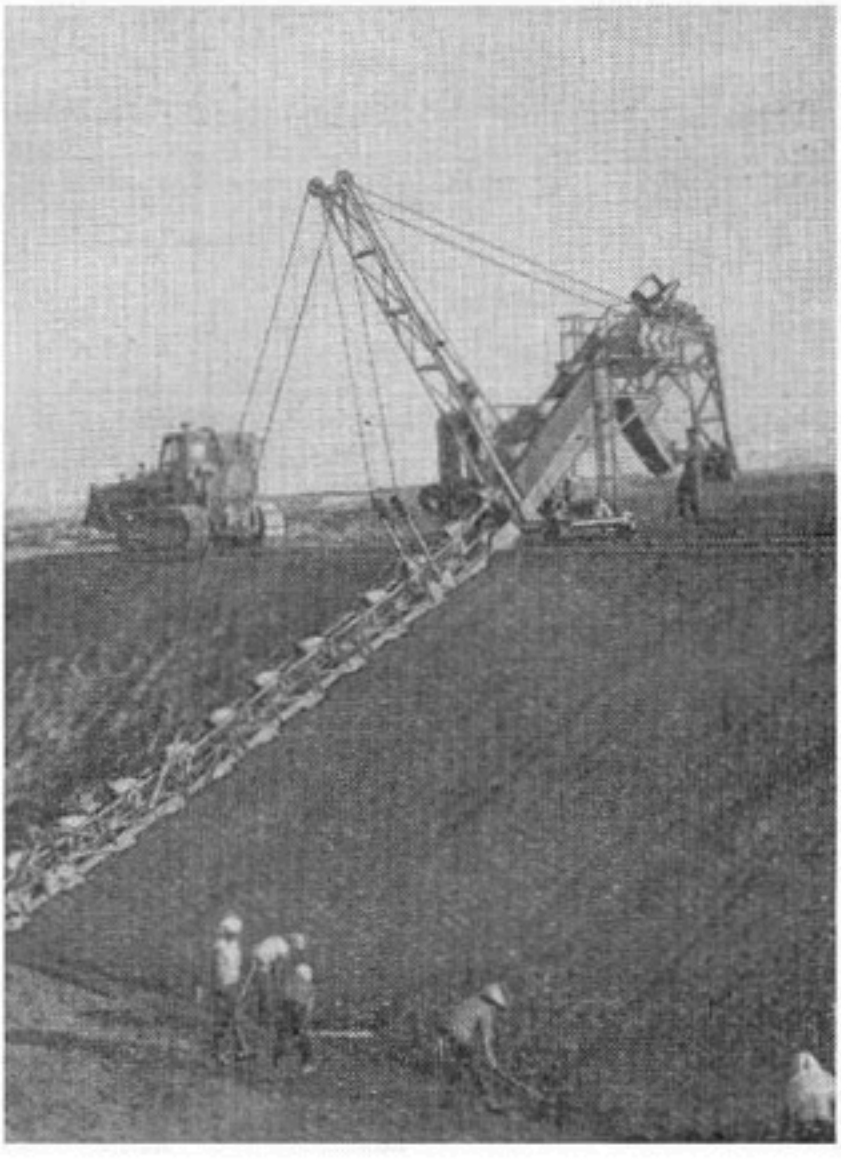


Рис. 18. Зачистка откосов канала под облицовку сборными плитами экскаватором ЭМ-21.

лицовку применяется в основном при укладке сборных плит. С 1967 г. в Голодной степи внедрялись два комплекта бетоноукладочных машин для облицовки каналов. Первый из них для каналов с глубиной до 4 м (Д-582, Д-580, Д-651) изготавливался Андижанским заводом Ирмаш в виде опытного образца, проходившего в Голодной степи государственные испытания. Второй, изготавливаемый Брянским заводом ирригационного машиностроения комплект машин (Д-654, Д-655, Д-656) представлял серийный комплект. Оба комплекта машин состоят из трех отдельных механизмов: для зачистки откосов и дна канала; для укладки, распределения, уплотнения и отделки бетонной поверхности с устройством швов. Комплектом машин для каналов глубиной 4 м за один проход обрабатывается половина сечения канала, а для каналов с глубиной 3 м — все сечение.

Механизмы для зачистки откосов и укладки швов работают хорошо в обоих комплектах машин. На бетоноукладчиках при удовлетворительном распределении и укладке бетонной смеси не удалось добиться необходимого качества затирки поверхностей и приходится дополнительно использовать ручной труд. Несмотря на это, применение бетоноукладочных машин позволяет резко сократить затраты труда на устройство монолитной облицовки. Так, для облицовки с толщиной в 14 см затраты труда при ручной укладке составили 5,7 чел.-ч, а при укладке комплектом машин — 1,5 чел.-ч на 1 м^3. Наряду с этим применение бетоноукладочных машин, имеющих мощные вибраторы, значительно улучшает плотность бетона, а следовательно, и водонепроницаемость облицовки.

Проведенное институтом Средазгипроводхлопок в 1968—1970 гг. определение фильтрации в системе ЮГК

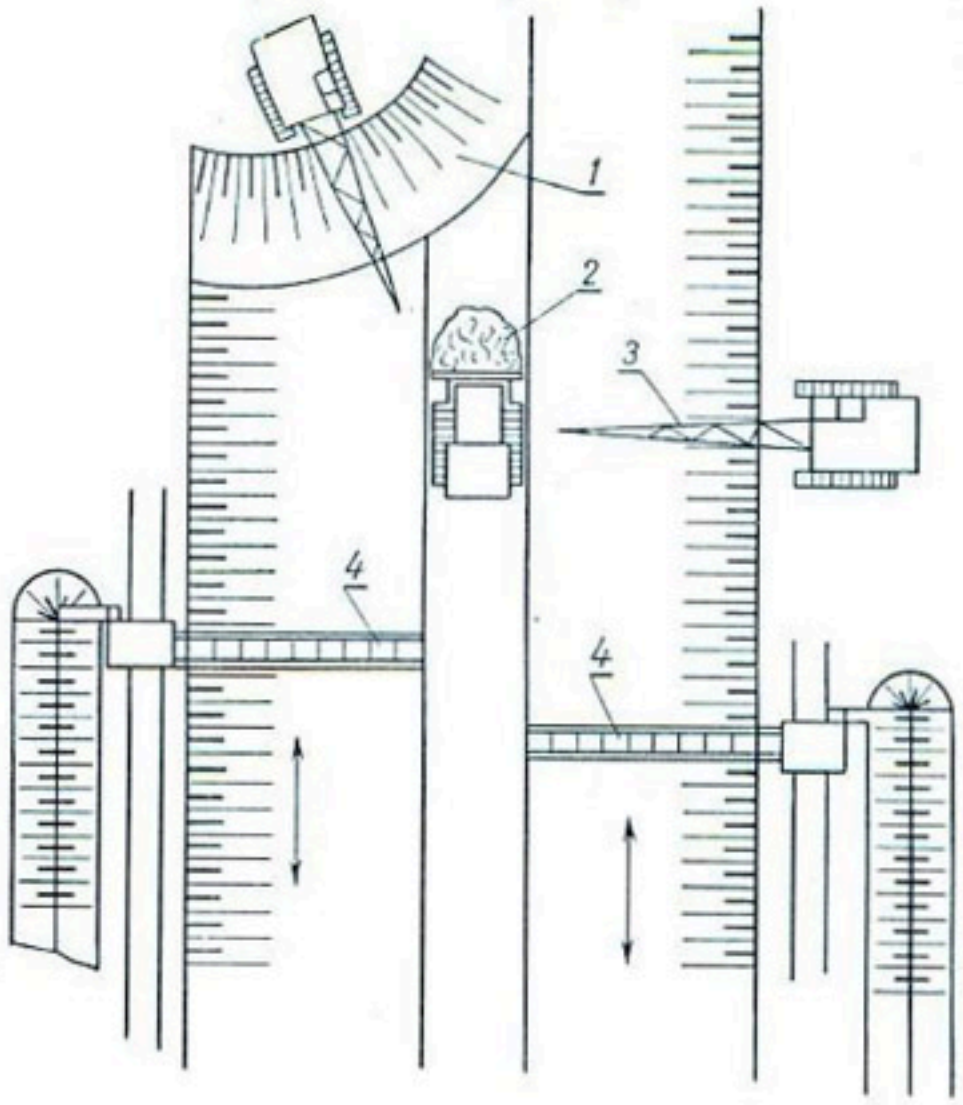


Рис. 19. Схема производства работ по подготовке каналов под облицовку с помощью машины ЭМ-201 на Левой ветке ЮГК:
1 — устройство выемки экскаватором; *2* — зачистка дна бульдозером; *3* — грубая очистка откоса экскаватором Э-352; *4* — зачистка откосов экскаватором ЭМ-201 с двух сторон.

методом отсеков показало более эффективное снижение потерь на каналах, облицованных по новой технологии.

В соответствии с этими исследованиями осредненные показатели коэффициентов фильтрации каналов оказались следующими (м/с): в земляных руслах в выемке — $3 \cdot 10^{-4}$; то же, в насыпи — $0{,}9 \cdot 10^{-4}$; в монолитной облицовке при толщине ее 10—12 см — от $3{,}2 \cdot 10^{-6}$ до $1{,}2 \cdot 10^{-5}$; в сборной облицовке (без пленки) — $1{,}9 \cdot 10^{-5}$.

Если принять каналы в насыпи земляного русла за единицу, то монолитная облицовка снижает потери в 7,5—25 раз, а сборная облицовка — в 4,5 раза.

К недостаткам монолитных облицовок относится малая податливость покрытия деформации основания. Поэтому, когда замочкой не устранены все просадочные явления в грунте, что практически сделать почти невозможно, незначительные осадки, развивающиеся в течение длительного времени, приводят к образованию трещин и необходимости капитального ремонта облицовки.

Характерен пример облицовки каналов ЮР-23 и Правой ветки, где, несмотря на замочку, в процессе эксплуатации появились значительные трещины в бетоне. При таких разрушениях материал облицовки нельзя использовать для последующего ремонта конструкций, так как потрескавшиеся и просевшие участки бетона приходится вырубать и заполнять свежим бетоном.

Применение сборных железобетонных плит толщиной 8 см позволило резко повысить темпы облицовочных работ. Затраты труда на 1 м^2 такой облицовки в 1,5 раза меньше, чем монолитной.

При изготовлении облицовочных плит в заводских условиях повышается плотность, морозостойкость и водонепроницаемость бетона по сравнению с монолитным бетоном. Однако вследствие увеличения числа и удельной протяженности стыков и неудовлетворительной заделки их водонепроницаемость сборной облицовки недостаточна. В большинстве таких каналов потери снижаются всего в 1,5—2 раза по сравнению с земляными. Исключение составляет канал ЮР-17, в среднем течении которого потери снизились в 8 раз.

В сборных облицовках в первые годы водонепроницаемые стыки получались на мастике, которую приготавливали в горячем состоянии с битумом и шлаковатой (35% от общего веса состава). Но все битумные мастики

легко пробиваются растениями и стареют, находясь под переменным действием воды и солнца.

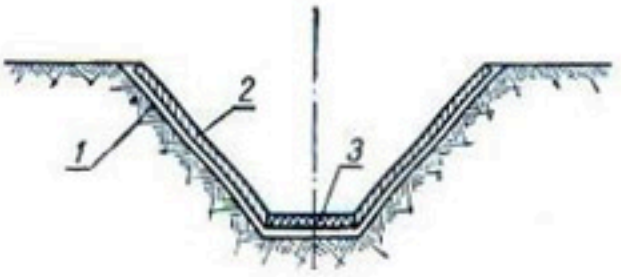


Рис. 20. Комбинированная облицовка каналов:

1 — полиэтиленовая пленка; *2* — сборные железобетонные плиты; *3* — монолитный бетон.

Другое решение стыков сборных плит было проверено В. А. Духовным в Туркмении на Правобережном канале Теджженского оазиса. Для обеспечения герметичного шва под стык укладывали железобетонную балочку, а по ней прокладку из упругого материала, обжимаемую весом опирающихся на нее плит. При этом потери воды снижались в 10—15 раз, однако стоимость 1 м² облицовки составляла 6,4 руб. Этому виду не присущи отрицательные свойства монолитных облицовок (разрушение при просадках, значительные затраты на ремонт, низкое качество проработки бетона при укладке), но значительная трудоемкость их выполнения (0,35 чел.-дн. на 1 м²) и высокая стоимость работ препятствуют широкому внедрению этой конструкции.

Комбинированная облицовка. Анализ недостатков пленочных экранов показал, что они вызваны наличием защитного земляного слоя над пленкой. Действительно, при отсутствии слоя земли на экранах, растения, пробивающие пленку, не могли бы развиваться. Следовательно, отпадает необходимость в очистке каналов.

С другой стороны, нужно как-то защитить пленку от солнечных лучей и механических повреждений. Возникла идея создания конструкции облицовки, в которой были бы объединены положительные свойства полимерных материалов и железобетонных сборных облицовок. Автор* и В. А. Ковалев предложили так называемое комбинированное антифильтрационное покрытие, в котором для водонепроницаемости служат полиэтиленовые стабилизированные пленки, а защитным слоем, предохраняющим их от повреждений при работе канала, — железобетонные плиты (рис. 20).

Предложенная конструкция была испытана в вегетацию 1966 г. на канале ЮР-24 (участок длиной 1500 м)

---

* В. А. Духовный. Комбинированное антикоррозийное покрытие каналов. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1968.

и на канале ЮР-25—9 (участок 800 м). Замеры потерь на участках этих каналов показали полную водонепроницаемость облицовки: грунт под плитами оставался абсолютно сухим. Двухлетние наблюдения за комбинированной облицовкой проводили в основном на канале ЮР-18—1, который проложен в насыпи, достигающей 3,5 м. Строительство канала вели после длительной его замочки. Строители отработали технологию укладки однорядной облицовки, которая предохранила пленку от повреждений.

При однорядной облицовке на спланированное основание канала свободно расстилают полотнище пленки (без натяжки). Затем под швы вдоль канала и поперек укладывают полосы из толя, рубероида или пергамента. Перед монтажом плиты на шов плашмя укладывают деревянный брус (10×5 м). Плиту сначала опирают ребром на брус и затем плавно опускают на откос, а освободившийся брус переносят на следующую позицию. Затем дно враспор бетонируют монолитным бетоном.

При двух- и трехрядной облицовке технология отличается тем, что пленку приходится укладывать сварными швами поперек канала, так как в противном случае при натяжении в процессе деформации она разорвется по швам. После укладки плит швы замоноличивают цементным раствором.

В процессе двухлетней эксплуатации канала было установлено, что осадка грунта достигла 24 мм, причем никаких нарушений в комбинированной облицовке не произошло. На монолитном участке того же канала при осадке 5 см бетон во многих местах лопнул.

Проведенные экспедицией Средазгипроводхлопок замеры потерь в четырех отсеках канала объемным способом показали почти полное отсутствие потерь на фильтрацию (табл. 21).

На основании наблюдений экспедиция сделала заключение, что противофильтрационный эффект испытанной облицовки весьма высок, превосходит показатели прочих типов облицовок. Было принято решение широко применить указанную конструкцию для облицовки каналов в Голодной степи на расход более 1,5 м^3/с.

Комбинированная облицовка, кроме абсолютной водонепроницаемости, отличается минимальными затратами ручного труда: на 1 м^2 затрачивается всего 0,027 чел.-дн. При осадке основания водонепроницаемость облицовки

ТАБЛИЦА 21

Данные полевых опытов по определению потерь воды на фильтрацию на канале ЮР-18-1

Отсеки	Длина отсека, м	Средняя глубина воды отсека, м	Средняя ширина по зеркалу, м	Средняя ширина по дну, м	Сработка горизонта, см			Объем фильтрационных потерь за время в м³ на 1 п. м канала	Потери на фильтрацию в м³/с на 1 п. м канала
					общая	в том числе			
						на испарение	на фильтрацию		
№ 1	188	0,87	4,60	1,98	4,1	2,0	2,1	0,096	$5{,}2 \cdot 10^{-7}$
№ 2	841	1,24	4,92	1,10	3,1	1,9	1,2	0,0585	$3{,}37 \cdot 10^{-7}$
№ 3	688	1,12	4,84	1,50	4,4	2,5	1,9	0,0906	$3{,}4 \cdot 10^{-7}$
№ 4	265	1,18	4,34	1,06	4,9	2,5	2,4	0,103	$3{,}86 \cdot 10^{-7}$

не нарушается, так как пленка свободно деформируется вместе с основанием.

В связи с тем что плиты служат неограниченный срок (более 100 лет), в случае выхода из строя пленки последнюю можно заменить за небольшую стоимость без замены плит. Стоимость капитального ремонта 1 м² такой облицовки составляет 0,8 руб., а требуется он не чаще одного раза в 15—20 лет.

В комбинированной облицовке пленка выполняет роль изоляции бетонных плит от агрессивной среды.

Сульфатная агрессия грунтов по отношению к монолитному бетону значительно ускоряет разрушение облицовки. Обследование, проведенное на каналах Голодной степи, показывает, что трещины облицовки меньше образуются на тех участках, где выполнена подготовка из гравийно-песчаной смеси.

Устройство такой подготовки лучше, чем прокладка пленки, но дороже.

Эффективность различных облицовок в Голодной степи. Для оценки эффективности различных облицовок, выполняемых в Голодной степи, следует определить размер эксплуатационных затрат, необходимых для поддержания каналов в рабочем состоянии.

Силами УОС Голодностепстроя были обследованы межхозяйственные каналы, облицованные различными видами бетонных покрытий. Результаты обследования, а также многолетняя практика позволили сделать ряд выводов.

Рис. 21. Канал, экранированный пленкой под слоем грунта, через 6 лет после сдачи в эксплуатацию.

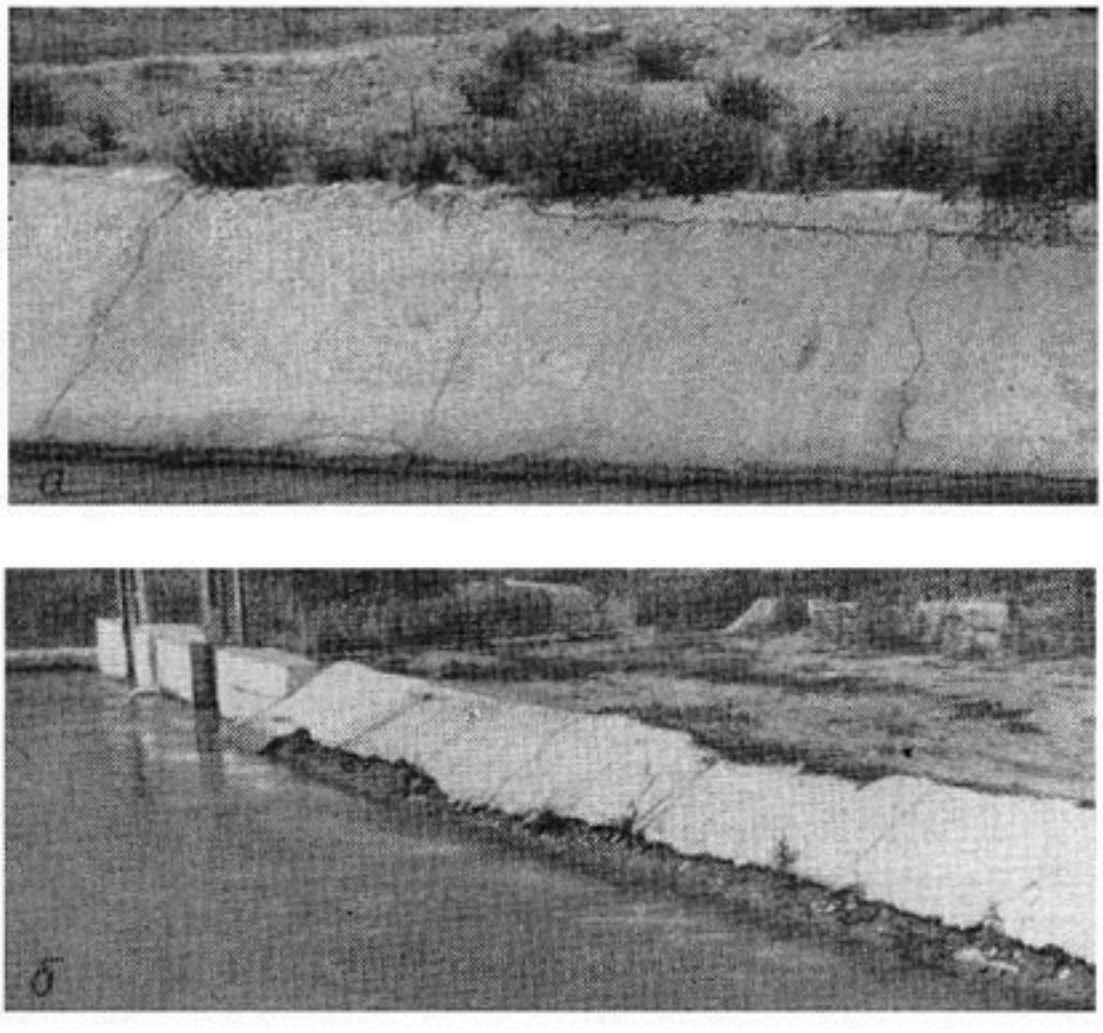


Рис. 22. Деформации монолитных облицовок каналов:
а — поперечные и продольные трещины; *б* — осадка и сползание в нижней части облицовки.

Каналы, облицованные всеми видами бетонных покрытий, не зарастают и не заиливаются. Они почти не требуют затрат на очистку от растительности и ила, за исключением окашивания берм и наружных откосов дамб.

Каналы с экранами из уплотненного грунта, бентонитовых глин и погребенными экранами из пленки зарастают сорняками и заиливаются (рис. 21), поэтому требуют ежегодной очистки.

Каналы, облицованные двухслойным армированным покрытием по гравийному основанию, за 10 лет эксплуатации почти не претерпели деформации (на них нет трещин).

Однослойные бетонные облицовки на некоторых участках имели поперечные трещины, особенно если длина откоса превышала 5 м. При этом почти повсеместно продольная трещина распространялась на $^1/_3$ длины откоса (рис. 22). При большей длине откоса (6—12 м) возникала еще продольная трещина по максимальному горизонту воды. Аналогичные данные получены В. А. Олехновичем при обследовании бетонных облицовок на Украине. В некоторых местах битумные швы пробивались камышом.

ТАБЛИЦА 22

Эксплуатационные затраты на 1 м² различных видов антифильтрационных покрытий каналов

Вид покрытий	Стоимость строительных работ на 1 м² покрытия	Снижение потерь воды, раз	Срок службы, лет	Стоимость эксплуатационных затрат, руб/м²
Ударное уплотнение	0,20	2— 3	1,5	0,38
Бентонитовые экраны	0,40	3— 5	2,5	0,38
Экраны из пленки	2,13	10—20	10	0,43
Облицовка сборная из плит (8 см)	5,70	2	100	0,15
Облицовка монолитная бетонная однослойная (12 см)	4,04	3— 4	25	0,19
То же, двухслойная (20 см)	6,56	6— 7	50	0,14
То же, с помощью бетоноукладчика (14—16 см)	5,42	10—15	50	0,12
Комбинированная облицовка вибропрокатными плитами по пленке (6,5 см)	4,88	20—30	100	0,11
То же (4,5 см)	3,60	20—30	100	0,09
Туркменская облицовка (плиты по балочкам с замывом за плитами)	7,40	10	100	0,10

В сборных облицовках плиты не разрушались, однако швы, повсеместно проросшие растительностью, требовали систематического ремонта.

Существенно влияет на размер эксплуатационных затрат срок службы облицовок. Срок службы экранов из уплотненного грунта, пленочных экранов и экранов из бентонитовых глин взят на основе данных наблюдений, приведенных выше (табл. 22). Для однослойной монолитной облицовки, выполняемой вручную, срок службы принимают 25 лет, для двухслойной — 50 лет. Продолжительность службы всех сборных облицовок принимается в 100 лет. Считают, что плиты в комбинированных облицовках следует менять через 100, а пленку — через 20 лет.

Наиболее эффективны по снижению потерь и размеру эксплуатационных затрат комбинированная облицовка плитами по пленке, монолитная облицовка толщиной 16 см, уложенная бетоноукладочными машинами, затем двухслойная облицовка из монолитного бетона толщиной 20 см.

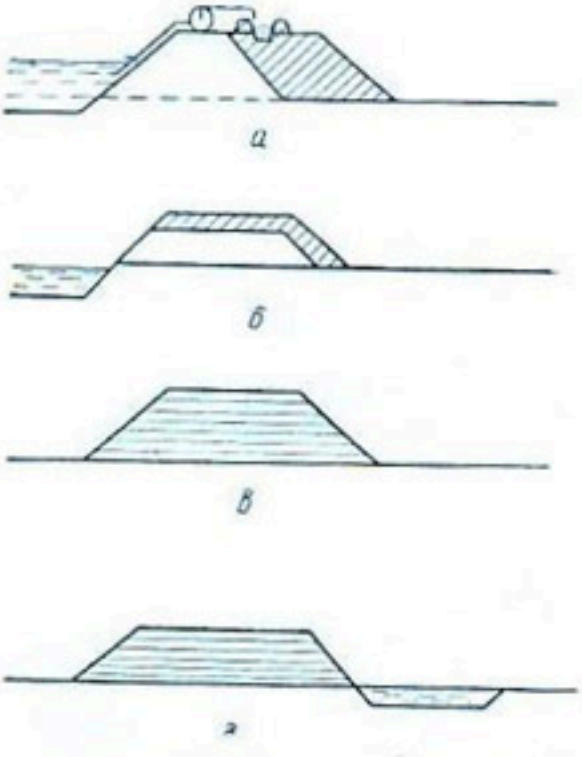


Рис. 23. Схема производства работ по устройству дамб каналов:

а — уширение дамб бульдозером с последующей замочкой; *б* — отсыпка грунта из-под воды в дамбу экскаватором с засыпкой бульдозерами слоем 20—30 см; *в* — отсыпка дамб скреперами естественной влажности весной и осенью с уплотнением; *г* — отсыпка дамб скреперами из грунта, замоченного в резерве, с уплотнением.

Особенности технологии устройства земляных каналов. Важнейшее условие долговечности одежд земляных каналов—правильное возведение насыпи. При строительстве каналов трудно обеспечить качественное возведение дамб в условиях пустыни, где нет воды для поливки дамб для укатки. Считается, что воду должны доставлять водовозы. Для поливки каждой 1000 м^3 грунта водой, привезенной на расстояние 10 км, необходима дневная работа шести водовозов емкостью 5 м^3. Таким образом, на каждый скрепер требуется 2 водовоза. Такие трудности впервые

обнаружились при строительстве Южного Голодностепского канала.

Тогда на ЮГК применили следующие методы (рис. 23): 1) устройство уширенных дамб бульдозерами с замочкой в процессе пропуска воды по выемке канала и подачей воды насосами, в результате чего дамбы уплотнены до 1,5 кг/см^3; 2) отсыпка в дамбы мокрого грунта, вынимаемого ниже горизонта воды с укладкой экскаваторами.

Второй метод, предложенный автором и инженером А. З. Псахья, был применен на участке ЮГК от пикета 68 до 94 и дал плотность дамб 1,62—1,68 кг/см^3. При этом методе необходимо немедленно присыпать сухим грунтом дамбы, уложенные мокрым способом, для уменьшения испарения с их поверхности и предотвращения растрескивания.

В последнее время при строительстве земляных каналов применяют уплотнение грунта естественной влажности в весенне-зимний период, когда грунт увлажнен осадками.

Устройство земляных каналов на естественной влаге наиболее экономично, однако оно требует резкого сосредоточения работ этого вида на коротком протяжении времени (2—3 месяца), что создает неравномерность в работе строительных организаций. Второе место по стоимости занимает метод замочки в резерве, который применяют при возможности подачи воды по выемке канала. Самые неэкономичные методы—отсыпка грунта бульдозерами с замочкой насосами и укладка мокрого грунта из выемки экскаваторами (табл. 23).

Специфическим вопросом строительства земляных каналов является необходимость их замочки до облицовки.

Институт Средазгипроводхлопок предусматривает в проекте замочку

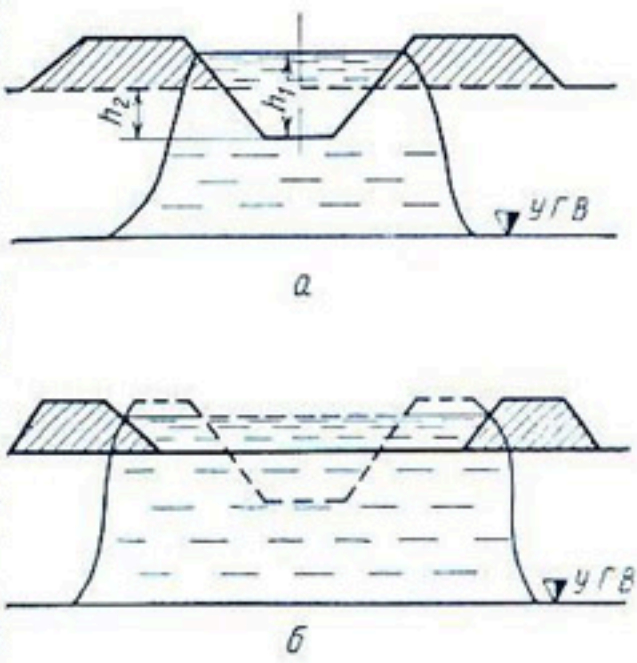


Рис. 24. Схема замочки каналов:

а — в проектном русле; *б* — выемки под канал; h_1 — глубина воды; h_2 — глубина выемки канала.

ТАБЛИЦА 23

Сравнительная стоимость различных методов устройства дамб в условиях полупустыни

Показатели	Методы устройства дамб				
	отсыпка бульдозерами с замочкой насосами	отсыпка мокрого грунта из выемки канала экскаваторами	отсыпка влажного грунта осенью и весной скреперами	отсыпка грунта скреперами с замочкой в резерве	отсыпка грунта скреперами с подвозом воды
Объем земляных работ на 1 м³ профильной насыпи, м³	3	1,2	1,0	1	1
В том числе:					
экскаваторами, м³	—	1	—	—	—
бульдозерами, м³	3	0,2	—	—	—
скреперами, м³	—	—	1,0	1	1
Подача воды для замочки, м³	2—3	—	—	2—3	0,3
Стоимость земляных работ, руб.	0,25	0,54	0,24	0,24	0,24
Стоимость замочки, руб.	0,2—0,3	—	—	0,10—0,15	0,11
Общая стоимость руб.	0,45÷0,55	0,54	0,24	0,34—0,40	0,35

каналов в течение 2—3 месяцев подпором горизонтов до проектных. При этом рекомендуется замачивать не вырытое сечение канала, а его трассу с тем, чтобы не уменьшать величину бытового давления по трассе замочки (рис. 24).

Наблюдения за осадкой реперов в процессе замочки в течение 3 месяцев показали, что абсолютная величина их не превышала 5 см. Несмотря на такую небольшую осадку, после первого года эксплуатации облицованного канала появились трещины в бетоне нижней части откоса почти по всей его длине, что свидетельствовало о продолжении осадочных явлений.

К. А. Васькович (Центральная строительная лаборатория Голодностепстроя) провел детальные наблюдения за осадкой в процессе замочки на типичных лессовидных слоистых суглинках Голодной степи. Полученные результаты показали, что величина просадок в первые 3 месяца составила 12,2 см, а за последующие 3 года — 15,8 см. Такое медленное развитие деформаций объясняется постепенным вымыванием солей из грунта и вызванным им

нарушением цементационных связей. Особенно медленно вымываются сульфаты натрия и магния, а также гипса. На том же опытном участке левой центральной ветки канала К. А. Васькович установил, что за 4 года содержание гипса уменьшилось только на 29%.

На медленное развитие деформаций в Голодной степи существенное влияние оказывает слоистость грунтов, которая затормаживает фильтрацию воды к грунтовым водам и сдерживает смыкание с ними. И. П. Мочалов отмечает, что в грунтах Голодной степи скорость горизонтальной фильтрации в некоторых случаях в 5 раз больше вертикальной, вследствие чего при замочке вода больше растекается в стороны, чем вниз.

Исходя из этого, проектный режим замочки принят только там, где уровень грунтовых вод не глубже 5—8 м от поверхности. В остальных случаях воду подают в течение целого сезона, а иногда и двух по необлицованным каналам, в результате чего достигается замочка одновременно с подачей воды на орошение. После окончания вегетационных поливов воду из каналов выпускают и выполняют облицовку. Такой метод имеет определенные неудобства, связанные с необходимостью производства работ в период дождей, заморозков, бездорожья, однако гарантирует отсутствие деформаций облицовки в будущем.

2. Лотковые каналы в Голодной степи

Лотковые каналы начали применять в практике орошения в последние 30 лет (Марокко, Тунис, Франция и Италия).

С 1957 г. их внедрение началось и у нас в стране, сначала в Армении и Грузии, а несколько позже и в Молдавии.

В Голодной степи производство, монтаж и эксплуатация лотков начаты с 1960 г. после пуска Беговатского завода железобетонных изделий. С этого времени применение лотков получило широкое развитие и по своим масштабам, по-видимому, является самым массовым в стране. Использование лотковых каналов, несмотря на отсутствие отечественного опыта, в значительной степени позволило ускорить технический прогресс в ирригации.

Двенадцатилетний опыт применения лотков в Голодной степи (орошение на площади почти 200 тыс. га) поз-

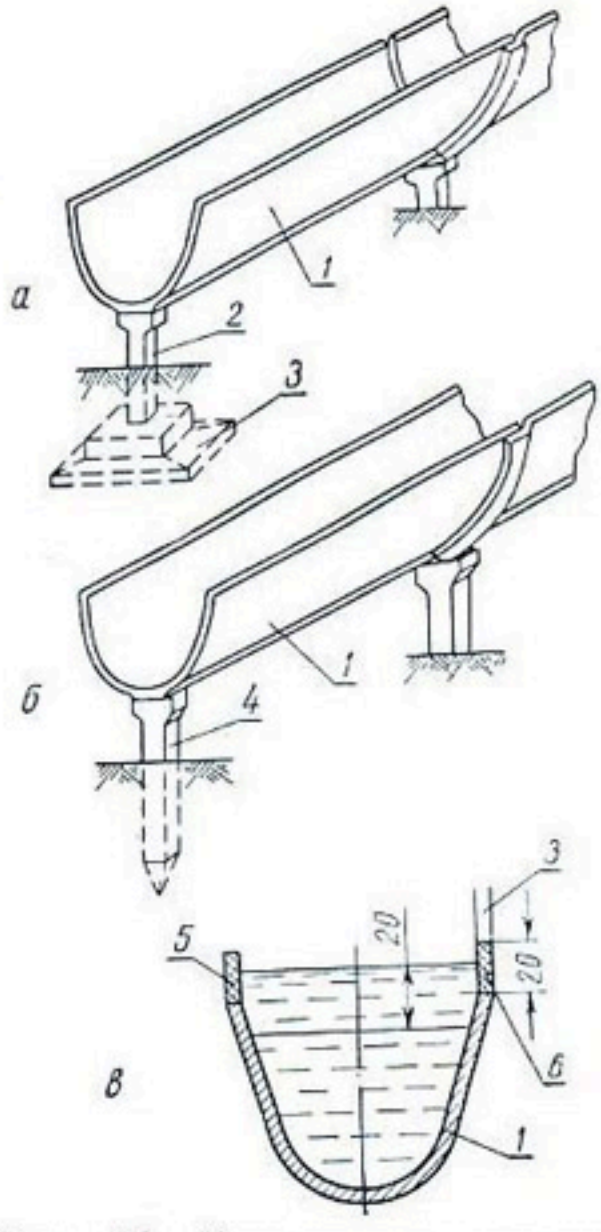


Рис. 25. Конструкция лотковых каналов:

а — на стоечных опорах; *б* — на свайных опорах; *в* — наращивание лотков; *1* — лоток; *2* — стойка; *3* — фундамент; *4* — свая; *5* — армоцементная плита; *6* — эпоксидный состав.

воляет с достаточной обоснованностью сделать выводы о их долговечности и надежности.

Конструкция лотковых каналов. Лотковые оросительные каналы (рис. 25) — индустриально сооружаемые оросители, выполненные из элементов заводского изготовления. Лотковые каналы состоят из собственно водопроводящего лотка и опорной части.

Лоток — тонкостенный железобетонный элемент, поперечное сечение которого очерчено по различным кривым: параболе, эллипсу (в Голодной степи принято параболическое сечение с параметром квадратичной параболы 0,2 и 0,35). Толщина в днище (шелыге), равная 6,5 см, постепенно уменьшается кверху до 5,5 см. Лотки выпускают различной высоты при длине 6 и 8 м с арматурой в продольном и поперечном направлении по расчету.

Опоры лотковых каналов выполняют в виде стоек, закрепленных в фундаментах стаканного типа, либо свай, либо опорных плит (при укладке в земле). Расчет опор ведут на нагрузки от веса лотка, воды и боковое давление ветра.

Технология изготовления лотков. Основной поставщик железобетонных лотков для Голодной степи — Беговатский завод железобетонных изделий. Завод освоил выпуск ненапряженных лотков высотой 40, 80 и 100 см конструкции Гипроводхоза по поточно-агрегатной технологии изготовления, включающей следующие этапы: под-

готовку форм, изготовление и укладку армокаркаса; установку форм на виброплощадку, формование лотка, перемещение его на площадку для термообработки, распалубку, транспортировку на склад готовой продукции и выдерживание лотков.

На Беговатском заводе проведена большая работа по подбору заполнителей бетона. Инертные материалы готовят из гравийно-песчаной смеси, промываемой и рассортировываемой на заводе.

Для изготовления лотков применяют песок крупностью от 0,14 до 5 мм и гравий крупностью от 5 до 20 мм. Высокое качество инертных материалов предотвратило разрушение лотков.

Наиболее важно для лотковых конструкций соблюдение режима термообработки.

В. В. Шугаев (НИИЖБ) рекомендует для лотков следующий режим: подъем температуры в течение часа до 35—40° С, затем выдерживание изделий в течение 1,5—2 ч с дальнейшим подъемом температуры в течение 40 мин до расчетной. Изотермический процесс должен продолжаться в течение 5—7 ч с постепенным последующим снижением температуры не более 30° в час во избежание появления усадочных и температурных трещин.

В летнее время температура воздуха достигает 30—40°С. При этой температуре выдерживание бетона в течение 2—4 ч способствует приобретению достаточной структурной прочности, способной в дальнейшем воспринимать напряжения расширения в процессе последующего увеличения температур.

Небольшие отклонения от этого режима приводят к заметному ухудшению качества лотков.

Температурный режим пропарки оказывает существенное влияние на равномерность прочности и водонепроницаемости лотков. Наблюдения ВНИИГиМ (В. К. Синяков, В. В. Жеглов, Н. С. Гурова) совместно с Голодностепстроем установили при помощи ультразвукового прибора «Бетон-3М», что при термообработке лотков с открытой горловиной вследствие больших температурных перепадов и направленного испарения в дне лотка образуется ослабленная зона, прочность и водонепроницаемость которой в 1,5—2 раза ниже, чем у бортов. Такие же данные приводят Н. В. Кашпур, А. Г. Шлаен, В. М. Ханаев, Н. М. Стоянов по наблюдениям за термо-

обработкой на Джанкойском заводе железобетонных изделий. Этот недостаток можно ликвидировать установкой на горловине формы термокрышки.

Один из серьезных дефектов при изготовлении лотков возникает из-за несоблюдения достаточного защитного слоя бетона. Особенно опасно, если сетка приближена к внутренней поверхности лотка в нижней трети сечения, где вследствие повышенных скоростей, а также основного объема влекомых наносов бетон быстро истирается и оголяет арматуру. На Беговатском заводе на сетку устанавливали 30—50 штук бетонных плашек, но они не обеспечивали правильного положения арматурного каркаса в форме. Значительно лучше кольцевые бетонные фиксаторы, применяемые на Джанкойском заводе железобетонных изделий, которые обеспечивают центральное положение арматуры в сечении. Если на лотках, изготовленных в Голодной степи, коррозия арматуры составляла 24%, то в Северном Крыму на лотках, изготовленных с применением кольцевых фиксаторов и эксплуатируемых 4—5 лет, оголения арматуры не наблюдалось.

В первые годы изготовления лотков обнаружились и другие дефекты, которые теперь устранены. К ним относится:

утечка цементного молока в нижней части формы, вследствие чего создавалась ноздреватая поверхность бортов лотков (устранено заменой одиночных шарниров в формах на сплошной шарнир вдоль нижней кромки лотка);

отрыв бетона от лотка вследствие прилипания к форме (применение петролатумно-соляровой смазки резко улучшило съем лотков и избавило от необходимости чистки форм);

недостаточная жесткость форм, из-за чего увеличивался объем бетона, а также наблюдалось несовпадение посадочных мест лотков (исправлено за счет увеличения толщины листа с 4 до 8 мм и устройства посадочных мест форм методом штамповки).

Дальнейшая отработка технологии изготовления лотков будет способствовать увеличению надежности конструкций.

Транспортировка лотков. Длинномерные тяжеловесные лотки требуют для перевозки специальных приспособлений и контейнеров, обеспечивающих их целостность в процессе транспортировки. В Голодной степи лотки пе-

ревозят в основном автомобильным транспортом, хотя некоторую часть Беговатский завод отгружает вагонами.

По железной дороге лотки перевозят на специально оборудованных платформах в контейнерах, разработанных Государственным конструкторским бюро по ирригации с участием Беговатского завода. В этих контейнерах лотки транспортируют наклоненными к оси движения. До внедрения такой конструкции многолетние опыты по перевозке в горизонтальном положении с применением всевозможных растяжек и опор приводили к значительному (до 25%) бою лотков из-за динамических нагрузок при толчках маневрового состава, спуске с горки, торможении и т. д. В наклонном положении нагрузки воспринимаются лотком за счет разложения действующих динамических сил на составляющие: вдоль него и перпендикулярно ему, причем первая сила намного превышает вторую, представляющую опасность для прочности, и передается на жесткие опоры контейнера.

