

М-12

МЕЛИОРАЦИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Ашхабад — 1978

ТС-388

631.6

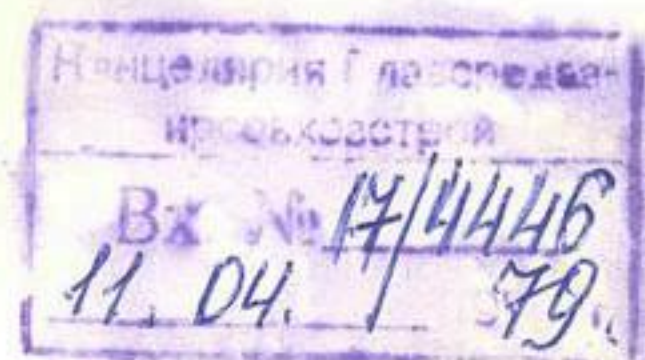
Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР
Туркменский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации

МЕЛИОРАЦИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Ответственный редактор
Б. С. Сапаров



Издательство "Ылым"
Ашхабад - 1978



Б.К.Балакаев, Н.Н.Верин

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ ТЕХНИКИ ОРОШЕНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КАРАКУМСКОГО КАНАЛА им. В.И.ЛЕНИНА

М 47 Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане
(сборник статей). Ответственный редактор Б.С.Сапаров
Ашхабад, "Ылым", 1978.
258 с., с ил. (М-во мелиорации и водного хозяй-
ства СССР. Туркм. науч.-исслед. ин-т гидротехники
и мелиорации).

В сборнике подведены итоги научно-исследователь-
ских работ института. Рассмотрены вопросы проекти-
рования строительства и эксплуатации ирригационных
сооружений, выявлены методы расчёта селевых потоков
в зоне Каракумского канала.

Книга рассчитана на специалистов проектных, строи-
тельных организаций и на широкий круг научных работ-
ников, занимающихся вопросами мелиорации и водного
хозяйства.

631.6

М 40305-071
М561(30)-78 102-78

© Издательство "Ылым", 1978 г.

Интенсификация сельскохозяйственного производства в
засушливых условиях Туркменистана требует всемерного
совершенствования системы водного хозяйства на основе
научно-технического прогресса и внедрения достижений
науки и техники в водохозяйственное производство.

Важные вопросы водного хозяйства — эффективное исполь-
зование водных ресурсов и разработка наиболее совершенных
конструкций и методов эксплуатации оросительных систем.

Яркий пример ленинской идеи орошения, как средства пе-
ресоздания края, — оригинальное по замыслу и уникальное в
современной мировой гидротехнической практике сооружение —
Каракумский канал.

Генеральная схема развития Каракумского канала наметит
ет проектное положение трассы от водозабора из Амударьи
до г. Небит-Дага и ветви до г. Кизил-Атрека. В зону кана-
ла включаются и земли существующего орошения рек Мургаб,
Теджен и частично Копетдага, западных и юго-западных рай-
онов республики. В зону орошения Каракумским каналом вклю-
чаются и целинные земли тех же районов и бассейнов.

Построенная и проектная трассы от водозабора до конеч-
ной точки у г. Кизил-Атрека пересекают разобщенные между
собой массивы земель, пригодные к орошению. Территорию,
примыкающую к Каракумскому каналу, можно разделить на
зоны: песчано-глинистая равнина, бассейны Мургаба, Тедже-
на, ашхабадская, западно-копетдагская, западная и юго-запад-
ная.

Общий земельный фонд, пригодный к орошению в зоне влияния Каракумского канала, — 3,6 млн. га. Из этого фонда до поступления воды в Каракумский канал местными водами орошалось только 172 тыс. га, в том числе в бассейнах Мургаба — 100 тыс. га, Теджена — 32, ашхабадской — 21, в юго-западной — 5 тыс. га.

Водные ресурсы Туркменистана ограничены, однако потери воды за фильтрацию из некоторых каналов составляют около 50%, так как почти все они земляные. Такие потери вызывают подъем уровня минерализованных грунтовых вод, засоление и заболачивание орошаемых земель и другие явления, связанные с большой потерей воды на фильтрацию, оказывающие отрицательное влияние на плодородие и состояние земель.

Все это требует внедрения новых, более совершенных методов и способов орошения. С 1964 г. в зоне влияния Каракумского канала ведется строительство таких систем с применением новой техники орошения (лотки-каналы, закрытые трубопроводы, гибкие поливные шланги). Строительство и эксплуатация систем с более высоким коэффициентом полезного действия и улучшенной подачей воды на орошаемые поля, облегчающей эксплуатацию оросительных систем, — прогресс в орошении.

По данным некоторых авторов [1], имеется возможность сравнения эффективности работы гидромелиоративных систем различного порядка с неодинаковыми облицовками (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент полезного действия оросительных систем в Тедженском оазисе

Облицовка	Межхозяйственный канал		Внутрихозяйственный канал	
	К П Д		К П Д	
	проектный	фактический	проектный	фактический
Земляная	0,89	0,80	0,70	0,73
Бетонная	0,97	0,83	0,93	0,97-0,98*
Трубопровод	0,97	0,84-0,85	0,98	0,94-0,95

* Железобетонные лотки-каналы.

В обеспечении дальнейшего повышения эффективности использования колхозами и совхозами орошаемых земель и поддержания высокого КПД оросительных систем важное место занимает эксплуатация мелиоративных систем. Повышение требований к эксплуатации оросительных систем с применением новой техники орошения продиктовано их высоким техническим уровнем, возможностью применения средств автоматизации, обеспечивающих пропуск расчетных расходов, отсутствием течей в швах, переливов через борты при максимальных расходах, заиливаний водопроводящих сооружений и др.

С расширением применения прогрессивных водопроводящих сооружений возникает необходимость расчета их транспортирующей способности для пропуска воды большой мутности. Как известно, воды Амударьи, питающей Каракумский канал, несут много взвешенных и донных наносов. Отдел гидротехники ТНИИГиМ, в частности лаборатория инженерной гидравлики, проводит комплексные исследования возможности транспортирования взвешенных наносов Амударьи транзитом по Каракумскому каналу и его системам.

Необходимость и целесообразность транспортирования наносов Амударьи на орошаемые поля, прежде всего, в сокращении очистных работ на Каракумском канале и его системах. Кроме того, эти наносы плодородны. По результатам исследований, амударьинские взвешенные наносы более плодородны, чем хорошо известные наносы дельты Нила. Имеется существенная взаимосвязь между крупностью амударьинских наносов и процентным содержанием в них ценных химических компонентов, заключающаяся в том, что с уменьшением размеров фракций, увеличивается содержание полезных для растений химических компонентов [6].

Воды Каракумского канала осветляются не только в головных отстойниках, но и в естественных Келифских озерах, через которые проходит его трасса. Но Келифские озера постепенно заиливаются и со временем перестанут играть роль естественных отстойников. Зона мутности из года в год продвигается к выходной части Келифа.

Все это говорит о пользе транспортировки именно мельчайших илистых амударьинских частиц по Каракумскому каналу и его системам.

Вопросы движения наносов всесторонне изучаются /3, 4, 6/. В последние годы проведены крупные научно-исследовательские работы по изучению условий формирования и движения вод Амударьи и оросительных каналов её бассейна. Полученные результаты, имеющие научный интерес, ещё не доведены до практического применения. Мало проводится натурных исследований в оросительных сетях, состоящих из земляных каналов; полностью не изучены вопросы движения наносов с применением новой техники орошения; не до конца решены и обоснованы величины оптимальной мутности и фракционного состава, объёмов заиления и др. Поэтому исследование оптимальной мутности при транспортировании воды до орошаемых полей весьма актуально прежде всего для таких крупных ирригационных систем, как Каракумский канал.

Для натурных исследований выбраны оросительные системы в целинных совхозах "Теджен" Тедженского и "Путь ленинизма" – Ашхабадского районов /2/. В хлопководческих совхозах "Теджен" и "Путь ленинизма", расположенных в зоне Каракумского канала, построены оросительные системы, состоящие из каналов, лотковой сети, закрытых трубопроводов и гибких поливных шлангов. На гидрометрических створах проводились замер скорости течения потока однотоочечным (в трубопроводах и гибких шлангах) и трёхточечным способами при помощи вертушек и прибора, изготовленных по типу Орлова-Юфина; определение мутности потока, фракционного состава взвешенных и донных наносов и других гидравлических характеристик потока.

Натурные исследования на лотковой сети, построенной в совхозе "Теджен", показали, что дно лотков в основном закладывалось ниже проектных отметок с нарушением проектных уклонов. Неправильная высотная установка отдельных опор вызывала переломы в уклонах, создавала дополнительные сопротивления, влияла на качество уплотнения стыков. Нивелировка продольных профилей лотков-каналов показала, что уклоны дна в основном не соответствуют проектным данным.

Лотковая сеть в совхозе "Путь ленинизма" построена качественно. Применение лотков типа "Лр" улучшило качество стыков между лотками и почти ликвидировало утечку воды через стыки соединения.

Что касается намеренных скоростей течения потока в лотковых сетях, то в совхозе "Теджен" они незначительны, так как лотки имеют уклон 0,0007 – 0,0008, в 10 раз меньше, чем уклоны в лотках – каналах совхоза "Путь ленинизма" ($i_{\text{ср.}} = 0,006$). В лотковой сети этого совхоза скорости значительные, до 2,5 м/с. Мутность потока – в пределах 0,15–0,50 кг/м³. Фракционный состав взвешенных наносов и донных отложений крупнее, чем в совхозе "Путь ленинизма". Наносы осаждаются в них по последовательной закономерности: более крупные частицы осаждаются в начальных участках сети, более мелкие – в конечных. Это подтверждается уменьшением процента содержания крупных частиц вниз по течению. Например, на X-1 на створе I содержание песчаных частиц в 0,05 мм составляет 69,16%, пылевато-глинистых в 0,006 мм – 10,84%; на гидрометрическом створе B соответственно песчаных частиц в 0,05 мм – 27,58%, пылевато-глинистых в 0,006 мм – 72,42%.

После вегетационных поливов в совхозе "Теджен" проведены замеры объёмов заиления, оказавшихся значительными (средняя глубина заиления – 10 см). Помимо некачественного строительства лотков основные причины заиления – крупность фракционного состава наносов, поступающих в оросительную сеть, и работа лотковой сети при неустановившемся режиме. В этих условиях трудно обеспечить полную незаиляемость, поэтому необходимо продолжить исследования по изучению условий заиления лотковой сети при различных режимах эксплуатации. Пока нельзя дать законченных рекомендаций по режиму наносов в поливных шлангах и бороздах, не решив вопросов транспортирующих систем вышестоящего порядка – лотков-каналов.

Для изучения условий движения наносов в лаборатории инженерной гидравлики построена экспериментальная установка, включающая фрагменты лотка-канала, закрытого трубопровода и гибкого шланга. Экспериментальная установка состоит из испытуемой части, элементов циркуляционного устройства для подачи потока различной мутности (рис. 1). Необходимая мутность в экспериментальной установке создавалась тщательным перемешиванием воды и грунта (табл. 2).

Таблица 2

Механические составы грунтов, применяемых для создания мутности в экспериментальных установках

Место и время взятия пробы	Ф р а к ц и я, м м										Средняя гидравлическая крупность, м/с	Состав грунта
	1-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001-0,0005	0,0005-0,0001	0,0001-0,00005	0,00005-0,00001		
Амударьинские взвешенные наносы 1960-1969 г.	0,25	6,45	11,65	36,37	16,22	27,36	-	0,000148				Тяжелый суглинистый
Пос. Кени, 1968 г.	1,17	4,35	18,76	28,36	10,56	15,40	21,40	0,000121				То же
Пос. Куртли, 1971 г.	0,45	6,27	41,72	29,20	3,86	5,06	13,44	0,00163				Супесчаный
Казанджик	0,19	0,14	5,55	12,54	19,26	32,10	30,22	0,000236				Тяжелый глинистый

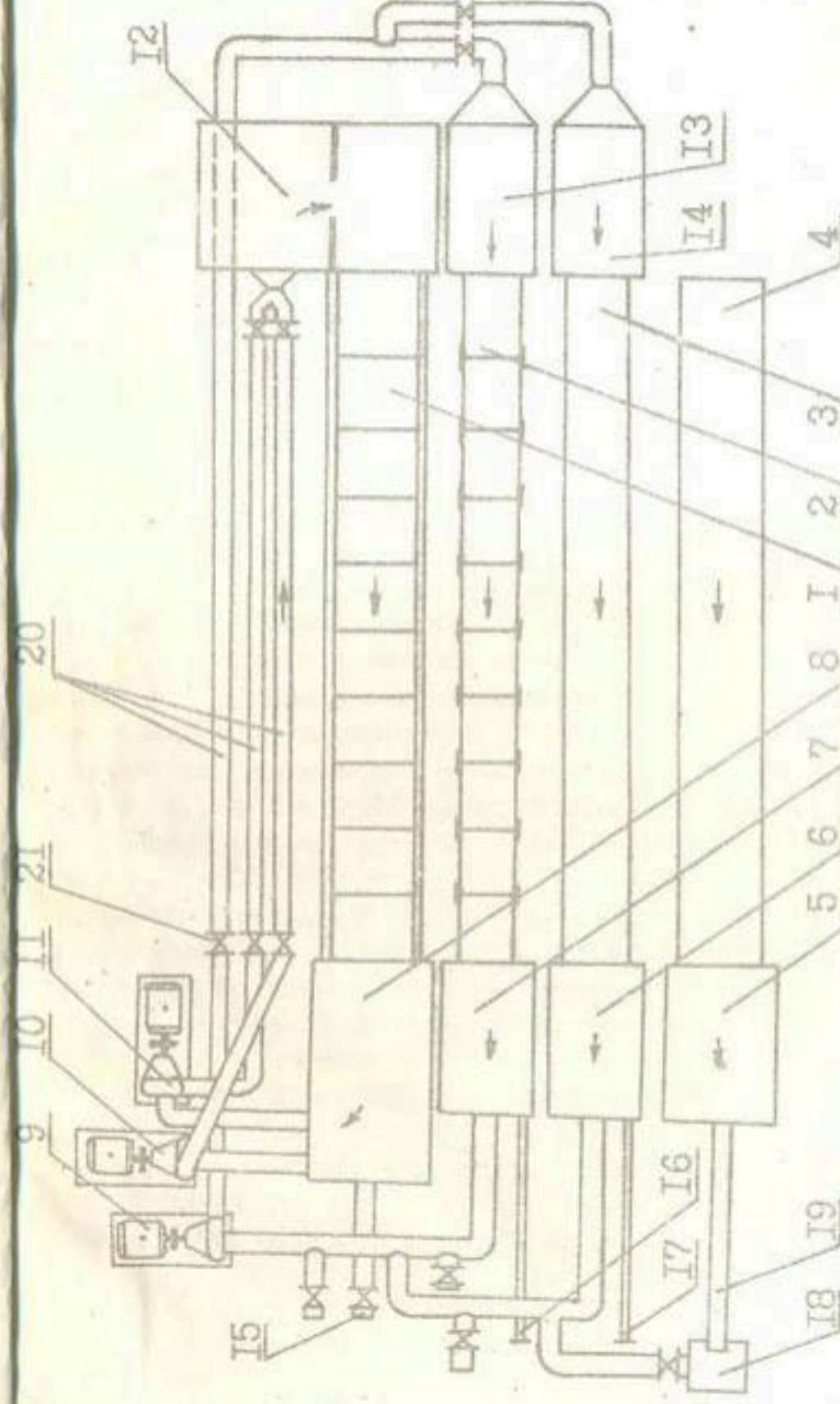


Рис. 1. Схема экспериментальных установок для изучения условий транспорта мутности в лотковой сети, открытых оросительных трубопроводах и гибких поливных шлангах.

1 - исследуемый фрагмент лотка-канала, 2 - исследуемый фрагмент закрытого оросительного трубопровода, 3 - исследуемый фрагмент гибкого поливного шланга, 4 - лоток для отвода воды в сброс, 5, 6, 7, 8 и 18 - регулирующие бассейны, 9, 10 и 11 - насосы марок 8К-18, 10-Дс-В и 8НЗ, 12, 13 и 14 - диффузоры с головными бассейнами, 15, 16, 17 и 18 - сбросы из экспериментальных установок, 20 - напорные трубопроводы, 21 - фильтры.

Для наблюдений и забора проб на экспериментальной установке оборудованы гидрометрические створы: на трубопроводе и гибком шланге на расстоянии 45 м и на исследуемом лотке-канале — на расстоянии 13,54 и 94 м от головного бассейна. Гидрометрические замеры проводились при заданной мутности и установлении режимов потока, уровня воды, скорости течения, расходов и др. Момент установления соответствующего режима потока считался началом опыта.

На экспериментальных установках скорость течения воды измерялась микровертушкой типа Х-8-20 и прибором, основанным на принципе работы батометра Орлова. Пробы воды на мутность отбирались в зависимости от продолжительности опыта. Так, при продолжительности опыта в 6 ч отбирались 3-4 пробы. В расчётах принималась осреднённая мутность, определяемая по формуле:

$$\rho_{\text{ср.}} = \frac{\sum A \cdot 10^3}{A} \text{ кг/м}^3,$$

где $\sum A$ — вес наносов, забранных во всех пробах к данному опыту, г; A — общий объём взятых проб воды, см³. В продолжении каждого опыта в циркуляционную систему периодически добавляли грунт (10 — 15% общего объёма, ушедшего на создание мутности данного опыта). Поток с отложившимися в головном и регулирующем бассейнах наносами периодически перемешивали. Объём отложившихся наносов на установках определяли по осреднённым значениям по длине заиления. Помимо проб на мутность, брались пробы на механический анализ, производимый в стационарной аналитической лаборатории института.

Опыты показали, что основное влияние на объём заиления лотков-каналов, трубопроводов и гибких поливных шлангов оказывает фракционный состав транспортируемых наносов. Это подтверждается графиками зависимости объёмов заиления от фракционного состава и мутности потока закрытого оросительного трубопровода (рис. 2). С уменьшением средней гидравлической крупности $\bar{V}_{\text{ср.}}$ частиц объём заиления значительно уменьшался. Например, для трубопровода $\varnothing$ 249 мм при $l = 0,0008$, $V_{\text{ср.}} = 0,4$ м/с, $\rho = 1,8$ кг/м³ и продолжительности опыта 6 ч объём заиления изменялся — соответ-

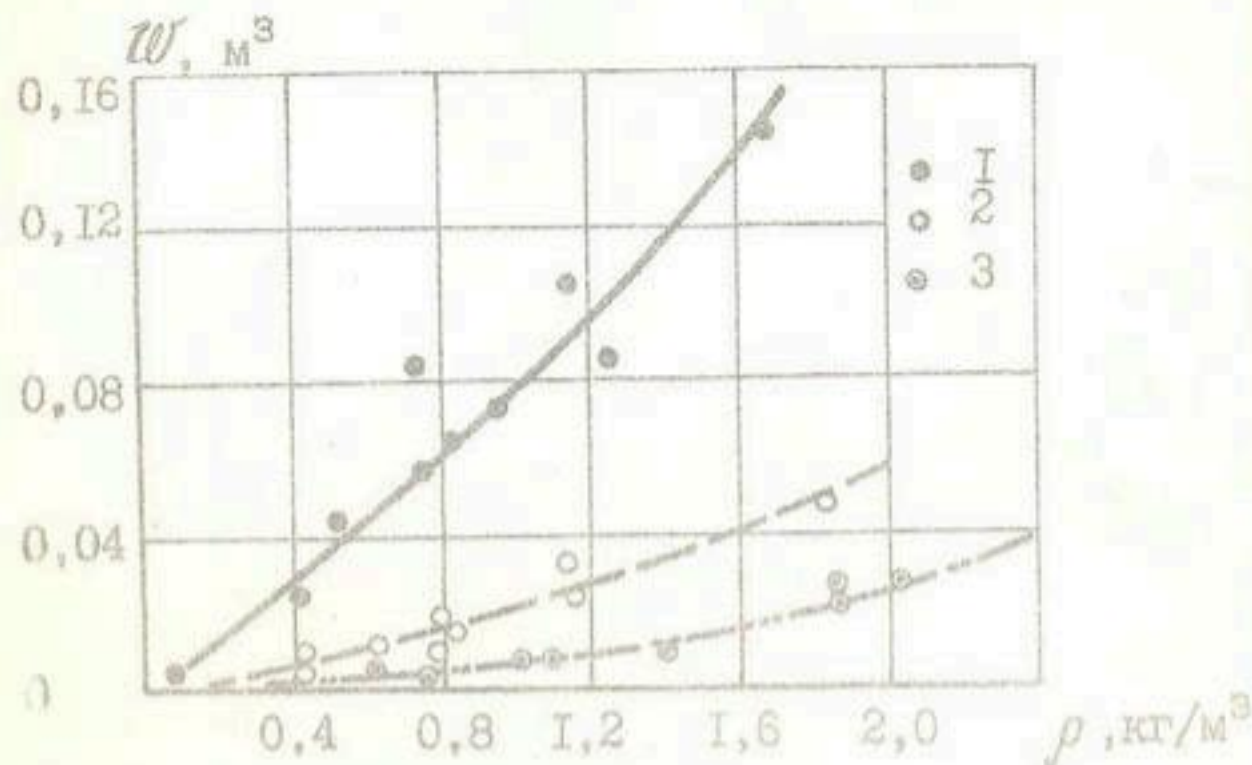


Рис. 2. Кривые зависимости объема заиления закрытого оросительного трубопровода от фракционного состава транспортируемых наносов: 1 - $W_0 = 0,00121$ м/с, 2 - $W_0 = 0,00163$ м/с, 3 - $W_0 = 0,000236$ м/с.

ственно 150, 45 и 20 тыс. см³, то есть почти в 8 раз. Для лотка-канала при $l = 0,0008$; $V_{\text{ср.}} = 0,4$ м/с и продолжительности опыта 6 ч наблюдалась аналогичная картина с заилением закрытого трубопровода, то есть резкое уменьшение объема заиления лотковой сети с уменьшением размеров транспортируемых частиц потоком.

Результаты натурных и лабораторных исследований влияния фракционного состава транспортируемых наносов говорят в пользу аккумуляции и складирования крупных песчаных частиц в голове магистрального канала и пропуска по оросительным системам мутности с меньшим фракционным составом. Так, и применяемый для опытов казанджикский грунт с механическим составом средней

гидравлической крупности $\bar{W}_{\text{ср.}} = 0,000236$ м/с примерно соответствует механическому составу амударьинских взвешенных наносов. Этот состав соответствует 60%-ному осветлению потока в голове Каракумского канала. При варианте, предлагаемом проектным институтом "Туркменипроект", мутность потока на головном участке будет равна 2 кг/м³.

Выводы

Применение новой техники орошения в зоне Каракумского канала позволяет повысить КПД оросительной сети до 30% оросительной воды.

Строительство оросительных систем новой техники орошения должно вестись строго по технологии, отклонение от проектов недопустимо. Только при этом условии и хорошо организованной службе эксплуатации можно получить необходимый эффект.

Результаты лабораторных и натурных исследований условий движения взвешенного потока с применением новой техники орошения показали:

а) заиление оросительной сети происходит в основном при транспортировании по ней мутности свыше 1,5–1,8 кг/м³;

б) фракционный состав транспортируемых наносов оказывает большое влияние на объем заиления оросительной сети. Целесообразно складирование крупных частиц наносов на головном участке Каракумского канала и пропуск частиц в основном диаметром $< 0,005$ мм со средней гидравлической крупностью менее 0,00148 м/с. При соблюдении этих условий оросительные системы могут транспортировать поток мутностью до 2 кг/м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агабаев Н. Влияние новой техники орошения на повышение коэффициента полезного действия оросительных систем Тедженского оазиса. Дис. на соиск. учён. степ. канд. с.-х. наук /Рукопись/. Ашхабад, 1972.

2. Балакаев Б. К., Коваленко Р. И., Верин Н. Н. Заключительный отчет "Разработать методику оптимального распределения наносов по оросительной сети, 1971-1974 гг.". Фонды ТуркменНИИГиМ, 1974.

3. Великанов М. А. Динамика русловых потоков. Л., ГМИ, 1949.

4. Ибад-Заде Ю. А. Движение наносов в открытых руслах. М., Стройиздат, 1974.

5. Степанова К. М., Гриднев Н. И. Химический и минералогический состав взвешенных наносов Амударьи и Сырдарьи. - "Изв. АН УзССР", 1964, № 3.

6. Шамов Г. И. Речные наносы. Л., ГМИ, 1959.

Х.Аманов, Х.Заманмурад, Т.Джуманазарова

ОРОШЕНИЕ ХЛОПЧАТНИКА МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДОЙ

В 1974 - 1975 гг. изучалась возможность применения дренажных вод высокой концентрации для орошения хлопчатника на тяжёлосуглинистых почвах с глубиной залегания грунтовых вод 3 м^г. Цель опытов - изучение влияния минерализованных вод на урожай и установление количественного значения сезонного соленакпления в почве.

Посев тонковолокнистого хлопчатника сорта 8763И проводился 22 апреля. Органические удобрения вносились в период предпосевной обработки из расчёта 20 т/га, а минеральные - при появлении 2, 6-8 листьев и в стадию бутонизации. При этом внесено 0,40 т/га аммиачной селитры и 0,5 т/га суперфосфата. Поливы и доливы в лизиметрах проводились водой, привезённой с озера Куртли, минерализацией 7 г/л.

В начале опыта содержание солей в слое 0-100 см составило 0,217% по плотному остатку и 0,023 - по хлору. Промывные поливы не проводились. В 1974 г. при семи поливах поливной нормой 1100 м³/га получена средняя урожайность хлопчатника - 54 ц/га (табл. 1). При этом суммарное испарение за вегетационный период составило 996, а испарение из грунтовых вод - 100 мм. Максимальная величина суммарного испарения отмечалась в июле-августе, в период созревания хлопчатника. За этот период расходовалось 454 мм

* Опыты проводились в лизиметрах площадью 1,63 м², расположенных в совхозе им. 9 Ашхабадских комиссаров.

Водоподача, суммарное испарение и урожайность хлопчатниковой оросительной

Глубина грунтовых вод, м	Минерализация по- ливной и доливаемой воды, г/л	Вегетационная норма, мм	Норма про- мывных и предпосев- ных поли- вов, мм	В о д о	
				1У	У
				1974	г.
3	7	780	110	164	50
				1975	г.
3	7	800	280	154	96

воды, или до 46% общего водопотребления за вегетационный период.

Как известно, при выявлении возможности использования минерализованных вод на орошение важно установить количественную величину сезонного соленакопления в почве. В табл. 2 приведена динамика засоления почв за 1974 г.

Таблица 2

Динамика засоления почв, %

Гори- зонт, см	Начало вегета- ции		Конец вегета- ции		Увеличение(+) Уменьшение(-)	
	плотный остаток	хлор	плотный остаток	хлор	плотный остаток	хлор
0-40	0,259	0,027	0,688	0,057	0,429	0,030
0-100	0,217	0,027	0,561	0,060	0,344	0,033
100-200	0,207	0,023	0,421	0,049	0,214	0,026
200-300	0,184	0,025	0,514	0,051	0,330	0,026
0-300	0,202	0,025	0,498	0,053	0,296	0,028

Таблица 1

хлопчатника в зависимости от минерализации воды

п о т р е б л е н и е, мм					Сумма за пе- риод, мм	Урожай- ность, ц/га
У1	УП	УШ	1Х	Х		
125	197	257	151	52	966	54,0
169	173	178	110	86	966	31,3

Максимальное накопление солей к концу вегетационного периода наблюдалось в слое 0-40 см. Причём за один сезон почвы лизиметров из слабозасоленных превращаются в сильнозасоленные. Содержание плотного остатка к концу вегетации увеличилось по сравнению с начальным периодом в 2,6 раза в первом и в 2 - 2,8 - во втором и третьем метрах зоны аэрации. Содержание хлора увеличилось соответственно в 2,2 и 2,1 раза. Как видно, солесодержание в почве в конце вегетации превышает допустимую концентрацию солей (токсичную) для растений, поэтому перед посевом хлопчатника в этих лизиметрах проводили промывной полив нормой 2900 м³/га.

Промывная норма в 2900 м³/га обеспечила вынос солей из слоя почвы 0-100 см на 58%; 100-200 - 62, 200-300 - 43% исходного засоления (табл. 3).

В 1975 г. при семи поливах нормой 1150 м³/га суммарное испарение составило 966, а испарение из грунтовых вод - 86 мм. Урожай хлопчатника - 31,3 ц/га - на 40% меньше по сравнению с первым годом исследований.

Как отмечают Д.А.Аширов /1/, Г.А.Ибрагимов /2/ и др., в первые годы исследований с использованием минерализо-

Таблица 3
Динамика солей в почве лизиметров

Горизонт, см	Соли (плотный остаток), т/га		
	до промывки	после промывки	эпо
0-100	146	61	85
100-200	163	62	101
200-300	104	59	45
0-300	413	182	231

ванных грунтовых вод на орошение суглинистой почвы урожайность хлопчатника была высокой, а с третьего года началось постепенное снижение её, хотя минерализация оросительных вод не превышала 3-4 г/л. Снижение урожайности (на 40%) во второй год опытов объясняется высоким поглощающим комплексом тяжелосуглинистой почвы (наши исследования) по сравнению с суглинистыми почвами (данные выше-названных авторов), поэтому в тяжёлых почвах накопление солей происходит намного быстрее, это вызывает уменьшение урожайности хлопчатника даже на втором году опыта.

Из табл. 4 видно, что при использовании на орошение воды минерализацией 7 г/л тяжелосуглинистая почва за один сезон (апрель-октябрь) по содержанию солей превращается из слабозасоленной в сильнозасоленную. Соле-содержание в

Таблица 4
Изменение содержания солей в почве

Горизонт, см	Содержание плотного остатка, % к весу		Уменьшение (-) Увеличение (+)
	после промывки	конец вегетации	
0-100	0,430	1,09	0,660
100-200	0,438	1,14	0,701
200-300	0,391	0,69	0,299
0-300	0,422	0,975	0,553

почве к концу вегетации увеличивается в слое почвы 0-100 см в 2,5 раза и в зоне аэрации - в 2,3 раза.

Результаты двухлетних опытов показывают, что использование минерализованной воды концентрацией 7 г/л при орошении хлопчатника на почвах, характерных для Прикопетдагской зоны, нецелесообразно из-за опасности превращения средnezасоленных почв в сильнозасоленные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аширов Д. А. и др. Полив сельскохозяйственных культур минерализованными водами. М., "Колос", 1973.
2. Ибрагимов Г. А. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника. Ташкент, 1973.

Д.Ш.Шерипов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР МУРГАБСКОГО ОАЗИСА

К 1985–1990 гг. сток рек Средней Азии будет полностью использован на орошение и промышленно-бытовые нужды.

Дальнейшее увеличение орошаемых земель, требует изыскания новых источников орошения, один из которых – слабо-минерализованные коллекторно-дренажные сбросные воды.

По данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, в настоящее время дренажный сток по республике превышает 1591 млн. м³ при минерализации 3,5–4,5 г/л, в том числе по Мургабскому оазису – 256 млн. м³ при минерализации сбросных вод 10–11 г/л.

С улучшением мелиоративной обстановки минерализация дренажных вод снижается. Так, по Чарджоускому и Тедженскому оазисам за 10 лет минерализация дренажных вод уменьшилась в 2 раза.

В ирригационной практике Австралии, Америки, Алжира, Ливии, Туниса, Ирака, МНР и ряда других стран минерализованные подземные и дренажные воды широко применяются для орошения и промывок полей.

В Средней Азии с давних времён для поливов используют минерализованные воды (3–4 г/л) рек Теджен, Атрек, Камышлен, Ширабад, Большой Кумуш.

Учёные Советского Союза ведут обширные исследования влияния минерализованных вод на засоленность почвогрунтов и урожайность сельскохозяйственных культур. Большой вклад в решение этой проблемы внесли учёные среднеазиатских рес-

публик, в частности, Б.В.Федоров /9/, И.С.Рабочев /7/, В.М.Легостаев /4,5/, Д.М.Кац /2/, Н.С.Сурминский /8/, Т.П.Крюгер /3/, Г.А.Ибрагимов /1/, ими доказана возможность и целесообразность использования слабоминерализованных грунтовых и дренажных вод для промывок засоленных почв и поливов сельскохозяйственных культур.

Решение этой проблемы открывает пути для дальнейшего развития земледелия и животноводства нашей республики. Начиная с 60-х гг. учёные Института пустынь АН СССР, Туркменского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, Института земледелия МСХ СССР проводят широкие исследования по определению эффективности поливов и промывок почв минерализованными водами.

И.С.Рабочевым с соавторами /7/ доказана перспективность использования минерализованных вод для промывок засоленных земель, а также для поливов различных сельскохозяйственных культур, урожайность которых по сравнению с поливами пресными водами снижается весьма незначительно (5–10%).

Для окончательного решения проблемы использования сельскохозяйственного освоения дренажных вод требуются дальнейшие научные исследования сложных процессов перераспределения запасов солей в зоне аэрации и в верхней части водоносного горизонта под воздействием поливов минерализованными водами на фоне действия дренажных систем.

В период 1968–1973 гг. в Институте пустынь АН СССР под руководством академика И.С.Рабочева проведены стационарные исследования режима рассоления почв при орошении минерализованными дренажными водами земель колхоза "Ленинизм" Марыйского района.

Опытный участок площадью 1,5 га расположен в 300 м северо-восточнее коллектора Джар-Сай. Песчано-грунтовые почвы лёгкого и среднего механического состава при слабом и среднем их засолении недостаточно плодородны. Обеспеченность питательными элементами низкая. Содержание органических веществ (гумуса), а также минеральных биогенных элементов (общего азота и подвижного фосфора) колеблется в пределах 0,17–0,19%, 0,012–0,021%, 0,10–0,74 мг/кг.

Опыты повторялись 4 раза по следующим вариантам:

- 1) орошение арычной водой (0,5–1,0 г/л) – контроль;
- 2) орошение слабоминерализованной водой (3–4 г/л);
- 3) орошение среднеминерализованной водой (5–8 г/л).

Необходимая минерализация поливных вод достигалась смешиванием в бассейне дренажной и арычной воды и контролировалась ареометром и солемером ВСЕИННЕСО.

В опытном севообороте исследовалось воздействие поливов дренажными водами на посевы риса, а также на кормовые культуры (кукурузу, джугару и суданскую траву). Поливы кукурузы и джугары проводились при влажности 75–80% ППВ и оросительной норме 5450–5925 м³/га. Норма полива посевов суданской травы – 7000–7400 м³/га при ППВ 70–75%. Оросительная норма посевов риса – 34000 – 35000 м³/га. Расход воды учитывался самопишущим прибором "Валдай" в трапециевидальном водосливе с порогом шириной 1 м.

Для контроля режима перераспределения солей в почвогрунтах и по водоносному горизонту в пределах участка заложено 5 пьезометрических скважин и 16 наблюдательных колодцев.

Почвенные образцы для анализов отбирались перед посевами (весной) и после вегетации (осенью) в горизонтах 0–25, 25–50, 50–75, 75–100, 100–125, 125–150, 150–175 и 175–200 см.

Содержание элементов плодородия (гумус, общий азот и подвижный фосфор) определялось в аналогичных горизонтах в слое 0–100 см. Влажность почв определялась через каждые 20 см в начале и конце вегетации, а также перед каждым поливом.

Минерализация грунтовых вод по пьезомерам и наблюдательным колодцам измерялась в начале и конце вегетации на глубинах 2, 5, 10, 15, 20 и 30 м, а положение уровня – 3 раза в месяц.

Количество плотного осадка в почвенных растворах колебалось (в слое 0–200 см) в пределах 0,073–0,063%. В некоторых горизонтах отмечалась повышенная минерализация, обусловленная большим содержанием хлор-иона и катионов натрия и магния, доля которых выражалась соответственно 0,012–0,067, 0,08–0,087 и 0,02–0,040%. Исходная минерализация грун-

товых вод колебалась на глубинах 5–30 м в пределах 3,6 – 42,3 г/л. Воды хлоридно-сульфатного типа.

За 6 лет орошения (1968–1973 гг.) риса и кормовых культур отмечено существенное изменение засоленности почвогрунтов как по вариантам опытов, так и по горизонтам.

Более интенсивное рассоление почв наблюдалось при орошении риса. Так в III варианте, где рис орошался дренажными водами (5–8 г/л), величина плотного остатка уменьшалась в несколько раз. При этом по всем вариантам отмечено существенное уменьшение содержания хлор-иона (табл. 1).

Темпы миграции солей в почве в основном зависят от природы солевых растворов. Хлор-ион, как более подвижный элемент, выносится за пределы орошаемого контура.

Менее подвижный ион SO_4 легко связывается почвенными коллоидами, образуя новые труднорастворимые соединения.

Так, например, в процессе длительного орошения пресной водой уменьшается количество MgSO_4 и увеличивается по сравнению с исходным содержание CaSO_4 .

При орошении минерализованными водами увеличивается содержание труднорастворимого $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, в то время как содержание CaSO_4 , MgSO_4 и MgCl_2 резко уменьшается.

Длительное орошение отражается на составе грунтовых вод и на их минерализации по горизонтам.

Так, в III варианте минерализация воды увеличивается от 7,3 (на глубине 5 м) до 32,3 г/л (на глубине 30 м).

Наибольшая минерализация отмечена по пьезометру IY (дамба коллектора) – 46,3 г/л. Это объясняется интенсивным выносом солей с орошаемого участка. Увеличение минерализации грунтовых вод определяется увеличением хлор-иона (14,8 г/л), аниона SO_4 (9,6 г/л) и катиона Mg (10,7 г/л).

Количество магния и кальция при повышении минерализации поливных вод несколько уменьшается.

Периоды вегетации кормовых культур практически не отличаются по всем вариантам.

Урожайность кормовых культур и риса приведена в табл. 2.

Из табл. следует, что при поливах минерализованными водами с концентрацией солей до 3–4 г/л (II вариант) урожайность зеленой массы кормовых культур уменьшалась и составляла в среднем по суданской траве 6%, по кукурузе – 7 и по джугаре – 7,5%.

Изменение содержания солей при поливе минерализован

Глубина, см	I (орошение 0,5-1 г/л)			II (ороше	
	начало вегетации	конец вегетации	+засоление -рассоление	начало вегетации	
0-25	0,069	0,075	+ 0,006	0,070	
	0,003	0,004	+ 0,001	0,005	
25-50	0,085	0,065	- 0,030	0,108	
	0,010	0,004	- 0,006	0,013	
50-75	0,100	0,057	- 0,043	0,067	
	0,013	0,005	- 0,008	0,007	
75-100	0,114	0,061	- 0,053	0,092	
	0,015	0,005	- 0,010	0,010	
100-125	0,087	0,057	- 0,030	0,055	
	0,012	0,005	- 0,007	0,005	
	0,101	0,068	- 0,033	0,097	
	0,015	0,007	- 0,008	0,013	

Урожайность сельскохозяйственных куль

Культура	Вариант	1971	
		зелёная масса	зерно
Джугара	I	460,0	55,0
	II	427,0	49,0
	III	392,0	45,6
Кукуруза	I	509,0	60,0
	II	482,0	56,7
	III	471,0	48,8
Суданская трава	I	529,0	-
	II	518,0	-
	III	492,0	-
Рис	I	-	-
	II	-	-
	III	-	-

Таблица 1

ными водами, % ($\frac{\text{пл.ост.}}{\text{хлор-ион}}$)

Глубина, см	II (ороше			III (орошение 5-6 г/л)		
	конец вегетации	+засоление -рассоление	начало вегетации	конец вегетации	+засоление -рассоление	
0-25	0,083	+ 0,013	0,077	0,077	0,00	
	0,008	+ 0,003	0,008	0,005	- 0,003	
25-50	0,138	+ 0,030	0,070	0,083	- 0,007	
	0,005	- 0,008	0,008	0,006	- 0,002	
50-75	0,060	- 0,007	0,093	0,092	- 0,001	
	0,006	- 0,001	0,010	0,008	- 0,002	
75-100	0,070	- 0,022	0,065	0,065	0,00	
	0,006	- 0,004	0,008	0,005	- 0,003	
100-125	0,067	+ 0,012	0,132	0,059	- 0,073	
	0,005	0,005	0,010	0,005	- 0,006	
	0,020	- 0,007	0,172	0,071	- 0,101	
	0,006	- 0,007	0,023	0,004	- 0,018	

Таблица 2

тур, ц/га по годам

	1972		1973		В среднем за 1972-1973	
	зелёная масса	зерно	зелёная масса	зерно	зелёная масса	зерно
Джугара	450,5	54,8	-	-	455,0	55,1
	415,0	48,9	-	-	421,0	48,9
	360,0	44,7	-	-	376,0	45,1
Кукуруза	-	-	500,0	55,6	500,4	57,8
	-	-	450,0	47,3	468,0	52,0
	-	-	300,0	31,5	385,5	40,2
Суданская трава	550,0	-	-	-	539,5	-
	501,0	-	-	-	509,5	-
	400,0	-	-	-	446,0	-
Рис	-	22,2	-	-	-	22,2
	-	19,3	-	-	-	19,3
	-	14,5	-	-	-	14,5

Урожайность зерна при поливах по II варианту также в среднем уменьшалась — кукурузы на 9,8%, джугары — на 11 и риса — на 13%.

Более существенное уменьшение урожайности отмечалось при поливах минерализованными водами с содержанием до 5-6 г/л солей и составляло в среднем для суданской травы 12%, для джугары — 18 и для кукурузы — 23%. Урожайность зерна при этом снижалась для джугары на 18%, для кукурузы — на 20, а для риса — на 34,7%.

В ы в о д ы

Коллекторно-дренажные воды Мургабского оазиса с минерализацией до 5-6 г/л могут быть использованы для поливов сельскохозяйственных культур. Причём наиболее рационально проводить поливы минерализованными (до 3-4 г/л) водами.

При поливах коллекторно-дренажными водами могут быть рекомендованы земли, расположенные по границе оазиса с лёгким механическим составом, где ощущается недостаток в пресных оросительных водах.

При поливах слабоминерализованными дренажными водами (до 5-6 г/л) засоление почвогрунтов на участке по плотному остатку незначительное, а по содержанию хлор-иона отмечается их устойчивое рассоление.

Поливы более эффективно проводить минерализованными водами сульфатного, гидрокарбонатного и магниевого составов, так как увеличение содержания карбоната кальция и гипса благоприятно отражается на химизме почв.

При поливах минерализованными (до 3-4 г/л) водами урожайность сельскохозяйственных культур уменьшалась незначительно. При поливах водами, минерализованными до 5-6 г/л, урожайность снижалась более значительно. Такие воды более рационально использовать для промывок сильнозасоленных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов Г. А. Дополнительный источник орошения хлопчатника, Ташкент, "Узбекистан", 1970.
2. Кац Д. М. Использование грунтовых вод на орошение в Бухарском оазисе. — "Хлеководство", 1958, № 8.
3. Крюгер Т. П. Использование для орошения минерализованных вод с высоким содержанием солей натрия. — "Тез. докл. Всесоюз. науч.-технич. совещ. по использованию подземных вод и искусственному пополнению их запасов". М., "Наука", 1964.
4. Легостаев В. М. Опыт использования грунтовых вод повышенной минерализации на орошение сельскохозяйственных культур. Ташкент, Изд-во САГУ, 1956.
5. Легостаев В. М. Об использовании вод повышенной минерализации на орошение. Ташкент, Госиздат, 1961.
6. Рабочев И. С. Влияние минерализованных вод на солевой режим почв и урожай сельскохозяйственных культур. Ашхабад, "Ылым", 1973.
7. Рабочев И. С., Оразгельдыев М., Ходжакулиев С. и др. Рассоление почв и орошение сельскохозяйственных культур минерализованными водами. Ашхабад, "Ылым", 1973.
8. Сурминский Н. С. Использование коллекторно-дренажных вод на орошение. — "Сельское хозяйство Туркменистана", 1965.
9. Федоров Б. В. Использование минерализованных вод на орошение. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1947.

А. Хадыров

ИЗМЕНЕНИЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА ПОЧВ ПРИ ПОЛИВЕ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДОЙ

Использование минерализованных вод для орошения в пределах 3-5 г/л не столько опасно для растений, сколько для почвы, так как при определенных условиях наблюдается процесс соленакопления, зависящий от целого ряда факторов. Главнейший из них — дренарованность, водопроницаемость, отсорбционная и капиллярная способность почв, величина поливных и оросительных норм, степень минерализации и качественный состав солей и др.

При использовании в Ферганской долине на орошение хлопчатника в течение 10 лет дренажной воды, содержащей 2-4 г/л солей, накопления их в почве не наблюдалось [3]. По мнению А.А.Рачинского [4], при использовании на вегетационные поливы хлопчатника грунтовых вод (1-3 г/л) на тяжелосуглинистых и глинистых почвах происходит засоление, а на почвах среднего и легкого механического состава оно не наблюдается.

Н.А.Антинов-Каратаев и Т.М.Кадер [1] рассматривают качества воды с точки зрения величины ионного обмена:

$$K = \frac{z_{Ca} + z_{Mg}}{z_{Na} + 0,238 \cdot S}$$

где z — содержание соответствующих катионов в воде, мг.экв./л;

S — минерализация воды, г/л.

В основе качественной оценки вод по Стеблеру лежит возможность накопления солей в почве до степени непригодности её для большинства сельскохозяйственных культур [2].

$$K = \frac{288}{z_{Na} + 4z_{Cl}},$$

где K — величина ирригационного коэффициента;
 z — мг.экв. ионов.

В зависимости от величины K вода оценивается по категориям: I — хорошей >18 ; II — удовлетворительной до 18; III — неудовлетворительной при длительном применении от 5,9 до 1,2; IV — непригодной $< 1,2$.

Общим критерием для использования минерализованных вод является содержание вредных натриевых солей. Относительная вредность солей натрия оценивается в единицах: Na_2CO_3 — 10; $NaCl$ — 5; $NaHCO_3$ — 3; Na_2SO_4 — 1. Высокое содержание карбоната кальция и гипса в минерализованных водах можно оценивать как благоприятный фактор химической мелиорации почв.

В наших опытах использовались два качественно разных по своему составу типа солей: I — с содержанием 73% $NaCl$, 11% Na_2SO_4 , 11% $MgCl_2$, 5% $CaCl_2$. Такое соотношение солей приближается к составу морской воды. Поэтому этот тип солей будем условно называть "морским". II тип — манокатионный, где имеется только одновалентный катион натрия, содержащий 50% $NaCl$ и 50% Na_2SO_4 .

Согласно указанной схеме, коэффициенты пригодности вод следующие:

Тип солей	г/л	
"морской"	2,5	14,8
" "	5,0	7,4
" "	10,0	3,7
"манокатионный"	2,5	23,0
" "	5,0	11,5
" "	10,0	5,8

Использование минерализованных вод с целью возможного соленакопления в почве является неудовлетворительным, кроме варианта с $K = 23$ (2,5 г/л, тип солей "манокатионный").

Опыты проводились на пустынно-песчаных почвах и светлых сероземах, различающихся водно-физическими и химическими свойствами.

Отличительная черта пустынно-песчаных почв — легкость механического состава, малое содержание илистых частиц,

сильная водопроницаемость, никакая влагоёмкость, малая капиллярная и адсорбционная способность.

Содержание песчаных фракций ($> 0,05$) в горизонте 0-160 см — 88,1-83,2%, физической глины — 10,6-12,3%.

Для механического состава светлых сероземов характерно высокое содержание песчаных и крупнопылеватых фракций (69%) и сравнительно низкое (13,5%) — илистых частиц, это обуславливает лёгкость механического состава.

Исследуемые почвы отличаются по содержанию солей, их распространению, по профилю, имеющему большое значение при орошении минерализованной водой.

Метровый слой пустынно-песчаных почв незасоленный. Сумма водорастворимых солей не превышает 0,089% при содержании хлора иона — 0,009-0,010%. В горизонте 100-200 см количество солей увеличивается до 0,758%, в основном за счёт гипса.

Засоление этих почв происходит преимущественно сернокислыми и хлористыми солями. Преобладающими являются сульфаты, особенно в нижних, более тяжёлых грунтах. В светлых сероземах содержание солей значительно выше. Количество водорастворимых солей в слое 0 — 200 см — 1,171-1,177%.

Соли распределяются по всему профилю двухметрового слоя почвы сравнительно равномерно. Характерным для этих почв является высокое содержание сульфата кальция и относительно низкое — хлористых солей. Засоление почвы сульфатное, с повышенным содержанием гипса, а по катионному составу — натриево-кальциевое.

Засевался тонковолокнистый хлопчатник сорта 8763И. На пустынно-песчаной почве за вегетацию хлопчатника проведено 10-11 вегетационных поливов. При этом общая норма — 7000-8400 м³/га, на сероземах — соответственно 8-9 поливов при норме 7500-8600 м³/га.

Исследованиями установлено, что при поливе минерализованной водой наблюдается накопление водорастворимых солей в метровом слое обоих типов почв. Однако в пустынно-песчаных этот процесс происходит значительно медленнее по сравнению с сероземами (табл. 1).

Следует отметить, что аккумуляция солей повышается с увеличением минерализации оросительной воды в обоих типах

Таблица 1

Процентное изменение солевого состава метрового слоя почвы при поливе минерализованной водой (в среднем за 2 года)

Тип солей и минерализация воды, г/л	Светлые сероземы		Пустынно-песчаные почвы	
	Сумма солей, увеличение (+) уменьшение (-)	В том числе солей кальция магния натрия	Сумма солей, увеличение (+) уменьшение (-)	В том числе солей кальция магния натрия
2,5- "морской"	+ 0,128	- 5,0	+ 0,019	- 14,0
2,5- "монокатионный"	+ 0,173	- 11,8	+ 0,010	- 10,4
5,0- "морской"	+ 0,279	- 14,3	+ 0,037	- 15,7
5,0- "монокатионный"	+ 0,175	- 17,5	+ 0,039	- 12,1
10,0- "морской"	+ 0,283	- 16,3	+ 0,026	- 20,8
10,0- "монокатионный"	+ 0,343	- 25,4	-	-
Контроль (арычная вода)	+ 0,054	- 9,7	+ 0,003	- 1,6
				- 3,4 + 5,0

почв. Процессы аккумуляции солей определяют качественный состав их в воде. При наличии солей в воде морского типа накопление их в почве происходит медленнее, чем при монокатионном типе солей. Особенно наглядно это проявляется на светло-сероземной почве. Такое явление вероятно, объясняется более высоким содержанием хлористого натрия в "морском" типе солей, обладающем лучшей подвижностью и миграцией.

Орошение минерализованной водой существенно изменяет качественный состав солей самой почвы. При этом наблюдается заметное выщелачивание из зоны аэрации физиологически безвредных солей карбоната и сульфата кальция, на обоих типах почв. Однако на сероземной почве уменьшение солей значительнее при "монокатионном" типе солей по сравнению с "морским". На пустынно-песчаной почве это явление носит противоположный характер.

На фоне выщелачивания безвредных установлено заметное увеличение токсичных натриевых солей. В пустынно-песчаной почве их больше, чем на сероземах.

В сероземах содержание магния несколько увеличивается, а в пустынно-песчаной почве — уменьшается. По-видимому, минерализованные воды способствуют мобилизации трудно-растворимых соединений магния сероземов.

Наши опыты показали, что соли, аккумулярованные в зоне аэрации почвы, при орошении минерализованной водой не закрепляются и легко вымываются. При этом расход воды на вытеснение 1 т соли уменьшается до 86,8 м³ против 208,8 на участке, поливаемом обычной водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов — Каратаев И. Н., Кадер Г. Н. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию. — "Почвоведение", 1961, № 3.

2. Духовный В. А., Ходжибаев Н. Н. Проблемы совместного использования подземных и поверхностных вод на орошение земель в бассейне Аральского моря. — В кн.: Инженерные мероприятия по борьбе с засолением орошаемых земель, вып. 143, Ташкент, 1974.

3. Ибрагимов Г. А. Дополнительный источник орошения хлопчатника. Ташкент, "Узбекистан", 1970.

4. Рачинский А. А. Возможность использования грунтовых вод для промывок и вегетационных поливов. — В кн.: Вопросы гидротехники, вып. 29, Ташкент, 1965.

5. Хадыров А. и др. Промывка сильнозасоленных земель после орошения минерализованной водой. — В кн.: Мелиорация земель в Туркменистане, Ташкент, 1975.

В.К. Гафуров

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛЕЙ В ПОЧВЕ
НА РАСХОД ВЛАГИ ИЗ НЕЁ

В условиях Туркменистана при значительной интенсивности испарения большие территории подвержены процессам засоления, особенно на массивах с близким залеганием грунтовых вод. На землях с развитой дренажной сетью наблюдаются сезонные процессы вторичного засоления. Территории с различной степенью засоленности, охваченные хозяйственной деятельностью, по-разному влияют на водно-солевой баланс и его составляющие.

Поддержание оптимального водного режима на орошаемых полях зависит также от содержания солей в грунтах. В связи с этим необходимо учитывать влияние засоленности при расчётах элементов водного баланса территорий, подлежащих освоению, и регулировать водный режим, поддерживая нужные концентрации солей в почвах.

В 1975 г. проведены исследования по определению влияния содержания солей на расход влаги из засоленной почвы и выявлению критерциальных значений влажности почвы для условий обнаженной поверхности.

Для опытов брали мелкозернистый песок Аннауского карьера. В навеску 100 г сухого грунта добавляли 20 г воды, что соответствовало предельно-полевой влажности. Во всех опытах добивались именно этого значения начальной влажности. Для создания различной засоленности в песок вводили 1, 3, 5, 10 и 15 г соли, что, приблизительно, соответствовало 1, 3, 5, 10 и 15%, хлористый сернокислый натрий и сернокислый магний. Для каждой концен-

трации солей опыт повторяли 5 раз, контролем служили образцы песка без содержания солей. Образцы грунта высушивали при температуре 30-40°. Расход воды на испарение определяли взвешиванием, максимально возможную интенсивность испарения — по расходу влаги из образцов грунта с содержанием 1, 3, 5, 10 и 15% солей, но при постоянной соответствующей предельно-полевой влажности почвы. После каждого взвешивания определяли величину влажности почвы в долях от предельно-полевой влагоёмкости. Потери воды относились к расходу влаги из образцов с влажностью, близкой к предельно-полевой. В последних расход влаги определяли по количеству воды, идущей на компенсацию испарения.

По мере расходования влаги на поверхности образцов образуется солевая корка толщиной 1-2 мм, вид которой зависит от количества и состава соли. Эта корка уменьшает расход влаги из почвы за счёт экранирующего эффекта и перераспределения тепловой энергии солнечной инсоляции, так как повышается значение альбедо, особенно при белом цвете корки. При наличии мощной солевой корки может происходить отсос влаги из верхних слоев почвы солями и кратковременное увеличение испарения.

Опыты показали, что в образцах с одинаковой влажностью, поддерживаемой на уровне ППВ, расход влаги с увеличением содержания солей уменьшается. Так, при 3%-ной засоленности испарение равно 0,50-0,75 от испарения из незасоленной водонасыщенной почвы. На рис. 1 изображен график зависимости отношения испарения из засоленного грунта к испарению из пресного грунта при ППВ от содержания и вида солей. Воздействие NaCl и MgSO_4 проявляется интенсивнее, чем Na_2SO_4 .

В образцах, где влажность поддерживалась равной ППВ, также наблюдалось образование солевой корки, но действие её на уменьшение испарения выражено слабее, чем воздействие общего содержания солей в почве. Так, в начале опыта, когда солевая корка на поверхности образцов ещё не образовалась, уменьшение испарения было заметным и составляло для 1, 3, 5, 10 и 15% соответственно 0,95, 0,8, 0,7, 0,4, 0,3 от испарения из пресной почвы. Эти соотношения сохранились и при образовавшейся солевой корке.

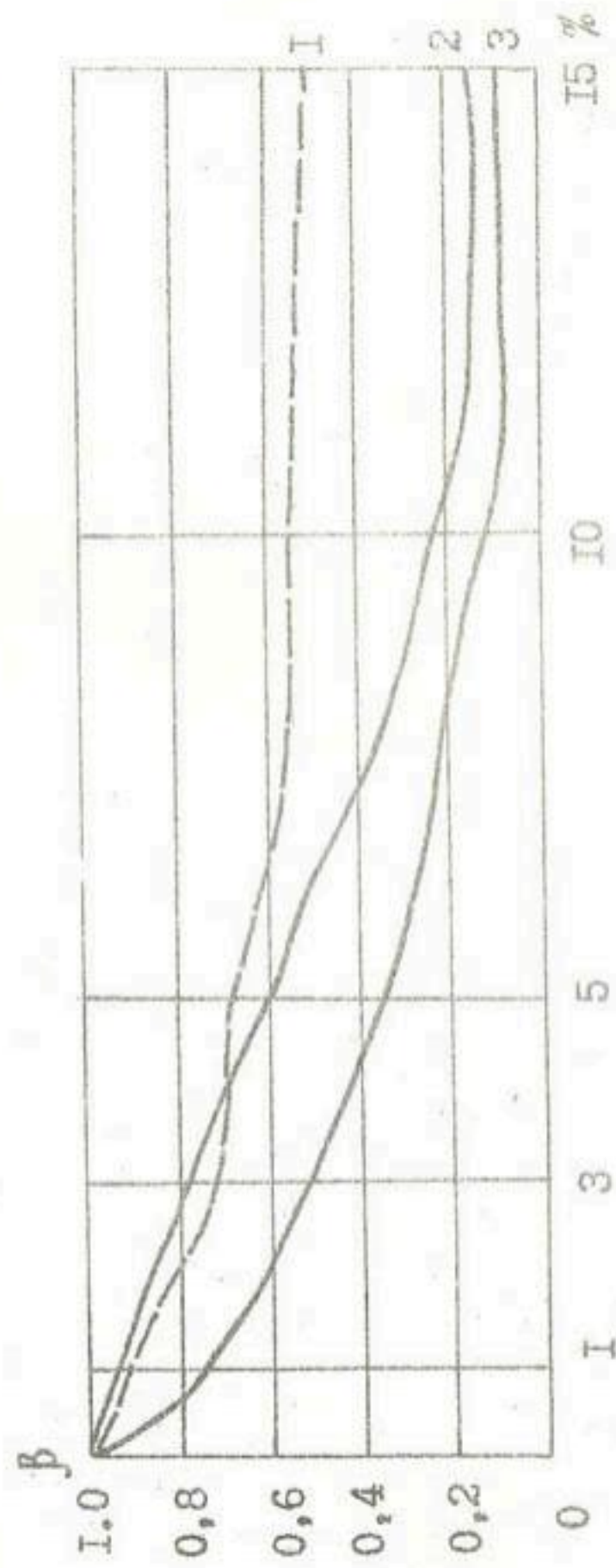


Рис. 1. Зависимость интенсивности испарения от содержания солей в почве:
1 - Na_2SO_4 ; 2 - MgSO_4 ; 3 - NaCl .

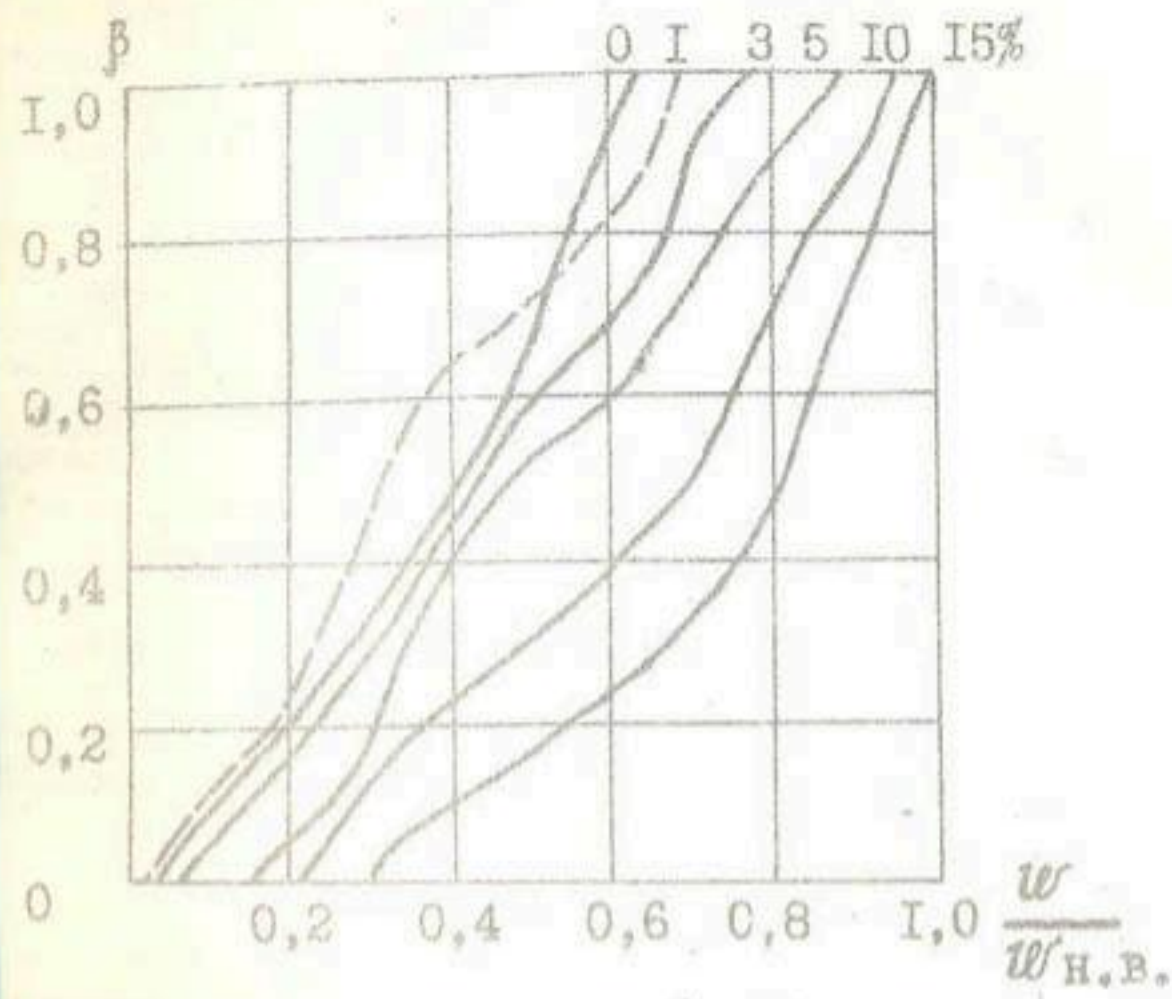


Рис. 2. Зависимость интенсивности испарения от содержания влаги в почве для NaCl .

