

626

В-62

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО ТУРКМЕНИСТАНА



63354
13-62 Министерство недропромыслов и водного хозяйства СССР
Туркменский научно-исследовательский институт
гидротехники и недропромыслов

ВОДНОЕ КООРДИНАТОРСТВО ТУРКМЕНИСТАНА

Ответственный редактор

Б.С. Сапаров



Ашхабад "Мам" - 1980

Рецензенты: С.З.Замиса, Д. Сариев

Редакция:

Б.С.Сапаров (отв.ред.), Д.Н.Моргунов (отв.сек., ред.),
В.А.Каламтаев, В.В.Чавкина, В.К.Гафуров,
Б.К.Балакаев, Ф.Н.Доктор

Водное хозяйство Туркменистана (Сб.статей) (Отв.ред.
Б.С.Сапаров). - А.: Издм, 1980. - 140 с., 20 см.

В издании: И-во мелиорации и водного хоз-ва СССР.

Туркменский науч.-исслед.ин-т гидротехники и мелиорации

ИБ В 365

U-85ж.

500лж.

В сборнике представлены результаты исследования моделирования дренажных систем, испытания мобильных дрен и дрен с прерываемой фильтровой частью, регулирования водно-солевого режима почвогрунтов, эффективности различных конструкций фильтров закрытого горизонтального дренажа, гидротехнических сооружений, связанных с переброской стока из одних районов в другие, технико-экономических обосновании водохозяйственных мероприятий и др.

Рассчитан на научных сотрудников, специалистов проектных, строительных и эксплуатационных организаций в области мелиорации и водного хозяйства.

40.63

В 40305 - 120
561(10)-80

107-80

33.3

© Издательство "Издм", 1980 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Программа водохозяйственных работ, намеченная решениями XIX съезда КПСС, предусматривается широкое развитие орошения, в том числе в Средней Азии. Будут созданы новые крупные оросительные системы на юге и юго-востоке европейской части страны, в Средней Азии и Казахстане. Однако осуществление этих мероприятий требует проведения научно-исследовательских работ по проблемам: гидравлический, русловой и наносный режимы на крупных ирригационных каналах, создаваемых с целью переброски стока; борьба с деградацией и селевыми потоками; автоматизация и механизация водохозяйственных объектов, экономическое обоснование водохозяйственных мероприятий и др. Туркменский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации работает над этими проблемами уже в течение нескольких лет и разрешил много важных проблем водного хозяйства республики.

В сборнике приводятся результаты натурных исследований пропускной способности и режима наводнения на Каракумском и Советском каналах; по борьбе с деградацией на р. Амударья и селевыми потоками; рассматриваются некоторые вопросы разработки связных грунтов и шлокошными грунтозаборными устройствами; обоснования оросительных системах республиканских и других.

Приведенные в сборнике конкретные рекомендации и предложения, несомненно, представляют большой интерес для проектировщиков,

строителей и эксплуатационников крупных ирригационных каналов, а также для широкого круга специалистов. Использование этих рекомендаций в проектировании и практике будет способствовать дальнейшему развитию водного хозяйства в Туркменской ССР.

УДК 627.152.157.

Б.К.Балабаев, А.А.Ибраимов

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОДОСБОРА КАРАКУМСКОГО КАНАЛА им.В.И.ЛЕНИНА

При строительстве крупных ирригационных каналов и целях перераспределения стока, подобным Каракумскому каналу имени В.И.Ленина, большое значение имеет изучение головного водосборного узла. Одним из основных вопросов исследования - изучение русловых процессов, регулирование режима наносов на рассматриваемом участке. Особенно это остро ощущается на такой реке как Амударья, воды которой несут большое количество наносов. Сток наносов в створе г.Герка составляет 240 млн.т. Илесте частицы наносов Амударьи содержат в себе важнейшие элементы минерального питания растений - углекислого кальция, солей калия и фосфора. Таким образом, амударьинская вода не только орошает, но и удобряет почву, т.е. наносы Амударьи (ил) оседаясь на полях орошения, способствуют улучшению плодородия этих полей.

В связи с изложенным выше рациональное распределение наносов в крупных ирригационных каналах, подобных Каракумскому каналу, во своей важности - одна из ведущих и актуальных проблем с водосборами

на орошении и ирригациями по рассоленню и дренированию засоленных земель. При этом решалась задача системы регулирования режима наносов - оптимальное распределение их в головных водозаборных гидротехнических ирригационных каналах.