В 1968 г. ВНИИГиМ совместно с Голодностепстроем провел исследования напряжений, возникающих в лотках при перевозке в нерабочем положении. Напряжения замеряли при помощи тензометрической аппаратуры.

В результате испытаний было обнаружено, что на любых участках пути независимо от скорости автомашины напряжения, возникающие в лотках, меньше разрушающих. Однако при езде поперек пахоты напряжения резко возрастают. Поэтому подъездные пути в условиях бездорожья следует обязательно грейдеровать.

Монтаж лотковых каналов. Лотковые оросительные каналы выполняют на свайных и стоечных опорах. При стоечных опорах процесс работ состоит из устройства котлована, установки фундамента, монтажа стойки, омоноличивания ее в фундаменте и установки лотка на опору (рис. 26).

При свайном основании весь процесс строительства лотков состоит из двух операций: забивки свай и монтажа раструбных лотков с одновременной заделкой стыков.

При строительстве на непросадочных грунтах котлован под опоры отрывают экскаваторами Э-153, Э-221 или Э-302 на резиновом ходу с недобором слоя 5—8 см. Затем вручную котлован зачищают до проектной отметки.

При строительстве на просадочных грунтах для предупреждение просадок основание под опоры лотков

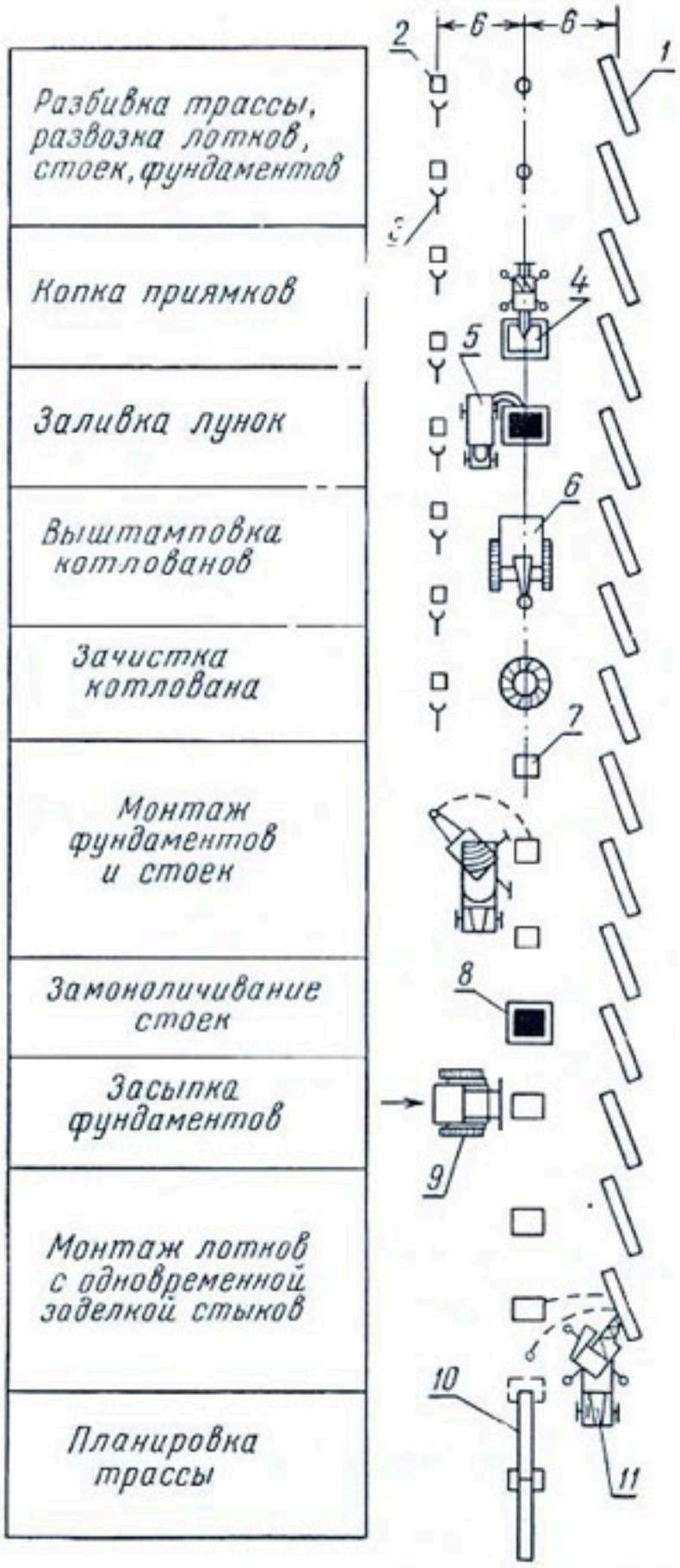


Рис. 26. Технологическая схема монтажа лотковых каналов на стоечных опорах:

1 — завезенные на трассу лотки; *2* — фундаменты; *3* — стойки; *4* — экскаватор Э-153; *5* — водовоз; *6* — выштамповщик на экскаваторе Э-10011; *7* — смонтированные фундаменты и стойки; *8* — замоноличивание стойки в стакане; *9* — бульдозер на засыпке; *10* — смонтированный лотковый канал; *11* — кран АК-7,5.

выштамповывают ударным уплотнением «до отказа». Для этого бульдозерами на тракторе «Беларусь» снимают растительный слой глубиной 20—30 см на площади, превышающей размеры котлована на 20—25 см в каждую сторону. Затем в образовавшуюся лунку заливают воду, доводя влажность уплотняемого слоя до оптимальной (16—21%).

Количество воды Q, необходимое для увлажнения, определяют по формуле:

$$Q = 1{,}2\,(W - W_e)\,\frac{\delta}{100}\,h_y\,F,$$

где W — оптимальная весовая влажность, %;
W_e — естественная весовая влажность, %;
δ — объемный вес скелета грунта до уплотнения, т/м³;
h_y — глубина уплотнения, м;
F — площадь лунки, м².

После увлажнения уплотнение обычно ведут на вторые — четвертые сутки. Ударным способом можно довести плотность грунтов на глубине 1,6—2 м до 1,65—1,7 т/м³.

Уплотнение проводят чугунными или железобетонными трамбовками (круглыми в плане весом в 3—5 т), подвешенными к экскаваторам Э-652, Э-10011, Э-1252. Вес трамбовки не должен превышать 40% грузоподъемности экскаватора. Через верхний блок стрелы трамбовка запасовывается к подъемному тросу экскаватора. Уплотнение достигается за счет энергии свободного падения трамбовки с высоты 4—5 м. Количество ударов по одному месту определяют для каждого участка опытным путем. Для этого строят опытную кривую зависимости изменения объемного веса скелета от числа ударов.

После достижения проектной плотности вручную срезают разрыхленный слой грунта в котловане и подсыпают слой гравия толщиной 5—10 см в качестве подготовки под фундаментный блок. Затем проводят монтаж фундаментных стаканов краном грузоподъемностью 2,5—3 т, а за ним монтируют стойки, закрепляемые временно в фундаменте клиньями до замоноличивания их бетоном.

При монтаже стоек и фундаментов очень важна тщательность соблюдения осей в плане и высотных отметок. Для этого по теодолиту провешивают мерную проволоку,

фиксирующую ось лотка, а отметки выставляют по нивелиру.

Допустимые отклонения: в плане±10 мм, по вертикали±15 мм. Отклонения по вертикали не должны приводить к изменению уклона более чем на 20%.

После того как монолитный бетон достигнет 50% прочности, опоры лотка засыпают бульдозерами на тракторе Т-74, Т-75.

Завершаются работы монтажом лотков. Лотки завозят и раскладывают вдоль трассы на расстоянии 6—7 м в нерабочем положении. С помощью трехроликовой траверсы-кантователя лотки переворачивают в рабочее положение, а затем укладывают на опору-стойку. При этом на гладкий конец лотка натягивают гидроизоляционную прокладку — пороизоловый шнур, который при монтаже прижимается лотком к раструбу.

Монтаж лотков высотой 0,4; 0,6 и 0,8 м может выполнять кран грузоподъемностью 3,5—5 т, лотков 1 м — 7 т, лотков 1,2 м и более — 10 т.

При монтаже лотков на свайных опорах лотки глубиной 0,4; 0,6 и 0,8 м устанавливают на одну сваю, а лотки глубиной 1 м и более — на две рядом стоящие сваи. В зависимости от характеристики грунтов длина свай может быть от 4 до 14 м.

Перед забивкой свай проводят грубую планировку трассы и развозят сваи.

Сваи забивают сваебойными агрегатами на тракторе Т-100 (С-870 или С-878) либо дизель-молотами с копровыми установками на экскаваторах Э-652, Э-10011. Процесс забивки свай состоит из следующих операций: прикрепление свай тросом к дизель-молоту; подъем дизель-молота со сваей; установка свай и копра в вертикальное положение; забивка свай до проектной отметки.

Вертикальность свай проверяют отвесом, а отметки — нивелиром (с точностью 10 мм).

На глубину до 4 м сваи забивают ударами молота при высоте его подъема 20—30 см. В плотных грунтах рекомендуется пробуривать пионерные скважины диаметром 73—100 мм на глубину, которая на 100 см меньше, чем проектная глубина забивки.

Лотки на сваях монтируют так же, как и на опорах.

Обеспечение проектных расходов воды в лотках. Пропускная способность лотков зависит от соблюдения проектных уклонов и шероховатости.

Соответствие фактических уклонов дна лотка проектным достигается за счет контроля в процессе строительства и выполнения обязательной нивелировки по каждому лотку при сдаче объекта в эксплуатацию.

Для поддержания проектных уклонов во время эксплуатации необходимо провести послеосадочный ремонт лотков, а в дальнейшем систематически перебирать их, то есть поднимать до необходимых отметок в случае осадок. Наблюдения показывают, что процесс осадки стоечных опор длится 1—2 года. Затраты на послеосадочный ремонт составляют примерно 20% стоимости монтажа лотков (без стоимости материалов).

Послеосадочный ремонт следует включать в сметы строительства и выполнять его квалифицированно силами строительных организаций. В дальнейшем поддерживать проектные уклоны лотков должны эксплуатационные организации.

Причинами нарушений уклонов лотковых линий в процессе эксплуатации могут быть их повреждения тракторами или другими механизмами и осадка опор вследствие затопления водой со стороны поля или перелива через лотки по недосмотру поливальщиков. По данным обследования, проведенного эксплуатационной службой Голодностепстроя, ежегодно требуется перебирать без замены конструкций до 3,5% лотков. Эту работу при небольшом объеме выполняют сами совхозы, а при большом — специальные ремонтно-строительные управления по договорам с совхозами.

Наблюдения за осадками опор лотков, установленных на выштампованном основании, показывают сравнительно равномерный характер деформации. Попытки устройства лотковых каналов без выштамповки выявили значительные деформации, отличающиеся большой неравномерностью (от 6 до 22 см). В совхозе № 6 такой ороситель по прошествии года пришлось полностью перебрать.

Строительство лотковой сети на массивах с глубоким залеганием грунтовых вод и повышенными просадочными свойствами показало, что, несмотря на выштамповку основания, опоры дают осадку до 20 см (лотки ЮР-18—1—3, ЮР-18—1—4 в совхозе № 26). При таких больших деформациях неравномерность осадок достигала 5 см.

С 1961 г. Голодностепстрой делал попытки внедрения опор под лотки из висячих свай. Опыты, проведенные в совхозе № 1 в 1962 г., затем производственные испыта-

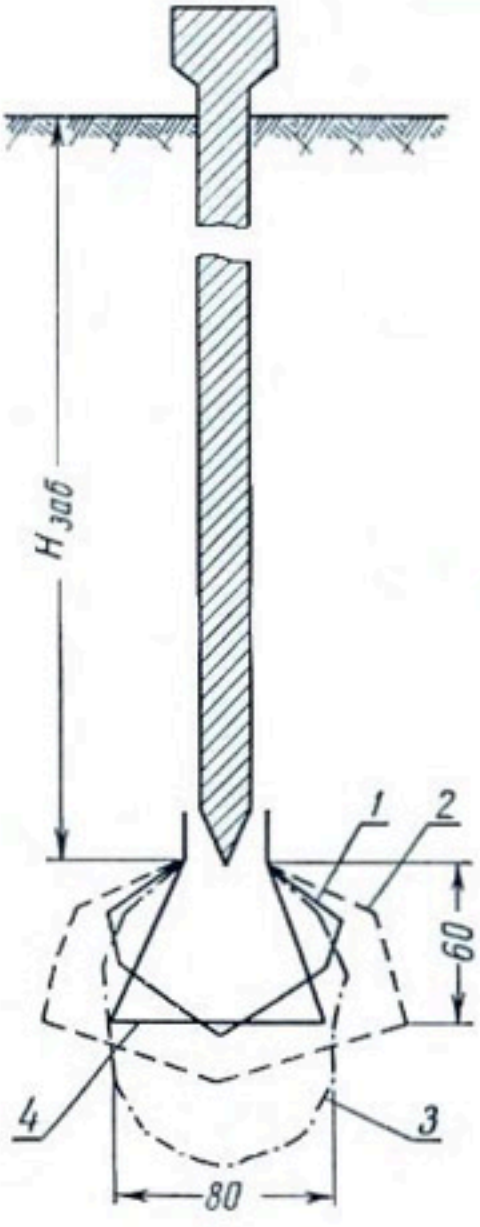


Рис. 27. Схема зон уплотнения висячими сваями в совхозе № 28 с глубиной забивки: *1* — 2,5 м; *2* — 3,0 м; *3* — 3,5 м; *4* — расчетный контур уплотненного основания.

ния свай в совхозах № 7, 19, 10 в 1965—1966 гг. показали, что значительных деформаций висячих свай не происходит. С 1967 г. Центральная лаборатория Голодностепстроя проводила испытания в условиях, относящихся ко II типу просадочности. Было произведено наблюдение за деформацией лотковых трасс с замачиванием до полного смыкания с грунтовыми водами. Деформации свайных опор при глубине забивки в 2,6—3,6 м достигли 24—43 мм. Однако состояние каналов хорошее, осадки равномерные. Кроме того, осадка свайных опор меньше, чем параллельных лотков на выштампованном основании. При этом установлен характер распространения уплотненных зон в грунте при забивке висячих свай (рис. 27).

Шероховатость лотков в Голодной степи, по данным исследований (Гипроводхоз, 1962 г.; ВНИИГиМ, 1962—1963 гг.; Средазгипроводхлопок, 1964 г.) колебалась от 0,014 до 0,018 и была больше проектной (0,012) на 16—35%. Детальные исследования, проведенные в 1966—1967 гг. институтом Средазгипроводхлопок, показали, что величина коэффициента шероховатости зависит от вида заделки стыков и вызванных этим сужений в сечении канала, качества монтажа лотков (различные отклонения в плане и по высоте) и от заиления каналов (табл. 24).

В 1969 г. Голодностепстрой организовал обследование лотковых каналов в ряде совхозов Голодной степи (табл. 25), которое выявило, что за 1966—1969 гг. резко сократилось число распределителей, не пропускающих проектные расходы. Улучшение плотности стыков на лот-

ТАБЛИЦА 24

Коэффициент шероховатости лотков

Характеристика русла	Значение n
Гладкие, совершенно незаиленные лотки-каналы; швы выполнены на прокладках из эластичных материалов и заделаны заподлицо с внутренней поверхностью лотка. Отклонение от проектных размеров поперечного сечения не превосходит 5 мм; качество монтажа хорошее	0,0107 ÷ 0,0115
Отклонения от проектных размеров поперечного сечения лотков составляют 5 ÷ 10 мм; качественная заделка швов не достигается или при хорошей заделке наблюдается отложение по смоченному периметру лотков тонкого слоя ила, закрепленного водорослями	0,012 ÷ 0,013
Отклонение размеров поперечного сечения лотков до 15 ÷ 20 мм, швы заделаны с «нашлепкой» из цементного раствора или битумной мастики; качество монтажа среднее, но наблюдается отложение по смоченному периметру русла тонкого слоя ила, закрепленного водорослями	0,014 ÷ 0,015
То же, качество монтажа низкое, лоток-канал заилен на глубину до 6—12 см	0,016 ÷ 0,019

ках достигнуто за счет большей жесткости форм лотков (особенно в посадочных местах) и перехода на конструкцию стыков из поризола, что избавило от необходимости выполнять «нашлепки» из цемента.

ТАБЛИЦА 25

Состояние лотковой сети в совхозах Голодной степи (1969 г.)

Совхозы	Срок службы, лет	Количество лотков, шт.	Течи в стыках, %	Лотки, требующие			Каналы в земляном русле, шт.	Трассы, не пропускающие проектный расход	Подвешенная площадь, га
				замены, %	переборки, %	ремонта, %			
10	3	15 815	6,0	0,7	6,1	—	12	4	3875,2
6	9	8 927	9,5	3,1	—	11,6	6	6	3966,0
30	1	2 432	3,0	0,25	0,3	0,33	2	—	861,1
11	2	4 362	5,0	0,4	5,0	1,47	5	—	2454,0
19	4	5 583	8,6	2,5	0,36	3,5	2	—	—
28	5	9 119	5,4	0,6	3,5	3,1	3	—	3281,0

Отложение ила в лотках наблюдается только при скоростях течения воды менее 0,6 м/с. При больших скоростях образуется очень тонкий наилок, который не от-

ражается на пропускной способности лотков. При меньших скоростях необходимо при первом пуске воды взмучивать отложения и смывать их из лотка. В противном случае на этих наносах развиваются водоросли, что резко уменьшает пропускную способность канала. Удаление водорослей требует значительных затрат ручного труда.

Повышение пропускной способности лотков. Как известно, в практике может возникнуть необходимость увеличения расходов в лотках сверх проектных (при неточном определении водопотребления, расширении поливных площадей, необходимости подачи воды на промывку или при подаче воды в первые годы орошения). В этом случае раньше либо проводили параллельный земляной канал, либо строили рядом еще одну лотковую нитку.

Автор совместно с К. А. Васьковичем разработал технологию наращивания лотков армоцементными плитами на эпоксидном клее. Возможность такого наращивания проверена в производственных условиях. Было смонтировано и наращено на 20 см два участка лотковых каналов глубиной 60 см. На одном участке армоцементные плиты наклеивали с помощью компаунда, в котором эпоксидная смола ЭД-6 составляла 1 весовую часть, отвердитель (полиэтиленполиамин) — 0,1, наполнитель (цемент) — 2,5 весовой части.

В качестве наполнителя был испробован также мелкий песок, просеянный через сито с отверстиями 0,3 мм. Однако смесь с цементным наполнителем более вязка и подвижна, ее легче укладывать.

Для наращивания лоткового канала применяли армоцементные плиты длиной 150 см, шириной 20 см и толщиной 3,5 см (рис. 25, *в*), которые устанавливали по кромкам лотка. Выломы на кромках предварительно заделывали цементным раствором. Бетонные поверхности перед нанесением клеевого состава очищали от пыли и грязи.

Состав приготовляли небольшими порциями. Составляющие взвешивали на весах и перемешивали вручную в небольшой емкости. Компаунд наносили на кромки лотка и торец плиты с помощью мастерка и разравнивали слоем толщиной 1—1,5 см. На слой клеевого раствора устанавливали армоцементные плиты, фиксировали с помощью скоб и швов с двух сторон расшивали.

Лоток наполняли водой для проверки несущей способности. Периодически замеряли прогиб и развал бор-

тов. Максимальное увеличение развала по сравнению с нормальным наполнением канала составило 16 мм, а прогиб в середине лотка не превысил 10 мм. Средний же развал лотков почти не изменился. Объясняется это тем, что при наращивании увеличиваются высота рабочего сечения лотка, а стало быть, и его момент инерции на изгиб.

На другом участке канала наращивание выполнено железобетонными плитами тех же размеров на клеящей мастике КБ-2 Северодонецкого химкомбината.

КБ-2 — это вязкая текучая масса, состоящая из полимерного вяжущего на эпоксидной основе пластификатора, мягчителя, разбавителя и катализатора отвердения.

Перед нанесением клеящей композиции околы бетона по кромкам лотков заделывают цементным раствором марки 100. Клеящий компаунд приготавливают непосредственно перед употреблением. В применяемом составе основной компонент КБ-2 равнялся 100%, отвердитель полиэтиленполиамин ПЭПА — 8%, наполнитель (цемент) — 200%.

При температуре воздуха +25 —30° С компаунд указанного состава отвердевает за 2—2,5 ч. Так как клеящая композиция дает объемную усадку, после отвердения компаунда необходимо провести двухстороннюю обмазку стыка композицией того же состава.

Выполненный таким образом стык достаточно прочен и полностью водонепроницаем. Через сутки после наращивания опытный отсек канала доверху наполняли водой, при этом течей на стыке не обнаружено.

Расход материалов на 1 п. м наращенного лотка составил: КБ-2 — 500 г, полиэтиленполиамина — 40 г, цемента М-300 — 1000 г, ацетона (для очистки и просушки склеиваемых поверхностей) — 100 г.

Клеящую композицию КБ-2 приготовляет и поставляет Опытное конструкторское бюро синтетических полимеров, расположенное в Ворошиловградской области. Основной компонент КБ-2 стоит 2 руб. 1 кг, что в 2,5 раза дешевле эпоксидной смолы.

Наклейка армоцементных и железобетонных плит при помощи эпоксидных компаундов дает значительную экономию средств по сравнению с заменой существующих оросительных каналов более глубокими или строительством второго параллельного лоткового канала вдоль существующей нитки.

Стоимость работ по наращиванию лотков для увеличения их пропускной способности составила 2,78 руб. на 1 п. м.

Зимняя эксплуатация лотков. Зимой 1966/67 г. в Голодной степи проведена первая опытная эксплуатация лотковых оросительных каналов. Вода подавалась на поля для влагозарядки и промывки. В это время велись периодические наблюдения за состоянием лотков, стыков, пропуском воды и образованием льда в лотках. Параллельно лаборатория Голодностепстроя на экспериментальном канале изучала вопросы, связанные с зимней эксплуатацией лотков.

Наблюдения показали, что при температуре воздуха ниже —3 —5° С в лотках начинается образование льда, а при —10 —16° С каналы покрывались льдом. На участках, отходящих от крупных распределителей с большими уклонами, где скорость более 1 м/с, лед образовался только у кромок и по внутренней поверхности лотков, средняя часть поверхности воды не замерзала. На большинстве же участков лотковых каналов толщина льда у поверхности воды достигала 10—20 см, а по всей внутренней поверхности лотка образовывалась ледяная корка толщиной 3—5 см. При этом происходили частые прорывы воды на поверхность, вода растекалась по льду, его толщина все время увеличивалась. Местами наледи поднимались выше кромок лотков на 3—5 см.

В полевых условиях и на экспериментальном канале велись наблюдения за величиной развала бортов лотка при замерзании воды, которые показали, что механическая прочность лотков достаточна для восприятия дополнительной нагрузки от давления льда и образования наледей. Но зимняя эксплуатация приводит к быстрому разрушению стыков, выполненных на битумной мастике. При отрицательных температурах швы раскрываются, а вода, попадая и замерзая в них, ускоряет разрушение стыков. На всех лотковых каналах при зимней эксплуатации стыки на битумной мастике дали течь. Прочность же стыков из пороизола полностью сохранилась.

При отрицательных температурах воздуха регулирование подачи воды в лотки затруднено из-за намерзаний льда на гидравлических затворах.

По нашему мнению, зимняя эксплуатация лотков допустима при температуре до —10° С, хотя и требует несколько повышенного надзора, а при температуре до

--15° С возможна лишь при очень тщательном надзоре и сохранении скоростей в лотках не менее 1 м/с.

Коэффициент полезного действия лотковой сети. Проектный к.п.д. лотковой сети обычно устанавливают 94—95%.

Потери воды в лотках складываются из потерь на: испарение, утечку в сопряжениях с выпусками, в стыках, переливы через борта и сбросы.

Наблюдения ВНИИГиМ, проведенные в 1965 г. в совхозе № 7, показали, что по пяти лотковым распределителям средний размер потерь составил 0,56 л/с на 1 км, в том числе на испарение 0,12 л/с и на технические утечки 0,44 л/с. Утечки наблюдались на 388 из 1644 лотков (25%). При этом к.п.д. всей лотковой сети совхоза определен в 98%, а внутрихозяйственной сети в 93% против установленной в проекте 95 и 90%.

Наши наблюдения (табл. 25) показывают, что в настоящее время утечки наблюдаются не более чем на 6,5% лотков. Однако с учетом сбросов и переливов размер потерь в лотках колеблется от 2 до 3%.

Исследования долговечности лотковых каналов. Для выявления характеристики работы лотковых распределителей нами собраны и проанализированы данные по ремонту и замене всех построенных лотков. С 1960 по 1971 г. в Голодной степи смонтировано 555 тыс. лотков. Заменено при этом 8,9 тыс. лотков, или 1,6%. Ежегодный размер эксплуатационной замены лотков составил в среднем 0,21% (0,1—0,5%). По этому показателю можно судить о надежности лотков. Для того чтобы проанализировать достоверность этих цифр и убедиться, что они достаточно точно отражают положение эксплуатационной надежности лотков, Голодностепстрой и ВНИИГиМ провели натурные наблюдения и обследования построенных каналов.

В 1967 г. было обследовано 5070 лотков на наиболее старых трассах, работающих от 4 до 7 лет. При этом обнаружено, что только 2,8% лотков должны быть заменены в ближайшее время, а 12% лотков нуждаются лишь в ремонте. В 1969 г. в конце вегетации вновь обследовали 46 238 лотков (табл. 25) и установили, что количество лотков, требующих замены, составляет 1,05%.

Детальный осмотр лотковых каналов показывает, что основные дефекты, обнаруженные в них как в конструкциях, можно разделить на три группы.

1. Дефекты, влияющие на долговечность лотков. К ним относятся трещины, коррозия арматуры, пониженная прочность бетона.

2. Дефекты, влияющие на пропускную способность лотков и коэффициент полезного действия лотковых каналов. К ним относятся течи в стыках, осадки опор, перекосы стоек, низкое качество поверхности лотков, заиление и как следствие зарастание.

3. Дефекты внешнего вида — ноздреватая поверхность кромок лотков, выщербины на посадочных местах, обломы, парусность лотков, пятна солевых отложений.

Наиболее опасны трещины и коррозия арматуры. Появление трещин в основном связано с технологией изготовления лотков, а их развитие — с процессом транспортирования и эксплуатации. Трещины могут быть продольные и поперечные. Неменьшую опасность представляет коррозия арматуры вследствие недостаточной толщины защитного слоя. Трещины в лотках составляют 50,5%, а коррозия арматуры — 24,9% от суммы всех дефектов.

В последние годы предприняты меры к улучшению технологии изготовления, транспортировки и монтажа лотков, в результате чего количество дефектов в лотках резко сократилось.

Существенное значение для повышения долговечности имеет увеличение марки бетона. До апреля 1963 г. лотки делали из бетона марки 200, а после — из бетона марки 300.

На графике (рис. 28) приведены данные о замене по годам лотков различных марок. Обработка данных замены лотков на основе методов математической статистики (метод средних) позволяет получить зависимости срока службы лотков различных марок (величину «отказов»). Кривые выражаются следующими степенными зависимостями:

для лотков М-200

$$y=0{,}388\,(t-2)^{1{,}5};$$

для лотков М-300

$$y=0{,}129\,(t-2)^{1{,}45},$$

где y — процент замен лотков за период их службы t в годах.

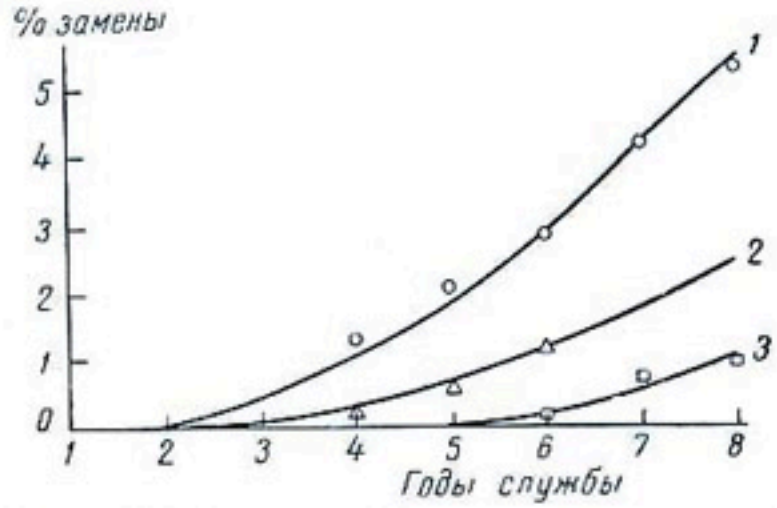


Рис. 28. Диаграмма замен лотков и труб по годам:

1 — лотки М-200; *2* — то же, М-300; *3* — асбестоцементные трубы.

Решая эти уравнения для полного износа, находим, что срок службы лотков М-200 равен 42 годам, а лотков М-300 — 70.

Формулы получены группировкой уравнений, составленных на основе имеющихся координат точек, и выбором из них тех, которые имеют наименьшую сумму среднеквадратичных и среднеарифметических отклонений. Для первой кривой (рис. 28) среднеарифметическое отклонение составило 0,3%, а сумма квадратичных отклонений — 0,07%, для второй кривой соответственно 0,07 и 0,02%.

Для того чтобы выяснить, как будут в дальнейшем развиваться дефекты лотков, приводящие к их разрушению (коррозия арматуры и трещины), в 1969 г. Центральная лаборатория Голодностепстроя провела наблюдения за развитием деформаций на двух каналах-лотках из бетона М-200 в совхозе № 6 со сроком эксплуатации 8 лет и в совхозе № 11, сданном в эксплуатацию в 1968 г. Каждый лоток этих каналов был детально обследован: взяты на учет микротрещины, трещины и оголения, обведены краской все повреждения. За вегетацию удлинилось всего 7 трещин в первом случае и 9 трещин во втором. Дополнительной коррозии арматуры не обнаружено. Однако микротрещины в значительной степени раскрылись и превратились в макротрещины.

Уход за лотками и размер ежегодных затрат на эксплуатацию. Для установления размера ежегодных эксплуатационных затрат воспользуемся данными обследования, приведенными в таблице 25. На 100 лотков объем

ремонтных работ, не считая их замены, составляет: заделка трещин длиной по 2 м 2,6 штуки; заделка оголенной арматуры 0,3 м²; монтаж и демонтаж стоек, лотков и фундаментов для исправления высотного положения 3,5 штуки; замена пороизола 6,7 штуки.

Трещины и оголенную арматуру заделывают смолой КБ-2 по рекомендации Центральной лаборатории Голодностепстроя. Употребление смолы описано в разделе о наращивании лотков.

Ремонтно-эксплуатационные затраты по лоткам 60, 80, 100 см составляют соответственно на один лоток: 0,87; 0,95; 1,44 руб. (табл. 26).

ТАБЛИЦА 26

Эксплуатационные затраты на лотковых каналах (на 100 лотков), **руб.**

Показатели	Л-60	Л-80	Л-100
Амортизация:			
1,5% бетон марки 300	73,29	95,88	161,94
2,5% » » 200	122,15	159,46	269,90
Ремонт лотков			
Заделка трещин 0,04 м²	1,75	1,75	1,75
» арматуры смолой КБ-2	5,00	5,00	5,00
Переборка лотков			
Рытье грунта	5,70	5,70	5,70
Монтаж, демонтаж лотков	21,60	24,60	42,16
» » стоек	7,50	7,50	7,50
Подсыпка гравия	3,50	3,50	3,50
Монтаж, демонтаж фундаментов	3,04	3,04	6,28
Заделка стыков пороизолом	11,01	12,26	15,20
Итого	59,10	63,35	91,53
Ремонт металлоконструкций	23,76	27,50	44,66
Планировка вдоль трасс грейдером	3,90	3,90	3,90
Ремонт без амортизации (всего)	86,76	94,75	144,06
» с амортизацией по норме:			
1,5% М-300	160,05	190,63	306,00
на 1 лоток	1,60	0,5	3,10
приходится на 1 га, шт.	2	1,91	0,25
Общая стоимость:			
при бетоне 300 4,78	3,20	0,81	0,77
» » 200 6,35	4,18	1,13	1,04

Определение затрат на амортизацию представляет несколько более сложную задачу.

Исходя из Норм амортизационных отчислений Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, издан-

ных в 1961 г. и действующих в совхозах Голодной степи, размер амортизационных отчислений на лотковые каналы принимают 1,5%, в том числе 1% на реновацию и 0,5% на капитальный ремонт.

Как было сказано выше, срок службы лотков марки М-300 может быть принят 70 лет, а лотков М-200 — 40 лет. Этим срокам службы соответствуют нормы амортизационных отчислений 1,5% и 2,5% в год на реновацию. Расчет эксплуатационных затрат сделан для обеих марок лотков. Протяженность лотков принята 16,5 м/га, в том числе 12 м высотой 60 см, 3 м высотой 80 см и 1,5 м высотой 100 см.

При этом стоимость эксплуатации лотков составляет: при марке бетона 300—4,78 руб/га, а при марке бетона 200—6,35 руб/га.

Для сравнения приняты расходы на эксплуатацию внутриотделенческой земляной сети в совхозе «Пахтаарал». В этом передовом хозяйстве старой зоны Голодной степи стоимость эксплуатации сети составила в 1967 г. 13 руб. 80 коп., в 1968 г. 12 руб. 40 коп. на 1 га.

Если принять среднюю стоимость эксплуатации 13,1 руб/га в год, то экономия, достигнутая при эксплуатации лотков (по сравнению с земляной сетью), составляет: при бетоне М-200—6,75 руб/га, при бетоне М-300—8,32 руб/га.

Стоимость лотковой сети в среднем равна 200 руб/га, что на 150 руб. дороже земляной сети. Если считать эффективность применения лотков только на основании эксплуатационных затрат, то окупаемость при лотках из бетона М-200 составляет 22 года, а из бетона М-300 — 18 лет. Отсутствие в системе народного хозяйства платы за воду не позволяет точно учесть эффективность от экономии воды.

Экономия 20% расходов воды (к.п.д. земляной внутриотделенческой сети не превышает 75%, а лотков, как было показано, 95%) при оросительной норме нетто 7000 м³/га составляет 1400 м³/га. В среднем по Средней Азии удельные капиталовложения на 1 м³ емкости водохранилища в год составляют 2,8 коп. Таким образом, строительство лотковой сети, позволяющее сократить на 1400 м³/га затраты воды, эквивалентно затратам капиталовложений в 40 руб/га.

Кроме того, следует учесть увеличение дохода от сокращения потерь земли за счет увеличения коэффициента

полезного действия системы (к.з.и.). На 1 га лотковой сети потери земли под лотками составляют 82 м², под земляными каналами — 340 м², что дает уменьшение к.з.и. на 2,5%. При продуктивности 1 га орошаемых земель 800 руб. это дает дополнительную экономию в 20 руб/га.

Существенным элементом экономии является снижение приходной статьи баланса воды при расчете дренажа и уменьшение дренажных модулей и интенсивности. Если общая сумма прихода воды на 1 га составляет 14 тыс. м³, то экономия воды на 1400 м³/га приведет к уменьшению необходимой интенсивности дренажа на 10%, или на 5 м/га, то есть к экономии капиталовложений на 50 руб/га. С учетом всех этих факторов окупаемая разница составит 40 руб/га, а срок окупаемости сократится соответственно до 8 и 5 лет.

3. Оросительные трубопроводы в Голодной степи

В мировой практике оросительные трубопроводы из бетонных труб широко используют в США, Алжире, Австрии и других странах мира. Оросительные каналы в виде закрытых трубопроводов в нашей стране применяют более 30 лет. С 1952 г. такие оросительные системы действуют в Азербайджане (Апшеронская), Грузии (Верхне-Самгорская), на Украине (Салгирская и Бортническая).

В Голодной степи применение оросительных трубопроводов начато с 1958 г., когда была построена система в совхозе «Фархад» на площади 3440 га.

Удельный вес трубопроводов в Голодной степи составляет 14,9% всей внутриотделенческой сети. Закрытые напорные трубопроводы из асбестоцементных труб хорошо зарекомендовали себя в качестве участковых распределителей при значительных уклонах местности, позволяющих создать за счет разницы в отметках напор, достаточный для преодоления гидравлических потерь.

Расчеты показывают, что для пропуска расхода 200 л/с по асбестоцементному трубопроводу диаметром 546 мм — максимальному, выпускаемому промышленностью, требуется уклон больше 0,002. При этих уклонах можно устраивать самонапорную сеть из асбестоцементных труб. При уклонах менее 0,0015 применяют лотковую

сеть, а при промежуточных уклонах — комбинированную. В начальной части последней распределитель выполняют в лотках с уклоном дна 0,0003÷0,0005, за счет чего накапливается напор, который потом расходуется на преодоление потерь в трубопроводе. Стоимость лотков и трубчатых самотечных систем зависит от уклонов местности (рис. 29). Асбестоцементные трубопроводы из труб марки ВНД-5 (ВТ-6) могут конкурировать с лотками уже при уклонах местности 0,0027. Однако в связи с тем, что промышленность выпускает эти трубы в очень ограниченном количестве, приходится применять трубы

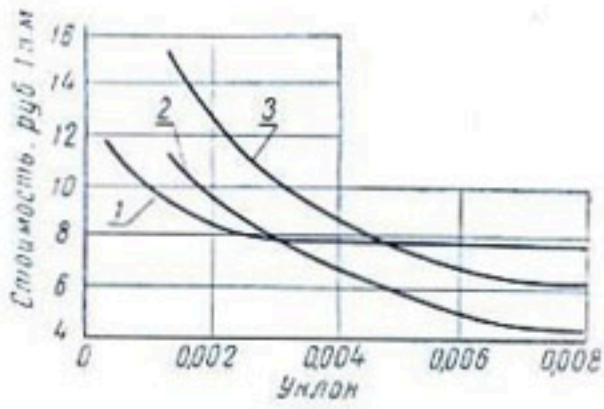


Рис. 29. Сравнительные стоимости оросительной сети в лотках и трубопроводах:
1 — лотки М-300; *2* — асбестоцементные трубы ВНД-5 (ВТ-6); *3* — то же, ВНД-8 (ВТ-9).

ТАБЛИЦА 27

Характеристика построенных трубчатых систем орошения в Голодной степи

Совхозы	Длина трубопроводов, км	Обслуживаемая площадь, га	Удельная протяженность, м/га	Стоимость оросителей, тыс. руб.	Стоимость сети на 1 га, руб.	Год сдачи в эксплуатацию	Примечание
«Фархад», зона М-2	25,0	3 440	7,25	372	110	1959	Самонапорная
«Фархад», зона М-3	34,0	3 500	9,6	506	145	1960	Насосного питания
Имени Гагарина	71,5	3 950	18,1	1066	270	1960	Самонапорная
Имени Титова	25,0	1 050	23,8	313	298	1961	То же
«Пахтакор»	96,6	4 100	23,5	1342	328	1962	» »
«Самарканд»	66,4	3 500	18,8	922	267	1965	» »
Имени Узакова	42,9	1 850	23,2	498	271	1966	» »
Имени Волкова	9,4	850	11,1	140	164	1963	» »
Имени Ахунбабаева	1,9	300	6,3	26,4	88	1968	» »
«Янгиер»	9,6	960	10,0	143	149	1968	» »
Имени Икрамова	42,7	2 050	21,2	603	296	1962	» »
Итого	425,0	25 550	16,7	6431	251		

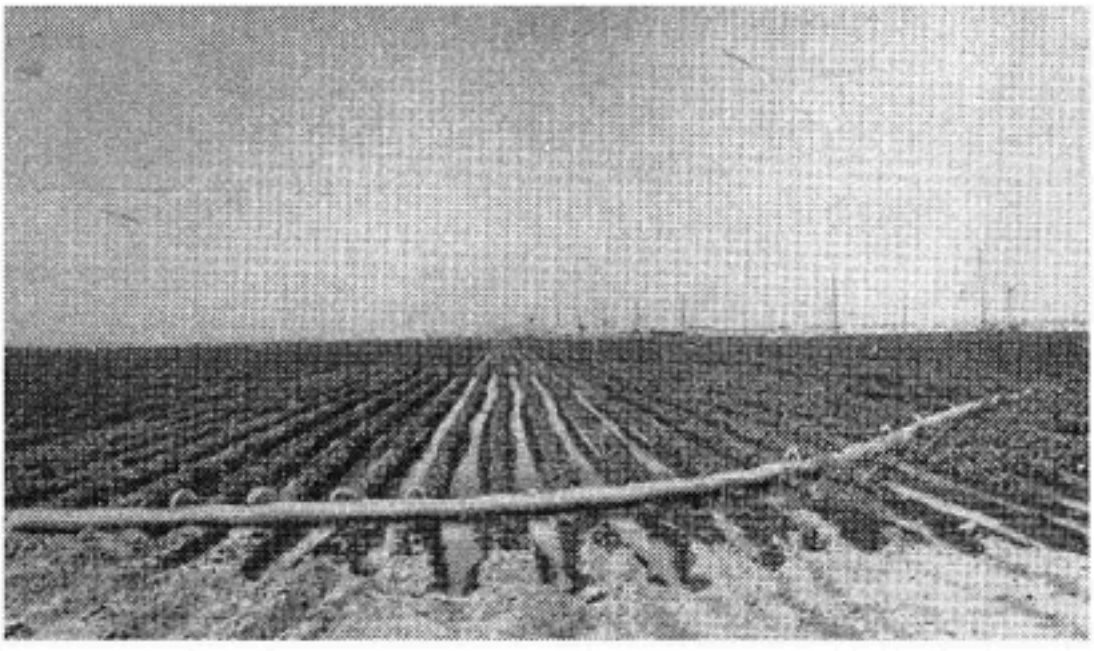


Рис. 30. Полив из гибких шлангов по длинным бороздам.