По результатам опытов построены графики зависимости коэффициента β от влажности почвы (рис. 2). Коэффициент β представляет собой отношение расхода влаги из высушиваемых образцов к расходу влаги из образцов, в которых влажность почвы поддерживалась постоянной в пределах ППВ. Таким образом, получалось отношение испарения из почвы при определенном значении влажности к предельно возможному в данных условиях испарению. Влажность почвы, отложенная на оси абсцисс, также отнесена к своему предельному содержанию влаги в почве.

к ППВ. Полученные безразмерные графики характеризуют изменение испарения в зависимости от влажности и засоленности почвы, вид кривых изменяется в зависимости от содержания солей в образцах. Для незасоленных образцов зависимость почти прямая, для засоленных — кривая, имеющая переломы, закономерно изменяющиеся для разных уровней засоленности. Чем больше засоленность, тем ближе к оси абсцисс перелом у кривых. Это объясняется, возможно, изменением концентрации солей при изменении содержания влаги в почве. По мере высушивания образцов концентрация солей меняется и влияет на процесс испарения, причём чем слабее засолён образец, тем ранее выявляется воздействие концентрации. Пересечение кривых с осью абсцисс даёт значение начальной влажности, при которой испарение прекращается, а при пересечении с прямой $\beta = 1$ — значения влажности почвы, при которых обычно производят поливы.

В табл. 1 приводятся значения критической влажности и влажности, при которой испарение прекращается, для различного содержания солей и различного их состава.

Таблица 1

Соли	Влажность почвы, % от ППВ					
	Содержание солей в почве, %					
	0	1	3	5	10	15
Критическая влажность, $\beta = 1$						
NaCl	65	70	76	86	95	97
MgSO ₄	65	67	69	76	88	90
Na ₂ SO ₄	65	68	71	73	76	80
Начальная влажность, $\beta = 0$						
NaCl	5	4	8	15	23	29
MgSO ₄	5	6	10	14	26	36
Na ₂ SO ₄	5	9	10	12	15	20

Увеличение содержания солей в почве повышает значение критической влажности. Снижение испарения при большем содержании влаги обусловлено увеличенной водоудерживающей способностью засоленных грунтов. В связи с этим общее количество испарившейся влаги меньше у более засоленных об-

разцов. Для поддержания оптимальной влажности засоленной почвы подачу воды необходимо производить чаще. В производственных условиях орошаемые массивы промываются до засоленности почвы меньшей 1%. При 1%-ном содержании солей в почве полив необходим при достижении 70%-ной влажности почвы, на незасоленных почвах при 65% от ППВ, эта разница увеличивает оросительную норму на 1500 м³/га, а число поливов — на 2.

Величина влажности, при которой прекращается испарение, значительно возрастает с увеличением засоленности почвы. Так, при 3%-ном содержании солей воды в образце удерживается в 2 раза больше, чем в незасоленном, а при 5%-ном — в 3 раза.

Таким образом, при расчётах водно-солевого баланса и режима орошения необходимо учитывать уменьшение величины расхода влаги из засоленных почв, изменение их водно-физических параметров, доступность влаги для растений.

В.К.Гафуров, В.Таганов

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПАВ) НА ДИНАМИКУ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В ГРУНТЕ

С повышением водообеспеченности земель в зоне Каракумского канала и в связи с продвижением воды в юго-западные районы республики осваиваются земли с тяжёлым механическим составом. Борьба с засолением связана здесь с большими трудностями вследствие незначительной водоотдачи грунтов и малой величины оттока грунтовых вод. Как установлено И.С.Рабочевым /1/, на вытеснение солей промывками необходимо в 1,5-2 раза больше воды по сравнению с испаряемыми минерализованными грунтовыми водами, в связи с чем уровень грунтовых вод повышается, и в почве увеличивается интенсивность соленакопления. Уменьшение скорости засоления возможно с помощью прослоек, снижающих капиллярное поднятие солёных грунтовых вод. Н.Г.Минашиной /2/ отмечено, что средние и лёгкие по механическому составу грунты, имеющие прослойку из плотного и тяжёлого грунтов, значительно меньше засолены и менее подвержены засолению.

А.И.Мудрык, А.В.Судаков /3/, проводя опыты на почвенных колонках (светлые орошаемые сероземы Прикопетдагской зоны) с экраном из полиэтиленовой перфорированной плёнки, заложенной на глубину 35 см от поверхности, установили, что интенсивность накопления солей в верхнем слое в 1,5-3 раза ниже по сравнению с контролем. Полевые исследования этих же авторов /4/ в совхозе "Карадамак" под Ашхабадом с плёночным перфорированным экраном, заложенным на глубину 50 см, показали, что запасы влаги на делянке с экраном на 30-40 мм выше, чем на контроле. Соли на контроле накап-

ливались интенсивнее (в 3-10 раз), чем на опытной делянке при минерализации грунтовых вод до 30 г/л и глубине уровня их 1,5 - 2,0 м.

В 1966-1969 гг. в совхозе "Карадамак" проведены исследования с целью выяснения влияния ПАВ на интенсивность соленакопления, на развитие растений и содержание влаги в почве.

Опыты проводились на участке, сложенном луговыми почвами бывшего орошения. Грунтовые воды минерализацией 15-25 г/л залегали на глубине 1,6-1,8 м. Это создавало условия интенсивного процесса вторичного засоления. Опытные делянки закладывались 2 раза по следующей схеме:

1 и 4 — со слоем гидрофобной почвы, обработанным высокомолекулярными кубовыми остатками от гидрогенизатора кашалотового жира на глубине 40 см.

2 и 3 — со слоем гидрофобной почвы, обработанной низкомолекулярными кубовыми остатками от перегонки спиртов фракций выше C_8 на глубине 40 см.

5, 6, 7 — служили контролем.

Боковые стенки делянок на глубину 0,5 м покрывались плёнкой для изоляции их от окружающей территории и исключения бокового влияния на перенос влаги и солей. В сентябре 1968 г. делянки обрабатывались ПАВ нормой 10 т/га. В качестве ПАВ применялись кубовые остатки низкомолекулярных и высокомолекулярных веществ, показавших высокую эффективность. Применение этих ПАВ также обусловлено возможностью сравнения данных, полученных разными исследователями. При положительных результатах их действия в условиях Туркменистана можно рекомендовать использование других ПАВ, имеющихся в республике и идентичных по своему действию испытанным.

Грунты на делянках промыты до степени слабого засоления. С целью определения динамики засоления почвы при высоком стоянии уровня грунтовых минерализованных вод и выяснения влияния ПАВ на интенсивность накопления солей промывные поливы не производились.

Данные 3-летних наблюдений приведены в табл. 1, из которой видно, что после прекращения поливов общее содержание солей в период выпадения осадков и интенсивного орошения

уменьшается и при недостаточном количестве осадков накапливаются соли. Наиболее интенсивное увеличение содержания солей происходит в апреле-мае при высоких температурах воздуха и малом количестве осадков. Динамика содержания хлора не согласуется с динамикой плотного остатка и даже имеет противоположные знаки. Картина движения солей в почве сложна. Нами ставилась задача выяснения количественной зависимости динамики солей от действия разовой обработки ПАВ в течение длительного времени.

Таблица 1

Динамика плотного остатка и хлора в слое 0-100 см на делянках, обработанных высокомолекулярными (1), низкомолекулярными (2) кубовыми остатками и на контроле (3), т/га

Время испытаний	Плотный остаток			Х л о р		
	1	2	3	1	2	3
1966, яск.	36,3	31,9	23,2	2,61	1,80	5,22
IX-XП	+ 2,9	+ 1,5	+ 1,5	- 0,58	- 0,15	- 3,49
1967						
I - III	+45,0	+46,4	+55,1	-0,15	- 0,44	+ 0,29
IУ-У	+ 4,4	+10,2	+23,2	+ 1,74	+ 2,18	+ 1,30
У1-IX	+76,8	+23,2	+102,0	- 1,74	- 2,32	+ 9,66
X - XП	-81,2	-27,6	-103,2	+ 4,06	+ 3,06	+ 5,51
1968						
I - III	-10,2	-18,8	-46,4	- 2,46	-1,30	- 0,28
IУ-У	+105,6	+110,0	+174,0	+0,82	+1,45	+ 2,19
X-XП	-81,1	-88,6	-106,0	-2,47	-2,32	- 6,86
1969						
I - III	-7,3	-7,3	- 4,4	- 0,43	- 0,87	- 0,29
IУ-У	+85,6	+92,8	+74,4	+ 0,73	+ 0,98	+ 1,04
У1-IX	-45,0	-78,4	-31,9	- 0,58	- 2,47	- 1,88

П р и м е ч а н и е. + - накопление солей. Периоды выбраны с учетом преобладания в их пределах засоления или рас-солнения.

В связи с тем, что поверхностно-активные вещества не влияют на вынос солей, их воздействие рассматривалось только в период испарения влаги и засоления почвы (накопление солей). В 1967-1969 гг. в период накопления солей более интенсивный процесс наблюдался на контроле. В 1969 г. действие ПАВ ослабевает и динамика солей на всех делянках становится одинаковой. В первый год после обработки почвы ПАВ снижают накопление солей (плотный остаток) в 3, хлора в 3-4 раза по сравнению с контролем. Во второй год на делянках, обработанных ПАВ, накапливалось плотного остатка в 1,5, а хлора - в 1,5-2 раза меньше, чем на контроле. Третий год ПАВ воздействуют только на содержание хлора, на контроле оно увеличивалось в 1,1 - 1,3 раза интенсивнее, чем на опытных делянках.

Данные табл. 1 показывают, что ПАВ нормой 10 т/га снижают уровень накопления солей по плотному остатку в течение 2, а по хлору - 3 лет.

Для определения доз внесения ПАВ заложены опыты с нормами 1,5, 2, 3, 5, 7 и 10 т/га. Исследования показали, что эффективность действия ПАВ зависит от нормы внесения, однако дозы 5, 7 и 10 т/га воздействуют на соленакопление почти одинаково, различен только срок действия ПАВ: если при 5 т/га поверхностно-активные вещества действуют 1 год, то при дозе 7 и 10 т/га - 2 года. Доза 1,5 т/га не дает эффекта, 2 и 3 - снижает накопление солей в 2 раза, но разложение ПАВ происходит быстрее.

Поверхностно-активные вещества, внесенные на определенную глубину, влияют на движение солей по всему почвенному профилю. Накопление солей более интенсивно происходит по обработанного слоя. Так, в наших опытах при обработке слоя почвы на глубине 40 см увеличение содержания солей в слое 0-40 см происходило в 1,3-1,6 раза медленнее, чем в слое 40-100 см. На контроле в слоях 0-40 и 40-100 см содержание солей увеличивалось одинаково.

Опыты, проведенные на землях с близким залеганием минерализованных грунтовых вод, показали, что с помощью ПАВ возможно регулирование накопления солей, а при проведении промывных поливов - поддержание определенного уровня содержания солей в почве.

1. Рабочев И. С. О новой системе обработки почв под хлопчатник. — Труды УШ объединённой сессии АН ТССР по вопросам строительства Каракумского канала и дальнейшего развития хлопководства в Туркменистане. Ашхабад, 1966.

2. Минашвили Н. Г. Распределение солей в почвах и грунтовых водах на массиве древнего орошения в центральной части Мургабской дельты. — В кн.: Влияние орошения на почвы оазисов Средней Азии. М., Изд-во АН СССР, 1963.

3. Мудрик А. И., Судakov А. В. Лабораторное изучение динамики влаги и солей в почве при капиллярном передвижении растворов в условиях с перфорированным внутрипочвенным экраном. Сб. трудов по агрофизике, вып. 32. Л., Гидрометеонадат, 1971.

4. Мудрик А. И., Судakov А. В. Влияние внутрипочвенного экрана из полиэтиленовой плёнки на водный и солевой режим серозёма. Сб. трудов по агрофизике, вып. 32. Л., Гидрометеонадат, 1971.

Т. Джуманазарова

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЛУКА В ПРИКОПЕТДАГСКОЙ ЗОНЕ ТССР

Каракумский канал им. В. И. Ленина резко увеличил подачу воды на орошаемые земли Прикопетдагской зоны, где производство овощных культур — главная отрасль земледелия.

В Мургабо-Гедженской и Прикопетдагской зонах для овощных культур рекомендуются одни и те же оросительные нормы, хотя климатические, почвенно-рельефные и хозяйственные условия этих зон различны. Кроме того, в них отсутствуют рекомендации по IУ-УП гидромодульным районам. Это требует установления научно-обоснованных норм водопотребления овощных культур, являющихся основой для разработки режимов орошения.

Изучение водопотребления лука при близком залегании грунтовых вод проводилось по методу лизиметров в совхозе им. 8 Ашхабадских комиссаров Ашхабадского района. Величины суммарного водопотребления определялись с учётом и без учёта изменения влагозапасов в зоне аэрации. Для определения влияния влагозапасов на величину суммарного водопотребления из лизиметров в начале и конце вегетации отбирались образцы почвы на влажность.

Почвы участка представлены светлыми сероземами, характеризующимися большим содержанием пылеватых фракций (0,05–0,001 мм) при тяжёлом механическом составе (табл. 1).

Максимальная глинистость наблюдается в верхнем 0–50-см. в среднем 100–150-сантиметровом слое почвы. В слое 150–200 см содержание глинистых фракций уменьшается до 17%, а

илистых увеличивается до 44%. Преобладание пылеватых частиц в верхнем 150-сантиметровом слое почвы (47-65%) обуславливает высокую капиллярную скважность.

Таблица 1

Механический состав почв на лизиметрическом участке

Глубина, см	Содержание фракций, мм		
	1,0 - 0,05	0,05 - 0,001	0,001
0 - 50	49	30	21
50-100	47	25	28
100 - 150	65	28	7
150 - 200	39	17	44

Для верхнего 1-метрового слоя почвы объемный вес составляет 1,45, удельный - 2,7, наименьшая влагоёмкость - 21,8%, полная - 32%. Почва участка незасоленная.

Месячные величины суммарного испарения и испарения из грунтовых вод приведены в табл. 2.

С увеличением глубины залегания грунтовых вод наблюдалось уменьшение величины суммарного водопотребления. Среднегодовая величина его изменялась от 1131 мм при глубине 1 м до 981 при 3. Однако при 2-метровой глубине суммарное водопотребление за вегетационный период 1970 и 1972 гг. превышало величину её при 1-метровой на 10-23%. Это объясняется тем, что урожайность в 2-метровых лизиметрах была на 25-34% выше. При 3-метровой глубине средний расход воды полем за вегетационный и невегетационный периоды ниже величин их в 1-2-метровых соответственно на 12-13 и 11-18%.

Максимальная величина водопотребления при 1-метровой глубине (1180 мм) отмечалась в 1971 г. при урожайности 490 ц/га (на 3-21% выше их величин в 1970-1972 гг.). При 2-метровой глубине величины расхода полем в 1971-1972 гг. были почти одинаковыми (расхождения за год и вегетационный период составляли 1, а за невегетационный - 12%). Наибольшее водопотребление при глубине 3 м за год и невегетационный период отмечалось в 1972 г. - 1118 и 183 мм, а за вегетационный (1971 г.) - 941 мм. Расход воды полем за невегетационный период составлял 15-19% годовой величины испарения.

Резкое увеличение водопотребления отмечалось в июне, в период образования луковиц (на 63-68% по сравнению с апрелем). Максимальная величина её наблюдалась в июле (247-270 мм) - в период наибольшего развития растений. За июнь-август полем израсходовано в среднем 815-723 мм воды, что составляет 75% общих расходов за вегетационный период. В сентябре наблюдалось резкое снижение водопотребления до 36-43 мм.

На посевах лука, имеющего маломощную корневую систему, наблюдалось быстрое уменьшение расхода грунтовых вод по мере увеличения глубины залегания последних. Использование растениями грунтовых вод при глубине 1 м составляло 205 мм, что на 43% больше величины его при глубине 2 м. При глубине 3 м испарение грунтовых вод практически прекращалось. Участие грунтовых и поверхностных вод за вегетационный период в суммарном водопотреблении приведено в табл. 3. При 1-метровой глубине доля грунтовых вод в суммарном водопотреблении - 183-234 мм (20-27%). При глубине 2 м величина её снижалась до 7-20%. Из таблицы видно, что наибольшей величине суммарного водопотребления соответствует наибольшая урожайность. Влияние использованной растениями грунтовой воды на формирование урожая конкретно не наблюдалось. Так, наименьший расход суммарной, грунтовой и поверхностной воды на единицу урожая при глубине 1 м - 2,40; 0,48 и 1,92 мм соответствовал в 1971 г. максимальной урожайности - 490 ц/га. При глубине 2 м наименьший единичный расход поверхностной воды отмечался в 1970 г. - 2,33 мм при урожайности 285 ц/га, а суммарной и грунтовой в 1971 - 2,5 и 0,17 мм при 420 ц/га. Максимальной урожайности (326 ц/га) при 3-метровой глубине соответствовал минимальный удельный расход поверхностной воды (2,87 мм).

Использование грунтовых вод на испарение зависело также от водоподачи на орошение. При увеличении в 1971 г. оросительной нормы на 40% при глубине грунтовых вод 1 м расход их увеличился незначительно, а участие их в суммарном водопотреблении уменьшилось на 26%. При глубине грунтовых вод 2 м увеличение оросительной нормы на 36% вызывало снижение величины расхода грунтовых вод на 56 и степени учас-

Месячные величины суммарного испарения

Год	Глубина, м	М е						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Суммарное водопот								
1970	1	18	13	43	49	117	196	184
1971		18	17	82	89	123	256	334
1972		24	61	61	76	103	214	293
В среднем		20	30	63	71	114	223	270
Суммарное водопот								
1970	2	37	9	45	49	90	211	266
1971		11	16	77	84	115	241	291
1972		24	61	70	83	115	219	317
В среднем		24	29	64	72	106	224	291
Суммарное водопот								
1970	3	42	7	40	55	107	127	185
1971		17	16	59	65	94	227	267
1972		24	61	72	87	120	200	290
В среднем		28	28	57	69	107	185	247
Расход грунтовых								
1970	1	0	11	0	0	20	82	31
1971		1	1	0	0	4	46	114
1972		0	0	0	0	0	37	99
В среднем		0	4	0	0	8	55	81
Расход грунтовых								
1970	2	0	7	0	0	0	70	44
1971		0	0	0	0	0	0	51
1972		0	0	0	0	0	9	77
В среднем		0	2	0	0	0	27	57
Расход грунтовых								
1970	3	0	5	0	0	0	0	4
1971		0	0	0	0	0	0	0
1972		0	0	0	0	0	0	0
В среднем		0	1	0	0	0	0	1

Таблица 2

и испарения из грунтовых вод

с я ц			Сумма, мм					Урожай- ность, ц/га
УШ	IX	X	XI	XII	вегета-	невеге-	за год	
					цион-	тацион-		
					ный пе-	ный пе-		
					риод	риод		
ребление луком, мм								
138	24	27	37	40	735	151	886	189
268	61	47	55	37	1180	209	1389	490
189	43	16	32	5	934	183	1117	291
199	43	30	41	27	950	181	1131	323
135	25	30	19	32	806	442	948	285
251	49	13	34	29	1044	167	1211	420
239	45	15	32	4	1033	191	1224	387
208	40	19	28	22	961	167	1128	364
133	7	6	20	17	620	126	746	127
230	49	9	26	21	941	139	1080	302
186	51	1	26	0	935	183	1118	326
183	36	5	24	12	832	149	981	252
вод в зону аэрации, мм								
21	23	21	18	8	198	37	235	
20	12	38	33	0	234	35	269	
27	6	14	6	5	183	11	194	
22	14	24	19	5	205	28	233	
0	25	24	0	0	162	7	169	
16	0	4	12	0	71	12	83	
14	1	14	6	4	115	10	125	
10	9	14	6	1	116	10	126	
0	6	0	1	0	10	6	16	
0	0	0	4	0	0	4	4	
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	2	0	2	0	3	3	6	

Таблица 3

Расход грунтовых и поверхностных вод луком за вегетационный период

Г о д	Глубина грунто- вых вод, долог- м ребле- ние, мм	В том числе		Уро- жай- ность, ц/га	Расход воды на 1 ц		поверх- ност- ной	
		грунтовой			сум- мар- ный	урожая, ц/га		
		мм	%					
1970		735	27	537	189	3,90	1,05	2,85
1971	1	1180	20	946	490	2,40	0,48	1,92
1972		934	20	751	291	3,20	0,63	2,57
В среднем		950	22	745	323	2,84	0,64	2,30
1970		806	20	643	285	2,80	0,57	2,23
1971	2	1044	7	873	420	2,50	0,17	2,33
1972		1033	11	918	387	2,67	0,30	2,37
В среднем		961	12	845	364	2,64	0,32	2,32
1970		620	2	610	127	4,90	0,08	4,82
1971	3	941	0	941	302	3,10	0,0	3,10
1972		935	0	935	326	2,87	0,0	2,87
В среднем		832	0,4	829	252	3,30	0,03	3,30

Таблица 4

Водопотребление лука по периодам развития, мм

Глубина грунто-вых вод, м	Всходы-нача-ло образова-ния луковиц	Образование лукович-ного поле-гания пера	Начало мас-сового поле-гания пера - уборка	Вегетаци-онный период
Суммарное водопотребление				
1	$\frac{191}{3,3}$	$\frac{674}{6,9}$	$\frac{76}{1,9}$	$\frac{841}{4,5}$
2	$\frac{152}{2,9}$	$\frac{758}{7,0}$	$\frac{44}{0,8}$	$\frac{852}{4,5}$
3	$\frac{163}{3,0}$	$\frac{811}{6,0}$	$\frac{44}{0,8}$	$\frac{818}{3,7}$
Расход грунтовых вод				
1	$\frac{12}{0,2}$	$\frac{153}{1,5}$	$\frac{40}{0}$	$\frac{206}{1,0}$
2		$\frac{94}{0,9}$	$\frac{22}{0,4}$	$\frac{116}{0,6}$
3		$\frac{1,0}{0}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{3}{0}$

Примечание. Числитель - расход воды за период; знаменатель - среднесуточный расход.

тия их в суммарном испарении - на 66%. С увеличением оро-сительной нормы на 38% при глубине 3 м расхода из грунто-вых вод не наблюдалось. Увеличение величины суммарного испарения с увеличением оросительной нормы составляло 38% при глубине 1 м; 22 и 34% - 2 и 3 м. За невегетацион-ный период расход грунтовых вод составлял 10-28 мм, или 8-12% его годовой величины.

Суммарное водопотребление по периодам развития лука из-менялось неравномерно (табл. 4). В первый период (от всхо-дов до начала образования луковиц), продолжавшийся в сред-нем 52-58 дней, водопотребление изменялось от 191 при

глубине 1 м до 163 мм – при 3 м и составляло в среднем до 19% общей величины расхода за вегетационный период. Величина среднесуточного расхода за этот период – 2,9–3,3 мм. От начала образования луковиц до полегания пера – 98–108 дней. За это время, в зависимости от глубины грунтовых вод, полем израсходовано 674; 756 и 811 мм воды, что составляло в среднем до 75% общей величины расхода. Среднесуточный расход полем – 6,0–7,0 мм увеличился на 50–58% по сравнению с 1 периодом. Третий период с расходом воды 44–76 мм продолжался 51–55 дней. Максимальное водопотребление отмечалось во II периоде, когда при глубине 1–2 м оно равнялось 84–153 мм, или 75–81% общего расхода за этот период.

При глубине грунтовых вод 1–3 м среднегодовое суммарное водопотребление, вычисленное с учётом изменения влагозапасов зоны аэрации, превышало величину без учёта на 3–10% (табл. 5). За вегетационный период влагозапасы повысили

Таблица 5

Водопотребление лука с учётом влагозапасов зоны аэрации

Г о д	Глубина грунто- вых вод, м	Водопотребление, мм		
		за вегетаци- онный период	за вегетаци- онный период	за невегета- ционный пе- риод
1971	1	1371	1149	222
1972	1	1230	982	268
В среднем	1	1300	1055	245
1971	2	1184	1052	132
1972	2	1374	1108	265
В среднем	2	1279	1080	199
1971	3	1119	1091	28
1972	3	1210	1004	206
В среднем	3	1163	1048	117

величину суммарного водопотребления в среднем на 3–5% при глубине 1 и 2 м и на 11% – при глубине 3 м. За невегетационный период 1971 г. влагозапасы уменьшили величину водо-

потребления на 14–81%, а в 1972 – увеличили на 11–26%. Несмотря на то, что в среднем за два года величины испарения с учётом и без учёта влагозапасов сбалансировались (отклонение не превышает 3–7% при глубине 1–2 м и 30% – при 3 м), учёт влагозапасов в этот период необходим.

На основании данных лизиметрических исследований для расчёта водопотребления лука за вегетационный период получены зависимости:

1. Суммарное водопотребление

$$E = 2,82 M^{0,45} \left(\frac{y \cdot \sum t}{H} \right)^{0,2}$$

2. Расход воды из грунтовых вод

$$E_1 = \frac{0,5y \left(\frac{y \cdot \sum t}{H} \right)^{1,06}}{M^{1,32}}$$

где M – водоподача на орошение, мм;

H – глубина залегания грунтовых вод, м;

$\sum t$ – сумма среднесуточных температур воздуха за период с апреля по октябрь, °C

y – урожайность, ц/га.

Величина суммарного водопотребления тесно связана с глубиной грунтовых вод, урожайностью и климатическими условиями (табл. 6).

Таблица 6

Частные и множественные коэффициенты корреляции

Глубина грунто- вых вод, м	Испаре- ние, мм	y	x	Коэффициент корреляции			
				R	r_{xy}	r_{xz}	$r_{y\bar{z}}$
1–2	грунто- вых вод	$\frac{y \cdot \sum t}{H}$	M	0,72	0,26	0,60	0,53
1–3	суммар- ное	$\frac{y \cdot \sum t}{H}$	M	0,91	0,076	0,57	0,72

Сопоставление измеренных (полученных по данным лизиметрических исследований) и рассчитанных по выведенным формулам значений водопотребления (рис. 1) показывает, что расхождения в их величинах составляют 1–7% для суммарного водопотребления и 0–25% – для расхода из грунтовых вод.

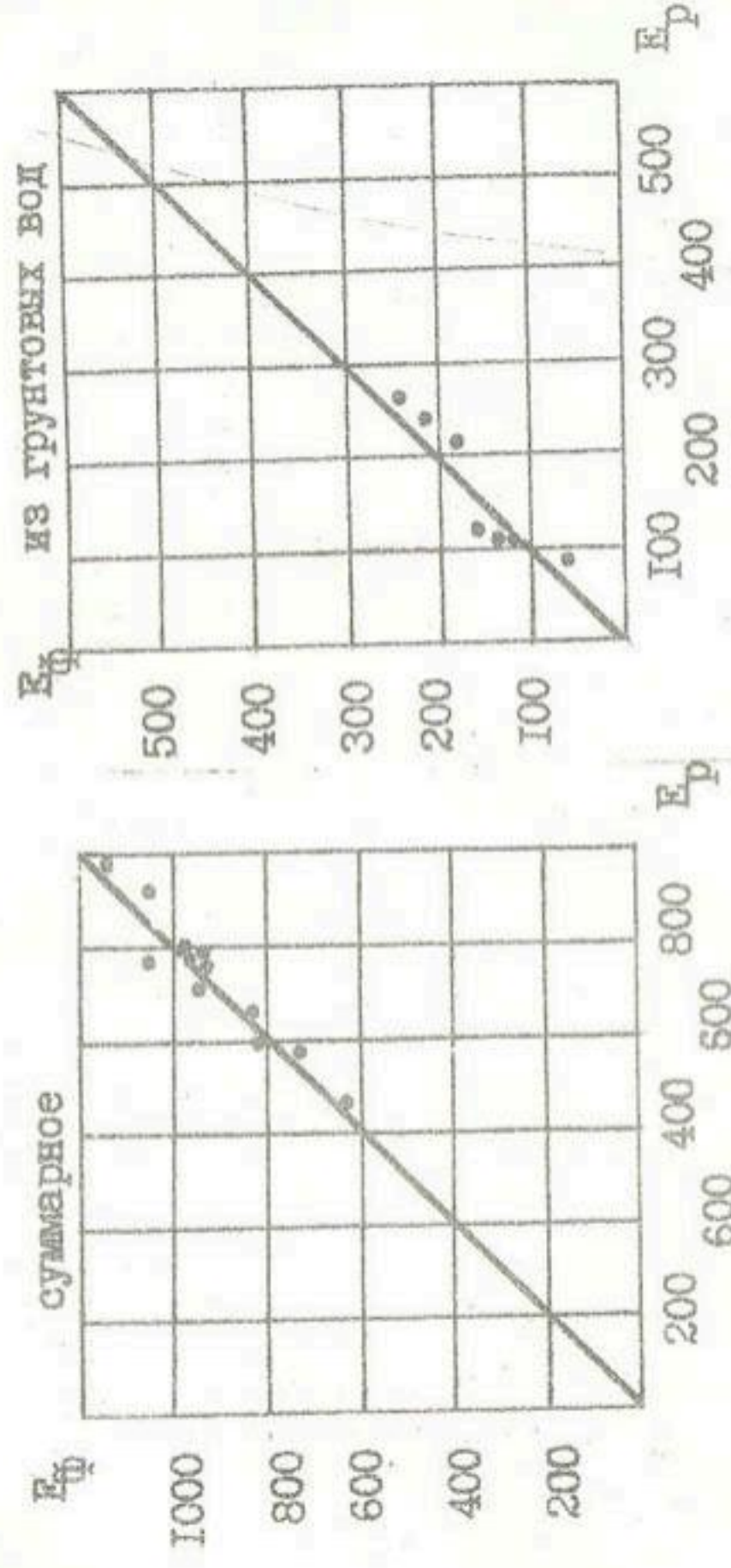
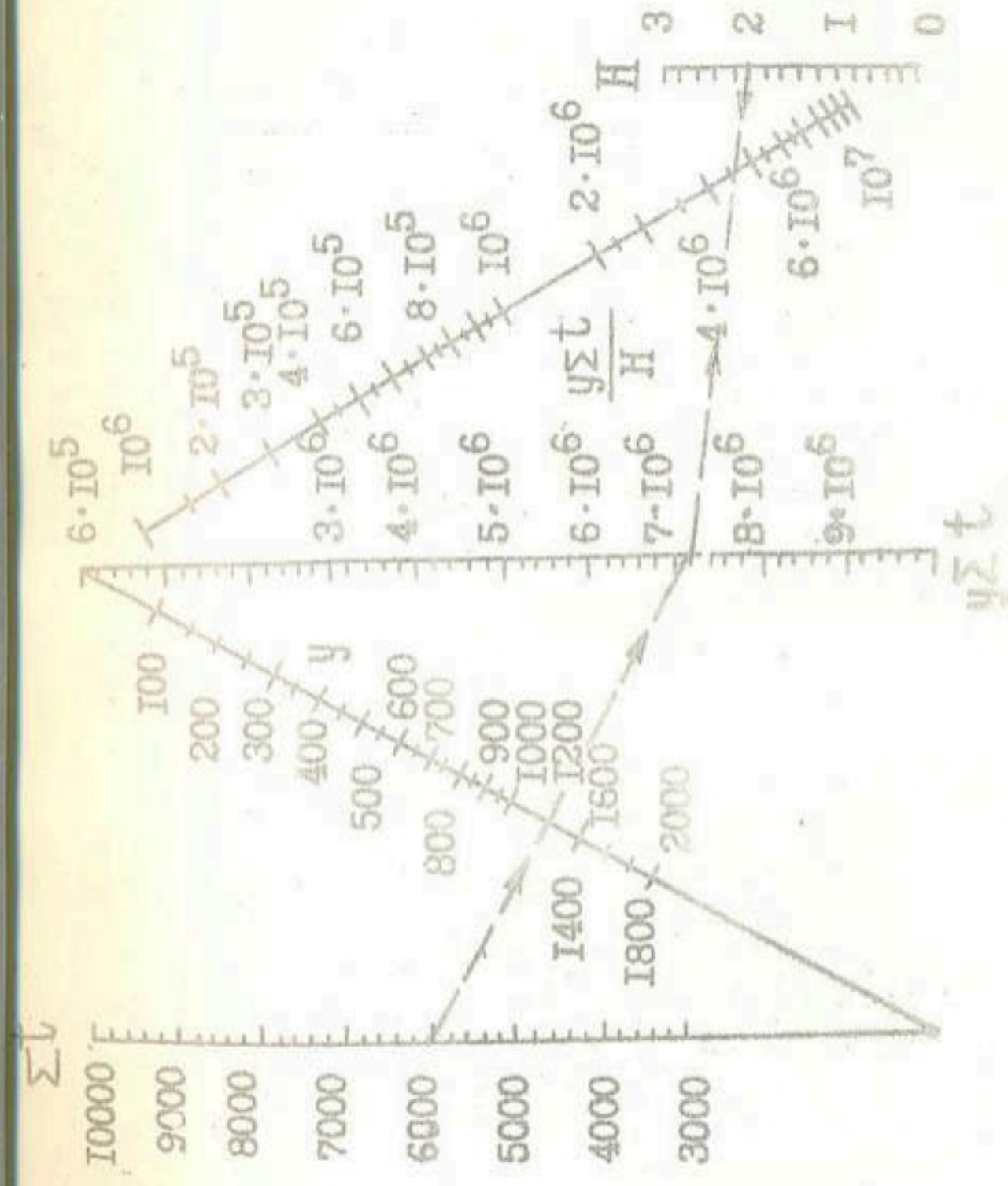


Рис. 1. Сопоставление фактических и расчётных величин испарения.



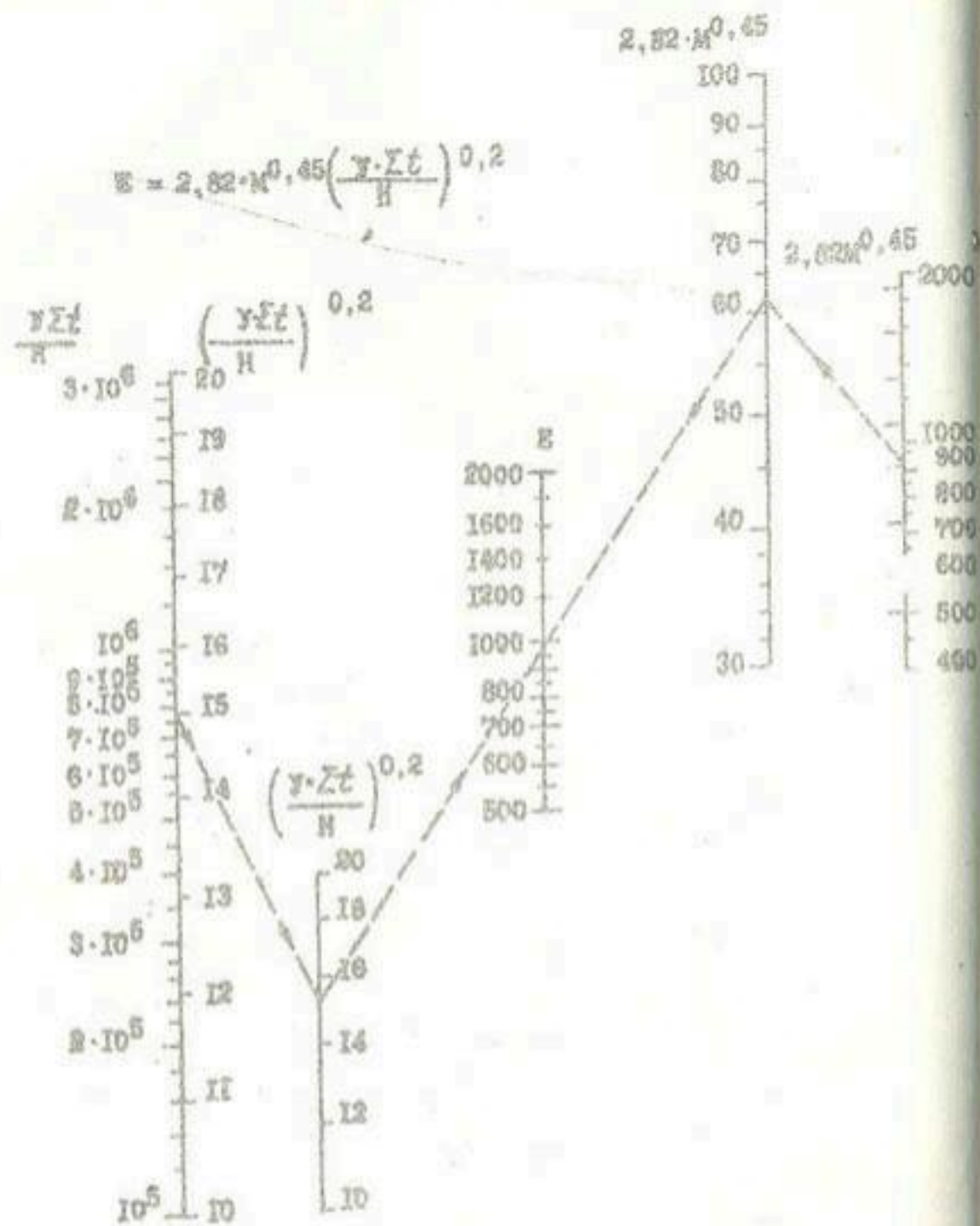


Рис. 3. Номограмма 1.

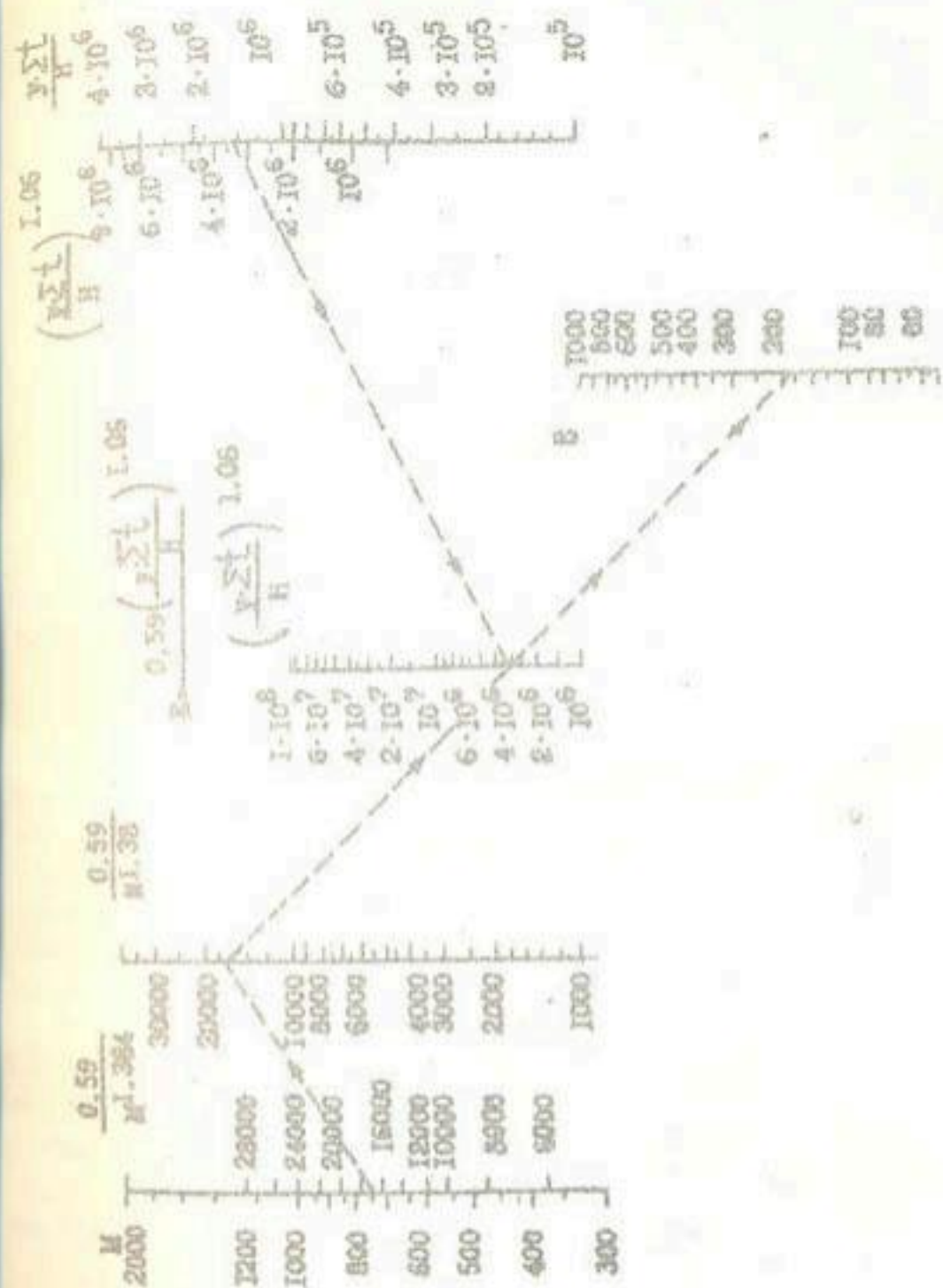


Рис. 4. Номограмма 4.

С целью упрощения вычислений по предлагаемым формулам построены номограммы (рис. 2, 3, 4). Номограмма 1 построена в виде $\frac{2}{3}$ номограммы, а 2 и 3 — в виде номограмм с параллельными шкалами. Сравнение показало, что расхождения в величинах водопотребления, найденных по расчётным формулам и по номограммам, не превышают 2-7%.

УДК 651.52.633.31

В.А.Соколова

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС КУКУРУЗНОГО ПОЛЯ

В последние годы большое внимание уделяется изучению физических зависимостей, связывающих развитие сельскохозяйственных культур с метеорологическими факторами, и в особенности с радиационным режимом растений.

Свет, влага и тепло имеют решающее значение для жизнедеятельности растений. При одинаковых условиях плодородия почв и применяемой агротехники рост и развитие растений зависят от сочетания этих факторов. Изучение теплового баланса типичных зон и районов позволит регулировать его с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Исследование теплового баланса кукурузного поля проводили в северо-восточной части Ашхабада, в зоне орошения Каракумского канала.

Почвы опытного поля представлены светлыми сероземами. По механическому составу они относятся к лёгким и средним суглинкам. Почвогрунты слабозасоленные. Наименьшая полевая влагоёмкость их в слое 0-100 см — 21,7% к весу. Грунтовые воды на опытном поле в период вегетации залегают на глубине более 4 м от поверхности земли.

Для исследования теплового баланса кукурузного поля использовали теплобалансограф, разработанный Ю.Л.Розенштоком, и аспирационный психрометр МВ-4. Для надёжных измерений составляющих теплового баланса датчики теплобалансографа расположили в 200 м от края поля. За деятельную поверхность при сомкнутом растительном покрове принимали плоскость, находящуюся на уровне $\frac{2}{3}$ высоты растений. Датчики балансомера устанавливали на мачте в горизонтальном положении на

уровне 1,5–2,0 м, а датчики градиентомера температуры и влажности воздуха подвешивали на высоте 0,5 и 2,0 м от уровня деятельной поверхности кукурузы. Поток тепла в почву измеряли тепломером. Пластику устанавливали в почве горизонтально на глубине 3–5 см. Уравнение теплового баланса деятельной поверхности для вегетационного периода определяли по формуле:

$$R = P + B + LE \text{ кал/см}^2\text{мин.},$$

где R – радиационный баланс деятельной поверхности;

B – поток тепла в почву;

P – турбулентный поток тепла в приземном слое атмосферы;

LE – затраты тепла на испарение.

Формула для расчёта затраты тепла на испарение имеет вид

$$LE = \frac{R - B}{(1 + 0,48) \frac{\Delta t}{\Delta e}} \text{ кал/см}^2\text{мин.},$$

где Δt и Δe – разности температур и абсолютных влажностей в приземном слое воздуха на двух высотах – 0,5 и 2,0 м.

0,48 – коэффициент, зависящий от размерности величин Δt и Δe .

Метеорологические условия состояния деятельной поверхности кукурузы и поливы способствуют значительному изменению элементов теплового баланса за вегетационный период.

Закономерности дневного хода составляющих теплового баланса кукурузного поля приведены на рис. 1, где представлены три графика дневного хода составляющих теплового баланса кукурузного поля по периодам вегетации фаз: 10–15 листьев, цветения початок и молочной спелости. Графики дают представление о возможных вариациях элементов теплового баланса, обусловленных различной степенью развития растительного покрова, наличием осадков, поливов, состоянием погоды и т.д.

Анализ отдельных компонентов теплового баланса кукурузного поля дает представление об изменениях составляющих теплового баланса в дневное время от метеорологических условий (облачности, осадков, скорости ветра, мглы и т.д.) (табл. 1). Из таблицы видно, что при ясной погоде величины

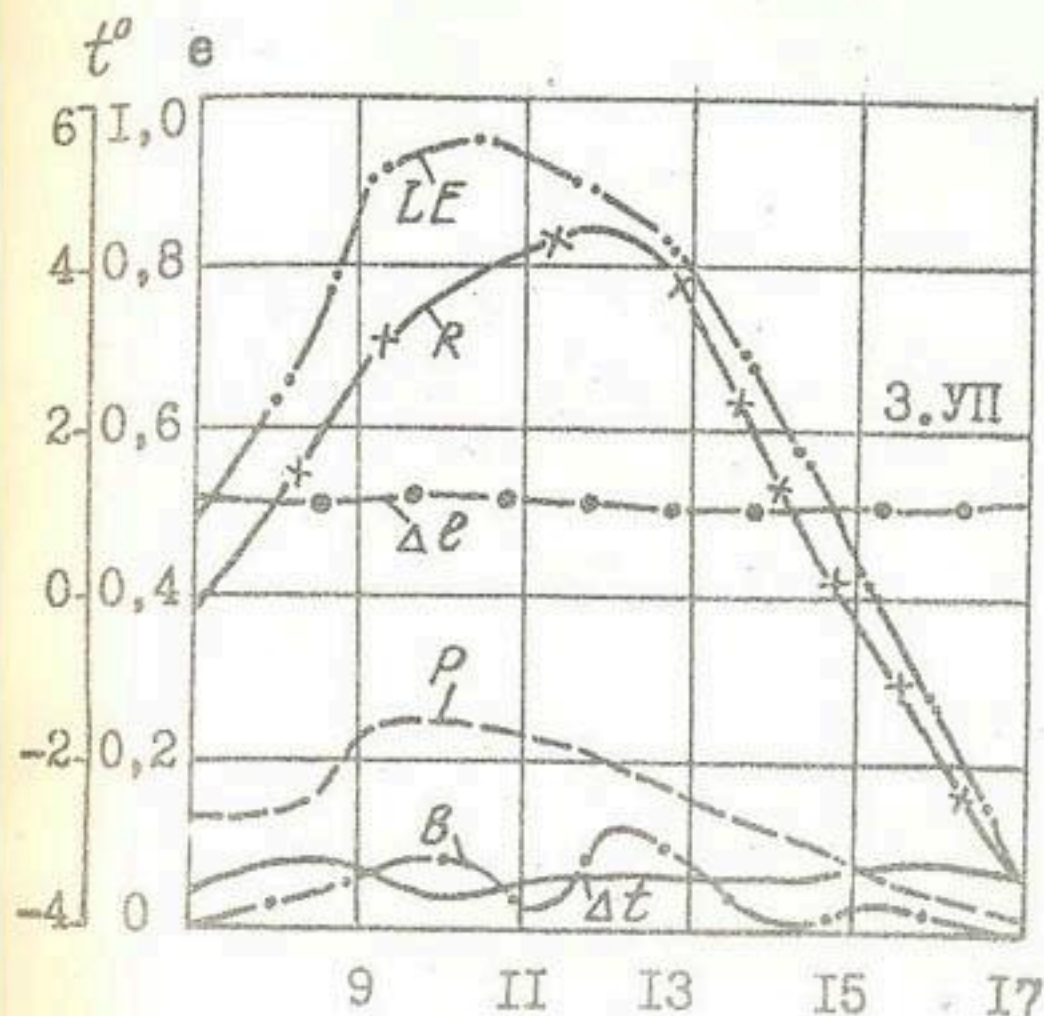


Рис. 1. Дневной ход составляющих теплового баланса кукурузного поля.

радиационного баланса (R) на 40–44% больше, чем при пасмурной. Понижение радиационного баланса подстилающей поверхности кукурузы при пасмурной погоде способствовало значительному уменьшению всех составляющих теплового баланса в этих условиях. Так, например, турбулентный поток тепла (P) при пасмурной погоде уменьшился на 16–20%, затраты тепла на испарение – на 19–30 по сравнению с ясной погодой. Колебания потока тепла в почву при переходе от пасмурной к ясной погоде были незначительными. С увеличением скорости ветра составляющие теплового баланса изменялись также монотонно.

Таблица 1

Влияние погодных условий на составляющие теплового баланса

Погодные условия	Испаре- ние за сутки, мм	Дата	Составляющие теплового баланса				
			Δt	Δe	R	IE	B
Облачность 10 баллов ниж- няя, средняя, вид, 10 км, ветер 3-5 м/с	12,5	3 У1	-1,9	0,73	0,32	0,98	0,06
Ясно, вид, 10 км, ветер 1-7 м/с	14,4	14 У1	-2,4	0,70	0,53	1,28	0,08
Облачность 4 балла верх- няя, вид, 10 км, тихо	7,4	27 У1	-2,4	1,41	0,58	0,55	0,09
Ясно, вид, 10 км, тихо	8,6	3 УП	-3,3	1,34	0,57	0,72	0,05
Ясно, мгла, вид, 5 км, ве- тер 3-5 м/с	12,2	8 УП	-1,4	0,4	0,46	1,03	0,05
Облачность 10 баллов верх- няя, средняя, вид, 5 км, мгла, ветер 1-3 м/с	5,8	16 УП	-0,5	0,7	0,35	0,49	0,03
Облачность 5-10 баллов средняя, вид, 5 км, ветер 1-3 м/с	8,6	29 УП	-0,6	0,8	0,50	0,72	0,04
Облачность 10 баллов сред- няя, вид, 5 км, мгла, ветер 1-3 м/с	5,0	31 УП	-0,4	0,82	0,37	0,43	0,02
Ясно, мгла, вид, 5 км, ветер 5-10 м/с	6,5	5 УШ	-0,4	0,28	0,54	0,53	0,03
Облачность 10 баллов сред- няя, нижняя, мгла, вид, 5 км, ветер 3-5 м/с	4,3	6 УШ	-0,2	0,53	0,35	0,35	0,02
Ясно, вид, 5 км, мгла, ве- тер 5 до 15 порывами м/с	8,6	8 УШ	-0,9	0,88	0,40	0,70	0,02

Максимальные значения радиаци-
онного баланса наблюдались около
полудня, составляя в зависимости от
фаз и влагообеспеченности растений
0,70-0,94 кал/см²мин. Свообразный
характер имеет суточный ход потока
тепла в почву, наибольшие дневные
величины наблюдались в 10-14 ч дня,
составляя от 0,01 до 0,19 кал/см²мин.
Величина турбулентного потока изме-
няется в зависимости от влагообес-
печенности сельскохозяйственных
растений. При растительном покрове
днём он имеет отрицательные величи-
ны, максимум наблюдается в 10-12 ч
дня (0,02 до 0,50 кал/см²мин).
Затраты тепла на испарение определя-
ются соотношением между потоками
тепла и влаги на уровне подстилаю-
щей поверхности и изменяются от 0,93
до 0,98 кал/см²мин. Величины тепло-
вого баланса за вегетационный пери-
од не имеют плавного хода (рис. 2).
В период сомкнутого растительного
покрова, начиная примерно с конца
мая до середины августа, деятельную
поверхность образует вегетативная
масса кукурузы. В этот период ход
радиационного баланса определен сни-
жением приходящей от солнца радиа-
ции при одновременном росте погло-
щения её уплотняющейся вегетативной
массой, образующей деятельную по-
верхность поля. Радиационный баланс
за вегетацию меняется в зависимости
от степени сомкнутости кроны от 630
до 180 кал/см²сут. При сомкнутом
растительном покрове резко возрас-
тают затраты тепла на испарение, до-

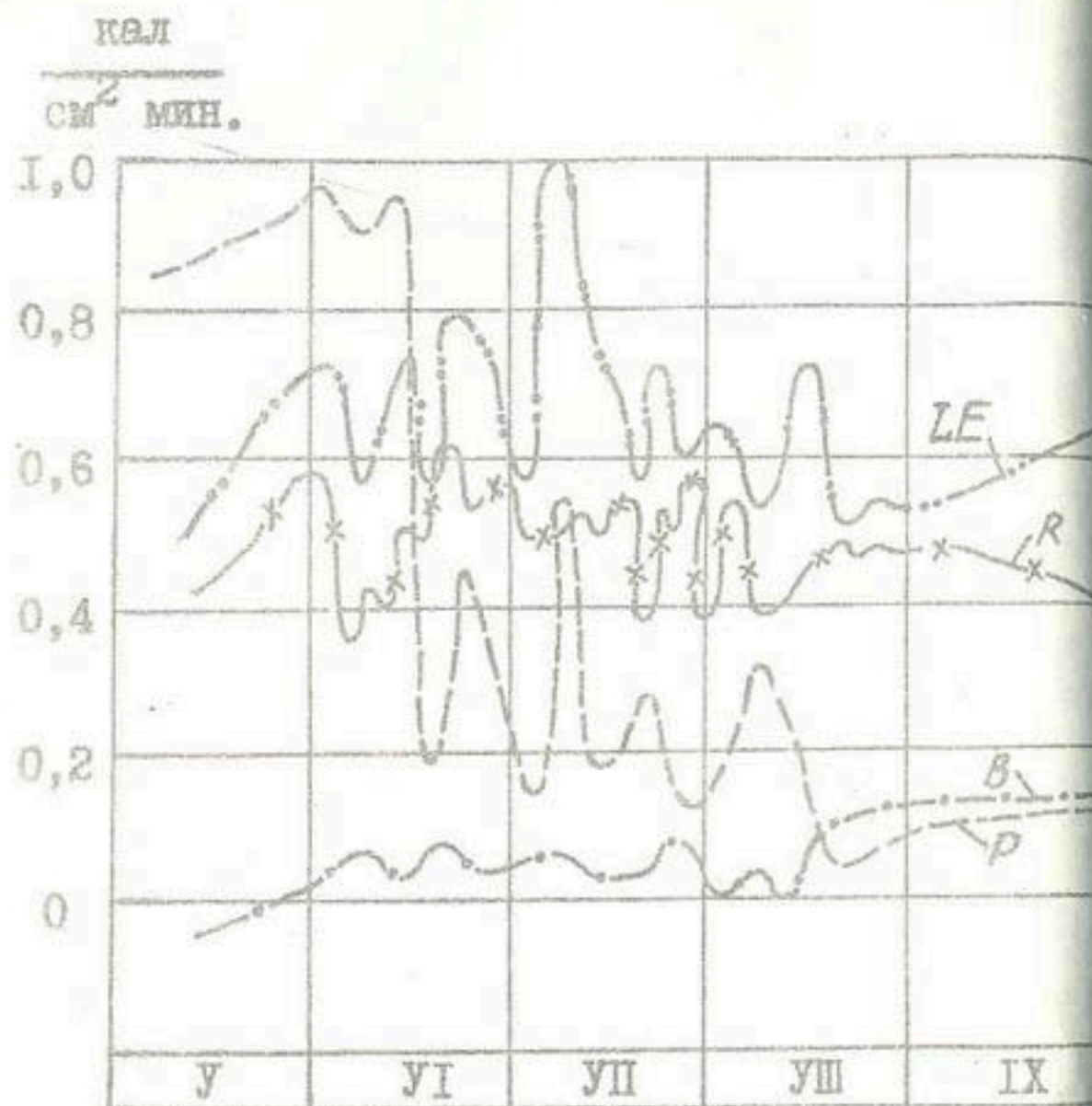


Рис. 2. Составляющие теплового баланса на кукурузном поле.

стигающие максимальных величин с начала июня до первой половины июля (845-504 кал/см²сут).

Максимальные месячные суммы радиационного баланса и затраты тепла на испарение наблюдаются в июне-июле — период максимального роста и цветения початков (табл. 2). Месячные суммы радиационного баланса в июне-июле почти равны. Испарение за июнь-июль составляет 65% общего испарения за вегетационный период.

Таблица 2

Месячные суммы составляющих теплового баланса (ккал/см²) и суммарное испарение, мм

Месяц	Составляющие теплового баланса				Суммарное испарение
	R	LE	B	P	
IV	8,30	5,8	1,4	-1,1	70
V	10,55	8,2	1,2	0,55	80
VI	12,34	19,91	1,92	-8,48	315
VII	12,85	16,21	1,39	-4,75	235,6
VIII	11,85	12,67	1,69	-2,51	128
Сумма за вегетацию	55,98	62,78	8,2	-15,1	838,6

Максимальные значения радиационного баланса кукурузы наблюдались в фазу 10-15-го листа и цветения початков (7,1-9,0 ккал/см²), а минимальные — в фазу полной спелости (5,12 ккал/см²). Затраты тепла на испарение кукурузы имеют наименьшее значение в начальный период до фазы 10-го листа, составляя 60-70% радиационного баланса. В фазу 10-15-го листа и цветения початков при оптимальной влажности от наименьшей влагоемкости (НВ) затраты тепла на испарение на 21-32% выше радиационного баланса. С увеличением затрат тепла на испарение турбулентный поток тепла резко понижается, составляя в эти фазы 3,81 и 2,64 ккал/см². Поток тепла в почву за вегетационный период незначительно изменялся (табл. 3).

Анализ опытных данных показал, что затраты тепла на испарение выше радиационного баланса на 5%. Поток тепла в почву и турбулентный поток тепла соответственно составили 14 и 30% радиационного баланса. Радиационный баланс орошаемого кукурузного поля на 65% превышает величину радиационного баланса Ашхабада.

Таблица 3

Величины испарения и элементы теплового баланса по фазам развития кукурузы

Фаза	Начало	Конец	Высота расте- ний, см	Составляющие теплового баланса, ккал/см ²			Суммарное испарение, мм
				R	LE	B	
3 - 10-й лист	5 У	27 У	35	7,94	6,9	1,2	108,7
	28 У	17 У1	73	9,0	11,4	1,41	224,2
Выметывание метелки	18 У1	28 У1	187	5,5	7,1	0,73	103,4
	29 У1	14 УП	212	7,1	8,08	0,66	138,2
Молочная спелость	15 УП	20 УП	216	2,5	3,02	0,2	38,6
	21 УП	2 УШ	218	5,6	6,1	0,66	91,0
Полная спелость	3 УШ	21 УШ	220	7,8	5,5	0,96	101,84

УДК 634.237

Л.П. Лукьяненко

РАСХОД ВОДЫ ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ
ПРИ БЛИЗКОМ ЗАЛЕГАНИИ ИХ УРОВНЯ

Неотъемлемая задача сельского хозяйства — содержание старо- и вновь орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии, используя агротехнические, организационно-хозяйственные и лесомелиоративные мероприятия. К последним относится биологический дренаж, т.е. понижение уровня грунтовых и перехват фильтрационных вод из каналов с помощью древесных пород.

Как известно, любые растения, особенно древесные, способны перекачивать в воздух за вегетацию огромное количество воды. Древесные насаждения играют далеко не последнюю роль в водном и солевом балансе орошаемых территорий, поэтому изучение суммарного водопотребления древесных пород и его составляющих представляет большой научный и практический интерес.

Дренажная способность древесных культур отмечена еще в конце XIX века. Однако тогдашний метод её определения сводился в основном к глазомерным наблюдениям.

В начале XX века Л.И. Ивановым разработан метод, с помощью которого можно судить о скорости испарения зелёной массы, то есть об интенсивности транспирации, а также сделать расчёт расхода воды как одним деревом, так и всей площадью, занятой под древесными культурами. Одним из недостатков этого метода — трудность учёта средней интенсивности транспирации и абстрактность при пересчёте на общую площадь листовой поверхности или всю зелёную массу. Этот метод был усовершенствован [2].

Расход воды одним деревом по

Составляющие		1	9	7	4	1	9
Порода	водного баланса	Глубина					
		1	2	3	1		
Маклора	Израсходовано во-						
	ды всего	0,70	0,72	0,72	2,12		
	В том числе:						
	Грунтовой	0,02	0,10	0,02	2,02		
Клён	Оросительной	6,65	7,75	8,75	5,4		
	Израсходовано во-						
	ды всего	0,70		0,68	2,06		
	В том числе:						
Акация	Грунтовой	0,02		0,03	2,56		
	Оросительной	6,65		8,75	5,4		
	Израсходовано во-						
	ды всего				0,86		
Акация	В том числе:						
	Грунтовой				0,42		
	Оросительной				5,4		

Л.В.Елисеев /1/, впервые делая расчёт расхода воды древесными породами в районе Дейнау и сад Кеши, на основе метода Изамова определил, что ива, тополь, шелковица испаряют 180 м³ воды с га. Г.С.Новиков /4/ при разработке вопросов проектирования лесных мелиоративных насаждений в средней полосе Амударьи также использовал этот метод.

Нами при изучении суммарного водопотребления выбран самый совершенный метод — лизиметрический, с большим успехом применяемый при изучении этого вопроса с пропашными, техническими и другими культурами. Данный метод позволяет исследовать элементы водного и солевого баланса по пространственному и временному отношению. Метод лизиметров, усовершенствуемый в настоящее время (автоматизация и полуавтоматизация), со временем найдёт широкое применение в области агролесомелиорации.

Первые попытки изучения водопотребления древесных пород Средней Азии сделаны Н.И.Курылевой /3/. В Туркмении по-

Таблица 1

годам (апрель—октябрь), м ³									
7	5	1	9	7	6	1	9	7	7
грунтовых вод, м									
2	3	1	2	3	1	2	3		
1,41	1,08	3,66	2,44	1,74	4,11	3,10	3,16		
0,85	0,38	3,26	1,98	1,32	3,86	2,80	2,83		
6,1	8,3	2,30	2,80	3,30	1,60	2,00	2,40		
	1,07	3,35		1,28	9,26		1,86		
	0,30	2,98		0,86	0,68		1,54		
	8,3	2,30		3,30	1,60		2,40		
1,03	0,62	2,05	1,78	1,14	1,31	1,86	2,02		
0,42	0,13	1,67	1,27	0,62	1,08	1,57	1,66		
6,1	8,3	2,30	2,80	3,30	1,60	2,00	2,40		

добные опыты впервые проведены на опытном участке ТуркменНИИГиМ на территории совхоза им. 9 Ашхабадских комиссаров, где были заложены лизиметры конструкции Д.М.Кан и В.М.Легостаева, изготовленные из листового железа. Лизиметры в форме ящиков засыпались послойно грунтом, вынутым из шурфов, приготовленных для них.

Для усадки и придания естественной структуры лизиметры оставлялись на год без растительности и обильно поливались.

Для изучения суммарного водопотребления древесных пород с целью применения их для биологического дренажа брались двухлетние маклора оранжевая, пятилетний клён ясене-листный, заранее высаженные в подготовленные лизиметры 18 февраля 1974 г. Годом позже посажены шестилетние саженцы акации белой. Опыты проводились при постоянном уровне грунтовых вод — 1, 2, 3 м.

По механическому составу почвы в лизиметрах в слое 0-100 см представлены средними и тяжёлыми суглинками,

100-300 см — средними суглинками и супесями. Почвы по своему почвенному разрезу (0-300 см) слабо засолены.

Агротехнические приёмы проводились согласно правилам, предусмотренным по Туркменской ССР для древесных пород. Поливной режим выдержан по "Временному инструктивному

указанию и выращиванию защитных лесных насаждений на орошаемых землях" /5/. В первый год посадки было дано 9 поливов с оросительной нормой в 1-, 2- и 3-метровых лизиметрах 8650, 7750, 8750 м³/га, во второй — 6, в третий и четвёртый — 3 и норма соответственно сократилась на 10-20, 50-63 и 72-76% по сравнению с первым годом.

Молодые деревья обладают большой скоростью накопления зелёной массы и высокой интенсивностью транспирации, поэтому в это время древесные породы способны расходовать большее количество воды и сильно понижать грунтовые воды (табл. 1).

В первый год посадки саженцев особой разницы в расходе воды между породами и различной глубиной уровня грунтовых вод не наблюдалось. По мере проникновения корневой системы в более глубокие слои почвы и развития надземной части деревьев эти различия появлялись. Суммарный расход и расход из грунтовых вод тем больше, чем больше зелёной массы и ближе уровень грунтовых вод. Причём наблюдалось ежегодное уменьшение роли оросительных и возрастание грунтовых вод.

Высокой дренажной способностью обладала маклюра, которая несмотря на меньший возраст за 4 года при глубине уровня грунтовых вод 1, 2, 3 м соответственно увеличила суммарный расход в 5,8, 4,3 и 4,4 раза, клён за 3 года — 4,8 и 1,9, акация за 2 года — 1,5, 1,8 и 3,3. Причём маклюра в орошаемых условиях и при близком залегании уровня грунтовых вод может служить для биологического дренажа. В богарных условиях она способна приспосабливаться к нехватке влаги в почве и уменьшать расход воды до минимума, понижая интенсивность транспирации и снижая скорость накопления зелёной массы.

О дренажной способности древесных культур можно судить по следующим данным. На 1 га орошаемых земель

приходится 30 пог. м дренажа, которые за апрель-октябрь способны отвести 3,7 тыс. м³ воды, а за третий год наблюдений при глубине грунтовых вод 1, 2, 3 м с той же площадью суммарный расход соответственно составил у маклюры 12,8, 8,0 и 6,6, клёна — 11,8 и 5,0, акации — 7,3, 6,4 и 4,5 тыс. м³. Естественно, с возрастом суммарный расход увеличится у древесных пород за счёт ежегодного прироста зелёной массы.

Из сказанного следует, исследуемые породы за три года по дренажной способности можно расположить следующим образом: маклюра, акация, клён.

Выводы

Высокой испаряющей способностью обладает маклюра орошаемых земель.

Общий расход воды и расход из грунтовых вод древесными породами ежегодно увеличивается по мере накопления зелёной массы и проникновения корневой системы к водоносным слоям.

Ежегодное увеличение расхода грунтовых вод древесными породами и уменьшение роли оросительных вод позволяет в наших условиях свести поливы к минимуму, а увеличивающийся расход древесных пород обеспечить за счёт расхода грунтовых вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е л и с е е в Л. В. Транспирация древесных пород в поливных условиях Туркменской ССР. — "Лесное хозяйство", 1939, № 5.
2. И в а н о в Л. А. и др. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях. — "Ботан. журн.", 1950, т. 35, № 2.
3. К у р ы л е в а Н. И. Водно-солевой режим и его регулирование в условиях Бухарской области. Дис. на соиск. учён. степ. канд. с.-х. наук. Бухара, 1963.
4. Н о в и к о в Г. С. Вопросы проектирования лесных мелiorативных насаждений в средней полосе Амударьи. — "Труды Ин-та земледелия". Ашхабад, 1957.
- Временные инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на орошаемых землях. М., 1973.

Л.П. Лукьяненко

ДРЕНАЖНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС
В ПРИКОПЕТДАГСКОЙ ЗОНЕ ТУРКМЕНИИ

Полезащитные лесные полосы способны благоприятно влиять на климатические условия межполосных территорий. Обладая высокой дренажной способностью, при обсадке каналов они уменьшают фильтрацию из них, а при близком залегании уровня грунтовых вод способствуют понижению его, образуя воронки депрессии. Поэтому разведение полеззащитных лесных полос в нашей республике, особенно в местах с повышенной фильтрацией из каналов и полей и неблагоприятными погодными условиями (гармисиль и т.д.), должно получить широкий размах и стать основным звеном в повышении культуры земледелия.

Исследование древесных пород с целью мелиоративного (дренажного) влияния должно носить научно-обоснованный характер, включающий изучение элементов водного и солевого балансов. Поэтому исследование дренажной способности лесных полос требует совместного изучения составляющих этих балансов.

Дренажная роль лесных полос отмечена многими авторами, в частности Д.М. Кап и В.М. Легостаев [2] считают, что древесные насаждения использовали для транспирации не только фильтрационную воду оросителей, но и часть грунтовых вод прилегающих к ним полей. И.К. Киселёвой [3] было замечено, что графики залегания уровня грунтовых вод под однорядной посадкой и закрытой дренажной имели полное совпадение кривых. Она пришла к выводу, что лесной полосой израсходовано столько воды, сколько отведено дренажной.

Г.С. Нозиков [5] рекомендует применять биологический дренаж особенно в тех местах, где требуется перехват фильтрационных вод из арыков и каналов.

Г.Ф. Басов и М.Н. Грищенко [1], изучая влияние лесных полос на изменение уровня грунтовых вод в Каменной степи, доказывают, что лесные полосы в течение вегетации образуют воронки депрессии, которые в большей степени зависят от их ширины и климатических факторов.

Однако исследования этих и других авторов носили односторонний характер и касались в основном гидрологической роли. Исследований по совместному изучению водно-солевого баланса поля древесных насаждений на орошаемых площадях и с близким залеганием уровня грунтовых вод было мало.

В статье приводятся данные составляющих только водного баланса поля, занятого древесными культурами (макшора оранжевая, клён иссиневый, акация белая). При расчёте элементов водного баланса на 1 га древесных насаждений и 1 км линейной посадки для Прикопетдагской зоны использовались данные лизиметрических наблюдений.

По механическому составу почвы в слое 0-100 см представлены средними и тяжёлыми суглинками, 100-300 — средними суглинками и супесями. Объёмный вес почвы верхнего метрового слоя — $1,45 \text{ г/см}^3$. Почвы по всему почвенному разрезу (0-300 см) слабозасоленные.

Для изучения дренажной способности древесных культур брались 2-летняя макшора оранжевая, 5-летний клён иссиневый, заранее высаженные в подготовленные лизиметры 18 февраля 1974 г. Годом позже посажены 6-летние саженцы акации белой.

Молодые деревья, расходующие большое количество воды, могут служить хорошим дренажем [4]. Это подтверждают и наши данные (табл. 1). Если с 1 га дрена длиной 30 пог.м за сутки в наших условиях может отводить $17,3 \text{ м}^3$ воды, то 1 км однорядной посадки макшоры оранжевой за третий год наблюдений транспирировал при глубине уровня грунтовых вод 1 м 85% воды, при 2 м — 54, при 3 м — 38% воды, отводимой дренажной, клёна соответственно 78,25 и акации —

Суточный расход воды полем

Порода	Глубина грунто- вод, м	Расход воды на транспирацию					
		1974		1975		1976	
		1 км лин. пос.	1 га на- сажд.	1 км лин. пос.	1 га насаж- дений	1 км лин. пос.	1 га насаж- дений
Маклора	1	0,2	6,6	7,2	23,8	14,8	46,8
	2	0,8	2,6	4,7	15,5	9,8	32,3
	3	0,8	2,6	3,0	9,9	6,5	21,4
Клен	1	0,1	6,6	10,8	35,6	13,4	44,2
	3	0,8	2,6	3,3	10,9	4,3	14,2
Акация	1			2,1	6,8	7,3	24,1
	2			2,8	8,6	6,4	21,1
	3			1,5	5,0	3,6	11,9

42, 37, 21%. Естественно, с ежегодным увеличением зелёной массы будет возрастать суточный расход воды на транспирацию.

При сравнении транспирации древесных насаждений с 1 га с дренажем инженерного типа в возрасте 2-7 лет наблюдается сильное превышение расхода воды на транспирацию по всем глубинам уровня грунтовых вод над количеством воды, отводимой дренажом (см. табл. 1).

Суточный расход воды на транспирацию древесными породами, также как и расход воды их полем, увеличивается с повышением уровня грунтовых вод и ежегодным накоплением зелёной массы. Можно предположить, что в последующие годы расход воды будет зависеть в большей степени от накопления зелёной массы и в меньшей — от исследуемого нами уровня грунтовых вод.

Для практических целей мелiorации большое значение имеет знание составляющих элементов водного баланса как за год, так и за вегетационный период (табл. 2).

Суммарное испарение как результирующая всех расходных и приходных элементов влаги в почвогрунте увеличи-

Таблица 1

Расход воды полем древесных пород					
1974					
1975					
1976					
1 км лин. пос.	1 га насаж- дений	1 км лин. пос.	1 га насаж- дений	1 км лин. пос.	1 га насаж- дений
3,3	10,9	9,0	29,7	17,1	56,4
3,4	11,2	6,4	21,1	11,4	37,6
3,1	10,2	4,3	14,2	8,1	26,7
3,3	10,9	12,4	40,9	15,6	51,5
3,2	10,6	4,3	14,2	6,3	20,8
		4,1	13,5	9,6	31,7
		4,8	15,8	8,1	26,7
		2,8	9,2	5,3	17,5

вается. Увеличение суммарного испарения за третий год наблюдений по отношению к первому составило у маклоры 2,4-5,2, у клена — 2,7-4,2, у акации (за два года) — 1,7-2,4.

Степень применения древесных пород для биологического дренажа определяется испарением ими грунтовых вод. Как видно из таблиц, доля участия грунтовых вод в общем испарении ежегодно увеличивается. Так, в первый год удельный расход их составил 3-17, а в третий — 60-88% суммарного испарения.

Чтобы подчеркнуть дренажную роль древесных пород, необходимо сравнить испарение из грунтовых вод за апрель — октябрь со способностью дрена (30 пог. м на 1 га), отводящих с 1 га 3,7 тыс. м³ воды; испарение из грунтовых вод с этой площади древесными породами составляет 2,04-10,76 тыс. м³. Эта величина зависит от породы, количества транспирирующей зелёной массы и глубины уровня грунтовых вод.

Испарение с 1 га грунтовых вод при глубине их уровня 1 м древесными породами за третий год наблюдений превышает расход воды дренажом в 1,5-3,2 раза, 2 м — 1,1-1,7,

Составляющие

Порода	Глубина грунто- вых вод, м	Суммарное испарение			Испарение
		1974	1975	1976	
					3 а
Маклюра		3,10	4,29	6,57	0,15
		0,94	1,30	1,99	0,06
Клён	3	3,14	4,29	5,03	0,23
		0,93	1,30	1,53	0,07
Акация			2,57	4,52	
			0,78	1,37	
Маклюра		3,10	5,48	9,01	0,46
		0,94	1,66	2,73	0,14
Акация	2		4,19	6,40	
			1,27	1,84	
Маклюра		2,97	8,08	12,60	0,10
		0,90	2,45	3,82	0,03
Клён	1	3,00	10,63	11,68	0,10
		0,91	3,22	3,54	0,03
Акация			3,63	7,29	
			1,10	2,21	
					3 а
Маклюра		2,38	3,56	5,74	0,07
		0,72	1,08	1,74	0,02
Клён	3	2,24	4,22	6,14	0,99
		0,68	1,07	1,86	0,30
Акация			2,05	3,76	
			0,62	1,14	
Маклюра		2,38	4,65	8,05	0,33
		0,72	1,41	2,44	0,10
Акация	2		3,40	5,71	
			1,03	1,73	
Маклюра		2,31	7,00	12,08	0,07
		0,70	2,12	3,66	0,02
Клён	1	2,31	9,74	11,05	0,07
		0,70	2,95	3,35	0,02
Акация			2,84	6,75	
			0,86	2,05	

Примечание. Числитель — 1 га насаждений;

Таблица 2

водного баланса, тыс. м³/га

	из грунтовых вод		Инфильтрация в грунтовые воды		
	1975	1976	1974	1975	1976
г о д					
	1,39	4,59	0,07	0	0,07
	0,42	1,39	0,02	0	0,02
	1,12	3,04	0,03	0	0,26
	0,34	0,92	0,01	0	0,08
	0,50	2,21		0,73	0
	0,15	0,67		0,22	0
	3,40	6,90	0,46	0,33	0,03
	1,09	2,09	0,14	0,10	0,01
	1,52	4,32		0,36	0,10
	0,48	1,31		0,11	0,03
	6,70	10,62	0,07	0	0,20
	2,03	3,28	0,02	0	0,06
	8,45	9,97	0,03	0	0,26
	2,56	3,02	0,01	0	0,08
	1,42	5,58	0	0,10	0,23
	0,43	1,68	0	0,33	0,07
в б е т а н к и ю					
	1,25	4,35	0,50	0,07	0
	0,38	1,32	0,15	0,02	0
	2,63	5,08	0,43	0,07	0
	0,88	1,54	0,13	0,02	0
	0,43	2,04		0,30	0
	0,13	0,62		0,09	0
	3,14	6,53	0,46	0,03	0,03
	0,93	1,98	0,14	0,01	0,01
	1,39	4,19		0,10	0
	0,42	1,27		0,03	0
	6,67	10,76	0,07	0	0,07
	2,02	3,26	0,02	0	0,02
	8,45	9,77	0,03	0,10	0,10
	2,56	2,96	0,01	0,03	0,03
	1,39	5,51		0,03	0,13
	0,42	1,67		0,01	0,04

знаменатель — 1 км однорядной посадки.

3 м – 0,8–1,2 раза. Расход воды древесными породами с 1 га будет в 3 раза больше, чем при линейной посадке, так как количество деревьев на 1 га составляет 3300 штук, а на 1 км длины – только 1000. При необходимости отвода большого количества воды можно добиться нужного эффекта за счёт увеличения числа рядов.

Борьба с инфильтрацией из каналов и полей имеет огромное значение в мелиоративной практике. Результаты опытов показывают, что пополнение грунтовых вод происходит за счёт поливов только в первый год посадки и составляет 14–30% суммарного испарения. В последующие годы по мере накопления подземной и надземной частей растений поливы не вызывали инфильтрации. Весной 1976 г. инфильтрация вызвана обильными атмосферными осадками в период наименьшего облиствления деревьев.

В ы в о д ы

Древесные породы в возрасте от 2 до 7 лет обладают высокой интенсивностью транспирации, большой скоростью роста надземной и подземной частей растений.

С увеличением числа рядов можно получить нужный эффект от лесопосадок.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б а с о в Г. Ф., Г р и щ е н к о М. Н. Гидрологическая роль лесных полос. М., Гослесбумиздат, 1963.
2. К а ц Д. М. и Л е г о с т а е в В. М. О влиянии лесонасаждений по ирригационной сети на режим уровня грунтовых вод. – Докл. АН УзССР, 1948, № 12.
3. К и с и л ё в а И. К. Опыт мелиоративного регулирования режима грунтовых вод орошаемых районов Голодной степи на примере совхоза "Пахта-Арал". Автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук, Ташкент, 1956.

4. Н о в и к о в Г. С. Вопросы проектирования лесных мелиоративных насаждений в средней полосе Амударьи. – Труды ин-та земледелия, Ашхабад, 1957, т. 1.

5. Н о в и к о в Г. С. Полезащитные лесные полосы как фактор биологического дренажа. Сб. работ по хлопководству и плодоовощным культурам. Ашхабад, 1958.

О. Назармамедов, А. Сариев

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО КАЧЕСТВУ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ (КДС) ХАУЗХАНСКОГО МАССИВА

После строительства II очереди Каракумского канала им. В.И. Ленина и Хаузханского водохранилища началось освоение земель Хаузханского массива в бездренажных условиях. Это вызвало интенсивный подъем уровня высокоминерализованных грунтовых вод, ранее залегавших на глубине 15 – 20 м. Скорость их подъема – 1,5 – 2,0 м в год. В ближайшее время темпы засоления создадут угрозу быстрого выпada всего массива из сельскохозяйственного оборота.

На Хаузханском массиве – 88,6 тыс. га орошаемых земель. Указанная площадь закреплена за 55-ю колхозами 5 районов Марыйской области (Марыйский, Векил-Базарский, Сакар-Чагинский, Туркмен-Калинский и Мургабский). В настоящее время в этой зоне проектируется современная оросительная и коллекторно-дренажная сети. До 1975 г. на всем Хаузханском массиве не было ни одного погонного метра дренажа. В 1975 г. началось строительство открытых коллекторов, как первичная мера понижения уровня высокоминерализованных грунтовых вод. Для получения мелиоративного эффекта от КДС необходимы качественное построение их, правильная эксплуатация, обеспечивающие нормальный отток минеральных солей с орошаемых земель.

Срок строительства оросительной и коллекторно-дренажной сети очень непродолжителен по сравнению с длитель-

ным периодом их эксплуатации. Неправильно эксплуатируемые КДС требуют дополнительные капиталовложения на исправление дефектов, создаваемых самими же хозяевами, что недопустимо.

В 1976 г. ТуркменНИИГиМ создал опытный участок на Хаузханском массиве на землях колхоза "Коммунист" Марыйского района. Это первый закрытый дренаж, построенный на массиве. На площади в 279,8 га построено 27 ниток закрытого дренажа из гончарных труб диаметром 150 мм. Общая протяженность дрен – 17,764 км.

Дрены строили методом полки. По проекту первоначальная глубина их заложения составляла в среднем около 4 м. Однако для проведения земляных работ требовалось уменьшить глубину заложения дрен. В среднем дно траншей было поднято на 0,8–1,0 м.

Согласно проекту, экскаватором отрывается траншея с полукторными откосами шириной по дну 1,0 м. На одном откосе вручную нарезается полка, дно которой должно быть на 1,0 м выше дна траншеи с тем, чтобы траншея осушала полку. На сухую полку отсыпается фильтрующий материал и укладываются гончарные трубы. Последнюю обсыпают с боков и сверху фильтром. Затем отсыпкой грунта в воду делается глиняный замок, фиксирующий положение труб. Досыпав вручную грунт толщиной 20 см, приступают к обратной засыпке механизмами.

Однако не все эти требования выполняются на строящихся дренах Хаузханского массива. Первый закрытый дренаж строился с некоторыми отклонениями от требований проекта. Остановимся на некоторых из них.

Траншею отрывают с помощью экскаватора до отметки дна полки. Затем ковшом углубляют одну сторону. Будущая траншея должна осушать полку – самый важный элемент траншеи. Расстояние от дна полки до дна траншеи 0,1–0,2 м. Полка практически оказывалась на дне траншеи. Грунтовая вода, попадавшая в нее, стояла почти на уровне дна полки, куда спускали с откоса фильтрующий материал – белекскую смесь. От того, что полка была не сухая, фильтрующий ма-

териал, не свободный от примесей грунта, прокисал. На такое неустойчивое основание укладывали гончарные трубы.

Как известно, одним из важных параметров дренажа является его уклон, обеспечивающий своевременный отток соленых вод. И если его не выдержать, то дрена заведомо обречена на плохую работу.

Несмотря на то, что длина одной секции гончарных труб 60 см, геодезический контроль проводится через каждые 10 м. Практически, спланировать площадку длиной 10 м, шириной 1,0 м лопатой, вручную невозможно без погрешностей. Отметки уклона необходимо проверять через 3-5 м. Технические условия допускают отклонение дрен от нормальной оси на $100 \text{ м} \pm 2 \text{ см}$. Так, отклонение от нормальной оси на дренах колхоза "Коммунист" достигает 20 см и более. Это чревато опасностью заиливания дрен.

Большой осторожности требует обратная засыпка дрен. Она должна быть качественной и плотность её должна быть доведена до естественного состояния. Обратную засыпку необходимо вести со стороны полки, послойно, увлажняя и уплотняя каждый слой.

При отсыпке траншеи извлеченный грунт укладывается в кавальеры на противоположной стороне от полки. На стороне полки складывается белекская смесь. После укладки трубы с фильтром траншею засыпают механизмами с обратной стороны полки. Однако это недопустимо, потому что при засыпке большими порциями грунт, перемешиваясь с водой траншеи, под собственной тяжестью выдавливает жижу на фильтр дрены и закупоривает его поры. Дисперсные и илистые частицы, перемешиваясь с водой, обволакивают фильтр и уменьшают его пропускную способность.

Как было отмечено выше, при укладке дренажных труб на непрочное основание и при отсыпке траншеи большими порциями возникала опасность смещения их по вертикали и по горизонтали. Таким образом, почти вся подземная часть строительства дрен и обратная засыпка их выполнены некачественно.

В Технических нормах в целях предотвращения попадания воды на наддренную полосу предусматривается устройство

уплотнённых валиков из грунта высотой 70 см над дренажной линией и по обе стороны от неё. Со временем валик, поднятый над дренажной линией, оседает, а боковые валики должны в течение года не допускать попадания оросительной воды на наддренную полосу. Последнюю не засевают в течение года. Так, полоса над дренами колхоза "Коммунист" не спланирована. На месте валиков над дренами остались ямы и углубления местами до 1,0 м. Боковые валики отсутствовали. При проведении алаговарядкового полива вода уходила на наддренную полосу. Около 450 м полосы над дренами Д-4-11, 250 м дрены Д-4-12 и около 140 м дрены Д-4-13 полностью оказались затопленными. Вода, просочившись через неуплотнённую обратную засыпку, образовала крупные воронки. Вследствие этого дрены заилились и уменьшилась их пропускная способность.

Вода, попавшая на наддренную полосу, дойдя до устья дрен размывала откос и заилила устьевое сооружение и коллектор. Объём заиливания только в устье дрены Д-4-13 составляет приблизительно 500 м³. В коллекторе образовался "язык" из вынесенных частиц шириной 4 м, простиравшийся на 60-70 м.

На рисунке приводится профиль коллектора до и после размыва. Подобные явления имеют место в устьях дрен Д-4-11, Д-4-12, Д-4-13 и Д-4-23. В районе устьев этих дрен происходило заиливание коллектора и затопление устьев.

Объекты, строящиеся на поверхности земли, доступны непосредственному осмотру, а находящиеся над ней недоступны. Для последних составляются акты скрытых работ. Поэтому ошибки, замеченные в любой стадии производства работ, должны быть немедленно исправлены, ибо после засыпки невозможно это сделать. Особенно это важно при строительстве закрытого дренажа Хаузаханского массива, так как почвогрунты здесь очень тяжёлого механического состава, с низким коэффициентом фильтрации. Малейшая оплошность, допущенная при строительстве, может отразиться на эффективности работы дрен.

Из 27 закрытых дрен 13 впадают в коллектор ХК-1-5, на котором производили продольную и поперечную съёмку.

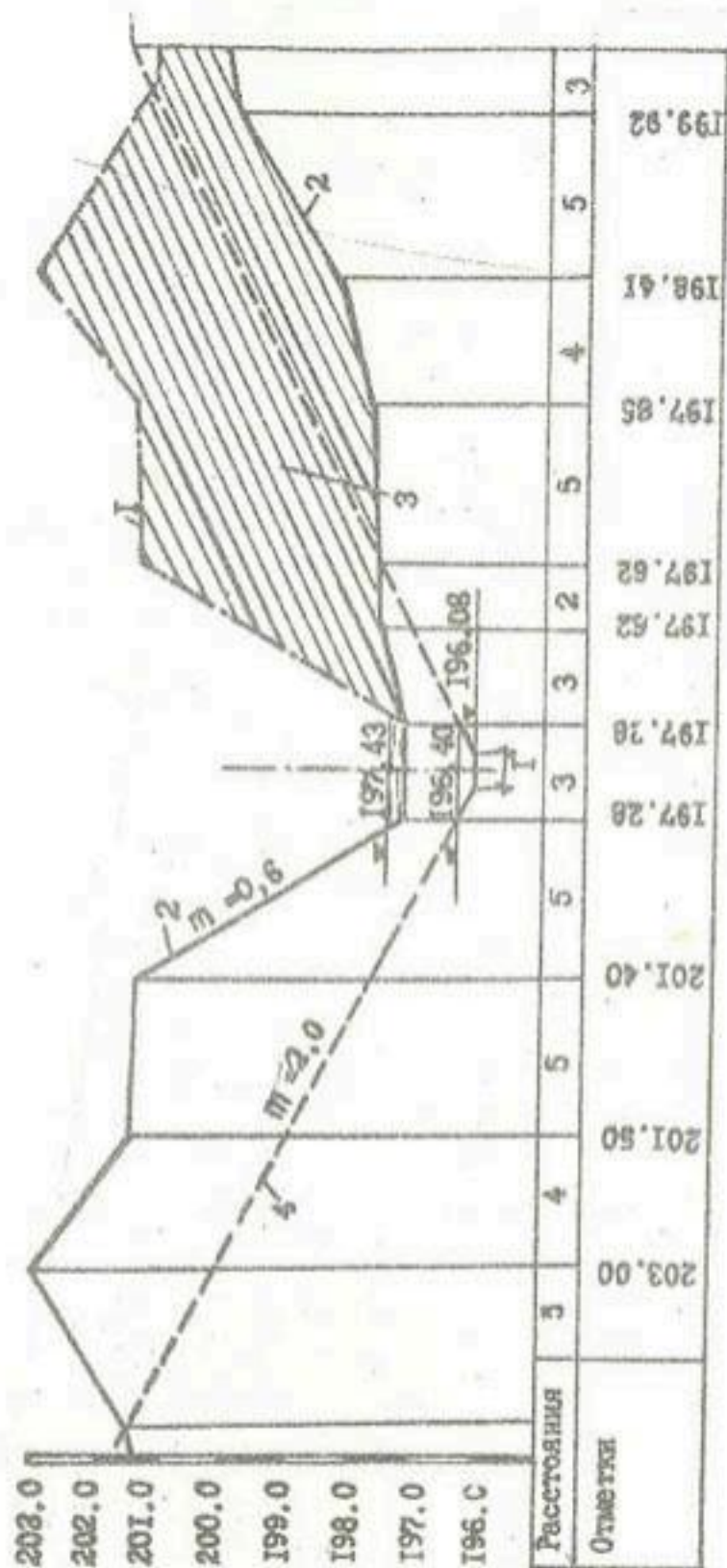


Рис. Поперечный профиль коллектора ХК-1-5 на ПК 10: 1 - бывший профиль до размыва, 2 - существующий профиль после размыва, 3 - объем размыва, 4 - проектный профиль.

По данным съёмки, протяженность его 1770 м. Поперечники сняты через 200 м в характерных местах. В колхозе "Коммунист", согласно проекту, ширина коллектора по низу - 1,0 м, откосы двойные при глубине $H = 5$ м. В ходе строительства закрытых дрен выяснилось, что при отрывке траншеи глубиной 4 м из-за близкого стояния уровня грунтовых вод оплывали откосы. По ходатайству строительной организации СМУ "Хаузахгидрострой" треста "Каракумгидрострой" управления "Каракумстрой" проектный институт "Каракумгипроволхоз" уменьшил глубину заложения дрен, при этом решено было дно коллектора ХК-1-5, куда они впадают, оставить проектным. Согласно проведённым натурным съёмкам, коллектор ХК-1-5 недобран по профилю и глубине. Проектное дно в начале его недобрано на 1,35, в устье - на 1,32 м. В результате, через полгода устья дрен стали заплывать. Поперечная съёмка коллектора ХК-1-5 показала, что на всём протяжении существующий профиль не совпадает с проектным.

На рисунке приводится типичный профиль коллектора. Как видно, проектный откос не выдержан. По данным натурной съёмки, существующие откосы разны 0,5-0,6 вместо $m = 2,0$. В результате такого крутого заложения откосов на нижних участках они начали обваливаться. Это привело к деформации его профиля. Создавшееся положение усугубилось и неправильной эксплуатацией. Основным недостатком эксплуатации КДС является сброс оросительной и промывной воды или дождевого стока в них. Ведь известно, что поливные нормы разработаны для удовлетворения только необходимого спроса растений в воде.

Поливная норма должна расходоваться только на удовлетворение нужд сельскохозяйственных культур, на испарение и транспирацию. Промывная норма должна обеспечить растворение минеральных солей почвы и вымыв их в нижние горизонты. Часть её идёт на испарение. Как видно, никакими нормами не предусмотрено излишнее количество воды для сброса.

Однако, несмотря на то, что на коллекторах не имеется сбросных сооружений, хозяйства продолжают сбрасывать

воду в неположенные места. На местах сбросов коллекторы заиливаются вынесенными частицами грунта откоса.

Для устранения указанных недостатков необходимо усилить авторский надзор, пресекать всякие отклонения от проекта, изживать примиренчество по отношению к ошибкам и недоделкам. Неправильный учёт воды, нарушение элементарных норм водопользования, отсутствие должного контроля над оросительными системами, полив повышенными нормами в конечном итоге ведут к неэкономному использованию природных ресурсов и как прямое следствие его — к засолению земель.

Коллекторно-дренажные системы призваны вернуть выпавшие из сельскохозяйственного оборота земли, поэтому все мероприятия по их эксплуатации должны быть целенаправленными и технически грамотными. От этого зависит эффективность их работы.

Качественно построенный дренаж — это дополнительный урожай сельскохозяйственных культур.

УДК 568.33:681.001.57

Ю.О.Каграманов

УСТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РАСЧЁТНОЙ СХЕМЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА г. ТЕДЖЕНА

Моделирование вертикального дренажа г. Теджена связано с подтоплением территории города. При сильной минерализации (5-50 г/л) грунтовые воды, находясь на значительной глубине от поверхности земли (1-3 м), подтапливают фундаменты зданий, сооружений и подземные коммуникации, располагаясь местами выше допустимых норм.

Неблагоприятные гидрогеологические условия городской территории (около 1870 га), планируемой в перспективе под застройку, определяются в основном особенностями геологического строения, климатом района, гидрографической сетью (р.Теджен, каналы Кара-Юрма и "Комсомола") в тесной связи с хозяйственной деятельностью человека. Имеется в виду инфильтрация за счёт потерь из мелкой арычной сети в весенне-летнее время, и (характерно для городов и посёлков Туркмении) инфильтрация из оточных ям, имеющая место при отсутствии канализации, а также потери из небольшой канализационной сети.

Грунтовые воды исследуемой территории, имея повсеместное распространение, представляют собой единый мощный грунтовый водоносный горизонт.

Из физико-географических условий района на режим грунтовых вод большое влияние оказывает равнинный характер поверхности, сухой пустынный климат с жарким летом, вы-

оскими температурами и малым количеством выпадающих осадков (около 160 мм в год), распределяющихся в течение года очень неравномерно.

Как указывалось ранее, естественной водной артерией района г. Теджен является река Теджен со среднесуточным расходом, составляющим $50 \text{ м}^3/\text{с}$. Щитовая плотина Карры-Бент поднимает уровень воды в реке для целей ирригации. С этого места, принимаемого за устье, перед плотинной река разветвляется на множество крупных магистральных и мелких каналов, одними из которых являются каналы "Кара-Юрма" и "Комсомол". Уровень воды в реке поддерживается в течение года неизменным с незначительным колебанием горизонта $0,20-0,30 \text{ м}$ и находится в среднем на уровне рельефа территории, местами возвышаясь над ним на $0,5-1,0 \text{ м}$. Большое влияние на формирование грунтовых вод оказывает геологическое строение дельтовой равнины, весьма невыдержанный литологический состав аллювиально-дельтовых и аллювиальных отложений и их большая мощность /1, 2, 3/. Четвертичные отложения (верхнедельтовые и древнедельтовые) покрывают мощным чехлом все дочетвертичные образования. Мощность отложений достигает 230 м . Геологическое строение территории города детально определено на глубину до 60 м . В разрезе четвертичные отложения представлены в основном чередованием песков с линзами глины, суглинков и супесей. Пески по своему гранулометрическому составу относятся к тонко- мелко- и разнозернистым. Линзы глины, суглинков и супесей не выдержаны в разрезе как по мощности, так и по распространению.

В расчётах принималась 60-метровая толща с большой фактической изменчивостью, невыдержанностью слоев и линз, различных коэффициентов фильтрации литологических разностей, колеблющихся в пределах $1,82-3,58 \text{ м/сут}$ для песков, $0,02-0,0005$ — для суглинков и глины. При такой пестроте строения не было возможности привести рассматриваемую толщу к слоистой для учёта линз и пропластков.

Наличие единого водоносного горизонта, отсутствие капорности в рассматриваемой системе позволило считать

толщу отложений однородной. При этом, при подсчёте водопроводимости пласта для расчёта принималась только суммарная водопроводимость песков и супесей и исключались глины и суглинки. Содержание супеси в разрезе весьма незначительно и её проводимость суммировалась с водопроводимостью песков. Невысокие значения коэффициентов фильтрации суглинков и глины играют несущественную роль при принятой, однородной схеме пласта главным образом потому, что пески и супеси, являясь основными водосодержащими породами, играют основную роль в питании скважин вертикального дренажа. Средняя суммарная мощность песчаных отложений территории $35-50 \text{ м}$.

Водопроводимость песчаных отложений колеблется в пределах $47,0-154,0 \text{ м}^2/\text{сут}$ (среднее значение в основном $86,0-135,0 \text{ м}^2/\text{сут}$). Ввиду того, что верхняя часть разреза представлена преимущественно переслаиванием суглинков и глины с линзами песка и супеси, считалось, что верхние покровные отложения влияют на колебание уровня грунтовых вод. Поэтому расчётный слой пласта считался однородным с постоянной проводимостью, равной суммарной проводимости песков, и коэффициентом водоотдачи, задаваемым для верхнего слоя, условно считааемый покровным. Причём его параметры принимались со значением $m_n = 10 \text{ м}$ и $K_n = 0,48 \text{ м/сут}$. Так как решалась задача нестационарной фильтрации, то по имеющемуся критерию /6/ считалось, что при монотонном течении процесса влиянием вертикального водообмена можно пренебречь ввиду того, что оно сказывается только в начальной его стадии, а при времени его протекания

$$t > 5 \frac{\mu m_n}{K_n} \quad (1)$$

где μ — коэффициент водоотдачи;
 m_n, K_n — мощность и коэффициент фильтрации покровного слоя, м .

Влиянием сопротивлений покровных отложений можно пренебречь. При имеющихся параметрах, уже при $t > 10-15 \text{ сут}$, условие (1) будет соблюдено.

При решении задачи принимались граничные условия первого рода. С одной стороны границей были р. Теджен с

горизонтами воды в ней; с севера и юга границами служили гидроизогипсы исходного потока с отметками 188,82 и 174,27. Восточной границей области фильтрации служила линия тока, проведенная по нормали к фильтрационному потоку. При определении условной области, за пределами которой практически не будет сказываться воздействие моделируемого процесса, размеры её определялись с учётом предварительной длины области существенного возмущения потока по приближенной зависимости [6]

$$L \approx R \approx 4,5 \sqrt{at},$$

где a — коэффициент уравнепроводности в безнапорном потоке или коэффициент пьезопроводности в напорном потоке;

t — время развития процесса, сут.

Сомнение вызывал параметр M — коэффициент водоотдачи, величина которого находилась в пределах 0,14–0,17. Однако по предварительным расчётам коэффициент водоотдачи оказался несколько завышенным. Это связано, видимо, с тем, что он определялся через коэффициенты уравнепроводности и водопроводимости для всей 60-метровой мощности. Среднее значение водоотдачи для зоны, в которой преобладает колебание уровня грунтовых вод равнялось 0,107. При определении степени функциональности модели при кусочно-постоянной проводимости пласта решалась двумерная задача планового-плоского потока.

Исходными для решения обратной задачи являлись данные о начальных и граничных условиях на два периода времени (t , $t + \Delta t$), полученные на основании карт гидроизогипс, рассчитанных на два срока (X 1975 и Y 1976).

Водопроводимость водоносного комплекса принималась на основании карты водопроводимости суммарной мощности песчаных отложений.

Требовалась определения и уточнения величина, не поддающаяся подсчёту обычными водо-балансовыми методами ввиду многообразия факторов её определяющих (неравномерность выпадения осадков, испарения и транспирации растений). Предварительно величина $\frac{W}{\mu}$ определялась по



Рис. 1. Схема инфильтрации.

исходным картам гидроизогипс. При этом сроки (X 1975 и Y 1976) приняты по той причине, что под воздействием ирригационно-хозяйственных и климатических факторов в условиях близкого залегания грунтовых вод шло колебание уровня, принимал характер компенсированного. Максимальное стояние уровня грунтовых вод наблюдалось в весенне-летний период, минимальное — в осенне-зимний. В течение рассматриваемого срока накопление (подъем уровня) грунтовых вод происходило с 30 X 1975 г. по 30 Y 1976 г., после чего начинал преобладать фактор испарения и происходило понижение уровня (рис. 1).

Величина поступления в пласт $\frac{W}{\mu}$ определялась по уравнению в конечных разностях, аппроксимирующему по неявной схеме. Площадь определения величины $\frac{W}{\mu}$ (на картах гидроизогипс) — 567 га — разбита на сетку квадратов с шагами $\Delta X = \Delta Y = 300$ м и шагами по времени $\Delta t = 210$ сут. Полученные величины $\frac{W}{\mu}$ сильно разнятся как по абсолютной величине, так и по знаку, это указывает на весьма неравномерную величину инфильтрации и влияние скважин.

Моделируемая область фильтрации разбивалась на сетку прямоугольников. При этом применялись три зоны разбивки с различным шаговым отношением 1:2 и 2:5, то есть $\Delta X = \Delta Y = 150 \times 150$ м, $\Delta X = \Delta Y = 300 \times 300$ и неравномерным (рис. 2). Фильтрационные сопротивления переходных зон рассчитывались по соотношениям, приводимым в литературе [4]. Детальная разбивка 150×150 м применялась для соблюдения условия, по которому между скважинами должно быть не менее 3-4 блоков. Фильтрационные сопротивления области высчитывались по общеизвестным формулам. В первом приближении величина недостатка насыщения (водоотдачи) μ принималась равной 0,107. Моделирование скважин производилось при фактических дебитах. При этом скважины не сводились в узлы, а применялся метод [5], согласно которому скважина моделируется без переноса её в узлы, а по расположению в блоке. Учёт точного расположения скважины в блоке осуществляется заданием соответствующих расходов в 4 узла данного блока. Р.Ниллорт приводит таблицы задаваемых расходов в узлы блока при различном расположении скважины [5].

Решение обратной задачи и выяснение степени функциональности модели производилось на интеграторе БУСЭ-70. Общее количество счётных узлов — 720.

На модель задавалась предварительно определенная величина W в те узлы, для которых она была высчитана. В остальные узлы области фильтрации задавались величины инфильтрации, определенные в зависимости от величины повышения уровня на расчётный интервал времени Δt по формуле

$$W = \frac{\Delta H \cdot \mu}{\Delta t}$$

где ΔH — средняя по площади величина повышения уровня грунтовых вод за время Δt .

Величины инфильтрации вследствие большого количества расчётных узлов задавались через дополнительный потенциал определяемый по зависимости

$$U_w = \frac{W \cdot \Delta t}{\mu \cdot \Delta H}$$

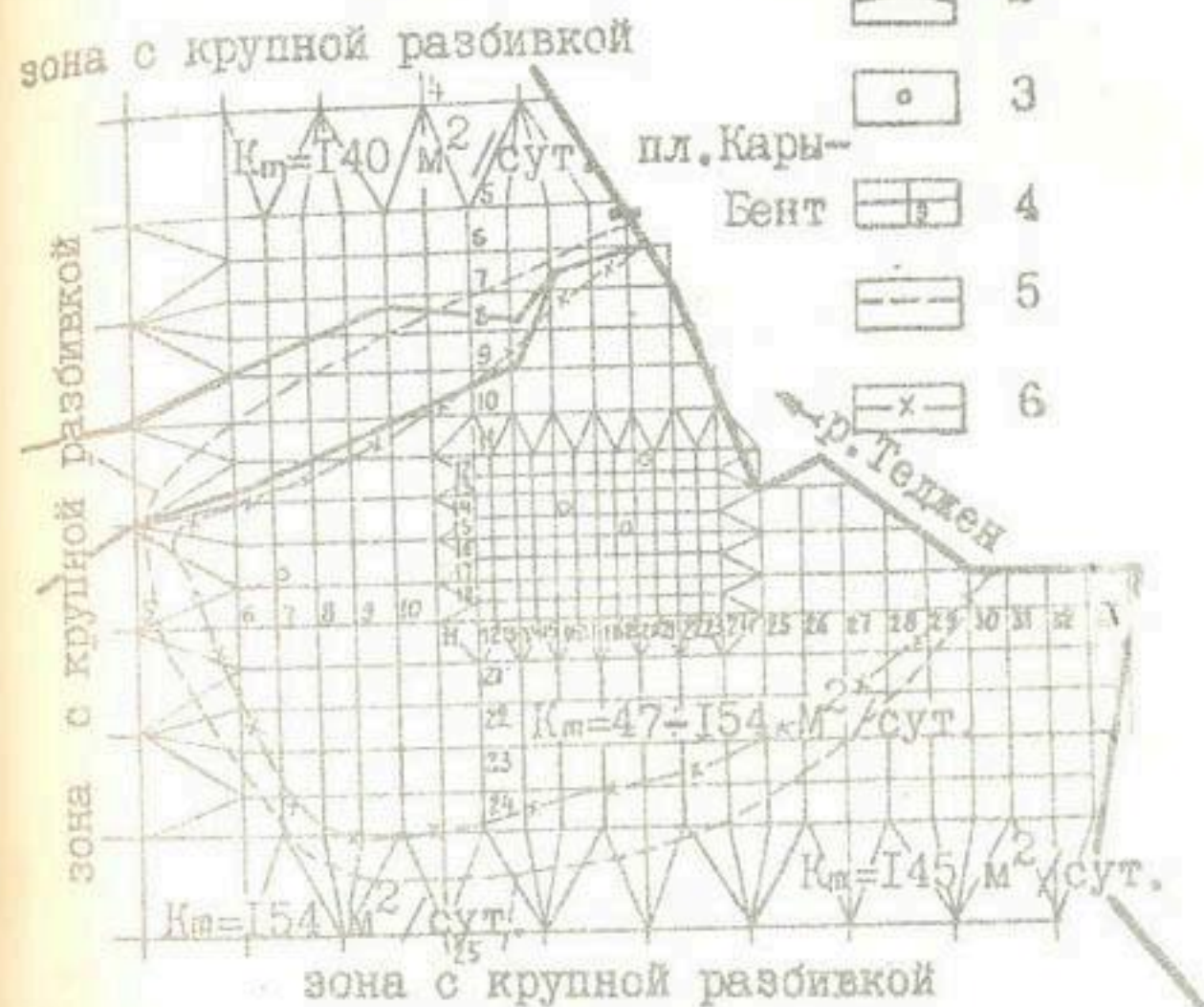


Рис. 2. Схема разбивки области фильтрации (фрагмент, детальная разбивка): 1 — граница области фильтрации, 2 — внутренние границы (каналы), 3 — эксплуатационная скважина, 4 — расчётный узел и его номер, 5 — граница зон различной водопроницаемости, 6 — граница города.

где W — величина поступления в пласт или испарение с уровня грунтовых вод, м/сут;
 ΔH — масштаб напоров.

Путем подбора определены величины инфильтрации на территории города и на периферии, при которых получена карта гидроизогипс на расчётный интервал времени $t + \Delta t$ (30 У 76). Корректировка величины инфильтрации на территории города проводилась с подбором её в каждый узел до совпадения с гидроизогипсами. При этом необходимо было уменьшить величину водоотдачи до 0,10. Полученная величина M принималась для всей остальной области. На периферийной части величина инфильтрации принималась одинаковой для целой зоны узлов.

Таким образом, при принятой схематизации параметров и подбором величин W и M получена фактическая картина гидроизогипс водоносного комплекса на интервал времени $t + \Delta t$ (30 У 76). Это послужило основанием считать модель достаточно функциональной для проведения на ней дальнейшего прогнозного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вчерашний М. А., Г. И. Амурский, О. Г. Горбунова, Б. В. Гоголь и др. Отчёт о гидрогеологических исследованиях в дельте реки Теджен для мелиоративного районирования по работам 1955-1958 гг. Фонды ГУ при СМ СССР.
2. Горбунова О. Г. Гидрогеологические условия дельты Теджена. - "Мат-лы исследования в помощь проектированию и строительству" Каракумского канала", Ашхабад, 1959, вып. 5.
3. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории г. Теджен в связи с проектированием мероприятий по улучшению мелиоративного состояния города. Ашхабад, Туркменгипроводхоз, 1971.
4. Карплюс У. Моделирующие устройства для решения теории поля. М., ИЛ, 1962.
5. Milleert P. Thesen zu Beitrag zur Simulation von Brunnen als innere Randbedingungen

in horizontalebene diskreten Grundwasserströmungsmodelle. Dresden, April, 1976.

6. Жернов И. Е., Шестаков В. М. Моделирование фильтрации подземных вод. М., "Недра", 1971.

Р. Григорьянц, Ю. Каграманов

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОДЫ
В ТОЛЩЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Увлажнение лессовых грунтов может быть кратковременным и длительным.

Кратковременное увлажнение происходит вследствие утечки воды из коммуникаций (водовода, канализации, теплофикации), технологических устройств (резервуаров, исечных площадок и т.п.); проникновения атмосферных осадков в грунты основания, нарушения целостности стыков, лотков, водоводов и др., то есть при авариях или некачественном производстве работ. Вследствие кратковременного увлажнения происходят неравномерные деформации оснований сооружений, вызывающие крен сооружений, нарушения целостности стыков и швов лотков и водоводов.

Длительное увлажнение наблюдается в каналах, водохранилищах, межхозяйственных оросителях, при предпостроечном замачивании в котлованах и чеках. При длительном промачивании наблюдается стабильная деформация в пределах увлажненной зоны.

Проникая в лессовый грунт сверху, вода распространяется и перемещается в его толще как сверху вниз, так и вбок, в стороны от источника увлажнения, образуя увлажненную зону. На характер формирования и размеры увлажненной зоны влияют фильтрационные свойства грунта, размер источника инфильтрации, величина напора и др.

Исследование фильтрационных свойств лессовых грунтов в лабораторных условиях показало, что их коэффициенты во-

допроницаемости в вертикальном направлении значительно больше (иногда в 2-10 раз), чем в горизонтальном.

Многие авторы объясняют это положение наличием в лессовых грунтах макропор в виде вертикальных канальцев, ходов червей, разложившихся корней растений и т.п. В связи с этим глубина распространения воды в них должна значительно превышать величину распространения её в стороны. Ф.П. Саваренский даже получал соотношения вертикальной и горизонтальной фильтрации в 12,2 и 37,5 раз. В.И. Крутов же отмечает, что столь резкой разницы в распространении воды вниз и вбок, как и изменение коэффициентов водопроницаемости в вертикальном и горизонтальном направлениях, в натуре не наблюдается, и, следовательно, анизотропность фильтрационных свойств грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях влияет на распространение воды в толще грунта, но не является решающим фактором.

Н.Я. Денчов отмечает, что в начале замачивания движение влаги в вертикальном направлении происходит с большей скоростью, чем в горизонтальном, а через некоторый промежуток времени эта картина изменяется в обратную сторону. Чжо-Пэй-ю объясняет такое положение не только наличием плёночного движения фильтрационной воды, но и изменением коэффициента водопроницаемости как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. При длительном замачивании вертикальные трубчатые макропоры постепенно нарушаются под нагрузкой от собственного веса. В результате коэффициент водопроницаемости уменьшается. Возможно, изменение ориентации фильтрации происходит вследствие того, что сжатие толщи грунта под источником увлажнения больше, чем в стороне от него. Следовательно, водопроницаемость грунта под источником уменьшается значительно, чем в зоне бокового растекания.

Из сказанного следует, что процесс распространения воды в лессовых просадочных грунтах имеет свои особенности, т.к. фильтрация происходит в постоянно сжимающейся толще.

Большой интерес представляет прогноз формирования увлажненной зоны в просадочных грунтах. Определять размер

зоны увлажнения, динамику фронта замочки, количество профильтровавшейся воды по имеющимся теоретическим зависимостям не всегда представляется возможным вследствие трудности изучения процесса формирования увлажненной зоны в натуре. Этот процесс с достаточной точностью можно изучить моделированием на аналоговых машинах.

Для определения времени продвижения увлажненной зоны в лессовом грунте нами была решена плоская в разрезе задача на гидравлическом интеграторе системы проф. В. С. Лукьянова. Для обычных грунтов задачу инфильтрации воды в толщу грунта на гидройнтеграторе решали А. Т. Морозов, М. Г. Калтагова, В. Н. Коренев. Решение обратной задачи по динамике влажности лессовых просадочных грунтов при их замачивании осуществила А. Е. Михалева.

Нами решена поставленная задача для замачиваемого котлована диаметром 20 м, глубиной заполнения водой 0,5 м.

При рассмотрении плоской задачи линеаризованное уравнение неустановившейся фильтрации в проекциях на оси координат X, Y имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} &= \frac{1}{S} \left\{ \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{g}{K_x} U \right\} \\ \frac{\partial V}{\partial t} &= -\frac{1}{S} \left\{ \frac{\partial p}{\partial y} - \frac{g}{K_y} V - g \right\} \end{aligned} \right\}.$$

При решении задачи применялся метод смены стационарных состояний, то есть непрерывный процесс движения влаги, приводящий к непрерывному перемещению границы зоны насыщения, заменяется конечной последовательностью состояний установившегося движения, причём каждый раз в новых границах.

Развитие контура увлажнения на каждом шаге происходит при постоянных коэффициентах недостатка насыщения μ и водопроницаемости K :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) = 0,$$

где

$$h = \frac{p}{\gamma} + y + c - \text{гидравлический напор}$$

В расчётах по определению зоны насыщения на каждом шаге принимался средний коэффициент недостатка насыщения $\mu_{\text{ср.}}$.

Расчёты по определению величины $\mu_{\text{ср.}}$ применительно к лессовым грунтам приведены в работах А. Е. Михалева. Величина $\mu_{\text{ср.}}$ определялась по зависимости

$$\mu_{\text{ср.}} = W_{\text{ср.}} - W_e,$$

где W_e — естественная влажность грунта;

$W_{\text{ср.}}$ — средняя влажность в пределах увлажненной зоны.

Для крупных источников увлажнения $W_{\text{ср.}}$ рассчитывается по формуле

$$W_{\text{ср.}} = \frac{W_{\text{нв}}(H-2) + (W_{\text{нв}} + W_{\text{нв}})}{H},$$

где H — глубина промачивания грунта;

$W_{\text{нв}}$ — полная влагоёмкость грунта;

$W_{\text{нв}}$ — влажность, при которой начинается интенсивное движение воды в грунте в жидкой фазе (наименьшая влагоёмкость).

Коэффициент водопроницаемости по всему разрезу от источника увлажнения до уровня залегания грунтовых вод рассчитывается по формуле С. Ф. Аверьянова

$$K_{\text{вк}} = K_{\text{в}} \left(\frac{W_{\text{ср.}} - W_{\text{нв}}}{W_{\text{нв}} - W_{\text{нв}}} \right)^m,$$

где $K_{\text{в}}$ — коэффициент водопроницаемости, соответствующий полному водонасыщению грунта с учётом заземлённого воздуха.

Для лессовых сильнопросадочных грунтов показатель степени m при диапазоне изменения объёмной влажности грунта 26 — 42% равен 3.

Для определения величины $K_{\text{в}}$ при значении пористости 53 — 46% А. Е. Михалева предлагает пользоваться зависимостью

$$K_{\text{в}} = K_{\text{вн}} \left[1 - \left(\frac{n_{\text{н}} - n_{\text{к}}}{n_{\text{н}}} \right)^{\frac{1}{2}} \right],$$

где $K_{\text{вн}}$ — коэффициент водопроницаемости неуплотнённого грунта при пористости $n_{\text{н}}$;

$K_{\text{в}}$ — коэффициент водопроницаемости уплотнённого грунта при пористости $n_{\text{к}}$;

α — коэффициент, характеризующий структуру порового пространства грунта, для сильнопросадочных грунтов изменяется от 1,5 до 1,0.

Решение рассматриваемой задачи проводилось по приведённым параметрам.

Значения полной и наименьшей влагоёмкости, пористости, коэффициентов водопроницаемости, просадочности грунтов приняты по полевым и лабораторным исследованиям, проведенным в Гяурской долине и в лаборатории ТуркменНИИГиМа, а также по данным института "Каракумгипроводхоз".

Задача решалась как двухмерная в разрезе в период насыщения грунта под источником увлажнения до смыкания с уровнем грунтовых вод. Область фильтрации разбивалась на элементарные блоки по двум координатным осям X, Y (рисунк).

Шаг разбивки в направлении оси абсцисс принимался равным ширине котлована. Разбивка от уреза водоёма принималась с небольшими шагами в пределах возможного бокового растекания. Расчёт фильтрационных сопротивлений производился по общеизвестной зависимости

$$R = \frac{e_{n,n+1}}{K \delta F},$$

где $e_{n,n+1}$ — горизонтальные или вертикальные расстояния между пьезометрами, то есть центрами блоков;

F — соответствующая площадь фильтрации.

Определение зоны насыщения начиналось с включения блоков, непосредственно примыкающих к полупериметру котлована и соединённых с водосливами, пороги которых устанавливались на отметках, соответствующих центрам блоков.

Затем включали одновременно гидроинтегратор и секундомер и измеряли объём воды, вытекающей из водосливов и идущей на насыщение грунта под ложем котлована.

Количество воды, соответствующее объёму насыщения рассматриваемых блоков, определяло время заполнения. По мере насыщения подключенных блоков водой одно стационарное положение заменялось другим. Присоединенные к ним водосливы отключались и подключались к соседним блокам.

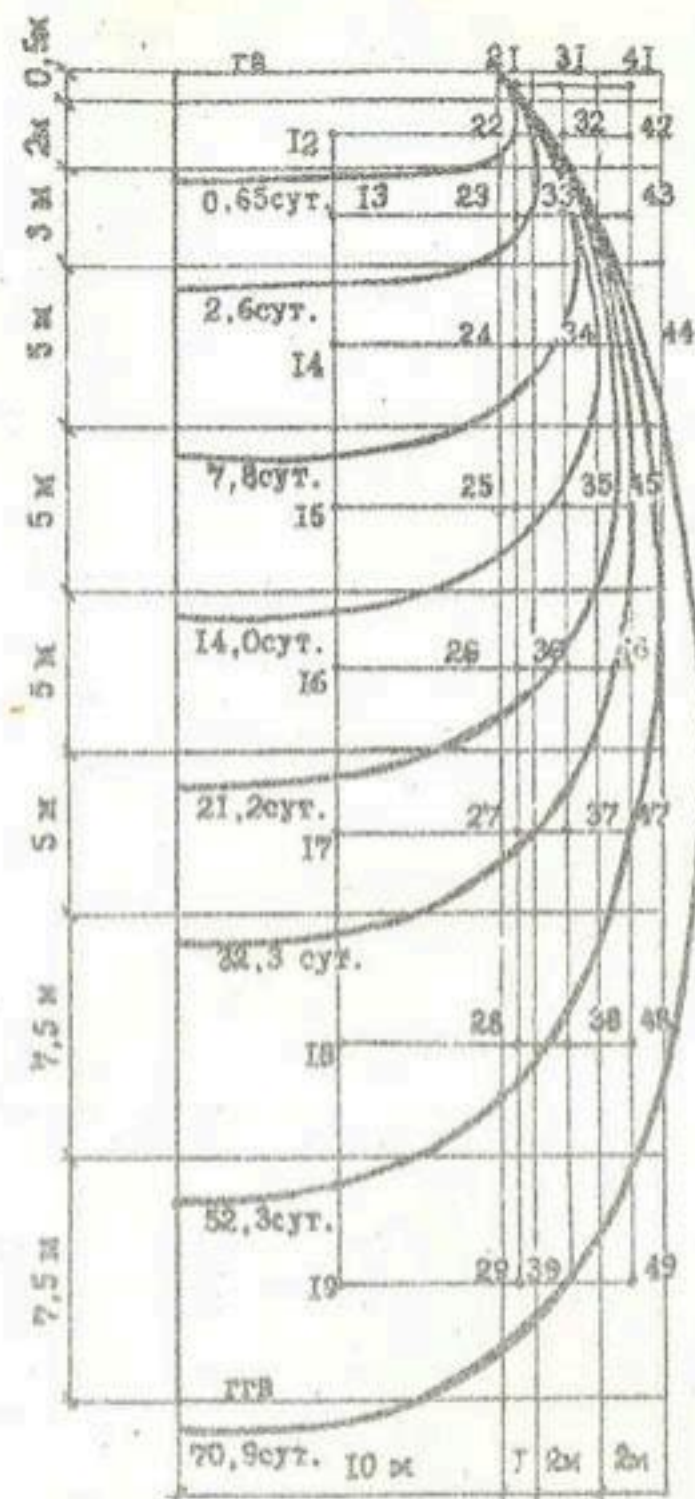


Рис. Схема гидромодели для решения задачи фильтрации из котлована на гидроинтеграторе. Масштабы моделирования: фильтрационных сопротивлений $m_R = 20$; напоров $m_h \neq const$; объёмов $m_v = 1$; времени $m_t = 20$.