ВНД-8 (ВТ-9), стоимость которых на 30—40% дороже. При укладке этих трубопроводов на местности с уклоном до 0,005 лотки дешевле труб. Основные уклоны местности в Голодной степи не превышают 0,001, а выпуск асбестоцементных труб ограничен, поэтому большая часть внутриотделенческой сети выполнена в лотках.

Данные о применении трубчатой оросительной сети в совхозах Голодной степи приведены в таблице 27.

Средняя удельная протяженность сети составляет 16,7 п. м. Меньшая удельная протяженность (6,3÷÷9,6 м/га) характерна для проектов первых лет на землях с большими уклонами местности (не менее 0,003 ÷÷0,004).

При самонапорных системах, где напор в трубопроводах, нужный для пропуска расчетного расхода, создается за счет уклона местности, схему оросительной сети проектируют и выполняют так, как это описано в разделе «Техника полива и режим орошения в процессе освоения» (стр. 154). Напоры при этом немного выше напора, необходимого для полива из гибких шлангов (рис. 30).

При напорных системах с насосными станциями величина свободного напора на гидрантах колеблется от 2 до 0,5 ати, а избыточное давление достигает 1,8 ати. Гашение его при поливе из шлангов проводится с помощью дросселирования водовыпуска, а при поливе из ок-арыков — с помощью специальных сооружений — гасителей.

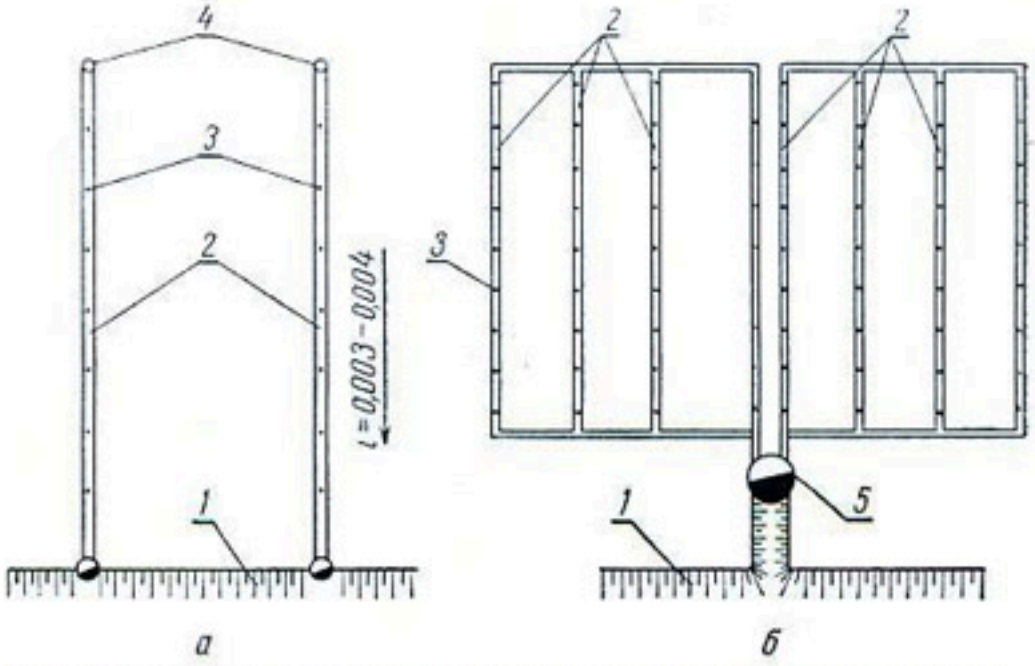


Рис. 31. Схема оросительной сети при насосном питании:
а — тупиковая; *б* — кольцевая; *1* — канал; *2* — трубопровод; *3* — водовыпуск; *4* — вантуз; *5* — насосная станция.

При этом могут быть запроектированы две схемы оросительной сети: тупиковая и кольцевая.

По тупиковой схеме построена система орошения в совхозе «Фархад» на третьей зоне (рис. 31). По кольцевой схеме выполнено большинство систем напорного орошения в зоне Каракумского канала.

Сравнение характеристик этих систем (табл. 28) показывает, что при кольцевой схеме увеличивается общая

ТАБЛИЦА 28

Сравнительная характеристика трубчатых систем насосного орошения

Наименование участка	Удельная протяженность, м/га	Стоимость сети, руб/га	Средний диаметр трубопроводов, мм	Удельный расход электроэнергии, квт-ч/га
Кольцевая схема				
Колхоз «Совет Туркменистана»	49,1	482	350	0,78
Колхоз имени Махтумкули, участок 1	34,7	685	400	0,90
Плодопитомник	44,4	580	300	0,85
Совхоз «Ашхабад»	31,4	320	400	0,86
В среднем по кольцевой схеме	39,9	541,7	350	0,84
Тупиковая схема				
III зона—совхоз «Фархад»	9,6	380	546	1,3

длина трубопроводов, но уменьшаются диаметры и расход электроэнергии. При тупиковой схеме стоимость работ ниже при равных уклонах местности. Но тупиковая схема уступает кольцевой в надежности эксплуатации, так как в последней схеме меньше гидравлических ударов.

Сравнение эксплуатационных расходов по системе третьей и второй зоны совхоза «Фархад» показывает, что при тупиковой схеме с отдельными насосными станциями стоимость эксплуатации выше, чем при напорно-самотечной системе (табл. 29).

ТАБЛИЦА 29

Сравнительные стоимости эксплуатации трубчатых систем машинного орошения в совхозе „Фархад" (по данным УОС Голодностепстроя) **за 1966—1968 гг., руб/га**

Наименование затрат	Система	
	М-2	М-3
	насосная станция—самотечный трубопровод	канал—насосная станция в тупиковом трубопроводе
Содержание насосных станций	26,4	43,5
Стоимость электроэнергии	15,1	22,6
Вспомогательные работы	6,6	9,2
Запасные части, материалы	1,9	1,5
Итого	50,0	76,8

Стоимость оросительных систем из асбестоцементных трубопроводов может быть снижена для самонапорных систем до 120—150 руб/га. В самонапорных системах, как уже было сказано, рабочие напоры не превышают 1 ати. Поэтому на них следует применять трубы марки ВТ-3, стоимость которых почти вдвое меньше ранее применявшихся труб ВНД-8-10, где прочность рассчитана на рабочее давление 6—8 ати.

Особенности строительства оросительных трубопроводов и сооружений на них. На всех построенных системах Голодной степи оросительные трубопроводы выполнены из асбестоцементных труб диаметром 368—546 мм, длиной 4 м.

При работе с асбестоцементными трубами необходимо соблюдать очень большую осторожность, ибо при динамических нагрузках, вызванных ударами, сбросами, на-

дениями, в трубах зачастую возникают невидимые (волосяные) трещины, которые становятся причинами аварий при эксплуатации. Поэтому трубы следует перевозить на автомашинах, специально оборудованных подставками с вырезами посредине, исключающими их соударение, а разгружать и погружать только кранами. Перед укладкой в траншею трубы нужно тщательно осматривать, так как околы и трещины на них не допустимы.

При засыпке траншей следует следить за тем, чтобы комья смерзшегося грунта не падали непосредственно на трубу.

Наиболее ответственным элементом трубопроводов является стык. Асбестоцементные трубы соединяют либо муфтами Жабо, либо муфтами Симплекс. Последние наиболее надежны в эксплуатации, однако работа с ними требует высокой квалификации трубоукладчиков. В практике Голодностепстроя обращали внимание на следующие требования стыковки:

резиновые кольца перед натяжкой не должны иметь остаточных деформаций, хранить их рекомендуется в затененном помещении в таре;

не допускается перекручивание колец в процессе натяжки;

заточенные концы труб должны быть абсолютно гладкими, чистыми;

со стороны рабочего бурта муфты сразу же после укладки нужно заделывать цементным раствором для недопущения выдавливания кольца в процессе испытания. Муфту после зачеканки присыпают грунтом на 30—40 см во избежание растрескивания раствора и иссушения резинового кольца;

перед испытанием трубопровода его необходимо присыпать грунтом на 40—50 см.

Соединение труб на муфтах Симплекс по сравнению с другими соединениями отличается долговечностью, не требует расхода металла, допускает поворот труб относительно друг друга до 10°, что особенно ценно для их укладки на просадочных грунтах.

Закрытые трубопроводы в Голодной степи сооружали две специализированные бригады из 10—12 высококвалифицированных монтажников. В результате специализации, постоянства кадров и высокого уровня квалификации достигнута высокая производительность труда (на 1 п. м трубопроводов 0,05 чел.-дн.).

В Голодной степи была проделана большая работа по совершенствованию сооружений на трубопроводах.

В первых проектах орошения (совхоз «Фархад») водовыпуски выполняли в виде громоздких сооружений, регулирующих подачу воды с помощью задвижек Лудло, соединенных с трубопроводом бетонной муфтой, на которую требовалось более 1 м³ бетона. Такое сооружение было очень ненадежным. В процессе работ, по предложению инженера Э. Б. Позняка, оно было заменено на кожух из стальных труб, на который ставили гидрант конструкции ВНИИГиМ сварного типа. Затем институт «Средазгипроводхлопок» такое соединение заменил сварным тройником на чеканке. Дальнейшее совершенствование этой конструкции позволило соединять тройники на муфтах Симплекс, что обеспечило поточное строительство трубопроводов совместо с сооружениями.

Эксплуатация оросительных трубопроводов. Многолетние данные о работе закрытых трубопроводов дают основания считать их наиболее надежным и современным видом оросителей, имеющим несомненные преимущества даже перед лотковыми каналами.

Закрытые трубопроводы обеспечивают самые высокие коэффициенты полезного действия и использования земель. Потери из трубопроводов практически равны нулю. После прекращения поливов и переключения шлангов из одного водовыпуска в другой не происходит сброса и переливов через борта, как в лотках.

Эксплуатационные затраты на 1 га орошаемых земель при трубопроводах составляют 3,41 руб., то есть меньше, чем при лотковой сети.

Основой нормальной работы асбестоцементных трубопроводов наряду с качественным строительством является правильная эксплуатация.

Асбестоцементные трубопроводы очень чувствительны к гидравлическим ударам, возникновению которых необходимо всячески препятствовать.

В напорных трубопроводах, работающих от насосных станций, хорошим средством от гидравлических ударов при пуске служат вантузы, устанавливаемые в наивысшей точке сети.

В самонапорных трубопроводах необходимо не допускать возникновения воздушных мешков, способствующих нарушению стыков и возникновению аварии на трубопроводах. С этой целью следует соблюдать определен-

ный порядок заполнения трубопроводов. При пуске воды нужно открыть все вентили и концевой сброс. Когда вода из концевого сброса или из последнего гидранта начнет идти полным сечением, гидрант наглухо закрывают и, следя за тем, чтобы вода полным сечением выливалась через водовыпуски, постепенно снизу вверх закрывают задвижки. После этого заполненный трубопровод готов к работе. При опорожнении перед открытием концевого гидранта или сброса необходимо открыть первый гидрант после водовыпуска в трубопровод, чтобы не создать вакуум в верхней части трубопровода. При возникновении вакуума резиновые кольца могут сместиться, и стык нарушается.

Существенным в характеристике асбестоцементных трубопроводов является срок их службы. Нами обследованы трубопроводы в совхозах «Фархад», № 6, № 5, которые более 10 лет находятся в засоленных грунтах. Никаких признаков потери прочности асбестоцементных труб, их коррозии, отслоения на вскрытых участках не обнаружено. Фактическая замена и ремонт труб с начала строительства составили 0,43%, что в 4 раза меньше, чем по лоткам в целом.

В результате проведенного в конце вегетации 1969 г. обследования и эксплуатационных данных о ремонте сети получена кривая замены труб в зависимости от срока службы (см. рис. 28, кривая *3*). Срок службы трубопроводов превышает даже срок службы лотков М-300 и намного выше срока, установленного нормами амортизации. Трубопроводы имеют еще одно преимущество перед лотками — более устойчивый зимний режим работы. Необходимо только утеплить обсыпкой грунта стояки вентилей.

Таким образом, везде, где позволяют уклоны, следует прокладывать трубопроводы из асбестоцементных труб.

В дальнейшем развитие сети трубопроводов, видимо, должно идти по линии напорных железобетонных труб. На Янгиерском комбинате железобетонных изделий освоен выпуск преднапряженных железобетонных труб по методу, аналогичному шведскому, в котором уплотнение бетона и предварительное напряжение арматуры проводят при помощи резинового чулка. В опытном порядке освоен выпуск труб в цехе «Эмульпресс» этого завода с использованием французского оборудования, однако их

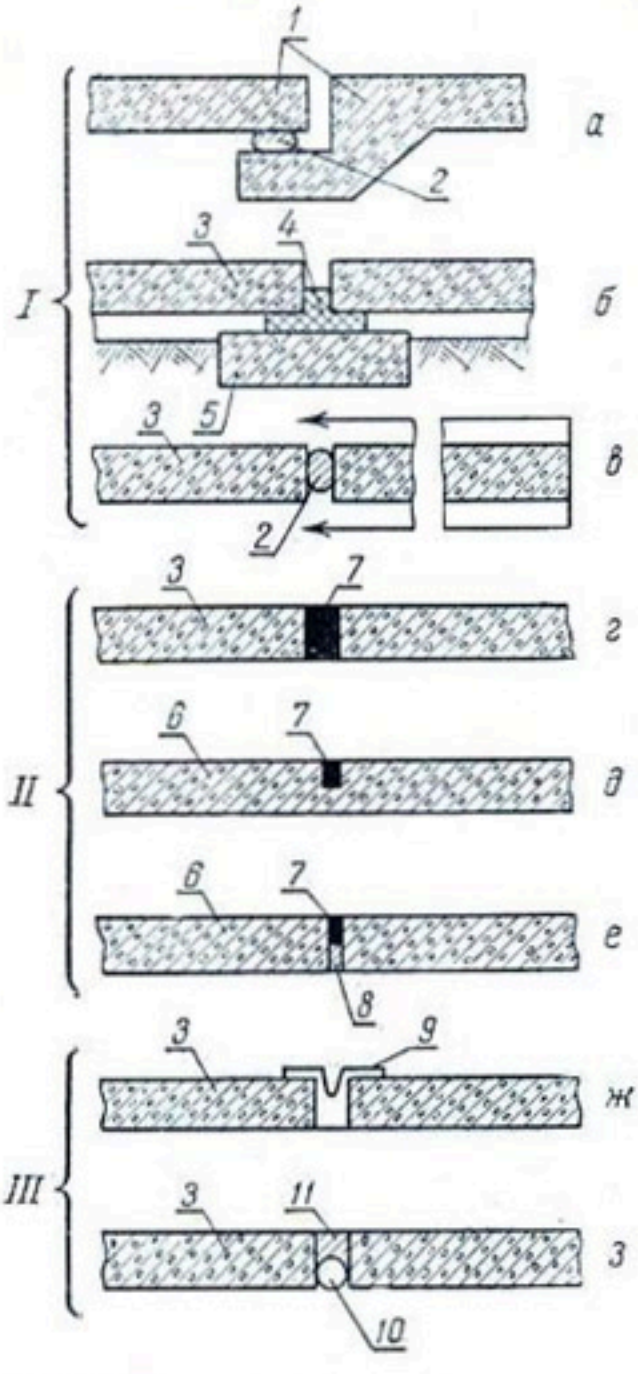


Рис. 32. Конструкции стыков сооружений:

I — обжатые (*а* — собственным весом на лотках; *б* — то же, при облицовке плитами по балочкам; *в* — принудительным способом); *II* — наполненные (*г* — сквозной; *д* — ложный; *е* — ложный с доской); *III* — клееные (*ж* — собственно клееный; *з* — самовулканизирующийся); *1* — лотки; *2* — пароизол; *3* — сборные плиты; *4* — минизоловая прокладка; *5* — балочка; *6* — монолитная облицовка; *7* — битумная мастика; *8* — доска; *9* — клеящая пластина; *10* — подкладка; *11* — самовулканизирующаяся мастика.

стоимость пока очень высокая. Удешевление железобетонных труб позволит расширить пределы применения трубопроводов в орошении до уклонов менее 0,005.

4. Конструкция стыков

Массовое внедрение в практику водохозяйственного строительства в Голодной степи сборных железобетонных конструкций (лотков, плит) поставило в центр внимания проблему заделки швов, обеспечивающих их долговечность и возможность воспринимать осадку стыкуемых элементов без нарушения водонепроницаемости. По принципу соединения применяемых конструкций бывают швы (рис. 32):

из эластичных материалов, обжатые собственным весом конструкции или силовым способом;

наполненные, в которых наполнитель заливают или нагнетают в полость шва, образуемую стыкуемыми элементами;

клееные, в которых стыкуемые поверхности соединяют с помощью приклеиваемого водонепроницаемого гибкого материала.

Обжатые швы из эластичных материалов. Эта конструкция стыков при достаточном обжатии и определенных

упругих свойствах прокладок дает хорошее качество соединений.

В одном случае упругие прокладки обжимаются весом стыкуемых элементов, а во втором — их обжимают специальными устройствами.

Основные требования для обжатых швов — это точное выполнение стыкуемых поверхностей и отсутствие существенных изменений толщины шва при нагружении. Например, нельзя выполнить стык канала из прокатных плит на упругих прокладках, потому что при нагружении водой донная плита прогибается больше, чем боковая, и шов раскрывается.

В поисках необходимого материала для обжатого шва испытывали резиновый жгут, минизоловые и пороизоловые прокладки. Минизол приготовляли на основе битумного вяжущего и минеральных наполнителей (шлаковата, стекловата, асбест). В Голодной степи с 1961 г. применяли минизоловый уплотнитель в виде прокладок. Там, где совпадение поверхности седла было удовлетворительным, плотность стыка обеспечивалась плотностью. Поверхности минизоловых прокладок в течение 5—6 лет под непосредственными солнечными лучами заметно стареют, минизол становится сухим, ломким и разрушается.

В Голодной степи для заделки стыков в лотках с 1966 г. впервые в отечественной практике начато применение пороизола, который укладывают в стыки без ограничителей обжатия, насухо. В производственных условиях применяют в основном пороизол треугольного сечения Чимкентского завода. Этот вид обладает прочностью, необходимой упругостью и способностью уплотнять стык при значительных отклонениях поверхности седла и лотка. Пороизоловые жгуты укладывают без изоловой мастики и располагают их в средней части раструба.

В конце 1965 г. в Голодной степи попробовали применить пороизол круглого сечения Московского рубероидного завода. Но при обжатии весом лотка на поверхности жгута появились глубокие трещины поэтому от этого пороизола пришлось отказаться.

Технология выполнения стыков из пороизола очень проста. Во время монтажа лоткового канала рабочие подводят пороизоловый жгут под гладкую часть лотка и слегка натягивают его вручную или с помощью специаль-

ных фиксаторов, а затем опускают лоток до проектного положения.

Пропуск воды по каналам, построенным в совхозах Голодной степи, с уплотнением стыков пороизолом показал, что 95% стыков абсолютно водонепроницаемы. На отдельных стыках наблюдается в начальный период небольшая фильтрация, которая по мере наполнения канала значительно уменьшается или прекращается полностью. Шестилетняя эксплуатация каналов выявила достаточную водонепроницаемость швов на пороизоле.

С момента применения пороизола в Голодной степи ведутся систематические наблюдения за его состоянием. Установлено, что механическая прочность пороизола Чимкентского завода после пятилетней эксплуатации каналов практически не изменилась. Извлеченный из стыка пороизол остается эластичным, частично восстанавливает свою начальную форму сечения. Незначительные трещины появились лишь на внешних участках жгута, находившихся на солнцепеке.

Зимняя эксплуатация каналов показала, что стыки лотков, выполненные из пороизоловых прокладок, оставались плотными, в то время как стыки с битумными мастиками повсеместно дали течь. После зимней эксплуатации герметичность стыков из пороизола полностью сохранилась.

В лаборатории Голодностепстроя длительное время проводятся исследования по проверке пороизолового жгута на морозостойкость. Признаков старения и разрушения материала в результате 100 циклов замораживания и оттаивания не наблюдается. Механическая прочность пороизола при этом практически не изменилась.

Имеющиеся результаты уже сейчас позволяют сделать вывод, что пороизол вполне надежен для устройства стыков в раструбных лотках и служит более 10 лет.

Средняя стоимость стыка, выполненного из пороизолового жгута, в 2 раза дешевле заделки стыка пеньковой веревкой с заливкой полости битумной мастикой. При этом основные затраты по герметизации стыков пороизолом относят к стоимости материала. Себестоимость же пороизола значительно ниже отпускной цены, даже при изготовлении его полукустарным способом в приспособленных цехах. Поэтому есть реальные предпосылки к снижению его стоимости. Организация выпуска пороизола для водохозяйственного строительства на специа-

лизированном заводе позволила бы значительно снизить его стоимость и получить материал нужного качества.

Наполненные швы. Из этого вида швов дольше всего применяют битумные, хотя они и менее надежны. До последнего времени битум широко использовали при облицовке каналов и на лотках. В последнем случае прокладкой просмоленного каната между стыкуемыми лотками и седлом создавалась полость, которую затем заливали битумной мастикой.

В облицовках монолитным бетоном стыки устраивали сквозными и ложными. Обе эти конструкции требуют частых и значительных затрат на ремонт.

Клееные гибкие швы. Их следует разделить на собственно клееные и самовулканизирующиеся. Первые представлены полиизобутиленовой пластиной, полосами из листовой и фигурной резины, полиэтиленовыми листами.

Вторые — это составы, которые, будучи нанесены на соединяемые элементы, под действием воздуха самовулканизируются и превращаются в клееный стык.

Наиболее надежны из мастик такого вида, испытанных в Голодной степи, мастики на основе силиконового каучука и специальных компонентов, способствующих вулканизации герметика при обычных температурах, французской фирмы «Рона-Пуленк».

Перед заделкой стыков поверхность бетона очищают от пыли и грязи, жирные пятна снимают ацетоном. Для более надежного сцепления герметика с бетоном фирмой предложены первичные материалы (праймеры), состоящие из двух компонентов. Перед употреблением компоненты смешивают в определенных дозах до образования вязкой жидкости белого и светло-желтого цвета. Готовые праймеры наносят жесткой кистью на стыкуемую поверхность, после высыхания которой наносят мастику.

Мастика выпускается в герметических банках — патронах, имеющих наконечник для нанесения мастики в шов. Время вулканизации зависит от толщины слоя, относительной влажности воздуха и температуры (от 40 до 100 ч и более). С повышением влажности воздуха вулканизация ускоряется.

На экспериментальных каналах, смонтированных из гладких лотков и заделанных слоем мастики толщиной 5—15 мм, ведут постоянные наблюдения. Герметичность всех стыков обеспечена полностью. Старения мастики после пятилетней эксплуатации не установлено.

ТАБЛИЦА 30

Показатели конструкций стыков

Наименование конструкций	Область применения конструкций	Стоимость п. м, руб.	Срок действия, лет	Ежегодные эксплуатационные затраты, руб.	Клеящий материал
Обжатые собственным весом конструкции					
Минизол	Лотки	1,80	5— 6	0,36	Без клея
Пороизол	Плиты по балочкам	0,95	11—15	0,08	» »
Обжатые силовым способом					
Минизол	Плиты	2,60	5—6	0,52	» »
Битумные					
Полостные	Лотки	2,30	1—2	1,60	» »
	Плиты	0,26	1—2	0,20	» »
Ложные	Монолитная облицовка	0,13	1—2	0,10	» »
Битумные с деревянной рейкой	То же	0,29	1—2	0,20	» »
Клееные гибкие стыки					
Резина	Облицовка	1,24	1—2	0,80	Клей Н-88
Полиизобутиленовая пластина	Лотки	0,98	2—3	0,38	То же
Полиэтиленовые, армированные маты	Монолитная облицовка	2,40	10	0,24	Замоноличена в бетон
Силиконовые французские мастики	Облицовка, лотки	4,80	10*	0,78	С праймером
Тиоколовая мастика КМ-0,5	То же	5,40	5	1,80	Без праймера
Бутилкаучук ЦПЛ-2	» »	1,20	5	0,24	С праймером

* По последним зарубежным и отечественным данным, срок службы этой мастики превышает 50 лет, тогда эксплуатационные расходы составят 10 коп.

За последние годы в Голодностепстрое пробовали применять тиоколовые мастики КБ-0,5, КМ-0,5 и бутилкаучуковый герметик ЦПЛ-2. Однако широкого внедрения эти герметики пока не получили: одни из-за нестабильности свойств и дороговизны, другие из-за недостаточной адгезии к бетону при низкой влажности воздуха, характерной для условий Голодной степи.

Показатели различных стыков, применяемых в Голодной степи, приведены в таблице 30.

5. Коэффициент полезного действия системы Южного Голодностепского канала

Потери в оросительной сети, как известно, складываются из потерь на фильтрацию и испарение, а также эксплуатационных потерь, связанных со сбросами, переливами, утечками и т. д.

Обычно потери на испарение не превышают 1% от общей величины водозабора.

Фильтрационные потери характеризуют технический уровень ирригационных каналов во всех звеньях и зависят от эффективности тех антифильтрационных мероприятий, которые проведены на системе.

Эксплуатационные потери в основном связаны с организацией обслуживания, техническим состоянием системы и соблюдением планов водопользования.

Динамика потерь в процессе освоения. Воду в систему Южного Голодностепского канала впервые подали в 1961 г. С того времени благодаря совершенствованию эксплуатации происходит постоянное повышение к.п.д. как в целом по системе межхозяйственных каналов, так и по отдельным звеньям. Динамика изменения потерь и сбросов по годам (табл. 31) составлена для двух периодов работы канала: вегетационного — с апреля по сентябрь (I) и невегетационного—с октября по март (II). Из года в год в период вегетации увеличивается как общий, так и технический к.п.д. системы (технический к.п.д.— отношение забора воды без потерь к общему водозабору). Это объясняется постоянным уменьшением удельного веса необлицованных каналов.

Что касается сбросов из системы, то здесь показатели не постоянны. В начале вегетации сброс минимален и составляет 0,3% водозабора, затем по мере наращивания

ТАБЛИЦА 31

Изменение к.п.д. межхозяйственной системы Южного Голодностепского канала (млн. м³)

Показатели	1965 г.		1967 г.		1969 г.		1971 г.	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Водозабор на ПК-145	970,1	97,1	1246,9	127,2	1112,3	29,2	1828,1	125,6
Сброс из М-1	—	—	—	—	0,2	—	—	—
Итого подача в ЮГК	970,1	97,1	1246,9	127,2	1112,5	29,2	1828,1	125,6
Общий водозабор хозяйствами	753,3	42,3	1013,9	59,3	981,8	29,5	1641,9	110,0
Сбросы из системы	35,4	49,4	39,7	46,7	44,1	107,1	61,0	78,6
То же, %	3,6	50,7	3,2	36,7	4,0	64,0	3,2	—
Потери на фильтрацию	181,4	5,5	193,3	21,3	86,6	106,8	142,0	43,0
То же, %	18,7	5,7	15,5	16,4	7,7	—	7,8	—
Потери+сбросы	216,8	54,9	233,0	68,0	130,7	107,1	203,0	78,6
К.п.д. общий, %	77,7	43,7	81,3	46,6	87,3	—	88,9	—
К.п.д. технический, %	81,3	94,3	84,5	84,6	92,3	100	92,3	100

Примечание. В течение 1969—1971 гг. во вневегетационный период канал работал как дренаж, поэтому приток в него был больше, чем потери.

подачи воды он увеличивается и достигает в конце вегетации 0,9%. Увеличение объема сбросов к концу вегетации вызвано необходимостью опорожнения канала. Этот обязательный сброс (сработка мертвого объема) проводится из каналов системы, идущих вдоль горизонталей и в течение года работающих на подпоре (ЮГК, Правая и Левая ветки). Мертвый объем в них составляет 15 млн. м^3, или в среднем 1,5% головного забора воды за год. С другой стороны, в конце вегетации, когда необходимость в поливе сокращается, обычно обнаруживаются неполадки и отказ от воды в межхозяйственных каналах. В начале вегетации забор воды легко регулировать за счет имеющихся свободных емкостей, а в конце вегетации, когда каналы находятся на крайних отметках подпора, приходится регулировать воду за счет сбросов.

Для уменьшения сбросов следует рекомендовать начиная со второй половины августа уменьшение подачи воды и сработку на 10—25 см уровней воды в каналах с целью создания соответствующих емкостей при возможных отказах от ее забора.

Уменьшить организационные потери на каналах межхозяйственной сети можно за счет автоматизации управления системой в сочетании с программированием.

Институт «Средазгипроводхлопок» разрабатывает проект телемеханизации и телеуправления системы ЮГК с двух диспетчерских пунктов при помощи системы «Ташкент» и «Гулистан». Предполагается получить данные о расходах, горизонтах на всех сооружениях и водовыделах, а также возможность управления сооружениями с диспетчерских пунктов. Такая система, конечно, сделает более управляемой всю схему эксплуатации, улучшит централизованный контроль. Однако существенный эффект от телемеханизации можно получить лишь в том случае, если в схему автоматизации включить программирование. На основании данных, получаемых постоянно по всем сооружениям, система программирования должна учитывать изменения водоразбора в сочетании с регулирующими емкостями каналов, скоростью добегания и регулирования головного забора системы.

В опытном порядке автоматизацию сооружений на межхозяйственной сети проводят в Голодной степи с 1962 г. На каналах и сооружениях запроектировано и построено несколько сбросов, оборудованных автоматическими затворами конструкции Э. М. Пеплова. Сброс-

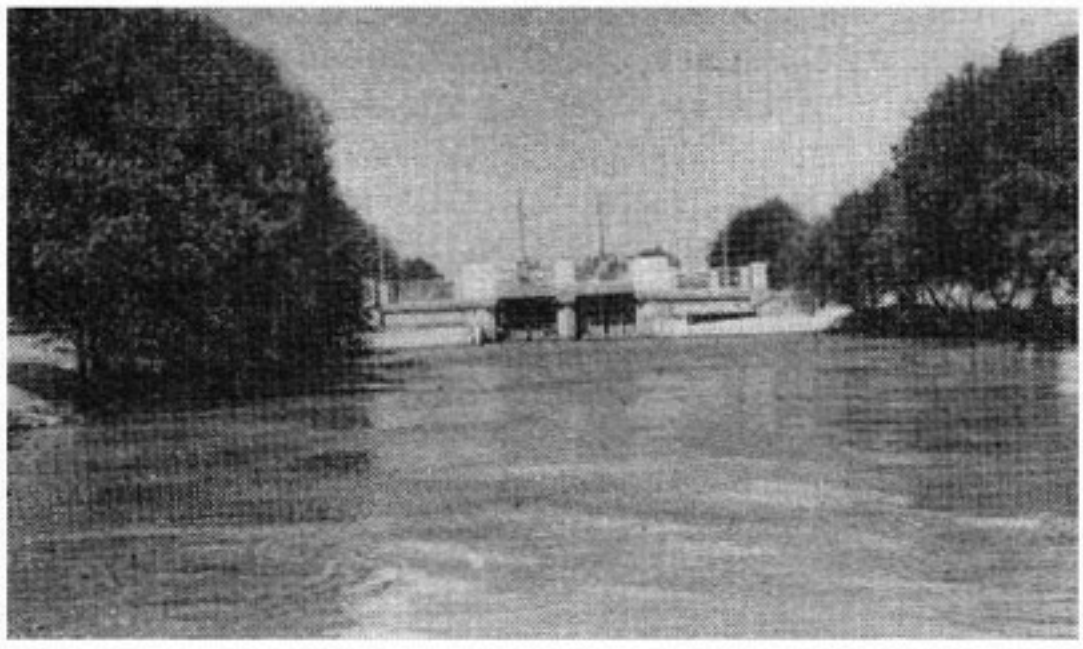


Рис. 33. Перегораживающее сооружение на ПК-923 ЮГК.

ные сооружения трубчатого типа с верхней поперечной диафрагмой перекрывают сегментными затворами. Затворы-автоматы основаны на вододействующем принципе и поддерживают постоянный горизонт в верхнем бьефе. Автомат работает по принципу равенства моментов от сил, создаваемых затвором и емкостью относительно оси грузового механизма. Сейчас работает пять таких сооружений. Ошибки в работе затвора бывают от 5 до 10 см. Для хорошего действия автоматов Пеплова необходима большая точность в выполнении строительных и монтажных работ по водопуску.

В 1970—1972 гг. на сооружениях ПК-624 и 923 Южного Голодностепского канала выполнена электрическая автоматизация распределения воды с применением аппаратуры автоматического регулирования и записи уровней и расходов системы «Гулистан» и «Янгиер», которые находятся пока в опытной эксплуатации (рис. 33).

Сокращение до минимума сбросов из канала в период вегетации в значительной степени зависит от просрочек через уплотнения щитков на сбросных сооружениях каналов. Обследование всех сбросных сооружений, проведенное в декабре 1969 г., показало, что минимальные конструктивные утечки из пяти сбросных сооружений составляют до 0,5 м³. Для некоторых каналов сократить потери на фильтрацию и повысить к.п.д. можно без проведения специальных антифильтрационных мероприятий за счет правильного проектного решения. Правильное

проектирование параметров канала в увязке с положением грунтовых вод особенно важно для больших ирригационных каналов, облицовка которых связана со значительными капиталовложениями.

Расчеты показывают, что, если бы проектные горизонты воды в Южном канале были снижены на 2 м, фильтрационные потери уменьшились бы до 0,02 м³/с с 1 км (почти в 3 раза).

Работа межхозяйственных каналов в невегетационный период. Первоначально проекты предусматривали закрывать все каналы в невегетационный период. В отличие от зоны существующего орошения (зона Кировского и Баяутского каналов), где ирригационные каналы служат для хозяйственного и питьевого водоснабжения и закрывать их на осенне-зимний период нельзя, в новой зоне предусмотрена отдельная система питьевого и хозяйственного водоснабжения, которая обеспечивает круглый год хозяйства пресной высококачественной водой. Построено более 400 км сетей межхозяйственного водоснабжения. С 1966 г. в практику освоения Голодной степи начали включать влагозарядковые и профилактические промывные поливы в январе — феврале нормой 2—4 тыс. м³/га. Необходимость проведения этих поливов потребовала из-за небольших расходов (20—30% максимального водозабора) держать в каналах подпертые горизонты.

В последние годы воду в осенне-зимний период забирают с низких горизонтов временными насосными установками ПГ-35 и т. п. Сейчас на зимний период намечены, где это возможно, заборы воды на сниженных горизонтах, а где невозможно — строительство насосных станций для подкачки.

В этом случае можно 6—7 месяцев в году, не прекращая подачу воды в нужных размерах, использовать большие магистральные каналы в качестве водоприемников для перехвата грунтовых вод.

На основе имеющихся данных можно сделать ориентировочный прогноз коэффициента полезного действия системы на перспективу.

Завершение облицовки всех межхозяйственных каналов (кроме ЮГК и Центральной ветки) позволит повысить технический к.п.д. с 92,5 до 95,6%.

При доведении системы до проектных расходов, увеличении в 1,5—1,6 раза подачи воды при сохранении тех

же горизонтов в вегетацию абсолютная величина потерь будет отнесена к большему водозабору, в результате чего технический к.п.д. достигнет 0,96÷0,97.

При более четком соблюдении планов водопользования в конце вегетации, регулировании расходов, ликвидации утечек в сбросных сооружениях можно сократить сбросы до 3%; тогда общий к.п.д. межхозяйственной системы составит 0,93÷0,94.

При внедрении автоматики и программирования на межхозяйственной сети за счет сокращения сбросов из системы до 1% к.п.д. достигнет 0,95÷0,96.

Потери воды на внутрихозяйственных каналах. Внутрихозяйственные потери воды, как известно, складываются из технических потерь в оросительной сети и сброса из нее.

Величина технических потерь зависит от уровня антифильтрационных мероприятий, состояния облицовки, а также сооружений на внутрихозяйственной сети. По данным ВНИИГиМ, Голодностепстроя и института Средазгипроводхлопок технический к.п.д. сети в совхозах Голодной степи составляет 0,93. Фактический к.п.д. с учетом всевозможных сбросов и непроизводительных потерь воды в каналах (перепуски из бьефа, опорожнение каналов, переливы, прорыв и утечка), по данным замеров УОС Голодностепстроя, составляет от 0,86 до 0,925 (табл. 32).

ТАБЛИЦА 32

Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети в совхозах новой зоны

Наименование совхозов	Головной водозабор, м³/с	Потери, м³/с			К.п.д.
		всего	в каналах	в лотках	
№ 6	8,62	1,22	0,60	0,62	0,86
№ 25	9,70	0,80	0,29	0,51	0,92
№ 27	9,51	0,86	0,36	0,50	0,91
№ 28	7,80	0,61	0,27	0,34	0,92
№ 18	7,54	0,73	0,32	0,41	0,91
«Пахтакор»	7,52	0,83	0,40	0,43	0,89

В совхозах, где применяют конструкции сборных облицовок с битумными швами, монолитных, выполненных вручную, к.п.д. менее 0,9, а для совхозов, сеть которых построена в последние годы с применением комбиниро-

Рис. 34. Автомат постоянного горизонта воды в верхнем бьефе одного из каналов.

ванной облицовки,— более 0,9. Эта величина довольно высокая по сравнению с другими оросительными системами, однако она может быть повышена по крайней мере до 0,93 за счет улучшения водопользования и автоматизации водораспределения на внутрихозяйственной сети, которая находится пока в начальной стадии. Институт «Средазгипроводхлопок» разработал схемы автоматизации внутриотделенческих каналов. В 1971—1972 гг. проведена автоматизация по верхнему бьефу сооружений на каналах КТР-2, КТР-1 (рис. 34) и по нижнему бьефу на канале ЛР-8.

Основное внимание в автоматизации необходимо уделить нижнему звену — участковым распределителям, удельный вес которых в общей протяженности сети наиболее высок. По данным института Средазгипроводхлопок, в участковой сети совхоза № 1, в котором велись наблюдения, колебания расходов достигали 50—60% среднесуточного размера. Это безусловно отражается на работе поливальщиков. Попытки автоматизировать лотковые участковые оросители с помощью автоматов типа «Нейрпик» пока не увенчались успехом в связи с несовершенством их конструкции. В настоящее время проводится опытное внедрение автоматов конструкции Ф. Мухамеджанова, Э. Э. Маковского и др.

Другое решение заключается в том, чтобы изменить схему участковой оросительной сети и сделать распреде-

лительный лоток безуклонным. Движение воды в лотке произойдет за счет гидравлического уклона по мере водозабора. В таких лотках можно не опасаться перелива или сброса, так как при отсутствии водозабора вода не будет двигаться по лотку.

В связи с безуклонной трассировкой лотков увеличится размер участковых оросителей, их удельная протяженность. Протяженность лотков на 1 га составит 25 м, что на 35% выше средней густоты лотковой сети в Голодной степи. Высота лотков будет в начальной части 1 м, а в конечной — 0,8 м. Такую схему можно применить при незначительном поперечном уклоне местности.

Коэффициент полезного действия системы определяют по следующей формуле:

$$к.п.д._{сист} = к.п.д._{мх} \cdot к.п.д._{вх},$$

где $к.п.д._{мх}$ — коэффициент полезного действия межхозяйственной сети;

$к.п.д._{вх}$ — коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети.

Подсчет проводят для технического к.п.д., учитывающего только потери на фильтрацию и испарение, и для общего к. п. д., который, кроме технических потерь, учитывает хозяйственные потери (сбросы, утечки воды и т. д.).

В результате завершения облицовки и доведения расходов в межхозяйственных каналах до проектных технический к.п.д. системы увеличится с 0,86 до 0,89, а общий к.п.д. соответственно с 0,79 до 0,833. При внедрении автоматики на внутрихозяйственной и межхозяйственной сети к.п.д. составит 0,91 и 0,88.

6. Техника полива и режим орошения в процессе освоения

Применение новых конструктивных решений оросительной сети привело к изменению схемы орошения, а также позволило несколько усовершенствовать технику полива за счет создания напора в участковой сети. Оросительная сеть и техника полива в проектах были рассчитаны на определенные режимы орошения, которые оказались отличными от фактических режимов в период освоения. Все это внесло изменения в нормы проектирования и в практику орошения.

Схема расположения сети и техника полива. Использование лотков и труб в качестве участковых оросителей позволяет проектировать их по наибольшему уклону местности, так как в отличие от земляных каналов на них не требуется никаких перепадов и сопрягающих сооружений. Это дает возможность бóльшую часть (82%) всей распределительной сети внутри отделения делать наиболее экономной по диаметрам.

Межбригадные оросители, отходящие от открытых каналов, прокладывают в основном вдоль горизонталей. Орошение из лотков и трубопроводов предусматривает подачу воды в борозду через гибкий поливной трубопровод. Поливной трубопровод, на котором находятся отверстия с клапанами по ширине междурядья, подключают к водовыпуску-вентилю непосредственно или через транспортирующий трубопровод. Расстояние между участковыми распределителями равно 800—1000 м при двустороннем командовании и 400—500 м — при одностороннем. Длина участкового распределителя составляет 1,6—2,5 км, а площадь, обслуживаемая им, — 180—250 га. Обычно эту площадь обслуживает одна бригада. Расчетный расход принят 200 л/с, исходя из одновременной работы всех участковых распределителей в течение вегетации.

Некоторые проектные институты, например Туркменгипроводхоз, пытались проектировать водооборот в пределах севооборотного массива. При введении водооборота невозможно организовать работу в каждой бригаде по комплексному принципу. Бригада поливальщиков должна полить сначала одно поле, затем другое, третье, а вслед за тем специализированные механизированные звенья должны выполнять межполивную обработку. При этом достигается единственное преимущество — увеличение гона машин на длину всего поля.

Но утрата принципа заинтересованности механизатора и поливальщика, которые не закреплены за определенным полем, не может не отразиться на качестве обработки и, следовательно, на конечном результате — урожае хлопка и других сельскохозяйственных культур.