Этот процесс продолжался до тех пор, пока область насыщения не достигала горизонта грунтовых вод.

Водоёмкость расчётных блоков определялась по формуле

$$C = M_{ep} F,$$

где F — площадь блока.

Из-за перемещения водосливов сверху вниз по мере продвижения зоны увлажнения величина масштаба напоров $m_h = \frac{h}{h_0}$ принималась различной для каждого шага вертикальной разбивки.

Время границы насыщения определялось по формуле

$$t = t_{инт} \cdot m_t,$$

где $t_{инт}$ — время заполнения блока на интеграторе;

m_t — масштаб времени.

Границы зоны насыщения устанавливались по времени заполнения блоков соответственно вертикальной разбивке.

Объём воды в соответствующем боковом блоке приводился к времени заполнения основного нижнего блока. Полученный объём "размазывался" в боковых блоках с учётом воображаемой зоны насыщения и строились кривые контура увлажнения. Сопоставляя объёмы в гидроинтеграторе с масштабом объёмов, подсчитывалось общее количество профильтровавшейся воды.

Из сказанного следует, что для определения времени промачивания и количества профильтровавшейся воды из замачиваемого котлована в лессовых грунтах на каждом этапе продвижения контура увлажнения, необходимо достаточно точное определение границы зоны увлажнения, характер которой выявляется на гидроинтеграторе с закладыванием в него характеристик грунта изучаемого массива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов Н. Я. Физическая сущность деформации лессовых грунтов при увлажнении. Вопросы исследования, проектирования и строительства зданий и сооружений на лессовых грунтах Северного Кавказа. — "Мат-лы территориального совещания". Ростов-на-Дону, 1966.

2. Калтагова М. Г., Кореньев Е. Н. Определение потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов с помощью гидроинтегратора. — "Гидротехника и мелиорация", 1963, № 1.

3. Крутов В. И. Расчёт фундаментов на просадочных грунтах. М., Стройиздат, 1972.

4. Михалёва А. Е. Динамика влажности лессовых просадочных грунтов при их замачивании. Автореф. дис. на соиск. учёной степ. канд. технич. наук. М., 1973.

Б. Джораев, Л. М. Мамлеев

РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ
АМУДАРЬИ

Для правильного решения вопросов мелиорации земель Чарджоуского орошаемого оазиса, охватывающего долину среднего течения Амударьи, необходимо установление характера её влияния на грунтовые воды.

Влияние реки на грунтовые воды прилегающей площади устанавливается обычно путём наблюдений за горизонтом воды в реке и грунтовых вод по створу наблюдательных скважин, расположенному перпендикулярно к реке. В долине Амударьи эти наблюдения ведутся с 1959 г. по 13 створам скважин, 9 из которых расположены на левобережье, а 4 — на правобережье реки. Общее количество наблюдательных скважин на этих створах — около 100 шт. Анализ материала многолетних режимных наблюдений позволяет установить особенности влияния реки на режим грунтовых вод на различных участках долины. Влияние реки распространяется в первую очередь на прилегающую к ней пойму. Последняя протягивается вдоль обоих берегов реки неширокой (0,3–3,0 км), местами прерывающейся полосой. Покрыта она густой травянистой и кустарниковой растительностью и характеризуется типичным тугайным ландшафтом. Во время паводка значительная территория поймы затопляется, в связи с этим обычно не используется под орошаемое земледелие. Однако на ряде участков периодически производятся посевы бахчевых культур, риса, а иногда хлопчатника. Сю-

жена пойма преимущественно тонкозернистыми и очень мелкозернистыми песками. Грунтовые воды формируются в основном за счёт русловых потерь Амударьи, ирригационных каналов и инфильтрации оросительных вод и залегают на глубине 0,3–1,5 м.

В начале года грунтовые воды занимают наиболее низкое положение. Подъём начинается с начала февраля и продолжается до первой половины июля. С июля до конца года наблюдается снижение уровня, сначала интенсивное, а в конце года — более плавное. Наиболее низкое положение уровня отмечается в январе, а наиболее высокое — в июле. Но в отдельные годы экстремальные положения уровня сдвигаются на более ранний или поздний срок в пределах одного месяца в зависимости от режима Амударьи. В общем сезонный график режима грунтовых вод прибрежной зоны Амударьи, построенный по среднemesячным данным, представляет собой относительно плавную синусоидальную кривую, имеющую в годовом шире по одному максимуму и минимуму. Совмещение графиков годового хода уровня грунтовых вод рассматриваемого фактора режима и горизонта в Амударье позволяет установить полную синхронность их колебаний в течение года при несколько меньшей годовой амплитуде колебания грунтовых вод (см. рисунок). Следовательно режим грунтовых вод прибрежной зоны Амударьи формируется в основном под влиянием колебания горизонта воды в реке. О неслучайности отмеченной синхронности можно судить по полному совпадению во времени колебаний уровня грунтовых вод и горизонта воды в реке на створе наблюдательных скважин, проходящих через долину нормально Амударье во всех ближайших к реке скважинах. В более удалённых по створу наблюдательных скважинах колебания уровня грунтовых вод и горизонта воды в реке заметно отличаются в течение года и являются несинхронными.

Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод в отдельных пунктах прибрежной зоны в зависимости от удалённости от реки и литологического состава пород изменяется в пределах 38–206 см. Скорость подъёма уровня грунтовых

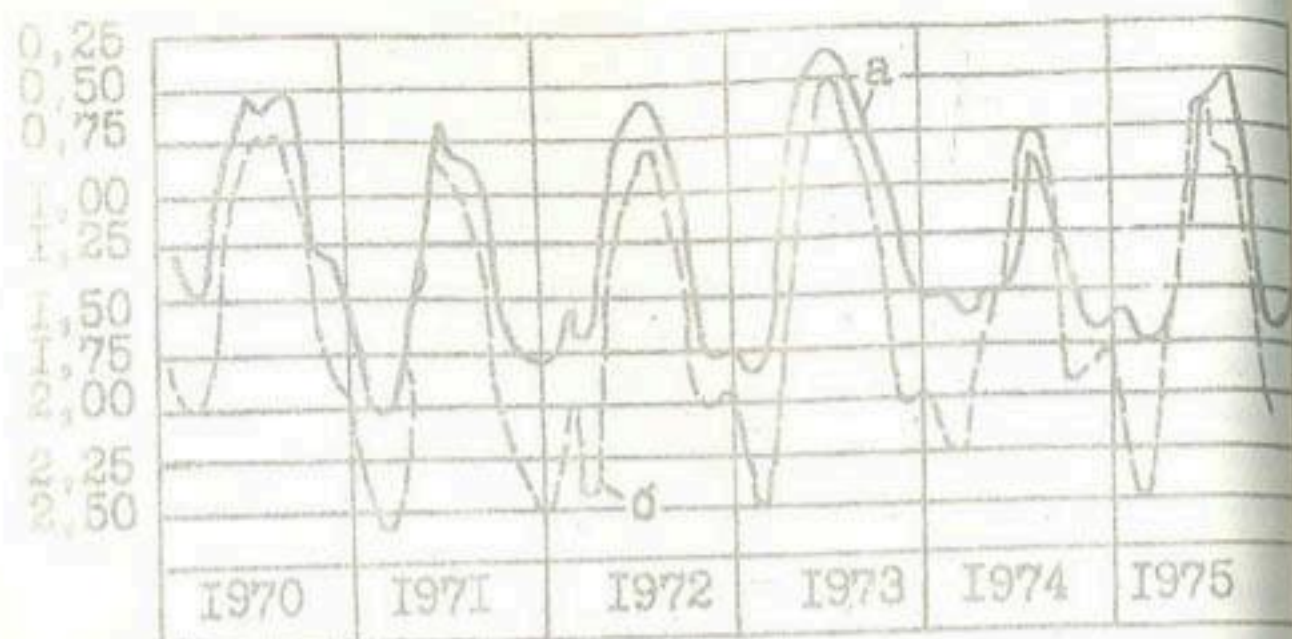


Рис. Совмещенный график многолетних колебаний уровня грунтовых вод в прибрежной зоне реки и горизонта воды в Амударье: а – уровень грунтовых вод в скважине 803; б – горизонт воды в Амударье.

вод (февраль–июль) изменяется в пределах 8–55, а спада (август–декабрь) – 7–38 см/месяц.

Глубина уровня грунтовых вод зависит от режима реки – в многоводные годы грунтовые воды залегают выше, чем в маловодные, сохраняя описанные выше сезонные колебания. Глубина залегания грунтовых вод за эти годы (1958–1975) изменялась в пределах не более 10–20 см. Значительный подъем их (на 50–60 см и выше) наблюдался в 1969 г. в связи с большой водоносностью реки, достигающей 2860 м³/с при средней величине расхода – 1780 м³/с. В последующие 6 лет грунтовые воды снизились под влиянием возросшего испарения и транспирации, а также развивающейся в долине коллекторно-дренажной сети. В мелиоративном отношении прибрежная зона, несмотря на высокое

залегание грунтовых вод (0,3–1,5 м), характеризуется среднестатистически благоприятными мелиоративными условиями: естественное и вторичное засоление почв отсутствует или выражено накоплением сравнительно нетоксичных солей CaCO₃ и CaSO₄ и небольшим содержанием $Na_2S_2O_4$. Обусловлено это тем, что паводковые воды частично смывают соли с поверхности пойменной террасы, а частично промывают почвенные горизонты от воднорастворимых солей. Профильтровавшиеся в грунт паводковые воды, обогащенные солями, в межень период дренируются Амударьей.

Влияние горизонта реки распространяется на расстояние до 1,0–1,5 км (табл. 1). За пределами этой границы влияние реки на грунтовые воды перекрывается более мощным фактором питания – ирригационными водами, заметно изменяющим характер сезонной динамики уровня грунтовых вод.

Таблица 1

Характер влияния р. Амударья на режим грунтовых вод

Р а й о н	Межень		Паводок	
	зона влияния, м	характер влияния	зона влияния, м	характер влияния
Муром	200	дренирует	200	питает
Керей	400–500	дренирует	200–300	дренирует
Кызыл-Аяк	1000	питает	1800	питает
Ходжамбассо	400	питает	200	питает
Халач	600–700	дренирует	800	питает
Карабеккул	200	дренирует	200	дренирует
Саят	600	питает	800–800	питает
Чарджоу	800	дренирует	1800	питает
Московский	800–1000	питает	1800–2000	питает
Фараб	1000	дренирует	1700–1800	питает
Испаз	300	дренирует	300–400	питает
Дарганата	700	дренирует	600	питает

Как показал анализ режимных материалов, в Кызылаякском, Ходжамбасском, Саятском и Московском районах происходит круглогодичное питание грунтовых вод рекой, а в

кинском, Карабекаульском — дренажное. В Халачском, Раджоуском, Мукрынском, Фарабском, Испазском и Дарган-инском районах в зависимости от положения горизонта воды в реке в межень происходит дренажное, достигающее 1000 м. Ширина инфильтрационного питания реки грунто-вод колеблется — 200–2000 м.

Грунтовые воды прибрежной зоны Амударьи характеризуются в основном низкой минерализацией — 0,3–1,0 г/л. Участки несколько повышенной минерализацией (1–2 и 2–3 г/л) встречаются значительно реже. Динамика химизма воды в течение года выражается в том, что в меженный период (март–апрель и сентябрь–декабрь) минерализация воды в реке и грунтовых водах прибрежной зоны несколько повыше-на — около 1 г/л, а в паводковый период — снижается в ре- до 0,3 г/л, а в грунтовых водах — до 0,5 г/л. В течение многолетнего периода минерализация грунтовых вод прибреж- ной зоны Амударьи сравнительно стабильна, что обусловлено влиянием мощного, постоянно действующего источника пита- ния — Амударьи.

УДК 631.6 (575.4)

С.Атаев, М.Г.Дубинин

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ДНАТИНСКОГО МАССИВА

В связи со строительством четвертой очереди Каракум-ского канала им. В.И.Ленина намечено освоение крупных земельных массивов под орошаемое земледелие. К числу та-ких земель относятся Данатинский массив, расположенный между Западным Копетдагом и Малым Балханом (рис. 1). С целью гидрогеологического обоснования мелиоративных мероприятий слабая дренарованность этих почв [1] требует изучения литологического состава пород зоны аэрации и вер-ней 30–50-метровой толщи.

Поверхность массива представляет собой такыровидную равнину с развитым мелкобугристым рельефом. Высота бугор-ков не превышает 0,5–1,0 м. Такыровидная равнина в районе возвышенности Сыртланлы напоминает солончаковую равнину. Эти солончаки образовались за счет накопления вод поверх-ностного стока, выклинивания высокоминерализованных под-земных вод, стекающих с возвышенности Сыртланлы и Бон-дага. Кроме того, в этих районах происходит сброс большого количества подземных вод из многочисленных скважин, про-буренных при поисково-разведочных работах на промышлен-ные воды. Совокупность перечисленных факторов в условиях интенсивного испарения привела к образованию на этих участ-ках солончаков.

В центральной части характеризуемого массива среди та-кыровидной равнины выделяется небольшой песчаный массив.

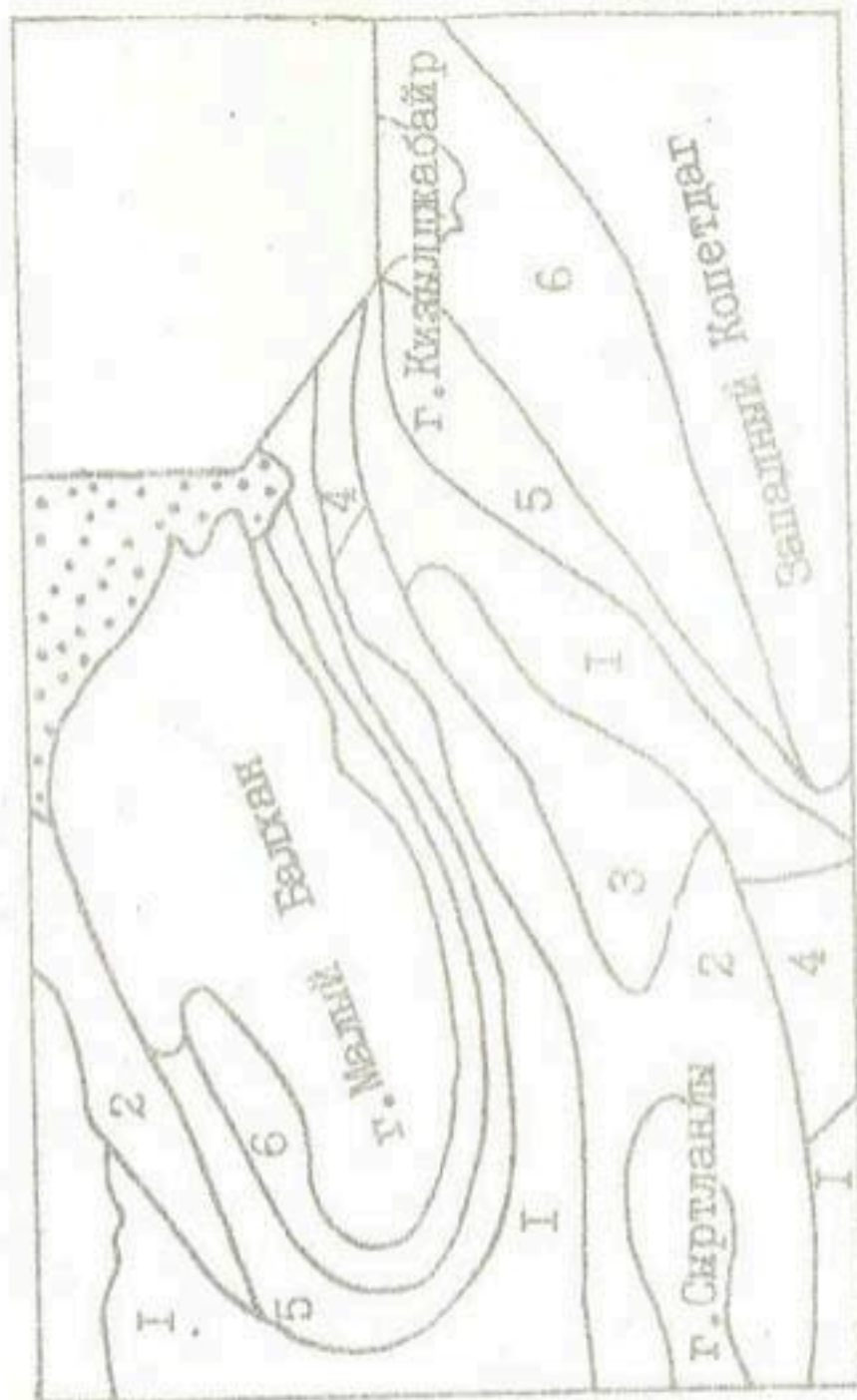


Рис. 1. Карта литологического районирования:
1-6 — литологические районы

Рельеф песков грядовый: высота гряд 2-4 м, ориентированы они в северо-восточном направлении. Гряды сложены в основном полужакрепленными песками.

Равнина повсеместно изрезана сетью мелких оврагов и русел, глубина вреза колеблется в пределах 0,3-0,5 — 1,0-1,5 м [2].

Почти вся территория рассматриваемого массива покрыта такыровидными и серо-бурыми почвами, широко распространенными в основном в предгорьях. Такыры сложены глинисто-суглинистыми пролювиальными отложениями и содержат большое количество воднорастворимых солей [3].

Выпадение осадков очень незначительно и основное их количество приходится на зимне-весеннее время. Среднее многолетнее количество осадков — 166 мм. Наиболее дождливые месяцы — март и апрель.

Для массива характерны частые ветры. Их среднегодовая скорость изменяется в пределах 2,6-8,6 м/с [4]. Вследствие большой сухости воздуха здесь наблюдается значительное испарение (2000 мм), превышающее в 15-20 раз выпадающие осадки.

Постоянно действующая гидрографическая сеть Данатинского массива отсутствует; характерны многочисленные овраги и сухие русла временных водотоков, берущие начало в горных областях. В осенне-весенний период по руслам временных водотоков происходит сток поверхностных вод, несущих большое количество глинистых частиц, откладывающихся в относительно пониженных участках равнины. В период дождей равнина покрывается водяным слоем мощностью 5-10 и 20-30 см.

По геологическому строению верхняя 20-30-метровая толща представлена современно-верхнечетвертичными пролювиальными, а нижняя — 15-50-метровыми ниже- и среднечетвертичными аллювиальными и морскими отложениями казарского, хвалынского ярусов.

Грунтовые воды залегают в зависимости от рельефа местности на глубине 10-15 и 50-70 м. Питание их происходит за счет подземного притока со стороны Западного Кокетдага и Малого Балхана. Грунтовые воды движутся на северо-запад.

Уклоны зеркала подземных вод в предгорной части составляют 0,0035-0,006, а в центральной части равнины - 0,00025-0,001.

Минерализация грунтовых вод Данатинского массива колеблется в пределах 0,8-1,5 (в предгорьях) - 15-20 г/л. Изменение минерализации происходит в соответствии с изменением литологического состава и фильтрационных свойств водовмещающих пород. Химический состав грунтовых вод в основном хлоридно-натриевый, местами - сульфатно-хлоридно-натриевый. Литологический разрез 0-50-метровой толщи представлен песками, супесями, суглинками, глинами и гравийно-галечниковыми отложениями с песчаными заполнителями.

Для определения фильтрационных свойств грунтов зоны аэрации производились опытные наливывы в шурфы по методу Н.С.Нестерова прибором ПВН-00. Глубина опытных наливов, особенно в пределах толщи, - 0-5 м. Определены коэффициенты фильтрации песка, супесей и гравийно-галечниковых отложений, а для суглинка и глин рассчитаны коэффициенты по эмпирической формуле Замарина. Для изучения фильтрационных свойств первого от поверхности водоносного горизонта с помощью эрлифта производились опытные откачки. Результаты опытных откачек показывают, что коэффициенты фильтрации песка и гравийно-галечниковых отложений континентального и морского происхождения различны (табл. 1).

Таблица 1

Среднее значение коэффициента фильтрации грунтов по данным опытных откачек, м/сут

П о р о д а	Генезис грунта	
	континентальный	морской
Глина	0,01	0,08
Суглинок тяжёлый	0,07	0,04
Суглинок лёгкий	0,15	0,15
Супесь тяжёлая	0,19	0,47
Супесь лёгкая	0,79	0,80
Песок	1,54	9,50
Гравий	2,50	24,7

Детально анализируя геологическое строение, гидрогеологические условия, а также литологический состав верхней 50-метровой толщи пород характеризуемой территории, можно выделить 6 литологических районов, различающихся по характеру литологии и величине водопроницаемости.

Литологические районы (с 1 по VI) имеют двухслойное строение. Верхний 10-30-метровый слой представлен переслаиванием песчано-глинистых разностей верхнечетвертичного периода, где коэффициент фильтрации 0,17 - 0,88 м/сут. Подстилающий слой представлен мелко- и тонкозернистыми морскими и аллювиальными песками с коэффициентом фильтрации 8,8-9,5 м/сут. Остальные районы имеют многослойное строение (рис. 2).

Первый район сложен от 5 до 10 м песками, супесями, суглинками и глинами. В литологическом разрезе содержание песка доходит до 32% (табл. 2). Коэффициент фильтрации 0-10-метровой толщи - 0,4-0,6 м/сут, а 10-50-метровой - 8,8-9,5 м/сут. Второй район до 20 м представлен частым

Таблица 2

Процентное соотношение почвогрунтов в различных литологических районах

Порода	Литологический район					
	1	2	3	4	5	6
Глина	30,0	30,0	55,0	10,0	20,6	0,4
Суглинок тяжёлый	21,0	18,0	12,0	2,0	3,2	0,3
Суглинок лёгкий	8,0	14,0	6,0	3,0	7,4	-
Супесь тяжёлая	4,0	5,0	2,0	15,0	-	-
Супесь лёгкая	5,0	6,0	-	7,0	12,9	1,6
Песок	32,0	26,0	25,0	63,0	43,8	1,3
Гравий	-	-	-	-	19,4	96,4

переслаиванием песчано-глинистых отложений. Коэффициент фильтрации в данной толще изменяется в пределах 0,4-0,8 м/сут. Третий район сложен до 30 м тяжёлыми литологическими раз-

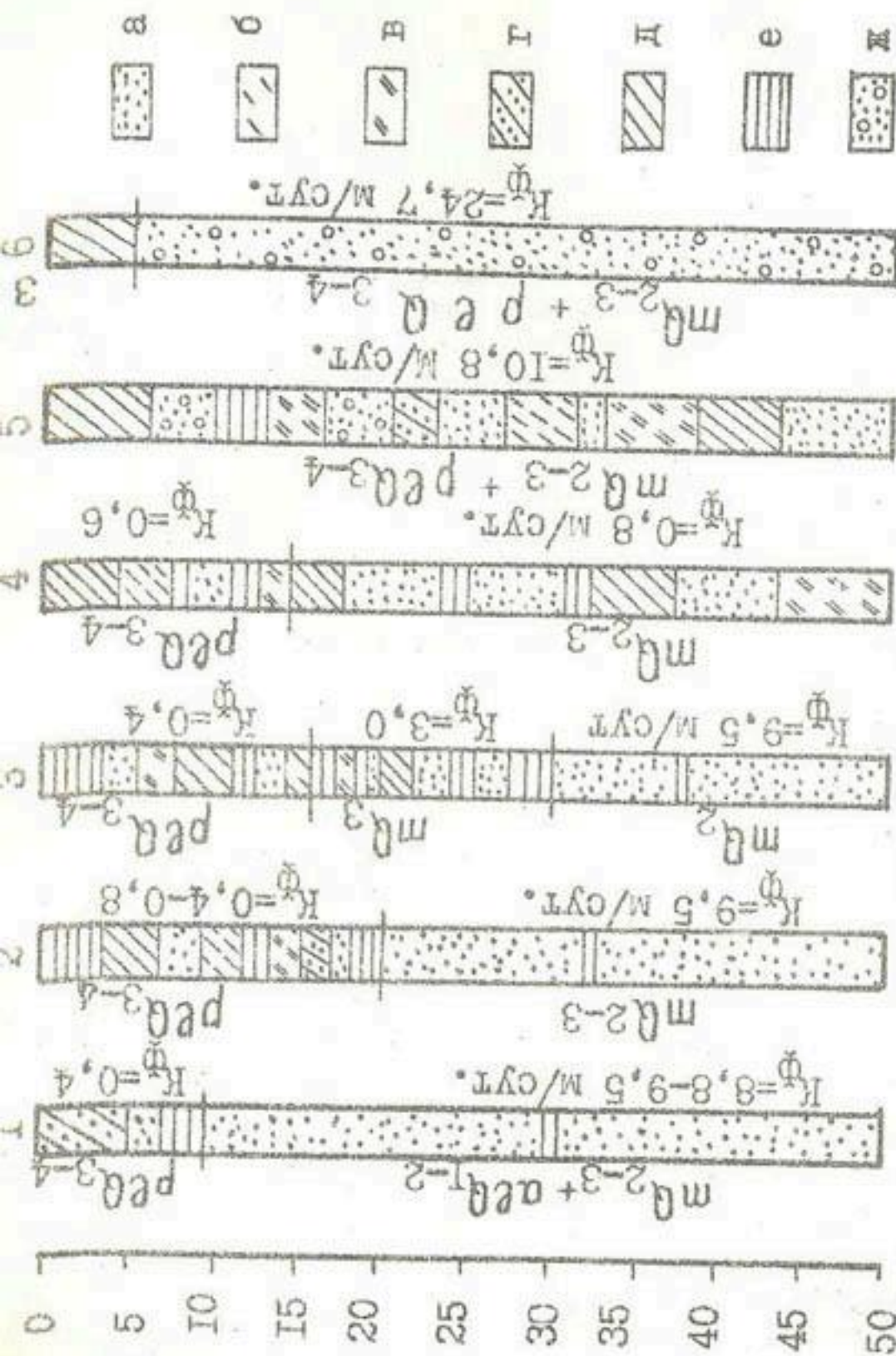


Рис. 2. Типовые литологические разрезы: 1 - 6 - литологические районы; а - песок, б - супесь лёгкая, в - супесь тяжёлая, г - суглинок лёгкий, д - суглинок тяжёлый, е - глина, ж - гравий.

ностями. Коэффициент фильтрации верхней 15-метровой пролювиальной толщи - 0,4 м/сут, а 15-30-метровой морской хвалынской толщи - 3,0 м/сут.

Четвертый район от 0 до 50 м представлен песками, супесями, суглинками и глинами. Этот район имеет лёгкий характер по литологическому составу пород. Коэффициент фильтрации в верхнем 10-15-метровом слое составляет 0,6 м/сут, а в нижнем 15-50-метровом морском - 0,8.

Верхняя 20-30-метровая толща 5-го литологического района представлена частым переслаиванием песчано-глинистых разностей с гравийно-галечниковыми отложениями. Ниже 20-30 м количество гравия уменьшается и переслаиванию имеют более лёгкий характер. Коэффициент фильтрации - 10,8 м/сут.

Литологический разрез 0,5-метрового слоя 6-го района сложен суглинком тяжёлым с коэффициентом фильтрации 0,3 м/сут. Ниже 5-50 м представлен гравийно-галечниковым отложением пролювиального и морского генезиса. Коэффициент фильтрации - 24,7 м/сут.

Следует отметить, что в районе Данатшского массива водовмещающими породами являются супеси, суглинки и гравийно-галечниковые отложения. В пределах первых четырех литологических районов (1-4) верхняя 15-20-метровая толща представлена тяжёлыми грунтами, поэтому в перспективе здесь целесообразно применять комбинированный дренаж. На территории 5 и 6-го литологических районов верхняя 20-30-метровая толща представлена песчаными, гравийно-галечниковыми отложениями с высокой естественной дренированностью. Вследствие этого, в пределах 5 и 6-го литологических районов целесообразно строительство вертикального дренажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаев С. Литологическое районирование пролювиальных равнин Юго-Западного Туркменистана (тезисы докладов молодых учёных, представленных на III республ. конф. молодых учёных Туркменистана, посвященной 50-летию ЛКСМТ, ч. 2). Ашхабад, "Ылым", 1975.

2. Д у б р о в к и н В. Л. Инженерно-геологическая характеристика равнинной части Туркменской ССР в связи с ирригационным строительством. - "Труды ВСЕГИНГЕО", М., Госгеолгиздат, 1957.

3. Л а в р о в А. П. Земельные ресурсы Юго-Западного Туркменистана. - "Пробл. осв. пустынь", 1972, № 4.

4. О к с е н и ч И. Г. и др. Климат Туркмении. Ашхабад, Туркменгосиздат, 1962.

УДК 531.491.7:626.814

Ф.Ф.Файнберг

ЛИТОЛОГО-ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОРНОЙ РАВНИНЫ КОПЕТДАГА В ЗОНЕ IУ ОЧЕРЕДИ КАРАКУМ-СКОГО КАНАЛА И ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ

Строительство Пионерного канала IУ очереди Каракумского канала им. В.И.Ленина на участке Геок-Тепе - Казанджик успешно продолжается. В его зоне проектируется комплекс мелиоративных мероприятий, призванный обеспечить устойчивое и высокопроизводительное сельскохозяйственное производство. В этой связи представляется интересным рассмотрение литолого-фильтрационных особенностей подгорной равнины Копетдага на данном участке с последующей гидрогеолого-мелиоративной оценкой территории. Особенности литологического строения обусловлены геоморфологической приуроченностью отдельных участков равнины и их генетическими признаками /1/.

По югу равнины довольно узкой полосой картируются дельтально-пролювиальный подгорный шлейф и вершинные части конусов выноса. Большую часть территории занимает соответственно аллювиально-пролювиальная равнина, включающая срединные и периферийные части оливших конусов выноса и обширные межконусные понижения. Последние в настоящее время являются базами местного стока и зонами современной аккумуляции материала.

Литологически зоны подгорного шлейфа, привершинных и срединных частей конусов выноса представлены крупнообломочными, преимущественно гравийно-галечниковыми образованиями с супесчаным и супесчано-суглинистым заполнителя-

ми. Песчаный заполнитель в гравийно-галечниках встречается редко. В толще гравийно-галечников имеются прослойки песков, супесей, суглинков. Её средний коэффициент фильтрации $3-5 - 10-19$ м/сут. Часть зоны распространения гравийно-галечников экранирована с поверхности пачкой супесчано-суглинисто-глинистых отложений. Мощность мелкоземистого экрана постепенно возрастает до $15-20$ м по мере удаления от гор. Фильтрационная характеристика толщи мелкоземистого экрана имеет малые значения $- 0,01-0,5$ м/сут. Средняя величина её не более $0,1$ м/сут.

Севернее зоны гравийно-галечных отложений располагается полоса песчано-супесчано-суглинисто-глинистых образований, преимущественно проломинального генезиса. Водопроницаемость каждой из литологических разностей характеризуется коэффициентами фильтрации от $1,5-3,5$ м/сут у проломинальных песков до $0,05-0,001$ у глин. Обобщённый показатель водопроницаемости $- 0,1-0,5$ м/сут. Толща песчано-глинистых отложений весьма пестрая, переслоенная, отражающая все особенности накопления в результате действия эпизодического стока временных водотоков и селевых русел, незакономерная.

Ещё далее на север, в зоне сочленения подгорной равнины с равниной Низменных Каракумов, литологическое строение характеризуется залеганием с поверхности суглинисто-глинистого проломия, который подстилается повсеместно аллювием Каракумской свиты. Мощность проломия обычно до 10 м. Его фильтрационные свойства оцениваются коэффициентом фильтрации $0,01-0,05$ м/сут. Среднее значение коэффициента фильтрации нижележащих песков Каракумской свиты $-$ около 8 м/сут, хотя граничные значения показателя $- 2,6$ и $26,0$ м/сут.

Подземные воды, будучи приуроченные к описанным толщам четвертичных отложений, являются водами грунтового типа. Они имеют связь с атмосферой через зону аэрации и могут рассматриваться как единый проломинальный поток. В зоне подгорного шлейфа, вершинных и срединных частей конусов выноса они вскрываются чаще всего на глубинах более 30 м и имеют уклоны поверхности более $0,003$. Главной расходной составляющей баланса является подземный сток. В природной обстановке территория может рассматриваться как естественно дренированная.

Прилегающая непосредственно к описанной располагаются зоны в естественных условиях слабо и весьма слабодренируемые и, практически, бессточные. Уклоны потока грунтовых вод значительно меньше $0,003$. Существенная роль испарения в расходной части баланса, особенно при неглубоком залегании уже минерализованных грунтовых вод.

Дифференцируя единый грунтовый поток рассматриваемого участка подгорной равнины Колетдага с учётом геоморфологической приуроченности отдельных его частей, гидродинамических особенностей, можно выделить ряд областей со своеобразным развитием гидрогеологического процесса: I-область питания и транзита грунтового потока; II-область разгрузки подземных вод; III-область погружения и рассивания потока.

Область питания и транзита включает вершинные и срединные части конусов выноса и подгорный шлейф. Подразделить её на две подобласти практически невозможно ни в естественной обстановке, ни после начала освоения и орошения. Подземные воды здесь пресные или слабоминерализованные (до 3 г/л), залегают глубже $3-5$ м и не участвуют в почвообразовании. На этой площади выделяются районы по литолого-фильтрационным особенностям зоны аэрации и водовмещающей толщи:

- I-а $-$ однопластовое фильтрационное строение, гравийно-галечники с песчано-супесчаным заполнителем;
- I-б $-$ однопластовое фильтрационное строение, гравийно-галечники, прикрытые маломощным (до 3 м) супесчано-суглинистым экраном;
- I-в $-$ однопластовое фильтрационное строение, гравийно-галечники с супесчано-суглинистым заполнителем.

Область разгрузки потока характеризуется достаточно глубоким залеганием подземных вод, солёных в толще мелкоземистых и опресняющихся с глубиной в прослоях хорошо проницаемых пород, проникающих из области транзита.

Границей между областями разгрузки, погружения и рассивания является сечение потока, где глинистые отложения полностью замещают песчано-галечниковые водоносные горизонты. Уровень грунтовых вод погружен на глубину более 5 м, и поток становится практически застойным.

По литолого-фильтрационным признакам выделяются два района: Ш-а — условно однородное фильтрационное строение; Ш-б — двухслойное фильтрационное строение, редко однослойное (рисунок).

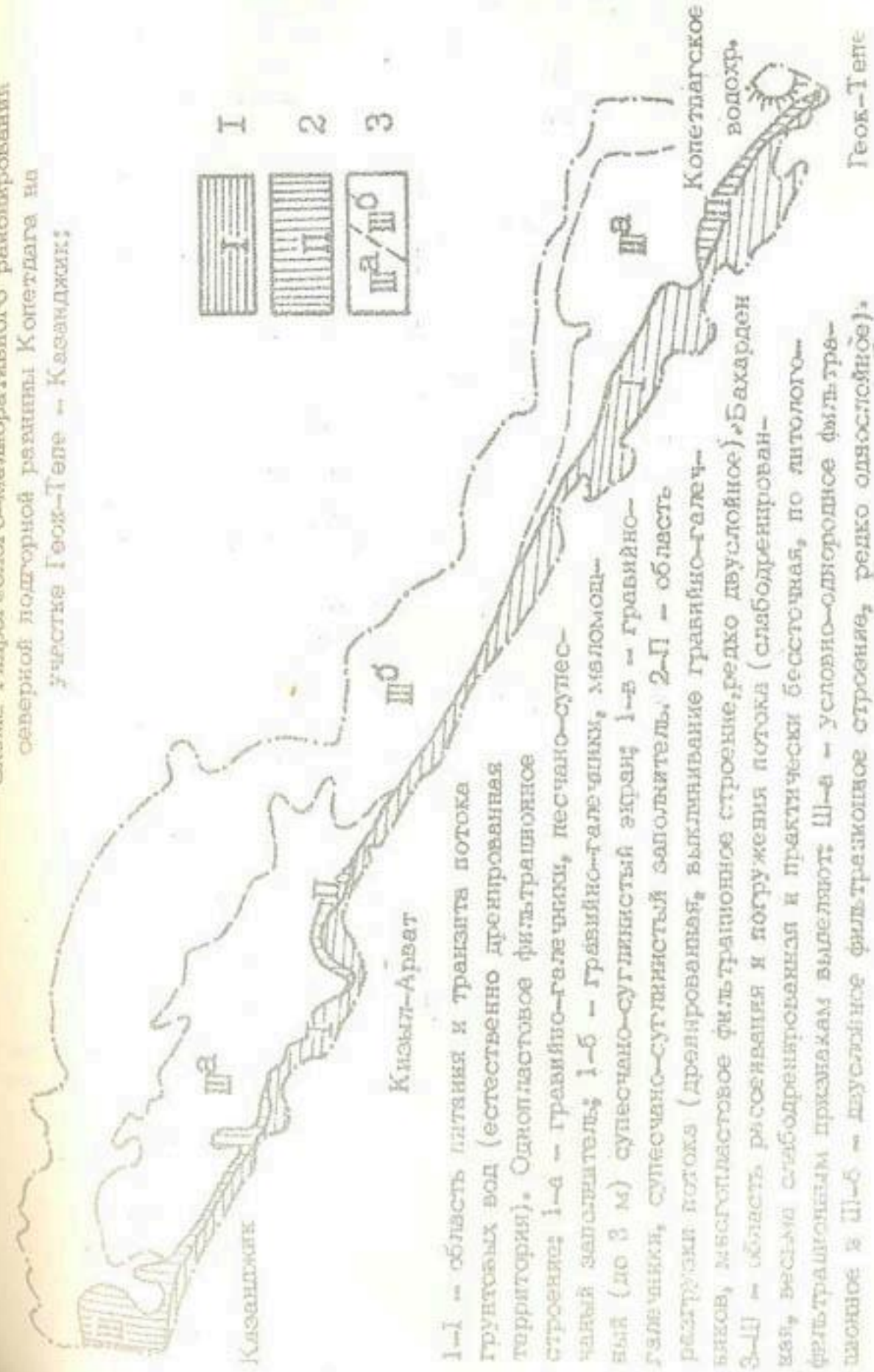
В условиях развития орошения на землях 1 области интенсифицируется инфильтрационное питание подземных вод, что влечёт за собой изменение гидрогеологической обстановки — подъём уровня грунтовых вод со скоростью до 1,5 м в год. Однослойная фильтрационная система исключает проявление напорности в потоке; высокие фильтрационные характеристики обеспечивают отток в прилежащие области. В связи с небольшими свободными ёмкостями подгорного шлейфа и конусов выноса амплитуда колебаний уровня грунтовых вод при орошении может достигать 3 м.

Область разгрузки потока описываемого участка подгорной равнины достаточно узка, в отдельных местах не может быть показана в масштабе схемы. Выклинивания гравийно-галечников с различными заполнителями происходят на коротких расстояниях. Фильтрационная схема — многопластовая система, редко двухслойная.

С развитием орошения в вышерасположенной области транзит и в рассматриваемой области разгрузки ожидается резкий подъём уровня грунтовых вод и установление его на глубине менее 5 м. Возрастает доля испарения в расходной части баласа вследствие интенсивного капиллярного подсоса в поверхностные слои почвогрунтов. Последние усиленно засоляются.

Область рассеивания и погружения потока по особенностям фильтрационного строения делится на два района. В южном фильтрационном строение сравнительно простое — условно однослойная система неоднородной пачки преимущественно глинистых пород пролювия. Орошение в этом районе влечёт за собой, прежде всего, развитие верховодок на отдельных слоях слабо проницаемых пород и далее — общий подъём уровня вод основного горизонта и образование куполов ирригационно-грунтовых вод /2,3/. Крайне затруднённые условия дренажности предопределяют интенсификацию процессов засоления и без того сильно засоленных почвогрунтов.

Схема гидрогеолого-мелиоративного районирования северной подгорной равнины Копетдага на участке Геок-Тепе — Казанджик;



1-I — область питания и транзита потока грунтовых вод (естественно дренированная территория). Однопластовое фильтрационное строение: 1-а — гравийно-галечники, песчано-сулечный (до 3 м) сулечано-суглинистый экран; 1-б — гравийно-галечники, сулечано-суглинистый заполнитель. 2-II — область разгрузки потока (дренированная, выклинивание гравийно-галечников, многопластовое строение, редко двухслойное). 3-III — область рассеивания и погружения потока (слабодренированная, весьма слабодренированная и практически бессточная, по литолого-фильтрационным признакам выделяется Ш-а — условно-однородное фильтрационное и Ш-б — двухслойное фильтрационное, редко однослойное).

Северный район характеризуется в основном двуслойным строением — глинистый проловий подстилается аллювием Каракумской свиты. Однако из-за небольших уклонов потока территория практически бессточна.

С развитием орошения в южном районе рассматриваемой области значительного увеличения притока на северную площадь не наблюдается из-за незначительной водоотдачи глинистых грунтов и их малой водопроницаемости.

Орошение в самом районе Ш-б (см. схему) вызывает подъем уровня грунтовых вод и увеличение уклонов в сторону Низменных Каракумов. Отток в этом случае несколько возрастает. Повышается также и роль испарения при неглубоком залегании грунтовых вод. Последнее приводит к вторичному засолению почвогрунтов.

Таким образом, развитие орошения в бездренажных условиях практически на всей территории подгорной равнины Копетдага от Геок-Тепе до Казанджика коренным образом изменяет гидрогеолого-мелиоративную обстановку в сторону ухудшения /2/. формируются неустойчивые режимы грунтовых вод. Причём при невысоком КЗИ (0,3) на территориях между орошаемыми массивами режим ожидается неустойчиво-благоприятным, на орошаемых площадях — неустойчиво-неблагоприятным. С повышением КЗИ в бездренажных условиях режим трансформируется в устойчиво-неблагоприятный с развитием вторичного засоления почвогрунтов /4/.

С увеличением КЗИ обязательно строительство дренажа. Для области I применим вертикальный дренаж. В области II целесообразно применение вертикального в виде отсечных линий скважин и одиночных скважин на массивах орошения в комбинации с горизонтальным дренажом. В районе Ш-а наиболее эффективным следует считать горизонтальный дренаж, локально в комбинации с вертикальным. Для района Ш-б применимы комбинация горизонтального дренажа с вертикальным, горизонтального глубокого заложения с усилителями с временным дренажом на период промывок; локально применим чисто вертикальный дренаж (при мощности покровных мелкозёмов 1,5-2,5 м).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф а й н б е р г Ф. Ф. Гидрогеолого-мелиоративные и инженерно-геологические особенности зоны IУ очереди Каракумского канала (участок Геок-Тепе — Казанджик) — "Мат-лы межведомственного совещания по мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии", ч. 2, М., 1972, вып. 1.
2. Ф а й н б е р г Ф. Ф. Прогноз изменения гидрогеолого-мелиоративной обстановки в зоне IУ очереди Каракумского канала (участок Геок-Тепе — Казанджик) — В сб.: Мелиорация почв Средней Азии, Казахстана и Западной Сибири в связи с переработкой части стока сибирских рек в южные районы страны. Пушкино-на-Оке, 1973.
3. К о р с у н с к а я И. Е., Ч е р н о в а л В. Т. К вопросу о прогнозировании верховодок на мелиорированных землях — В сб.: Мелиорация и водное хозяйство, вып. 16, ММ и ВХ УССР, "Урожай", 1971.
4. Н и я з о в О., А н д р и е н к о И. М. О режиме грунтовых вод в зоне третьей очереди Каракумского канала им. В.И.Ленина. — В сб.: Гидрогеологические исследования в Туркменистане, Ашхабад, "Ыльм", 1972.

Г.П.Батовский, О.Ниязов

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОЖА
ГОЛОВНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАРАКУМСКОГО КАНАЛА

Эксплуатация 1У очереди Каракумского канала предусматривает его питание из головного водохранилища. Наиболее удобна для строительства такого водохранилища левобережная территория канала (30–120 км). Регулирование стока Каракумского канала предусматривается с помощью верхнего (от возвышенности Донгузсырт до 63-го км канала) и нижнего водохранилищ (от 63-го км канала до посёлка Карамет-Нияз). Проектная ширина водохранилища – 25–30 км. Для крупных водохранилищ, ложе которых представлено неоднородными грунтами, важен выбор достоверной расчётной схемы, позволяющей прогнозировать фильтрационные потери и величины питания грунтовых вод.

Геологическое строение территории проектируемых водохранилищ определяется наличием двух комплексов пород, резко различающихся в фильтрационном отношении. Верхний, неоднородный по литологическому составу комплекс, сложен осадками верхнечетвертичной и современной дельты Балха и эоловыми образованиями. Общая мощность его отложений – 6–34 м. Нижний комплекс характеризуется монотонным литологическим разрезом, сложен алевовиальными средне-мелкозернистыми песками с редкими слоями глин ниже-среднечетвертичного возраста (каракумская свита), мощностью около 70 м.

Исследование водопроницаемости зоны аэрации и водонасыщенных пород выполнено для каждой литологической разности

с помощью оспоставимых методов (наливы в крупные монолиты, опытные и пробные откачки).

Для связанных пород (глины-супеси тяжёлые) установлена весьма низкая водопроницаемость. Величина коэффициента фильтрации изменяется в пределах 0,007 (глина) – 0,08, реже 0,1 м/сут. (супесь тяжёлая). На территории проектируемых водохранилищ связанные породы чередуются с несвязными. Для характеристики фильтрационных свойств ложа водохранилища и их пространственной изменчивости необходим анализ закономерностей в распределении водопроницаемости наиболее хорошо фильтрующих разностей пород (пески, супеси лёгкие) и суммарной водопроницаемости многослойной системы.

Водопроницаемость песчаных разностей на глубине 0–100 м исследована с помощью 329 опытных наливов и 47 пробных и кустовых откачек (табл. 1). Анализ кривых распределения

Таблица 1

Фильтрационные свойства несвязных грунтов
головного водохранилища Каракумского канала

Генетический комплекс пород	Литологическая разность	Количество определений водопроницаемости	Коэффициент фильтрации, м/сут.		
			минимальный	максимальный	среднегеометрическое значение
VQ1У	Песок	39	0,5	8,5	2,58
dQ1У	Песок	18	0,5	6,5	1,72
	Супесь лёгкая	12	0,5	4,5	0,83
dQШ	Песок	176	0,25	6,75	1,58
	Супесь лёгкая	35	0,25	4,25	0,75
dQ1-П	Пески зоны аэрации	49	3,7	13,7	7,01
	Пески водонасыщенные	47	2,5	77,5	22,0

коэффициентов фильтрации несвязных пород для большинства генетических комплексов позволил установить, что водопроницаемость является функцией логнормального распределения.

И только распределение водопроницаемости песков в кровле каракумской свиты определяется функцией распределения нормального закона (пески зоны аэраши — толщина 0–10 м). Фильтрационная неоднородность несвязных грунтов установлена в пределах даже одного генетического комплекса. Сравнить водопроницаемость литологических разностей по комплексам пород и получить расчётные значения можно путём приведения слоев несвязных грунтов к однородным по проницаемости. Преобразование в однородную среду осуществляется с помощью точечных характеристик (оценки) — среднеарифметического, среднегеометрического, среднегармонического и других значений водопроницаемости пород. Наиболее эффективной средней является среднегеометрическое значение коэффициента фильтрации $j_x = \sqrt{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n} / 2$. Этим показателем учитывается макро- и микронеоднородность любой пористой среды независимо от закона распределения показателя водопроницаемости (нормального или логнормального).

Полученные статистическим способом оценки средних значений традиционных свойств несвязных пород устанавливают наибольшую проницаемость нижнего комплекса песков (22,0 м/сут). Для верхнего комплекса несвязных пород водопроницаемость увеличивается в кровле — от 0,75–1,58 до 0,83–2,58 м/сут (см. табл. 1).

Анализ фактического материала позволил определить количество несвязных пород (мощность слоев) в генетических разностях верхнечетвертичного комплекса. Золовые пески имеют очень ограниченное распространение. Развиты они по площади фрагментарно, мощность — 0–7 м. Несвязные породы современных дельтовых осадков (мощностью 2–3 м) встречаются на солончаках у восточных границ верхнего водохранилища, поэтому при составлении фильтрационной модели учитывается основная (нижняя) толща осадков верхнечетвертичной дельты.

Верхнечетвертичные дельтовые отложения характеризуются наличием в кровле песков, супесей лёгких. Мощность песков изменяется — от 0 на солончаках до 17 м в зоне бугристых песков. Нижняя часть дельтовой толщи представлена пачкой переслаивающихся глин, суглинков, супесей и песков. Присутствие в кровле дельтовых осадков несвязных пород указывает

на постоянное смещение вершины дельты в западном направлении (в направлении сноса материала) в каждую новую фазу её генерации.

Территория Обручевской степи сверху представлена дельтовыми песками и супесями лёгкими, ниже — неоднородным слоем с преобладанием тяжёлых литологических разностей, затем оба слоя подстилаются песками каракумской свиты.

Для каждого выделенного слоя характерна пространственная изменчивость водопроницаемости. Количественная оценка этой изменчивости определяет фильтрационную модель зоны водохранилища.

Водопроницаемость несвязных пород в пределах выборок, принятых за генеральную совокупность, характеризуется неоднородностью. Это объясняется объединением в одну выборку показателя водопроницаемости для большой площади опробования, где рассматриваемый параметр может обладать случайной изменчивостью. Г.К.Бондарик, рассматривая пространственную изменчивость показателя свойств пород любого геологического тела, выделяет стационарный и нестационарный режимы изменчивости. Нестационарный режим наблюдается при исследованиях изменчивости состава и свойств горных пород в пределах выделенных геологических тел в направлении, параллельном направлению сноса материала или близких к нему направлениях на достаточных по протяжённости отрезках (направление E_1) /1/.

Стационарный режим изменчивости в пределах выделенных геологических тел наблюдается в направлении, перпендикулярном фронту сноса материала или близких к нему направлениях на больших участках или на относительно небольших вдоль направления сноса материала (направление E_2). В третьем направлении (E_3) пространственной изменчивости показателя свойств пород (по глубине) можно наблюдать различный режим изменчивости. На территории проектируемых водохранилищ, начиная с неогена, направление сноса торригенного материала происходило в основном в сторону запада (направление E_4).

Пески каракумской свиты (нижний слой фильтрационной модели) приносились мощным потоком, поэтому изменчивость

их водопроницаемости в направлении δ_2 на отрезке 80–100 км можно рассматривать как стационарную. Нестационарный режим неоднородности может проявиться на расстоянии нескольких сотен километров. Этот вывод подтверждается при сравнении материалов фильтрационного опробования песков каракумской свиты на 40–53-м и 100-м км (Часкак) Каракумского канала. На 1 участке среднегеометрическое значение коэффициента фильтрации по выборке (47 определений) составляет 22 м/сут, а на площади Часкака (15 определений) водопроницаемость – 27 м/сут. Таким образом, в зоне водохранилищ фильтрационная неоднородность водоносных песков каракумской свиты (толща 0–70 м) в направлении δ_2 характеризуется стационарным режимом, и изменение соизмеримо с амплитудой его флуктуаций.

Для изучения изменчивости фильтрационных свойств нижне-среднечетвертичных аллювиальных песков в направлении δ_2 вся совокупность определений водопроницаемости разделена на малые выборки с шагом опробования по глубине через 10 м. Оценки среднего значения коэффициента фильтрации получены с помощью среднегеометрического для каждого интервала, причём объём каждой малой выборки превышал 6 определений.

За начало координат принята обнажающаяся поверхность аллювия каракумской свиты за пределами территории водохранилища. Среднегеометрический коэффициент фильтрации песков для толщи 0–10 м – 7 м/сут; контролем служил коэффициент фильтрации по толще 10–20 м водонасыщенных пород, характеризующихся повышением водопроницаемости аллювия до 16,6 м/сут. Для аллювия каракумской свиты характерна нестационарная изменчивость фильтрационных свойств в направлении δ_3 (рис. 1). Здесь наблюдается уменьшение водопроницаемости к кровле и подошве аллювиальной толщи. Максимальная проницаемость песков по среднегеометрической оценке наблюдается в интервале 30–50 м – 25,0 м/сут. В подошве водопроницаемость аллювиальных песков – 12 м/сут. Подошва каракумской свиты устанавливается по визуальному определению на глубине 70 м литифицированных песков неогена и путем интерполяции значений коэффициента фильтрации по расчётным точкам для глубины 60 и 100 м.

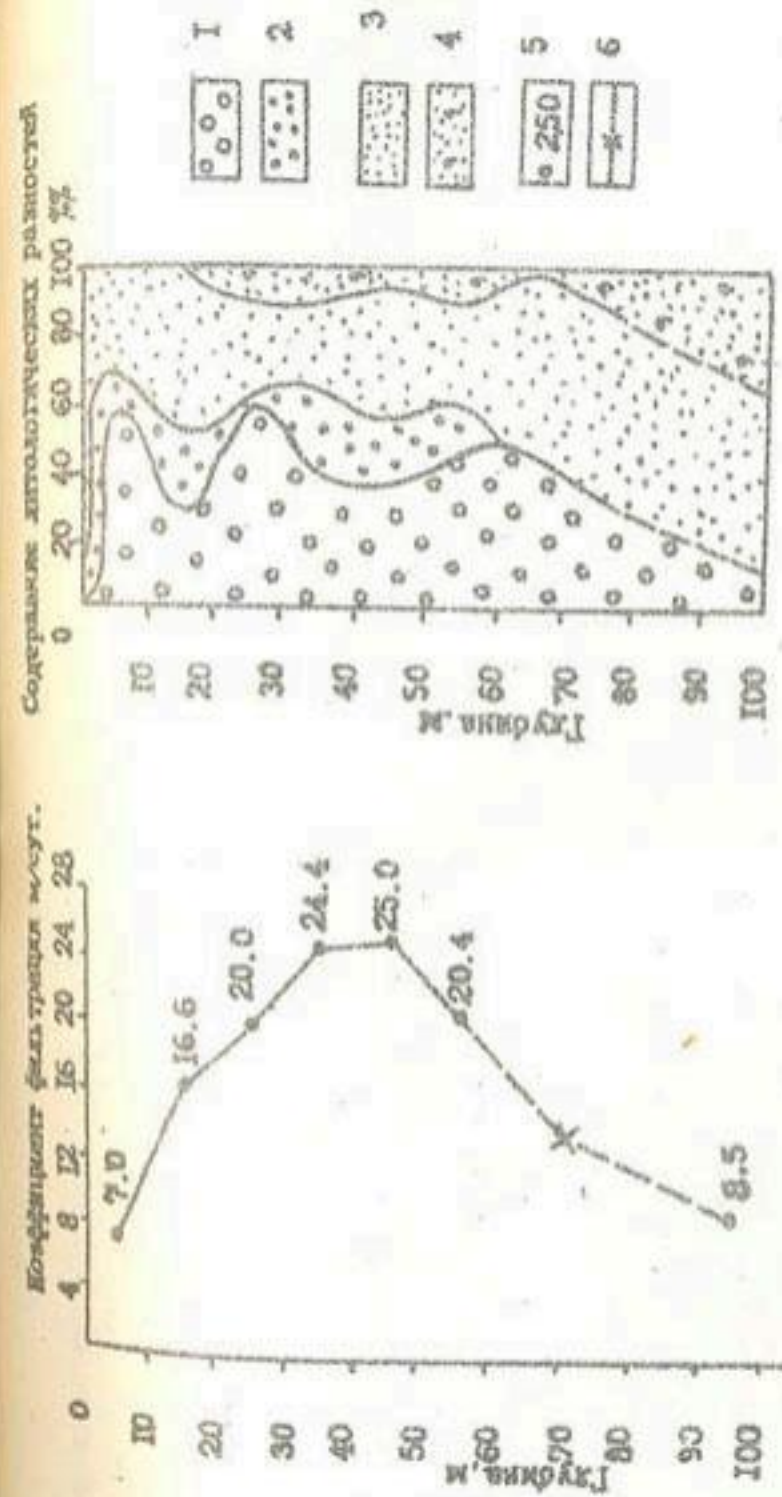


Рис. 1. Местонахождение изменчивости водопроницаемости (А) и эпюра распределения (Б) песков каракумской свиты в направлении δ_3 (участок 40–53-го км канала): 1 – песок среднезернистый, 2 – мелкозернистый, 3 – мелкозернистый, 4 – тонкозернистый, 5 – расчётные точки по среднегеометрическим значениям, 6 – предполагаемая кровля верхнего плёнона (δ_2).

Область сноса терригенного материала в верхнеплиоценовое время (N_2^3) аналогична ниже-среднечетвертичному периоду, поэтому верхний неоген также представлен монотонной толщей песков. Между тем неогену свойственна и монотонность в фильтрационном отношении. Порода на глубине 80 и 100 м для двух участков, расстояние между которыми 15 км, имеют одинаковый коэффициент фильтрации — 8,5 м/сут.

График изменчивости водопроницаемости аллювиальных песков с глубиной проверяется элюрой распределения несвязных пород в толще аллювиальных отложений. Для этого выделены 4 разности различающихся по крупности песчаных частиц и в фильтрационном отношении: пески среднезернистые, разнотоннозернистые, мелкозернистые и тонкозернистые (табл. 2).

Литологическая эпюра подтвердила наибольшее содержание (более 60%) крупных разностей песка на глубине 30–50 м. Интересна количественная характеристика режима нестационарной изменчивости водопроницаемости песков и супесей лёгких, слагающих верхний слой. Вся генеральная совокупность показателей фильтрационных свойств дельтовых песков разделена на малые выборки с шагом опробования несвязных грунтов — 5 км. Для направления наибольшей изменчивости (ξ_1) за начало координат принята возвышенность Донгузсырт у восточного борта верхнего водохранилища. Случайная последовательность оценок среднегеометрических значений водопроницаемости дельтовых несвязных грунтов, составленная в направлении возвышенности Донгузсырт — пос. Карамет-Нияз, выявила уменьшение величины коэффициента фильтрации. Усредненные значения параметра по трём соседним точкам (рис. 2) установлено, что математическое ожидание оценки водопроницаемости регулярно изменяется и связано с началом координат. Таким образом, изменчивость фильтрационных свойств несвязных пород в направлении ξ_1 определяется наличием тренда с начальной величиной коэффициента фильтрации 2,5 м/сут (возвышенности Донгузсырт), через 35 км (ось плотины) — 1,25 м/сут. Градиент изменчивости от начала отсчёта — 0,036 м/сут.