Проектами в Голодной степи предусматривалась продольная схема полива (рис. 35, *а*). При такой схеме от каждого оросителя перпендикулярно ему укладывают поливной трубопровод, из которого проводят полив в направлении наибольшего уклона, параллельно

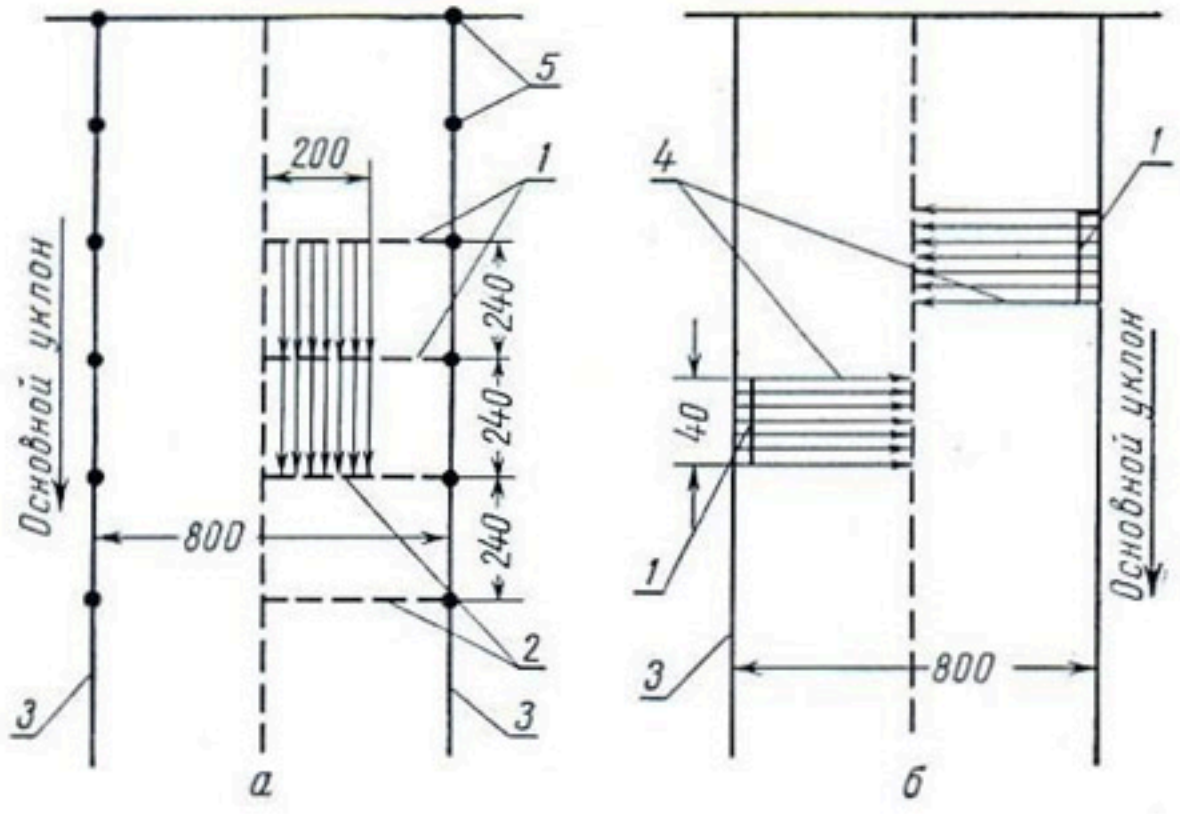


Рис. 35. Схема полива из гибких трубопроводов (размеры в м):
а — продольная; *б* — поперечная; *1* — работающие трубопроводы; *2* — приготовленные к работе трубопроводы; *3* — участковые оросители; *4* — поливные борозды; *5* — водовыпуски.

лотку с расходом 60—100 л/с. Одновременно работают 2—3 трубопровода подряд из оросителя с тем, чтобы после окончания полива приступить к обработке с длиной гона не менее 480 м. Длина борозды 240 м. Во время работы первого и второго трубопроводов укладывают резервные 1—2 трубопровода. После окончания полива на одной позиции гибкий трубопровод собирают с помощью намоточного устройства и перемещают на другую, вышерасположенную позицию. Поливная струя при узких междурядьях равняется 0,3—0,35 л/с, а размер поливного участка 10—12 га.

Опыт первых лет освоения показал, что проектная схема при узких междурядьях невыполнима. При поливной струе 0,3—0,4 л/с невозможно добиться равномерного полива при длине борозды более 80 м. Появились многочисленные дополнительные земляные ок-арыки, и значительно уменьшилась величина поливного участка (до 3—4 га). Кроме того, обнаружились определенные недостатки в применении поливных трубопроводов. Их очень трудно сматывать и укладывать в мокром состоянии, особенно к концу вегетации, когда в них откладывается значительное количество ила и наносов.

Большие затраты труда на транспортирование и укладку шлангов снижают эффективность, получаемую от экономии трудозатрат при поливе из них. При малом сроке службы шлангов, их высокой стоимости полив из гибких трубопроводов становится равным по стоимости поливу из ок-арыков.

Существенным недостатком продолжительной схемы полива с применением гибких шлангов является недостаточный напор в лотках для преодоления потерь по длине в 400—500 м. Согласно данным И. И. Величко, полученным на основании замеров в совхозах № 6 и «Фархад», потери напора при скорости 0,65 м/с и расходе 50—60 л/с составляют от 13 до 35 см на 100 м трубопроводов. Если принять длину трубопровода 400 м, то даже при этих расходах, значительно меньших, чем расчетные, потери достигнут 1,40 м, а при длине 500 м — 1,65 м.

Проектный напор в оросителях в 1,2 м обеспечивает пропуск нужного расхода по трубопроводу на длине 400 м при соблюдении уклона от оросителя не менее 0,0005—0,001. Если же при проектировании планировки допущены нулевые или обратные уклоны, равномерная подача воды в бороздах из шланга обеспечивается на длине не более 300 м.

В связи с этим на некоторых участках эксплуатационники устраивают земляные каналы параллельно построенным распределителям. Так, в совхозе № 10 из 36 проверенных каналов только 4 пропускают от 90 до 100% проектного расхода, а на остальных пропускная способность больше проектного расхода, рассчитанного исходя из гидромодуля 1 л/с. На поливных картах при наличии 12 лотковых каналов длиной 23,6 км с другой стороны поля нарезаны земляные каналы длиной 7,3 км, построенные совхозом из-за недостаточности напора в лотках для полива гибкими трубопроводами всей подкомандной территории при продольной схеме полива.

В целях устранения имеющихся недостатков доктор сельскохозяйственных наук С. М. Кривовяз предложил, а институт Средазгипроводхлопок разработал переход на поперечную схему полива (рис. 35, *б*).

При поперечной схеме полива поливной трубопровод располагают вдоль участкового оросителя на длине 30—40 м, а поливные борозды перпендикулярно ему. Полив ведут по искусственно созданному уклону перпендикулярно лотку. В этом случае резко снижается расход

гибких трубопроводов, повышается производительность полива, улучшается его равномерность, хотя несколько увеличивается протяженность лотковой сети и почти в 2 раза возрастает объем планировки (табл. 33).

ТАБЛИЦА 33

Сравнительные показатели различных схем полива из гибких трубопроводов

Показатели	Схема	
	продольная	поперечная
Протяженность участковой сети, м/га	12,8	14,0
Расход гибких трубопроводов, м/га	12,0	2,3
Производительность труда поливальщика, га/смену	1,0	1,7—2,0
Объем планировки, $м^3$/га	500—800	1000—2000

Поперечная схема требует обязательного перехода на междурядья шириной 90 см. Такой переход был осуществлен совхозами Голодной степи в 1967—1969 гг. Это создало условия для широкого применения поперечной схемы. По данным фактических замеров производительности труда в совхозах, установлено повышение выработки на поливе в 1,77 раза. Опытные работы Средазгипроводхлопка в совхозе № 1, а затем применение поперечных схем в совхозах № 6, 25 и 26 показали, что при уклонах до 0,002—0,003 и широкорядных посевах вполне применим полив по бороздам длиной 400—500 м. Размер поливной струи при этом должен составлять 1,5—2,5 л/с. Заполнение борозды должно быть 13—15 см при глубине ее 25 см.

Сокращение расхода и уменьшение длины гибких трубопроводов во многом устраняют недостатки при этой схеме, а перемещение небольших трубопроводов длиной 30 м вдоль лотков не составляет никакого труда.

Сочетание поперечной схемы с широкорядными посевами позволяет выявить еще одно важное преимущество поперечной схемы: возможность уменьшения расчетного расхода лотков на половине длины участкового оросителя. Дело в том, что при продольной схеме полив начинается с наиболее пониженных участков поливной карты и идет вверх против уклона. Для обеспечения длины гона механизмов в 400 м на обработке в межполивной период необходимо осуществлять полив подряд. Исходя из этого, весь лоток до конца должен иметь расход в 200 л/с, за

исключением последнего участка в 240 м. При поперечной схеме полив можно вести с конца и середины трассы вверх по уклону независимо, так как расположение борозд перпендикулярно лотку и длина борозд в 400 м и обеспечивают фронт работ обработки. Таким образом, с середины участкового оросителя до конца расчетный расход может быть сокращен до 100 л/с, что дает экономию около 4 руб. на 1 п. м.

Для повышения эффективности новых каналов — лотков и трубопроводов—нужно совершенствовать поливное оборудование: гибкие шланги, сборно-разборные жесткие трубопроводы.

Применение дождевания. Расходование воды на полив непосредственно в поле в значительной степени зависит от техники полива, от того, насколько совершенна схема подачи воды и как управляем механизм водоподачи.

Попытки механизировать полив с помощью дождевания в совхозе «Фархад» и № 4 на первом этапе (1958 г.) не дали желаемых результатов. Известен положительный опыт с дождеванием в совхозе «Пахтаарал».

В 1968 г. в совхозе № 6, а в 1969 г. и в ряде других совхозов на площади около 1000 га были проведены производственные опыты по применению дождевальных машин ДДА-100М.

Отвод участков под дождевание проводили при соблюдении следующих основных требований:

обеспеченности участков проектным дренажем, поддерживающим уровень грунтовых вод ниже критического;

минерализации грунтовых вод ниже 6—7 г/л;

обязательного проведения влагозарядковых поливов.

В 1968 г. на всей площади провели промывной полив нормой 3500 м³/га, а в 1969 г. в таком поливе не было необходимости, так как осадки превысили многолетнюю норму на 300 мм, что, по сути, эквивалентно такой же норме влагозарядкового полива.

Вегетационные поливы (нормой 1000—1200 м³/га) проводили в несколько сдвинутые сроки, при этом оросительная норма составляла в период вегетации 4100—5000 м³/га.

Перед каждым поливом нарезали поливные борозды. В результате на фоне широких междурядий полив дождеванием сочетался с бороздковым.

Наблюдения за мелиоративным состоянием земель и грунтовыми водами, проведенные Мелиоративной инспек-

цией Голодностепстроя в 1968 г., показали, что при поливе дождеванием повышение уровня грунтовых вод на фоне дренажа с междреньями в 200 м составляет 10—12 см над горизонтом до полива. При этом абсолютная глубина грунтовых вод не превышает 2,3 м от поверхности земли. В то же время на участках поверхностного полива в период вегетации наблюдается подъем уровня грунтовых вод до 1,8—2 м, то есть выше критического уровня. Засоление в среднем уменьшалось на 15,7 т/га, почти повсеместно уменьшился хлор, однако на 50% площади увеличилась сумма вредных солей в слое 0—20 и в слое 100—200 см. Аналогичные явления наблюдались и в 1969 г.

Урожайность на участках дождевания превысила средний уровень урожайности по хозяйствам в среднем на 1,8—3 ц/га.

Производительность полива на одного рабочего в среднем за сезон составляет 1,33 га за смену. Это в 2 раза выше, чем при поливе из ок-арыков, на 30% больше, чем при продольной схеме полива из шлангов, и в 1,5 раза меньше, чем при поперечной схеме полива из шлангов.

По стоимостным показателям дождевание из ДДА-100М уступает всем другим видам полива. Это объясняется несовершенством применяемых дождевальных машин ДДА-100М и недостаточно высокой производительностью. Машины ДДА-100М обладают еще одним недостатком: в процессе перехода агрегата с позиции на позицию вода из временного оросителя сбрасывается с поля.

Обнадеживающие результаты дали ведущиеся с 1969 г. испытания дождевальной машины ДОС-400 конструкции ГСКБ по ирригации Главсредазирсовхозстроя. Машина состоит из двух пилонов сварной конструкции на гусеничном ходу, между которыми подвешены на вантовой системе поливные трубопроводы с дождевальными насадками. ДОС-400 управляется двумя механизаторами, обслуживает площадь в 100—120 га со средней продолжительностью около 3 га за смену. Машина не требует устройства временной сети, так как забирает воду непосредственно из лотка.

В целом дождевание может найти применение в Голодной степи при совершенствовании дождевальной техники и определенных мелиоративных условиях (слабоза-

соленные грунтовые воды, наличие дренажа и обязательное проведение промывных поливов).

Предложения по усовершенствованию полива и водораспределения на основе постоянных поливных участков. Для повышения производительности полива на рисовых полях Кубани, Крыма устраивают постоянные сооружения в чеках площадью 2—4 га в сочетании с планировкой под плоскость. Благодаря этому поливальщик должен только пустить воду в чек и настроить один раз за сезон все поливные устройства. Приблизительно по такому принципу построена система полива в колхозе имени Калинина Туркменской ССР («Хлопководство» № 11, 1970 г.).

В Голодной степи, условия которой отличаются значительно бо́льшими уклонами (в среднем 0,001) и необходимостью вписываться в густую сеть дренажа, а также оросительной сетью из лотковых распределителей, была проработана схема полива по постоянным поливным участкам. Для условий вновь строящихся совхозов Голодной степи лотковую распределительную сеть в отличие от описанных существующих схем следует прокладывать вдоль горизонтали. При этом лотки обеспечивают командование в одну сторону по уклону. Перпендикулярно лотковой сети проектируют дрены с междренья́ми 200 м. Дрены впадают в участковые коллекторы, располагающиеся через 2 км вдоль лотков.

При такой схеме образуется поливная карта размером 200×400 м, ограниченная с двух сторон лотками и с двух других — дренами (площадью 8 га). Полив проводят по уклону местности при широких междурядьях по длинным бороздам. Вдоль верхней границы участка от лотков прокладывают заглубленную выводную борозду — распределитель глубиной 30 см и длиной 200 м с нулевым уклоном, а вдоль нижней границы такую же борозду — водосбор (рис. 36).

Поливной участок следует планировать с однообразным уклоном 0,0005—0,0003 в направлении полива. Излишний грунт складывают вокруг поливного участка для образования ограждающих валиков вдоль дрен и лотков. Поверхность валиков должна быть на одной отметке (+0,2), а ширина вдоль дрен в первоначальный период после освоения — 6 м. После осадки наддренных полос (2—3 года) ширину постоянного валика можно уменьшить до 1,5 м, чтобы увеличить использование земли.

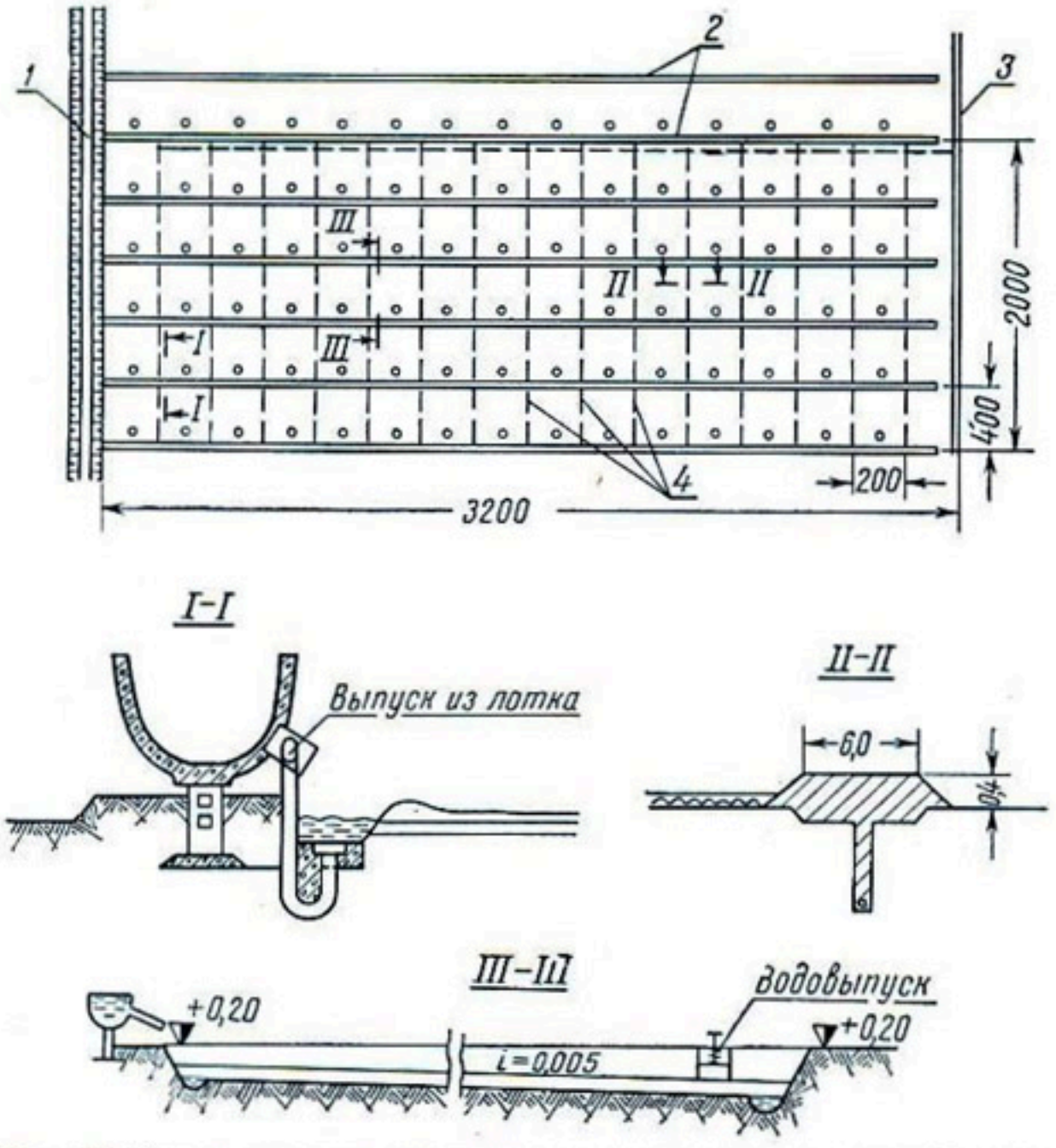


Рис. 36. Схема сети при орошении по постоянным поливным участкам (размеры в м):

1 — оросительный канал; *2* — лотки; *3* — коллектор; *4* — дрены.

Каждый постоянный поливной участок армируют одним мелким водовыпускным сооружением, имеющим два положения — нижнее на отметке — 0,10 для вегетационного полива и на отметке 0 для влагозарядковых поливов. Сооружение рассчитано на расход 50 л/с. Это позволяет гарантировать автоматический перелив в соседнюю карту воды при завершении полива без всяких осложнений (затопления и сбросов воды с полей).

При указанной схеме обязанности поливальщика резко сокращаются. Он должен только открыть водоспуск и спустить воду после завершения полива карты. В тех

же постоянных валиках проводят предпосевные влагозарядковые и промывные поливы, только при другой отметке водослива.

Основой обеспечения поливов в пределах каждого участка является тщательная планировка. К ней нужно предъявлять особые требования, чтобы в результате получался равномерный полив на площади всего участка. Поэтому после проведения планировки следует проводить пробный полив и при необходимости исправлять планировку. Такая подготовка площади позволяет в условиях засоленных земель за счет равномерности полива ликвидировать пятнистость в развитии растений, а главное — значительно облегчить и автоматизировать полив.

В 1971—1972 гг. в совхозе № 21 был заложен опыт (И. Л. Безуевский) для проверки метода полива по постоянным поливным участкам на площади 36 га. При поперечном нулевом уклоне продолжительный уклон был несколько увеличен против оптимального (−0,001). Производительность поливальщика при работе трех выпусков составила 0,4 га/ч, при максимальном их расходе — 140 л/с. Участок в 7 га поливали за 18—23 ч при поливной норме 1000—1240 м³/га, а в ночное время без участия поливальщика.

Увеличив число работающих выпусков до 5 и расхода до 200 л/с, можно достичь производительности в 6 га за смену. На поле нет никакого сброса, за счет чего снижается размер поливной нормы.

Применение схемы постоянных поливных участков в сочетании с автоматизацией нижнего звена распределительной сети позволяет улучшить использование воды и значительно повысить эксплуатационные показатели полива. В таблице 34 приведено сравнение расчетных эксплуатационных затрат в Голодной степи при различных способах полива.

Режим орошения сельскохозяйственных культур в Голодной степи. В расчетах оросительной нормы по существующей методике в основу положен дефицит влаги в активном слое почвы. А. Н. Костяков указывал, что «вся величина оросительной нормы должна размещаться в активном слое почвы без потерь на просачивание в нижеследующие слои».

В первые годы освоения в новой зоне было обнаружено, что поливные и оросительные нормы оказались выше расчетных.

ТАБЛИЦА 34

Сравнительные показатели текущих затрат при различных способах полива, руб/га

Наименование затрат	Способы полива				
	дождевание машиной ДДА-100М	из временных оросителей по бороздам	из шлангов		по постоянным поливным участкам
			продольная схема	поперечная схема	
Нарезка временной оросительной сети и ок-арыков	6	16	—	—	3
Насыпь, планировка и уплотнение дороги	6	—	—	—	—
Заравнивание дорог и временных оросителей	12	16	—	—	2
Влагозарядковые поливы	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Нарезка пал для влагозарядковых поливов	2,5	2,5	2,5	2,5	—
Четырехкратная нарезка и оправка борозд	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Вегетационные поливы (4 раза)	28,4	24	20	10	5
Техническое руководство и ремонт поливной техники	3,4	—	—	—	—
Хранение поливной техники	10	—	10	1,3	—
Износ шлангов	—	—	16	2,9	—
Итого	89	79,4	60,4	37,6	30,9
Основные характеристики способов					
Нарезка временной сети и ок-арыков	100	250	—	—	50
Производительность на поливе, га за смену продолжительностью 10 ч	1,33	0,8	1,0	2	4
Расход гибких трубопроводов, м	—	—	12	2,2	—
Объем планировки, $м^3$/га	600	1000	600—800	800—1200	1200—1500

В 1964 г. в решении Всесоюзной конференции по борьбе с засолением было рекомендовано устанавливать поливные нормы не по расчету насыщения до полевой влагоемкости, а с превышением водоудерживающей способности на 10—30%. В результате тщательного анализа водопотребления было признано необходимым увеличить расчетный гидромодуль полива с 0,7 до 1 л/с/га. Однако практика показала, что, несмотря на увеличение

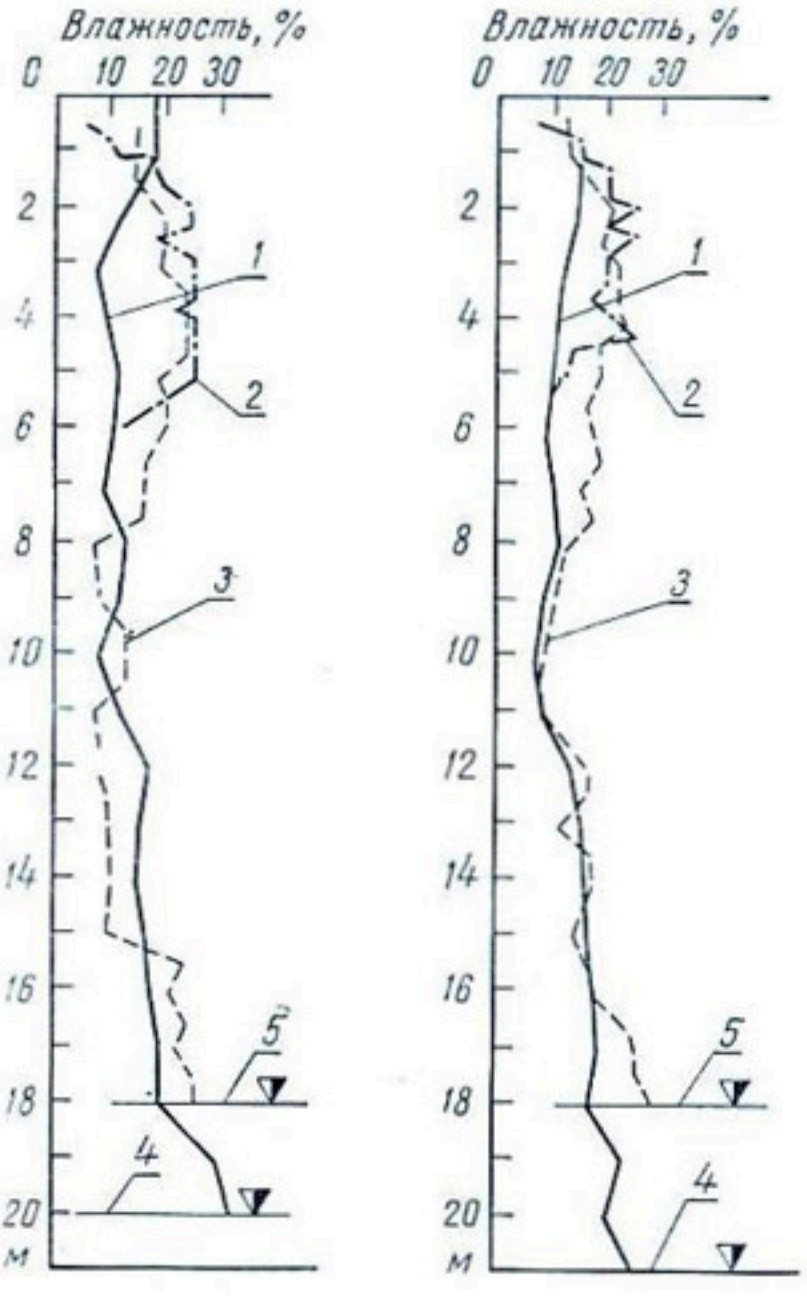


Рис. 37. Изменение запасов влаги в процессе орошения при глубоких грунтовых водах:

1 — перед вегетацией 1969 г.; *2* — после вегетации 1969 г.; *3* — к началу вегетации 1970 г.; *4* — уровень грунтовых вод в мае 1969 г.; *5* — то же, через год.

расчетного гидромодуля, фактические поливные и оросительные нормы резко превышали расчетные.

В первые годы освоения размер фактических оросительных норм намного превышал расчетные, затем постоянно снижался в течение 3—5 лет до расчетных пределов.

П. А. Коротков, Г. Н. Павлов (Средазгипроводхлопок) на опытном участке совхоза № 1 установили, что в 1963 г. (первом году освоения) поливная норма достигла 4000 м³/га, в 1964 г.— снизилась до 2600 м³/га, а в последующем — до 1600—1800 м³/га. Такое повышение водопотребления объяснялось свойствами макропо-

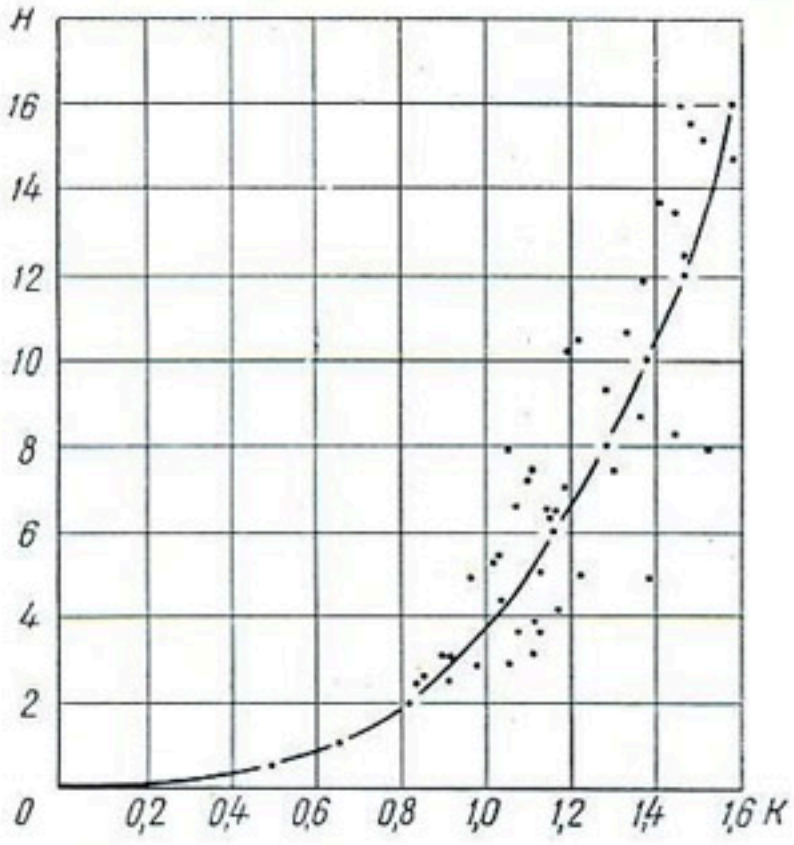


Рис. 38. Зависимость оросительных норм от уровня грунтовых вод.

ристых грунтов, образованием воронок и повышенным водопоглощением грунтов в первые годы освоения.

В 1969 г. для проверки причин увеличенного расходования оросительной воды в первые годы освоения Голодностепстрой организовал наблюдения на участке площадью 172 га в совхозе № 11, орошаемом первый год. Оросительная норма участка составляла 13 тыс. м³/га, а по совхозу в целом 14,5 тыс. м³/га.

До орошения грунтовые воды (по наблюдениям в 5 скважинах) залегали на глубине в среднем 20,8 м от поверхности. После одного года орошения уровень грунтовых вод поднялся до 16,55 м, или на 4,24 м.

До начала вегетации были сделаны замеры влажности до уровня грунтовых вод, затем после прекращения поливов снова определяли влажность по разрезу (рис. 37).

За счет просачивания при поливе влажность распространилась до глубины 5 м от поверхности и увеличилась в среднем на 9,38% в 5-метровой толще. Отсюда можно определить, что увеличение запаса влаги в этом слое грунта составило 6500 м³/га.

Очевидно, объем воды, просачивающийся ниже корнеобитаемого слоя, зависит от глубины грунтовых вод и свойств грунта.

Для расчетов режима орошения в период освоения необходимо ввести повышающий коэффициент, величина которого зависит от уровня грунтовых вод.

На основе обработки данных наблюдений В. А. Духовный построил график зависимости (рис. 38).

$$K = f(H_{\text{гр.вод}}),$$

где K — коэффициент увеличения фактической оросительной нормы по сравнению с расчетной:

$$K = \frac{M_{\text{ф}}}{M_{\text{о}}};$$

$H_{\text{гр.вод}}$ — глубина залегания грунтовых вод.

Кривая носит степенной характер и может быть охарактеризована следующим уравнением:

$$K = 0{,}645H^{0{,}234}.$$

В связи с необходимостью увеличения оросительных норм сверх расчетных на период освоения Голодной степи в первый год на каждой карте не засевают 15—20% проектной площади участка. Пропуск повышенных расходов обеспечивается по облицованным каналам за счет превышения горизонтов в пределах запасов облицовки над форсированными горизонтами воды. Вместо положенного по нормам запаса в 60—40 см допускается 10 см. Там, где этого запаса не хватает для пропуска нужного на период освоения расхода, борта наращивают бетонными бордюрами (Курган-Тепинская ветка). На водовыпусках и перегораживающих сооружениях в дополнение к отверстиям устраивают сифоны из стальных труб диаметром до 1,5 м.

Глава IV

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

1. Значение дренажной сети в Голодной степи

Из анализа природных условий, приведенных в главе I, видно, что для всей территории вновь осваиваемой зоны Голодной степи, подкомандной Южному каналу, необходим искусственный дренаж, который в зависимости от исходного засоления почвогрунтов и уровня грунтовых вод имеет два назначения:

1) при высоком стоянии грунтовых вод и первичном засолении он снижает уровень грунтовых вод и способствует рассолению активного слоя почвогрунтов;

2) при глубоком залегании грунтовых вод не допускает засоления и заболачивания земель.

В первом случае необходимо выполнить кроме дренажа промывки и окультуривание земель, во втором случае — только дренаж для поддержания грунтовых вод на достаточной глубине, на фоне чего достигается постоянное опреснение земель нисходящими токами при орошении.

Для первичнозасоленных грунтов, когда необходима промывка, дренаж имеет два периода — промывной и эксплуатационный. Отличие их заключается в интенсивности дренирования при режиме промывок и при режиме профилактического опреснения. Если в период промывок необходимый дренажный модуль колеблется от 1,5 до 3,5 л/с на 1 га, то в эксплуатационный период — от 0,1 до 0,45 л/с на 1 га. Постоянную дренажную сеть проектируют на эксплуатационный период и усиливают на период промывок временным дренажем.

Как известно, существует два типа дренажа орошаемых земель — горизонтальный и вертикальный.

Вертикальный дренаж обычно применяют при наличии хорошо проницаемого слоя, из которого можно откачать грунтовые воды, и достаточной гидравлической связи с этим слоем всей вышележащей толщи. При иных условиях устраивают горизонтальный дренаж.

По проработкам САНИИРИ 1964—1966 гг., зона возможного применения вертикального дренажа занимает весь Центральный массив и значительную часть Юго-Восточного (совхозы № 4, 5, 6 и др.), а также Юго-Западного массива (совхоз «Пахтакор»). При этом на большей части территории с исходными глубокими грунтовыми водами (20—30 м) ставилась задача сохранить природный автоморфный режим плодородных глубокосолончаковатых светлых сероземов, не допустить подъема соленых грунтовых вод и постепенно опреснить почвенно-грунтовый профиль за счет слабой нисходящей фильтрации оросительных вод.

Строительство опытно-производственных участков вертикального дренажа в совхозах, а также детальные исследования института Средазгипроводхлопок пошли по другому пути. Было принято, что вертикальный дренаж, так же как и горизонтальный, закладываемый на глубину 3—3,5 м, должен создать рассолительный режим и не допустить подъема уровня грунтовых вод выше критического.

Сравнение вариантов дренажа при таком подходе привело к значительному сокращению вертикального дренажа. В результате из общей площади (252 тыс. га) земель «нетто», подкомандных Южному Голодностепскому каналу, горизонтальным дренажем занято 213 тыс. га, а вертикальным — 39 тыс. га.

Господствовавшая в первые годы освоения недооценка мелиорации привела к тому, что в первоначальных проектах орошения Голодной степи (1957—1961 гг.) были заложены крайне недостаточные дренажные сооружения, абсолютно отсутствовала промывка земель. Хотя теоретически работами А. Н. Костякова, С. Ф. Аверьянова, В. А. Ковды, В. В. Егорова, В. Р. Волобуева, Е. Г. Петрова и многих других была обоснована необходимость дренажа на орошаемых землях, однако практическое применение теория нашла в то время лишь на небольших опытных участках.

Впервые в отечественной практике дренаж получил широкое развитие в Голодной степи. В процессе строительства, эксплуатации и проектирования были не только внесены изменения в густоту дренажной сети, в состав мелиоративных работ, но и коренным образом совершенствовались виды и методы работ, конструкции и способы дренирования земель.

2. Коллекторная сеть

В Голодной степи открытая коллекторная сеть занимает большой объем в составе водохозяйственных работ. Удельная протяженность коллекторов составляет 10—12 м на 1 га. К 1971 г. на площади 180 тыс. га построено 2642 км коллекторов, из которых 2151 км внутрихозяйственных и 491 км межхозяйственных. Характеристика построенных коллекторов приведена в таблице 35.

ТАБЛИЦА 35

Характеристика построенных коллекторов в Голодной степи

Показатели	Коллекторы	
	межхозяйственные	внутрихозяйственные
Глубина, м	4,5÷7,8	3,5÷6,6
Ширина по дну, м	1,0÷3,0	1,0
Заложение откосов	1,5÷2,5	1,5÷2,0
Объем выемки на 1 п. м, $м^3$	40—100	30—50
Проектный расход, $м^3/с$	0,5—26,0	0,060—0,300
Ширина полосы отчуждения, м	70—120	50—70

Глубина коллекторов должна обеспечить отток без подпора от дрены. Для этого необходимо, чтобы максимальный уровень воды в коллекторе был на 30—40 см ниже отметок устья дрены. Если учесть, что глубина воды в коллекторе составляет 35—50 см, колебания горизонта воды в связи с заилением до очередной очистки достигают еще 40—50 см, то общая глубина коллектора должна быть на 1,2—1,4 м больше максимальной глубины впадающих дрен (3,0—3,5 м).

Заложение откосов назначают в зависимости от характеристики грунта. В лессовидных суглинках и глинах $m = 1,5 \div 2,5$.

Размеры сечения коллекторов намного превышают площадь поперечного сечения, необходимую для пропускной способности осушительных каналов. Это приводит к тому, что объемы земляных работ на коллекторах достигают значительных величин и требуют большого количества механизмов.

Открытая коллекторная сеть не только трудоемка в производстве работ, но и имеет ряд других недостатков. Под открытыми коллекторами заняты большие пло-

щади, пригодные для сельскохозяйственного освоения. Вместе с кавальерами полоса отчуждения коллекторов достигает 75—80 м в ширину, вследствие чего снижается коэффициент земельного использования.

В первоначальных проектах развития орошения (1957—1961 гг.) коллекторная сеть предусматривалась более изреженной, а дренажная составляла 10—18 м/га. В тех совхозах Голодной степи, которые построены по этим проектам, последующая мелиоративная обстановка потребовала резкого увеличения дренажа (до 40—55 м на 1 га) и соответственно этому увеличения числа коллекторов. Вследствие этого из земель сельскохозяйственного оборота, ранее введенных в эксплуатацию, пришлось занять дополнительные площади. Например, в совхозе № 6 (при площади нетто 10 680 га) площадь, занятая коллекторами, составила около 600 га, то есть 5,6%.

Открытые коллекторы сильно зарастают водной растительностью (камыш, рогоз и др.). Кроме того, в период сильных ветров на них скапливается большое количество сорняков типа перекати-поле (курай). Сорная растительность способствует образованию подпоров в коллекторах, уменьшению скоростей потока и заилению.

В связи с отсутствием эффективных химических средств по уничтожению всех видов сорняков очистка коллекторов является очень трудоемкой работой, которая почти не механизирована.

Если отвалы коллекторов не обрабатывают, на них обильно произрастают всевозможные засухоустойчивые сорняки, засоряющие прилежащие поля.

В слоистых и малоустойчивых грунтах Голодной степи, в лессовидных суглинках, имеющих склонность к приобретению свойств псевдоплывунов под действием давления грунтовых вод, деформации даже пологих откосов ($m=1{,}5—2{,}0$) носят массовый характер и приводят к выходу коллекторов из строя.

Основные виды деформации откосов:

оплывание лессовидных суглинков, супесей, а также песчаных прослоек в зоне выклинивания грунтовых вод под действием гидродинамических сил фильтрационного потока;

обрушение откосов под действием нагрузки от близлежащих отвалов грунта;

обрушение, связанное с несоблюдением при строительстве проектного заложения откосов (подрезка откосов экскаваторами);

размывы русла коллектора на участках с большими уклонами, подмывы из-за изменения направления потока.

Особенно опасно для устойчивости откосов образование временных подпоров на коллекторах с последующим резким опорожнением. Здесь из-за мгновенно возникающего гидродинамического давления после опорожнения коллектора происходят значительные деформации.

В первые годы освоения Голодной степи вследствие недооценки значения дренажно-коллекторной сети допускалось использование коллекторов для дополнительной подачи оросительной воды отдельными хозяйствами. Это, кроме значительных разрушений, приводит к ухудшению мелиоративного состояния земель.

Большие деформации откосов, зарастание и заиление коллекторов приводят к необходимости систематических значительных работ по очистке.

В 1971 г. были очищены коллекторы протяженностью 456 км с объемом работ 3300 тыс. м^3, или 7 м^3 на 1 п. м.

Объем работ по механизированной очистке, запланированный в целом по зоне ЮГК в 1972 г., составляет более 4 млн. м^3 экскаваторных работ со стоимостью более 1,5 млн. руб.

При пересечениях с дорогами, линиями водопровода, газопроводами, лотковой сетью на коллекторах приходится строить много сооружений, отличающихся при относительно небольших объемах, сложностью вследствие значительности предъявляемых к ним требований.

Сооружения должны обеспечить эксплуатационную надежность пересечений без образования подпоров на коллекторах. Их следует предохранять от разрушений при деформациях откосов и дна коллектора.

Открытые коллекторы из-за большой глубины становятся базисом эрозии для поверхностного стока с прилегающих земель, а также для стока закрытых дрен. Возможны разрушения откосов от сброса поливных вод с образованием оврагов, а также разрушение дренажных устьев. Для предотвращения этого приходится строить дорогие устьевые сооружения на дренах, устраивать глиняные замки или ядра из суглинка с отсыпкой в воду. Стоимость одного такого устьевого сооружения состав-

ляет в среднем 460 руб. При среднем объеме дренажа 50 м на 1 га и длине дрен 350—400 м на каждые 1000 га приходится 125 устьевых сооружений, что составляет стоимость устья на 1 га 57,5 руб.

Первые закрытые коллекторы в Голодной степи были построены в 1961—1962 гг. До 1966 г. строительство их не развивалось, так как проектировщики, ссылаясь на удорожание стоимости строительства, включали в проект только открытые коллекторы. В 1966 г. нами* была обоснована экономическая эффективность строительства закрытых коллекторов, после чего технический совет Главсредазирсовхозстроя вынес решения о переходе везде, где это позволяют диаметры труб, на строительство закрытых коллекторов.

В настоящее время в Голодной степи построена сеть закрытых коллекторов протяженностью 273 км. Конструкция укладываемых коллекторов приведена на рисунке 39.

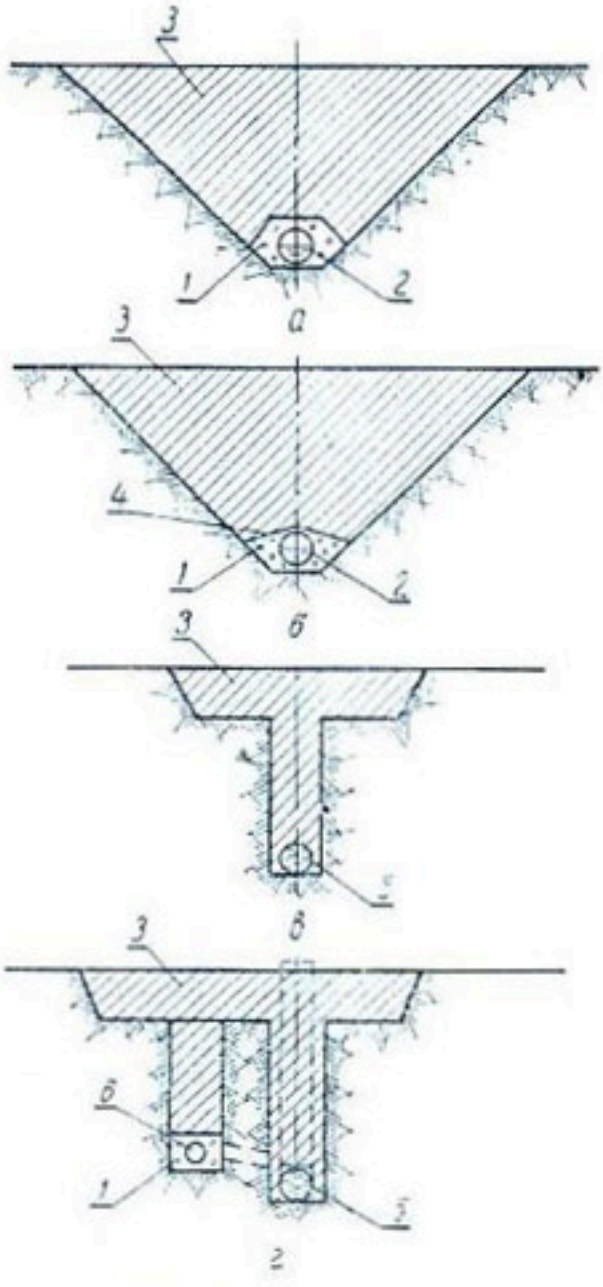


Рис. 39. Конструкция закрытых коллекторов:

а — с полной обсыпкой; *б* — с полиэтиленовой пленкой; *в* — самонапорный; *г* — самонапорный с параллельной дреной; *1*—фильтр; *2*—безнапорный коллектор; *3* — обратная засыпка; *4* — пленка полиэтиленовая; *5* — самонапорный коллектор; *6* — дрена.

П. А. Коротков предложил не укладывать фильтр вокруг всей трубы, а только на $^2/_3$ высоты с заделкой сверху полиэтиленовой пленкой (рис. 39, *б*).

Автором предложена следующая конструкция самонапорных коллекторов: асбестоцементные трубы укладывать без перфорации, без фильтра на муфтах Симплекс

* В. А. Духовный. Опыт строительства и эксплуатации осушительных коллекторов в новой зоне Голодной степи. «Гидротехника и мелиорация» № 10, 1966.

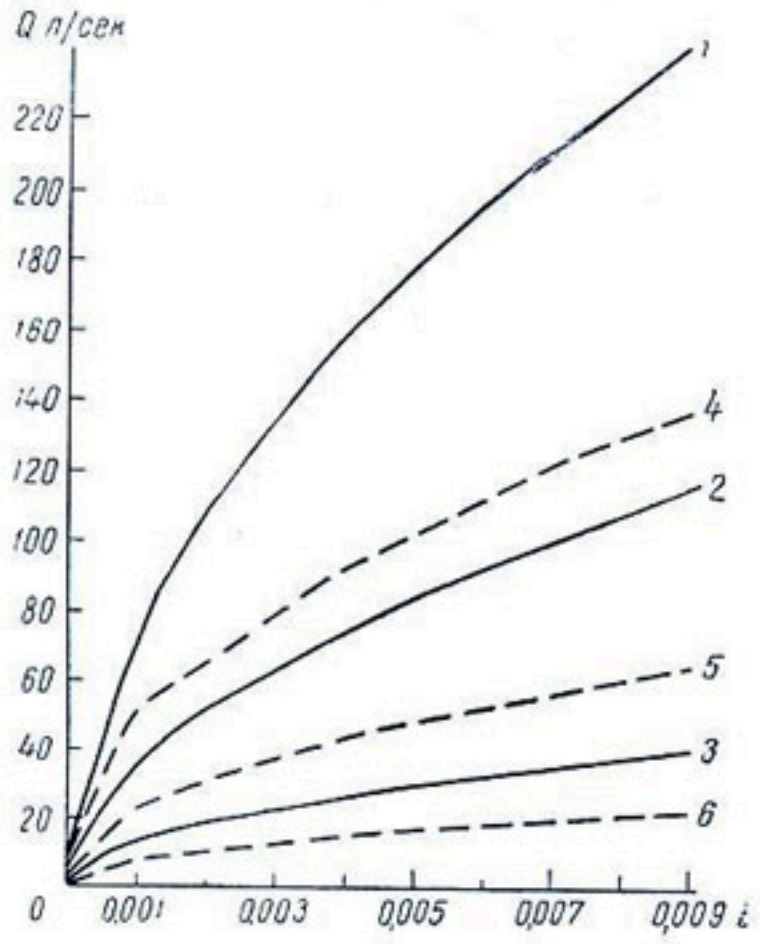


Рис. 40. График сравнительной зависимости пропускной способности асбестоцементных напорных и безнапорных труб:

1 — напорные $d = 386$ ВНД-5; *2* — то же, $d = 291$; *3* — то же, $d = 195$; *4* — безнапорные, $d = 386$; *5* — то же, $d = 291$; *6* — то же, $d = 195$.

(рис. 39, *в*). В местах соединения труб с колодцами должна быть обеспечена водонепроницаемость.

Для расчета коллектора, исходя из уклона местности и расчетных дренажных расходов по участкам, подбирают по таблицам Шевелева диаметры асбестоцементных труб так, чтобы средний уклон пьезометрической линии был приблизительно равен среднему уклону местности. Затем проектируют отметки укладки труб, чтобы верх последних был на 15—20 см заглублен против отметок пьезометрической линии.

Дрены подключают к коллектору в колодцах, причем отметка дна дрен в устье должна быть на 20 см выше расчетных отметок воды.

Сравнение характеристик асбестоцементных труб на основании расчетных таблиц показывает, что пропускная способность безнапорных труб на 60—70% ниже, чем напорных (рис. 40).

Это позволяет снизить диаметр применяемых труб на один стандартный размер.

Технология строительства закрытых коллекторов аналогична технологии строительства закрытого дренажа механизированным способом. Сначала скреперами подготавливают корыто. Затем траншейным экскаватором отрывают траншеи до проектной глубины. На прицепе у экскаватора ЭТУ-354 в траншею монтируется бункер длиной 6 м, который выполняет роль передвижной опалубки, под прикрытием которой укладывают трубы. Это позволяет резко уменьшить объемы земляных работ.

Наиболее экономичной из конструкций закрытых коллекторов является предложенная автором, если коллектору не придаются дренажные функции (поперечная схема дренажа), затем вариант П. А. Короткова, затем конструкция Средазигипроводхлопка.

В тех случаях, когда коллектору придаются функции дрены, закрытый коллектор выполняют так же, как и ранее, но только скрепером уширяют на 2 м корыто, в котором параллельно устраивают после засыпки коллектора дрену (рис. 39, *г*). При этом стоимость работ увеличивается на дополнительный объем выемки корыта, укладку дрены ($d=100\div150$) с обсыпкой фильтром и засыпку ее.

Для окончательной оценки эффективности закрытых коллекторов по строительной стоимости необходимо учесть увеличение площади нетто от закрытия коллектора на 28,6 га за счет земель, ранее занятых отвалом и выемкой. Если учесть, что строительная стоимость 1 га ирригационно-подготовленных земель составляет 1000—1200 руб., то от стоимости закрытых коллекторов нужно отнять цену возвращаемой в сельскохозяйственный оборот земли, или 28,6 тыс. руб. По данным мелиоративной службы Голодностепстроя, ежегодные затраты на содержание 1 км открытой коллекторной сети составляют с учетом амортизации 729 руб., а закрытой — 328 руб.

На 1 км закрытого коллектора восстанавливается в сельскохозяйственном обороте 4 га земли. Если принять доход 1 га земли, по данным Управления освоения Голодностепстроя, в размере 160 руб. на 1 га, тогда экономия ежегодных затрат составит при закрытых коллекторах 1041 руб. на 1 км. В этом случае окупаемость затрат по закрытым коллекторам с функциями дренирования сократится до 8 лет без учета части налога с оборота.

Таким образом, переход от открытых коллекторов к закрытым позволяет значительно сократить эксплуатационные затраты на содержание коллекторов, избавиться от заилений, обвалов, от сорной растительности и одновременно повысить коэффициент земельного использования.

За последнее время строительство закрытых коллекторов расширяется в связи с освоением выпуска безнапорных железобетонных труб на Янгиерском комбинате строительных изделий и конструкций диаметром 600—1000 м. Предусматривается применять закрытые коллекторы с расходами до 1,0 м^3/с.

3. Схема размещения и основные параметры закрытого горизонтального дренажа

Плановое размещение закрытых дрен. Дренажную сеть можно располагать в плане по продольной и поперечной схеме.

При продольной схеме (рис. 41, *а*) дрены длиной от 1500 до 2500 м расположены по наибольшему уклону местности параллельно коллекторам. По длине дрен диаметры труб телескопически увеличиваются. Эта схема

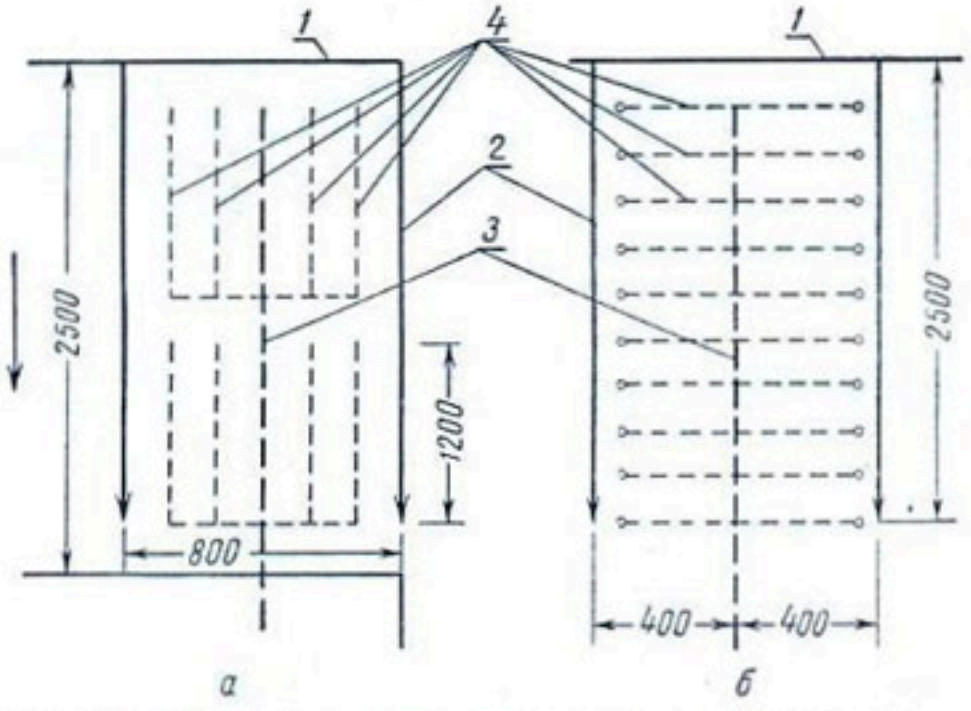


Рис. 41. Схема расположения дренажной сети (размеры в м):
а — продольная; *б* — поперечная; *1* — межбригадный оросительь; *2* — участковый ороситель; *3* — коллектор; *4* — дрена.

применялась в основном в первые годы строительства дренажа.

При поперечной схеме (рис. 41, *б*) дрены длиной 350—500 м проложены вдоль горизонтали перпендикулярно коллекторам.

Сравним основные показатели схем расположений дренажа.

Уклоны местности на большей части территории, за исключением Фархадского массива, не превышают 0,001, а минимальный уклон дренажа должен быть 0,002. При начальном заглублении дрены в 3 м от поверхности устьевое сооружение будет расположено на глубине 5,5 м.

Поперечная схема позволяет за счет глубины корыта при начальной глубине дрены 3 м, при нулевых уклонах вдоль трассы добиться уклона дрены в 0,003 при заглублении в 4,2 м от поверхности. Вследствие этого глубина коллекторов уменьшается в среднем на 1,2 м, а объемы земляных работ соответственно на 25—30%.

При поперечной схеме расположения дрены работают более надежно, так как увеличение уклона дрен до 0,003 способствует созданию скоростей, при которых не происходит заиления. Кроме того, при более коротких дренах в этой схеме нарушение их работы приводит к ухудшению дренированности лишь на небольшой площади (7—9 га), а при продольной схеме — к нарушению водного режима на площади в 25—30 га.

Большое число колодцев при продольной схеме ухудшает эксплуатационную надежность дренажа, так как колодцы часто бывают источником засорения.

Несмотря на то, что удельная протяженность дренажа в равных условиях при продольной схеме на 10% ниже, чем при поперечной, за счет учета работы коллекторов, стоимость (табл. 36) ее на 20% на 1 га выше за счет увеличения диаметров труб и объема фильтра при продольной схеме.

Глубина заложения закрытого дренажа. Глубину закрытого дренажа определяют на основании проектного уровня грунтовых вод, который следует поддерживать для обеспечения оптимального водно-солевого режима зоны аэрации. По мнению С. Ф. Аверьянова, рассоляющее действие дренажа зависит от выбора оптимального варианта: норма осушения — режим орошения — параметры дренажа.

ТАБЛИЦА 36

Сравнительная стоимость различных схем закрытого дренажа при механизированной укладке

Наименование работ	Единичная стоимость	Схема			
		продольная		поперечная	
		объем	стоимость	объем	стоимость
Устройство дренажа дреноукладчиком из труб					
d=100 м	4,67	400	1 868	200	934
d=150 »	5,89	1200	7 068	200	1178
d=200 »	6,57	1600	10 512	—	—
d=250 »	9,58	200	1 916	—	—
d=300 »	11,89	200	2 378	—	—
Выемка корыта, тыс. м³	101,30	13,6	1 378	0,8	81
Засыпка корыта, тыс. м³	38,50	16,3	628	0,96	37
Устройство устьевых сооружений, шт.	319,20	1	319		319
Устройство концевых колодцев, шт.	62,66	2	125	1	63
То же, промежуточных, шт.	257,49	16	4 123	—	—
Итого на площади, обслуживаемой одной дреной		80	30 315	8	2612
В пересчете на 1 га		—	379	—	326
Всего с накоплениями и накладными расходами		—	479	—	412

Существуют две точки зрения на выбор глубины дренажа. Некоторые исследователи (В. М. Легостаев) считают, что дренаж должен быть заложен не глубже 2,5 м. Большинство же специалистов-ирригаторов утверждают, что его глубина должна быть 3—3,5 м, что соответствует максимально возможным параметрам работы современных машин. Такая глубина позволяет обеспечить в период усиленного питания грунтовых вод во время поливов использование свободной от воды емкости грунта выше заложения дрен, а также в связи с увеличением действующего напора над дреной достичь рассоления не только почв, но и грунтов.

Исходя из этого, проектом допускаются при оросительных нормах 6—8 тыс. м³/га в вегетационный период глубины грунтовых вод 2,5÷2,8 м.

Правильность проектного выбора параметров дренажа в новой зоне Голодной степи подтверждается постепенным снижением площадей с сильным и средним засоле-

нием. Доказательством тому служит также солевой баланс орошаемого массива, свидетельствующий об уменьшении запасов солей в новой зоне с 1968 г.

Можно ли применить в гидравлических и почвенных условиях, аналогичных Голодной степи, дренаж с глубиной 2,5 м, как это предлагает В. М. Легостаев, который исходит из того, что при минерализации грунтовых вод 5—8 г/л лучшие результаты получались при уровне грунтовых вод около 2 м от поверхности?

В новой зоне орошения минерализация грунтовых вод достигает 40—50 г/л. Под действием ирригации на фоне дренажа концентрация солей постепенно снижается, но очень медленно. До величин, на которые ориентируется В. М. Легостаев (5—8 г/л), минерализация снизится как минимум через 8 лет. Тогда в течение 15 лет от начала орошения грунтовые воды будут минерализованы намного больше допустимого предела. Это обязательно приведет к засолению земель в период освоения при глубине грунтовых вод менее 2 м.

По первоначальным капиталовложениям дренаж, предлагаемый В. М. Легостаевым, неэкономичен. Для доказательства этого воспользуемся формулой С. Ф. Аверьянова для однородных грунтов и глубокого залегания водоупора:

$$B = \frac{\pi K H}{g \ln \frac{2B}{\pi \sqrt{2gH}}},$$

где K — коэффициент фильтрации 0,3 м/сут.;
g — интенсивность инфильтрации 0,0025 м/сут, что соответствует дренажному модулю 0,30 л/с/га;
H — нависание депрессионной кривой над дреной, м;
B — междренное расстояние, м.

Решая это уравнение для двух случаев (H=1,5 м при глубоком дренаже и H=0,5 м, по предложению В. М. Легостаева), получаем междренные расстояния 140 и 60 м, или в 2,2 раза больше.

Стоимость строительства дрен глубиной 3 м при диаметре труб 150 мм и глубиной 2,5 м при диаметре труб 100 мм составляет соответственно 6,57 и 5,3 руб. на 1 п. м, если работы производят дреноукладчиком. Тогда при переходе на глубину 2,5 м расходы на дренирование увеличатся с 468 до 880 руб. на 1 га, или почти в 2 раза.

Третье существенное возражение против дренажа глубиной 2,5 м состоит в том, что он не сможет поддерживать грунтовые воды на отметках более 2 м от поверхности земли. Объясняется это несовершенством дренажа в конструктивном отношении. Несоответствие фактического положения грунтовых вод теоретическому за счет сопротивления фильтра на входе в дренажную трубу приводит к нависанию грунтовой воды над дреной на 10—20 см. В связи с этим несколько повышается положение кривой депрессии. Таким образом, глубина дрен 2,5 м не только увеличивает стоимость строительства, но и уменьшает надежность мелиоративного действия дренажа.

Наконец, при поднятых грунтовых водах для их опреснения необходимо увеличить общее водопотребление за год в 1,5 раза против принятого для Голодной степи. В условиях ограниченных водных ресурсов, когда с помощью антифильтрационных мероприятий следует добиваться снижения оросительной нормы брутто до 7—8 тыс. $м^3$/га, ориентироваться на лугово-сероземный режим с расходом 12—13 тыс. $м^3$/га крайне нерационально. Поэтому для условий современных аллювиальных долин с затрудненным естественным оттоком, аналогичных новой зоне Голодной степи, следует считать правильным выбор глубины закрытого дренажа 3—3,5 м.

Густота дренажа. Общая мощность дренажа и его интенсивность определена методом водного баланса и рассчитана по формулам С. Ф. Аверьянова и А. Н. Костякова. Длина дренажа составляет в среднем 55 п. м на 1 га и колеблется для разных участков массива от 80 до 40 м на 1 га. Междренные расстояния при такой густоте дренажа изменяются от 120 до 250 м. Эта величина хорошо согласуется с рекомендациями В. А. Ковды, С. Ф. Аверьянова и др.

Параметры дренажа (его глубина и интенсивность) должны обеспечить в процессе эксплуатации при промывном режиме орошения расчетные величины дренажных модулей.

Проектами дренажа, выполненными в 1963—1967 гг., предполагалось, что на основе вегетационных поливов с поливными нормами, превышающими на 20—30% расчетный дефицит влаги, на фоне построенного дренажа будет происходить опреснение почвогрунтов, и грунтовые воды останутся на глубине, не допускающей накопления солей в пахотном горизонте.

Теперь институт Средазгипроводхлопок пересматривает это положение и считает необходимым не создавать в процессе вегетации промывной режим, а запасы солей и сезонное их накопление ликвидировать ежегодными промывными поливами (нормой 2—3 тыс. м³/га).

Ниже будет показано, что и первый и второй режимы могут обеспечить эффективное мелиоративное действие для определенных гидрогеологических условий при выбранных параметрах дренажа.

4. Производство дренажных работ

Методы производства работ. К началу работ по орошению земель Голодной степи не было достаточного отечественного опыта по строительству закрытого дренажа. Поэтому в первое время (дренаж г. Янгиера, 1957 г.) дрены укладывали в сухих грунтах в траншею с откосами, отрытую одноковшовым экскаватором, а в мокрых грунтах — в траншею с креплением забоя деревянными щитами на всю ее высоту. В течение почти двух лет этим методом был построен дренаж протяженностью 22 км со средней стоимостью 56 руб. за 1 м.

В 1958 г. в Голодностепстрое по инициативе И. Я. Каминского был сконструирован первый в стране дреноукладчик для орошаемых земель с укладкой дрен на глубину 2,5—3 м. С помощью этого дреноукладчика были проложены дрены в совхозе «Фархад» длиной 18,6 км.

В 1959—1960 гг. САНИИРИ (В. Н. Бердянский и др.) внесен ряд улучшающих изменений в конструкцию дреноукладчика, в результате чего появилась машина Д-251 (Д-301).

В 1966 г. ГСКБ по ирригации усовершенствовал конструкцию этого механизма (усилил ход, создал подвеску для работы в транспортном положении, приспособление для обратной засыпки) и выпустил дреноукладчик ЭД-3,0.

Принцип всех механизмов для укладки дрен состоит в агрегатном выполнении всех видов работ (отрывка траншеи, укладка труб и фильтра) одной машиной — дреноукладочным комбайном по заранее спланированному корыту (рис. 42, *а*).

Накопленный опыт устройства дренажа в различных условиях показал, что устойчивая работа дреноукладчика обеспечивается в сухих или влажных, но необрушающихся грунтах. При работе в мокрых обрушающихся грунтах

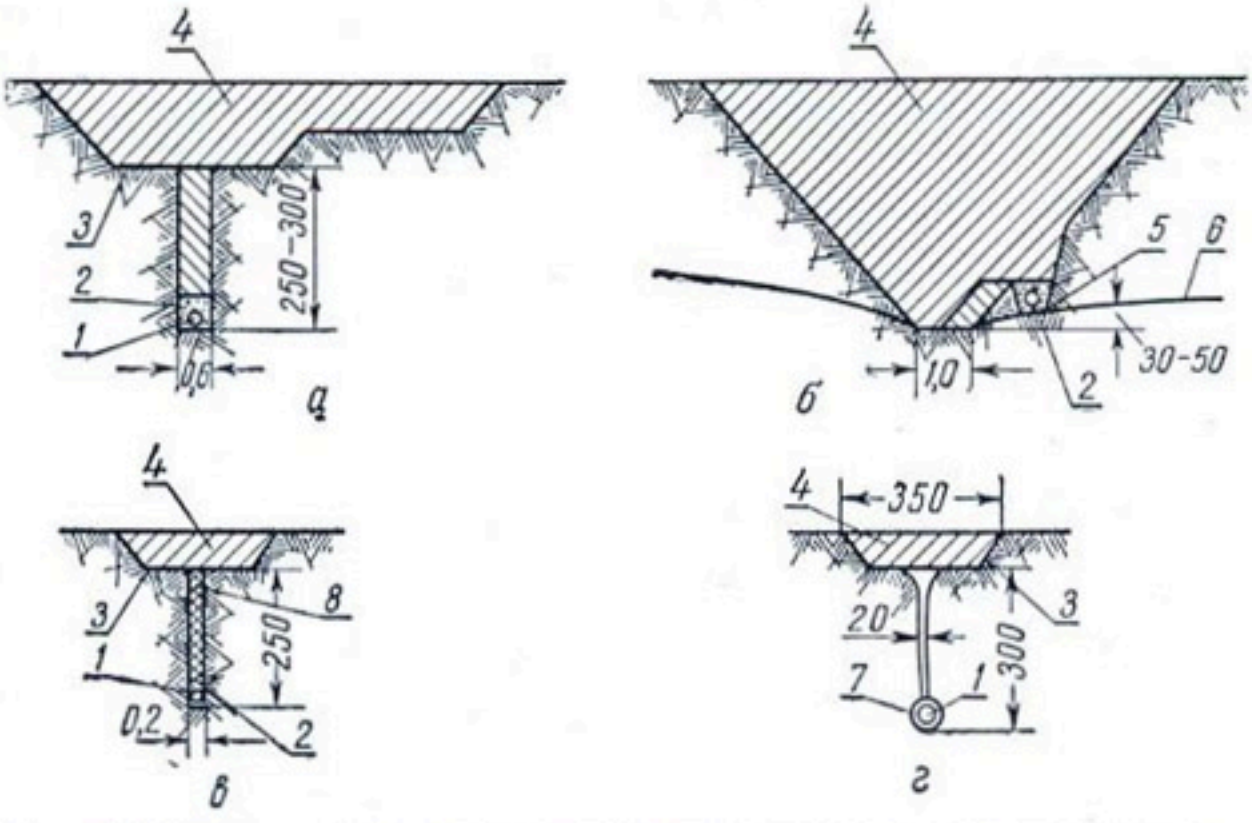


Рис. 42. Методы производства работ по горизонтальному дренажу:
а — траншейным дреноукладчиком; *б* — методом «полки»; *в* — щелевым дреноукладчиком; *г* — бестраншейным дреноукладчиком; *1* — дренажная труба; *2* — фильтровая обсыпка; *3* — корыто; *4* — обратная засыпка; *5* — полка; *6* — кривая депрессии; *7* — фильтровая обмотка; *8* — замыв щели.

происходят обвалы траншеи, заклинивание бункера грунтом, нарушение целостности дренажных линий.

При оплывающих и разжижающихся грунтах наряду с обвалами происходит забивание транспортера: ковшевая рама не выбирает разжиженного грунта, кроме того, выброшенный грунт растекается по подготовленной трассе, что препятствует движению дреноукладчика. В результате область применения этих дреноукладчиков была ограничена сухими грунтами при уровне грунтовых вод ниже 4 м от поверхности и при высоком стоянии грунтовых вод — очень плотными необрушающимися грунтами, распространение которых на территории Голодной степи крайне редко.

Для высокого положения грунтовых вод проектами предусматривалась укладка дренажа после водоотлива и осушения дна траншеи.

В 1960 г. автором совместно с Г. Н. Бастеевым был предложен метод «полки», который применили сначала в совхозах № 5, № 6 и других районах Голодной степи, а затем и во всей стране. Суть этого метода (рис. 42, *б*) состоит в том, что выемку под укладку дрены делают на 30—50 см глубже отметок проектного дна. Проектную

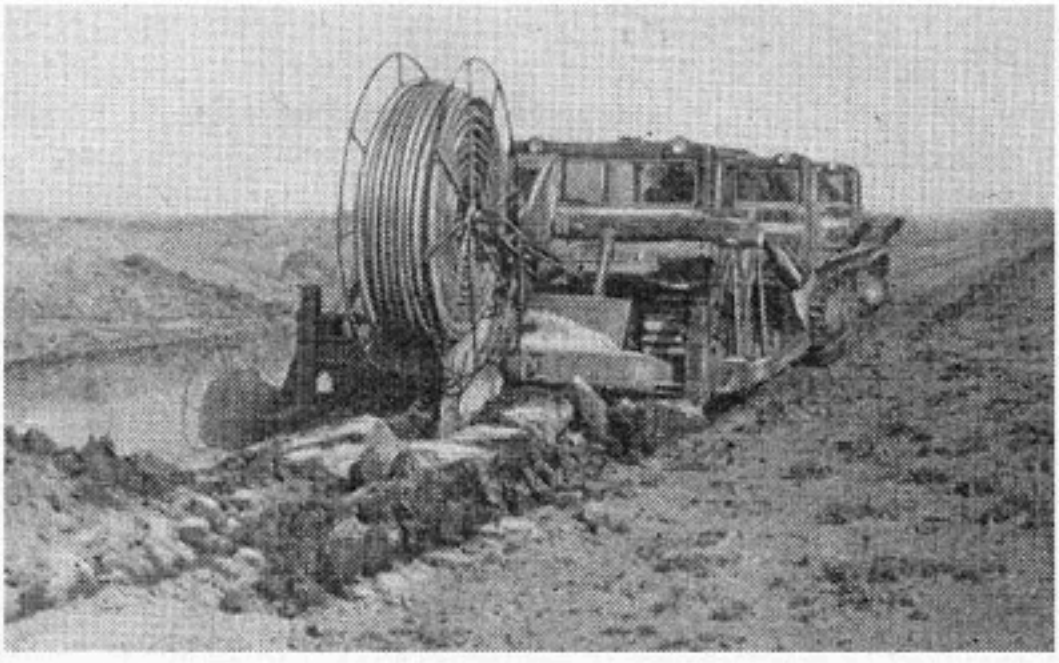


Рис. 43. Устройство дрены бестраншейным дреноукладчиком БДМ-300 на тяге трех тракторов ДЭТ-250.

же дрену укладывают не по дну выемки, а на «полке», вырываемой в откосе вручную. Заглубление экскаваторами на 30—50 см образует первичную дренажную траншею, которая обеспечивает осушение грунта на проектных отметках дрены. Длительное время этот метод оставался единственным методом производства работ в мокрых оплывающих и обрушающихся грунтах.

В 1963 г. ТуркменВНИИГиМ (Л. П. Тюрин) предложил в оплывающих грунтах предварительно осушать трассу дренажа иглофильтровыми установками, а затем выполнять дренаж дреноукладчиком. Этот метод не получил применения из-за высокой стоимости и значительного затруднения работ при установке и выемке иглофильтров.

С 1964 г. ВНИИГиМ в Голодной степи ведет исследования бестраншейного дреноукладчика БДМ-300 (рис. 42, *г*). В 1970 г. Голодностепстрой перешел к его производственному внедрению, построив более 500 км дренажа. Сущность бестраншейного метода состоит в прокладке пассивным рабочим органом на тяге тракторов ДЭТ-250 непрерывной дренажной линии из полиэтиленовых труб диаметром до 10 см с фильтром из синтетических материалов (капроновая ткань) по спланированному корыту.

Дреноукладчик БДМ-300 (рис. 43), смонтированный на базе трактора ДЭТ-250, с пассивным рабочим органом

отрывает щель глубиной 2,5—3,0 м для укладки гибких труб с барабана. Заглубление и выглубление рабочего органа происходит с помощью гидроцилиндров.

В процессе опытной эксплуатации бестраншейного дренажа и ряда специальных лабораторных исследований было предложено укладывать бестраншейный дренаж из полиэтиленовых труб с обсыпкой из песка, а конструкцию рабочего органа изменить на трехступенчатую, чтобы свести к минимуму зону уплотнения. В таком виде этот опытный образец машины выполняет дренаж теперь в условиях высокого залегания грунтовых вод. Очень высокая производительность такого метода позволяет считать его наиболее перспективным для строительства дренажа в условиях высоких грунтовых вод.

С 1967 г. САНИИРИ совместно с Голодностепстроем разрабатывает конструкцию щелевого дреноукладчика (рис. 42, *в*), который отрывает узкую щель (шириной 20 см) и укладывает пластмассовые трубы (диаметром 6—7 см) с песчаным фильтром и с обратным замывом грунтом, вынимаемым из щели. При этом не происходит никаких обвалов, ибо плавно работающая цепь не активизирует плывунный грунт, а немедленная засыпка не допускает возникновения обвалов, так как выемка грунта ослабляет траншею только на короткий период и очень незначительно. Для обеспечения нужной консистенции грунта для обратного замыва в дрену вода добавляется из специально установленной емкости. Этим дреноукладчиком в 1970 г. уложено 6,5 км дрен. В 1971—1972 гг. изготовлен улучшенный экземпляр дреноукладчика на экскаваторе ЭТУ-354.

ТАБЛИЦА 37

Сравнительные показатели методов производства работ по закрытому дренажу

Показатели	Методы производства работ				
	в мокрых грунтах				в сухих грунтах
	метод „полки"	дреноукладчиком с иглофильтром	щелевой	бестраншейный	дреноукладчиком
Удельная протяженность, м на 1 га	60	60	150	180	60
Стоимость 1 м, руб.	12,50	18,30	3,60	4,15	7,5
То же, на 1 га, руб.	750	1098	570	744	450
Скорость укладки, м/смену	100	70	250	3000	250
Затраты труда на 1 м, чел-дн.	0,14	0,07	0,03	0,01	0,3

Сравнение технико-экономических и эксплуатационных показателей укладки дренажа приведено в таблице 37.

На основании наблюдений, проведенных Центральной лабораторией Голодностепстроя, принято, что дренажу с расстоянием между дренами из гончарных труб 150 м соответствует бестраншейный дренаж с расстоянием в 50 м или щелевой с расстоянием в 60 м.

Технология строительства закрытого дренажа. Для всех видов строительства закрытого дренажа технологи-

ТАБЛИЦА 38

Состав операций по строительству закрытого дренажа

Наименование операций	Методы строительства дренажа			
	траншейным дреноукладчиком	щелевым дреноукладчиком	бестраншейным дреноукладчиком	методом „полки"
Подготовительные работы				
Разбивка трассы дрены	+	+	+	+
Устройство корыта под отметку	+	+	+	—
Комплектация трассы изделиями и конструкциями	+	+	+	+
Основные работы				
Рытье траншеи (выемка щели) под дрену	+	+	+	+
Выемка полки под дрену	—	—	—	+
Отсыпка подстилающего слоя фильтра	+	+	+	+
Укладка труб	+	+	+	+
Обсыпка фильтром сверху и с боков труб	+	+	+	+
Отсыпка предохранительного слоя грунта	+	—	—	+
Завершающие работы				
Обратная засыпка	+	+	—	+
Уплотнение грунта	+	+	+	+
Устройство устьевых сооружений	+	+	+	+
Установка колодцев	+	+	+	+
Проверка качества и геодезический контроль	+	+	+	+
Паспортизация дрены	+	+	+	+

ческий процесс может быть разбит на отдельные операции, сгруппированные в три цикла работ: подготовительные, основные, завершающие.

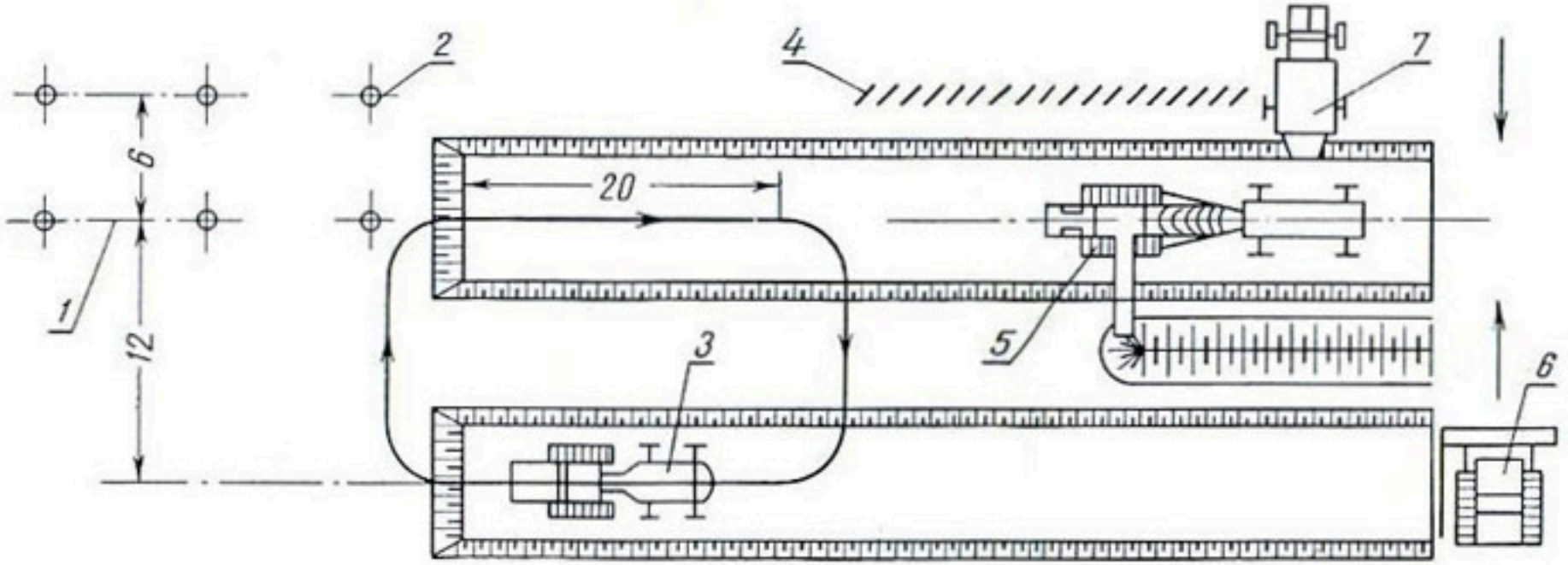
В таблице 38 приведена разбивка циклов работ на отдельные элементы в зависимости от выбранной технологии строительства дренажа. Из четырех приведенных методов три являются комплексно-механизированными; щелевой, бестраншейный и траншейный дреноукладчики выполняют основные работы и часть завершающих (в таблице очерчены).

Подготовительные работы начинают с разбивки дрен от устьевой части. Перед началом работ трассу в конце и начале провешивают 2,5-метровыми кольями, а между ними по створу разбивают оси через 10 м. Затем делают выноску точек на 6 м в сторону от оси дрены. По трассе проводят контрольную нивелировку и сравнивают ее с черными отметками профиля дрены. На основании фактических отметок земли подсчитывают величину срезки корыта по трассе дрены на каждой десятиметровой делянке.

В Голодной степи принят метод предварительного устройства корыта под отметку параллельно проектному дну дрены. Затем по этому корыту дреноукладчик укладывает дрену. Такой метод выбран из-за отсутствия механизмов для автоматического выдерживания уклона дрены. Многочисленные системы автоматизации (с помощью гироскопов, следящего луча) показали свою несостоятельность, а работа по копирной проволоке дает при контрольной нивелировке недопустимые отклонения (до 6—9 см). В связи с этим при бестраншейном, траншейном и щелевом методах предварительно подготавливают пути для передвижения дреноукладчика. Ширину такой выемки (корыта) принимают 3 м для траншейного и щелевого дреноукладчиков и 5 м для бестраншейного. Скреперы отрывают параллельно проектному дну корыто глубиной, равной проектной глубине выемки минус постоянный параметр дреноукладчика (2,5 или 3 м).

Разработку выемки ведут по кольцевой схеме с расстоянием перевозки грунта 60—80 м. Грунт укладывают с правой стороны дрены на расстояние 10—12 м от оси. Левая сторона оставлена для складирования труб, загрузки бункера фильтром и т. д.

Важная подготовительная операция — комплектация трасс трубами, песком, деталями колодцев.



Разбивка трассы и дополнительной выносной оси	Выемка корыта	Развозка труб вдоль трассы	Укладка дрены с одновременной выемкой траншеи	Обратная засыпка дрены

Рис. 44. Технологическая схема строительства дренажа дреноукладчиком:

1 — основная ось; *2* — выносная ось; *3* — скрепер; *4* — развезенные трубы ; *5* — дреноукладчик; *6* — бульдозер; *7* — самосвал для погрузки фильтра в бункер.

Дренажные трубы раскладывают по трассе вдоль бровки корыта. Песок завозят в приобъектные склады (один склад на 1000—1500 м³ песка) и грузят на самосвал тракторными погрузчиками (Т-107, Т-157 и др.). Самосвал подвозит песок к дреноукладчику в процессе укладки (рис. 44).

Все основные работы выполняются бригадой дреноукладчиков (табл. 39), к которой относится и самосвал. Завершающие процессы выполняют специализированные звенья (рис. 45). При строительстве дренажа полумеханизированным способом после разбивки траншею разрабатывает одноковшовый экскаватор — драглайн. Разработку от устья траншеи вверх выполняет экскаватор за две проходки при откосах $m=1$ с нерабочей стороны и $m=1{,}5$ — с рабочей. Со стороны рабочего откоса оставляют 3—4-метровую берму, на которой складывают все строительные материалы.

ТАБЛИЦА 39

Состав механизмов при производстве работ дреноукладчиками на сменную производительность

Наименование работ	Дреноукладчики		
	траншейный	щелевой	бестраншейный
Отрывка корыта (скрепер Д-374)	2	2	5,0
Укладка дренажа (дреноукладчик)	1	1	1
Погрузка фильтра (погрузчик)	0,3	0,115	0,25
Засыпка грунтом (бульдозер Д-271)	0,3	0,3	0,7
Монтаж колодцев (автокран)	0,2	0,2	0,8
Устройство устьев:			
бульдозер 1	0,2	0,3	1,0
экскаватор 1	0,2	0,3	1,0
ПДТ-125	0,2	0,3	1,0
Сменная производительность, м	250	250	3000

Траншеи делают на 30—50 см ниже проектного дна дрены для естественного оттока и осушения дна будущей дрены на время укладки. Затем на рабочем откосе вручную отрывают полку, грунт из которой образует вторую стену дрены. После контроля дна полки на нее укладывают фильтровый материал, трубы и присыпку из грунта. После этого бульдозер ведет обратную засыпку, уплотнение и планировку трассы дрены.

Уплотнение обратной засыпки. В Голодной степи не производили специально уплотнения обратной засыпки.