км

Таблица 2
Гранулометрический состав песков Каракумской свиты (усредненные значения)

Литологическая разность (песок)	Гранулометрический состав, %				Коэффициент фильтрации, м/сут	
	песчаная, мм	пылеватая, мм	глинистая, мм	глина, мм	глина, мм	м/сут
	1,0--	0,50--	0,25--	0,10--	0,05--	0,01--
	0,5	0,25	0,10	0,05	0,01	0,005
Среднезернистый	8,59	59,87	25,41	4,09	2,04	0,00
Разнозернистый	0,00	44,42	46,16	7,50	1,92	0,00
Мелкозернистый	0,00	11,16	68,17	19,57	2,60	0,00
Тонкозернистый	0,00	0,92	5,86	75,94	14,32	0,84
						2,32
						до 5,0

Таблица 3

Гранулометрический состав несвязных пород Обручской свиты (усредненные значения)

Литологическая разность (песок)	Гранулометрический состав, %				Водопроницаемость, м/сут	
	песчаная, мм	пылеватая, мм	глинистая, мм	глинистая, мм	м/сут	
1,0	0,50	0,25	0,10	0,05	0,01	
0,5	0,25	0,10	0,05	0,01	0,005	
0,00	11,73	58,09	25,02	0,88	2,92	
0,00	7,43	35,56	41,17	11,92	1,36	
0,00	0,48	2,58	65,30	26,12	2,32	
0,00	0,03	1,52	48,89	42,88	1,28	
Мелкозернистый					1,36	
Разнозернистый					1,52	
Тонкозернистый					2,20	
Супесь легкая					5,40	
					0,25-4,25	

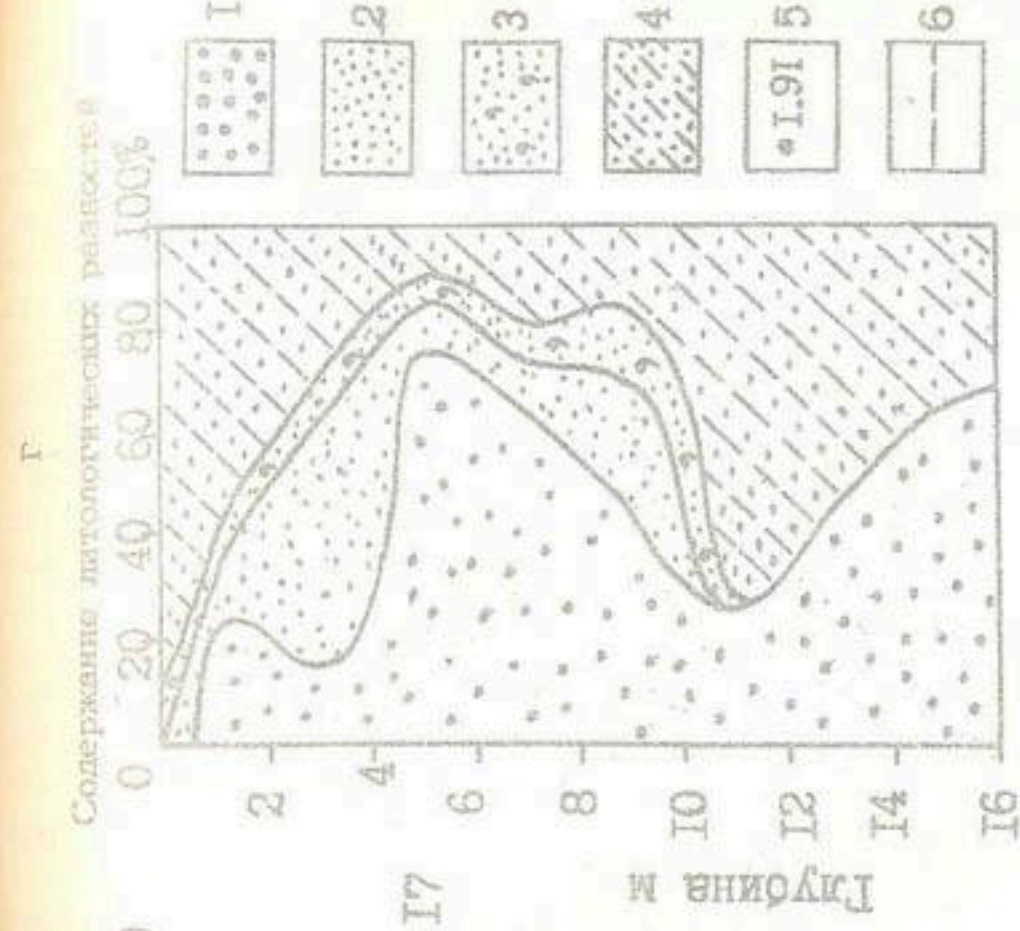
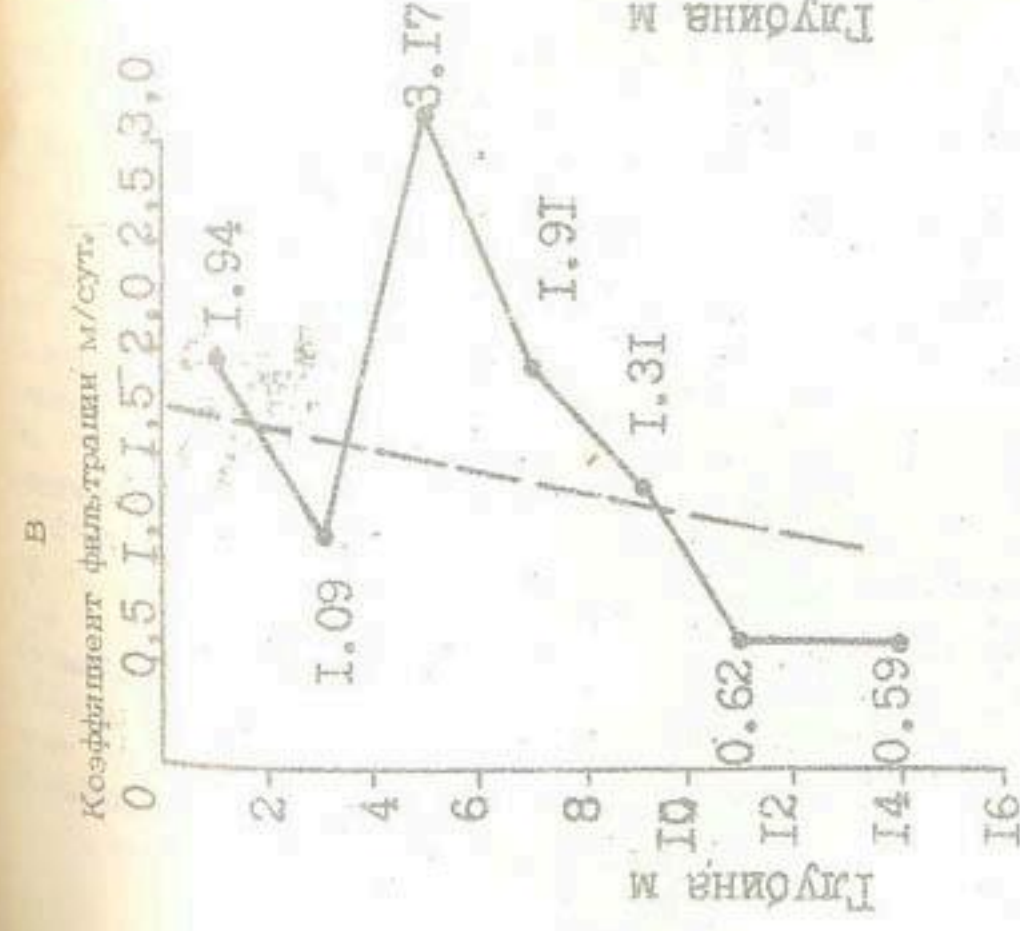
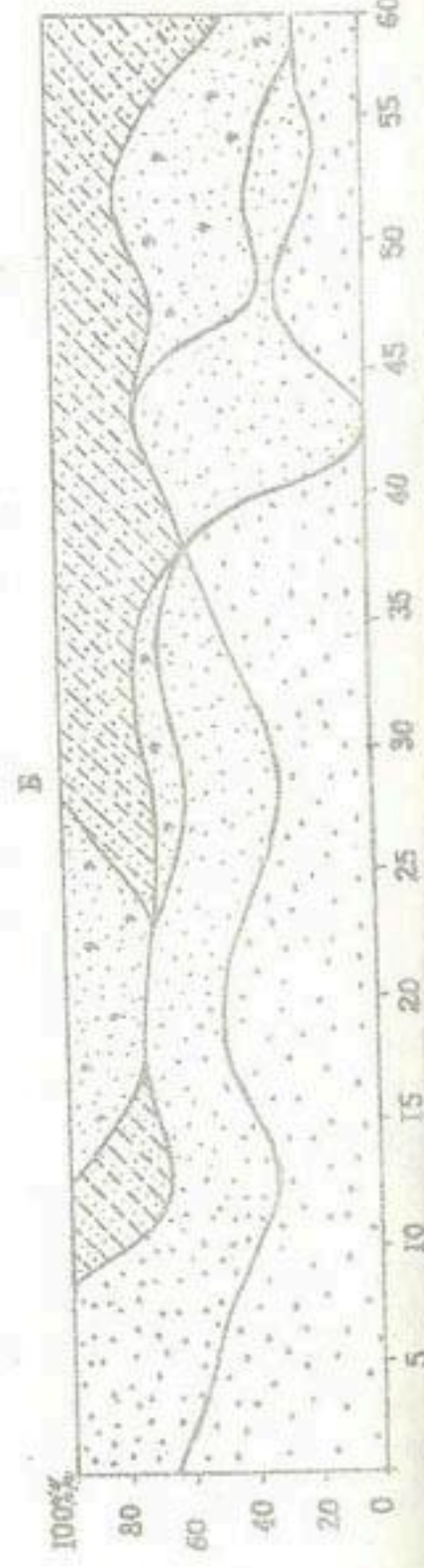
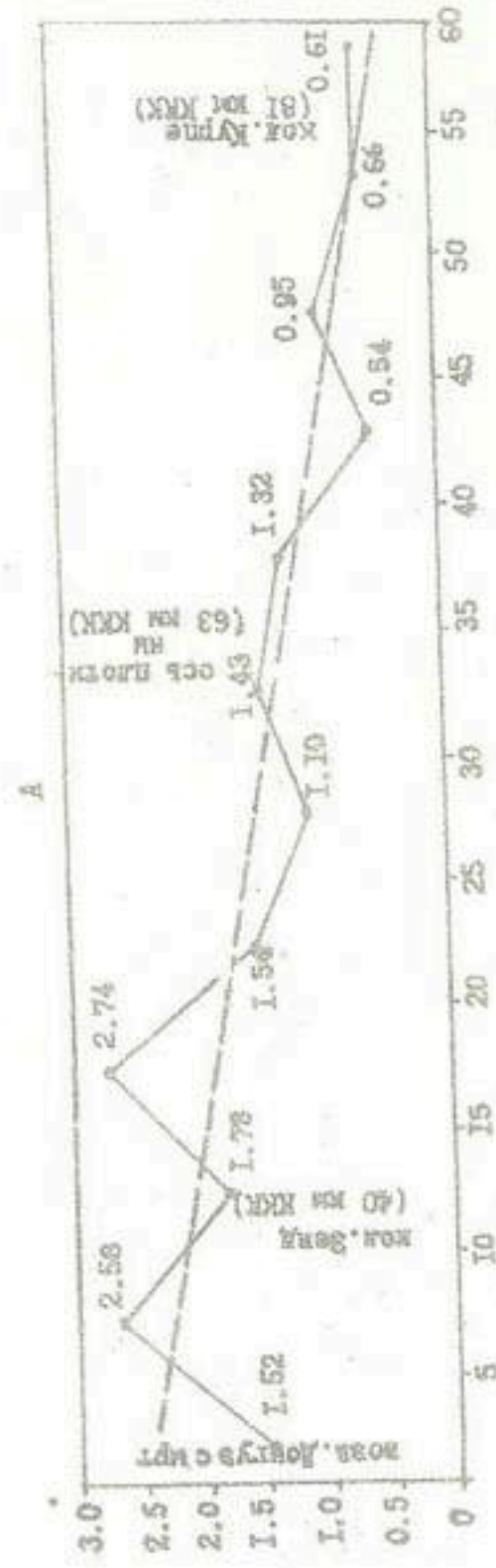


Рис. 2. Нестационарная изменчивость водопроницаемости (А,Б) и эпюра распределения несвязных пород (Б,Г) в толще дельтовых отложений (Обручевская свита) в направлении $E_1(A,B)$ и $E_2(B,G)$ - ось плотны. 1 - песок мелкозернистый, 2 - разномелкозернистый, 3 - тонкозернистый, 4 - супесь легкая, 5 - расчетные точки по среднегеометрическим значениям, 6 - линии среднего значения параметра.

График изменчивости водопроницаемости несвязных грунтов контролировался с помощью литологической эюры, выделяющей четыре разности пород: песок мелкозернистый, разнозернистый, тонкозернистый и супесь лёгкая (табл. 3). Литологической эюрой установлено также утяжеление разреза несвязных пород в западном направлении. Практически на 50-м км от Донгузсырта тело дельтовых осадков можно рассматривать как поле супесей лёгких с водопроницаемостью ниже 0,75 м/сут. На этом расстоянии водопроницаемость остальных разностей несвязных пород также принимает наименьшие свои значения (см. рис. 2).

Режим изменчивости водопроницаемости несвязных пород по направлению ξ_2 проверяли на расстоянии 35 км от возвышенности Донгузсырт. За начало отсчёта координат принята широта кол. Халдар по южному борту водохранилища. Длина отрезка опробования определялась размерами тела дельтовых осадков и не превышала 25 км. На таком коротком расстоянии невозможно проследить изменения средних значений водопроницаемости. Однако для линии регионально коррелированной составляющей установлено незначительное уменьшение водопроницаемости к северному борту дельты, что вполне закономерно для краевой части любых дельтовых отложений. В целом математическое ожидание среднего значения параметра постоянно и не зависит от начала отсчёта координат. Таким образом, режим изменчивости величины водопроницаемости в направлении ξ_2 (с юга на север) может рассматриваться как стационарный при среднем значении коэффициента фильтрации несвязных пород для выбранной линии в 1,35 м/сут. В качестве контроля использована величина водопроницаемости по направлению ξ_1 , составляющая на 35-м км (ось плотины) — 1,25 м/сут. Оценка вероятного значения фильтрационных свойств несвязных пород по взаимно пересекающимся направлениям показала хорошую сходимость средней величины параметра, где ошибка определения по математическому ожиданию не превышает 8%. В эюре распределения несвязных пород в направлении ξ_1 количество песчаных разностей в разрезе изменяется незначительно.

Для характеристики пространственной изменчивости фильтрационных свойств верхнего слоя фильтрационной модели

исследовалось изменение водопроницаемости по глубине (направление ξ_3). Мощность верхнего слоя несвязных пород непостоянна. Поэтому, используя естественные обнажения по оси плотины, водопроницаемость определялась на различных уровнях. Совокупность определений фильтрационного параметра разделена на малые выборки (шаг опробования — 2 м). График изменения средних значений водопроницаемости несвязных пород до глубины 14 м характеризует нестационарность функций рассматриваемого параметра. Здесь также, как и для аллювия каракумской свиты, водопроницаемость уменьшается к кровле и подошве слоя. Максимальный коэффициент фильтрации по среднегеометрической оценке устанавливается на глубине 4-5 м и достигает 3,17 м/сут. Согласно литологической эюре распределения несвязных пород до глубины 16 м к кровле и подошве слоя, увеличивается содержание супеси лёгкой. Приблизительное среднее значение водопроницаемости для глубины 14 м — 1,35 м/сут (глубина 7 м), что хорошо увязывается с оценками средних по направлению ξ_1 и ξ_2 (см. рис. 2).

Закономерности, выявленные в изменчивости водопроницаемости дельтовых несвязных пород, соответствуют представлениям о формировании различных фаций аллювиально-дельтовых отложений. Средний слой фильтрационной модели представлен неоднородной толщей дельтовых осадков мощностью 10-25 м.

Оценить водопроницаемость толщи по литологическим разностям невозможно, поэтому целесообразно определить характеристику суммарной водопроницаемости неоднородной толщи. С этой целью определено сопротивление ложа Каракумского канала, представленного слоистой толщей различной мощности. На 40- и 53-м км Каракумского канала выбраны 2 участка различной мощности (M_0) ложа водотока — 9,4 и 15,0 м. Сопротивление ложа (AL) определено путём замера уровня воды в канале (H_K) и уровня грунтовых вод в скважине (H_1, H_2, H_3), расположенных по двум створам перпендикулярно каналу. Скважины на створах удалены на расстояние 50, 200 и 500 м от уреза воды водотока (X_1, X_2, X_3). Сопротивление ложа канала определялось по зависимости, предложенной В.М. Шестаковым /3/ (табл. 4).

Таблица 4

Данные для определения сопротивления ложе канала

Створы на канале	Горизонт воды на канале (H _к), м	Уровень грунтовых вод, м				Расстояние от канала, м		Сопротивление ложе канала (ΔL)
		H ₁	H ₂	H ₃	X ₁	X ₂	X ₃	
40 км	245,87	245,3	245,1	-	50	200	-	377
(m ₀ = 9,4 м)	245,3	-	-	244,8	50	-	500	484
			245,1	244,8	-	200	500	570
В среднем								470
53 км	243,01	242,10	241,85	-	50	200	-	485
(m ₀ = 15,0 м)	242,10	-	-	241,34	50	-	500	490
В среднем			241,36	241,34	-	200	500	480

Используя данные по сопротивлению ложе водотока, определяется осредненный коэффициент фильтрации слоистой толщи, составляющей ложе канала из соотношения [3]:

$$\Delta L = \sqrt{\frac{K \cdot m \cdot m_0}{K_0}} \operatorname{ctg} h \left(b \sqrt{\frac{K_0}{K \cdot m \cdot m_0}} \right),$$

где K и m — коэффициент фильтрации и мощность основного (нижнего) водоносного горизонта;

K_0 и m_0 — коэффициент фильтрации и мощность слоя, подстилающего ложе канала;

b — половина ширины водотока, м.

Определенная таким образом суммарная водопроницаемость верхней слоистой толщи на створе 40 и 53-го км Каракумского канала соответственно составляет 0,376 и 0,125 м/сут, то есть с увеличением мощности слоистой толщи отмечается уменьшение её водопроницаемости (рис. 3). Эта зависимость может объясняться формально-логической предпосылкой возрастания содержания тяжёлых разностей пород с увеличением общей мощности слоистой толщи дельтовых осадков в направлении сноса материала. Полученные закономерности позволяют определить с помощью интер- и экстраполяции фильтрационные свойства слоистой толщи при её мощности 7–18 м.

Для полной характеристики фильтрационных свойств неоднородного слоя необходимы сведения о распределении мощности этой толщи на территории водохранилища. Определение указанного параметра возможно путём оценки средней мощности всего верхнечетвертичного дельтового комплекса пород и количества несвязанных грунтов (первый слой) в её кровле. Разница между этими слоями определяет величину мощности неоднородной толщи.

Распределение мощности всего комплекса дельтовых осадков и олов несвязанных пород анализировалось с помощью малых выборок с шагом опробования через 5 км для направлений ξ_1 и ξ_2 . В качестве статистической модели при оценке средних значений мощности использована функция гамма-распределения $\mu = \gamma \beta$, где γ и β параметры, учитывающие асимметричность кривой распределения.

Графики оценок средних мощностей, построенные для направлений ξ_1 и ξ_2 , характеризуются увеличением мощ-

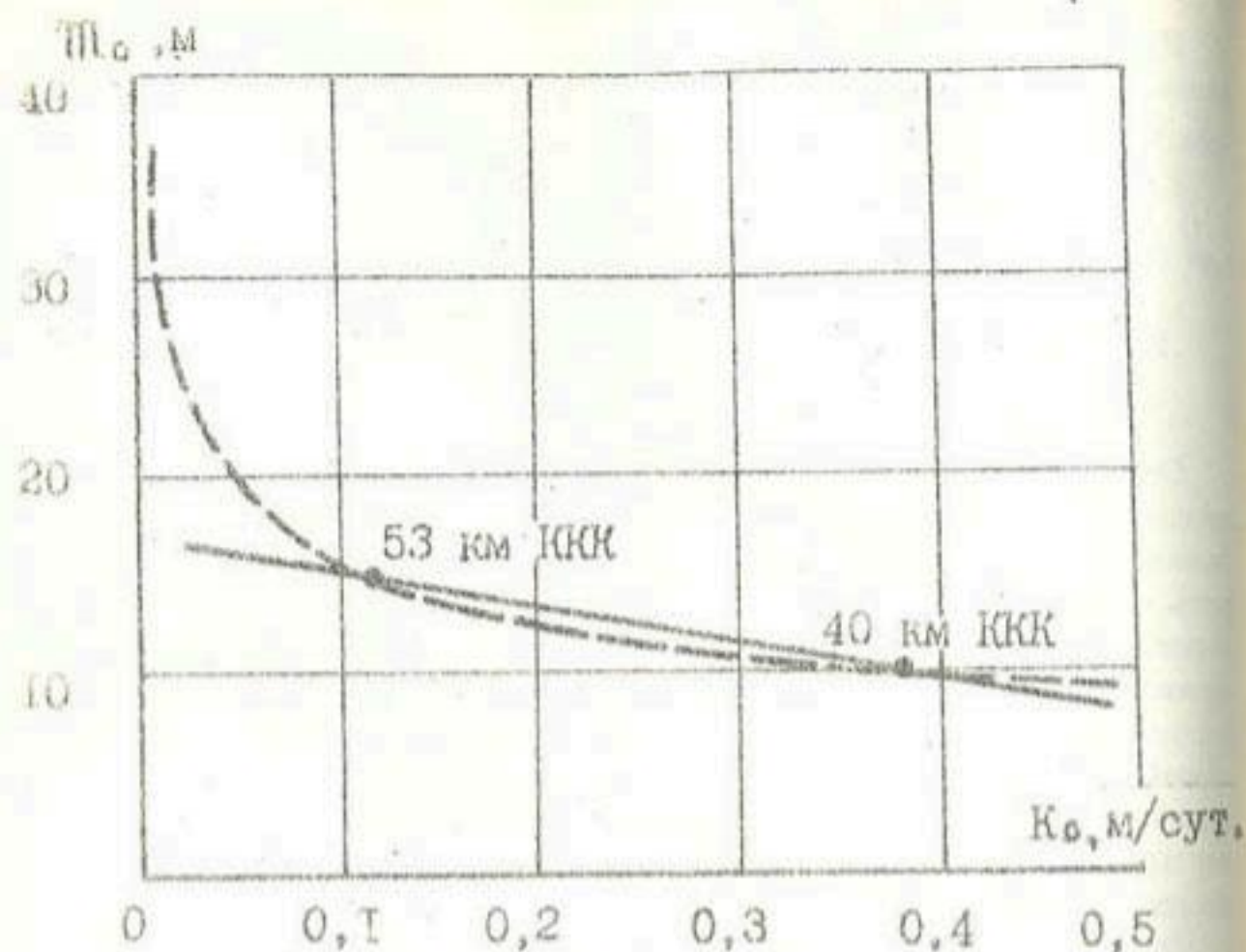


Рис. 3. Зависимость суммарной водопроницаемости
системы толщ от её мощности $K_0 = f(m_0)$.

ности верхнечетвертичных дельтовых осадков в западном направлении. По данным регионально коррелированной составляющей, она изменяется от 15 (возвышенность Донгузсырт) до 20 м (пос. Карамет-Нияз). Для направления E_2 общая мощность дельтового комплекса осадков постоянна и по оси плотины не превышает 16 м.

Мощность несвязных пород в верхнем слое по средней оценке изменяется незначительно и составляет 3 м. Фактическая мощность песков и супесей лёгких колеблется в верхнем слое в широких пределах, поэтому средняя мощность получена для равномерно "размазанного" по всей территории слоя.

Для практического использования фильтрационная модель представлена в виде трёхслойной схемы разреза (рис. 4) по линии наибольшей изменчивости водопроницаемости пород (высокая — Донгуэсарт — пос. Карамет-Низа).

На 60-километровой линии выявлены три участка с усредненными значимыми фильтрационными свойствами пород. Усреднённые проводимости по радиусу корреляции, где водопроницаемость пород на конце радиуса отличается от исходных значений на величину не более 30%.

Таким образом, мощность неоднородной толщи изменяется от 12 (возвышенность донгуэсарт) до 17 м (пос. Карамет-Низа). Соответственно изменяется водопроницаемость в направлении E_4 от 0,30 до 0,09 м/сут (см. рис. 4).

В ы в о д ы

Территория проектируемого головного водохранилища Каракумского канала, расположенная в восточной части Озургинской степи, может быть представлена фильтрационной моделью с трёхслойной литологической схемой. Все слои резко отличаются в фильтрационном отношении.

Верхний слой сложен связными породами (усреднённая мощность для всей территории — 8 м). Водопроницаемость слоя характеризуется нестационарным режимом изменчивости в направлении сноса материала и по глубине. Фильтрационная способность слоя от восточного борта водохранилища до его западной линии изменяется в пределах 2,5–0,6 м/сут. Полученные вероятные значения водопроницаемости соответствуют слою несвязных пород любой мощности, встречающихся в кровле верхнечетвертичных дельтовых отложений.

Средний слой сложен неоднородной толщей дельтовых осадков с наименьшей водопроницаемостью. Мощность неоднородного слоя увеличивается в направлении сноса материала (12–17 м). В этом же направлении уменьшается суммарная водопроницаемость слоя (0,3–0,09 м/сут).

Нижний слой фильтрационной модели наиболее водопроницаем. Режим изменчивости фильтрационных свойств в плане характеризуется как стационарный. По глубине отмечается увеличение водопроницаемости к кровле (7 м/сут) и подомовое (12 м/сут) слоя. Наибольшее значение параметра (25 м/сут) установлено в интервале 30–50 м. Мощность третьего слоя — 70 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б ан д а р и к Г. Ю. Основы теории изменчивости гидрогеологических свойств пород. М., "Недра", 1971.
2. Ч а п о в с к и й А. Е., П е р н о в с к и й В. В. Экспериментальные исследования неоднородности горных пород. "Разведка и охрана недр", 1972, № 1.
3. Б о л о в а р Ф. М., Г а р м о в И. В., Л о б о в с к и й А. В., Ш о с т а к о в В. М. — Основы гидрогеологических расчётов. М., "Недра", 1966.

В.В.Поланский

РАСЧЕТ НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ ФИЛЬТРАЦИИ К КОЛЬЦЕВЫМ РЯДАМ ИГЛОФИЛЬТРОВ

Методы фильтрационных расчетов водопонижающих систем разработаны и рассмотрены в работах С.К. Абрамова /1/, П.П.Аргусова /2/, Ф.М.Бочверова /3/, И.Н.Воригина /3/, Л.Н.Павловской /6/, В.М.Шестакова /1/ и др. Конструктивные особенности легких иглофильтровых установок обусловили применение специальных приемов их расчета, методика которых разработана в основном В.М.Григорьевым /4/.

Вакуумное водопонижение, применяемое для осушения мелкозернистых грунтов, характеризуется обилием факторов, влияющих на режим работы всей водопонижающей установки. Процесс водопонижения в таких грунтах сравнительно длительный, и поэтому расчет проводится главным образом на неустановившуюся фильтрацию.

Приближенные зависимости /4/ описывают фильтрацию к двойным и кольцевым рядам иглофильтров и определяют снижение пьезометрической поверхности в области влияния иглофильтровой установки, изменение расхода воды, притекающей к одному иглофильтру.

Приближенность решений определялась в данном случае недостаточным учетом граничного условия третьего рода на линии иглофильтров. Зависимости пригодны для расчета неустановившейся фильтрации при положительных ($H_0 > 0$) и отрицательных ($H_0 < 0$) значениях напора на наружных поверхностях приемных звеньев иглофильтров. В последнем случае необходимо учитывать знак перед H_0 , обуславливающий возрастание действующего напора.

формулы, описывающие фильтрацию к двойным рядам иглофильтров, уточнены В.М.Григорьевым на основе использования опытных данных, полученных В.М.Шестаковым на гидроинтеграторе.

Отсутствие точных решений одномерного уравнения неустановившейся фильтрации к кольцевому ряду несовершенных скважин (иглофильтров) обусловило выполнение исследований такой фильтрации, которые проводились на сеточном электроинтеграторе.

Расчет кольцевой системы иглофильтров (несовершенных скважин) при заданных в них постоянных понижениях в условиях неустановившейся фильтрации с использованием метода фильтрационных сопротивлений для учета гидродинамического несовершенства иглофильтров в соответствии с работой В.М.Шестакова /7/ был сведен для потока постоянной проводимости к решению одномерного уравнения

$$\chi \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial H}{\partial r} \right) = \frac{\partial H}{\partial t} \quad (1)$$

при начальном условии $H = 0$ и граничных условиях на контуре иглофильтров, находящемся в сечении $r = R$,

$$\frac{Q_{\text{жл}}}{\Phi_{\text{н.игл}}} = \frac{S_{\text{игл}} - S_{\text{л}}}{\Phi_{\text{н.игл}}} \quad (2)$$

и в центре кольцевого контура $\frac{\partial S}{\partial r} = 0$ при $r = 0$,

где $S_{\text{игл}}$ — понижение уровня в иглофильтрах;
 $S_{\text{л}}$ — понижение в траншее, эквивалентной ряду иглофильтров;

$\Phi_{\text{н.игл}}$ — приведенное сопротивление на несовершенство иглофильтров. В соответствии с работой

В.М.Шестакова /7/ $\Phi_{\text{н.игл}} = \sigma' \Phi_{\text{жл}}$

Цель расчета — установить динамику понижения уровня грунтовых вод кольцевым рядом иглофильтров в неограниченном напорном пласте постоянной проводимости в зависимости от гидродинамического несовершенства иглофильтров.

Решение поставленной задачи осуществлялось моделированием по общепринятой методике /5,7/ на сеточном электрическом интеграторе БУСЭ-70, поскольку такой интегратор позволяет легко переходить от одного варианта к другому.

Исходные данные моделирования: коэффициент пьезопроводности пласта — $\chi = 10^3 \text{ м}^2/\text{сут}$, радиус кольцевого контура иглофильтров — $R = 8 \text{ м}$.

Для построения модели исследуемая область фильтрации разбита на 13 блоков, для которых определялись величины фильтрационных сопротивлений. Разбивка сетки проводилась с учётом несовершенства иглофильтров с детализацией в пределах зоны резкой деформации потока вблизи контура иглофильтров. Блоки задавались в виде колец, ограниченных концентрическими окружностями радиусов $R_{0,n}$ и $R_{0,n+1}$. Средняя величина фильтрационного сопротивления Φ_n в пределах каждого блока определялась по формуле

$$\Phi_n = \frac{q_n \frac{R_{0,n+1}}{R_{0,n}}}{2\pi} \quad (3)$$

Найденные таким образом сопротивления моделировались омическими сопротивлениями, равными $R_n^{\text{ом}} = \alpha_R \Phi_n$, где α_R — произвольно выбранный масштаб сопротивлений.

Учёт нестационарности процесса производился по схеме Либмана путём подключения в центр каждого блока временных сопротивлений $R_n^{\text{т}}$

$$R_n^{\text{т}} = \alpha_R \frac{\Delta t}{F_n}, \quad (4)$$

где Δt — шаг времени; F_n — площадь блока.

Период изучаемой фильтрации разбивался на несколько интервалов, расчёт проводился последовательно для каждого интервала. При этом на концах временных сопротивлений задавались значения потенциалов на предыдущий момент времени, а на границах — значения потенциалов на расчётный момент времени; в узлах получали значения потенциалов на расчётный момент времени (через Δt).

Для выполнения условия (2) потенциал 0% подавался в центр блока модели, содержащего иглофильтры, через дополнительное сопротивление R^0 , учитывающее гидродинамическое несовершенство контура и определяемое выражением

$$R^0 = \alpha_R \Phi_{\text{игл}} = \alpha_R \frac{\sigma \Phi_{\text{ж}}}{2\pi R}. \quad (5)$$

Потенциал 100% сообщался сетке, расположенной на контуре питания.

Моделировались последовательно 4 варианта относительно несовершенства кольцевого ряда иглофильтров: $\bar{R} = \frac{\sigma \Phi_{\text{ж}}}{R}$

0,2; 0,5; 1,0 и 2,0. Интервал времени Δt изменялся в пределах 20 с — 100 сут.

Перед моделированием действия кольцевой системы иглофильтров проверялся фильтрационный расход кольцевой галереи и кольцевой системы совершенных скважин в условиях стационарной фильтрации. При проверке устанавливались граничные условия на контуре стока и питания. Сопротивление R^0 , моделирующее несовершенство кольцевой системы иглофильтров, не включалось.

После получения фильтрационного расхода и его удовлетворительного совпадения с расчётным расходом галереи и системой скважин, определяемых по соответствующим формулам Ж.Дюпюи и Г.Б.Пыхачёва, выставлялось сопротивление R^0 и моделировалось действие кольцевой системы иглофильтров.

В процессе расчёта на электронном интеграторе фиксировались относительные потенциалы в узлах каждого блока, от которых затем переходили к относительным понижениям уровня.

По результатам моделирования для каждого $\bar{R}$ получены зависимости относительных понижений уровня на линии иглофильтра $\bar{s}_\lambda = \frac{s_\lambda}{s_{\text{игл}}}$ (табл.1) и в центре кольцевого

ряда $\bar{s}_k = \frac{s_k}{s_{\text{игл}}}$ (табл.2) от безразмерных параметров соответственно $\lambda_\delta = \frac{\bar{R}}{\sqrt{t}}$ и $\lambda = \frac{1+\bar{R}}{\sqrt{t}}$.

Построенные по табл. 1 и 2 графики, использованные в качестве расчётных для уточнения приближённых фильтрационных формул (6) и (7), можно применять также для практических расчётов кольцевых рядов несовершенных скважин и иглофильтров.

Уточненные значения понижения и расхода кольцевого ряда иглофильтров в напорных условиях [4] можно получить, если ввести в исходные выражения

$$H(0, t) = H_0 - \frac{(H_0 - H_c) \Psi(0, \bar{t})}{1 + \frac{\sigma \Phi_{\text{ж}}}{R} \omega_k(\bar{t})} \quad (6)$$

$$Q_{\text{ж}} = \frac{\kappa m (H_0 - H_c)}{\Phi_{\text{ж}} + \frac{R}{\sigma \omega_k(\bar{t})}} \quad (7)$$

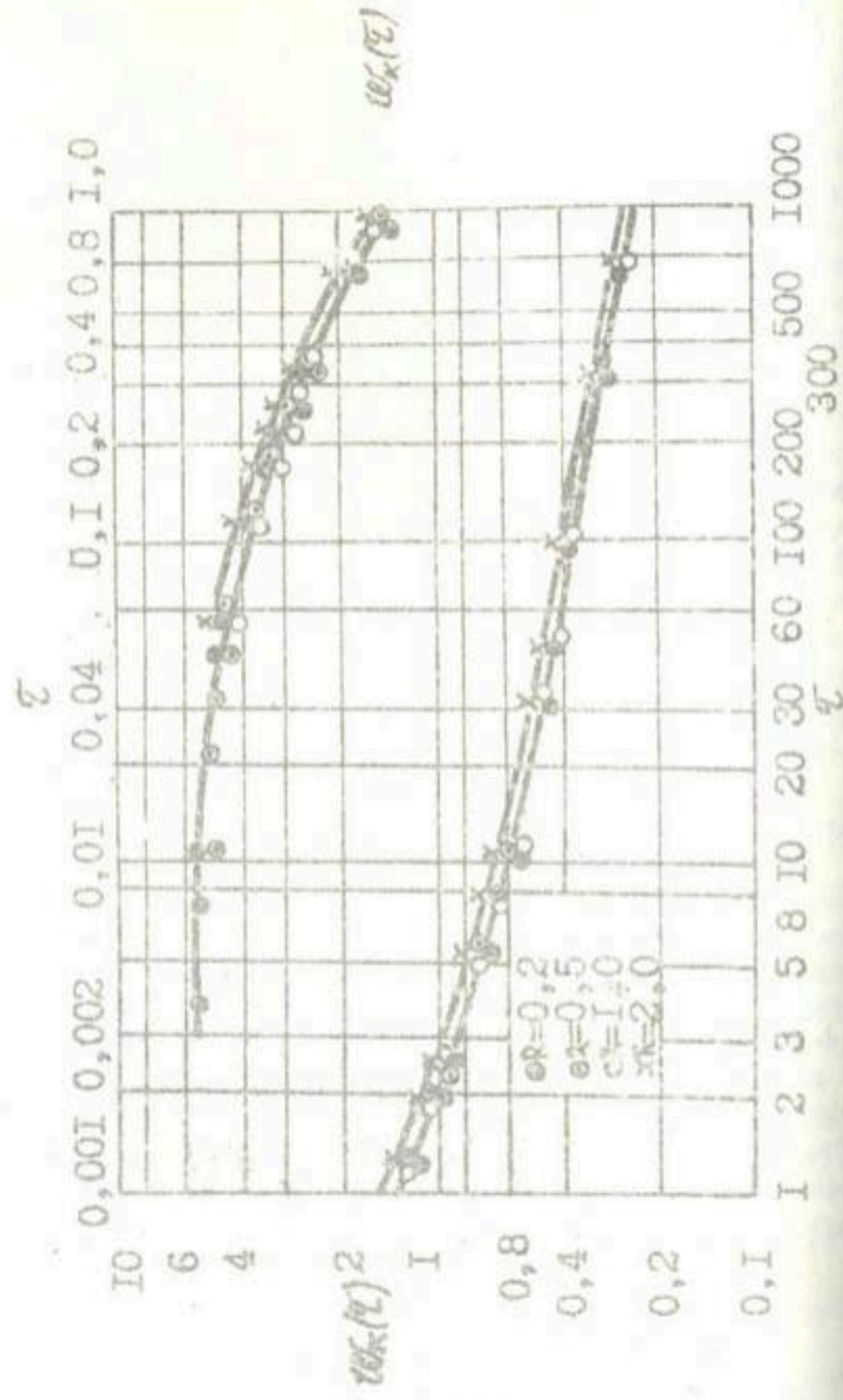


Рис. 1. График функции расхода $w_k(\tau)$.

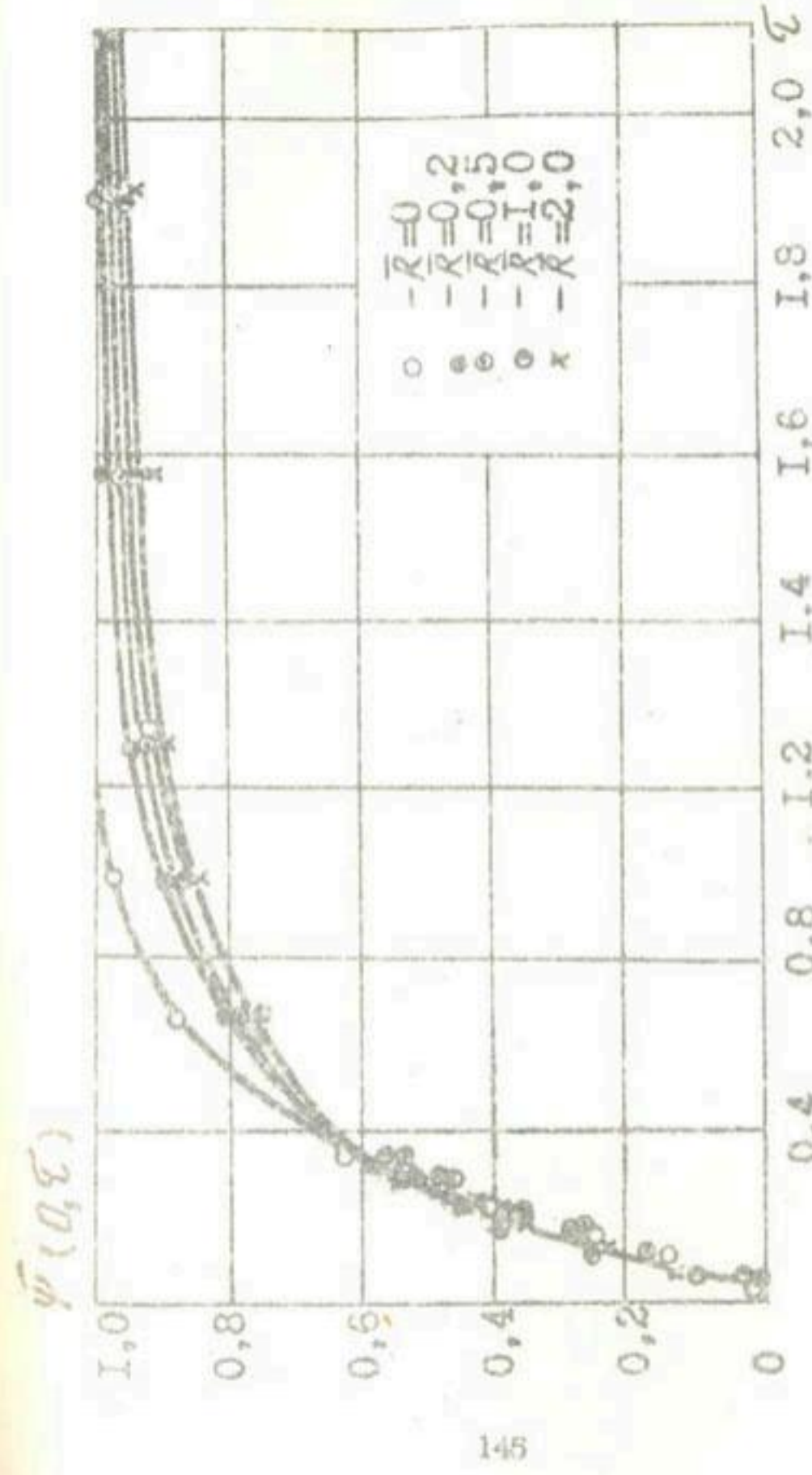


Рис. 2. График функции давления $\psi(O, \tau)$.

Таблица 1
Зависимость относительного понижения уровня на линии иглофильтров $\bar{S}_A$ от параметров $\bar{R}$ и λ

$\bar{R}$	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0
0,2	0,78	0,57	0,51	0,50	0,49	0,48	0,475	0,470
0,5	0,75	0,52	0,41	0,35	0,32	0,306	0,295	0,285
1,0	0,685	0,53	0,41	0,33	0,28	0,25	0,23	0,22
2,0	0,565	0,44	0,35	0,28	0,24	0,21	0,185	0,17

146

Таблица 2
Зависимость относительного понижения уровня в центре кольцевого ряда иглофильтров $\bar{S}_K$ от параметров $\bar{R}$ и λ

$\bar{R}$	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0
0	1,0	1,0	0,97	0,81	0,58	0,38	0,24	0,15
0,2	0,82	0,87	0,775	0,62	0,48	0,33	0,22	0,14
0,5	0,83	0,74	0,65	0,535	0,415	0,315	0,24	0,20
1,0	0,74	0,645	0,555	0,47	0,395	0,315	0,25	0,205
2,0	0,60	0,49	0,415	0,36	0,31	0,26	0,215	0,195

значения функций расхода $\omega_K(\bar{t})$ и давления $\psi(0, \bar{t})$, откорректированные с учётом результатов моделирования кольцевого ряда иглофильтров на электронном интеграторе.

В приведенных зависимостях

$H(0, t)$ – сниженный пьезометрический уровень в центре кольцевого контура;

H_0 – начальный пьезометрический уровень;

H_c – напор на наружной поверхности приёмных звеньев;

$\psi(0, \bar{t})$ – функция давления;

G – расстояние между иглофильтрами в ряду;

Φ_K – полное внутреннее сопротивление ряда иглофильтров;

R – радиус кольцевого ряда иглофильтров;

Q_K – расход одного иглофильтра;

$\omega_K(\bar{t})$ – функция расхода;

K – коэффициент фильтрации;

m – мощность водоносного пласта;

$\bar{t}$ – параметр времени, определяемый соотношением $\bar{t} = \frac{x t}{R^2}$, в котором x – коэффициент пьезопроводности пласта;

Используя выражения (6) и (7) и соотношение $\Pi/$

$$S_n = S_c - \frac{Q_K}{K m} \Phi_K, \quad (8)$$

получены следующие зависимости для определения откорректированных значений функций $\omega_K(\bar{t})$ и $\psi(0, \bar{t})$:

$$\omega_K(\bar{t}) = \frac{1}{\bar{S}_K} \left(\frac{1}{\bar{S}_A} - 1 \right) = \frac{1}{\bar{S}_A} \left(\frac{1}{\bar{S}_A} - 1 \right) \quad (9)$$

$$\psi(0, \bar{t}) = \bar{S}_K [1 + \bar{R} \omega_K(\bar{t})]. \quad (10)$$

Принимая во внимание (9), получаем

$$\psi(0, \bar{t}) = \frac{\bar{S}_K}{\bar{S}_A}. \quad (11)$$

По результатам расчёта с использованием данных моделирования (см. табл. 1, 2), и соотношений (9) и (11) построены графики зависимости откорректированных значений функций

расхода $\omega_k(\bar{t})$ и давления $\psi(0, \bar{t})$ от параметра $\bar{t}$ при разной величине относительного гидродинамического несовершенства кольцевого контура. Полученные графики (рис. 1, 2) позволяют определять уточненные значения $\bar{H}(0, \bar{t})$ и $Q_{\text{м}}$ для любого момента времени работы кольцевой водопонижающей установки в напорных и безнапорных условиях. В последнем случае формулы (6) и (7) приобретают вид [4]:

$$\bar{H} = \sqrt{\bar{H}_0^2 - \frac{(\bar{H}_0^2 - \bar{H}_c^2) \psi(0, \bar{t})}{1 + \frac{\sigma \Phi_{\text{м}}}{R} \omega_k(\bar{t})}} \quad (12)$$

$$Q_{\text{м}} = \frac{K(\bar{H}_0^2 - \bar{H}_c^2)}{2[\Phi_{\text{м}} + \frac{R}{\sigma \omega_k(\bar{t})}]} \quad (13)$$

Зависимости (6), (7), (12) и (13) можно использовать для установления сниженных глубин грунтовых вод в наиболее важных с производственной точки зрения пунктах области фильтрации или времени снижения свободной поверхности грунтовых вод до заданной отметки, а также для определения притока воды к установке при проектировании водопонижения кольцевыми рядами иглофильтров в напорных и безнапорных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. А б р а м о в С. К. Гидрогеологические расчёты притока воды в котлованы и искусственного понижения уровня грунтовых вод. М., Углетехиздат, 1952.
2. А р г у н о в П. П. Понижение грунтовых вод иглофильтровыми установками. М., Гос. изд-во лит-ры по стр-ву и архитектуре, 1955.
3. Б о ч о в е р Ф. М. и др. Основы гидрогеологических расчётов. М., "Недра", 1969.
4. Г р и г о р ь е в В. М. Вакуумное водопонижение. М., Стройиздат, 1973.

М. И. Марини И. Е., Шестаков В. М. Моделирование подземных вод. М., "Недра", 1970.

Н а в л о с к а я А. Н. Фильтрационный расчёт водопонижения для первоначальной откачки при устройстве стальных котлованов гидротехнических сооружений. Научно-техническая конференция молодых специалистов (Сб. докладов). М., Госэнергиздат, 1969.

Ш е с т а к о в В. М. Теоретические основы теории водопонижения в дренажах. М., Изд-во МГУ, 1966.

А.Кулов

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ УПРАВЛЕНИЯМИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ВОДОПОТРЕБИТЕЛЯМИ НА ОСНОВЕ ХОЗРАСЧЕТА В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

На XXV съезде КПСС отмечалось, что важнейшая задача сельскохозяйственных и водохозяйственных органов в 10-й пятилетке — продолжать в широких масштабах мелиорацию земель и высокоэффективно использовать орошаемые земли.

В 5-й пятилетке капиталовложения в водохозяйственное строительство Туркменистана составили 748 млн. р., а в 10-й — 742 млн. р.

Среднегодовой водозабор из Амударьи в 1966–1970 гг. достиг 13,0 млрд. м³, а в 1971–1975 гг. — 17,1, соответственно в Каракумский канал — 6,8 и 8,0 млрд. м³, Чарджоускую область — 2,5 и 3,4, Ташаузскую — 3,6 и 4,7 млрд. м³.

Для экономичного и более рационального использования водных ресурсов Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации разработаны формы хозрасчета: внедрение элементов хозрасчета, частичный, неполный и полный.

При внедрении элементов хозрасчета основная производственная деятельность управлений оросительных систем осуществляется за счет прямого бюджетного финансирования. По утвержденному плану водоподачи, оросительная вода отпускается хозяйствам бесплатно, а каждый сверхплановый кубометр воды оплачивается ими по отпускной цене из собственных доходов. Средства за сверхплановую воду поступают

в оросительных системах и используются ими для создания фондов поощрения, страховых фондов и улучшения материальной базы.

В условиях хозрасчета управление оросительных систем финансируется с бюджетного финансирования. Ассигнованные на эксплуатацию систем передаются районными управлениями сельского хозяйства, которые по плану водоподачи передают управлениям хозяйств кубометр подаваемой воды по цене, возмещающей затраты на эксплуатацию и капитальный ремонт систем. Примером может служить хозрасчет, осуществляемый в Киргизской ССР. Сакралановское водопотребление осуществляется из собственных доходов. Поступления за сверхплановое водопотребление используются управлениями для создания фондов экономического развития. 75% сэкономленных хозяйством за воду по плану водоподачи средств, выделяемых управлением для возмещения расходов на основной фондности, а оставшаяся 25% поступает в виде прибыли. В связи с понижением водопотребления источниками пополнения балансовых для основной деятельности управлений средств служат создаваемые ими и существующие организации: страховые фонды, а в отдельных случаях — и собственные балансы.

Полный хозрасчет, по нашему мнению, может осуществляться двумя способами: при первом управление оросительных систем финансируется с бюджетного финансирования и осуществляет свою деятельность за счет средств, поступающих за воду. Коллективы и совхозы оплачивают управлениям кубометр подаваемой воды по цене, возмещающей по плану водоподачи затраты на эксплуатацию и капитальный ремонт.

Затраты потребителей на воду в размерах плановых затрат на эксплуатацию и капитальный ремонт систем возмещают путем снижения обязательных платежей в бюджет (плата за фонды, отчисления от прибыли и подоходный налог). С одной стороны, это создает материальный стимул хозяйствам-водопользователям, с другой, мобилизацией этих источников доходов государственного бюджета финансовые органы контролируют деятельность хозяйств-водопотребителей по выполнению плана производства и обеспечению рентабельной работы

колхозов и совхозов. Поэтому единичные случаи, когда переход осуществляется на переход управления на хозрасчёт по форме (табл. 1). Полностью переходят на хозрасчёт колхозы "Правда", "Победа" и совхоз "Теджен" (табл. 2). В остальных хозяйствах стоимость водоподачи возмещается частично. Стоимость подачи воды определена по тарифу Тедженского района - 1000 м³ = 2 р. 33 к.

Таблица 1

Стоимость водоподачи в хозяйствах Тедженского района, тыс.р.

Хозяйство	Водоподача, тыс.м ³ (1975 г.)	Стоимость водоподачи по тарифам	
		Тедженский район	Ашхабадская область
		1000 м ³ = 2 р. 33 к.	1000 м ³ = 3 р. 34 к.
Имени Жданова	47546	111,7	158,8
"Коммуна"	72233	169,7	241,2
Имени Кирова	46953	110,3	150,8
ХХП партсъезда	54082	127,0	180,5
"Ленин ёлы"	60773	142,5	202,9
"Москва"	52810	124,3	176,7
"Правда"	51451	120,9	171,8
"Совет Туркменистаны"	58927	138,4	196,8
"П-я пятилетка"	22235	52,2	74,2
"Ленин байдагы"	61245	143,8	204,6
Имени Чапаева	33484	78,6	111,8
"Победа"	53982	120,8	180,3
Совхоз Теджен	100924	238,3	397,1

Если осуществить перевод Тедженского управления оросительных систем на хозрасчёт по форме возмещения стоимости подачи воды путём снижения обязательных платежей в бюджет необходимо представить дотацию из бюджета. Установлено, что в Тедженском районе в настоящее время кроме перечисленных хозяйств перенести все хозяйства на хозрасчёт по указанной форме невозможно.

Таблица 2

Возмещение стоимости воды с платежами в бюджет, тыс. р.

Хозяйство	Платежи в бюджет (1975 г.)	Процент по тарифу	
		Тедженский район	Ашхабадская область
Имени Жданова	89,9(1974)	86,4	62,9
"Коммуна"	153,6	80,5	63,7
Имени Кирова	60,8	55,1	38,8
ХП партсъезда	69,9	55,0	38,7
"Москва"	53,6	43,1	30,4
"Ленин ёлы"	83,2	58,3	41,0
"Правда"	181,0	148,7	105,4
"Совет Туркменистаны"	118,6	85,7	60,3
"П-я пятилетка"	21,4	41,0	28,8
"Ленин байдагы"	55,7	38,7	27,2
Имени Чапаева	43,0(1974)	54,7	38,5
"Победа"	161,8	127,6	89,7
Совхоз "Теджен"	504,7	185,4	137,5

При неполном хозрасчёте управления снимаются с бюджетного финансирования и осуществляют свою деятельность за счёт средств, поступающих за воду. Колхозы и совхозы также оплачивают управлениям каждый кубометр поданной воды по цене, возмещающей по плану водоподачи затраты на эксплуатацию и капитальный ремонт. В отличие от первого способа неполного хозрасчёта, затраты потребителей за воду в размерах плановых затрат на эксплуатацию и капитальный ремонт систем возмещаются путём повышения цен на сельскохозяйственные продукты. Для этого определяется средний тариф за услуги по подаче воды межхозяйственными оросительными системами в Тедженский район по принципу водозабора из источников орошения в среднем за 1970-1974 гг. В отличие от 1 способа неполного хозрасчёта при определении среднего тарифа включены затраты Каракумского канала в размере по принципу водозабора из источников оро-

Таблица 3

Удельный вес затрат за воду в себестоимости хлопка-сырца
(1971-1974 гг.)

Хозяйство	Затраты по про- извод- ству, тыс.р	Произ- вод- ство, ц	Себе- стой- мость, ц/р	Затраты воды, тыс.р	Общие за- траты по произ- вод- ству, тыс.р	Общая себестоимость хлопка за во- ду, р	Затра- ты за воду в себестои- мости, р
Имени Жданова	1622,5	24541	66,1	333,1	1955,6	79,7	13,5
"Коммуна"	1911,7	29385	65,1	581,6	2473,3	84,2	18,1
Имени Кирова	1518,1	20909	72,6	330,9	1849,0	88,4	15,8
"ХХП партсъезд"	1927,2	26703	72,2	409,6	2336,8	87,5	15,3
"Ленин олы"	2039,8	28914	71,2	475,4	2535,3	87,7	16,4
"Москва"	1418,1	20904	67,9	437,6	1856,7	88,8	20,9
"Правда"	1986,3	27148	72,4	382,4	2358,7	86,9	14,5
"Совет Туркмени- станы"	1739,9	24849	70,0	479,7	2219,6	89,3	19,3
"П-я пятилетка"	465,0	6634	70,0	178,9	643,9	96,3	26,8
"Ленин байлагы"	1686,6	23067	73,5	482,9	2178,5	94,4	20,9
Именн Чапаева	958,7	14190	67,6	245,7	1204,4	94,8	17,3
"Победа"	1574,7	23390	67,3	408,5	1983,2	84,8	17,5
Совхоз "Теджен"	4885,8	125515	39,9	1049,8	5905,6	47,1	8,1
В среднем по рай- ону	1828,3	304770	69,9	442,8	2269,3	74,5	14,5
							19,5

дения. Таким образом, средний тариф за 1000 м³ воды в Тедженском районе составил 10 р. 78 к. При этом тарифе удельные затраты за воду в себестоимости хлопка-сырца — 16-28%. Доля оплаты за воду в среднем по Тедженскому району составила 38,4%. В передовых хозяйствах удельные затраты за воду сравнительно низкие (табл. 3).

Перевод управлений по этой форме, с одной стороны, вызы- вает значительное увеличение себестоимости хлопка-сырца и других продуктов сельского хозяйства, с другой, — связан с изменением цен на сельскохозяйственные продукты и по- этому вызывает трудности.

При полном хозрасчёта управления полностью снимаются с бюджетного финансирования и осуществляют свою деятель- ность за счёт средств, поступающих за воду. Водопотребни- тели оплачивают управлениям каждый кубометр поданой воды по цене, которая по плану водопотребления возмещает ороси- тельным системам все издержки производства и обеспечивает плановые накопления.

А. Кулов

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Основные фонды водного хозяйства включают каналы с плотинами, дамбами, гидротехническое оборудование, строительные машины, насосные станции, средства транспорта и связи, различные инструменты, здания и другие средства производства стоимостью более 50 р. Роль основных фондов водного хозяйства — создание наилучших условий для транспортировки воды от источников на орошаемые поля. Поливное земледелие требует больших затрат, необходимых для строительства оросительных систем, планировки земель, приобретения различных землеройных машин и т.д. Всё это ведёт к концентрации средств производства на одной и той же земельной площади, что, по определению К. Маркса, является важнейшим условием интенсификации сельского хозяйства.

Анализ технико-экономических показателей, характеризующих фондооснащённость и техническое состояние строительных и коллекторно-дренажных систем ТССР, позволил установить динамику стоимости сельскохозяйственных и водохозяйственных основных фондов, условия и источники их формирования, определить их производственную структуру и соответствующие количественные и качественные показатели.

В районах орошаемого земледелия Туркменистана наблюдается высокая насыщенность основными фондами. Наряду с повышением эффективности работы сельскохозяйственных водопользователей по степени использования земель, повышает

ся и фондоотдача. Если в неполивных районах подготовка 1 га новых земель обходится в 170–200 р., то в районах орошения она достигает 1500–2500 р., иногда и больше. В проектном задании орошения и освоения I очереди Каршинской степи совокупные капиталовложения на 1 га новых земель составляют 6840 р.¹ В проектном задании орошения (без освоения) зоны I очереди Каракумского канала капитальные вложения государства на 1 га новых земель составляют 889 р., П — 1017, Ш, включая освоение земель, — 6070 р. В целом по зоне всех трёх очередей 1 га орошения и освоения обходится государству 2319 р., а по приросту фактически политой земельной площади — 2141 р. 1 га орошения и освоения земель зоны Каракумского канала обходится государству значительно дешевле (в 2–3 раза), I очереди Каршинской степи.

Значительная часть оросительных каналов, коллекторов и гидросооружений находится в не очень удовлетворительном состоянии. Некоторые оросительные сети требуют коренной реконструкции, включающей переход на бетонированную или трубчатую сеть, и значительного повышения КПД систем путём сокращения удельной протяжённости каналов, увеличения насыщенности инженерными водозаборными, водораспределительными и регулирующими сооружениями при сокращении количества водовыделов в хозяйстве.

Одновременно с анализом показателей, характеризующих уровень и динамику фондооснащённости оросительных систем республики, установлены размер и динамика основных производственных фондов сельскохозяйственных предприятий.

Повышая фондообеспеченность сельскохозяйственных и водохозяйственных организаций, необходимо увеличить количество забора и подачи воды на орошение, ведущих к увеличению площади орошения и производства сельскохозяйственных продуктов.

Характерной особенностью формирования основных фондов является опережающее наращивание производственных мощностей оросительного назначения. В 1972 г. по сравнению с

¹ У л а н о в А. П. Экономика и организация водного хозяйства. Ташкент, 1972, с 52.

1968 г. при увеличении удельной стоимости основных совокупных производственных фондов в Чарджоуской зоне в 1,8 раза оросительные фонды возросли в 2,7 раза, в Ташаузской зоне — соответственно в 2,1 и 2,4 раза, в зоне Каракумского канала — в 1,4 и 1,5 раза, в ТССР — не изменились. Удельный вес фондов различного назначения в общей стоимости основных фондов неодинаков. Отставание в темпах роста отдельных видов основных производственных фондов заключается в том, что после майского (1968 г.) Пленума ЦК КПСС "О широком развитии мелиорации земель и получения высоких устойчивых урожаев зерна и других сельскохозяйственных культур" большая часть капиталовложений водохозяйственного строительства направлена на повышение водообеспеченности и реконструкцию оросительных систем, увеличение темпов мелиоративного строительства, особенно в зоне Каракумского канала. Результатом опережающего роста стоимости фондов по сравнению с увеличением объемов водозабора и водоподачи явилась возросшая фондоемкость водохозяйственных организаций.

Предотвращая ухудшение мелиоративного состояния земель, коллекторно-дренажная сеть создает благоприятные условия для увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Протяженность коллекторно-дренажной сети ежегодно увеличивается.

При использовании фондов оросительных систем важен анализ продуктивности (фондоотдачи) производственных фондов в сельском и водном хозяйствах по размерам орошаемой площади. Анализ удельных показателей использования основных производственных фондов за последние 7 лет выявил тенденцию снижения продуктивности фондов.

Степень использования основных фондов зависит от нагрузки средств производства по времени (экстенсивная нагрузка) и от их нагрузки по мощности (интенсивная нагрузка). Магистральные каналы в республике, кроме Каракумского, работают в течение года, имея очень высокую экстенсивную нагрузку — 5000–6000 ч в году. При полной нагрузке каналы работают только в периоды наибольшей потребности в поливах, а во многих случаях их пропускная

способность используется на 50% и меньше, из-за чего интенсивная нагрузка снижается. Уровень фондооснащенности в значительной степени определяет технические возможности правильного водораспределения, рационального управления ресурсами, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства. Но повышение фондооснащенности связано с крупными капитальными вложениями. Поэтому необходимы исследования, устанавливающие оптимальные размеры фондов.

Водохозяйственные фонды в ТССР, по данным на 1 января 1973 г., распределяются следующим образом: здания — 1,6%, сооружения — 86,2, передаточные устройства, машины и оборудование — 1,1, капитальные затраты по улучшению земель — 0,2%, 0,9% приходится на транспортные средства, инструмент, инвентарь, рабочий и продуктивный скот, многолетние насаждения и прочие основные фонды.

В настоящее время для сохранности мелиоративных земель и ирригационных сооружений Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 16 июля 1970 г. на колхозы и совхозы, сельскохозяйственные и водохозяйственные организации возложены определенные обязанности по улучшению эксплуатации мелиоративных фондов и повышению их эффективности. ЦК КПСС и СМ СССР обязывает Министерство сельского хозяйства СССР и его органы полнее и высокопродуктивнее использовать мелиоративные земли, содержать в исправном состоянии внутрихозяйственную сеть и сооружения, выделяя требующиеся для этого денежные средства.

Для установления затрат на капитальные ирригационные объекты, введены новые нормы амортизационных отчислений по этой группе мелиоративных фондов. Органы водного хозяйства должны отпускать сельскохозяйственным предприятиям необходимые железобетонные изделия (лотки, трубы и т. д.), внедрять прогрессивные способы полива и рационального использования воды, одновременно проводить промывки засоленных земель и т. д.