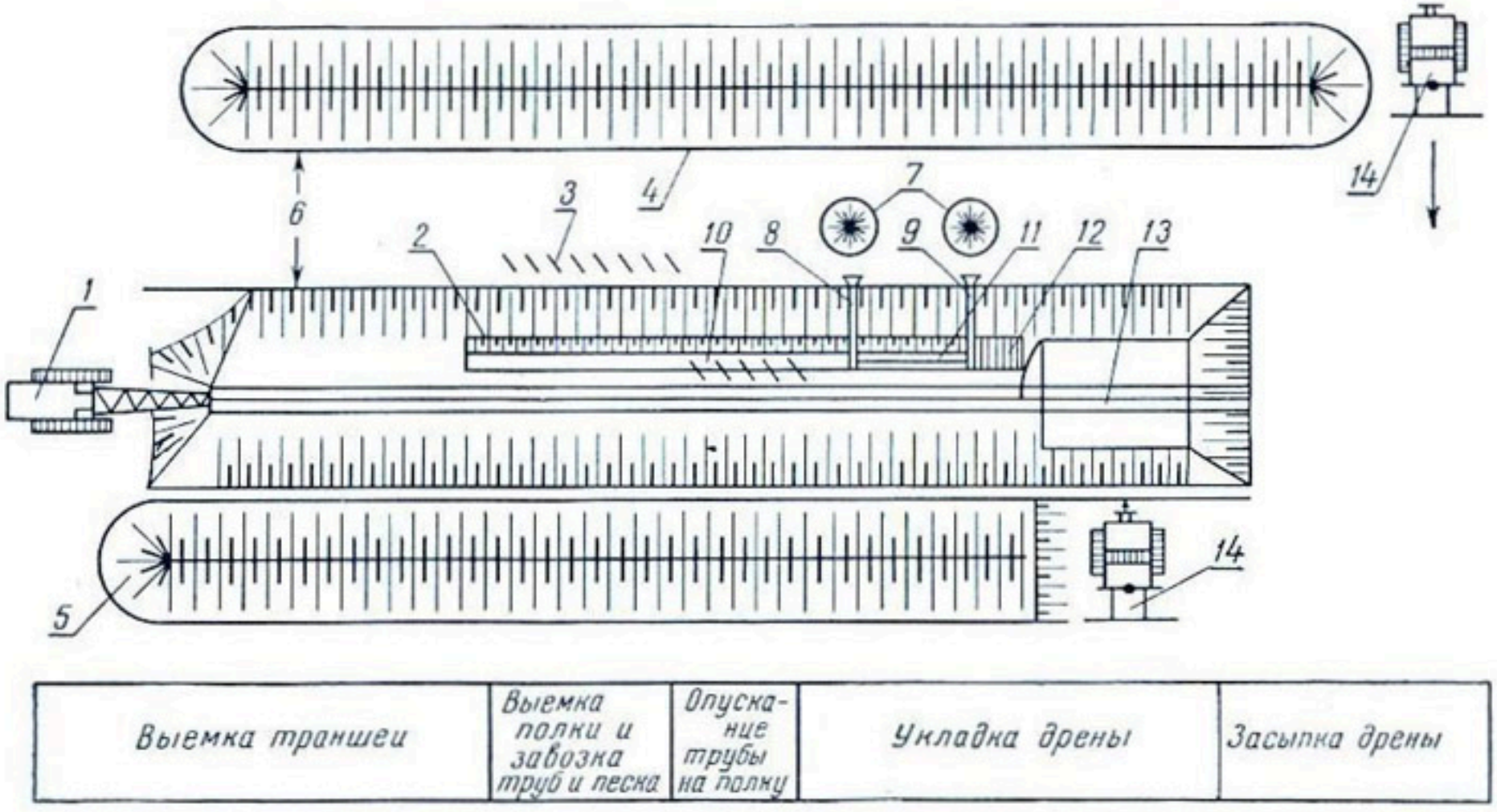


Рис. 45. Технологическая карта устройства дренажа методом «полки»:

1 — экскаватор; *2* — полка; *3* — трубы на берме; *4* — левый кавальер; *5* — правый кавальер; *6* — берма; *7* — фильтр на берме; *8* — лоток для укладки нижнего слоя фильтра; *9* — то же, для укладки верхнего слоя фильтра; *10* — трубы, опущенные на полку; *11* — трубы, уложенные в дрену; *12* — ручная присыпка труб; *13* — засыпка дрены бульдозером с укаткой; *14* — бульдозер.

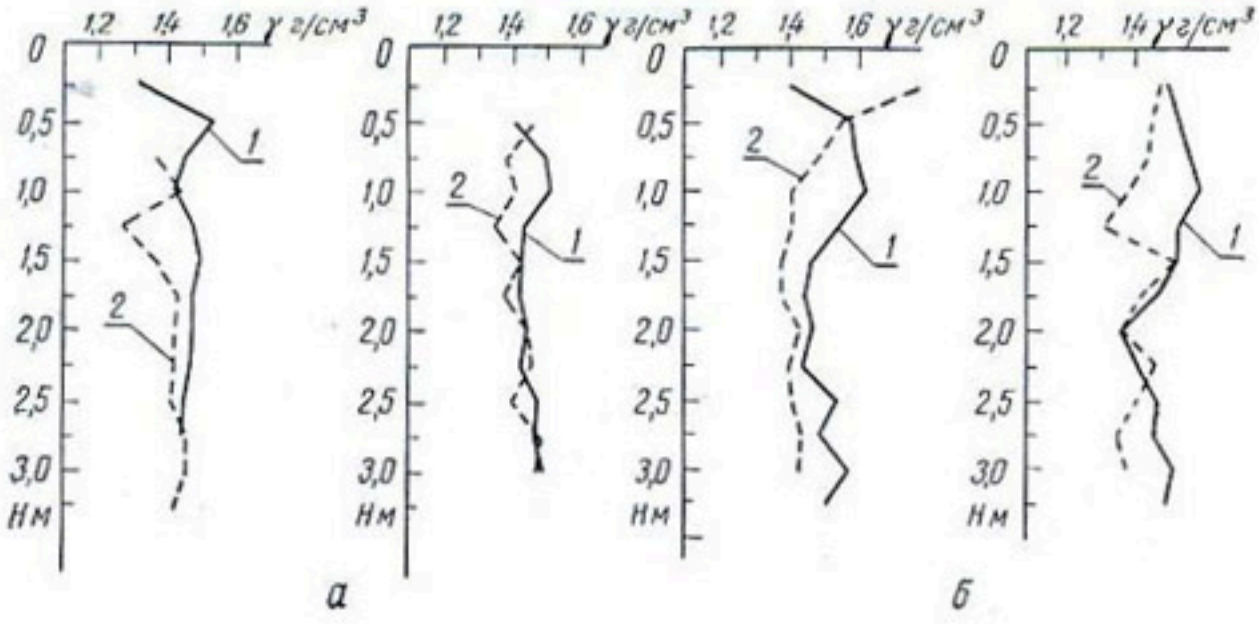


Рис. 46. Сравнение плотности засыпки и грунта естественного сложения:

а — при замочке дренажа «снизу»; *б* — при замочке дренажа «сверху»; *1* — засыпка; *2* — грунт естественного сложения.

Однако в виде производственных опытов грунт засыпки уплотняли в основном методом замочки в нескольких вариантах.

В совхозе № 25 проводили замочку дрен через колодцы «снизу», при заглушенном устье с последующим присоединением промывкой дрены. Результаты уплотнения приведены на рисунке 46, *а*.

В совхозе № 28 не устраивали устья дрен. При глухих перемычках из естественного грунта замочено «сверху» 40 км дрен. При этом, как показало вскрытие, заилились 6,2 км, или 15% дрен. Плотность в основном получилась близкой к естественной (рис. 46, *б*).

На основании опытов в совхозах № 26 и 28 САНИИРИ разработал метод комбинированной замочки дренажа, при котором вода подается сначала «снизу» до создания напора над дренами в 40 см, а затем «сверху» для ускорения замочки.

Все методы замочки доводят плотность обратной засыпки до плотности грунта естественного сложения или даже выше. Но при замочке «сверху» и при комбинированной замочке происходит заиление от 15 до 60% всех замачиваемых дрен вследствие создания больших градиентов и прорыва разжиженной обратной засыпки в фильтр и трубы.

Метод замочки «снизу» протекает без заиления труб, но он требует расхода воды 15—20 м³ на 1 п. м дрены

(вместо 3—5 м³ при комбинированной замочке), в связи с чем не получил распространения.

Для глинистых грунтов может быть рекомендован метод, опробованный нами в Туркмении на дренах совхоза «40 лет Туркменистана». Здесь над фильтром был намыт с помощью растворонасоса слой грунта в 50 см. В суглинках и глинах методом намыва при относительно небольшом расходе воды (125—175 л на 1 м) достигается надежное уплотнение в виде экрана.

В Голодной степи уплотнения в массовом порядке пока не проводят. Вдоль дрены нарезают ограждающие валики и наддренную полосу не засевают. По мере орошения рядом с дренами происходит самоуплотнение обратной засыпки.

При полумеханизированном способе строительства дренажа еще в первый год достигается плотность грунта 1,45—1,55 кг/см³, а при дреноукладчиках—через 2—3 года.

Институт САНИИРИ исследовал в совхозе № 6 водопроницаемость обратной засыпки и установил, что при полумеханизированном способе устройства дренажа (метод «полки») при уровне грунтовых вод выше дна дрены водопроницаемость составляет 0,4—0,6 м/сут, а при траншейном способе — до орошения 2,5—3 м/сут, а через год-два — 0,5 м/сут.

Таким образом, при полумеханизированном методе нет смысла заниматься уплотнением засыпки дренажа, а при траншейном способе необходимо там, где есть возможность, подать воду, использовать замочку «снизу» с последующей пробивкой устья. В суглинистых грунтах при отсутствии воды следует шире применять метод создания экрана над дреной замывом, а там, где на уровне труб находится влажный грунт, при траншейном способе можно использовать прицепное уплотняющее устройство конструкции ГСКБ по ирригации.

5. Очередность работ по дренированию земель

В первых проектах орошения земель Голодной степи рассчитывали на медленные темпы подъема уровня грунтовых вод (0,5 м в год). Предполагалось, что грунтовые воды поднимутся до опасного положения только через 15—20 лет, поэтому строительство дренажа относили на

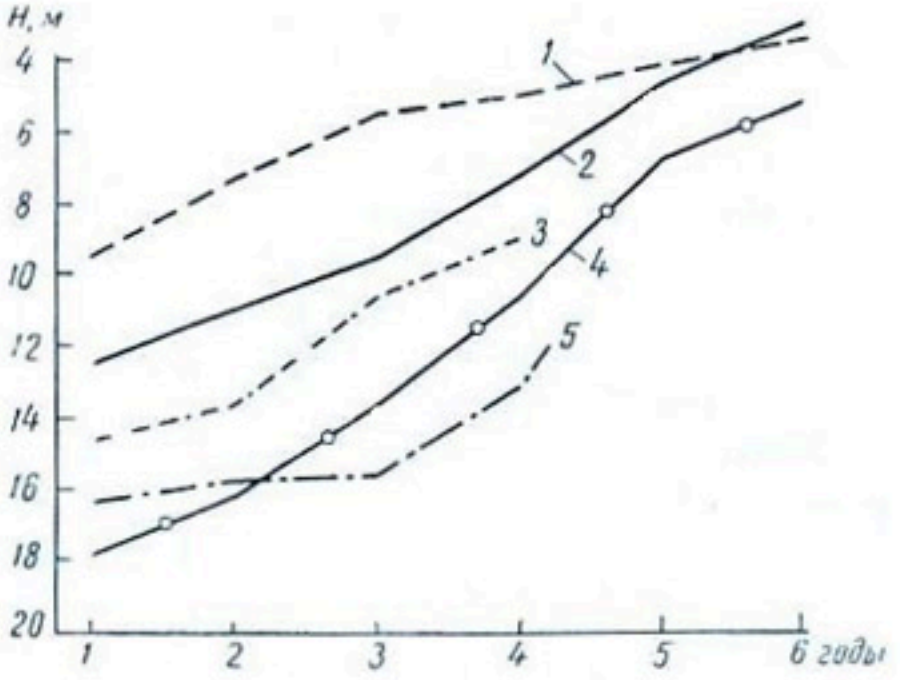


Рис. 47. Темпы подъема грунтовых вод в совхозах Голодной степи:
1 — № 26; *2* — № 1; *3* — № 28; *4* — № 7; *5* — № 25.

перспективу. Однако фактически грунтовые воды в Голодной степи поднимались на 1—3,5 м в год (рис. 47). Пока земли хозяйства находятся на периферии орошаемого массива, темпы подъема несколько снижены за счет оттока в сторону неорошаемых земель. Как только хозяйство оказывается в условиях затрудненного стока подземных вод, они поднимаются на 3—3,5 м в год. Когда же уровень грунтовых вод достигает 3—4 м от поверхности, подъем его замедляется за счет увеличения испарения.

В разделе, освещающем технологию строительства дренажа, указано, что траншейным способом дренаж можно строить при подъеме грунтовых вод до 4—5 м от поверхности земли, что практически происходит при развитии орошения за 3—6 лет.

Исходя из этого и следует решать вопрос о сроках строительства дренажа: одновременно со строительством оросительной сети или после подъема уровня грунтовых вод.

Первоначально в связи с тем, что темпы строительства закрытого дренажа отстали от выявленной потребности в нем, Голодностепстрой постепенно наращивал темпы дренажных работ, в основном на землях, где грунтовые воды уже поднялись, и земли подверглись угрозе вторичного засоления, так как вводились в эксплуатацию без дренажа (рис. 48).

Однако такой метод имел большие недостатки. При высоком стоянии грунтовых вод дренажные работы вели с большим трудом полумеханизированным способом, который намного удорожает строительство (рис. 49). Период форсированных работ по строительству дренажа ограничивался сжатыми сроками от конца хлопкоуборочной компании (декабрь) до начала весенних полевых работ (март), то есть всего $3^1/_2$ месяца. За это время приходилось увеличивать темпы полумеханизированного дренажа до 100 км в месяц с последующим их сокращением до 20—30 км, так как фронт работ был ограничен мелиоративными полями в 2—3 тыс. га. Такая организация работ приводила к текучести рабочей силы строительных организаций, значительным потерям времени из-за дополнительных перегонов и переброс экскаваторов и других механизмов. В хозяйствах возникали большие трудности для подготовительных сельскохозяйственных работ, так как установка колодцев и засыпка траншей затягивались зачастую до мая, что срывало успешный ход полевых работ

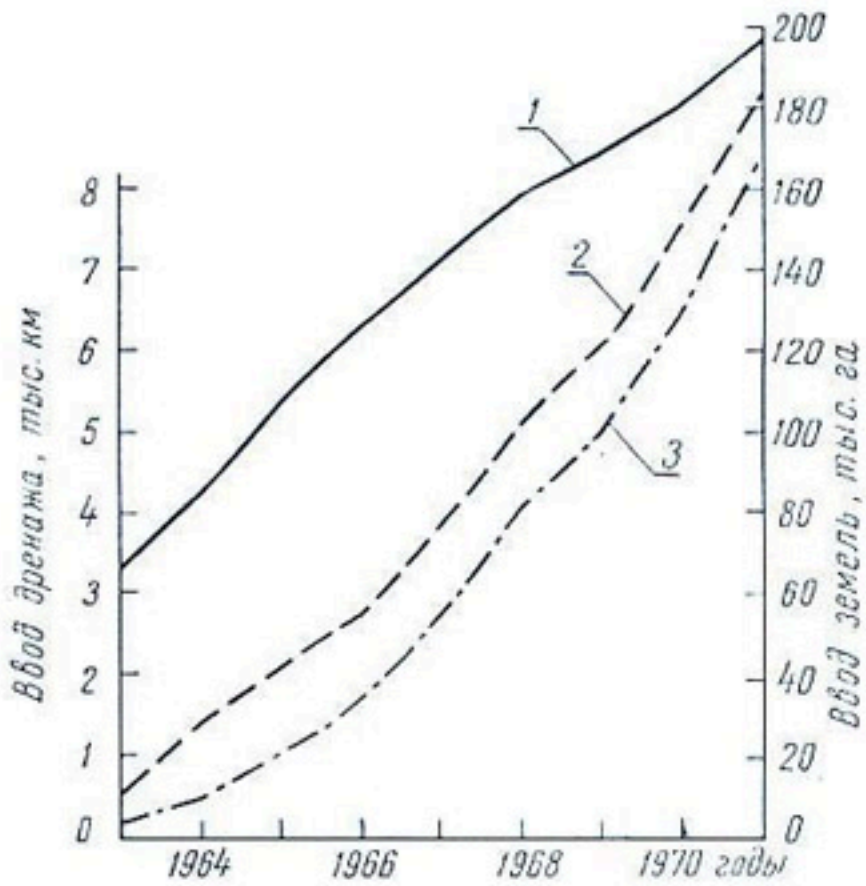


Рис. 48. Ввод земель и рост строительства дренажа в Голодной степи нарастающим итогом:

1 — ввод земель; *2* — их дренированность, тыс. га; *3* — ввод дренажа, тыс. км.

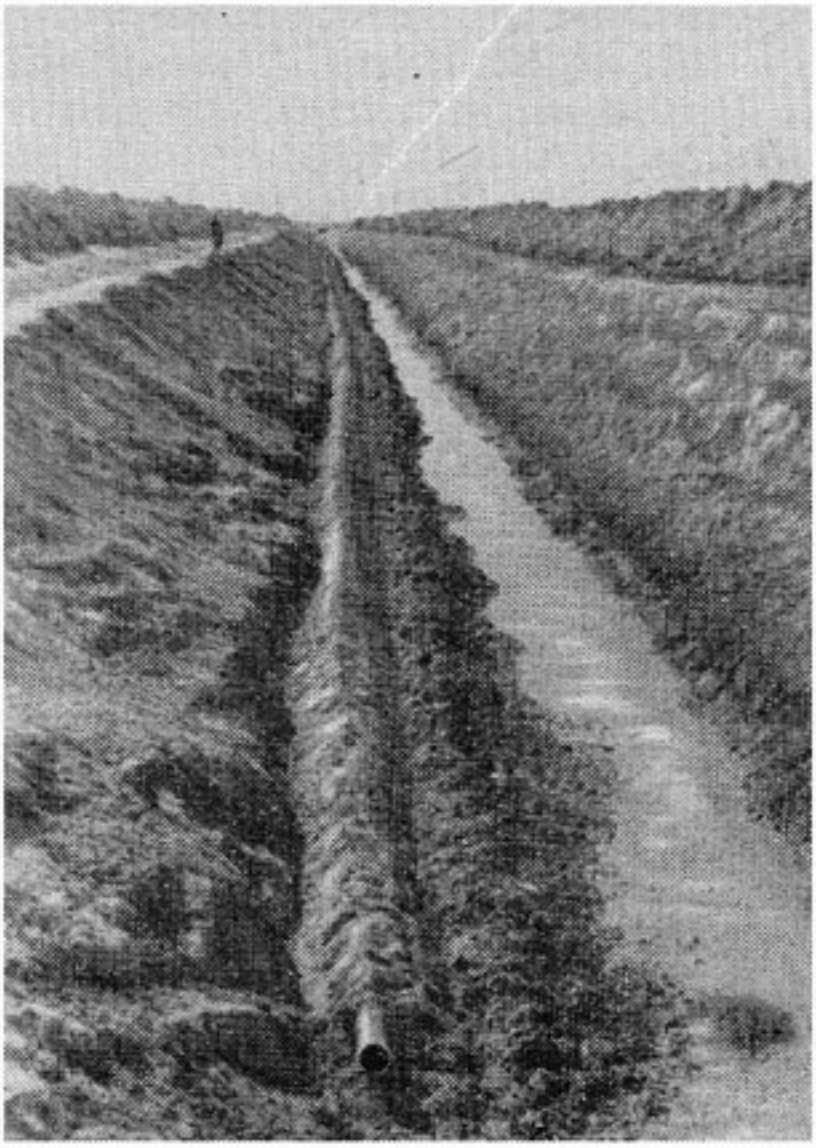


Рис. 49. Дрена, уложенная методом «полки», перед засыпкой.

В связи с этим Голодностепстрой принял решение с 1968 г. строить дренаж в комплексе со всеми работами по ирригационной подготовке земель.

Здесь были выдвинуты такие возражения: 1) при подъеме грунтовых вод возможны неравномерные просадки дренажных линий и нарушение их работы; 2) дренаж вступает в действие через несколько лет после строительства, вследствие чего омертвляются капиталовложения.

Но к 1968 г. Голодностепстрой уже имел значительный опыт строительства дренажа (в совхозах № 26, 28, 10 и других), где было установлено, что после подъема грунтовых вод предварительно устроенный дренаж нормально включается в работу. Явлений неравномерных осадок не наблюдалось, не считая единичных случаев.

Для экономического сравнения вариантов сделан расчет (табл. 40). Принято, что предварительное строительство дренажа до подъема грунтовых вод приносит ущерб в размере ежегодных эксплуатационных расходов на содержание дренажа. Потери урожайности при строительстве полумеханизированным способом определены на полосе шириной 10 м, на которую увеличивается незасеваемая площадь над дреной. Это составляет 500 м² на 1 га, или 5% валовой продуктивности земель.

ТАБЛИЦА 40

Сопоставление строительства дренажа при различной очередности работ на 1 га, руб.

Затраты	Строительство дренажа проводится	
	при комплексной подготовке земель	при уровне грунтовых вод 4,5—5 м
Стоимость дренажа	450	750
Излишние ежегодные эксплуатационные расходы дают ущерб за год	9,45	—
Всего за период замораживания 10 лет	94,5	—
Потери урожайности от увеличения выпадов над дренами на площади	—	32,5
Сверхнормативные простои механизмов в результате переброски экскаваторов	—	12
Итого	543,95	794,5

Результаты доказывают, что и экономически при подъеме грунтовых вод до 5 м за 10 лет целесообразно строить дренаж в комплексе с ирригационной сетью.

Исходя из этого Голодностепстрой с 1968 г. прокладывает горизонтальный дренаж в комплексе с подготовкой земель, одновременно завершая дренаж на ранее освоенных землях. Это позволило увеличить темпы строительства до 1700—2000 км в год и построить к 1972 г. 91% дренажа на землях, введенных в эксплуатацию. Теперь средняя интенсивность дренажа составляет 51,3 м на 1 га, то есть самая высокая в нашей стране.

6. Совершенствование конструкции закрытого дренажа

В процессе строительства закрытого дренажа в Голодной степи конструкция дренажа постоянно совершенствовалась в направлении увеличения его надежности.

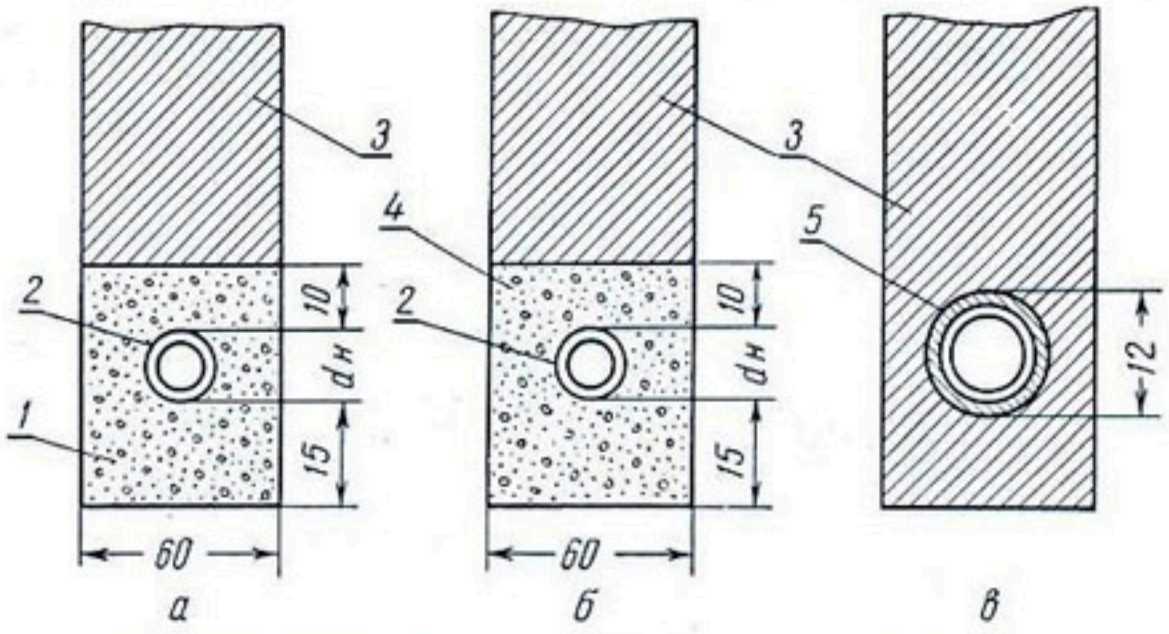


Рис. 50. Конструкции закрытых дрен (размеры в см):
а — с гравийным фильтром; *б* — с гравийно-песчаным фильтром; *в* — с фильтром из синтетических материалов; *1* — гравий со средним диаметром фракций 20 мм; *2* — дренажная труба; *3* — обратная засыпка; *4* — естественная гравийно-песчаная смесь; *5* — фильтровая обмотка.

Улучшение касалось четырех основных элементов: материала фильтра, конструкции труб, смотровых колодцев и устьевых сооружений.

Конструкции закрытых горизонтальных дрен, применяемых в Голодной степи, сводятся к нескольким типам (рис. 50), в каждом из которых можно выделить фильтровую обсыпку или обмотку и дренажную трубу. В большинстве дренажных конструкций фильтровая обсыпка или обмотка обеспечивает необходимую водоприемную способность дрены, препятствует заилению дрены грунтом, снижает потери напора на вход в дренажную трубу. Дренажная труба выполняет функции сбора и отвода дренажных вод. Есть комбинированные конструкции, в которых трубофильтры (трубы с пористой поверхностью) выполняют одновременно назначение и фильтрующей обсыпки и дренажной трубы.

Материал фильтра. В первых проектах дренажа в Голодной степи институт Средазгипроводхлопок принял конструкцию фильтра, аналогичную заложенной на Муганской опытной станции, из сортированного гравия Чиназского карьера со средним диаметром фракций 20 мм (рис. 50, *а*). Параллельно с этим делались попытки использовать естественные гравийно-песчаные смеси Джизакского, Бекабадского, Зааминского и других карьеров.

Многочисленные факты разрушений построенного дренажа вследствие заиления фильтра привели к поискам

новых материалов. В 1965 г. Средазгипроводхлопок предложил применить для фильтра смесь материала Бекабадского карьера с песком Чиназского карьера.

Искусственное приготовление материалов для фильтра представляет большую сложность, поэтому было решено найти естественную смесь, удовлетворяющую требованиям суффозионной устойчивости грунтов и обладающую достаточной водоприемной способностью. С этой целью Голодностепстрой и Средазгипроводхлопок провели оценку всех имеющихся в Узбекистане естественных материалов по методике В. С. Истоминой.

По данным Центральной лаборатории Голодностепстроя, наиболее распространенные грунты в слое 1—3 м имеют средние диаметры 0,03—0,07 мм. Если принять за расчетный диаметр фракций $d=50$—0,05 мм и сравнить применявшиеся отсыпки, то результаты (табл. 41) показывают, что только пески Агалыкского и Илансайского карьеров соответствуют требованиям методики расчета естественных песчано-гравийных смесей. Поэтому в конце 1965 г. Голодностепстрой повсеместно их применил для обсыпки дренажа (рис. 50, *б*).

В 1966 г. Голодностепстрой, Средазгипроводхлопок и САНИИРИ порознь провели лабораторные испытания агалыкского и других песков.

В результате этих исследований агалыкский (илансайский) песок был принят для всех закрытых дрен Голодной степи в качестве фильтровой обсыпки.

Попытка применения капроновых мелиоративных тканей (артикул 56026) для фильтрующей обмотки

ТАБЛИЦА 41

Характеристика фильтровых обсыпок, применявшихся в Голодной степи

Вид материала	Размеры, мм					Содержание частиц менее 0,15 мм
	Д-60	Д-50	Д-10	Д-60 / Д-10	Д-50 / ∂-50	
Гравий Беговатского карьера	20,9	14,7	0,2	104	290	4
Гравийно-песчаная смесь Зааминского карьера	24,0	15,8	0,4	60	300	9
То же, Джизакского	21,8	14,1	0,4	54	280	6
То же, Чиназского	23,0	20,0	0,2	115	400	5
Песок Агалыкского месторождения	2,1	1,2	0,2	10	24	9

(рис. 50, *в*) в бестраншейном дренаже показала, что этот материал дает снижение водоприемной способности фильтра в голодностепских суглинках в 2—2,5 раза за счет дополнительных сопротивлений напора. Только в сильнофильтрующих грунтах с коэффициентом фильтрации более 5 м/с результаты были удовлетворительными.

Стекломаты (ТСФ-б) и стеклохолсты (ВВ, ХЖКН, ХЖК-2) не получили в нашей практике распространения вследствие трудоемкости изготовления из них фильтрующих матов.

Трубы для дренажа. Первоначально в Голодной степи применяли асбестоцементные трубы длиной 3—4 м, перфорированные отверстиями 3 мм и длиной 33 см с обточенными фасками, а также керамические канализационные.

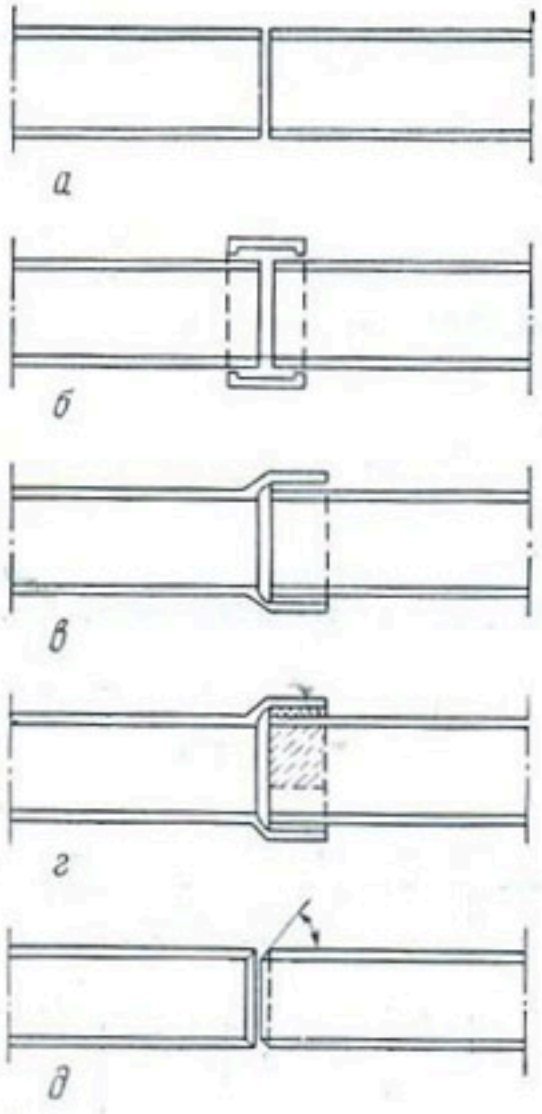


Рис. 51. Конструкция стыков труб дренажа:

а — стык гладкий; *б* — на цилиндрической муфте; *в* — раструбное соединение; *г* — раструб с зачеканкой на $^2/_3$ диаметра; *д* — фасочный стык.

С пуском завода гончарных труб в г. Янгиере был налажен выпуск гончарных дренажных гладких труб, укладываемых впритык (рис. 51, *а*).

Надежными показали себя асбестоцементные трубы на муфтах длиной 3—4 м с фасками длиной 33 см (рис. 51, *б, д*).

Произведенным в 1967 г. вскрытием дрен, уложенных в 1958—1960 гг. из асбестоцементных труб на фасочных стыках в совхозах «Фархад» и № 6, установлено отсутствие отложений в трубах и хорошее состояние стыков. При этом невозможно было извлечь трубы из линии. На одной дрене, хотя и образовалась просадка и обратный уклон, но все же дрена успешно работала в напорном режиме.

Канализационные керамические трубы на широких раструбах, стыкующихся под

зачеканку (рис. 51, *г*), образуют очень большой зазор. Кроме того, они создают пилообразный профиль и требуют усиления фильтра в связи с большой длиной труб (1 м). Применение этих труб не рекомендуется и допускается лишь как исключение (с зачеканкой стыков на $^2/_3$ и с фиксацией зазора снизу). При эксплуатации гончарных гладких труб происходили многочисленные смещения и разрывы линии дренажа. Такие дрены невозможно промывать промывочной машиной из-за смещения отдельных звеньев труб под напором воды.

В связи с указанными недостатками Главсредазирсовхозстрой в 1966 г. организовал на Хавастском заводе специальный выпуск раструбных гончарных труб (с зазором 5 мм), которые теперь применяют на 70% всех дрен Голодной степи (рис. 51, *в*).

Наряду с этим использовали толстостенные полиэтиленовые трубы (толщина стенки 8—10 мм). При применении тонкостенных труб в дренах наблюдается сплющивание, поэтому от них отказались.

Кроме вышеуказанных типов труб, делались попытки применить пористые бетонные и гравийно-битумные трубофильтры конструкции ГСКБ по ирригации и САНИИРИ. Однако эта работа не доведена до завершения. Дрены, уложенные в ноябре 1966 г. и вкрытые в 1968 г., были полностью или частично заилены на всем протяжении, а гравийно-битумные трубы деформировались — сплющились на 4—6 см и в них появились продольные трещины. Бетонные пористые трубы не смогли предотвратить суффозию через них пульпы из обратной засыпки и заилились. После этих опытов от применения трубофильтров пока отказались.

Кандидат технических наук Ф. В. Серебренников в совхозе № 1 Голодной степи провел экспериментальные работы по определению оптимальной скважности и оптимальной длины дренажных труб. На основе этих опытов установлено, что максимальная длина гончарных и керамических раструбных труб $d=150$ мм составляет 75 см, а $d=100$ мм — 55 см. Для труб с фасочным соединением при $d=150$ мм длина трубы может быть увеличена до 60 см.

Для определения предельной допустимой длины дренажных труб Ф. В. Серебренников получил зависимость:

$$S_0=\pi D_н \frac{100\,c}{46c+12{,}2},$$

где $D_н$ — наружный диаметр трубы, см;

c — ширина стыка, см;

S_0 — рациональная длина звеньев труб.

Дренажные колодцы. Колодцы — одно из наиболее уязвимых мест закрытого дренажа. Смотровые колодцы устанавливают через 200—240 м вдоль трассы дрены.

Назначение колодцев — контроль за состоянием дренажа, улавливание мелких наносов в донных камерах. Кроме того, через колодцы проводится очистка дренажа и его промывка.

Опыт показал, что колодцы, особенно составной конструкции из железобетонных колец диаметром 1 м, являются самым опасным местом (рис. 52). Через многочисленные стыки колец и особенно стыки донной плиты с кольцом и нижнего кольца с дренажными трубами, заделываемые на месте вручную в неудобных условиях, разрыхленный грунт обратной засыпки попадает в дрену.

Замочка грунта вокруг колодца, предложенная институтом Средазгипроводхлопок, не смогла предотвратить вмыв грунта через колодцы. Поэтому Голодностепстрой принял ряд конструктивных изменений.

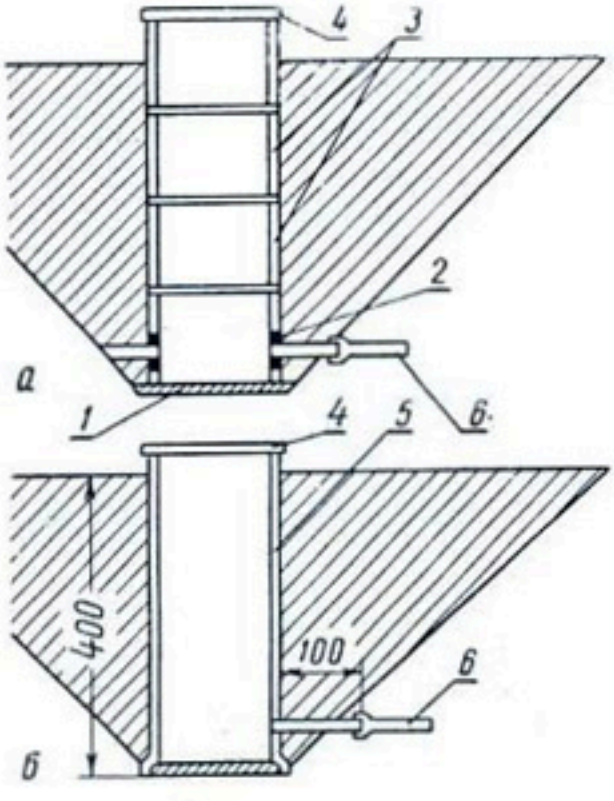


Рис. 52. Конструкция колодцев (размеры в см):

а — составная; *б* — из цельного блока с дном; *1* — донная плита; *2* — стык с трубой дренажа; *3* — кольца колодцев; *4* — крышка; *5* — блок с врезанной трубой и дном; *6* — дренажные трубы.

Начальные колодцы на дренах выполнены из асбестоцементной трубы диаметром 456 мм, в которую на полигоне заделывают гончарную трубу и бетонируют дно. Такой колодец фиксирует начало дрены и через него под небольшим напором можно промыть дрену, после ее сооружения, а также в процессе эксплуатации.

Промежуточные колодцы выполняют из цельного блока $D=0{,}8$ м высотой 4 м с дном и трубой для подключения к дренажной линии.

При поперечной схеме дренажа, при которой

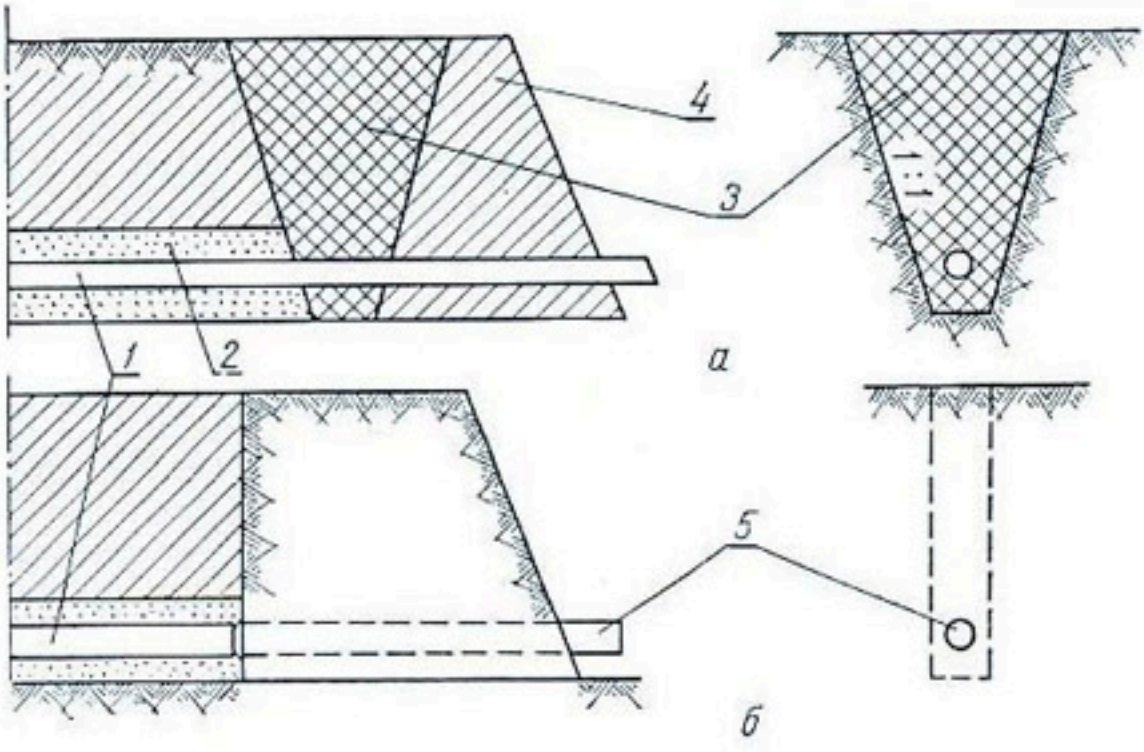


Рис. 53. Конструкция устьевых сооружений:

а — по проекту; *б* — тупиковое;
1 — дренажная труба; *2* — фильтр; *3* — отсыпка грунта в воду; *4* — обратная засыпка; *5* — пробитое устье.

длина дрен составляет 450 м, промежуточный колодец не устраивают, так как практика доказала невозможность очистки дрен через колодцы. Для промывки дренажной линии специальным агрегатом приходится вскрывать дрену шурфами, через 150 м начиная от ее устья.

На коротких дренах не представляется сложным без промежуточных колодцев определить место закупорки. Поэтому промежуточные колодцы строят только на дренах длиной более 450 м.

Устье дрен. Таким же уязвимым местом в дренаже, как и колодцы, являются устья дрен. Объясняется это тем, что при включении в коллектор глубиной в 4—5 м создается базис эрозии для поверхностных вод, которые, устремившись на разрыхленную засыпку труб, тут же разрушают участки на расстоянии 30—40 м от устья. При значительных расходах из дрены эрозия может идти за счет дренажных вод.

Для борьбы с этими явлениями институт Средазгипроводхлопок предложил, а Голодностепстрой осуществил уплотнение устья замочкой (рис. 53, *а*). Этот метод не везде дает удовлетворительные результаты. Поэтому в 1966 г. автор совместно с Л. Л. Дюндиным (трест Дренажстрой) сделал попытку строительства тупиковых дрен

(рис. 53, *б*) с последующим выполнением устьевого отверстия одним из известных методов. Первоначально пробивали устье пробойником П-2001. Этот способ не давал прямолинейного устья. В последующем по предложению треста Дренажстрой хорошо освоили гидравлическую пробивку устья меньшего сечения гидрошлангом высокого давления. Теперь этот способ успешно применяют при строительстве устьев бестраншейного дренажа.

В результате указанных конструктивных усовершенствований повысилась эксплуатационная надежность закрытых дрен.

Количество нарушений на дренах в последние годы резко сократилось по сравнению с дренами, построенными до 1966 г. (табл. 42).

ТАБЛИЦА 42

Состояние дренажа в Голодной степи на 1/I 1971 г.
(по инвентаризации эксплуатационной службы Голодностепстроя)

Наименование	Дренаж построенный			
	до 1966 г.		после 1966 г.	
	км	%	км	%
Всего дренажа, км	1707		4377	
Имеет дефекты и требует исправления	241,7	14,1	303	6,9
В том числе:				
капитальный ремонт дренажа	22,2	1,3	36,3	0,82
Промывка дренажа, %	217,1	12,7	241,2	5,5

7. Мелиоративная эффективность горизонтального дренажа

Для того чтобы оценить мелиоративную эффективность проводимых дренажных работ, Голодностепстрой организовал наблюдения за уровнем грунтовых вод, изменением минерализации грунтовых вод и засолением земель.

Наблюдения за уровнями грунтовых вод производят раз в месяц по пьезометрам, установленным со средней густотой 1 точка на 150—200 га. По этим же пьезометрам раз в квартал отбирают пробы на минерализацию грунтовых вод.

Солевую съемку на всей территории Голодной степи в зоне освоения производят раз в год после вегетации,

Уровни грунтовых вод в августе (месяц наибольшей интенсивности работы дренажа) показывают, что глубина и междренные расстояния дренажа, как правило, определены верно. В результате дренирования на большей части орошаемого массива с близкими грунтовыми водами, последние быстро снижаются до глубины 2,5—2;8 м. Исключение составляет зона совхоза «Фархад» и отдельные участки в совхозах № 4, 1, «Пахтакор». Причина недостаточности дренажа в совхозе «Фархад» заключается в недоучете напорного питания грунтовых вод со стороны земель Таджикистана, вследствие чего приходные статьи водного баланса оказались значительно большими, чем это намечалось в проекте. Несмотря на то, что здесь самые большие дренажные модули (до 0,45 л/с/га), все еще наблюдается подъем уровня грунтовых вод.

Исследования научных организаций в различных местах Голодной степи показали, что почти везде дренаж, построенный в соответствии с проектом, при нормальной работе обеспечивает постепенное опреснение активного слоя почвогрунтов.

СоюзНИХИ (В. М. Легостаев, А. Х. Хасанов) в 1968 г. установил, что в совхозе № 1 на фоне закрытого дренажа, несмотря на подъем уровня грунтовых вод в августе до 1,84 м, при оросительных нормах 5—6 тыс. м³/га солена-копления в активном слое не обнаружено. Грунтовые воды после прекращения полива опустились до 3,1 м от поверхности земли.

В 1970 г. Голодностепстрой организовал наблюдения по нескольким створам в совхозе № 6, 17 и других, за

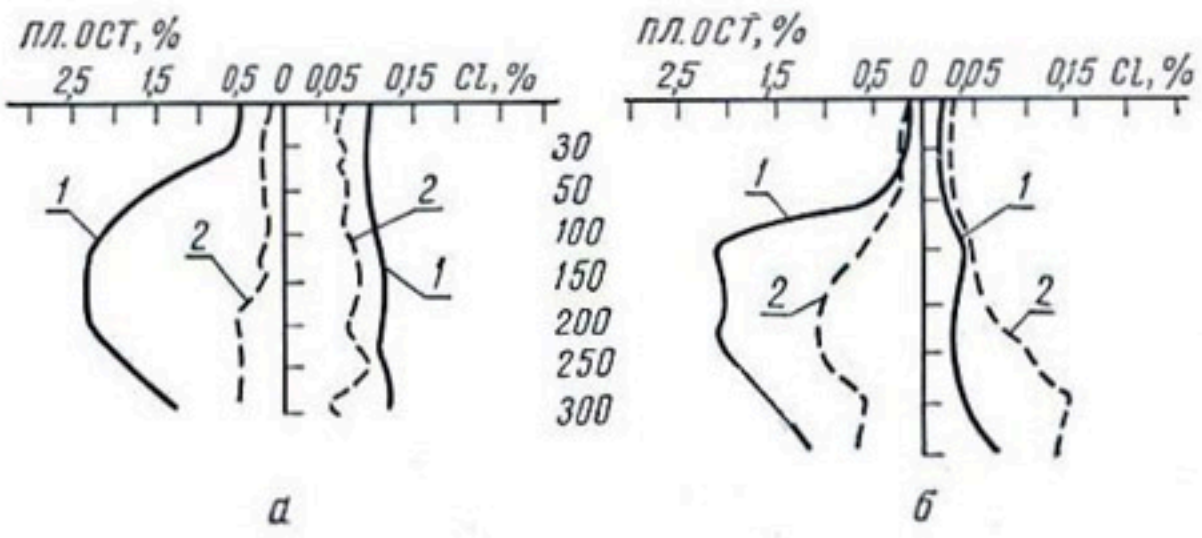


Рис. 54. Содержание Cl и плотного остатка солей в почвогрунтах: *а* — по створу 17—9; *б* — по створу 6—3; *1* — до вегетации; *2* — после вегетации.

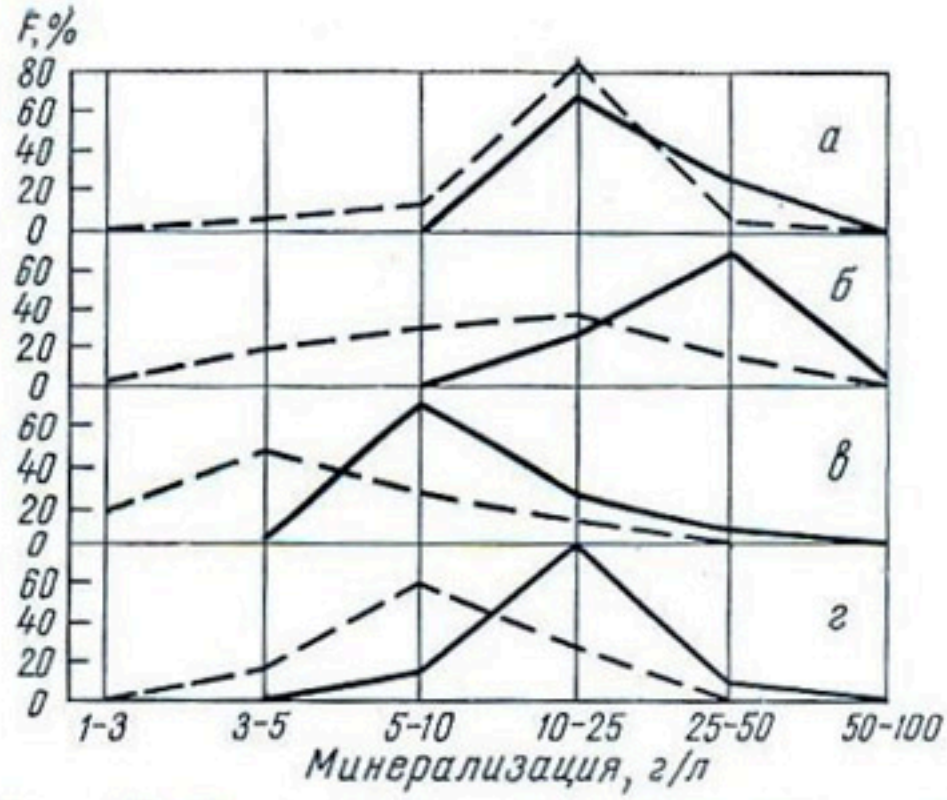


Рис. 55. Изменение площадей с разной степенью минерализации с 1964 (*пунктир*) по 1970 г. (*сплошная линия*):

а — в совхозе № 1; *б* — в совхозе № 26; *в* — в совхозе «Пахтакор»; *г* — в совхозе № 17.

динамикой грунтовых вод, изменением характера засоления почвогрунтов при вегетации хлопчатника и люцерны.

В процессе вегетационных поливов уровень грунтовых вод поднимается от 2,8—3,5 м до 1,5—2 м от поверхности земли, затем срабатывается со средней скоростью 1,7—2 см в сутки. При этом при относительно невысокой минерализации грунтовых вод 5—15 г/л в совхозе № 17 с несколько лучшими гидрогеологическими условиями при междреньях 215—300 м и оросительной норме нетто 4500—5000 м³/га происходит рассоление трехметровой толщи и метровой толщи по плотному остатку. Хлор в трехметровом слое уменьшается, но в верхнем метровом кое-где незначительно увеличивается (рис. 54, *а*). При больших междреньях в метровом слое наблюдается и накопление солей по плотному остатку. Характерно, что при такой же оросительной норме на фоне люцерны идет рассоление всей толщи и по хлору и по сумме солей.

В условиях напорного притока в совхозе № 6 с междреньями, в 2 раза меньшими, чем в совхозе № 17, при общем уменьшении запасов солей содержание хлора повсеместно увеличивается на значительную величину (рис. 54, *б*). Данные наблюдений (табл. 43) показывают,

ТАБЛИЦА 43

Изменение запасов солей на опытных створах в совхозе № 6 и № 17

№ створа	Междренные расстояния, м	Вегетация 1970 г.				До вегетации 1971 г.			
		метровый слой		трехметровый слой		метровый слой		трехметровый слой	
		по хлору, %	по плотному остатку, %	по хлору, %	по плотному остатку, %	по хлору, %	по плотному остатку, %	по хлору, %	по плотному остатку, %
Совхоз № 17									
17-1	240	−0,007	−0,13	−0,011	−0,57	−0,001	0,83	−0,026	−0,32
17-2	250	+0,008	−0,55	−0,008	−1,20	−0,014	+0,12	−0,003	+0,24
17-3	500	+0,062	+0,15	−0,002	−0,27	+0,002	−0,15	+0,001	−0,20
17-4	215	−0,005	−0,00	−0,005	−0,72	−0,005	−0,04	−0,002	−0,15
17-5	400	+0,003	+0,23	+0,033	−0,25	−0,025	−0,06	−0,018	−0,10
17-6	210	−0,058	−0,26	−0,086	−1,03	−0,080	−0,04	−0,121	−0,44
17-7	300	−0,009	−0,12	−0,012	−0,13	−0,005	−0,09	−0,003	−0,22
17-8	250	+0,003	−0,06	+0,005	−0,01	−0,045	−0,29	−0,024	−0,68
17-9	300	−0,032	−1,03	−0,039	−0,88	−0,013	−0,08	−0,001	−0,22
Совхоз № 6									
6-3	158	+0,029	−0,35	+0,005	−0,98	−0,011	+0,28	−0,001	+0,36
6-5	230	+0,022	+0,32	+0,005	−0,63	−0,086	−0,42	−0,027	−0,10
6-7	124	+0,109	−0,96	+0,036	+0,02	−0,104	−0,44	−0,055	−0,18
6-9	222	+0,150	+0,16	+0,016	−0,30	−0,121	+0,19	−0,072	−0,04

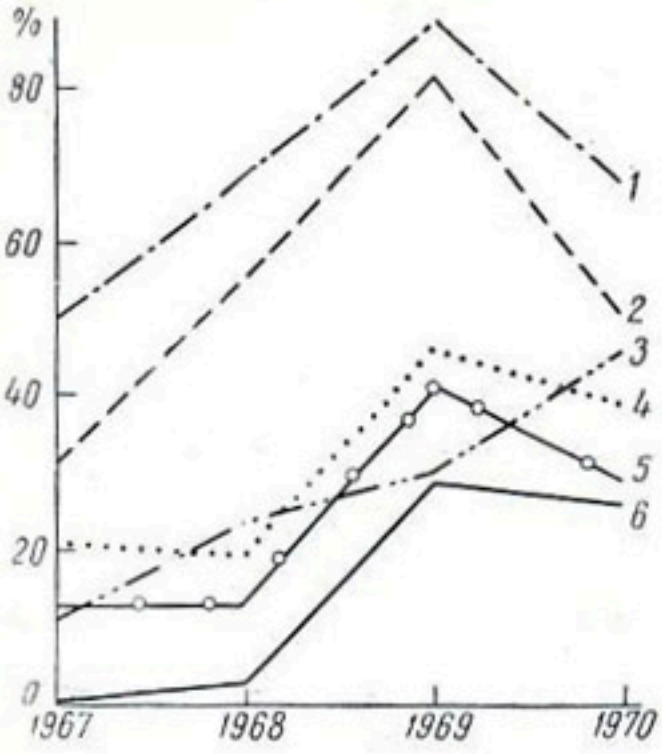


Рис. 56. Изменение соотношения между дренажным стоком и водоподачей по годам:

1 — в совхозе № 4; *2* — № 6; *3* — № 26; *4* — № 17; *5* — в совхозе «Пахтакор»; *6* — в совхозе № 1.

что в условиях, аналогичных совхозу № 6, необходимо проводить промывные поливы во вневегетационный период (ноябрь, декабрь) для снижения запасов хлора в толще почвогрунтов. Можно предполагать, что в последующем при опреснении грунтовых вод эта необходимость отпадет.

Рассоляющее действие дренажа прослеживается на уменьшении минерализации грунтовых вод в процессе орошения, как это видно на примере совхозов, начавших сельскохозяйственную деятельность в 1964—1970 гг. (рис. 55).

Показательно изменение во времени соотношения водоподачи к дренажному стоку по совхозам, где уровни грунтовых вод поднялись до отметок заложения дренажа (рис. 56). Отношение дренажного стока к водоподаче, составляющее 25—30%, по А. А. Рачинскому и Н. М. Решиткиной, свидетельствует, что при лугово-сероземном режиме, который создан на фоне дренажа в Голодной степи, идет опреснение почвогрунтов. Снижение засоления в метровом слое подтверждают почвенные съемки, проводимые Мелиоративной службой Голодностепстроя (табл. 44).

ТАБЛИЦА 44

Изменение засоления метрового слоя почвогрунтов, тыс. га

Тип засоления	Годы			
	1961	1964	1969	1970
Незасоленные и слабозасоленные	141,5	126,4	138,4	145,9
Среднезасоленные	18,8	28,9	22,3	19,1
Сильнозасоленные	13,6	18,6	13,2	8,9
Всего	173,9	173,9	173,9	173,9

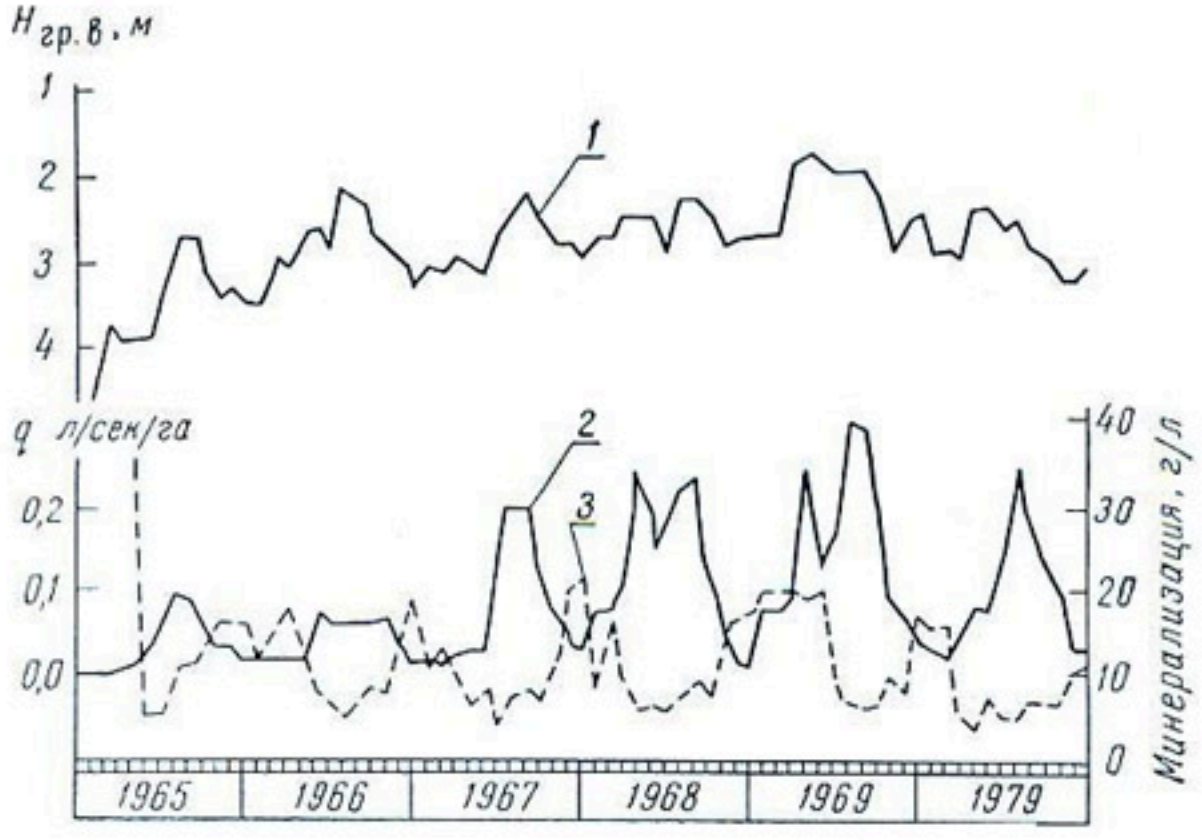


Рис. 57. Динамика дренажного стока и его минерализации в зависимости от уровня грунтовых вод в совхозе № 6:

1 — глубина грунтовых вод, м; *2* — величина дренажного модуля, л/с/га; *3* — минерализация дренажного стока, г/л.

Если до строительства дренажа (1964 г.) площади засоленных земель несколько увеличивались, то в последние годы они постоянно уменьшаются за счет промывок и опресняющего режима орошения.

Дренаж стал основным фактором, определяющим динамику грунтовых вод и солевой режим почвогрунтов. Изменение во времени уровня грунтовых вод, дренажного стока в совхозе № 6 за 1965—1970 гг. приведено на рисунке 57.

Для того чтобы оценить в целом действие построенного дренажа в новой зоне Голодной степи, проанализируем водный и солевой баланс орошаемого массива.

Водный баланс орошаемого массива составлен на основе формулы С. Ф. Аверьянова. Величины водозабора (В), сбросов (С) и дренажного стока (Д) взяты по данным Управления оросительных систем и Управления мелиорации Голодностепстроя. Осадки (Ос) приняты по данным метеостанций, величины эвапотранспирации (И+ТР) по данным Гидроингео.

Для составления примерного баланса орошаемого массива необходимо определить изменение запасов влаги

Приближенный баланс орошаемого массива (тыс. м³ на 1 га

Статьи баланса	1966 г.			1967 г.		
	зоны		всего	зоны		всего
	I	II		I	II	
Приходные						
Осадки	2,22	2,22	2,22	2,57	2,57	2,57
Ирригационная вода	10,6	7,34	8,64	11,1	8,26	9,54
Приток извне	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Итого	12,94	9,68	10,98	13,79	10,95	12,23
Расходные						
Дренажный сток	—	0,9	0,5	—	1,44	0,82
Сброс из каналов во вневегетационный период	—	0,75	0,41	—	0,58	0,33
Транспирация + испарение	7,48	7,74	7,62	7,95	8,27	8,10
Увеличение запасов влаги в почвенном слое	2,23	—	1,0	3,30	—	1,40
Пополнение уровня грунтовых вод	2,07	0,28	1,08	2,5	0,12	1,14
Итого	11,78	9,67	10,61	13,75	10,41	11,79
Невязка	+1,16	+0,01	+0,37	+0,04	+0,54	+0,44
в %	+9,0	+0,1	+3,35	+0,2	+4,9	+3,6

Примечание. Зона I — область с грунтовыми водами глубо ния дренажа; зона II — область с высоким стоянием грунтовых вод

выше уровня грунтовых вод. При их неглубоком залегании изменение влажности незначительно. Существенно изменяются запасы влаги при глубоком залегании грунтовых вод. Наши наблюдения в совхозе № 11 показали, что за год влажность увеличивается в пятиметровом слое в среднем на 9%.

В Голодной степи за 1966—1970 гг. сложился отрицательный баланс орошаемого массива. При этом невязка

ТАБЛИЦА 45

земель нетто)

1968 г.			1969 г.			1970 г.		
зоны		всего	зоны		всего	зоны		всего
I	II		I	II		I	II	
3,24	3,24	3,24	5,71	5,71	5,71	2,86	2,86	2,86
8,21	6,74	7,5	7,52	5,6	6,28	10,1	7,22	8,2
0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
11,57	10,1	10,86	13,35	11,43	12,11	13,08	10,2	11,48
—	2,01	0,94	—	2,14	1,32	—	1,81	1,18
—	1,03	0,48	—	0,66	0,40	—	0,58	0,38
8,11	8,29	8,20	8,45	8,67	8,55	8,8	8,95	8,9
1,56	—	0,83	2,57	—	0,98	1,77	—	0,61
1,37	−0,81	0,35	2,33	—	0,89	2,81	0,93	0,36
11,04	10,52	10,80	13,35	11,47	12,14	13,38	10,41	11,43
+0,53	−0,42	+0,06	—	−0,04	+0,03	−0,3	−0,21	+0,05
+4,56	−4,16	+0,5	—	−0,3	+0,26	−2,7	−2,0	+0,46

(кими, под действием орошения поднимающимися до отметок заложе-выше дна дренажа).

с данными наблюдений за изменением грунтовых вод невелика и лежит в пределах точности расчетов (табл. 45).

На основании данных водного баланса, наблюдений за минерализацией водоподачи и стока составлен солевой баланс, в котором дополнительно учитывается поступление солей от испарения грунтовых вод на перелогах и в невегетационный период (табл. 46). Этот солевой баланс в связи с работой дренажа с 1968 г. становится отрица-

ТАБЛИЦА 46

Солевой баланс новой зоны Голодной степи (тыс. т)

Статьи баланса	Годы				
	1966	1967	1968	1969	1970
Приходные					
Ирригационная вода	757	1546	1354	700	1171
Осадки	31	42	59	113	60
Испарение из грунтовых вод	93	117	165	207	123
Подземный приток на территорию извне	216	252	275	306	324
Итого	1097	1957	1853	1326	1688
Расходные					
Дренажный сток	720	1201	1542	2818	2021
Сбросы	287	231	496	576	377
Итого	1007	1432	2038	3394	2398
Всего накопление и уменьшение запаса солей	+90	+525	—	—	—
	—	—	185	2068	710
То же, на 1 га орошаемых земель	+0,6	+3,6	—1,0	11,5	—4,0
То же, на 1 га земель с уровнем грунтовых вод выше отметок дренажа	+2,8	+10,4	—3,0	—29,6	—12,6

тельным. Средний вынос солей на 1 га колеблется от 1,2 до 12 т в год. По мере подъема уровня грунтовых вод до отметок дренажа на все большей площади увеличивается число дрен, включающихся в работу, и возрастает вынос солей.

Аналогичные результаты получены САНИИРИ в совхозе № 6, где на всех опытных участках с 1967 по 1970 г. сложился отрицательный баланс солей в активном слое почвогрунтов при ежегодном выносе до 50 т/га водорастворимых солей.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что построенный в Голодной степи дренаж обеспечивает необходимый отток подземных вод в ранее бесточной области, способствует опреснению почвогрунтов при орошении и промывках, постепенному уменьшению минерализации грунтовых

вод, а также позволяет регулировать в соответствии с проектом водный режим орошаемого массива.

Мелиоративная эффективность бестраншейного дренажа. Бестраншейный дренаж разработан и впервые применен в Голодной степи и продолжает усовершенствоваться в настоящее время. Мелиоративная инспекция, Почвенно-мелиоративная экспедиция и Центральная лаборатория вели наблюдения за отдельными показателями эффективности дренажа на опытных участках совхозов Голодной степи.

Колебания уровней грунтовых вод по скважинам, расположенным в зоне бестраншейного дренажа, показывают, что в большинстве из них уровень не превышает в вегетацию 1,8 м от поверхности, за исключением скважины 238 в совхозе «Пахтакор», где он поднялся до 1,35 м от поверхности земли. По сравнению с 1970 г. (до строительства бестраншейного дренажа) кривые колебания уровня грунтовых вод располагаются значительно ниже.

Наблюдения за степенью засоления массива, которые с 1969 г. ведутся в совхозе № 26, свидетельствуют о том, что при орошении на фоне бестраншейного дренажа идет постепенное опреснение метрового слоя грунтов (табл. 47).

Таблица 47

Изменение степени засоления по хлору и плотному остатку, %

Наименование	Годы		
	1969	1970	1971
Хлор	0,015	0,013	0,010
Плотный остаток	0,50	0,42	0,40

Косвенным показателем улучшения мелиоративного состояния земель является повышение урожайности хлопка-сырца на дренированных участках (табл. 48).

Наблюдения за дренажным стоком в течение полива, (13—31/VIII 1971 г.), организованные в совхозах «Пахтакор» и № 26, показали, что на большей части дрен стока не было. Только там, где полив проводили непосредственно в районе дрены, зарегистрирован дренажный сток.

Во время полива расходы дрен резко возрастают, достигая максимальных значений (0,06—0,2 л/с), а затем после прекращения полива также резко падают почти до нуля.

Таблица 48

Изменение урожайности хлопчатника на участках бестраншейного дренажа

Наименование оросителей	Годы		
	1969	1970	1971
Совхоз № 26			
ЮР-21-1а	15,3	16,1	18,8
Совхоз «Пахтакор»			
29-У-10	18,4	19,7	22,0
29-У-12	7,97	22,7	24,5
29-У-14	10,8	18,2	21,0

Величина фактического дренажного модуля на бестраншейном дренаже не превышает 0,03—0,09 л/с/га, что меньше расчетной (0,15 л/с/га) в 1,5—5 раз. Таким образом, бестраншейный дренаж по мелиоративному действию вполне удовлетворяет требованиям, предъявленным к дренажу, однако в большинстве дрен не достигается расчетного дренажного модуля.

Воспользуемся формулой Серебренникова, полученной из формулы Ведерникова для дренажа диаметром, менее критического, чтобы определить расчетный расход бестраншейного дренажа

$$q=\frac{\pi K(H-h)}{\ln\dfrac{B+d+2H+2\dfrac{q}{\pi K}}{2d+4h+2\dfrac{q}{\pi K}}+\dfrac{1}{2}\ln\left(\dfrac{4h}{d}+1\right)},$$

где B — расстояние между дренами (принимаем для расчета $B=50$ м);

K — коэффициент фильтрации ($K=0{,}3$ м/сут);

H — нависание в середине междренья (по данным ВНИИГиМ, в совхозе № 26 $H=1{,}5$ м);

h — то же, над дреной от 0,5 до 1 м (принимаем 1 м);

d — диаметр дрены ($d=0{,}07$ м).

Решая уравнение, получим $q=0{,}0438$ м³/сут с 1 м, или 0,0005 л/с с 1 м. При длине дрены 400 м расход в ее устье равен 0,203 л/с. При коэффициенте фильтрации

K=0,15 л/сут расчетный расход дрены составил 0,1 л/с. Таким образом, наблюденные фактические расходы в некоторых случаях близки к расчетным, а в большей части меньше их в 2—3 раза.

В. А. Шредер, В. И. Бобченко (ВНИИГиМ) считают основной причиной снижения расходов в дренах бестраншейного дренажа уплотнение придренной зоны рабочим органом ножа.

Анализы Центральной строительной лаборатории Голодностепстроя в 1969 г. показали, что через год плотность придренной зоны незначительно отличается от плотности материала (на 1,0—1,6%), в то время как в первый год увеличение плотности идет от 2,6 до 7%.

Следует полагать, что разуплотнение происходит под влиянием орошения и способствует увеличению притока в дрену.

Наблюдения за дренажными модулями в совхозах «Пахтакор» и № 26 показали, что во второй год дренажные модули в 2—3 раза больше, чем в первый год после строительства.

Для установления различных причин, влияющих на водоприемную способность бестраншейного дренажа, в фильтрационном лотке Центральная строительная лаборатория Голодностепстроя организовала наблюдения за стоком в девяти различных конструкциях дренажа, характеристика которых приведена в таблице 49.

ТАБЛИЦА 49

Условия работы дрен

№ дрены	Диаметр отверстий, мм		Вид фильтрующей обмотки			
	6 рядов	12 рядов	жгут, рядов	стеклоткань	капрон	песок
1	1,5				+	+
2	1,5				+	
3	2,5				+	
4	1,5			+	+	
5	1,5		4		+	
6	1,5		1		+	
7		2,5			+	
8		1,5			+	
9	1,5					+

Опыты отличались при обсыпке песком наличием в одном из них капроновой ткани вокруг трубы и различными

Рис. 58. Фильтрационные расходы дрен из полиэтиленовых труб диаметром 75 мм в опытном лотке.

видами перфорации, диаметром и числом отверстий. Наибольший расход наблюдался при обсыпке трубы песком, меньше — при капроновой ткани с песком, еще меньше при капроновой ткани без песка. Перфорация существенного значения не имела (рис. 58).

Исходя из этого сделан вывод о возможности увеличения эффективности бестраншейного дренажа при замене обмотки капроновой ткани песчаной обсыпкой.

Как это установлено обследованием 23/XI 1970 г. при участии представителей Голодностепстроя и института Средазгипроводхлопок, ни заиления, ни деформации труб и ткани не обнаружено. В результате принято решение об изменении конструкции бестраншейного дренажа и дреноукладчика. Разработана конструкция трехступенчатого ножа, ликвидировавшая возможность уплотнения грунта в зоне укладки дрены, перспективная для условий высокого стояния грунтовых вод.

8. Эксплуатационные показатели дренажа в Голодной степи

В связи с тем что закрытый горизонтальный трубчатый дренаж в широких масштабах впервые применен в Голодной степи, встала задача определить его эксплуатационную рентабельность.

Для определения эксплуатационных затрат можно воспользоваться данными инвентаризации, проводимой ежегодно по состоянию на 1 сентября, на основании которой планируются ежегодные ремонтные работы.

Из основных видов работ, которые приходится выполнять при эксплуатации горизонтального дренажа, наиболее трудоемким и объемным процессом является промывка. До 1965 г. служба эксплуатации пользовалась примитивными насосами, шлангами с частым устройством шурфов. С 1965 г. ГСКБ по ирригации стало заниматься созданием дренопромывочной машины, в результате чего в 1967 г. выпущен дренопромывщик ПДТ-125, который с успехом используют в Голодной степи. Выпущенная в то же время машина Д-910 (СКБ «Мелиормаш») для осушаемых земель оказалась малопригодной для условий Голодной степи (табл. 50).

ТАБЛИЦА 50

Показатели испытаний дренопромывочных машин (совхоз № 1 Голодной степи)

Показатели	Марки	
	Д-910	ПДТ-125
Производительность за час чистой работы, м	10,5	570
Расход воды на 1 пог. м, л	242	73,7
Количество проходов при промывке дрен d=200 мм при 100%-ном заилении	10	1
Остаточный наилок после промывки на длине 35 м, мм	60	25
Давление воды в системе, ати	12	15
Диаметр головки, мм	38	65

Дренопромывщик ПДТ-125 представляет комплект машин, состоящий из экскаватора Э-352, насоса ЗМС-10 на тракторе ДТ-75 с комплектом высоконапорных шлангов на прицепе, насоса «Андижанец» и нескольких цистерн на тракторных прицепах.

Экскаватор Э-352 отрывает шурфы через 125 м, и от шурфа к шурфу начинается промывка дрены снизу вверх против течения. Насос ЗМС-10 откачивает воду из емкостей и под большим давлением подает ее через шланги к реактивной головке дренопромывщика. Через 3 отверстия в реактивной головке подается под давлением вода,

в результате чего головка движется. Вода, подаваемая через центральное отверстие спереди, размывает наилок и закупоренные участки дрены. Насос «Андижанец» откачивает воду из шурфа в резервную емкость.

Стоимость промывки 1 п. м, по калькуляции Голодностепстроя, равна 1,46 руб. Промывку дренажа выполняет специализированный участок Ремонтного управления Голодностепстроя по договорам с совхозами и плану-графику, составленному Мелиоративной инспекцией Голодностепстроя.

Очистку колодцев ведут вручную бригады, за которыми закреплены дрены, 2 раза в год (в конце вегетации и перед началом поливов).

Ремонт устьев заключается в оправке устьевых сооружений, иногда в восстановлении труб и особенно часто в восстановлении вымытого при поливе грунта. Выполняют эти работы мелиоративные бригады совхозов.

Участки, просевшие при поливах наддренных полос (обычно появляются в первые два года после начала эксплуатации), засыпают бульдозерами мелиоративных отрядов совхозов.

Борьбу с зарастанием закрытых дрен в Голодной степи начали проводить с 1967 г., когда обнаружилась закупорка дренажа корнями тысячецветника, или ак-баша. Мочалистый корень этого растения, проникая в трубы через стыки (особенно в керамические), полностью закупоривает дрену.

Для борьбы с зарастанием дрен и уничтожения проникших корней сорняков Институт защиты растений АН УзССР применил гербицид, который с успехом испытывали в совхозе «Фархад». В дрену через верхний колодец вводят смесь монурона с далапоном, который в течение 10—15 дней убивает все сорняки.

Стоимость эксплуатации закрытого горизонтального дренажа на 1 га составляет 4,45 руб. (без амортизации на реновацию), а на 1 п. м — 0,089 руб. (табл. 51).

Если принять срок службы закрытого дренажа 100 лет, то стоимость затрат на эксплуатацию 1 км закрытого дренажа составит 189 руб. с учетом амортизации.

По аналогии с открытыми коллекторами затраты на 1 км эксплуатации открытого дренажа (из расчета ежегодной очистки от растительности и раз в 3 года от заиления) составит 397 руб/км. Если прибавить к этому ежегодные потери сельскохозяйственной продукции на пло-

ТАБЛИЦА 52

Расчет стоимости работ по эксплуатации закрытого дренажа (без реновации)

Показатели	Стоимость единицы, руб.	Годы					
		1969		1970		1971	
		количество	стоимость, тыс. руб.	количество	стоимость, тыс. руб.	количество	стоимость, тыс. руб.
Промывка дренажа, км	1460	136,1	198,7	276,3	403	390	569,4
Очистка колодцев, шт.	2	2393	4,8	2887	5,8	2056	4,1
Ремонт устьев, шт.	15	183	2,7	244	3,7	435	6,5
Обратная засыпка, тыс. м³	20	106,5	2,1	435	8,7	495	9,9
Борьба с зарастанием	—	—	8,0	—	14,6	—	14,0
Итого			216,3	—	435,8	—	603,9
Капитальный ремонт, км	11 229	12,5	140,4	15,1	168,6	10	112,3
Всего			356,7		604,4		716,2
Введено дренажа, км		4833,3		5994,5		8000	
Средняя стоимость 1 пог. м коп. за год		7,8		9,9		8,9	
То же. за весь период коп.	—	—	—	—	—	8,9	—
То же, на 1 га, руб.	—	—	—	—	—	4,45	—

щади, занятой открытой дреной 3 га на 1 км, то общая стоимость затрат составит 877 руб/км.

Отсюда по формуле приведенных затрат можно сравнить эффективность закрытого горизонтального дренажа с открытым:

$$E = nK + Э,$$

где E — приведенные затраты;
K — капиталовложения;
n — коэффициент нормативной эффективности (для сельского хозяйства — 0,12);
$Э$ — эксплуатационные затраты.

Для закрытого дренажа на 1 км, руб.: $E_1 = 10 \cdot 0{,}12 + 0{,}19 = 1{,}39$; для открытого дренажа $E_2 = 6 \cdot 0{,}12 + 0{,}88 = 1{,}60$.

Таким образом, эффективность горизонтального закрытого дренажа выше, чем открытого. Срок окупаемости при этом определяется в 6 лет.

9. Вертикальный дренаж в новой зоне Голодной степи

Зона развития вертикального дренажа в Голодной степи определена институтом Средазгипроводхлопок в 39 тыс. га. Внедрение вертикального дренажа в новой зоне Голодной степи начато с 1964 г. За это время построено 226 скважин в зоне командования ЮГК и, кроме того, 36 скважин для защиты от притока со стороны таджикских земель. Из общего количества скважин (262 шт.) на 1/I 1972 г. сдано в эксплуатацию 208.

Характеристика всех работающих скважин приведена в таблице 52.

Технология строительства скважин подробно описана в работах Н. М. Решеткиной, Х. Якубова и др.

До 1969 г. все скважины строились станками УРБ-ЗАМ с глинизацией стенок и обратной промывкой, а с 1969 г. была освоена технология бурения скважин с прямой промывкой при помощи станков ФА-12 и УВД-100. Переход на эту технологию позволил увеличить относительный дебит скважин и избавиться от длительной и дорогостоящей разглинизации стенок скважин.

Эффективность мелиоративного действия скважин вертикального дренажа. В Голодной степи скважины верти-

ТАБЛИЦА 52

Характеристика введенных в эксплуатацию скважин вертикального дренажа в Голодной степи (1/I 1972 г.)

Наименование участка	Схема расположения	Число скважин, шт.	Средний дебит скважин, л/с	Средний дебит одной скважины, л/с	Обслуживаемая площадь, га	Дренажный модуль, л/с/га	Нагрузка на одну скважину, га	Строительная стоимость 1 скважины, тыс. руб.	Стоимость строительства на 1 га, руб.
Совхоз имени Мичурина	Площадная	12	215,7	17,9	558	0,38	46,5	17,5	377
Совхоз «Фархад», зона М-2	Линейная	25	899,0	36,0	1 103	0,81	44,1	17,5	397
То же, зона М-1	»	14	546,0	39,0	622	0,88	44,4	17,5	395
Совхоз № 5, II отделение	Площадная	18	83,8	4,6	736	0,11	41	19,4	474
Совхоз № 6, I отделение	»	14	63,0	4,5	1 625	0,04	116	19,4	167
Совхоз № 4, II отделение	»	33	409,0	12,41	2 540	0,16	77	19,4	252
Совхоз № 17	»	35	803,0	23,0	2 831	0,28	80,9	21,6	268
Совхоз № 18	»	20	353,2	17,7	2 662	0,13	133,1	21,6	162
Совхоз № 19	»	23	358,8	15,6	1 214	0,295	52,7	21,6	410
Итого		194	3731,2		13891	0,25	72	—	320
Прочие скважины		14	(вне новой зоны Голодной степи)						
Всего		208							

ТАБЛИЦА 53

Эффективность работы скважины вертикального дренажа

Наименование участков	Исходная глубина грунтовых вод от поверхности, м	Дата пуска участка	Глубина грунтовых вод в 1971 г. от поверхности, м		Засоление метрового слоя почвогрунтов		Проводились промывки или нет
			до вегетации	в период вегетации	до пуска скважины	в 1971 г.	
Совхоз имени Мичурина — сад	2,13	1965, 1966, 1969	4,19	4,03	Сильное	Слабое 75%, среднее 25%	Нет
Совхоз «Фархад», зона М-2	4,22	1969, 1970	2,30	1,82	Среднее	Слабое	Да
То же, зона М - 1	2,00	1966	2,29	2,20	Сильное	Среднее 65%, сильное 35%	»
Совхоз № 5, II отделение	2,12	1965, 1966	4,06	4,21	»	Среднее	Нет
Совхоз № 6, I отделение	3,68	1966	2,40	2,66	»	Среднее 40%, сильное 60%	Да
Совхоз № 4, II отделение	2,44	1967, 1968, 1969, 1970	4,20	3,66	Сильное	Слабое 40%, среднее 60%	» »
Совхоз № 17	2,67	1967, 1968 1970	3,22	2,71	Среднее	Слабое	Нет
Совхоз № 18	1,81	1969	3,19	2,14	Слабое 65%, среднее 35%	»	»
Совхоз № 19	2,47	1969, 1970	3,35	1,61	Слабое 70%, среднее 30%	»	»

кального дренажа строили в основном по площадной схеме, за исключением совхоза «Фархад», где принята линейная схема. При площадных схемах расположения скважин, несмотря на довольно значительный диапазон дренажных модулей (0,04÷0,4 л/с/га), достигнут определенный мелиоративный эффект, за исключением участка в совхозе № 6, где при модуле в 0,04 л/с/га вертикального дренажа оказалось недостаточно и он был усилен горизонтальным дренажем.

Эффективность скважин приведена в таблице 53.

Однако и при небольших дренажных модулях, как показали наблюдения, можно добиться мелиоративного улучшения земель. В совхозе № 5 из 18 скважин 8 были включены в работу в 1965 г. На этом участке грунтовые воды понизились с 2 до 4,2 м, а в некоторых местах до 6—7 м. В результате под действием естественных осадков (участки не орошались), особенно обильных в 1969 г., происходило медленное постепенное рассоление грунтов. В верхнем метровом слое (табл. 54) вынесено 50 т солей с 1 га. Таким образом, эти земли из сильнозасоленных превратились в среднезасоленные, что позволило в 1971 г. засеять их сельскохозяйственными культурами. В 1972 г. они перешли в категорию слабозасоленных без предварительных капитальных промывок.

ТАБЛИЦА 54

Снижение запасов солей на фоне вертикального дренажа в совхозе № 5, т/га

Слой грунта, см	Годы			
	1965	1966	1967	1968
0—100	267	279	245	207
100—200	306	301	310	306
200—300	300	295	300	300
300—400	260	256	265	260
400—500	283	280	290	283
500—600	261	273	300	287

Естественное рассоление на фоне вертикального дренажа, усиленное вегетационными поливами, наблюдалось и в совхозе имени Мичурина, совхозах № 18, 19 и др. Это позволяет изменить порядок освоения сильнозасоленных земель, гидрогеологические условия которых пригодны

для вертикального дренажа. На таких землях (совхозы № 8, 9) целесообразно за 2—3 года до начала хозяйственного освоения построить и ввести в эксплуатацию сеть скважин вертикального дренажа, которые понизят грунтовые воды до глубины более 6 м, приведут к возникновению рассоляющего процесса под действием естественных осадков и опреснят метровый слой. Затем после мелких промывных поливов на фоне вертикального дренажа без капитальных промывок можно начать освоение земель.

Линейные схемы даже при значительных дренажных модулях оказываются мало эффективными (см. табл. 53).

Анализ эксплуатационных показателей скважин вертикального дренажа. В Голодной степи плановый режим работы вертикального дренажа определен с учетом технологических простоев в размере 10%. Коэффициент одновременности работы скважин принят 0,9. Анализ работы скважин за 1970 г. приведен в таблице 55. Фактические простои составляют 23,7%, из которых большая часть (11,5%) происходит из-за ремонта насосов, 6,5% — из-за отсутствия подъездов к скважинам для их ремонта, а 2,1% — из-за остановки скважин, связанной с ремонтом водоприемного тракта.