На органы мелиорации и водного хозяйства возложены задачи по поддержанию в исправном состоянии водохранилищ, насосных станций, гидроузлов, систем дренажа и других сооружений межхозяйственного значения. Для бесперебойного

обеспечения материалами предложено разработать нормы их расхода при ремонте коллекторно-дренажной сети и сооружений.

Органы мелиорации и водного хозяйства обязаны подавать хозяйствам воду в соответствии с планами, а также осуществлять контроль за экономным расходованием воды в колхозах и совхозах, систематически вести надзор за мелиоративным состоянием земель и выполнять необходимые мероприятия по предотвращению их засоления и заболачивания. Для успешного выполнения этих задач утверждены конкретные планы на 10 пятилетку по реконструкции межхозяйственных систем, повышению водообеспеченности орошаемых земель и улучшению их мелиоративного состояния. Предприятия ММ и ВХ должны проводить согласно договорам очистку принадлежащей им сети, ремонт каналов и сооружений, а при необходимости составлять проектную документацию для проведения этих работ. Водохозяйственные организации должны оказывать колхозам и совхозам техническую помощь в правильной эксплуатации внутрихозяйственной сети и сооружений. Всё это, безусловно, значительно улучшит использование мелиоративных фондов и в конечном счёте повысит эффективность общественного производства. В использовании основных фондов очень важным показателем является продуктивность основных производственных фондов в сельском и водном хозяйствах республики.

Продуктивность фондов по остальным показателям (валовой продукции и валовому доходу) характеризуется снижением фондоотдачи, особенно в сельском хозяйстве. Некоторые авторы снижение фондоотдачи объясняют несовпадением во времени применения капиталовложений и получения продукции несовершенством структуры фондов, их узкоспециализированным характером, ведущим к завышению капиталоемкости и т.д. Другие (Л.В.Брагинский) находят основную причину в структуре основных фондов, которые в колхозах района орошаемого земледелия значительно отличались от средней по стране, что отражало неодинаковый уровень интенсивности производства. Кроме того, в улучшении фондоотдачи с повышением доли продуктивного скота в составе основных фондов

Л.В.Брагинский приходит к выводу, что совершенствование структуры основных фондов — одно из основных условий повышения фондоотдачи. Очевидно, основная причина простая — неэффективное использование ассигнований на строительство и приобретение основных фондов.

Л.П.Овтина

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТИПОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ИРРИГАЦИОННОЙ СЕТИ

Тема "Обследование и лабораторно-теоретические исследования мелких гидротехнических сооружений на ирригационной сети и разработка рекомендаций по улучшению их эксплуатационных качеств" выполнялась по хозяйственному договору с управлением Каракумстрой.

В натуральных условиях предусматривались наблюдения за состоянием типовых сооружений, исследование качества выполнения строительно-монтажных работ, изучение гидравлического режима потока в нижнем бьефе сооружений, выявление опасных размывов.

Для улучшения гидравлического режима в лабораторных условиях необходимо было исследовать гидравлический режим в нижнем бьефе проектных вариантов сооружений.

Исследования проводились в зоне Каракумского канала им. В.И.Ленина в совхозах им. 50-летия СССР Байрам-Алийского и "Теджен" Тедженского районов. Эти совхозы имеют свыше 10 тыс.га орошаемых площадей, а на оросительной сети — более 500 сооружений. Исследованы регуляторы открытые и трубчатые, быстротоки открытые и трубчатые.

Гидравлический режим в нижнем бьефе многих сооружений неудовлетворительный, сопровождается сильными боковыми течениями и большими водоворотными зонами, в результате чего наблюдается возрастание удельных расходов и скоростей по сравнению с проектными. Так, в быстрото-

ках удельные расходы превышают проектные примерно в 2, а скорости в 2,4 раза. При этом поток испытывает большое стеснение, за счёт чего транзитная струя приобретает свойство блуждания. Значения максимального сжатия транзитной струи в открытом быстротоке $\epsilon = 0,333$, в трубчатом регуляторе $\epsilon = 0,336$, в трубчатом быстротоке $\epsilon = 0,55$, где ϵ — отношение ширины транзитной струи к общей ширине потока.

Результат неудовлетворительного режима в нижнем бьефе — значительные местные размывы. В открытом быстротоке ширина размыва $\Delta B = 13,3$ м, глубина размыва в трубчатом быстротоке $T = 1,27$ м, длина размыва — 28 м.

Таким образом, результаты натурных исследований дали неудовлетворительную оценку работе нижнего бьефа мелких типовых сооружений, распространённых на ирригационной сети совхозов в зоне Каракумского канала им. В.И.Ленина. Однако натурные исследования не дали ответа на вопросы, по которому можно было бы судить об ошибочном проектировании. Ответ получен в результате лабораторных исследований.

Проектные варианты гидротехнических сооружений в лабораторных условиях проверялись для двух типов сооружений: для трубчатого регулятора и открытого быстротока.

Модель трубчатого регулятора выполнена согласно типовому проекту /1/. Шифр сооружения РТ, рекомендуемые расходы $Q = 1,075 - 1,76$ м³/с.

Модель открытого быстротока выполнена по типовому проекту /2/. Шифр сооружения БО, рекомендуемые расходы $Q = 1,09 - 5,67$ м³/с.

Для проверки надёжности данных вариантов необходимо было выявить размывающую способность потока за этими сооружениями.

Размывающая способность потока зависит от максимальной действительной (актуальная) придонной скорости (V_A), состоящей из осреднённой скорости ($\bar{V}_A$) и пульсационной составляющей (V).

Связь между актуальной и осреднённой скоростями представляют в следующем виде /3, 4/: $V = \varphi_n \bar{V}$,

где ψ_n — коэффициент, учитывающий влияние повышенной пульсации потока;
 $\bar{v}$ — осреднённая скорость;
 v — актуальная скорость.

Размыв наступает тогда, когда актуальные значения донных скоростей становятся равными допустимым скоростям на размыв v_p /3-5/. Поэтому, чтобы оценить надёжность проектных вариантов необходимо выявить скоростную структуру придонных слоев потока за сооружениями.

Скорости в нижнем бьефе замерялись с помощью микровертушки Х-6 трёхточечным способом. Донные значения скоростей устанавливались в результате экстраполяции вертикальной эпюры скоростей. Причём для трубчатого регулятора определены не только осреднённые значения скоростей, но и их актуальные значения, т.к. запись датчика скорости (микровертушка) велась на осциллограммы с помощью осциллографа Н-700. Это дало возможность получить для трубчатого регулятора значения коэффициента макротурбулентности ψ_n , определяемого как отношение осреднённой скорости к актуальной.

Лабораторные исследования проводились на размываемой модели, грунт представлял собой тонкозернистый песок, средний диаметр частиц — $d_{cp} = 0,15$ мм.

Результаты замеров скоростной структуры придонных слоев потока в нижнем бьефе на различных расстояниях от водобоя выражены зависимостями — $v_{gmax} = f(q_{cp})$ (рис. 1, 2).

По графикам можно проверить надёжность типовых вариантов. Определив по проекту длину крепления, необходимо найти по графикам на рис. 1 или 2 максимальное значение осреднённой составляющей донной скорости. Далее вычисляем по формуле:

$$v_{Amax} = \frac{\bar{v}_{gmax}}{\psi_n},$$

где ψ_n — коэффициент макротурбулентности. Значения для трубчатого регулятора на различном расстоянии от водобоя определяются по зависимости $\psi_n = f(l)$ /рис. 3/, полученной в результате лабораторных исследований.

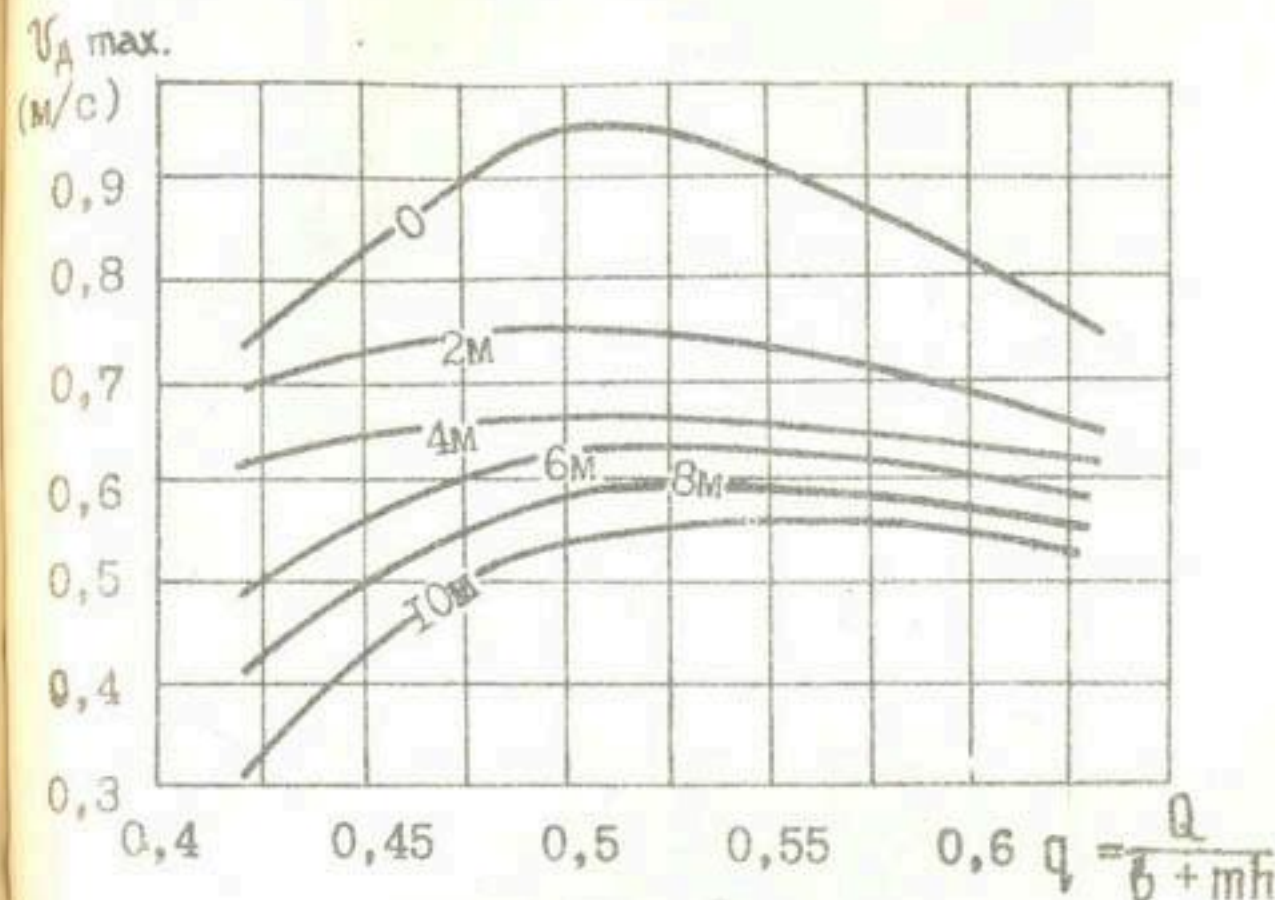


Рис. 1. Скоростная структура придонных слоев потока в нижнем бьефе типового трубчатого регулятора.

Сравнивая актуальное значение v_{Amax} с допустимой скоростью на размыв v_p , можно сделать вывод о достаточности длины крепления в нижнем бьефе и, следовательно, о надёжности данного проекта.

Проверка типовых проектов показала, что принятая в проектах длина крепления недостаточна.

В типовом проекте трубчатого регулятора $l_{кр} = 8,0$ м. Согласно рис. 1, на данном расстоянии осреднённое значение придонной скорости $\bar{v}_{gmax} = 0,65$ м/с, а актуальные значения скоростей $v_{gmax} = \frac{0,65}{0,7} = 0,94$ м/с, что значительно превышает допустимое значение скорости на размыв для мелкопесчаных грунтов с $d_{cp} = 0,15$ мм.

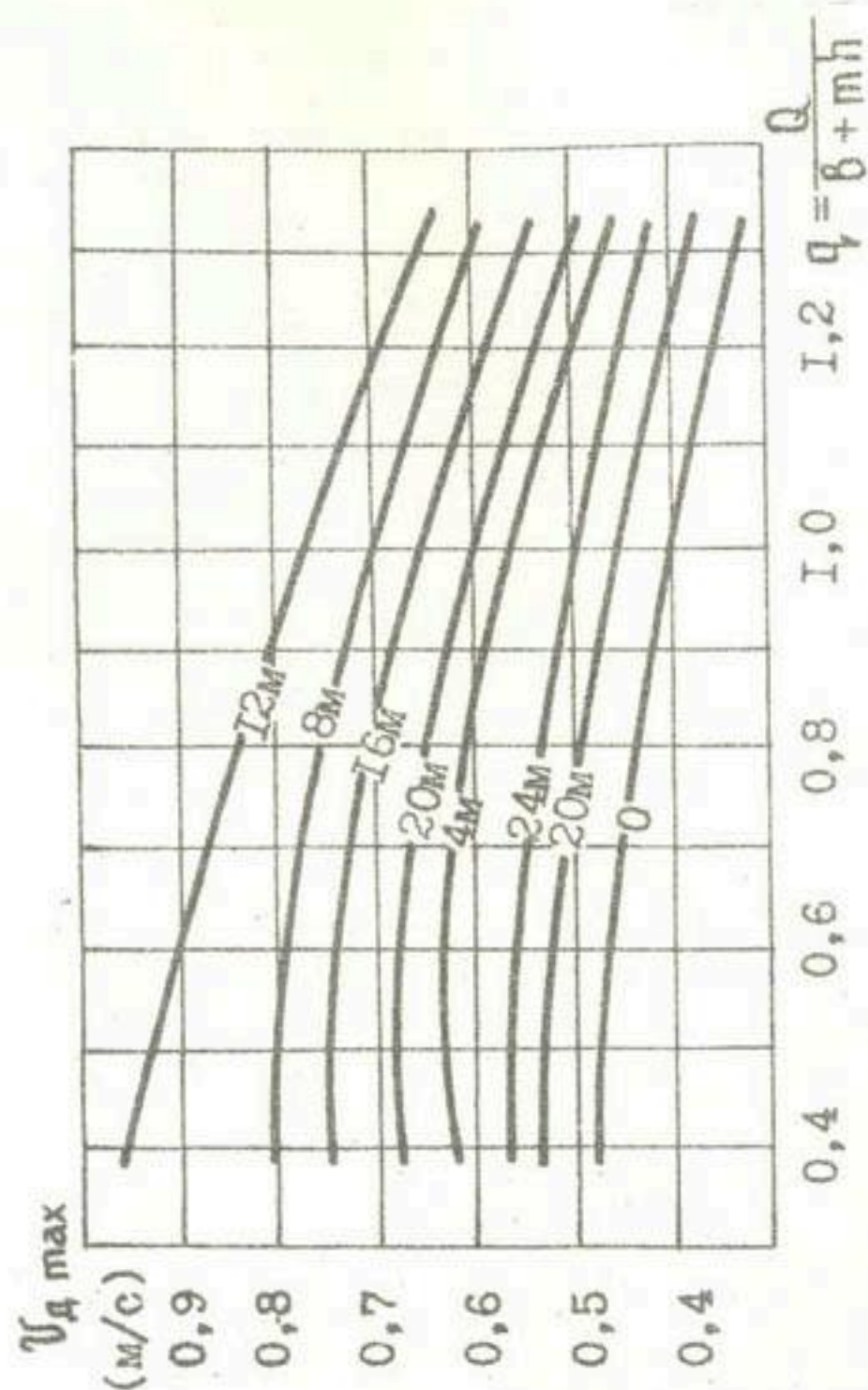


Рис. 2. Скоростная структура прионных слоев потока в нижнем бьефе типового открытого быстротока.

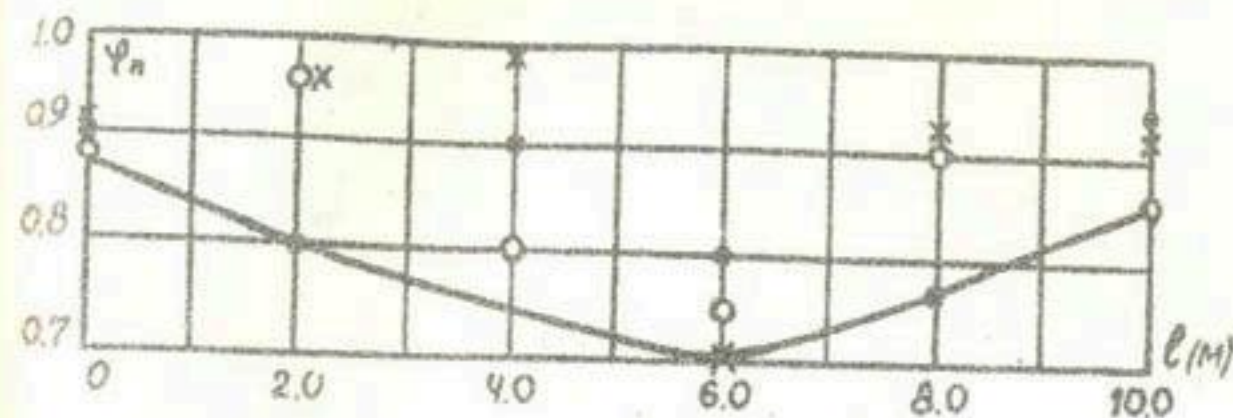


Рис. 3. Зависимость $\psi_n = f(l)$ для трубчатого регулятора.

В быстротоке $l_{кр} = 18,0$ м. На данном расстоянии $U_{d max} = 0,85$ м/с, что уже больше допустимых значений скоростей. Следовательно, длина крепления, принятая в типовом проекте, также является недостаточной.

Таким образом, конструкции рассмотренных типовых сооружений не отвечают требованиям надёжности, так как при проектировании нижнего бьефа проверка на размыв производилась по средним, а не по актуальным донным скоростям. Результатом этого явились значительные размывы и неудовлетворительный гидравлический режим в нижних бьефах сооружений, исследованных в натурных условиях. При этом большая длина размывов согласуется с данными лабораторных исследований, где длина затухания донных актуальных скоростей также оказалась значительной.

ЛИТЕРАТУРА

1. А л ь б о м "Типовые проекты гидротехнических сооружений на оросительных каналах", ч. III, М., -Ашхабад, 1960.
2. А л ь б о м "Типовые проекты гидротехнических сооружений на оросительных каналах", ч. III, М., 1955.

3. Б а з и л е в и ч В. А. Определение размывающей способности потока по актуальным скоростям. — "Гидротехническое строительство", 1962, № 8.

4. Б е л я ш е в с к и й Н. Н., П и в о в а р Н. Г., К а л а н т ы р е н к о И. И. Расчёты нижнего бьефа за водосбросными сооружениями на скальных основаниях. Киев, "Наукова думка", 1973.

5. М и р и х у л а в а Ц. Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости, М., "Колос", 1967.

С.А.Айнаев, Х.Аидов, Б.Халлыклычев

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАРЬЯЛЫКСКОГО КОЛЛЕКТОРА

В последние годы широко проводятся мероприятия по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Главное из них — строительство коллекторов. Наиболее крупные — Дарьялыкский и Озерный (межреспубликанские) в Ташаузской области; Кесеябский, Джарский и Главный Мургабский — в Марыйской; Главный Левобережный и Карабекаульский в Чарджоуской области и др., которые ежегодно отводят значительное количество засоленных грунтовых вод за пределы орошаемой территории.

Эксплуатация крупных коллекторов на участках, проходящих в легкоразмываемых песчаных и супесчаных грунтах, приводит к интенсивному размыву русла в одном месте и отложению продуктов размыва в другом. Это расширяет поперечное сечение русла, уменьшает глубину и выполаживает продольный профиль, снижая пропускную способность коллектора. Для поддержания его в нормальном рабочем состоянии затрачиваются большие денежные средства, т.к. периодически производятся земляные работы землесосами по углублению, расширению и распрямлению его русла.

Для изучения закономерностей переформирования русел крупных магистральных коллекторов, проходящих в легкоразмываемых грунтах, проведены натурные исследования на Дарьялыкском коллекторе.

Исследования процесса переформирования русла Дарьялыкского коллектора проведены на участках, характерных по

грунтовым и гидравлическим условиям для всей длины коллектора — между 8–8, 16–18, 43–46, 68–70, 90–93, 120–123 и 132–135 км. На каждом опытном участке разбито 3–5 поперечников, промераны глубины русла, измерены скорости течения потока, взяты пробы на общую мутность и донных отложений для определения их гранулометрического состава, определен уклон водной поверхности и величина протекающего расхода воды, произведена нивелировка горизонта воды и т.д.

В пределах опытных участков расход воды в Дарьялыкском коллекторе колебался в пределах 4–110 м³/с, причём наибольший расход воды приходился на июль–август. При этом наблюдалось увеличение расхода воды в коллекторе вниз по течению от примыкания к нему многочисленных коллекторов различной величины. Так, например, в районе 8 км максимальный расход воды — 80 м³/с, а в створе 70 км — 110 м³/с.

Вода, протекая по коллектору, на отдельных участках, сложенных песчаными и супесчаными грунтами, размывает его берега и становится мутной. Величина этой мутности за период исследований находилась в пределах 0,08–1,20 кг/м³ (табл. 1). Максимальная мутность — 0,8–1,2 кг/м³ (апрель–

Таблица 1

Мутность потока, кг/м³

Дата наблюдений	Створы наблюдений, км						
	8	17	45	70	92	122	135
8 IV 1975	0,88	0,68	1,20	0,47	0,32	0,40	0,65
27 IV	0,83	0,79	0,81	0,35	0,48	0,42	0,66
28 V	0,38	0,31	0,52	0,62	0,68	0,42	0,68
16 VI	0,24	0,38	0,58	0,40	0,47	0,64	0,64
8 VII	0,22	0,55	0,53	0,78	0,48	0,42	0,48
26 VII	0,24	0,82	0,84	0,43	0,42	0,52	0,64
15 VIII	0,34	0,48	0,42	0,35	0,47	0,48	0,35
24 VIII	0,27	0,34	0,51	0,43	0,46	0,52	0,80
4 IX	0,09	0,08	0,14	0,18	0,26	0,08	0,08
23 IX	0,11	0,11	0,09	0,10	0,16	0,17	0,19
12 X	0,12	0,13	0,14	0,06	0,07	0,08	0,08
10 XI	0,10	0,13	0,14	0,20	0,21	0,22	0,13

август) — наблюдалась в период наибольшего расхода воды, минимальная — 0,06–0,26 кг/м³ (сентябрь–декабрь).

Величина основных гидроморфологических характеристик потока и русла Дарьялыкского коллектора не остается постоянной по времени (табл. 2). Так, например, если на участке 8 км ширина русла по верху воды 25 X 1974 г. при расходе воды 5,2 м³/с — 34,5 м, то 20 VIII 1978 г. при расходе 71,5 м³/с она уже составляла 49,5 м. На этом участке, сложенном из связных грунтов, средняя глубина русла — 0,62–2,28 м, средняя скорость потока — 0,17–0,86 м/с, продольный уклон водной поверхности — 0,000076–0,000080.

Изменение величин основных гидроморфологических характеристик потока и русла Дарьялыкского коллектора (см. табл. 2) наблюдалось как по его длине, так и по времени, в зависимости от категорий грунтов ложа и количества пропускаемого расхода воды. Значительный продольный уклон и существенное увеличение расхода воды в коллекторе в весенне-летний период способствовали переформированию русла. Особенно интенсивным переформированием подвергалось русло коллектора на участках, сложенных мелкопесчаными грунтами. Примером этому может служить участок коллектора между 38–46 км, где ширина русла по верху воды колебалась в пределах 28–109 м, средняя глубина потока — 0,42–1,52 м, средняя скорость течения — 0,26–0,76 м/с и продольный уклон водной поверхности — 0,000075–0,000088. На этом участке русло имеет криволинейное в плане очертание и сильно блуждает в период прохождения больших расходов воды. Значительное увеличение ширины русла коллектора, падение его глубины и скорости течения приводят к снижению пропускной способности и образованию небольшого подпора перед этим участком.

С изменением величины пропускаемого по коллектору расхода воды в некоторой степени изменяются его русловые характеристики. Так, например, величина относительной ширины русла ($B:h$) изменяется в зависимости от категорий грунтов ложа и расхода воды. Зависимость между ними сложная и нелинейная. При исследованиях удалось выявить приближенную связь между относительной шириной русла и расходом

Таблица 2

Основные гидроморфологические характеристики коллектора и значение коэффициента шероховатости

Дата	Расход воды, м ³ /с	Средняя глубина, м	Средняя скорость потока, м/с	Продольный уклон	Коэффи- циент Шези	Коэффициент шерохова- тости
8 км						
9 IX 1974	47,0	1,40	0,76	0,000082	69,1	0,0153
25 X	5,2	0,70	0,22	0,000090	28,2	0,0333
14 XI	4,2	0,62	0,20	0,000090	26,7	0,0340
1 IV 1975	80,0	2,20	0,78	0,000076	60,4	0,0189
8 V	51,2	1,45	0,75	0,000081	68,9	0,0156
1 VI	67,6	1,74	0,86	0,000078	73,7	0,0152
24 VII	65,6	1,92	0,72	0,000079	58,4	0,0191
20 VIII	71,5	1,64	0,86	0,000078	77,8	0,0140
15 IX	33,5	1,11	0,69	0,000084	71,9	0,0142
8 X	5,9	0,66	0,17	0,000090	19,7	0,0486
17 км						
2 IV 1975	80,0	2,33	0,75	0,000076	56,3	0,0206
5 V	67,2	1,62	0,92	0,000078	80,6	0,0135
14 VI	70,5	2,00	0,74	0,000078	59,2	0,0190
22 VII	69,2	1,94	0,74	0,000078	60,2	0,0188
45 км						
16 IX	17,2	0,86	0,48	0,000087	53,8	0,0176
8 X	8,4	0,76	0,32	0,000089	38,8	0,0244
70 км						
9 IX 1974	63,7	1,50	0,54	0,000079	49,6	0,0216
15 XI	9,0	0,54	0,26	0,000089	37,4	0,0240
3 IV 1975	86,2	1,48	0,66	0,000075	62,3	0,0172
3 V	86,5	1,14	0,88	0,000075	65,2	0,0107
10 VI	85,9	1,10	0,76	0,000075	83,5	0,0122
22 VII	72,6	1,06	0,65	0,000077	72,0	0,0140
16 VIII	76,1	0,99	0,71	0,000077	81,3	0,0123
8 X	12,2	0,76	0,57	0,000088	69,5	0,0137
92 км						
6 IX 1974	87,4	2,05	0,76	0,000074	61,6	0,0184
14 XI	11,5	1,00	0,22	0,000089	23,4	0,0427
11 IV 1975	69,6	1,82	0,64	0,000078	53,8	0,0208
30 IV	87,0	2,30	0,76	0,000075	58,5	0,0196
26 VI	104,0	2,47	0,68	0,000071	50,3	0,0236
16 VIII	110,0	2,18	0,76	0,000070	61,3	0,0186
25 IX	18,1	1,31	0,27	0,000087	25,2	0,0414
12 X	13,6	1,39	0,21	0,000088	19,5	0,0538
92 км						
8 IX 1974	83,4	2,31	0,94	0,000073	64,7	0,0178
13 XI	11,6	0,92	0,31	0,000089	34,4	0,0286

Дата	Расход воды, м ³ /с	Средняя глубина, м	Средняя скорость потока, м/с	Пропольный уклон	Кэффи- циент Шези	Кэффциент шерохова- тости
15 IV 1873	40,6	1,68	0,41	0,000083	34,8	0,0314
26 IV	88,5	1,82	0,87	0,000075	72,5	0,0154
26 VI	94,8	2,28	0,73	0,000073	56,2	0,0204
26 VII	92,8	2,35	0,69	0,000074	52,3	0,0221
15 VIII	108,5	2,38	0,80	0,000071	87,8	0,0188
22 IX	21,4	1,92	0,93	0,000087	30,8	0,0340
12 X	14,9	1,13	0,28	0,000085	28,1	0,0390
122 мм						
15 IV 1875	46,0	2,03	0,47	0,000082	38,5	0,0308
27 IV	81,4	1,72	1,00	0,000075	88,6	0,0124
24 VI	84,5	2,43	0,75	0,000073	56,4	0,0206
28 IX	21,0	1,08	0,41	0,000087	42,3	0,0240
11 X	19,0	1,02	0,38	0,000088	40,0	0,0250

135 мм

9 IX 1874	88,5	2,00	0,58	0,000072	73,3	0,0153
12 XI	14,2	0,80	0,34	0,000088	40,5	0,0238
14 IV 1875	50,8	1,55	0,58	0,000081	51,8	0,0203
27 IV	86,0	1,84	0,87	0,000075	82,8	0,0138
24 VI	85,1	2,18	0,73	0,000073	57,9	0,0197
25 VII	106,4	2,08	0,83	0,000071	88,0	0,0186
15 VIII	103,8	2,16	0,80	0,000071	64,5	0,0178
24 IX	13,8	0,54	0,50	0,000088	72,5	0,0147
11 X	17,5	0,71	0,48	0,000087	61,0	0,0154

воды в зависимости от грунтовых условий ложа (рис. 1). На глинисто-суглинистых (рис. 1,а) и супесчаных (рис. 1,б) грунтах величина относительной ширины русла коллектора в некоторой степени уменьшается с возрастанием расхода воды. Это подтверждает результаты натурных исследований Сава-ренского А.Д. и Леванского Л.Б., проведенных ими на оро-сительных системах нижнего течения реки Амударья [6]. Ин-тенсивность убывания величины относительной ширины русла коллектора с увеличением расхода воды на участках с гли-нисто-суглинистыми грунтами несколько больше (рис. 1,а) по сравнению с супесчаными грунтами (рис. 1,б).

На участках коллектора, сложенных мелкопесчаными грун-тами, величина относительной ширины его русла (отношение ширины к глубине) несколько увеличивается с возрастанием расхода воды. Пример этому 38-46-й км коллектора (рис. 1,в). Такие изменения относительной ширины русла кол-лектора характерны и для крупных ороситель-ных каналов [2].

При проектировании и строительстве нового или реконструк-ции существующего коллектора необходимо рассчитать наиболее рациональное поперечное сечение его русла. В результа-те обработки и анализа большого количества данных по поперечным сечениям Дарьялыкского коллектора получены безразмерные (единичные) профили живого сечения относитель-но устойчивого русла (рис. 2). Эти поперечные профили поз-воляют получить при заданных расходах воды и грунтовых условиях форму поперечного сечения русла коллектора и ве-личины его основных гидроморфологических характеристик. Рекомендуемые безразмерные профили поперечного сечения коллектора получены путем выражения глубины потока на вертикали в долях от ширины русла по верху воды ($\frac{B}{h}$) и приравнивания ширины каждого измерения к единице ($B=1$). Методика получения этих безразмерных поперечных профилей русла подробно описана [1,4]. Из полученных по-перечных сечений русла видно заметное влияние грунтовых условий ложа на форму живого сечения. Так, например, на участках коллектора, сложенных из глинисто-суглинистых и супесчаных грунтов его живое сечение несколько глубже, чем на участках с мелкопесчаными грунтами (см. рис. 2).

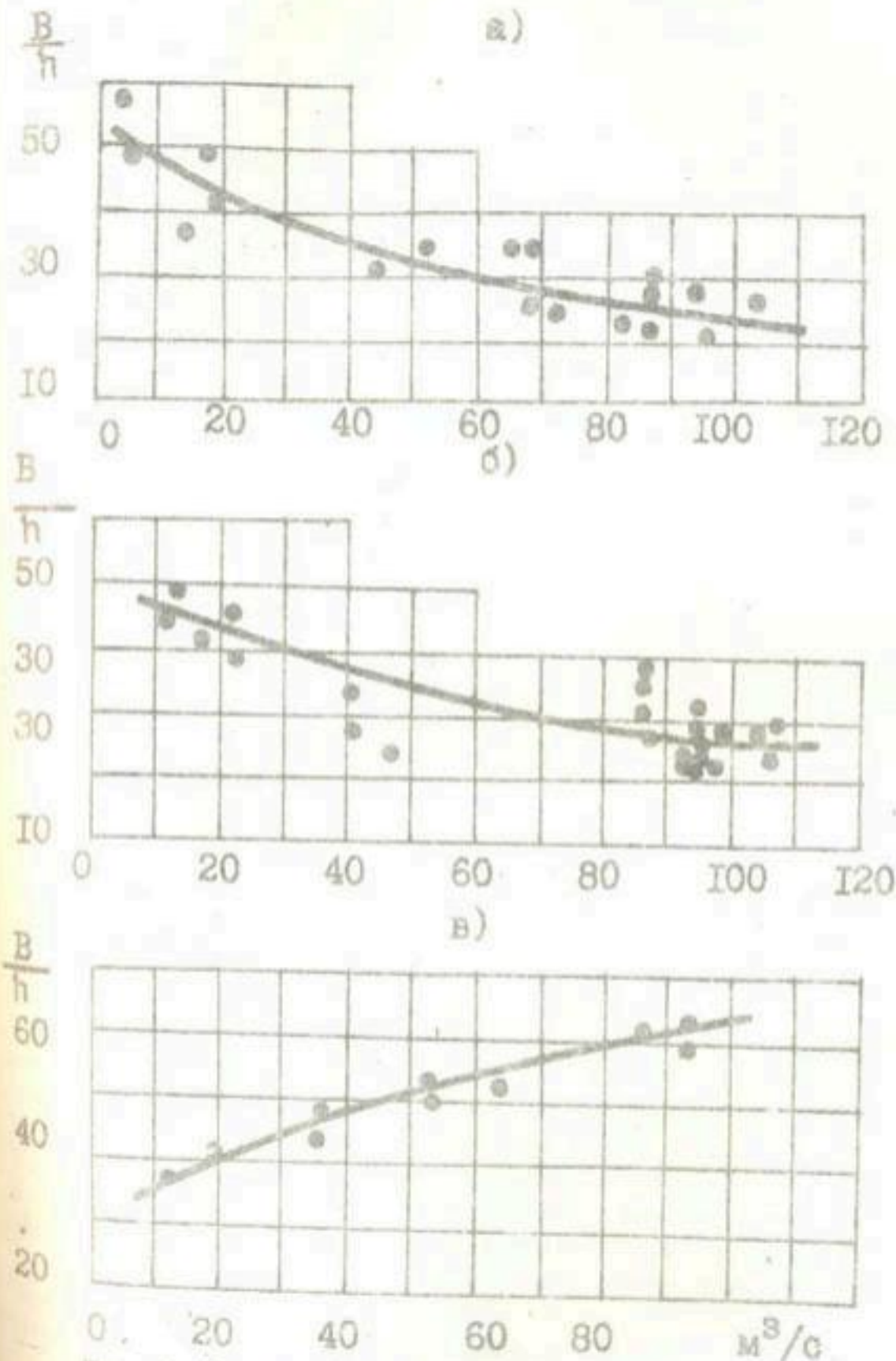
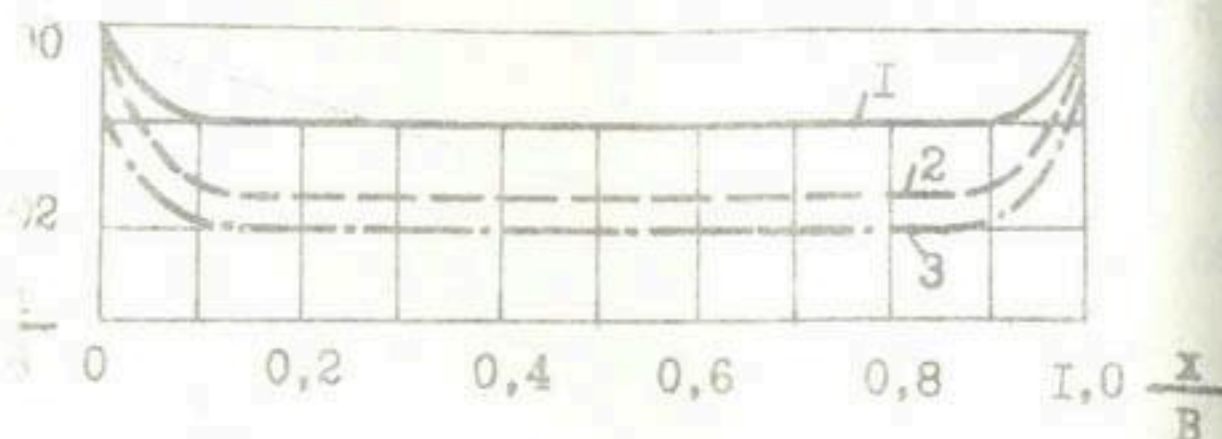


Рис. 1. Зависимость относительной ширины русла кол-лектора ($B: h_{ср.}$) от расхода воды: а - на участке су-глинистых грунтов (8, 17, 70 км); б - супесчаных грунтов (92, 122, 135 км); в - мелких песков (38-46 км).

а)



б)

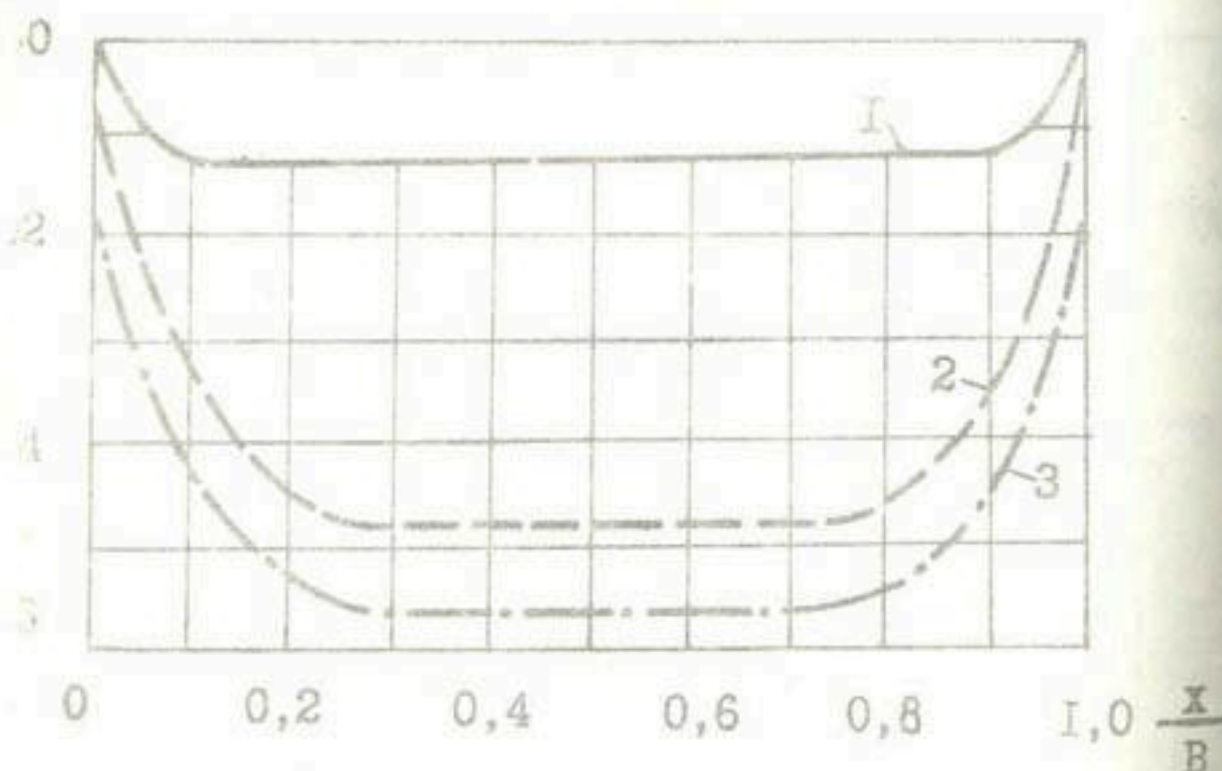


Рис. 2. Безразмерное (единичное) поперечное сечение русла коллектора при максимальных (а) и минимальных (б) расходах воды: 1 — на участке мелких песков, 2 — супесчаных грунтов, 3 — суглинистых грунтов.

Из анализа большого количества измеренных поперечных сечений Дарьельского коллектора можно установить, что независимо от первоначального сечения его русло в процессе

эксплуатации приобретает форму, близкую к параболической. При общей параболической форме, характерной для всего протяжения коллектора, его поперечные сечения в зависимости от категорий грунтов ложа имеют различные величины параметров. На участке с мелкопесчаными грунтами коллектор, обладая более распластанным поперечным сечением, имеет меньшую глубину и форму, близкую к квадратичной параболе. На участках, где коллектор проходит в связных грунтах, его поперечное сечение имеет большую глубину и значительно меньшую ширину.

Одним из основных гидроморфологических характеристик потока и русла, оказывающих заметное влияние на стоимость строительства или реконструкции водного потока является коэффициент шероховатости. Для русел крупных земляных каналов и магистральных коллекторов он зависит от очень многих факторов: от собственно шероховатости русла, от неправильности формы поперечных сечений, от наличия в русле выволов, выступов, от растительности, размывов, отложений наносов и т.д. Коэффициент шероховатости изменяется не только по длине русла, но и на одном и том же участке русла при изменении горизонта и расхода воды.

Для определения коэффициента шероховатости накоплен большой экспериментальный материал. На основании этого материала разработано значительное число эмпирических и полуэмпирических зависимостей, устанавливающих связь коэффициента шероховатости либо с высотой выступов шероховатости отдельных выступов, либо с геометрическими размерами русел и их состоянием. Из-за чрезвычайно большого разнообразия земляных размываемых русел, в которых коэффициенты шероховатости изменяются для одного и того же участка, надлежит пользоваться коэффициентами шероховатости, полученными в результате натурных исследований по данному участку коллектора при наполнении русла, наиболее близкого к проектному. В случае отсутствия таких исследований можно пользоваться данными других участков коллекторов, находящихся с ними в аналогичных условиях.

В настоящее время наиболее распространенными зависимостями для определения коэффициентов шероховатости являются формулы /8/:

$$\text{Маннинга} \quad n = \frac{R^{1/6}}{c}, \quad (1)$$

$$\text{Агроскина} \quad n = \frac{1}{c - 17,72 \lg R}, \quad (2)$$

$$\text{Павловского} \quad n = \frac{R^y}{c}, \quad (3)$$

где $y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,1)$, приближенная
при $R > 1$ $y = 1,3 \sqrt{n}$,

где n — коэффициент шероховатости,

R — гидравлический радиус,

$c = \frac{V}{\sqrt{R S}}$ — коэффициент Шези,

V — средняя скорость потока,

Для русел при отношении $\frac{B}{h_{cp}} \geq 15$ (B — ширина русла

по верху воды и h_{cp} — средняя глубина) можно принимать $R \approx h_{cp}$.

Для определения коэффициента шероховатости применялась формула Маннинга. Использовались измеренные гидрологические и гидравлические данные по различным участкам Дарьялыкского коллектора в период натурных исследований.

Анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что в крупном магистральном Дарьялыкском коллекторе, имеющем расход воды в пределах 4–110 м³/с, и среднюю скорость потока — 0,2–1,0 м/с, коэффициент шероховатости в основном изменяется в пределах — 0,013–0,034. Значение коэффициента шероховатости несколько снижается с увеличением величины расхода воды. Указанные значения коэффициента шероховатости соответствуют фактическому состоянию русла коллектора. В отдельные моменты времени русло неустойчиво из-за происходящего заиления наносами или размыва под действием течения.

При проектировании нового, реконструкции и эксплуатации существующего коллектора принимают значение коэффициента шероховатости, соответствующее устойчивому состоянию русла. В условиях Дарьялыкского коллектора значение коэффициента шероховатости при его относительно устойчивом состоянии — 0,0185–0,0190 (при $Q = 20 \div 110$ м³/с) и — 0,018 ÷ 0,025 (при $Q = 10 \div 20$ м³/с).

Установленные закономерности изменений коэффициента шероховатости в зависимости от грунтовых условий ложа и основных гидроморфологических характеристик из — за сложности и малознаваемости в условиях размываемого русла приближены. Дальнейшие исследования позволят дополнять и откорректировать их.

В результате движения водного потока и захвата частиц грунта ложа русла на одном участке и откладывания их на другом происходит деформация русла Дарьялыкского коллектора. Эти деформации в количественном отношении определяют на основании периодически проведенных промеров глубин русла на поперечных створах опытных участков. Результаты промеров глубин совмещены друг с другом для каждого створа коллектора (рис. 3). Из совмещенных поперечных профилей русла коллектора за период проведенных исследований видно, что оно не остается неизменным по времени и по длине в зависимости от грунтовых условий ложа (табл. 3).

Размыв русла коллектора в период с апреля по июнь объясняется увеличением пропускаемого по нему расхода воды и размывом образовавшегося небольшого живого сечения межени расхода, не способного пропускать увеличенный весенний расход воды. Меженное русло подвергается размыву до достижения стабильного состояния, соответствующего увеличенному расходу воды.

Данные табл. 3 показывают, что в периоды с июня по апрель следующего года по всей длине коллектора происходило заиление русла. Общий объем заиления за этот период времени составил 3480 тыс. м³. При этом основная часть этого объема заиления (3485 тыс. м³) приходится на участок коллектора — 38–140 км.

При составлении общего баланса между объемами заиления (3501 тыс. м³) и размыва (788 тыс. м³) русла Дарьялыкского коллектора за год на участке 0–140 км объем заиления почти в 4,5 раза больше объема размыва.

Результаты исследований дали возможность разработать практические рекомендации по проектированию новых, реконструкции и эксплуатации существующих крупных коллекторов.

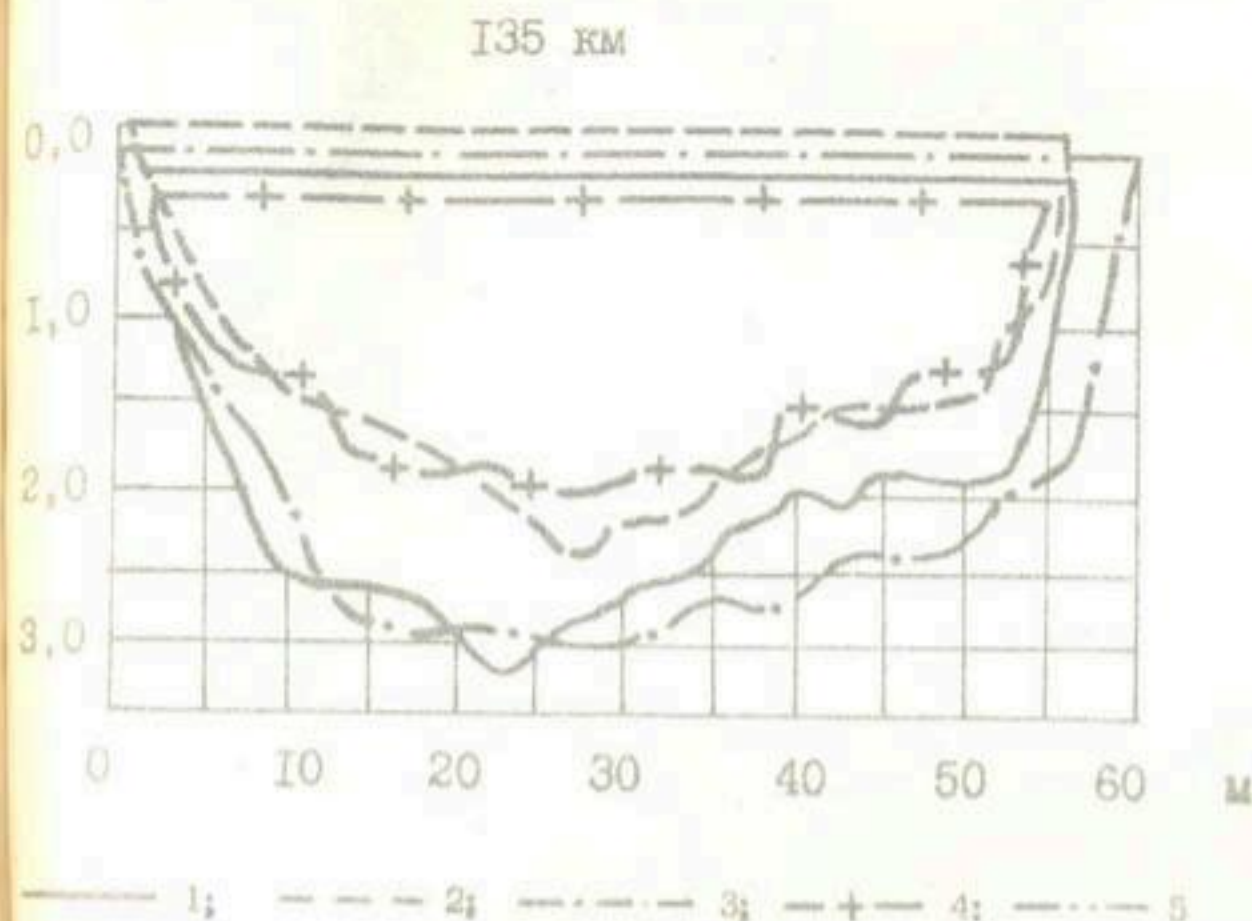
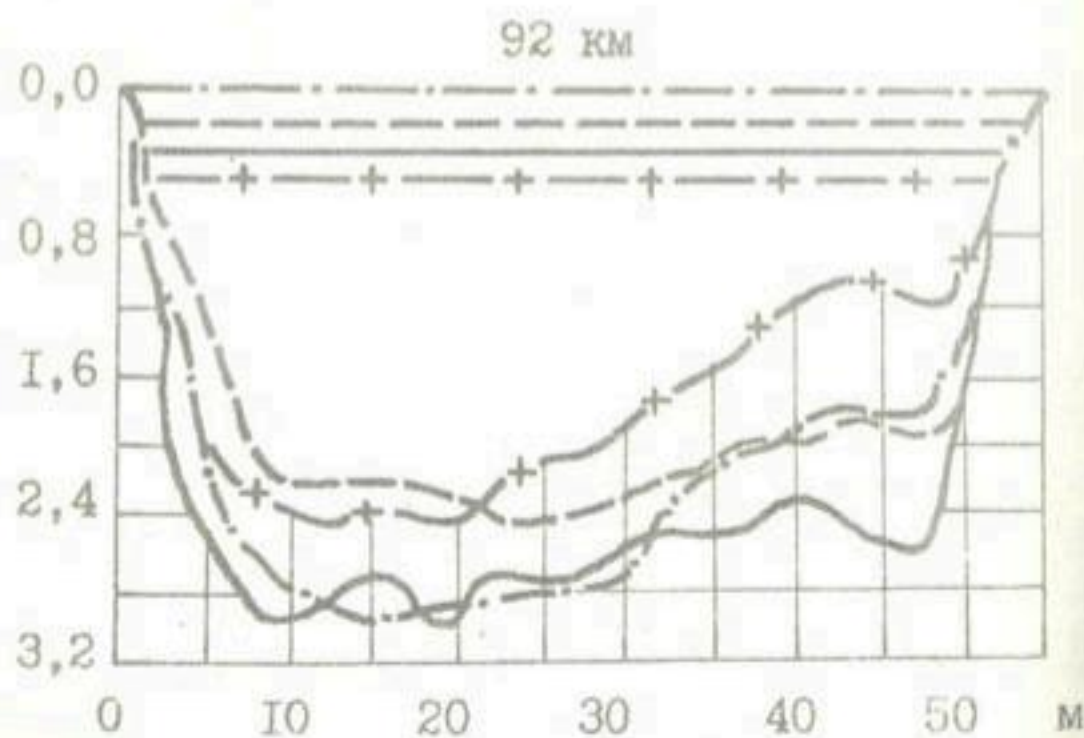
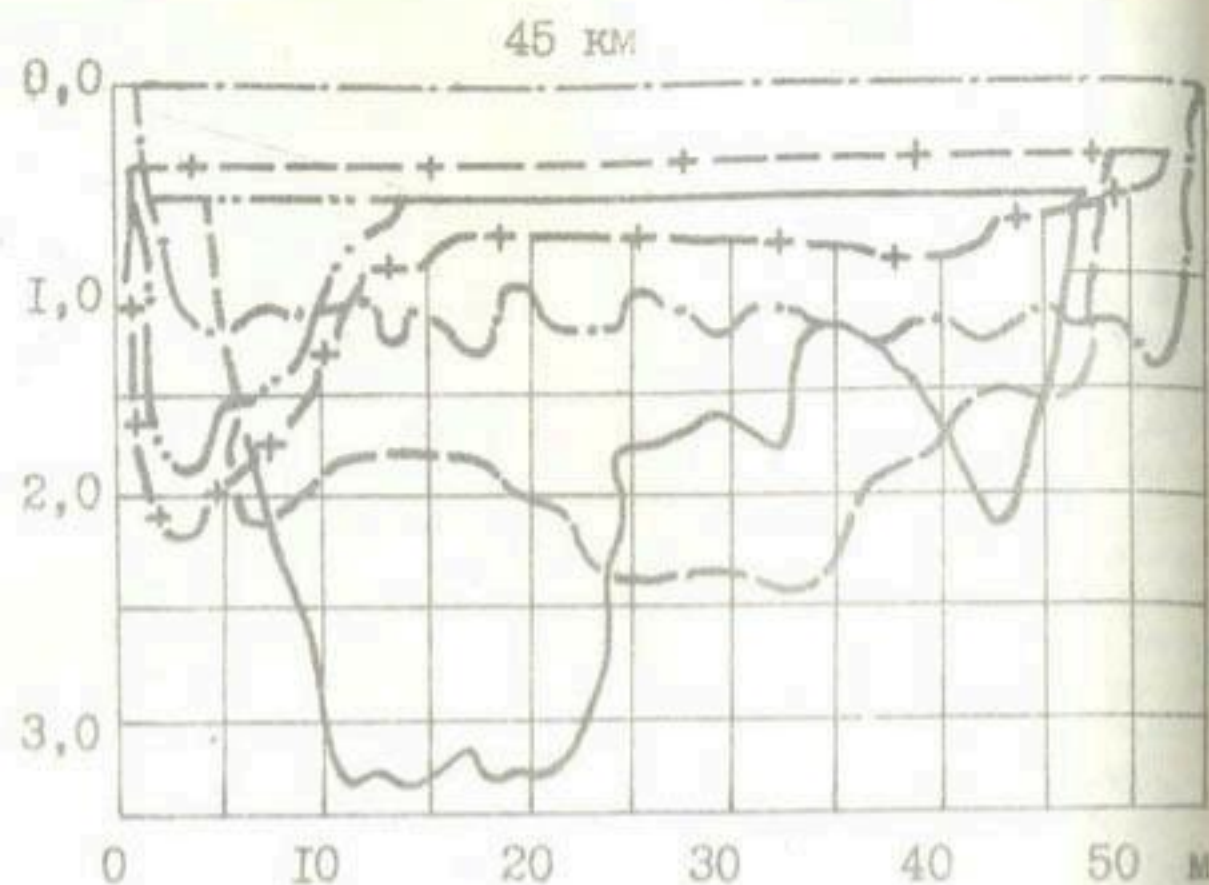


Рис. 3. Изменение поперечного сечения русла по времени в створах 45, 92 и 135 км: 1 — 1X 1974, 2 — 1У 1975, 3 — У1, 4 — 1X и 5 — X 1975.

1. Для недопущения интенсивных деформаций русла коллектора, в особенности на его участках с песчаными и супесчаными грунтами, необходимо придать руслу в плане прямолинейное очертание. При угрозе искривления фарватера коллектора нужно выпрямлять этот участок или закреплять размываемый берег шпорами из местных материалов или промышленных отходов. Если эту работу выполнить в самом начале искривления фарватера русла, то она обойдется значительно дешевле.

2. Необходимо придать поперечному сечению русла крупного коллектора оптимальную параболическую форму, отвечающую относительно устойчивому состоянию русла. Таковую форму живого сечения русла можно получить по формуле, предложенной в работе [1] для оросительных каналов.

Таблица 3

Изменение объема деформации русла коллектора

Опытные створы (участки), км	Объем деформации в 1 пог.м, м ³		Расстояние между опыт- ными ство- рами(участ- ками), км	Объем деформа- ции на участке, тыс.м ³	
	заваление	раз- мыв		завале- ние	раз- мыв
Сентябрь 1974 - апрель 1975					
0	0,3	-	8	2,4	-
8	0,3	-			
17	0,3	-	9	2,7	-
45	18,5	-	28	135,8	-
70	7,8	-	25	330,0	-
92	11,8	-	22	215,6	-
135	29,9	-	43	895,0	-
140	29,9	-	5	150,0	-
	Итого		140	1731,5	
Апрель - июнь 1975					
0	0,3	-	8	2,4	
8	0,3	-			
17	0,3	-	9	2,7	
45	-	5,6	28	6,3	45
70	-	2,6	25	-	103
92	-	4,4	22	-	77
135	-	17,6	43	-	473
140	-	17,6	5	-	88
	Итого		140	11,4	786
Июнь - сентябрь 1975					
0	0,3	-			
8	0,3	-	8	2,4	-
17	0,4	-	9	3,2	-
45	12,8	-	28	185,0	-
70	4,2	-	25	212,5	-
92	15,0	-	22	211,3	-
135	31,0	-	43	989,0	-
140	31,0	-	5	155,0	-
	Итого		140	1758,4	
	ВСЕГО		140	3501,3	786

3. Назначить оптимальные величины ширины русла по верху воды и средней его глубины в зависимости от количества пропускаемого по коллектору расхода воды и категорий грунтов его ложа. Определить эти величины для крупного коллектора, подобно Дарьялыкскому, можно по известным гидроморфологическим формулам Великанова. В этих измененных значениях коэффициентов и показателей степени в соответствии со специфическими условиями крупных каналов бассейна Амударьи /3, 4, 5/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аннаев С. А. Формирование русла Каракумского канала. — "Труды Туркменского политехнического института", ч. 2, 1967, вып. 5.
2. Аннаев С. А., Аидов Х., Аширов С. А. Об основных параметрах Каракумского канала им. В.И.Ленина. — В сб.: Вопросы орошаемого земледелия Туркменистана. Ашхабад, "Ылым", 1971.
3. Аннаев С. А., Аидов Х. О морфологических зависимостях Каракумского канала. — В сб.: Гидромелиоративные исследования в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1972.
4. Аннаев С. А., Аидов Х. К вопросу формирования русел каналов в песчаных грунтах. — В сб.: Динамика и термика рек. М., "Стройиздат", 1973.
5. Аннаев С. А., Аидов Х. О некоторых вопросах водной эрозии на Каракумском канале им. В.И.Ленина. — В сб.: Противоэрозионные гидротехнические мероприятия и орошение в горных условиях. М., "Колос", 1976.
6. Саваренский А. Д., Леванорский Л. Полевые исследования деформаций русел каналов в низовьях Амударьи. — "Труды Арало-Каспийской комплексной экспедиции АН СССР", 1956, вып. 7.
7. Великанов М. А. Русловой процесс. М., 1958.
8. Сасоров М. П. К вопросу об установлении коэффициента шероховатости руслового потока. — "Гидротехническое строительство", 1958, № 6.

В.Н.Коробов

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕСИ ПО
ВЕРТИКАЛИ ДВИЖУЩЕГОСЯ ПОТОКА КОНЕЧНОЙ ГЛУБИНЫ

Турбулентные селевые потоки по своей физической природе представляют собой лишь количественно усложнённую модель взвесенесущего водного потока, исследуемого методами гидравлики наносенесущих потоков. Следовательно, основные закономерности, связанные с переносом тяжёлых включений водными потоками, все математические зависимости и теоретические предпосылки, лежащие в основе описания движения таких потоков принципиально применимы к описанию несвязных селей и близких к ним по характеру движения потоков.

Разработка теории расчёта турбулентных взвесенесущих потоков в связи с большим размахом гидротехнического строительства, энергетического, ирригационного, транспортного и мелиоративного назначения приобретает всё большее значение.

Наряду с теоретическими разработками проведены многочисленные лабораторные и полевые исследования по выявлению характера взвешивания сил в турбулентном наносенесущем потоке. Правильное решение задач, связанных с движением руслового наносенесущего потока, возможно лишь при определении сущности процессов, присущих явлению, объясняющему эти процессы. Поскольку турбулентный режим движения является основным фактором, обуславливающим перенос твёрдых включений, требуется глубокое проникновение в явление турбулентности, в механизм переноса наносов. Это-необхо-

димая предпосылка для выработки оперативных средств анализа в виде системы дифференциальных уравнений, с наибольшей полнотой определяющих внутренний механизм переноса наносов. Такая система уравнений — база для построения теории одномерного движения взвесенесущего потока, необходимого для широкого охвата инженерных задач взвесенесущих потоков.

Детальный анализ фундаментальных исследований советских и зарубежных учёных по теории турбулентности водного и взвесенесущего потоков, их приложение по многим задачам речной гидравлики, решение ряда инженерных задач на основе применения единой системы дифференциальных уравнений взвесенесущего потоков даются в работах О.Г.Натишвили [1,2]. Принятые автором гипотезы и стилизации, несмотря на относительную приближённость, не противоречат физике явления и качественно правильно описывают основные черты, присущие турбулентному течению взвесенесущих потоков, и окупаются возрастанием оперативной возможности системы.

Приведённое в работе [1] решение дифференциальных уравнений осреднённого движения в частном случае плоского равномерного турбулентного течения взвесенесущего потока конечной глубины использовано нами в дальнейших выкладках.

При рассмотрении равномерного взвесенесущего потока конечной глубины коэффициент турбулентного обмена взвеси автором был принят [2] как постоянная величина по вертикали. В действительности коэффициент турбулентного обмена переменная величина и зависит от местной скорости.

Постараемся дать описание закона распределения концентрации взвеси по вертикали, используя полумперическую теорию турбулентности.

Решения задач, связанных с распределением концентрации взвеси по вертикали в плоском равномерном потоке турбулентного характера, даются в специальной литературе, в работах А.В.Караушева [3], М.А.Дементьева [4], М.А.Великанова [5].

Как указывается в работах А.В.Караушева и Ф.И.Франка [6], наиболее полной разработанной теорией взвешивания

наносов в настоящее время является теория В.М.Маккавеева, названная автором "диффузионной теорией".

Согласно диффузионной теории, результирующее перемещение в вертикальном направлении происходит в сторону меньших значений мутности, по аналогии с молекулярной диффузией.

Уравнение баланса наносов для обоих видов перемещения взвешенных частиц (учитывая при этом, что коэффициент турбулентного обмена при выбранном направлении оси от поверхности ко дну отвечает перемещению сверху вниз) в случае установившегося равномерного потока, согласно диффузионной теории, имеет вид:

$$\lambda \frac{dS}{dy} \cdot S \cdot W = 0, \quad (1)$$

$$\text{отсюда} \quad \lambda = K u \quad (2)$$

$$u = \frac{g \cdot u \cdot y}{2 \cdot m \cdot c}, \quad (3)$$

где W — гидравлическая крупность наносов;
 u — коэффициент турбулентного обмена несущей фазы, содержащей взвешенные частицы;
 m — коэффициент Базена-Бусинеска;
 c — коэффициент Шези;
 K — коэффициент, учитывающий различие между коэффициентами турбулентного обмена несущей и несомой фазы, зависящий от относительной плотности, крупности, формы частиц несомой фазы, концентрации взвеси и др.

Выражаем закон распределения осреднённой скорости по вертикали эллиптическим уравнением Караушева

$$u = u_n \sqrt{1 - p y^2}, \quad (4)$$

$$\text{где} \quad y = \frac{y}{H} \quad (5)$$

u — осреднённая по вертикали скорость в точке водной составляющей смеси;
 u_n — поверхностная скорость;

y — относительная глубина точки (отсчитывается от поверхности);
 p — безразмерный параметр;
 H — полная глубина на вертикали;
 y — вертикальная координата, направленная вниз.

Подставляя (2), (3) и (4) с учётом (5) в (1) и производя разделение переменных, после простейших преобразований получаем:

$$\frac{dS}{S} = \frac{2m \cdot c \cdot W \cdot dy}{K g u_n \sqrt{1 - p \frac{y^2}{H^2}}} \quad (6)$$

В том случае, если ось ОУ направлена сверху вниз и имеет начало у свободной поверхности, а ось ОХ совпадает с динамической осью потока, то, интегрируя (6) с учётом граничных условий (когда $y = 0 \rightarrow u = u_n, S = S_n, y = H \rightarrow u = u_d, S = S_d$) получаем

$$S = S_d \cdot \frac{e^{\frac{2mcW}{Kg u_n \sqrt{p}} \cdot \arcsin \frac{\sqrt{p}}{H} y}}{e^{\frac{2mcW}{Kg u_n \sqrt{p}} \arcsin \sqrt{p}}} \quad (7)$$

где g — ускорение силы тяжести;
 u_n, u_d — соответственно скорости потока на поверхности и у дна;
 H — полная глубина;
 e — число Непера.

Для решения ряда практических задач часто необходимо знать среднюю по сечению объёмную концентрацию наносов движущегося наносонесущего потока, который определяется зависимостью

$$S_{cp} = \frac{1}{H_0} \int_0^H S dy \quad (8)$$

Подставляя (7) в (8) и проводя интегрирование по частям, после соответствующих преобразований получаем:

$$S_{cp} = \frac{S_d \cdot \frac{2mcW}{Kg u_n \sqrt{p}} \cdot \sqrt{1-p}}{\sqrt{p} \left[\left(\frac{2mcW}{Kg u_n \sqrt{p}} \right)^2 + 1 \right]} + \frac{S_d}{\left[\left(\frac{2mcW}{Kg u_n \sqrt{p}} \right)^2 + 1 \right]} \quad (9)$$

Выражение (9) является наиболее удобной формулой по сравнению с (7) для решения ряда практических задач. Например, её можно использовать для определения транспортирующей способности потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н а т и ш в и л и О. Г. О переносе твёрдых взвешенных частиц турбулентным русловым потоком. - "Труды ГрузНИИГиМ." Тбилиси, 1965, вып. 23.
2. Н а т и ш в и л и О. Г. Некоторые инженерные вопросы взвесенесущих потоков и результаты лабораторных исследований движения селей. - Дис. на соиск. учён. степ. докт. тех. наук. Тбилиси, 1968.
3. К а р а у ш е в А. В. Проблемы динамики естественных водных потоков. Л., Гидрометеонадат, 1960.
4. Д е м а н т ь е в М. А. Современное состояние теории движения наносов. - Докл. гидротехнической конференции. Л., ВНИИГи, 1957.
5. В е л и к а н о в М. А. Русловой процесс. ГИТТЛ, 1958.
6. Ф р а н к л ь Ф. И. Опыт полуимперической теории движения взвешенных наносов в неравномерном потоке. - "ДАН СССР", 1955, т. 102, № 16.

УДК 626.14

С.Эзимов, В.Н. Коробов

ОЧИСТКА СЕЛЕПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАРАКУМСКОМ КАНАЛЕ им. В.И. ЛЕНИНА

Строительство Каракумского канала им. В.И. Ленина в настоящее время ведётся по проекту четвёртой очереди. Значительная трудность, с которой сталкивались проектировщики канала - защита его от разрушительного действия селевого потока.

Из опыта эксплуатации трассы Среднеазиатской железной дороги стало очевидно, что на каждом километре дороги в среднем имеется 2-5 труб, лотков или мостов разного поперечного сечения, численность которых на отдельных километрах - 9-11 штук. Такое положение характерно для участка железной дороги Геок-Тепе - Казанджик.

Продольный профиль трассы дороги насыщен такого рода селепропускными сооружениями, хорошо работающими на протяжении всего периода эксплуатации. Ввиду значительной эрозии бассейнов отдельных селевых водотоков происходит перераспределение и расходов по отдельным логам. Это приводит к уменьшению или прекращению стока по отдельным логам, остающимся сухими на протяжении многих лет. Однако под действием процессов эрозии увеличиваются расходы соседних логов и опасность их селевого проявления.

Селевой поток, выходя из ущелий, как правило, распластывается в отдельные рукава пересекает трассу железной дороги. При изменении расходов по логам происходит и перераспределение селевого потока по отдельным руслам вследствие заиливания последних. Это приводит к размыву отдельных

участков железнодорожного полотна, так как пропускная способность селепропускных сооружений уже не соответствует расходам эродированных бассейнов и переформировавшихся русел. Выход из такого положения в настоящее время заключается, видимо, в замене 2 – 3 мелких селепропускных сооружений, не обеспечивающих пропуск селевого потока одним крупным мостом, рассчитанным с учётом эродированности бассейна.

Необходимо отметить, что трасса Среднеазиатской железной дороги проходит в специально подготовленной для неё насыпи. Это упрощает строительство труб, лотков и мостов (реже дюкеров), значительная часть которых находится на уровне или выше уровня дневной поверхности. Селевой поток большой мощности, достигающий насыпи железнодорожного полотна, задерживается ею как низконапорной дамбой. В случае, если селепропускные сооружения не способны пропустить поток, он скапливается перед полотном железной дороги и в наиболее пониженных точках насыпи переходит через путь. Это ведёт к прорыву дамбы и к аварийной ситуации на дороге.

Селевые потоки заиливают селепропускные сооружения и значительно уменьшают их пропускную способность. Расположение селепропускных сооружений на железной дороге близко от дневной поверхности даёт возможность использовать для их очистки самые разнообразные землеройные механизмы. Очистка ведётся, обычно, бульдозером, а в самих трубах, лотках или под мостом, размеры которых меньше габаритов землеройной техники, – вручную. Небольшая длина селепропускных сооружений под полотном железной дороги требует малых затрат. Замена мелких сооружений на крупные даёт возможность полнее использовать механизмы для очистки селепропускных сооружений.

Учитывая опыт эксплуатации Среднеазиатской железной дороги (способы защиты от селевого потока), проектировщики Каракумского канала рекомендовали защитить эту трассу от селевого потока путём строительства селепропускных сооружений.

Для сбора селевого потока, вышедшего из ущелий на равнину, проектировщики рекомендуют строить нагорные

каналы. Это позволит прикрепить селевые русла к определённым селепропускным сооружениям. Конструкция таких селепропускных сооружений имеет две основные схемы: 1 – селевой поток идёт поверх канала и 2 – под каналом.

Рассмотрим второй вариант переброски селевых вод через Каракумский канал.

Распластаный селевой поток, вышедший из ущелий, собирается нагорными каналами и направляется к селепропускным сооружениям. Трубчатые сооружения наряду с положительными сторонами имеют и ряд недостатков, как, например, заиливание труб. После прохождения селевого потока на днище трубы обычно остается концентрированный осадок селевого потока, который высыхает, превращаясь в плотную глинистую массу. С течением времени (около года) масса слеживается, а оставшиеся в ней семена сорной растительности прорастают, образуя зелёный покров. Это недопустимо, так как даже в течение одного года поступление селевого потока по одному и тому же руслу может повториться несколько раз и привести к катастрофическому положению, ибо после заиливания части сечения трубы не в состоянии пропустить расчётный селевой поток.

Натурные исследования 1972, 1973 и 1974 гг., проведенные лабораторией ГТС ТНИИГиМа, дают возможность судить о вариантах очистки селепропускных сооружений.

Основные из них: ручная очистка, механическая и гидравлическая.

Наиболее трудоёмкая и дорогостоящая очистка – ручная. Один кубический метр грунта, извлечённый из труб дюкера вручную с перекидкой 2 раза (грунт III категория), стоит 2,66 р. (№ ед. расценок 1-620, к – 1,2). Однако ручная очистка всё ещё занимает ведущее место.

Механическая очистка во многих случаях неприемлема ввиду того, что использование землеройной техники в трубах не всегда возможно. Габариты землеройной техники во многих случаях больше размеров труб. Иногда для того, чтобы обеспечить нормальную работу бульдозера, в трубе приходится обрезать с боков части отвала. Даже большие по сравнению с размерами землеройной техники, но значительно за-

жившие трубы, также не пропустят землеройной техники, т.е. работа машин на свежееотложившемся иле невозможна, ввиду того, что бульдозер вязнет в нём.

Канатно-ковшовый метод очистки, предложенный институтом "Туркменигипрострой", не нашел применения в практике. Во-первых, этот метод требует использования землеройной техники не непосредственно, а косвенно (бульдозер используется не для перемещений грунта, а для натяжения и приведения в движение канатно-ковшовой системы); во-вторых, этот метод, кажущийся простым по замыслу, требует хорошей организации монтажно-крепежных работ (необходимо установить трос длиной 80 - 100 м и создать в нём рабочее натяжение, что трудно).

Заслуживает внимания предложение "Туркменигипрострой" об очистке селепропускных сооружений с помощью гидромонитора. Однако очистку труб от наносов ведут строительные организации, парк машин которых ограничен и не имеет специального оборудования для создания пульпы. Кроме того, использование для очистки насосных установок требует наличия электричества, которое не всегда имеется в местах расположения селепропускных сооружений.

При создании надлежащего уклона в отводящем русле и усиленном рыхлении грунта можно с успехом использовать метод гидравлического размыва. Процессы заиливания селепропускных сооружений на Среднеазиатской железной дороге и на Каракумском канале им. В. И. Ленина, изучались лабораторией ИТС ТНИИГиМ. После проработки имеющихся в настоящее время методов борьбы с наносами отмечены их положительные и отрицательные качества, дан глубокий анализ.

Нетрудоемкая и недорогостоящая по расчётным данным является очистка дюкеров с использованием сифона. Этот метод основан на использовании осветленной воды канала для очистки труб. Для его осуществления необходимо иметь 1 сифон, 1 бульдозер, 1 экскаватор, 2 задвижки, 1 поливочную машину, кроме того 1 сварщика и 2 рабочих.

Сифон изготавливается из металлических труб диаметром 250 - 350 мм; на нём устанавливаются две задвижки. Бульдозер необходим для перекрытия продуктами отложений се-

левого потока отверстий входа в дюкер; он создает перемычку перед входом в трубы, оставляя в естественном состоянии одно очко, подготовленное для размыва. Экскаватор используется для создания в отводящем русле уклона порядка 0,008, то есть уклона, обычного земляного русла, чтобы не вызвать эрозии нижнего бьефа.

Полivочная машина около 1 ч используется для зарядки сифона водой. Сварщик участвует в процессе монтажа и демонтажа оборудования. Двое рабочих обслуживают сифон. Организация работ при очистке дюкера несложна и может осуществляться в описанной ниже последовательности.

Бульдозер забивает продуктами отложений селевого потока вход в трубы дюкера, оставляя одно очко трубы в естественном состоянии. К этой трубе подтаскивается по берме канала сифон. Полivочная машина заполняет его водой. В нижнем бьефе с помощью экскаватора ведётся очистка продуктов отложения и создается уклон 0,008 отводящего русла. После такого рода приготовлений, открывается нижняя задвижка на сифоне, а с опозданием 5 ± 10 с. - верхняя. Сифон включается в работу. Вода при выходе из сифона создает в илистом грунте воронку размыва. Мутная вода устремляется в сторону нижнего бьефа, где имеется перепад отметок земли и отложений наносов. В нижнем бьефе начинается смыл продуктов селевых отложений. Размыв распространяется в сторону верхнего бьефа. В это время в верхнем бьефе бульдозер подвигает к отверстию новые порции грунта, который, попадая в воронку размыва, размягчается и в виде пульпообразной массы движется в сторону нижнего бьефа. Процесс размыва в сочетании с механическим рыхлением дает большой по сравнению с простым размывом вынос грунта из труб. Необходимо отметить, что весь процесс размыва грунта происходит на бетонной части сооружения, а поэтому насыщенный наносами поток, вышедший в нижний бьеф сооружений, не разрушает откосы и дно отводящего канала.

Для очистки следующего отверстия трубы необходимо выключить сифон, передвинуть его к следующей трубе и с помощью бульдозера перекрыть продуктами отложения отверстие трубы. Возведенная ранее перемычка

разбирается у входа и производится запуск сифона. После образования воронки размыва с помощью бульдозера к ней подвигаются все новые и новые порции грунта. Операции повторяются. Целесообразность внедрения этого метода экономически оправдана. Приведем некоторые данные по очистке дюкера на 763 км Каракумского канала (очистка проводилась в декабре 1971 г.). Заилнение в трубах этого дюка составляло $2/3$ общей высоты трубы или $469,35 \text{ м}^3$. На очистку вручную затрачено — 1537 р. Работа сифона показала, что время необходимое для очистки одной трубы этого дюкера — около $18 \pm 18 \text{ ч.}$, а сам процесс очистки двух труб дюкера длился около $32 \pm 36 \text{ ч.}$ Затраты по монтажу сифона и очистке труб этого дюкера составляют около 890,2 р. Сюда же входит и стоимость воды, забранной из Каракумского канала на размыв $469,35 \text{ м}^3$ наносов. Значит при внедрении этого метода в производство получится, что сифонная очистка обойдется дешевле ручной в $(1534,47 : 890,2) = 1,73$ раза. Однако эта цифра не является показателем эффективности сифонной очистки, ибо в расчетах все затраты по изготовлению сифона включались в 890,2 р. При таком предположении стоимость по изготовлению самого сифона окупается при разовом его применении. При повторном применении этого сифона затраты составляют 184,2 р., то есть без учета стоимости самого сифона с задвижками. Тогда при имеющемся объеме заилнения труб — $469,35 \text{ м}^3$ сифонная очистка по сравнению с ручной обойдется в $(1534,47 : 184,2) = 7,9$ раз дешевле. При использовании сифона три, четыре, пять и т.д. раз, затрачивается 184,2 р., а это при данном объеме заилнения дает эффект сифонной очистки по сравнению с ручной в 7,9 раз. Из сказанного следует, что метод сифонной очистки имеет больше по сравнению с практикуемой ручной очисткой преимущества.

УДК 621.878.34

М. Ч. Худайберганов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ НАНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ БЕТОНИРОВАННЫХ КАНАЛОВ

В настоящее время широко ведется отроительство оросительных каналов с противофильтрационной облицовкой. Только в Тедженском районе планируется ввести в эксплуатацию межхозяйственные бетонированные каналы "Ак-Векил", протяженностью 32,8 км с расходом $14,1 \text{ м}^3/\text{с.}$ и "Магалак" длиной 39,3 км с расходом $51,0 \text{ м}^3/\text{с.}$

При эксплуатации Тедженского правобережного канала, каналов МК-1, МК-2 и МК-3 Гяурского района, а также Копетдагского распределителя Геок-Теплянского района происходит их заилнение и зарастание тростником и рогозом, приводящие к значительному уменьшению пропускной способности. Интенсивность заилнения и зарастания увеличивается по мере удаления от головы канала. Зарастание имеет в основном очаговый характер и развивается только на откосах в зоне водозабора и в верхней части канала, в нижней же наблюдается его заилнение по всему периметру и сплошное зарастание откосов.

В нижней части канала МК-1 Ашхабадского района после 6 месяцев работы, толщина слоя заилнения на дне доходит до 10 — 20, а на откосах — до 20—30 см. По истечению 10—12 месяцев работы канала толщина наносных отложений возрастает на дне канала до 20—30 и на откосах — до 30—40 см.

В бетонированных каналах прорастает преимущественно 95% тростника и 5% рогоза широколиственного. Диаметр стеблей тростника за вегетационный период достигает 10—15,

рогоза 15–20 мм, высота тростника – 2–5 м, рогоза 1–2 м. Средний диаметр корней растений колеблется в пределах 10–15 мм. Объем корней – 35–40% общего объема заиления.

В настоящее время из-за отсутствия соответствующих машин очистка выполняется вручную, каналы на время очистки перекрываются. В отдельных случаях на очистке бетонированных каналов применяются экскаваторы общего назначения. В этом случае производительность экскавации снижается в 3–4 раза, качество очистки невысокое, нередки случаи повреждения облицовки.

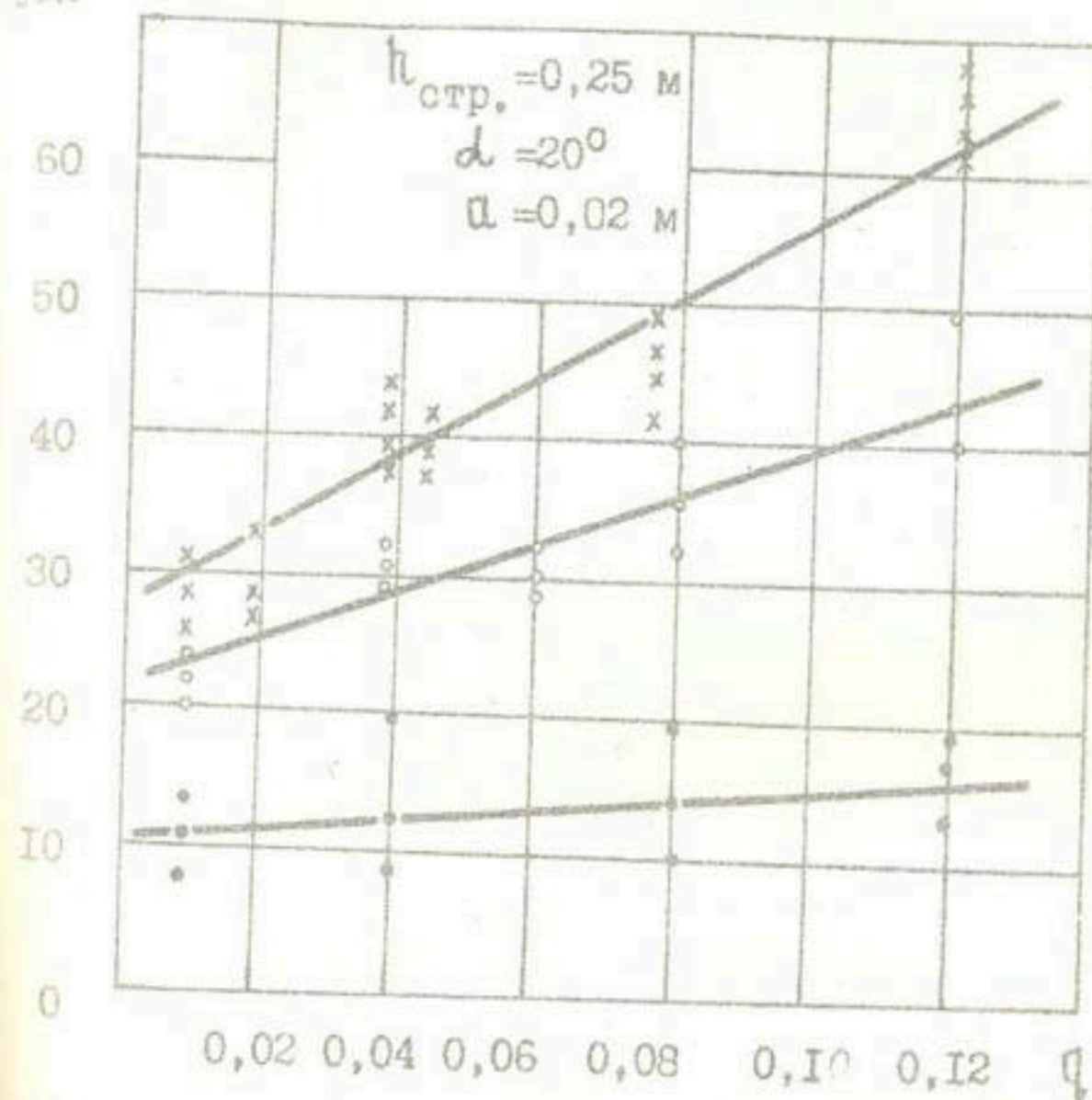
Для устранения этих недостатков необходимо разработать технологию механизированной очистки бетонированных каналов от заиления и растительности, и, если это потребуется, создать конструкцию соответствующего рабочего органа.

Результаты анализа патентных материалов и литературы по вопросам очистки каналов от заиления позволили установить невозможность применения известных машин на очистке бетонированных каналов от заросших наносных отложений без существенной модификации их рабочего органа. Применение землесосных снарядов для очистки бетонированных каналов от заиления нецелесообразно ввиду большой засоренности наносных отложений корнями растительности. Во избежание намазывания растительности на вращающийся рабочий орган машины непрерывного действия следует отдавать предпочтение машинам циклического действия. Учитывая габариты бетонированных каналов, и то, что они, как правило, не обсажены деревьями, целесообразно использовать для их очистки машину, передвигающуюся вдоль берега.

Отсутствие данных о подводном резании сильно заросших грунтов вызвало необходимость проведения исследований, направленных на определение усилий резания таких грунтов, в частности в бетонированных каналах. Изучено влияние угла резания и толщины режущей кромки на усилие резания при блокированном, полусвободном и свободном видах резания, а также влияние на усилие резания степени зарастания грунта. Внимание уделялось также качеству очистки поверхности бетона от заросшего грунта.

Опыты проводились в бетонированном канале МК-1 Ашхабадского района с применением динамометрического стенда.

$P_{уд.}$ кН/м



Зависимость удельного сопротивления грунта резанию от степени его зарастания: x — блокированное резание, o — полублокированное, • — свободное.

В качестве режущих органов использовались ножи толщиной 3, 6, 8 мм и шириной 300 мм. Поворотное устройство тележки позволяло менять угол резания α от 20 до 40°. Перемещение тележки осуществлялось с помощью ручной лебёдки, а тяговое усилие измерялось динамометром. Толщина стружки h _{отр.} изменялась в пределах 250-300 м.

Степень зарастания q учитывалась как суммарная площадь поперечных сечений стеблей растений на единице площади зарастания.

Опыты, проведённые с разными углами резания, позволяют рекомендовать применение ножей с углом резания 20-25°.

Эксперименты показали, что увеличение толщины режущей кромки от 3 до 8 мм на расстоянии до 2 см от поверхности облицовки не сопровождается резким ростом тягового усилия, так как в этом случае происходит не резание заросшего грунта, а полное его отделение от поверхности покрытия канала. После прохода ножа поверхность бетонной облицовки остаётся чистой. При расстояниях режущей кромки ножа от поверхности облицовки a более 2 см сопротивление резанию резко возрастает, и на поверхности облицовки остаётся слой ила. В этих условиях происходит только частичное отделение заиления от поверхности облицовки, а основная часть грунта, проросшего корнями, срезается с большим сопротивлением. Большое влияние на силу резания оказывает зарастание грунта (рисунок).

Результаты исследований позволили сформулировать основные требования к механизму для очистки бетонированных каналов от наносных отложений с учётом характера заиления и зарастания, а также условий их эксплуатации.

1. Механизм должен обеспечить очистку действующих бетонированных каналов различных типоразмеров.

2. В процессе резания режущая кромка рабочего органа должна находиться на расстоянии 15-20 мм от поверхности облицовки.

3. Угол резания должен быть в пределах 20-25°.

4. Во избежание повреждения облицовки очищаемого от заиления канала необходимо устройство, показывающее давление, оказываемое рабочим органом на облицовку.

5. Следует предусмотреть возможность упругого смещения режущей части рабочего органа, причём сила упругости должна быть регулируемой.

Р.Р.Мередов

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАРАБОТКИ СКВАЖИННЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ

Изучению распределения времени наработки погружных насосов до отказа посвящены работы С.И.Костенко /1/, Ю.А.Пемов /2/ и отдела надёжности СКБ СЭНВ /3/.

С.И.Костенко /1/ пришёл к выводу, что распределение наработки до отказа погружных насосов типа ЭПЛ-6 при влиянии износа на отказы аппроксимируется нормальным законом. При этом не оценены численные значения показателей надёжности.

На основании изучения долговечности 132 электронасосов в условиях эксплуатации Ю.А.Пемов /2/ пришёл к выводу, что распределение отказов погружных электронасосов ЭЦВ-6 подчиняется теоретическому Гамма-распределению.

Работа СКБ СЭНВ /3/ посвящена определению ресурса и надёжности погружных электронасосов типа 8АП, 6АПВ, 10АПВ и насосной установки типа АТН. Установлено, что наработка до отказа вышеуказанных насосов аппроксимируется логарифмически нормальным законом распределения.

Из изложенного следует, что единого мнения о законе распределения наработки до отказа погружных насосов нет. На основании данных по наработке до отказа 100 электронасосов попытались установить теоретический закон распределения наработки до отказа. При анализе данных об отказах электронасосов по возможности не приняты во внимание отказы, вызванные нарушением правил эксплуатации. Необходимо отметить,

что основная масса насосов работала в сильноминерализованной воде /4/, поэтому приводимые ниже значения показателей надёжности в определённой степени являются заниженными.

Я.Б.Шер /5/ при рассмотрении надёжности изделий рекомендует разбить их на следующие группы: а) элементы, б) изделия однократного действия и в) изделия многократного действия. Погружные электронасосы можно отнести ко второй группе, так как отказ насоса приводит к прекращению эксплуатации и демонтажу его из скважины, а устранение дефекта, вызвавшего отказ, производится вне места эксплуатации. Поэтому электронасос можно рассматривать как невосстанавливаемое изделие. При рассмотрении невосстанавливаемых изделий случайной является наработка изделия до отказа. Случайные величины, встречающиеся в задачах надёжности, могут иметь различные распределения вероятностей.

Как указывается в работе /6/, наработка до отказа у многих невосстанавливаемых изделий имеет логарифмически нормальное распределение, для которого плотность вероятности распределения имеет вид

$$f(t) = \frac{M}{\sigma} \varphi_0 \left(\frac{\lg t - \lg t_0}{\sigma} \right), \quad (1)$$

где $M = 0,4343$ — коэффициент перехода от натуральных к десятичным логарифмам,

$$\lg t_0 = x_0.$$

Вероятность безотказной работы на протяжении наработки определяется из уравнения:

$$P(t) = 1 - F_0 \left(\frac{\lg t - \lg t_0}{\sigma} \right). \quad (2)$$

При анализе данных об отказах электронасосов получены параметры логарифмически нормального распределения:

$$x_0 = 3,118, \quad \sigma = 0,248 \text{ и } t' = 1540$$

Проверка закона распределения производилась по критерию согласия акад. А.Н.Колмогорова и по критерию согласия

хи-квадрат. При этом по критерию А.Н.Колмогорова получены $1-p = 0,96$, а по критерию хи-квадрат — $1-p = 0,70$. Это говорит о согласованности между опытными данными и данными, полученными по логарифмически нормальному закону распределения.

На основании полученного теоретического закона распределения наработки до отказа могут быть определены количественные показатели надёжности: частота отказов $f(t)$, вероятность безотказной работы $P(t)$ и интенсивность отказов $\lambda(t)$ /табл.1/.

Таблица
Значения количественных показателей надёжности погружных электронасосов

Середина интервала, t	$\varphi_0(x)$	$f(t)/10^6$	$F_0(x)$	$P(t)$	$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$
100	0,000016	0,28	0,000003	0,999997	0,28
300	0,01358	79,9	0,00488	0,99512	80,3
500	0,09405	331,9	0,04457	0,95543	347,4
700	0,2178	548,5	0,1357	0,8643	635,7
900	0,3209	628,2	0,2546	0,7454	844,1
1100	0,3802	609,8	0,3783	0,6217	980,8
1300	0,3989	541,7	0,4920	0,5080	1069,3
1500	0,3886	458,8	0,5910	0,4090	1118,8
1700	0,3605	374,1	0,6736	0,3264	1148,1
1900	0,3230	300,0	0,7422	0,2578	1163,6
2100	0,2830	239,4	0,7936	0,2061	1161,6
2300	0,2468	189,2	0,8365	0,1635	1157,1
2500	0,2107	148,7	0,8708	0,1292	1150,9
2700	0,1781	116,2	0,8990	0,1020	1139,2
2900	0,1518	92,2	0,9177	0,0823	1120,3
3100	0,1276	72,6	0,93448	0,0656	1106,7
3300	0,1074	57,3	0,94758	0,0527	1087,3
3500	0,08933	45,0	0,95818	0,0419	1073,9
3700	0,07814	36,3	0,96662	0,0344	1055,2
3900	0,06318	28,5	0,97257	0,0275	1036,4

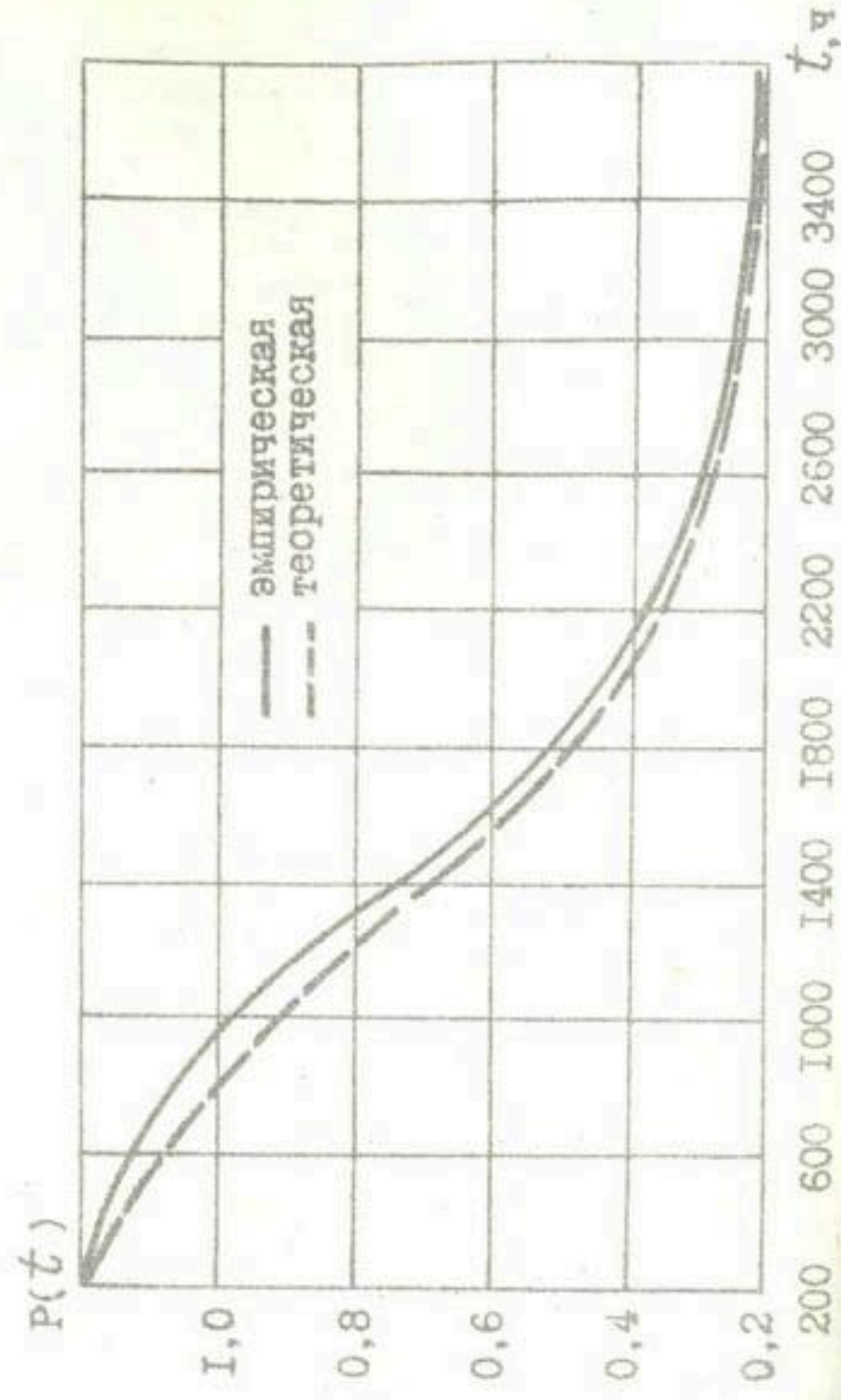


Рис. 1. Частота распределения времени отказов электронасосов.

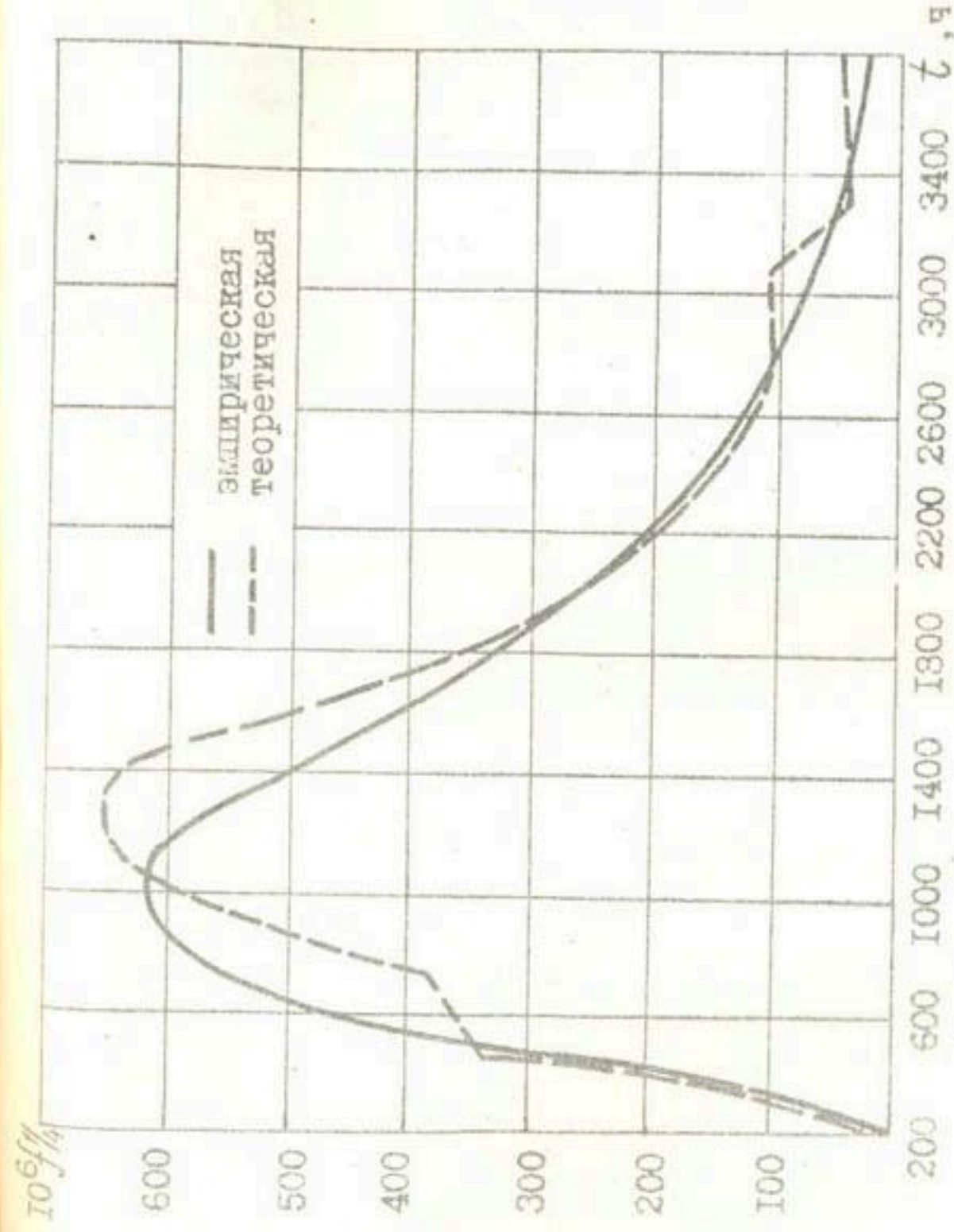


Рис. 2. Вероятность безотказной работы электронасосов.

Подставив полученные значения χ_0 и σ в формулу (1) плотности логарифмически нормального распределения, получим уравнение теоретической частоты отказов (плотность распределения) электронасосов:

$$f(t) = \frac{0,4343}{0,248} \varphi_0 \left(\frac{\lg t - 3,118}{0,248} \right) \quad (3)$$

Значения функции $\varphi_0(x)$ найдены из таблицы /8/.

На рис. 1 представлена кривая теоретической частоты отказов (сплошная линия) погружных электронасосов.

На рис. 2 представлена теоретическая кривая вероятности безотказной работы $P(t)$, рассчитанная по формуле (2).

Выводы

При определении надёжности электронасос можно рассматривать как невосстанавливаемое изделие.

Распределение наработки погружных электронасосов до отказа хорошо аппроксимируется логарифмически нормальным законом распределения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костенко С. И. Исследование влияния износа на работоспособность и долговечность погружных центробежных насосов, применяемых в сельском хозяйстве. Автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. тех. наук, М., 1962.
2. Пёмов Ю. А. Разработка и стандартизация методов форсированных испытаний центробежных скважинных электронасосов и их элементов. Автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. тех. наук, М., 1971.
3. Надёжность погружных электронасосов. Молдавское правление НТО машиностроительной промышленности, Кишинёв, 1968.
4. Поплавский В. В., Мередов Р. Р. Опыт эксплуатации погружных электронасосов скважинного

водоподъёма в Туркменской ССР. Инф. № 90(2024) листок, ТуркмениНТИ, 1978.

5. Шор Я. Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надёжности. М., "Советское радио", 1982.

6. Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Таблицы для анализа и контроля надёжности. М., "Советское радио", 1988.

Ф.Ш.Доктор, Р.З.Утиганов

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ ПЫЛЕВАТЫХ И СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Темпы наращивания высоты намываемых сооружений из тонкодисперсных грунтов зависят в основном от скорости консолидации уложенного грунта. Особое значение это приобретает при тонкодисперсных грунтах. Пылеватые лессовидные грунты широко распространены в Средней Азии, европейской части СССР, Украине, Северном Кавказе и т. д. /2/.

Обычно плотины из тонкодисперсных грунтов намываются между массивными упорными призмами из гравийного и гравийно-галечникового материала. Эти призмы обеспечивают устойчивость сооружений в строительный и эксплуатационный периоды. Консолидация намываемого грунта продолжается 10 лет и более /1/. К таким сооружениям следует отнести большинство плотин, построенных в США. Их конструктивные особенности и условия строительства освещены в работах Б.А.Волгина /1/, М.И.Кузьмина /3/, А.И.Огурцова /6/.

Примерами отечественной практики плотиностроения из лессовидных пылеватых и суглинистых грунтов могут служить намывные Нижне-Бозеульские плотины ГЭС-3, 4 и 5 в Узбекской ССР высотой до 20,5 м с заложением откосов верхового — от 1:12 до 1:4,1 и низового — от 1:15 до 1:3,9 /4/. Грунт намывался между мощными упорными призмами. Содержание пылеватых частиц в карьерных грунтах — около 72%.

В Туркменистане получили распространение плотины расовидного профиля, обеспечивающие устойчивость сооруже-

ния как в строительный, так и эксплуатационный периоды. Они возводятся тонкослойным односторонним намывом с одной или двумя ступенями осветления пульпы. В западных районах Туркменистана грунты представлены в основном пылеватыми суглинками и супесями. По мере продвижения строительства Каракумского канала на запад содержание пылеватых и глинистых частиц в карьерных грунтах увеличивается. В настоящее время институтом "Туркменгипрводхоз" проектируется плотина Мадауского водохранилища объемом земляных работ 44 млн. м³. В карьерных грунтах содержится более 30% частиц размером менее 0,1 мм. Ввиду того, что такие тяжелые грунты не применялись при возведении плотин намывным способом, возникла необходимость изучения строительных, физико-механических и геотехнических свойств таких грунтов и разработки технологии их укладки в намываемые земляные сооружения.

В 1975-1976 гг. исследовались технология строительства правобережных дамб Каракумского канала в зоне Ак-су. По механическому составу карьерные грунты близки к грунтам плотины Мадауского водохранилища, что позволит использовать при возведении этой плотины результаты исследований, выполненных на дамбе Ак-су. Опыт строительства плотины Копатдагского водохранилища показал, что для ускорения консолидации пылеватых и суглинистых намывных грунтов целесообразно чередование намыва с отсыпкой сухого грунта, поэтому на участке опытного намыва исследовалась технология комбинированного возведения земляных сооружений. Особое внимание уделялось вопросу механизации нанесения сухого грунта на поверхность намываемого. Работы выполнялись по следующей технологической схеме: послойный намыв грунта мощностью 1,25 м, сброс осветленной воды, выдержка для удаления свободной влаги фильтрующей, отсыпка сухого грунта мощностью 1,0 м на поверхность намыва с последующей планировкой.

Участок карты размером 50 x 50 м отгорожен дамбами обвалования, на которых бульдозерами укладывался резерв сухого грунта. Отсыпавший грунт представлен суглинками с объемной влажностью 7-8%, намывный грунт — мелкозернистыми

супесями с несколькими прослойками глины толщиной 0,2 – 15 см.

Отсыпка сухого слоя производилась многоковшовым погрузчиком непрерывного действия Д-565 на колесном ходу с максимальным удельным давлением 80 кПа, а также экскаватором Э-1011А с рабочим оборудованием драглайн. Планировочные работы выполнялись бульдозером Д-271. Погрузчик Д-565 работал челночным и круговым способами. Максимальная дальность укладки грунта от оси механизма – 8 м. Производительность погрузчика – 85 м³/ч. Планировка отсыпанного участка и проезд погрузчика становится возможным по истечении 6–7 дней после отсыпки. При работе челночным способом 20–25% общего времени затрачивалось на разворот и изменение направления вылета транспортёра погрузчика, поэтому предпочтительнее круговой способ движения погрузчика. Забор погрузчиком грунта осуществлялся после предварительного его рыхления. Отсыпка грунта экскаватором производилась с двух противоположных сторон карты. Дальность укладки грунта экскаватором составила 14–15 м. Производительность экскаватора на отсыпке грунта – 60 м³/ч.

Исследование показало, что при механизированном нанесении сухого грунта на намывный слой необходимо создать специальную машину со следующими показателями:

1. Удельное давление ходовой части не более 30 кПа;
2. Регулируемая дальность укладки сухого грунта не менее 15 м;
3. Действие машины непрерывное;
4. Высокая проходимость и устойчивость.

Процесс уплотнения и перераспределения влаги в намывном и отсыпанном слоях изучался измерением объемной влажности и объемной массы при помощи радиометрических приборов НИВ-2 и ГП-2. Для этой цели в тело дамбы заложены скважины с обсаженными трубами. Результаты измерений показали, что объемная влажность намывного грунта за 1,5 месяца уменьшилась с 45,0 до 35,0%, а отсыпанного сухого – увеличилась в нижнем 0,5-метровом слое с 7–8 до 30%, а в верхнем – до 15%. При этом 80% перемещения влаги в слоях отсыпанного грунта происходит в первые 5–6 дней. Влаж-

ность намывного грунта на контрольном участке, где отсыпка грунта не производилась, за тот же период уменьшилась в среднем по толщине слоя до 40%. Плотность намывного грунта, покрытого сухим, увеличилась за тот же период в среднем с 1,42 до 1,56 г/см³, а на контрольном участке – до 1,52 г/см³. Плотность отсыпанного грунта в верхних слоях возросла с 1,0 до 1,30 г/см³, а в нижних – до 1,55 г/см³.

На основании исследований процесса комбинированного возведения земляных сооружений из суглинистых и пылеватых грунтов нами в содружестве с ВНИИГиМ разработана новая технология, дополнительно закладываемая институтом "Туркменипроект" в проект строительства дамб Каракумского канала в районе Ак-су. По этой технологии дамба обкатного профиля намывается торпным способом по продольным картам длиной 400–500 м, в конце которых устраивается водосбросный колодец. После намыва одного яруса на первом участке карты пульт переключается в другой пульт, уложенный на расстоянии 1/2–1/3 длины карты, и домывается следующий участок того же яруса. Одновременно на первом участке производится отсыпка сухого грунта с двух противоположных сторон карты. Указанный цикл повторяется до окончания карты и далее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волгин Б. А. Высокие намывные и полунамывные плотины США. М.-Л., Госэнергоиздат, 1958.
2. Кузьмин М. П. Земляные гидротехнические сооружения. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1958.
3. Кузьмин М. П. Лессовидные грунты в земляных сооружениях, возводимых гидравлическим способом. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1951.
4. Меламут Д. Л. Гидромеханизация в ирригационном и сельскохозяйственном строительстве. М., Изд-во лит-ры по строительству, 1967.
5. Огурцов А. И. Намыв земляных сооружений. М., Госстройиздат, 1963.

М. М. Михайлянц

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСАСЫВАНИЯ ВИБРИРУЮЩЕГО КУСКОВАТОГО ГЛИНИСТОГО ГРУНТА

Отличительная особенность всасывания грунта при работе вибрационно-гидравлического рыхлителя — забор грунта с вибрирующей плиты.

Наличие вибрирующей поверхности способствует увеличению активной зоны всасывания вследствие эффекта подбрасывания кусков (ускорение вибро-плиты больше ускорения силы тяжести) и увлечения их потоком при значительно меньшей скорости всасывания.

Для организации рационального режима подводной разработки грунта вибрационно-гидравлическим устройством необходимо, чтобы количество грунта, приготавливаемого рыхлителем, соответствовало всасывающей способности грунтового насоса, а расположение сосуна и вибрирующего рабочего органа позволило забирать грунт с минимальным просором.

Стандовые исследования вибрационно-гидравлического рыхлителя направлены на определение зависимости максимальной консистенции гидросмеси (с просором 5–8%) от кусковатости ($d_{\text{ср.}}$), высоты развала обрушенного грунта (h), скорости пайлонирования (V_n) и скорости всасывания ($V_{\text{вс.}}$).

Лабораторные исследования проведены на землесосном стенде, состоящем из грунтового лотка размерами 8,0x2,0x1,5 м, с установлением на нём рельсовой колеи, по которой перемещалась тележка с вибрационно-гидравлическим рабочим органом. Скорость тележки регулировалась в пределах 0,5–

15 м/мин. В качестве землесоса использован грунтовой насос марки 5ГрК-8, посредством гибкого рукава соединённый с всасывающей частью рыхлителя. На напорном трубопроводе грунтового насоса установлен переключатель, позволяющий пропускать пульпу в ёмкость-отстойник и мерный бак, закреплённый на весах.

Стандовые исследования проведены на модели грунтового устройства, выполненной в масштабе 1 : 5.

На процесс всасывания кусковатого грунта основное влияние оказывает сила тяжести, поэтому основным критерием моделирования принят критерий Фруда:

$$Fr = \frac{v^2}{gl}$$

Скорость всасывания 1,0–2,0 м/с. Обрушенный грунт, вибрируемый на плите и размываемый гидромониторной струей, в основном кусковатой формы, максимальный размер кусков не превышает 200 мм; в опытах использовали куски на 50% кубообразной и 50% плитчатой формы. В качестве модельного грунта объёмной массы 2 т/м³ использовали глину, из которой изготовлены куски в масштабе 1:5. После высушивания куски покрывали тонким слоем битума, для повторного использования.

Куски глины сгруппированы следующим образом:

	Диаметр кусков, мм					
Натура	200	175	150	100	75	50
Модель	40	35	30	20	15	10

Грунт, подготовленный к всасыванию вибрационно-гидравлическим рыхлителем, содержал фракции указанных размеров. Поэтому при исследовании влияния размеров кусков на процесс всасывания учитывали средневзвешенный диаметр кусков по формуле:

$$d_{\text{ср.}} = \frac{\sum d_i P_i}{\sum P_i}$$

Стандовые исследования проведены в следующем порядке,

В лоток уложен модельный грунт заданной кусковатости высотой 0,2 и 0,4 м с откосом 1:1. Виброплита со всасывающим наконечником подведена к кромке выложенного откоса. Включён грунтовый насос, вибратор и насос гидромонитора. Вибрационно-гидравлическое устройство в зависимости от серии опытов перемещали вдоль забоя со скоростью 0,24–1,2 м/мин. Опыт прекращали после прохождения 0,8 м.

Объёмная консистенция (К) пульпы определена взвешиванием грунта, прошедшего через сито за определённый промежуток времени, замером соответствующего стока пульпы, а затем пересчётом.

Эксперименты проведены на смесях с $d_{ср.} = 10, 20$ и 36 мм кубовой и плитчатой формы, моделирующих натурные значения $d_{ср.} = 50, 100$ и 180 мм. В каждой серии присутствовали все фракции от 10 до 40 мм.

В качестве независимой переменной принято отношение скорости всасывания гидросмеси к скорости пропорциональной средневзвешенной гидравлической крупности кусковатого грунта.

Исследования позволили раскрыть функциональную зависимость:

$$K = f \left(\frac{V_{вс.}}{V_{гд.ср.}}; h, V_r \right).$$

Консистенция гидросмеси с увеличением толщины слоя кусковатого и глинистого грунта возрастает.

Скорость напыливания (натурная) 0,7–1,5 м/мин – оптимальна соответственно для слоя 2,0–1,0 м. При этих скоростях кусковатый глинистый грунт сползает более равномерно и обеспечивает интенсивное насыщение всасываемого потока грунтом. При больших скоростях напыливания грунтозаборное устройство зарывается в грунт, образуются завалы, приводящие к срыву вакуума землесоса.

Увеличение относительной скорости всасывания $\frac{V_{вс.}}{V_{гд.ср.}}$ до 6,5 приводит по условиям минимального просора консистенции пульпы к значительному повышению. При дальнейшем увеличении этого отношения консистенция гидросмеси резко уменьшается.

Так, при $\frac{V_{вс.}}{V_{гд.ср.}} = 6,5$ объёмная консистенция гидросмеси для слоя грунта $h = 2,0$ и $h = 1,0$ м при $V_r = 0,7$ м/мин равна соответственно 18 и 11% при просоре 5–7%.

В.Н.Мамедов

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВОДОПониЖЕНИЯ ПО ТРАССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Строительство закрытого горизонтального дренажа на просищаемых массивах Туркменской ССР выполняется, как правило, в водонасыщенных мелко- и тонкозернистых грунтах. При выкапывании дренажных траншей в таких водно-грунтовых условиях её дно и стенки подвергаются воздействию фильтрационного потока с максимальными градиентами напора $J_{max} = 1,46–2,20$. Это значительно превышает значения критических градиентов напора $J_{кр} = 0,83–1,18$ для песчаных грунтов, наиболее распространённых на территории Туркменистана [1] и вызывает разжижение дна и нижней части стенок дренажной траншеи.

Укладка дрен в разжиженный грунт недопустима, так как отсыпка фильтра даже при правильном подборе его гранулометрического состава [2] на неустойчивое дно дренажной траншеи сопровождается его продавливанием в грунт и засорением, фильтр заилывается, и эффективность работы дрены резко снижается. Высота напоя грунтовых вод над дренами, уложенными в разжиженный грунт, достигает 70% напора на междуренье. Это определяет необходимость предварительного водопонижения по трассе дрен, строящихся в мелко- и тонкозернистых, пылеватых водонасыщенных песках.

В практике мелиоративного строительства республики предварительное водопонижение выполняется открытой дренажной канавой на одном из откосов которой после его осушения произво-

дится укладка вручную труб и фильтра закрытой дрены. Существенным недостатком этого метода водопонижения являются большие объемы земляных работ ($50-70 \text{ м}^3/\text{м}$) и высокая их стоимость ($8-8 \text{ р./м}$). Кроме того, водопонижение открытой дренажной и последующая укладка закрытой дрены вручную, значительно снижают темпы работ и делают невозможным выполнение объемов строительства дренажа, требуемых планом прироста орошаемых земель республики.

В целях комплексной механизации строительства закрытого горизонтального дренажа в оплывающих грунтах ТуркменНИИГиМ разработал и испытал технологию механизированной укладки дрен с предварительным водопонижением по трассе легкими иглофильтровыми установками /3/. Исследование этого способа водопонижения в грунтах с коэффициентом фильтрации более 1 м/сут дало удовлетворительные результаты. Стоимость водопонижения составила 4 р./м , производительность укладки при использовании дреноукладчика Д-250М достигала 110 м/смену .

Однако применение иглофильтровых установок на строительстве закрытого горизонтального дренажа в грунтах с коэффициентом фильтрации меньше 1 м/сут /4/ привело к уменьшению шага расстояния иглофильтров с $2,25$ до $1,5 \text{ м}$, увеличению времени откачки с 24 до 86 ч и стоимости — с 4 до $11-18 \text{ р./м}$. Это делало невозможным применение легких иглофильтровых установок в слабопроницаемых грунтах при поточном строительстве закрытого горизонтального дренажа комплексно-механизированным способом.

Анализ динамики снижения уровня грунтовых вод установками вакуумного водопонижения в г. Мары показывает, что интенсивное понижение уровня грунтовых вод на участке радиусом $2,0 \text{ м}$ от оси иглы при большой крутизне кривой депрессии наблюдается в течение первых 24 ч работы водопонижающей установки. В дальнейшем кривая депрессии выполаживается и интенсивность спада грунтовых вод резко уменьшается. Исходя из этого, ТуркменНИИГиМ предложил наклонный способ установки иглофильтров, предусматривающий их погружение в грунт на расстояние $2,5-2,8 \text{ м}$ от оси траншеи с наклоном $20-15^\circ$ к вертикали. При таком располо-

жении иглы их фильтровое звено находится непосредственно под дном дренажной траншеи, это позволяет производить укладку фильтра дрен в зоне интенсивного спада грунтовых вод и сокращать время, потребное на снижение уровня грунтовых вод на необходимую глубину.

Опытно-производственной проверкой эффективности нового способа предварительного водопонижения ТуркменНИИГиМом на строительстве закрытого горизонтального дренажа в колхозе им. Свердлова Ашхабадского района установлено, что при наклонном расположении иглофильтров, время, потребное на снижение грунтовых вод с $1,0$ до $3,5-3,8 \text{ м}$ (рис. 1), составляет 1 ч , а при вертикальном расположении иглофильтров грунтовые воды понижались по оси траншеи на глубину $2,8-3,5 \text{ м}$ за 4 суток непрерывной откачки (рис. 2).

При выкапывании траншеи после 1 ч работы иглофильтров, установленных наклонно, разжижения дна и стенок траншеи не наблюдалось. Влажность грунта колебалась в пределах $25-27\%$. Следует отметить эффективность установок вакуумного водопонижения УВВ-2 конструкции ВОДТЕО на строительстве закрытого горизонтального дренажа с предварительным водопонижением по трассе. В водосборном коллекторе установки УВВ-2 вакуум достигает $8,6 \text{ кПа}$, в то время как вакуум, создаваемый установками ЛНУ-5 не превышает $6,5 \text{ кПа}$. Увеличение вакуума дает возможность удлинить захватку одной водопонижительной установки со 100 до 160 м .

Анализ распределения затрат на предварительное водопонижение по трассе строительства закрытого горизонтального дренажа в грунтах с коэффициентом фильтрации меньше 1 м/сут показывает, что высокая стоимость водопонижения определяется в основном затратами на погружение иглофильтров в грунт и их извлечение из грунта. Стоимость этих работ составляет $40-50\%$ общей стоимости водопонижения вследствие большого объема ручного труда.

В целях снижения стоимости монтажа водопонижительного оборудования и повышения производительности труда на строительстве закрытого горизонтального дренажа ТуркменНИИГиМ разработал гидромеханизированный способ погружения и из-

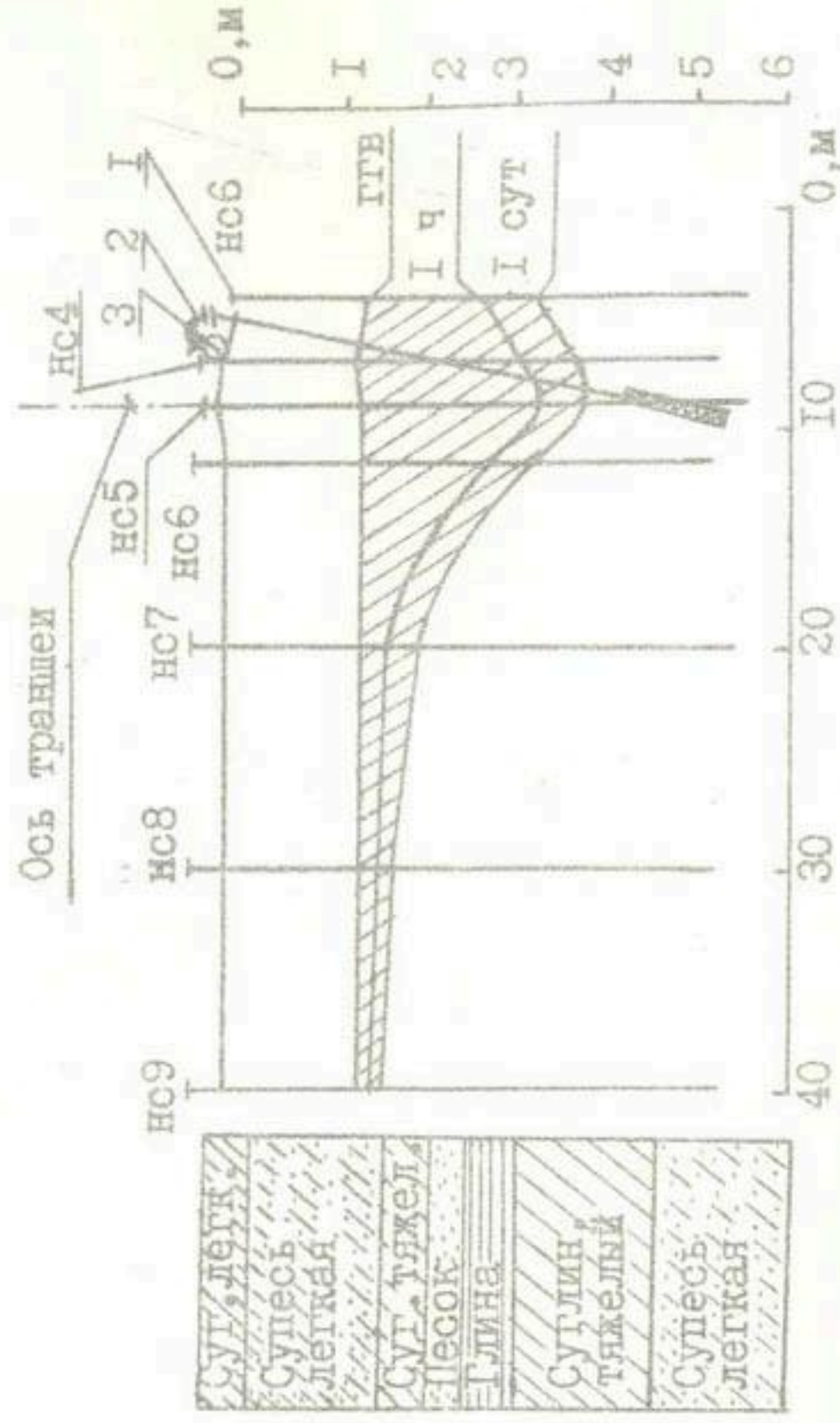


Рис. 1. Динамика снижения уровня грунтовых вод иглофильтрами, установленными наклонно. 1 — иглофильтр, 2 — соединительный шланг, 3 — наблюдательные скважины.