Простои из-за невозможности подъездов к скважинам в период поливов, особенно промывных, являются дефектом, который можно устранить при проектировании. При плановом расположении скважины необходимо размещать вдоль дорог, лотков и коллекторов, чтобы обеспечивать возможность подъезда к ним круглый год.

Простои из-за ремонта и очистки водоприемника опять-таки вызваны неправильным проектированием водоотводов в оросительные каналы. Проектировщики не включили в проект переключение скважин во вневегетационный период на коллекторную сеть, мотивируя это удорожанием строительства.

Простои из-за ремонта насосов можно сократить за счет улучшения их эксплуатационных показателей и своевременных поставок. Для вертикального дренажа применяют в основном погружные насосы типа АП и СП, а в последние годы ЭЦВ.

Насосы ЭЦВ-8, ЭЦВ-10 до капитального ремонта работают в среднем 2700, АПВ-8—1500 ч, требуя затем замены рабочих колес и втулок. Опытные насосы, выпущенные Кишиневским СКБ «Гидрохиммаш», работают свыше 7000 ч без ремонта.

Характеристика работы скважин вертикального дренажа за 1970 г.

Наименование участка	Число скважин	Отработано скв.-дн.	Откачано воды, тыс. м³	Простои, скв.-дн.					Прочие причины
				всего	в том числе				
					ремонт насосов	отсутствие электроэнергии	ремонт		
							скважин	электрооборудования	
Совхоз имени Мичурина	12	3 309	4830,5	428	260	—	7	120	41
Совхоз «Фархад», зона М-2	25	5 332	11079,4	1 819	231	67	—	43	1 478
То же, М-1	14	3 550	7525,2	522	440	57	7	13	5
Совхоз № 5, II отделение	18	4 931	1981,0	1 620	591	128	418	62	421
Совхоз № 6, I отделение	14	2 089	936,8	3 000	1 910	41	153	51	845
Совхоз № 4, II отделение	33	7 178	7677,9	2 059	787	101	81	37	1 053
Совхоз № 17	35	9 654	18549,6	1 582	836	106	292	173	175
Совхоз № 18	20	5 949	8737,7	1 179	987	43	—	24	125
Совхоз № 19	23	3 074	4409,0	1 188	137	—	17	46	988
Итого	194	45 066	65727,1	13 397	6 179	543	975	569	5 131
% от общего времени эксплуатации		76,3		23,7	11,5	0,92	1,65	0,96	8,66

Стоимость строительства вертикального дренажа и его эксплуатации. Стоимость строительства вертикального дренажа зависит от стоимости одной скважины с водоотводом, электроэнергией и вспомогательными объектами, а также от интенсивности дренирования — площади, приходящейся на 1 скважину.

Строительная стоимость скважин зависит от ее глубины, схемы энергоснабжения и длины водоотвода, а также метода бурения.

По сравнению со стоимостью бурения станками УРБ-ЗАМ с креплением глинизацией стенок скважины переход на бурение скважин методом прямой промывки станками ФА-12 и УВД-100 понизил стоимостть строительства скважин на 680 руб. (на 12%) за счет уменьшения продолжительности прокачки.

Дальнейшее снижение стоимости строительства должно пойти за счет увеличения производительности буровых

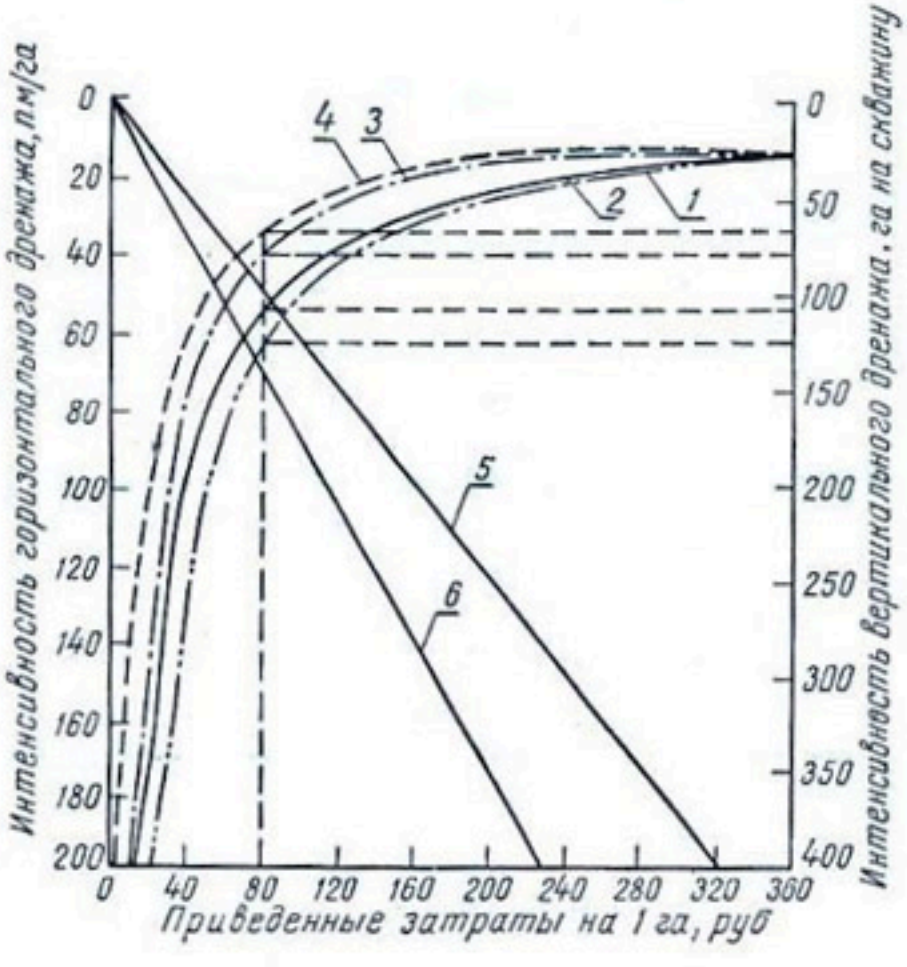


Рис. 59. Сравнительные приведенные затраты на 1 га земель, дренированных вертикальным и горизонтальным дренажем:

1 — вертикальный дренаж при существующих затратах; *2* — то же, с использованием воды на орошение; *3* — вертикальный дренаж при сокращении эксплуатационных затрат; *4* — то же, при использовании воды на орошение; *5* — горизонтальный дренаж, построенный методом «полки»; *6* — то же, дреноукладчиками.

станков, уменьшения затрат труда механизмов на бурение одной скважины и внедрения индустриальных фильтров типа блочных или пластмассовых.

Нагрузка на 1 скважину является решающим фактором стоимости дренирования 1 га (рис. 59). В настоящее время стоимость 1 га дренирования вертикальным дренажем колеблется от 160 руб. до 410 руб. При нагрузке на 1 скважину более 50 га вертикальный дренаж становится более экономичным, чем горизонтальный, по строительной стоимости.

Площадь дренирования одной скважиной зависит от трех факторов: естественных гидрогеологических условий; конструкции и качества строительства скважин; проектного режима работы скважин в процессе эксплуатации.

Если первый фактор является в определенной степени объективным, то вторые два существенно влияют на величину площади, которая может быть дренирована одной скважиной. Попробуем проследить это на примерах строительства в Голодной степи.

Конструкция скважины вертикального дренажа должна обеспечить устойчивость работы (отсутствие выноса частиц фильтра и породы) при минимальных гидравлических потерях и отбор всего количества воды из разреза, которое нужно забрать по гидрогеологическим характеристикам. Это условие можно выразить следующим образом:

$$Q_{воз} = Q_{раб},$$

где $Q_{воз}$ — возможный дебит скважины по гидрогеологическим характеристикам;

$Q_{раб}$ — рабочий дебит скважины вертикального дренажа.

Близость величин в этом выражении зависит от правильного выбора конструкции и качества строительства скважин, чего можно достигнуть, если подбор состава фракций не только обеспечивает суффозионную устойчивость фильтра и породы, но и гарантирует максимальный отбор воды из породы при минимальных потерях напора на входе.

Очень важно, чтобы фильтр мог перехватить поступление воды на всей толще. Хороший эффект дает обсыпка фильтром по всей глубине скважины (предложение Н. М. Решеткиной).

При бурении скважин следует строго соблюдать технологические правила бурения и своевременное включение скважин в работу. Насосы нужно подбирать так, чтобы их расходы и характеристики соответствовали возможным дебитам водоносных горизонтов.

Высокое качество работ, правильный проектный подбор фильтров позволяют получить максимальный дренажный модуль скважин.

Проектный режим работы скважин определяет тот необходимый дренажный модуль, который должен быть получен на фоне вертикального дренажа. При этом может встретиться 3 случая.

1. Дренаж должен не допустить подъема грунтовых вод от исходного глубокого положения. В этом случае расчетный дренажный модуль определяется как количество воды на 1 га, которое должно быть откачано из грунтовых вод, чтобы не допустить их подъема. Обозначим эту величину как нормальную ($q_{норм}$).

2. Дренаж при поднятых от исходного уровня грунтовых вод должен сработать уровень грунтовых вод до уровня ниже критического, а затем поддерживать его на этом уровне. Тогда величина расчетного дренажного модуля составит q снижения ($q_{сниж}$).

3. Дренаж должен обеспечить создание необходимой емкости для обеспечения промывных поливов ($q_{пром}$). В этом случае расчетный дренажный модуль составит

$$q_{норм} + q_{сниж} + q_{пром}$$

Естественно, что величина $q_{норм}+q_{сниж}+q_{пром} > q_{норм}+q_{сниж} > q_{норм}$, поэтому площадь, которая может обслуживаться в каждом из этих случаев, будет различной.

В целях обеспечения максимальных нагрузок на 1 скважину следует не ожидать подъема грунтовых вод выше критических, а включать в работу скважины вертикального дренажа при глубоких грунтовых водах. Величины расчетных дренажных модулей для трех различных случаев режима работы вертикального дренажа в Голодной степи будут:

$$q_{норм} = 0{,}11 \div 0{,}15 \text{ л/с/га};$$

$$q_{сниж} + q_{норм} = 0{,}35 \div 0{,}40 \text{ л/с/га}$$

$$q_{пром} + q_{норм} + q_{сниж} = 1 \div 1{,}5 \text{ л/с/га}.$$

С учетом всех перечисленных мероприятий площадь, обслуживаемая одной скважиной, может быть доведена до 100—150 га, а иногда и более. Это позволит сделать вертикальный дренаж экономичнее не только по стоимости капитальных вложений, но и по эксплуатационным затратам.

ТАБЛИЦА 56

Стоимость эксплуатации вертикального дренажа на 1 скважину

Наименование затрат	Количество	Стоимость, руб.
Электроэнергия, тыс. квт/ч	202	3630
Содержание скважин, человек	0,3	1750
Ремонтные работы:		2112
замена и ремонт насосов, шт.	2	926
прокачка и очистка скважин, сут.	2,4	351
ремонтное бурение скважин, м	2,0	189
Итого		7492

Стоимость эксплуатации вертикального дренажа, по данным службы Голодностепстроя, на 1 скважину равна 7492 руб. (табл. 56). Следует отметить, что стоимость эксплуатации можно значительно снизить за счет следующих мер:

снижения стоимости электроэнергии для скважин вертикального дренажа, которую следует брать не по общим тарифам, а для сельского хозяйства, то есть по 0,6 коп. за 1 квт (это даст снижение затрат в 3 раза);

внедрения более устойчивых в работе марок насосов и повышения качества работ (стоимость ремонтных работ снизится в 2 раза);

автоматизации работы скважин (стоимость ее содержания уменьшится в 1,5 раза).

В результате этих мер стоимость эксплуатации одной скважины может быть доведена до 3500—4000 руб. В этом случае стоимость эксплуатации 1 га вертикального дренажа составит 30—45 руб., что все же будет в 3 раза выше, чем для горизонтального дренажа.

Эффективность эксплуатации вертикального дренажа можно увеличить за счет использования опресненных подземных вод на орошение. Тогда при дебите 20 л/с с каждой скважины можно оросить 20 га земли, что эквива-

лентно капиталовложениям на головной водозабор (8000 руб.) и ежегодной амортизации на 1 га обслуживаемой площади (5 руб.).

Кроме того, при строительстве вертикального дренажа на землях с глубокими грунтовыми водами, там, где нет необходимости проводить промывки, целесообразно пересмотреть всю коллекторную сеть, выполняя ее в виде мелких сбросных каналов, собирающих воду со скважин.

Таким образом, вертикальный дренаж при интенсивности более 50 га на 1 скважину дает значительную экономию в капиталовложениях на мелиорацию, особенно в случае предварительной сработки грунтовых вод перед промывками, а также при поддержании естественного автоморфного режима почвообразования.

По эксплуатационным затратам вертикальный дренаж пока не может конкурировать с горизонтальным. Однако осуществление указанных мер, а также доведение нагрузки на 1 скважину до 150 га позволит резко сократить его эксплуатационные затраты и приблизить их к стоимости эксплуатации горизонтального дренажа.

10. Капитальная промывка засоленных земель

Около 30% земель, подкомандных ЮГК, сильно и средне засолены и требуют для освоения проведения капитальных промывок (норма от 5 до 50 тыс. м³ на 1 га).

В первоначальных проектах капитальные промывки не включали в объем строительства, их должны были выполнять сами хозяйства за счет сельскохозяйственной деятельности. Ошибочность такой тенденции резко проявилась в первые годы освоения.

В период 1962—1968 гг. хозяйства провели капитальные промывки на территории 3,5 тыс. га (по 200—700 га в год). Из этой площади успешно освоено около 2,5 тыс. га, а на площади 1000 га (отделение III в совхозе № 5, I отделение в совхозе № 6) пришлось делать повторные промывки.

С 1964 г. институт Средазгипроводхлопок начинает включать промывку в состав смет на капитальное строительство массивов. В соответствии с проектами капитальные промывки следует проводить на землях с промывной нормой более 10 тыс. м³ на 1 га площади нетто; при меньших нормах они относятся к эксплуатационным мероприятиям и проводятся за счет средств хозяйств.

В Голодностепстрое считают, что капитальными промывками должны быть охвачены все сильнозасоленные земли (с засолением по хлору более 0,12%), а также среднезасоленные земли на вновь осваиваемых землях. Такое мнение вызвано тем, что освоение сильнозасоленных земель (с нормой нетто менее 10 тыс. м³) требует тех же строительных работ, что и промывка при больших нормах.

Освоение сильнозасоленных земель становится весьма накладным для хозяйств, которые не занимаются промывками и не увеличивают свою посевную площадь. Земли среднего засоления в сложившихся и устойчиво работающих хозяйствах (совхозы № 18, 19 и др.) успешно промывают за счет весенних и осенних поливов (нормой 2—3 тыс. м³ на 1 га). В существующих хозяйствах промывки среднезасоленных земель можно отнести к хозяйственной деятельности совхозов вне строительных смет. На вновь осваиваемой территории, на которой нет еще прочных хозяйств, обладающих необходимыми ресурсами, среднезасоленные земли следует промывать силами строительной организации. Если же оставлять эти земли временно неосвоенными до хозяйственного становления совхозов, то они в довольно короткий срок могут превратиться в сильнозасоленные.

Учитывая неудачи промывок силами самих хозяйств, Голодностепстрой организовал в 1969 г. специализированное строительное управление, оснащенное соответствующими механизмами и техникой. Это позволило промыть в 1969 г. засоленные земли площадью 1,2 тыс. га, в 1970 г. — 1,8 тыс. га, а в 1971 г. сдать в эксплуатацию 3,6 тыс. га. В 1972 г. планируется капитально промыть 5,6 тыс. га земель, в 1973 г. увеличить объем промывки до 6,5 тыс. га и в 1974 г. до 15 тыс. га. В связи с такими значительными объемами работ важное значение приобретает технология промывки.

За последнее время в Голодной степи применяют два метода промывок: по крупным и мелким чекам.

Метод промывки по мелким чекам длительное время был основным. Здесь воду подают в чеки (размером от 30×20 до 60×40 м), образованные невысокими палами (высотой 35—40 см), нарезанные палоделателями.

Институты ВНИИГиМ (Е. Г. Петров, В. И. Бобченко, С. А. Мясищев) и АзНИИГиМ разработали метод промывки по большим чекам. Чеки (размером от 100×80 до

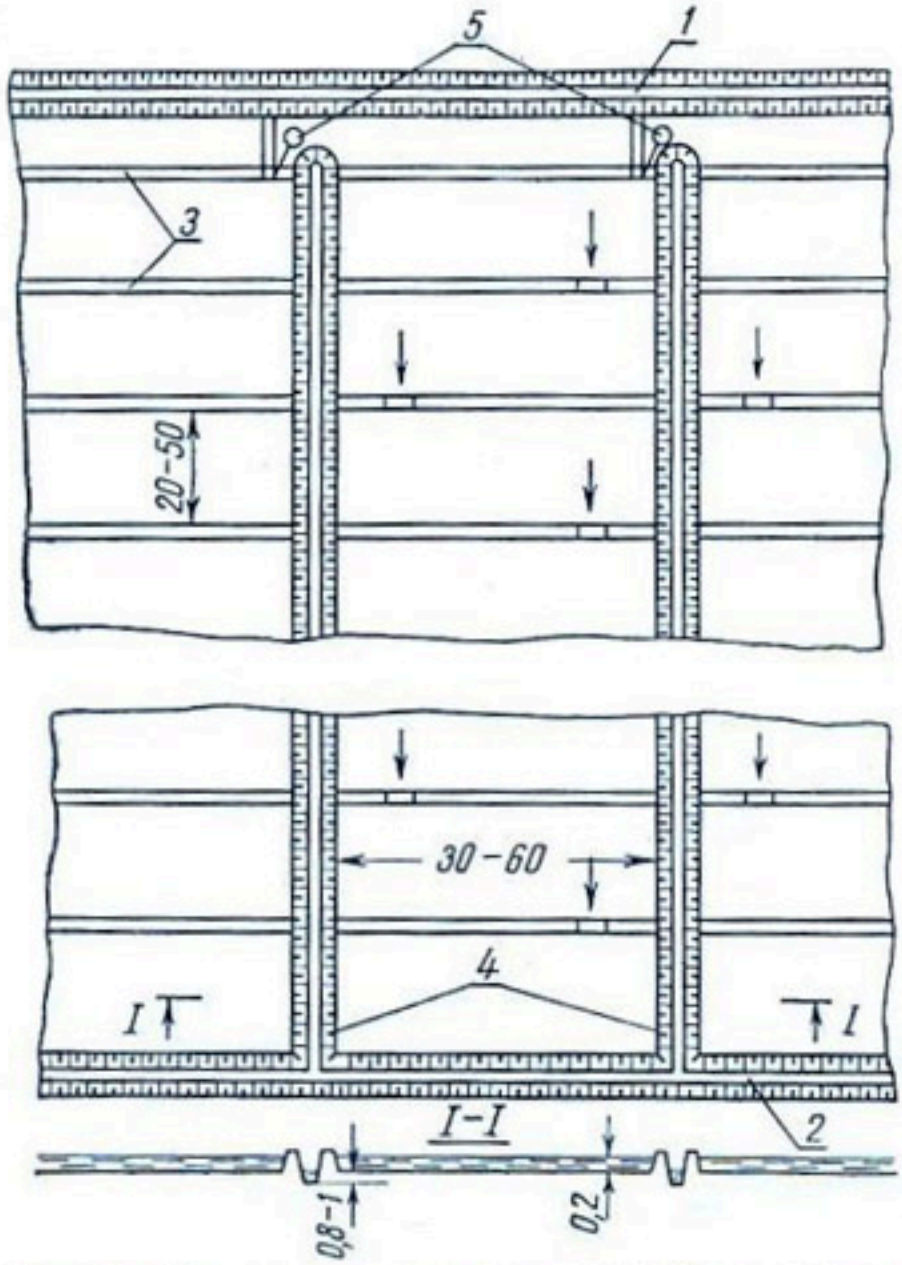


Рис. 60. Схема промывки по методу Голодностепстроя с подачей воды по длине чеков на фоне временного дренажа (размеры в м):

1 — ороситель; *2* — дрена-собиратель; *3* — палы; *4* — временные мелкие дрены; *5* — выпуски в чек.

400×100 м) ограждают высокими дамбами (высотой до 100 см), что позволяет поддерживать в них большой слой воды и способствует более равномерной промывке и высокой производительности.

ВНИИГиМ рекомендует этот метод на относительно легких грунтах (с коэффициентами фильтрации около 1 м/сут и более) при небольших уклонах местности, а также на фоне вертикального дренажа, где есть возможность проводить промывки в свободную емкость без дополнительного усиления временным дренажем. В Голодной степи нет большого фронта работ для метода крупных чеков и значительную часть земель промывают по мелким

чекам. При промывке по мелким чекам вдоль ограждающих пал по уклону местности прокладывают мелкие временные дрены (глубиной 0,8—1 м), что позволяет увеличить интенсивность промывки, а также способствует ускорению созревания почвы.

Средазгипроводхлопок проектирует промывку по мелким чекам с подачей воды в каждый чек из оросителя. Такая подача воды резко повышает затраты труда на полив, так как требует постоянного контроля за заливом каждого чека, а их на каждом гектаре от 5 до 20.

Голодностепстрой разработал свою схему промывки по мелким чекам (рис. 60) — перепуск воды из чека в чек (на длине до 400—500 м) при непрерывном затоплении. Эта схема позволяет при больших промывных нормах в летний период удачно совместить промывки с посевами риса.

Промывки одновременно с посевами риса широко применяют в Голодностепстрое. Они имеют следующие преимущества:

даже при небольшом урожае риса (15—20 ц/га) затраты на промывку в значительной степени окупаются;

покров растений риса уменьшает бесполезные потери воды на испарение непосредственно после прекращения ее подачи;

качество равномерного полива при посевах риса значительно выше, чем при чистых промывках, так как поливальщик более тщательно следит за поливом посевов.

Само состояние растений является автоматическим показателем равномерности и качества промывки, так как при недостаточных поливах растения угнетаются.

Обычно противники этого метода выдвигают следующие доводы против него: подъем грунтовых вод на окружающей территории, разрушение дренажа, сбросы с рисовых полей.

Опасения подъема грунтовых вод рядом с промывкой порождены практикой промывок без дренажа. На фоне дренажа, как показывают многочисленные наблюдения службы мелиорации и данные института ВНИИГиМ, никакого подтопления рядом лежащих земель не происходит, если соблюдены определенные правила. Для этого, во-первых, промывка должна идти сверху вниз, а во-вторых, промываемый участок должен быть обязательно огражден от непромываемого дреной или коллектором. В Голодной степи размещение промываемых

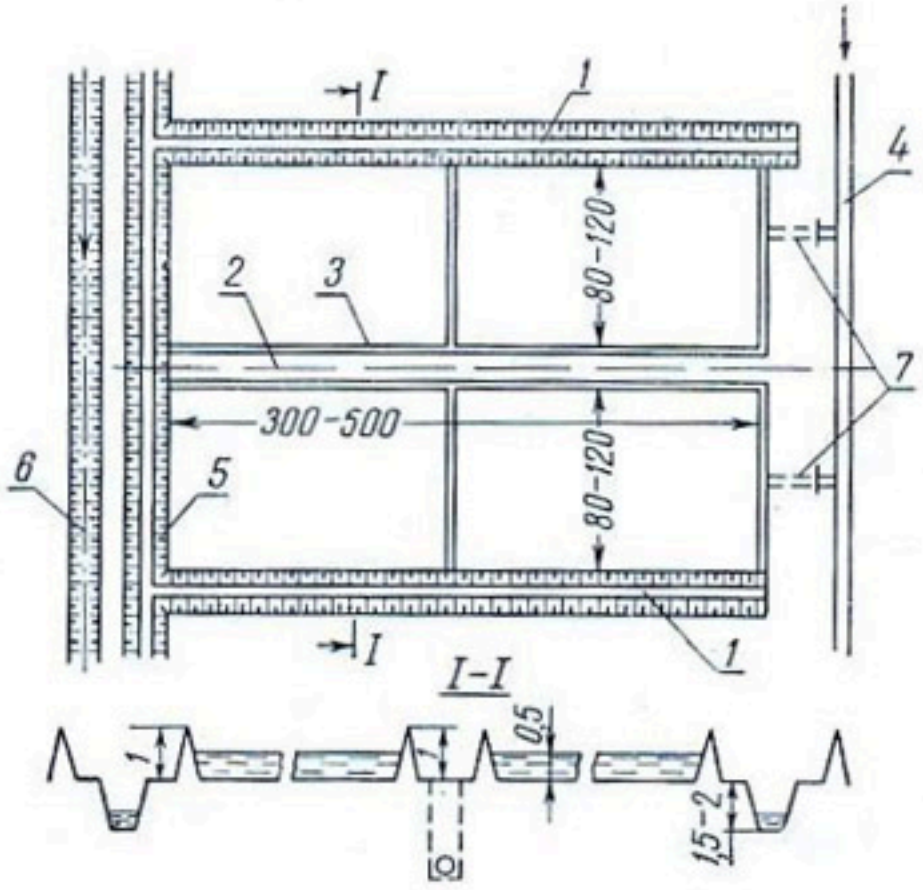


Рис. 61. Схема промывки земель по крупным чекам на фоне глубокого временного дренажа (размеры в м):

1 — временные глубокие дрены; *2* — постоянная закрытая дрена; *3* — ограждающие валики; *4* — ороситель; *5* — дрена-собиратель; *6* — коллектор; *7* — выпуски из оросителя в чек.

земель делают от коллектора до коллектора или дрены.

Разрушения дренажа при промывке с посевами риса и без них одинаково опасны, если не обеспечить строгого контроля за промывкой.

Для использования воды, сбрасываемой с рисовых чеков, ниже их по уклону размещают участки чистой промывки. Соотношение площади, занятой рисом, к площади чистой промывки должно составлять примерно 3 : 2.

Нельзя не отметить, что промывки по методу Голодностепстроя и Средазгипроводхлопка по мелким чекам имеют ряд существенных недостатков:

под валиками, временными дренами и временными оросителями занято около 30% земли, остающейся непромытой, на которой концентрируются соли;

мелкие временные дрены, первоначально способствуя рассолению небольшой полосы вдоль них, затем начинают бесцельно расходовать пресную воду. Характерно, что минерализация воды во временных дренах поднимается до 30—40 г/л, но уже через месяц падает до 10 г/л и ниже.

Временные мелкие дрены не могут обеспечить эффективного дренирования всего чека. По данным В. Ю. Маргулиса, на фоне мелкого дренажа только 25% площадей имеют скорости фильтрации более 7 мм/сут, а на остальной она колебалась от 3 до 5 мм/сут, что явно недостаточно.

С 1968 г. Голодностепстрой ведет опыты по промывке на фоне глубокого горизонтального дренажа, усиленного временным (глубиной 2 м) (рис. 61). Опыты в совхозе «Янгиер» выявили высокую эффективность этого метода. Показателем может служить коэффициент солеотдачи, определенный расчетным путем по формуле В. Р. Волобуева. Для одинаковых условий на фоне глубокого временного дренажа коэффициент солеотдачи равен 10,9, а на фоне мелкого временного дренажа — 6,95, или в 1,5 раза меньше.

В настоящее время Голодностепстрой принял решение о сочетании метода промывки по крупным чекам с глубокими временными дренами. Это дополнение к методу крупных чеков позволяет резко расширить область применения последнего. Для устройства глубоких дрен использован многоковшовый роторный экскаватор ЭТР-201. Экскаватор нарезает дрену и одновременно отсыпает валики для крупных чеков. При поперечной схеме дренажа и междреньях 200 м между постоянными нарезают одну временную дрену и устраивают валик, при междреньях в 250 м устраивают две промежуточные дрены.

Кроме того, можно подавать воду в крупные чеки с помощью гибких шлангов.

Все это позволяет увеличить интенсивность промывки ирригационных земель и сократить расходы на эти работы.

Народнохозяйственное значение орошения новой зоны Голодной степи

Водохозяйственное строительство, направленное на орошение и освоение новых земель, имеет огромное районообразующее значение, ибо аналогично мощным энергетическим комплексам дает толчок развитию всех видов человеческой деятельности.

На пустынной в недалеком прошлом равнине ныне создан город Янгиер с населением 33 тыс. человек и пять новых районов — Дустликский, Ильичевский, Янгиерский,

Пахтакорский и Акалтынский с населением 145 тыс. человек. Во всех населенных пунктах построены необходимые инженерные коммуникации, линии электропередачи, связи, водо- и газоснабжения, шоссейные и железные дороги, что обеспечивает для населения условия, мало отличающиеся от городских. Создана новая промышленность с предприятиями строительной индустрии и строительных материалов, заводами по первичной переработке продукции сельского хозяйства, в которой занято более 10 тыс. рабочих.

Орошение и освоение земель Голодной степи обеспечивает повышение занятости густонаселенных частей Узбекской ССР и Таджикской ССР и способствует ускорению темпов развития производительных сил этих республик. Географически близко расположенная к Ферганской и Зеравшанской долинам Голодная степь в значительной мере поглощает излишки рабочей силы Ферганской, Андижанской, Наманганской и Самаркандской областей Узбекской ССР и Ленинабадской области Таджикской ССР. В строительных и промышленных организациях, в совхозах Голодной степи работает 58 тыс. человек. Совокупная стоимость валовой продукции, произведенная на строительстве, промышленных предприятиях и в совхозах Голодной степи, за 1972 г. превысила 300 млн. руб.

Разработка и внедрение комплекса мероприятий по водохозяйственному строительству и мелиоративному освоению целинных земель обеспечили создание в Голодной степи нового крупнейшего района хлопководства. Объем производства хлопка здесь в 1970 г. составил 210 тыс. т, а в 1972 г. — 278 тыс. т.

Дальнейшее развитие хлопководства должно идти за счет введения правильных севооборотов. Чтобы ликвидировать монокультуру хлопчатника, внедрить хлопково-люцерновые севообороты, являющиеся единственным средством борьбы с сельскохозяйственными вредителями и особенно опасными грибными заболеваниями хлопчатника (вилт), необходимо освоить новые площади. Ввод в действие в истекшем пятилетии в Голодной степи более 80 тыс. га новых орошаемых земель способствовал решению этой важнейшей народнохозяйственной задачи.

Создание в Голодной степи такой мощной строительной организации, как Голодностепстрой, позволит в текущем пятилетии вводить новые орошаемые площади более высокими темпами. В соответствии с Директивами XXIV

съезда КПСС в 1971—1975 гг. в Узбекской ССР будет введено в действие 465 тыс. га новых земель, из них 130 тыс. га (около 28%) за счет целинных земель Голодной степи. К 1975 г. в целинной зоне намечено произвести 350 тыс. т хлопка.

Высокий коэффициент полезного действия оросительных систем Голодной степи снижает водозабор брутто до 8500 м³/га против 11 500 м³/га при устройстве каналов в земляных руслах. Это свидетельствует о больших резервах по сокращению удельных расходов воды в условиях ограниченных водных ресурсов республик Средней Азии. На большинстве систем годовой водозабор брутто составляет 12—25 тыс. м³/га, а в старой зоне орошения Голодной степи — 14 тыс. м³/га.

Орошение и освоение земель Голодной степи имеет большое социальное значение. Осуществление прогрессивных технических решений как в мелиоративном, так и в промышленно-гражданском строительстве, по своему уровню превосходящих достижения других стран, а также внедрение на площади более 160 тыс. га передовой технологии производства хлопка, основанной на последних достижениях науки и практики, вызвали необходимость повышения квалификации и общей культуры работников.

Для подготовки в Голодной степи специалистов различного профиля созданы техникумы, учебные комбинаты и другие учебные заведения.

В г. Янгиере открыт филиал Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. В школах передового опыта прошли обучение передовым приемам труда на стройках, промышленных предприятий и в совхозах 11 500 человек.

Высокий жизненный уровень тружеников благоустроенных целинных городов, поселков, совхозов Голодной степи, их высокая заработная плата создают для работников вновь осваиваемых массивов социально-экономические условия, равные условиям передовых индустриальных районов страны.

Положительный опыт ведения комплекса мероприятий по орошению и освоению крупных целинных массивов Голодной степи имеет общесоюзное значение. Принципиально новые организационные и технические решения по мелиоративному строительству в комплексе с мероприятиями по хозяйственному освоению земель, разработанные, внедренные и получившие здесь свое практическое

осуществление в крупных масштабах, приняты за основу при мелиорации и освоении целинных земель в СССР.

Постоянно увеличивая темпы и качество работ, строители, освоители, проектировщики с участием научно-исследовательских организаций направляют свои усилия на дальнейшее совершенствование комплексного строительства и освоения;

увеличение темпов строительства совхозов за счет дальнейшей индустриализации и сосредоточения работ на объектах;

повышение нагрузки на одного работающего в хлопководстве до 25 га за счет внедрения системы высокопроизводительных широкозахватных машин, применения гербицидов и совершенствования техники полива, с одновременным развитием животноводства на базе хлопково-люцерновых севооборотов;

разработку методов устройства облегченных экранов на оросительных каналах наряду с дальнейшей механизацией и совершенствованием технологии облицовочных работ;

расширение сферы применения для оросительных каналов закрытых трубопроводов за счет удешевления бетонных, внедрения полимерных и увеличения сортимента асбестоцементных;

повсеместное применение средств автоматики для водораспределения, учета воды и регулирования водного и воздушного режимов почвогрунтов;

дальнейшее улучшение конструкций дренажа и технологии его устройства в направлении удешевления стоимости и повышения надежности;

разработку методов эффективного освоения и окультуривания земель после капитальных промывок для быстрейшего восстановления плодородия почв и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Указатель литературы

Аверьянов С. Ф. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель. АН СССР, 1959.

Алексеевский Е. Е. Развитие мелиорации земель в СССР, Экономика сельского хозяйства № 9, 1968.

Аскаров Х. А., Урманова Р. Л. О просадочности грунтов Центральной части Голодной степи. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Броницкий Н. И. К вопросам мелиорации Голодной степи. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Брусенцев В. Ф., Айдаров И. П. Антифильтрационные мероприятия на водохозяйственных распределителях в Голодной степи. АН УзССР, вып. 15, 1961.

Булаевский В. Ф. Краткий исторический очерк Магистрального канала им. Кирова. Ан УзССР, вып. 6, 1957.

Варунцян Э. С. Форсированные промывки засоленных земель. Гидротехника и мелиорация № 2, 1964.

Волобуев В. Р. Промывка засоленных земель. Баку, АзНИИГиМ, 1948.

Гафуров В. Г. Инженерно-геологические условия трассы Южного канала, зоны его командования. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Дадаев Г. Г. Глубокое уплотнение грунтов в ирригационном строительстве. АН УзССР, вып. 5, 1956.

Джалилов Х. М. К вопросу об организации хлопковых совхозов в Голодной степи. Ан УзССР, вып. 6, 1957.

Дунин-Барковский Л. В. Физико-географические основы проектирования оросительных систем. МСХ СССР, 1960.

Зюликов Г. М. Закрытые оросительные трубопроводы. «Колос», 1966.

Зюликов Г. М. Новая техника транспортировки, распределения и учета оросительной воды от источника до поля. Сб. АН УзССР, 1969.

Зузик Д. Т. Экономика водного хозяйства. «Колос», 1966.

Игамбердыев Р. Осуществление ленинских идей об освоении Голодной степи. «Фан», 1969.

Карпов Л. М. Прогноз просадки грунтов в зоне строительства ЮГК. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Кац Д. М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. Сельхозиздат, 1963.

Кашпур Н. В. и др. Особенности термообработки лотков в термоформах. Гидротехника и мелиорация № 1, 1970.

Кенесарин Н. А., Ходжибаев Н. Н. К вопросу о напорном питании грунтовых вод в Голодной степи. АН УзССР, 1960.

Ковда В. А. Грунтовые воды Голодной степи. Труды Инст. имени Докучаева, т. XXIX, М., 1948.

Костяков А. Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1960.

Костяков А. Н. Режим грунтовых вод под орошаемыми массивами. Изв. ОНТ АН СССР, № 3, 1948.

Крылов М. М. Гидрогеология Голодной степи. АН УзССР, 1957.

Курбатов Н. И. История и перспективы мелиорации Голодной степи. АН УзССР, вып. 6, 1957.

Легостаев В. М. Мелиорация засоленных земель. Ташкент, 1957.

Мавлянов Г. А., Карпов П. Н. К вопросу о просадочности различных генетических типов лесса и лессовидных пород. АН УзССР, вып. 6, 1957.

Малыгин В. С. Глубокий закрытый дренаж. Сб. «Материалы по производительным силам Узбекистана», вып. 6, АН УзАССР, 1957.

Молчанов Л. А. Климат Голодной степи. АН УзССР, 1960.

Олехнович В. А. О качестве бетонных облицовок каналов в УССР. Гидротехника и мелиорация № 1, 1970.

Панков М. А. Засоленные почвы УзССР и пути их мелиорации. Сб. «Проблемы использования земельных и водных ресурсов УзССР». «Фан», 1969.

Послwoвский В. В. Борьба с потерями оросительной воды на фильтрацию из каналов. Сельхозгиз, 1957.

Пулатов У. Ю. и др. Опытно-производственные работы по ударному уплотнению на канале М-2. АН УзССР, 1960.

Рачинский А. А. Потери воды в хозяйственной оросительной системе и меры борьбы с ними. АН УзССР, 1956.

Решеткина Н. М., Барон В. А., Якубов Х. Вертикальный дренаж. «Колос», 1966.

Ризенкампф Г. К. К новому проекту орошения в Голодной степи. Издание главного управления водного хозяйства Средней Азии. Л., 1930.

Рождественский Е. Д., Аскаров Х. А. и др. Глубокое уплотнение грунтов в каналах как антифильтрационное мероприятие. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Татур П. К. Основные вопросы районной планировки, организации территории и размещения населенных пунктов Голодной степи. Сб. трудов ТИИМСХ, вып. V, Ташкент, 1957.

Федоров Б. В., Тищенко Г. А. К вопросу о передвижении воды и солей к дренам в условиях восходящего напорного движения в Голодной степи. Сб. «Материалы по производительным силам Узбекистана», вып. 15, 1960.

Фролов Н. Н. Уплотняемость лессовидных грунтов Голодной степи. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Хархута Н. Я. Машины для уплотнения грунтов. Машгиз.

Хасанов, А. С. Зональное распределение грунтовых вод Голодной степи по их химическому составу. АН УзССР, вып. 15, 1960.

Хлебников С. Г., Абелишвили Г. В., Кервалишвили Д. М. Ударное уплотнение в каналах и водоемах.—«Гидротехника и мелиорация», № 6, 1955.

Ходжибаев Н. Н. и др. Отчет о гидротехнических условиях трассы ЮГК. Гидроингео, 1966.

Шварц Р. М. Применение бетона в борьбе с фильтрацией из каналов. Гипроводхоз, 1959.

Швец В. Б. Уплотнение грунтов оснований тяжелыми трамбовками. Госстройиздат, 1958.

Шредер В. Г. О поливной норме. Хлопководство № 2, 1963.

Шугаев В. В. Сборные железобетонные лотки-каналы. «Колос», 1966.

Шульц В. Л. Реки Средней Азии. Географиздат, 1949.

Гулати Н. Д. Введение к международному руководству по орошению и дренажу засоленных земель. ФАО Юнеско, 1966.

«Reports of VII Congress International Comission Irrigation and Drainage», Mexico, 1969, Question № 25—26.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. **Природные условия и история орошения земель Голодной степи** 7

1. Природные условия Голодной степи 7
2. Краткий исторический обзор орошения и освоения земель Голодной степи 18

Глава II. **Организация орошения и освоения земель** . . . 29

1. Зарубежный опыт орошения и освоения земель с недостаточным естественным оттоком в условиях пустынь и полупустынь 29
2. Орошение земель Средней Азии с недостаточной естественной дренированностью 35
3. Состав работ по орошению и освоению земель в условиях пустынь и полупустынь 37
4. Методы организации работ по орошению и освоению земель 42
5. Подготовительные работы и мероприятия 46
6. Основные строительные работы 56
7. Освоение новых орошаемых земель 64
8. Показатели рентабельности хозяйств в Голодной степи 78
9. Принципы управления комплексным строительством . . 83
10. Сетевые графики в планировании строительства и управлении им при комплексном методе 89

Глава III. **Совершенствование оросительной системы в новой зоне Голодной степи** 96

1. Антифильтрационные покрытия земляных каналов . . . 97
2. Лотковые каналы в Голодной степи 115
3. Оросительные трубопроводы в Голодной степи . . . 134
4. Конструкция стыков 142
5. Коэффициент полезного действия системы Южного Голодностепского канала 147
6. Техника полива и режим орошения в процессе освоения 154

Глава IV. **Опыт строительства и эксплуатации дренажных систем** 168

1. Значение дренажной сети в Голодной степи 168
2. Коллекторная сеть 170
3. Схема размещения и основные параметры закрытого горизонтального дренажа 176
4. Производство дренажных работ 181
5. Очередность работ по дренированию земель 191

6. Совершенствование конструкции закрытого дренажа . . 195
7. Мелиоративная эффективность горизонтального дренажа 202
8. Эксплуатационные показатели дренажа в Голодной степи 214
9. Вертикальный дренаж в новой зоне Голодной степи . . 218
10. Капитальная промывка засоленных земель 228
Народнохозяйственное значение орошения новой зоны Голодной степи 233
Указатель литературы 237

Виктор Абрамович Духовный

ОРОШЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Редактор Г. Стольникова
Художник С. Томилин
Художественный редактор Н. Шлезингер
Технический редактор Л. Володченкова
Корректор Н. Крылова

Сдано в набор 20/II 1973 г. Подп. к печати 14/VIII 1973 г. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага тип. № 2. Усл.-печ. л. 12,60. Уч.-изд. л. 13,24. Изд. № 240. Тираж 2400 экз. Заказ 6051. Цена 81 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 103716, ГСП, Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Типография издательства «Горьковская правда», г. Горький, ул. Фигнер, 32.