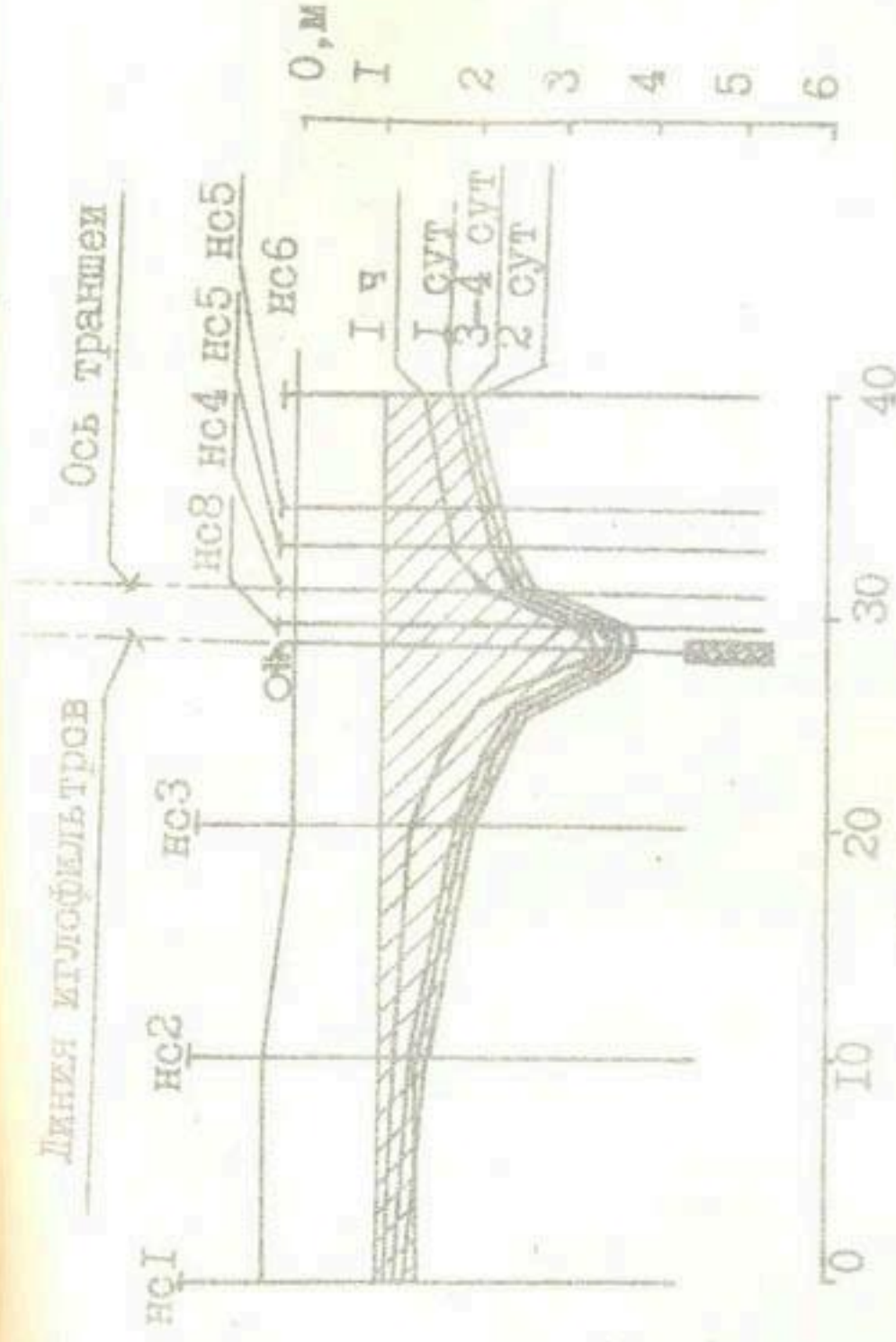


Рис. 2. Динамика снижения уровня грунтовых вод иглофильтрами, установленными вертикально.

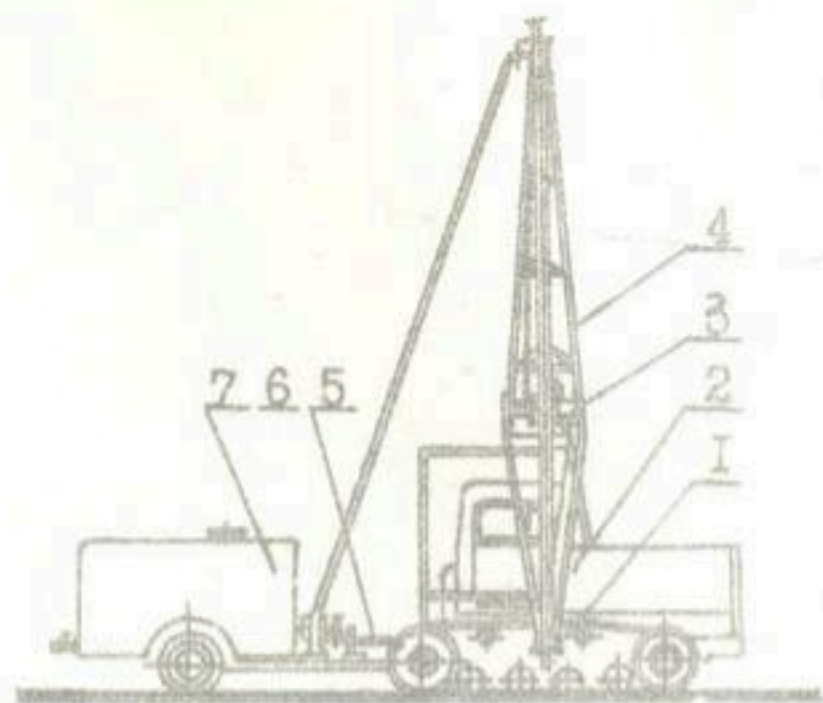


Рис. 3. Устройство для забуривания иглофильтров.
1 - разбурник, 2 - трактор АТ-75, 3 - лебедка, 4 - ферма,
5 - карданный вал, 6 - насос, 7 - ёмкость.

влечения иглофильтров. Эти работы выполняются с использованием устройства (рис. 3), состоящего из фермы (4), по которой движется разбурник (1). Опускание и подъём разбурника производится лебедкой (3) через цепную передачу. Привод лебедки от гидромотора НПА-84. Устройство навешивается на трактор ДТ-75. Скважины для установки иглофильтров в грунт разрабатываются струями воды, вылетающими из насадок разбурника со скоростью 15-30 м/с.

Опыт эксплуатации устройства по гидромеханизированному погружению и извлечению иглофильтров на строительстве закрытого горизонтального дренажа показал, что установку игл в грунт следует выполнять совмещенными или раздельными способами. Совмещенное погружение иглофильтров с разбурником, состоящим из двух труб и двух конических насадок, производится в осыпающихся грунтах. Погружение иглофильтров в связные грунты выполняется раздельным спо-

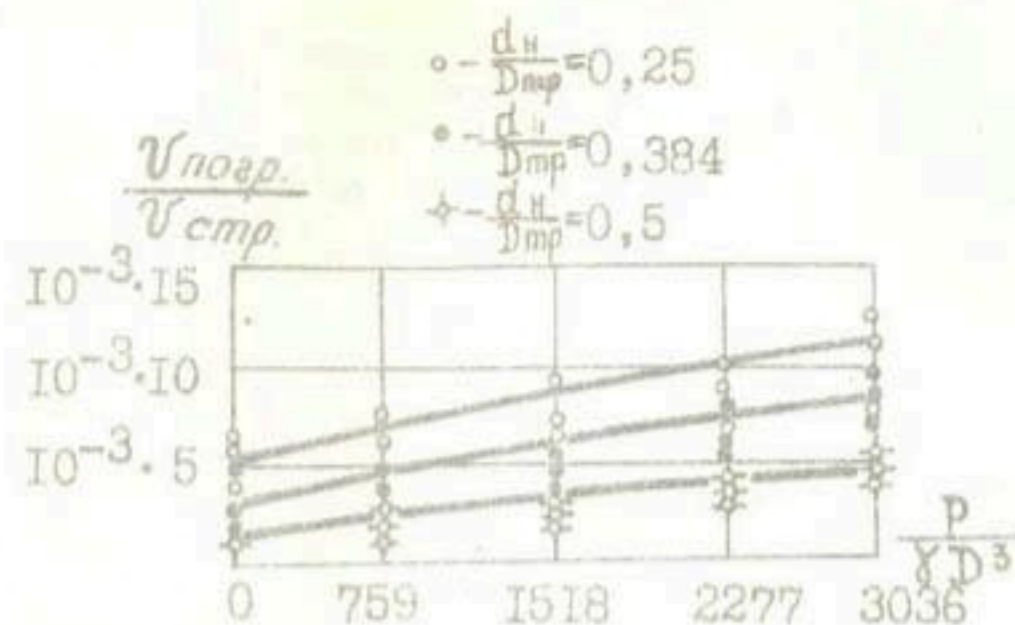


Рис. 4. График зависимости, где $V_{\text{погр.}}$ - скорость погружения разбурника, $V_{\text{стр.}}$ - скорость вылета струи, P - осевое давление на разбурник, γ - объемная масса грунта, D - диаметр погружаемой трубы.

собом, при котором разбурником, состоящим из одной трубы с коническим насадком в грунте, разрабатывается скважина, в которую устанавливается иглофильтр. Скорость погружения разбурника в значительной степени зависит от параметров водяных струй и осевого усилия, прикладываемого к разбурнику лебедкой. Графики на рис. 4 позволяют выбрать основные параметры водяных струй и необходимое осевое давление на разбурник для его погружения с требуемой скоростью.

Вода для разрушения грунта в процессе погружения разбурников забирается из открытого коллектора, если водопонижительное оборудование монтируется на расстоянии, не превышающем 400-500 м от коллектора. При выполнении водопонижительных работ на большом расстоянии к устройству по гидромеханизированному погружению иглофильтров дополнительно добавляется ёмкость 6 м³ с насосом Зк-6. Привод насоса выполняется через клиноременную и карданную передачу от вала отбора мощности трактора.

Применение новой технологии предварительного водопонижения по трассе строительства закрытого горизонтального

дренажа в колхозе им. Свердлова Ашхабадского района позволило повысить производительность труда на монтаже водопонижительного оборудования в 2 раза и снизить стоимость предварительного водопонижения до 3,12 р./м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов В. Н. Исследование устойчивости оснований и стенок траншей в процессе укладки дрен совершенными экскаватор-дреноукладчиками в водонасыщенных грунтах. - В сб.: Мелиорация земель в Туркменистане. Ташкент, 1975.

2. Инструкция по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений ВСН-02-84. Л., 1989.

3. Тюрин Л. П. Опыт строительства закрытого дренажа в плавунных грунтах. - "Гидротехника и мелиорация", 1988, № 3.

4. Мамедов В. Н., Поплавский В. В. Опыт строительства закрытого дренажа в плавунных грунтах под защитой иглофильтров. - В сб.: Гидромелиоративные исследования в Туркменистане. Ашхабад, 1972.

УДК 628.862.2/3:624.131.216/542

В. Н. Мамедов, О. Бяшмев

БЕСТРАНШЕЙНАЯ УКЛАДКА ДРЕН В ВОДНО-ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации разработал технологию бестраншейного способа строительства закрытого горизонтального дренажа с использованием дреноукладочных машин БДМ-300 и БДМ-301.

Производственная проверка этого способа строительства закрытого горизонтального дренажа в Голодной степи показала его высокую эффективность по сравнению с траншейным и узкотраншейным способами [1]. Производительность укладки возросла со 130 до 2030 м/смену, стоимость строительства сократилась с 5 до 4,4 р./м.

Бестраншейная укладка дрен прошла широкую проверку в сухих и влажных грунтах. Работа дреноукладчиков БДМ-300 и БДМ-301 в водонасыщенных грунтах, обладающих плавунными свойствами, не исследовалась.

Верхняя толща грунта (0-8 м) состоит из часто меняющихся в вертикальном и в горизонтальном направлениях слоев супесей, суглинков, глины и песков. Насыщение водой мелкозернистых несвязных грунтов, преимущественно залегающих по всей республике, придает грунту свойства плавунцов, что зачастую делает невозможным применение дреноукладчиков без предварительного водопонижения [2].

Деформация грунта в нижней части траншей или щели происходит в результате превышения действующего на дно и стенки щели гидравлического градиента напора $\gamma \frac{h_{\text{дн}}}{m_{\text{дн}}}$ над

критическим $\gamma_{кр}$. Критические градиенты напора для грунтов находятся в пределах 0,89–1,15 /3/, в то время как максимальные градиенты напора, действующие на дно и нижнюю часть стенки траншеи при глубине укладки дрен в 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 м, составляют 1,46; 1,63; 1,75; 2,20. Полевые наблюдения за состоянием дна и стенок траншеи, выкапываемой в грунтах с высоким уровнем стояния грунтовых вод, показывают, что оплывание стенок и разжижение дна траншеи происходит по истечении некоторого времени после разработки грунта. При этом несвязные грунты разрушаются через несколько десятков секунд после копания, а глинистый – через несколько часов.

Время, между началом вскрытия водоносного грунта дренами и отсыпкой фильтра из гравийно-песчаной смеси или укладкой дренажной трубы с синтетическим фильтром составляет 7,5–15 с. Это, видимо, позволит производить отсыпку фильтра на прочное дно дренажной траншеи до его разжижения под действием фильтрационного потока. Для определения условий опыта, проведенны лабораторные исследования по определению времени, затраченного от начала вскрытия грунта до его разрушения при разных гидравлических напорах.

Исследования проводились на лотке размерами 48 x 22 x 35 см при восходящем потоке фильтрации. Опытам подвергались мелкозернистые пески ($d_{50} = 0,055–0,088$), наиболее распространенные в орошаемых оазисах Туркменистана. Критические градиенты этих песков, определенные по общепринятой методике /3/, находились в пределах 0,85–1,13. Наблюдения за процессом деформации дна и стенок траншеи в водонасыщенных несвязных грунтах показали, что процесс разрушения грунта начинается с оплывания стенок или разжижения дна в 5–10-сантиметровой толще.

Грунт укладывался в лоток с плотностью и влажностью, соответствующими и натурным условиям ($\gamma_{ск} = 1,5–1,6$ г/см³, $W = 17–18\%$). При закрытом кране бачок с водой устанавливался на высоту, соответствующую значению заданного гидравлического градиента напора. Затем частичным открытием крана создавался восходящий фильтрационный поток, не

вызывающий деформации грунта. По истечении суток работы модели в таком режиме фильтрации кран открывался полностью и грунт подвергался воздействию фильтрационного потока с заданным значением гидравлического градиента напора.

Время с момента открытия крана и до возникновения в грунте деформации (появление грифонов, вспучивания или взвешивания грунта) фиксировалось секундомером (табл. 1).

Таблица 1

Время разрушения грунта в зависимости от действующих градиентов напора

Градиент напора (γ)	1,0	1,46	1,63	1,70	1,75	1,8	1,85	1,90	2,20
Время разрушения грунта, с (t)	85	58	48	48	42	40	38	36	28

Как видно из таблицы, время между возникновением градиента напора и началом разрушения грунта при градиентах напора 1,46 – 2,20 – в пределах 58–28 с. Это говорит о возможности укладки фильтра дрен на прочное дно дренажной щели без проведения специальных мероприятий.

Деформация под действием фильтрационного потока дрены, уложенной на прочное дно, будет отсутствовать, если размеры фильтрационной обоймы достаточны для предотвращения выпора грунта. Фильтр дрены, уложенной бестраншейным способом, имеет размеры 20 x 30 см. Требуемая толщина дренажной нагрузки, определенная по зависимости Р.Р. Чугаева /4/ для разных уровней стояния грунтовых вод, приведена в табл. 2.

Как видно из таблицы, толщина фильтра дрены, уложенной бестраншейным способом, достаточна для предотвращения деформации грунта в случае превышения уровня грунтовых вод над дном траншеи не более 2,0 м. В случае превышения уровня стояния грунтовых вод более 2,0 м необходимо дополнительно засыпать щель грунтом в процессе укладки дрен. Укладку дрен, состоящих из пластмассовой трубы с фильтром

Таблица 2

Толщина дренажной пригрузки, необходимой для предотвращения деформации грунта, см

Высота стояния уровня грунтовых вод над дном траншеи, м			
1,0	1,5	2,0	3,0
Мелкий песок			
5,0-10,0	10,0-16,0	13,2-21,2	46,2-59,0
Средне-мелкозернистый песок			
5,6-11,0	10,7-17,1	15,1-22,0	47,7-60,5
Мелко-тонкозернистый песок			
6,2-11,5	11,5-17,9	15,9-22,7	48,0-62,0
Тонко-мелкозернистый песок			
6,0-11,3	11,0-17,8	15,4-22,4	48,0-61,5
Тонкозернистый песок			
6,8-11,9	18,3-22,1	16,4-23,2	55,0-63,0

из синтетических материалов, необходимо выполнить с одновременной засыпкой щели грунтом на всю глубину.

Таким образом, строительство дрен бестраншейными дренаукладчиками в водонасыщенных несвязных грунтах можно осуществлять без предварительного водопонижения. Для предотвращения вытора и всплывания дрен необходимо укладку дрен выполнять с одновременной засыпкой щели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Томин Е. Д. и др. Опыт строительства бестраншейного закрытого дренажа в Голландии. - "Гидротехника и мелиорация", 1975, № 8.
2. Доктор Ф. Ш. и др. Исследования технологии комплексно-механизированного строительства закрытого горизонтального дренажа в водонасыщенных грунтах. Ашхабад, 1973.
3. Мамедов Б. Н. Исследования устойчивости оснований и стенок траншей в процессе укладки дрен современными экскаватор-дреноукладчиками в водонасыщенных грунтах. Ташкент, 1975.
4. Чугаев Р. Р. Земляные гидротехнические сооружения (теоретические основы расчёта). Л., "Энергия", 1967.

УДК 626.862.2/3:624.131.2161.542

О. Бялимов

О ГЛУБОКОМ РЕЗАНИИ ГРУНТОВ ПРИ БЕСТРАНШЕЙНОЙ УКЛАДКЕ ДРЕН

Анализ работ [1,4] по глубокому резанию грунтов дренами бестраншейных дренаукладчиков показывает, что большие сопротивления в грунте возникают в результате образования перед режущим органом зоны уплотнения, уменьшение которой или её ликвидация позволят значительно снизить тяговые сопротивления перемещению и, что не менее важно, уплотнению грунта на стенках дренажной щели. Изучение методов снижения энергоёмкости процесса резания грунтов, применяемых в СССР и за рубежом, показывает, что использование воздушных струй в процессе резания грунтов [2,3] позволяет снизить сопротивление резанию на 30-50%. С учётом этого в Туркменском НИИ гидротехники и мелиорации проведены исследования, направленные на снижение сопротивления продвижению дренаров в грунте применением воздушных струй.

Исследования резания и уплотнения грунтов дренами выполнены на грунтовом канале размерами $42 \times 2,4 \times 1,2$ м. В лоток загружена глина объёмным весом скелета $\gamma_{ск} = 1,80 \text{ г/см}^3$ и влажностью $W = 18\%$. При глубине резания $H = 60$ см, толщине рабочего органа 5 см, углах резания $\alpha = 90^\circ$, угле заострения $\beta = 180^\circ$ скорости резания изменялась в пределах 2-15 м/мин (табл. 1). Как видно из таблицы, изменение скорости продвижения дренаера от 2 до 15 м/мин существенно влияет на тяговое сопротивление его продвижения в грунте.

Таблица 1

Зависимость сопротивлений резания грунта от скорости и угла резания при глубине резания 60 см

V , м/мин	Усилие резания (P), кг	
	$\alpha = 37^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
2	700	1500
4	800	1667
8	900	1850
15	1000	2050

Увеличение скорости продвижения дренаров более 15 м/мин вызывает значительное увеличение сопротивления грунта.

Пробы грунта для опытов отбирались через 10 см по глубине от стенки щели (табл. 2).

Таблица 2

Изменение объемного веса грунта по глубине и от стенки щели, г/см³

Глубина щели (h), см	Расстояние от стенки щели (l), см		
	$l_1 = 10$	$l_2 = 20$	$l_3 = 25$
15	1,89	1,66	1,63
35	1,7	1,66	1,60
50	1,66	1,75	1,62

Зона уплотнения распространяется в тело откоса на 20-25 см от стенки дренажной щели.

Для определения влияния воздушных струй на процесс глубокого резания грунтов к ножу, используемому в предыдущих опытах, добавлены насадки диаметром 3 мм, через которые воздух под давлением 2,2-3,4 кг/см² выходил в зону резания грунтов (табл. 3).

Применение газовых струй в процессе резания грунтов позволяет уменьшать тяговое сопротивление продвижению дренаров в грунте на 20-30%. При этом увеличение давления воздуха с 2,2 до 3,4 кг/см² вызывает уменьшение тягового сопротивления.

Таблица 3

Зависимость сопротивлений резания грунта от скорости, угла резания и давления воздуха, кг

Скорость резания (V), м/мин	Давление воздуха (P), кг/см ²					
	0	2,2	3,4	0	2,2	3,4
	$\alpha = 37^\circ$			$\alpha = 90^\circ$		
2	860	710	620	1580	1250	850
4	980	860	680	1680	1300	1090
8	1085	940	760	1850	1540	1310
15	1200	960	810	2050	1750	1330

Уменьшение сопротивления резания в результате применения воздушных струй сопровождается уменьшением зоны уплотнения (табл. 4).

Таблица 4

Изменение объемного веса грунта по глубине и от стенки щели

Глубина щели (h), см	$\gamma_{ск. без воздуха}$			$\gamma_{ск. с воздухом}$		
	$l_1 = 10$ см	$l_2 = 20$ см	$l_3 = 25$ см	$l_1 = 10$ см	$l_2 = 20$ см	$l_3 = 25$ см
15	1,89	1,66	1,63	1,76	1,60	1,60
35	1,7	1,66	1,60	1,67	1,64	1,62
50	1,66	1,75	1,62	1,75	1,62	1,70

Применение воздушных струй позволяет уменьшить зону уплотнения грунта в теле откоса до 20 см.

Выводы

Сокращение или упразднение зоны уплотнения грунтов, возникающее в процессе перемещения дренаров бестраншейных дренаукладчиков, позволит значительно снизить энергоёмкость процесса укладки дрен и повысить эффективность их работы.

Применение воздушных струй в зоне резания грунта позволяет снизить тяговое сопротивление продвижения дрена-ров в грунте на 20-30% и уменьшить зону уплотнения грунта в придренной области с 25-30 до 20 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. К а з а х о в В. С. Бестраншейные дренаукладчики. М., Россельхозиздат, 1974.
2. Х о л о д о в А. М., Р у д н е в В. К. О возможности снижения сопротивления копания грунта. - "Строительные и дорожные машины", 1971, № 8.
3. Б а л о в н е в В. И. и др. Изучение процессов раз-работки грунта оборудованием со взрывным устройством. - "Строительные и дорожные машины", 1971, № 8.
4. У р о д о в Б. И. Физические основы глубокого ре-зания грунтов. Минск, "Наука и техника", 1972.

УДК 656.136.001.2 .

Х.Джепбаров

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТА ПРИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Современный уровень развития любой отрасли народного хозяйства требует обеспечения транспортными средствами.

Однако, план грузоперевозок должен выполняться не толь-ко путём увеличения подвижного состава, ввода в эксплуа-тацию более совершенных их типов и новых производственных мощностей, но и за счёт улучшения использования.

Строительство Каракумского канала и освоение земель в его зоне обслуживает в основном автомобильный, водный и железнодорожный транспорт. Управление "Каракумстрой" объединяет несколько строительных трестов, строитель-но-монтажных управлений (СМУ), передвижных механизирован-ных колонн (ПМК) различного местонахождения по отноше-нию к самой трассе и освоению земель в его зоне, Управ-лений материально-технического снабжения (УМТС), некоторые карьерные хозяйства и трест "Каракумавтотранстрой", в со-став которого по состоянию на 1 января 1976 г. входят 7 ав-тохозяйственных подразделений различной мощности.

Трест "Каракумавтотранстрой" и автобазы расположены на трассе или в непосредственной близости от Каракумского канала; каждая автобаза - самостоятельная хозяйственная еди-ница. Автобазы треста "Каракумавтотранстрой", в основном, осуществляют перевозки грузов с баз УМТСа, карьеров на приобъектные склады, с которых грузы развозились по объек-там грузовыми автомобилями, необходимыми для технологиче-ских

нужд (перевозки). Непосредственно на объектах строительства и для других целей, не связанных с массовыми грузоперевозками, выделены строительные подразделения, на условиях почасовой оплаты труда.

В таблице приведены выполнение производственной программы, технико-эксплуатационные и экономические показатели работы грузовых автомобилей по тресту Каракумавтотранстрой.

Невыполнение плана по таким показателям, как коэффициент использования парка и среднесуточный пробег объясняется в основном неудовлетворительным техническим состоянием автомобилей, эксплуатируемых по бездорожью на трассе Каракумского канала, несвоевременным и некачественным проведением технических обслуживаний (ТО) и заявочных ремонтов, плохой организацией ремонтных работ, некачественным ремонтом, производимым на авторемзаводах СССР и в самих автохозяйствах, отсутствием на многих автобазах производственно-технической базы, крайне слабой обеспеченностью запасными частями к автомобилям, необеспеченностью водительским и ремонтным персоналом, а также низким уровнем погрузочно-разгрузочных работ.

Невыполнение плана времени нахождения автомобиля в работе вызвано недостатками в планировании (на автобазах рабочий день шоферов — 10,5 ч, а строительные подразделения и снабженческие базы работали по 8 ч в день).

Среднетехническая скорость, время нахождения автомобиля в работе, средняя грузоподъемность автомобиля и среднесуточный пробег (см. табл.) изменялись неравномерно и скачкообразно. Несмотря на улучшение конструкции автомобилей и состояния автодорог, происходило необоснованное снижение эксплуатационной скорости. В автохозяйствах больше внимания уделялось изготовлению и использованию автоприцепов.

Начиная с 1973 г., работниками автобаз и треста приняты меры по улучшению использования автотранспорта. Большая работа проведена по выявлению внутренних резервов и внедрению их в производство, по рациональной эксплуатации подвижного состава, применению передовых методов организации автоперевозок.

зок в некоторых автохозяйствах, внедрению новой техники, механизации ручного труда ремонтных рабочих. Улучшена работа в области рационализации и изобретательства.

В автобазах треста освоено изготовление специализированных прицепов для перевозки лотков, панелей и плит. В целом по тресту за счет изготовления самодельных прицепов перевезено дополнительно к плану в 1973 г. 391 тыс. т груза и выполнено 18025,5 тыс. т/км, в 1974 г. — соответственно 1269 тыс. т и 31282,5 тыс. т/км, а в 1975 г. — 1283,5 тыс. т и 30084 тыс. т/км. За счет изготовления самодельных прицепов коэффициент использования грузоподъемности автомобилей в 1973 г. вырос на 14%. Внедрение в Ашхабадской и Байрам-Алийской автобазах пунктов диагностики автомобилей дало в 1974 г. экономический эффект в размере 84,8 тыс. р.

В 1973 г. с помощью треста Каракуморгтехстрой в Ашхабадской и Копетдагской автобазах организованы работы автомобилей по заранее разработанным маршрутам, в результате коэффициент использования пробега по Ашхабадской автобазе 0,53 против планового 0,50, это дало возможность дополнительно перевезти 84,8 тыс. т и сделать 2862,6 тыс. т/км. По Копетдагской автобазе коэффициент использования пробега увеличился на 2%, за счет этого дополнительно перевезено 18,7 тыс. т и сделано 1989,8 тыс. т/км.

Существенным препятствием повышения производительности подвижного состава является низкая организация работы погрузочно-разгрузочных механизмов. Для сокращения до минимума простоя автотранспортных средств в ожидании погрузки и разгрузки, необходимо организовать работу погрузочно-разгрузочных механизмов так, чтобы ритм работы погрузочно-разгрузочного пункта совпадал с интервалом движения автомобилей.

Производительность автотранспорта зависит в основном от грузоподъемности автомобиля, коэффициента использования парка, пробега, грузоподъемности, времени нахождения в работе, сменности работ, эксплуатационной скорости, времени нахождения его под погрузкой и разгрузкой, применяемых прицепов, выбора типа подвижного состава и организации грузоперевозок. Рассмотрим методом элиминирования влияние од-

Таблица

Анализ использования грузового автопарка по трассе Каракум наготранстрой

Показатель	1973 г.			1974 г.			1975 г.		
	план	выпуск	% вы- пуска	план	выпуск	% вы- пуска	план	выпуск	% вы- пуска
Объем грузопере- возок, тыс. т	4221,7	5278	125	5320	6438,4	121	6555,6	7308	111,4
Грузооборот, тыс. т/км	128763	144628	112,5	132140	148186	112	150446	158208	105
Среднее количе- ство автомобилей, шт	1012	1016	100,4	987	1016	102,9	1003	10025	102
Коэффициент ис- пользования парка	0,50	0,46	92	0,54	0,49	90,7	0,55	0,50	91
Коэффициент исполь- зования пробега	0,50	0,51	102	0,50	0,50	100	0,50	0,507	101,7
Коэффициент исполь- зования грузоподъем- ности	1,0	1,14	114	1,0	1,21	121	1,0	1,20	120
Часы работы в день, г.	10	9,5	95	10,5	9,4	89,5	10,5	9,5	91,4
Средняя эксплуата- ционная скорость, км/ч	26,5	27,7	104,5	30,8	30,6	99,3	25,9	25,85	99,6

234

Средняя грузоподъемность автомобиля, т	5,3	5,51	103,9	5,18	5,38	103,8	5,5	5,74	104
Среднее расстояние перевозок, км	30,5	27,4	90,8	24,8	23	92,7	23	21,6	93,9
Среднесуточный пробег, км	263	263,9	100,3	258,8	244,9	94,9	271,7	248,3	102,8
Выработка на 1 сп.-сочную автогону, т	787,1	941,7	119,6	1038	1177	113,3	1188	1278	107
" " , т/км	24150	25796	106,8	25796	27110	105	27272	27561	101
Доходы (валовая выручка), тыс.р	8092,9	8558,4	105,5	8371,3	8628,6	103	9806,4	9537,3	97,25
Расходы (общая), тыс.р	7779	7860	101	8204,3	8442,1	102	9115,5	8562,8	94
Себестоимость 10 т/мч., х.	60,4	54,3	89,5	62,1	56,9	61,6	80,5	54,1	88,4
Результат прибыли +, убыток, тыс.р	+150	+521,0	947	-	+204,3	-	+500	+773,6	154,7

235

ного из указанных факторов $\cdot T_H \cdot$ за повышения эффективности использования автотранспорта по тресту Каракуман-тотранстрой за два года.

1970 г.

$\Delta u_1 = 0,52$ — коэффициент использования парка;
 $A_1 = 0,50$ — пробег;
 $\delta_1 = 1,07$ — грузоподъемности;
 $T_{H1} = 0,27$ ч — время нахождения автомобиля в работе;
 $t_{n-p} = 0,27$ ч — под погрузкой и разгрузкой;
 $V_{H1} = 35$ км/ч — среднетехническая скорость автомобиля;
 $Q_{q1} = 3,43$ т — грузоподъемность автомобиля;
 $L_{cp1} = 24,5$ км — среднее расстояние грузоперевозок;

1974 г.

$\Delta u_2 = 0,49$;
 $L_{cp2} = 23$ км;
 $T_{H2} = 0,4$ ч;
 $A_{u2} = 1016$ шт. — среднее количество автомобилей;
 $P_{TKM2} = 145851$ т/км — выработка автомобилей в 1974 г.
 $C_{TKM2} = 0,69$ к — себестоимость 1 т/км.

Определим часовую производительность в т/км одного автомобиля в 1970 г. по общеизвестной формуле

$$P_{c1} = \frac{Q_{q1} \cdot A_1 \cdot V_{H1} \cdot \delta_1 \cdot L_{cp1}}{L_{cp1} + V_{H1} \cdot A_1 \cdot t_{n-p} \cdot P_1} = \frac{3,43 \cdot 0,50 \cdot 35 \cdot 1,07 \cdot 24,5}{24,5 + 35 \cdot 0,50 \cdot 0,27} = 85,2$$

Определим разность дневной производительности в т/км между 1970 и 1974 г. вследствие изменения $\cdot T_H \cdot$ при сохранении других показателей

$$P_{доп} = P_{c1} \cdot (T_{H1} - T_{H2}) = 85,2 (10 - 0,4) = 31,12$$

Если в 1974 г. значение $\cdot T_H \cdot$ было бы равным 10 ч, то дополнительный грузооборот всех автомобилей бы 1974 г. будет

$$P_{общ.год} = P_{доп} \cdot A_{u2} \cdot \Delta u_2 = 31,12 \cdot 385 \cdot 0,49 = 2,289 \text{ млн. т/км}$$

При выработке в 1974 г. на 1 автомобиль 145851 т/км, можно было бы высвободить в 1974 г. автомобилей

$$\Delta c = \frac{P_{общ.год}}{P_{TKM2}} = \frac{2289097}{145851} \approx 15,7$$

Определим количество грузов в т, которое можно было бы дополнительно перевезти, если $\cdot T_H \cdot$ в 1974 г. было бы равным 10 ч

$$Q_{доп} = \frac{P_{общ.год}}{L_{cp2}} = \frac{2289097}{23} = 403873,78 \text{ т}$$

Доход от дополнительно перевезенного груза

$$\Delta = Q_{доп} \cdot t = 403873,78 \cdot 1,34 = 541190,86 \text{ р.}$$

где $t = 1,34$ р — тариф на перевозку 1 т груза при расстоянии 23 км.

Определим общий расход на дополнительный грузооборот

$$P = P_{общ.год} \cdot C_{TKM2} = 2289097 \cdot 0,0569 = 529478,5 \text{ р.}$$

Общая прибыль будет равна

$$\Pi = \Delta - P - O_d = 541190,86 - 529478,5 - 10823,8 = 890 \text{ р.}$$

где $O_d = 2\%$ — отчисление от полученного дохода на строительство автодорог.

Среди факторов, не зависящих от работников автохозяйства, но оказывающих серьезное влияние на их производственно-финансовую деятельность можно отметить технико-конструктивные и некоторые эксплуатационные качества выпускаемого автомобиля, состояние автодорог, организацию погрузочно-разгрузочных работ, обеспечение запасными частями, наличие и готовность грузов и климатические условия.

Повышение эффективности использования автотранспорта в значительной степени зависит также от строительных организаций и карьерного хозяйства (от грузоотправителей), которые обязаны всесторонне содействовать автохозяйствам в рациональном использовании автотранспорта: содержать в хорошем состоянии подъездные пути и автодороги к местам погрузки и разгрузки, осуществлять своевременную погрузку и разгрузку автомобилей.

В настоящее время большое разнообразие железобетонных изделий не позволяет подобрать их по весу под грузоподъемность подвижного состава. Напрям, автомобили-полуприцепы, выделяемые под плиты и другие железобетонные изделия, работают с большим недогрузом. С другой стороны, недогруз подвижного состава получается из-за сложных дорожных условий. По нашему мнению, правильным будет увеличение грузоподъемности подвижного состава при одновременном улучшении состояния автодорог. Чем больше грузоподъемности

подвижного состава (при хорошем состоянии автодорог), тем и меньше отклонение между грузоподъемностью подвижного состава и весом железобетонных изделий, погруженных на них.

На рисунке графически изображено изменение коэффициента использования грузоподъемности от грузоподъемности подвижного состава для груза $P = 1,5$ т. Если отношение грузоподъемности подвижного состава к весу железобетонного изделия (подлежащего перевозке) не даёт целое число, то зависимость коэффициента использования грузоподъемности от грузоподъемности подвижного состава подчиняется уравнению гиперболы, причём, когда коэффициент использования грузоподъемности меньше единицы, то уравнение имеет вид

$$\gamma = 1 - \frac{P}{Q}, \text{ а больше, то } \gamma = 1 + \frac{P}{Q}$$

где γ — коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава (автомобиля);

P — постоянное число (вес железобетонного изделия);

Q — грузоподъемность подвижного состава (автомобиля).

Если отношение грузоподъемности подвижного состава (автомобиля) к весу железобетонного изделия даёт целое число, то при этом $\gamma = 1$.

Как видно из графика использования автомобиля с грузоподъемностью 7,5 т при недогрузке коэффициент использования грузоподъемности равен 0,8, а при перегрузке — 1,2.

Например, при недогрузке подвижного состава (автомобиля) из уравнения гиперболы получим:

$$\gamma = 1 - \frac{P}{Q} = 1 - \frac{1,5}{7,5} = 0,8$$

$$P = (1 - \gamma) \cdot Q = (1 - 0,8) \cdot 7,5 = 1,5$$

$$Q = \frac{P}{1 - \gamma} = \frac{1,5}{1 - 0,8} = 7,5$$

При перегрузке подвижного состава (автомобиля)

$$\gamma = 1 + \frac{P}{Q} = 1 + \frac{1,5}{7,5} = 1,2$$

Построив для каждого груза такой график, работники автохозяйства смогут заранее определить, какую автомашину

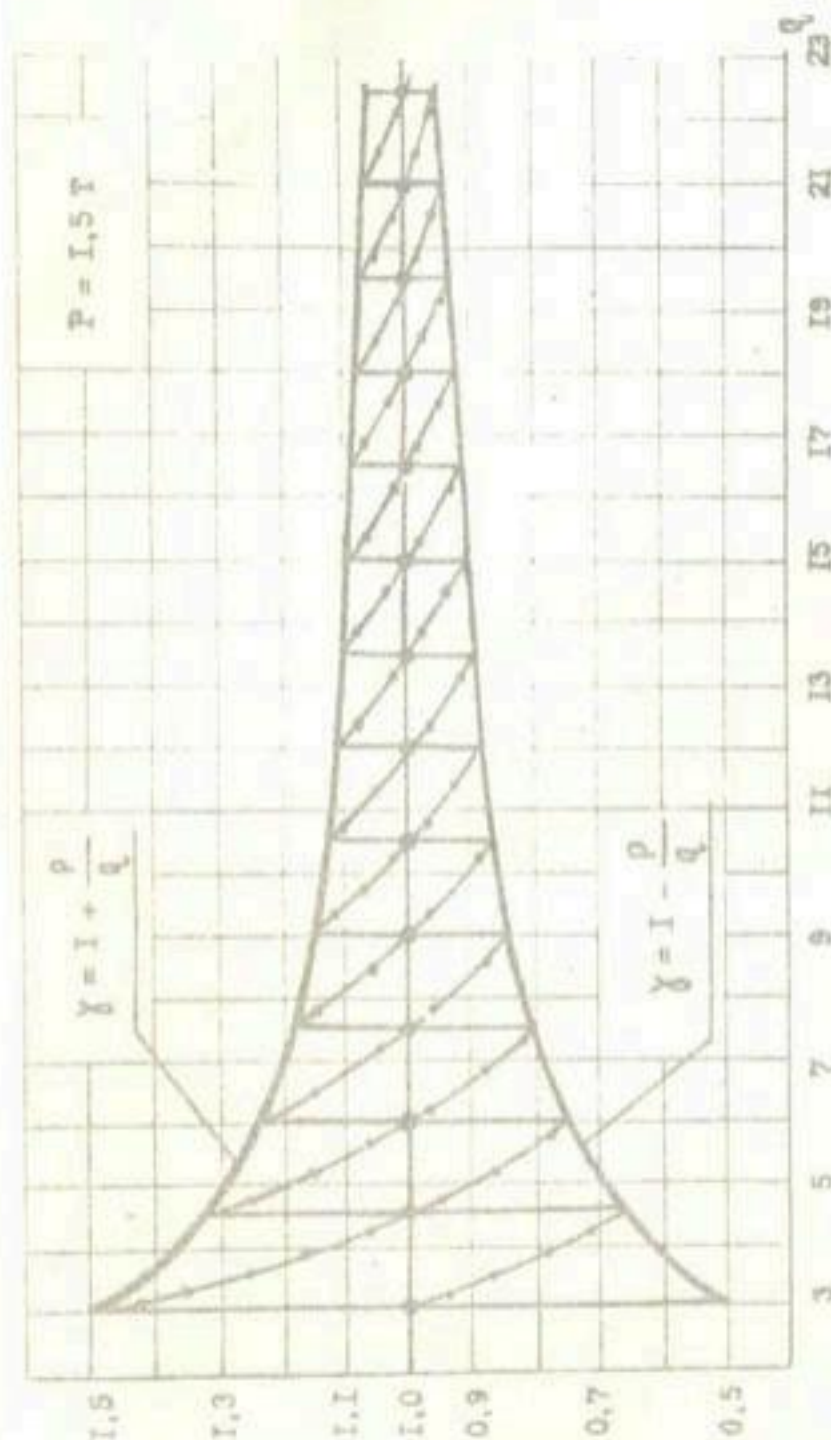


График изменения коэффициента использования грузоподъемности в зависимости от грузоподъемности автомобиля при перевозке железобетонных изделий: γ — коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава (автомобиля), Q — грузоподъемность подвижного состава (автомобиля), P — постоянное число (вес железобетонного изделия).

выделить на погрузку, для получения допустимо высоких значений δ .

Таким образом, для повышения производительности автотранспорта необходимо при выделении автомобилей для перевозки железобетонных изделий построить для каждого вида груза график изменения коэффициента использования грузоподъемности в зависимости от грузоподъемности подвижного состава, и с его помощью найти допустимо высокое значение коэффициента использования грузоподъемности автотранспорта (с учетом состояния автодорог).

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Л. Л., Цукербург С. М. Автомобильные перевозки. М., "Транспорт", 1973.
2. Ходош М. С. Грузовые перевозки. М., "Транспорт", 1968.
3. Организация, планирование и управление в автотранспортных предприятиях. Под ред. Л. А. Бронштейна. М., "Высшая школа", 1973.
4. Панина С. Н. Экономика автомобильного транспорта. М., "Высшая школа", 1974.
5. Отчетные данные треста Каракумавтотрансстрой управления Каракумстрой за 1973-1975 гг.

УДК 626.81

Балакаев Б. К., Верин Н. Н.

Применение новой техники орошения на оросительных системах Каракумского канала им. В. И. Ленина.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приведены некоторые результаты исследований на оросительных системах зоны Каракумского канала, состоящих из новой техники орошения: железобетонных лотков-каналов, асбестоцементных трубопроводов и гибких поливных шлангов.

УДК 626.811.004.14:635.64

Аманов Х., Заманмурад Х., Джуманазарова Т.

Орошение хлопчатника минерализованной водой.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приведены результаты изучения применения дренажных вод высокой концентрации для орошения хлопчатника на тяжелосуглинистых почвах. Установлена величина сезонного солеаккумуляции в почве.

Табл. 4.

УДК 686.81/.84

Шериев Д. Ш.

Использование минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур в условиях Мургабского оазиса.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

Статья посвящена возможности использования минерализованных вод для орошения кормовых культур в условиях Мургабского оазиса.

Табл. 2. Библ. 9.

УДК 688.81/.84

Халыров А.

Изменение солевого состава почв при поливе минерализованной водой.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье показано изменение состава солей почвы под влиянием орошения минерализованной водой с различным качеством состава солей.

Табл. 1, библ. 5.

УДК 551.573

Гафуров В.К.

Влияние содержания солей в почве на расход влаги из нее.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приведены результаты лабораторных исследований расхода воды из образцов засоленного в разной степени грунта. Приводятся значения критической влажности при различной засоленности грунта, показано значение частых поливов на засоленных почвах и т.д.

Иллюстр. 2, табл. 1.

УДК 631.412

Гафуров В.К., Таганов В.

Воздействие ПАВ на динамику соленаккумуляции в грунте.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приводятся данные по изучению воздействия различных доз поверхностно-активных веществ на динамику содержания солей в почвогрунтах. Показано действие ПАВ (снижение накопления солей в 3-4 раза) в первый год обработки при норме внесения 10 т/га.

Табл. 1, библ. 4.

УДК 626.811.004.14:635.64

Джуманазарова Т.

Водопотребление лука в Прикопетдагской зоне ТССР.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приведены величины месячного и среднесуточного водопотребления полем лука при близком залегании грунтовых вод, определены водопотребления по периодам развития лука.

Предлагаются эмпирические формулы роста суммарного водопотребления и испарения из грунтовых вод как в целом, за вегетационный период, так и по месяцам. По выведенным формулам составлены номограммы.

Табл. 8.

УДК 551.521:633.15

Сокосова В.А.

Тепловой баланс кукурузного поля.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье показаны результаты исследований теплового баланса кукурузного поля, составлены номограммы радиационного баланса орошаемого поля кукурузы.

Ил. 3, табл. 3.

УДК 634.237

Лукьяненко Л.П.

Расход воды древесными породами при близком залегании их уровня.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

Впервые для Туркмении приведены результаты лизиметрических наблюдений по испарению из древесными культурами (мажоры оранжевой, клена ясенелистного, акаши белой). Показан суммарный расход грунтовых и оросительных вод для одного дерева за вегетацию.

Табл. 2, библ. 5.

УДК 634.237

Лукьяненко Л.П.

Дренажная способность защитных лесных полос в Прико-
детагской зоне Туркмени.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

В работе показан суточный расход воды на транспирацию
и полым древесных насаждений (мажорой сранжовой, клёном
яснелистным, акашней белой). Рассчитаны составляющие вод-
ного баланса поля, занятого этими культурами (суммарное
испарение, испарение из грунтовых вод и инфильтрация в грун-
товые воды) за год и за вегетацию на 1 км линейной посад-
ки и 1 га древесных насаждений. Подчёркнуто дренажная роль
древесных насаждений в возрасте от 2 до 7 лет.

Табл. 4, библ. 5.

УДК 628.862

Назармамедов О., Сарыев А.

Некоторые результаты натурных исследований по качест-
ву строительства и эксплуатации коллекторно-дренажной се-
ти Хаузахского массива.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье рассматриваются некоторые причины некачествен-
ного строительства открытого и закрытого дренажа, построен-
ных на землях колхоза "Коммунист" Марыйского района. Ана-
лизируется качество строительства открытого коллектора
ХК-1-5, приводятся параметры существующего и проектного
профиля его. Указываются пути устранения недостатков и
ошибок, имевших место при строительстве дренажа Хаузах-
ского массива.

Ил. 1.

УДК 556.33:681.001.57

Каграманов Ю.

Установление функциональности расчётной схемы при мо-
делировании вертикального дренажа г. Тенжена.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.
Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье показано применение метода аналогового элек-
тромоделирования. Решением обратной задачи оценивается
достоверность принятой схематизации области фильтрации с
установлением величины отдельных гидрологических пара-
метров. Для решения на сетках разбиения на блоки представ-
ляет собой три зоны с различным шаговым отношением и
двумя переходными зонами. Задание скважины учитывалось
точным их расположением на блоках.

Ил. 2, библ. 5.

УДК 624.131.23

Григорьянц Р., Каграманов Ю.

Особенности распространения воды в толще просадочных
грунтов.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье рассматривается процесс фильтрации воды в про-
садочных грунтах. Дано решение фильтрационной задачи для
замачиваемого котлована на гидронатраторе применительно
к условиям Гяурской долины. По данным моделирования опре-
делены динамика увлажнённости лессового массива.

Ил. 1, библ. 4.

УДК 556.332.62(675.4)

Джораяв Б., Мальцев Л.М.

Режим грунтовых вод прибрежной зоны р. Амударья.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье показано влияние реки на грунтовые воды при-
брежной зоны. Рассматриваются сезонные и многолетние ко-
лебания уровня и динамика химизма грунтовых вод прибреж-
ной зоны р. Амударья. Характеризуется описываемая зона в
мелиоративном отношении благоприятными мелиоративными
условиями.

Ил. 1.

245

УДК 631.0(575.4)

Атаев С., Дубинин М.Г.

Литологическое районирование Даватинского массива.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье освещены природные условия, геолого-гидрогеологические особенности и литологическое строение Даватинского массива. На основе детального анализа геологического строения, гидрогеологических условий, литологического состава и водопроницаемости верхней 50-метровой толщи пород в пределах данного массива выделено 6 литологических районов, отличающихся между собой по характеру литологии и величине коэффициента фильтрации.

Ил. 2, табл. 2, библи. 4.

УДК 551.491.7:626.814

Файнберг Ф.Ф.

Литолого-фильтрационные особенности подгорной равнины Копетдага в зоне 1У очереди Каракумского канала и гидрогеолого-мелиоративное районирование территории.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

Приводится гидрогеологическая характеристика земель в зоне 1У очереди Каракумского канала. Исходя из литологического строения и водопроницаемости пород, рекомендован наиболее целесообразный с гидрогеологической точки зрения тип дренажа.

Ил. 1, библи.

УДК 551.491.7:626.814

Батовский Г., Ниязов О.

Фильтрационная характеристика ложе головного водохранилища Каракумского канала.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

Рассматривается фильтрационная изменчивость верхней 70-метровой толщи ложа Зендского (головного) водохранилища, дается литологическая схема и характеристика их водопроницаемости.

Ил. 4, табл. 5, библи. 3.

УДК 624.152.612.2

Поплавский В.В.

Расчет неустановившейся фильтрации к кольцевым рядам иглофильтров.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане.

Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приведены результаты моделирования радиальной фильтрации на сеточном электронном интеграторе БУСЭ-70, позволяющие откорректировать значения функций расхода и давления для расчета понижения и расхода кольцевым рядам иглофильтров.

Ил. 2, табл. 2, библи. 3.

УДК 626.81.003.13

Кулов А.

Экономические взаимоотношения между управлениями оросительных систем Туркменской ССР.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В данной статье обосновывается необходимость перехода УОС на хозрасчет — один из основных факторов рационального водопотребления.

Табл. 3.

УДК 338.94.003.1:633.2/3

Кулов А.

Продуктивность основных фондов сельскохозяйственных и оросительных систем Туркменской ССР.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В данной статье характеризуется эффективность основных сельскохозяйственных и мелкоротационных фондов. Определена удельная стоимость фондов и фондооснащенность крупных хлопководческих хозяйств по зонам СССР. Подробно определяются не только количественная, но и качественная характеристика основных фондов оросительных систем и их структура по зонам Туркменской ССР.

УДК 628.33

Озтина Л.П.

Результаты исследований типовых гидротехнических сооружений на ирригационной сети.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье освещены результаты натурных и лабораторных исследований гидротехнических сооружений, выполненных по типовым проектам. Установлены величины придонных (осредненных и актуальных) скоростей в нижнем бьефе, на основе которых произведена проверка длины рисбермы в типовых вариантах сооружений.

Ил. 3, табл. 3, библи. 3.

УДК 628.34

Алиев С., Андов Х., Халияклычев Б.Р.

Исследование гидроморфологических характеристик Дарылыкского коллектора.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье дано краткое описание трассы прохождения коллектора, грунтовых условий ложа, гидравлических и наносных характеристик и русловых переформирований Дарылыкского коллектора, рассматриваются вопросы формы поперечного сечения относительно устойчивого русла и изменения относительной ширины коллектора в зависимости от грунтов ложа и величины расхода воды.

Ил. 3, табл. 3, библи. 8.

УДК 627.157

Коробов В.Н.

Распределение концентрации взвеси по вертикали движущегося потока конечной глубины.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье на основе анализа существующих исследований по теории турбулентности взвешенного потока выведен закон распределения осредненной скорости по вертикали движущегося наносонесущего потока конечной глубины. Путём его интегрирования получено выражение средней по сечению объемной концентрации наносов.

Библи. 6.

УДК 628.14

Эзимова С., Коробов В.Н.

Очистка сепараторных сооружений на Каракумском канале им. В.И.Ленина.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье обобщен опыт работы сепараторных сооружений, существующих по трассе Каракумского канала, выявлены способности их работы и недостатки, изложены основные положения нового рекомендуемого метода гарантированного пропуска сепарных потоков.

УДК 621.879.34

Худайберенов М.Ч.

Исследование процесса резания наносных отложений при очистке бетонированных каналов.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье отражены результаты натурных исследований по резанию заросшего грунта в бетонированном канале и основные требования к машине с рабочим органом, предназначен-

ным механизировать процесс очистки таких каналов от заиления и растительности.

Библ. 8.

УДК 626.833

Мередов Р.Р.

Распределение наработки скважинных электронасосов

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье рассматривается закон распределения наработки электронасосов до отказа. На основании теоретического закона распределения наработки до отказа определены количественные показатели надежности.

Ил. 2, табл. 2, библ. 8.

УДК 624.132.345 (075.8)

Доктор Ф.Ш., Утяганов Р.З.

Исследование технологии возведения земляных сооружений из пылеватых и суглинистых грунтов.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приведены результаты полевых исследований технологии комбинированного возведения земляных сооружений из пылеватых и суглинистых грунтов. Предложена технология возведения плотин и дамб обжатого профиля из тяжелых грунтов.

Библ. 5.

УДК 621.879.45

Михайляни М.М.

Исследование всасывания вибрирующего кусковатого глинистого грунта.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приводятся результаты модельных исследований процесса всасывания кусковатых грунтов с вибрирующей плиты при работе с вибрационно-гидравлическим рабочим органом земснаряда. Определена зависимость в безразмерных величинах консистенции гидросмеси от кусковатости глинистого грунта, от высоты развала обрушенного грунта и от скорости всасывания и папильонирования.

УДК 624.152.612.2

Мамедов В.Н.

Новая технология предварительного водопонижения по трассе строительства закрытого горизонтального дренажа в водонасыщенных грунтах.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье рассматривается новая технология предварительного водопонижения наклонными иглофильтрами и дается описание оборудования для гидромеханизированного погружения и извлечения иглофильтров, разработанные ТуркменНИИГиМом.

Ил. 4, библ. 4.

УДК 626.862.2/3;624.131.216/542

Мамедов В.Н., Бяшимов О.

Бестраншейная укладка дрен в водно-грунтовых условиях Туркменистана.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье рассматриваются результаты моделирования на электроинтеграторе ЭГДА 8/80, градиенты напора, действующего в нижней части дренажной щели и время, необходимое для разрушения грунта при разных градиентах напора, на основании которых уточнена возможность укладки дрен бестраншейным способом в водонасыщенных грунтах.

Табл. 2, библ. 4.

Бяшинов О.

О глубоком резании грунтов при бестраншейной укладке дрен.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье приводятся результаты исследований по глубокому резанию грунта с использованием воздушных струй. На основании выполненных исследований установлено, что применение струй воздуха при глубоком резании грунта снижает тяговое сопротивление продвижения дренаров в грунте на 20-30% и уменьшает зону плотности грунта в теле откоса с 30 до 20 см.

Табл. 4, библ. 4.

Дженбаров Х.

Пути улучшения использования автотранспорта на водохозяйственном строительстве.

Сб. Мелиорация орошаемых земель в Туркменистане. Ашхабад, "Ылым", 1978.

В статье рассматриваются вопросы эффективности использования автомобильного транспорта при строительстве Каракумского канала им. В.И.Ленина. Произведен сбор и анализ литературных источников и отчетных данных треста "Каракумавтотранстрой" управления "Каракумстрой", даны краткие выводы и предложения.

Ил. 1, табл. 1, библ. 5.

БАЛАКАЕВ Б.К., ВЕРИН Н.Н. Применение новой техники орошения на оросительных системах Каракумского канала им. В.И.Ленина	3
АМАНОВ Х., ЗАМАНМУРАД Х., ДЖУМАНАЗАРОВА Т. Орошение хлопчатника минерализованной водой	13
ШЕРИПОВ Д.Ш. Использование минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур в условиях Мургабского оазиса	18
ХАДЫРОВ А. Изменение солевого состава почв при поливе минерализованной водой	26
ГАФУРОВ В.К. Влияние содержания солей в почве на расход влаги из нее	82
ГАФУРОВ В.К., ТАГАНОВ В. Воздействие ПАВ на динамику солеотложения в грунте	38
ДЖУМАНАЗАРОВА Т. Водопотребление лука в Прикопетдагской зоне ТССР	43
СОКОЛОВА В.А. Тепловой баланс кукурузного поля	57
ЛУКЬЯНЕНКО Л.П. Расход воды древесными породами при близком залегании их уровня	65
ЛУКЬЯНЕНКО Л.П. Дренажная способность защитных лесных полос в Прикопетдагской зоне Туркмени	70
НАЗАРМАМЕДОВ О., САРЫЕВ А. Некоторые результаты натурных исследований по качеству строительства и эксплуатации коллекторно-дренажной сети (КДС) Хаузанского массива	78
КАГРАМАНОВ Ю.О. Установление функциональности расчетной схемы при моделировании вертикального дренажа г. Теджена	83
ГРИГОРЬЯНЦ Р., КАГРАМАНОВ Ю.О. Особенности распространения воды в толще просадочных грунтов	94
ДЖОРАЕВ Б., МАЛЬЦЕВ Л.М. Режим грунтовых вод прибрежной зоны Амударьи	102
АТАЕВ С., ДУБИННИН М.Г. Литологическое районирование Даватинского массива	107
ФАЙНБЕРГ Ф.Ф. Литолого-фильтрационные особенности подгорной равнины Копетдага в зоне IУ очереди	

Каракумского канала и гидрогеолого-мелиоративное райо- нирование территории	115
БАТОВСКИЙ Г., НИЯЗОВ О. Фильтрационная харак- теристика лежа головного водохранилища Каракумского канала	122
ПОПЛАВСКИЙ В.В. Расчёт неустановившейся филь- трации к кольцевым рядам иглофильтров	140
КУЛОВ А. Экономические взаимоотношения между управлениями оросительных систем Туркменской ССР. . .	150
КУЛОВ А. Продуктивность основных фондов сель- скохозяйственных и оросительных систем Туркменской ССР	156
ОВТИНА Л.П. Результаты исследований типовых гидротехнических сооружений на ирригационной сети. . .	182
АННАЕВ С.А., АИДОВ Х., ХАЛЫКЛЫЧЕВ Б.Р. Исследование гидрогеоморфологических характеристик Дарьялыкского коллектора	169
КОРОБОВ В.Н. Распределение концентрации взвеси по вертикали движущегося потока конечной глубины. . . .	186
ЭЗИМОВ С., КОРОБОВ В.Н. Очистка селепропуск- ных сооружений на Каракумском канале им. В.И. Ленина .	191
ХУДАЙБЕРГЕНОВ М.Ч. Исследование процесса ре- зания наносных отложений при очистке бетонированных каналов	197
МЕРЕДОВ Р.Р. Распределение наработки скважин- ных электронасосов	201
ДОКТОР Ф.Ш., УТЯГАНОВ Р.З. Исследование техно- логии возведения земляных сооружений из пылеватых и суглинистых грунтов	208
МИХАЙЛЯНЦ М.М. Исследование всасывания вибри- рующего кусковатого глинистого грунта	212
МАМЕДОВ В.Н. Новая технология предварительного водопонижения по трассе строительства закрытого го- ризонтального дренажа в водонасыщенных грунтах	216
МАМЕДОВ В.Н., БЯШИМОВ О. Бестраншейная ук- ладка дрен в водно-грунтовых условиях Туркменистана .	223
БЯШИМОВ О. О глубоком резании грунтов при бес- траншейной укладке дрен	227
ДЖЕПБАРОВ Х. Пути улучшения использования ав- тотранспорта на водохозяйственном строительстве. . . .	231

Мелиорация орошаемых земель
в Туркменистане

ИБ 102

Редактор С.П.Карашинская
Технический редактор Г.А.Артыкова

Подписано к печати 25 XII 1978. И-03587. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Печать плоская. Физ.печ.л. 18,0. Усл.печ.л. 14,88.
Уч.-изд. л. 12,7. Тираж 500 экз. Заказ № 6431 Изд. № 152.
Цена 2 р. 90 к.

Издательство "Ылым" АН ТССР, 744000, г. Ашхабад,
ул. Энгельса, 8.
Типография АН ТССР, 744012, г. Ашхабад, ул. Советских
пограничников, 92а.