Опыт эксплуатации существующих современных типов водозаборов и действующих в бассейне р. Амударьи показывает, что они имеют недостатки и требуют существенного улучшения их конструкции с учетом особенностей грунта русла, местных гидрологических условий.

Для изучения условий водозабора Каракумского канала нами проведены натурные и лабораторные исследования в течение 1979-1980 гг.

Существующий бесплотинный водозабор в Каракумском канале осуществляется четырьмя каналами-отстойниками, обеспечивающими осветление воды до размеров транспортирующей способности Каракумского канала от головного сооружения до впадения канала в Келифское озеро, используемые в качестве естественных отстойников. Средняя протяженность головного участка канала (каналами-отстойниками) от Амударьи до головного сооружения - 4 км.

Детальные исследования проводились в III головном канале-отстойнике, где разбиты створы по 500 м по длине для замера скоростей течения потока, мутности, фракционного состава взвешенных наносов и донных отложений, съемка поперечников и др. Для дальнейшего регулирования режима наносов на Каракумском канале большой интерес представляет распределение скоростей течений, мутности и механического состава наносов по глубине потока и длине головных каналов-отстойников. Эти элементы намечалось на головном участке Каракумского канала на 100 м (ГК-1), 500 м (ГК-5), 1000 м (ГК-10), 1500 м (ГК-15) и 2000 м (ГК-20) от Амударьи.

Анализ фактических материалов по распределению скоростей течения, мутности и фракционного состава наносов по глубине показали (рис. 1), что скорость течения потока по глубине уменьшается, а

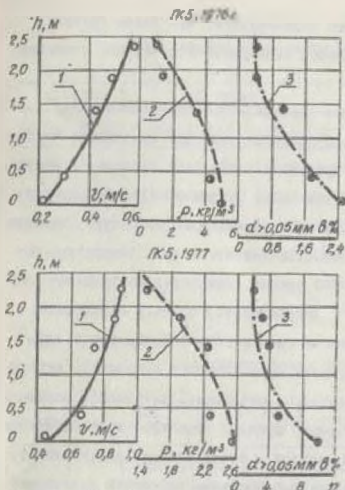


Рис. 1. Крайние распределения скорости течения, мутности и фракционного состава наносов по глубине потока Каракумского канала.

мутность и фракционный состав наносов увеличиваются. Выявление этой закономерности распределения скоростей течения потока и наносов по глубине имеет большое значение для деления наносов в количественном и качественном отношении в начальных участках крупных магистральных каналов.

При исследовании работы головных каналов-отстойников большой интерес представляют фракционные составы отложившихся наносов по длине отстойника. Результаты анализов механических составов донных отложений по длине третьей головы канала-отстойника показали, что крупность осевших вниз по течению уменьшается. Так, например, фракционный состав донных отложений на 0,7 км третьей головы канала-отстойника диаметром 0,1 км — 84,2%, соответ-

ленно на 4,2 км - 14,44%. Это подтверждает, что более крупные частицы транспортируемых наносов осаждаются на начальных участках отложения.

Изучение режима наносов на каналах-отстойниках позволило выявить следующие явления: в определенных условиях взвешенные частицы песка концентрируются в придонных слоях, что приводит к возникновению градиента плотности наносов по вертикали. Тяжелые нижние слои потока более устойчивы к возмущениям и способствуют стабилизации течения в целом. Это сказывается на всей структуре потока: уменьшается турбулентное трение, снижается коэффициент сопротивления русла λ , деформируется профиль осредненных скоростей, константа Кармана K много меньше 0,40, резко снижаются вертикальные составляющие пульсационных скоростей, которые определяются транспортирующей способностью, начинается интенсивное осаждение наносов. Поскольку причина перестройки и возникновения всех этих особенностей течения - стратификация плотности, то мы условно назвали это явление плотностными эффектами взвешиваемого потока [4].

Мера стратификации плотности - число Ричардсона:

$$Ri = \frac{gH}{U_*^3} \cdot \frac{P_n - P_a}{\rho_n}$$

Поэтому количественно плотностные эффекты определяются величиной

Для выяснения и подробного изучения этого явления проведены специальные исследования [4], выполнено 3 серии измерений 1974-1976 гг. (табл. I).

Таблица 1
Безразмерные профили скоростей $\frac{u}{U_{cp}} = f(y/h)$

I серия		II серия				III серия			
u/U_{cp}	y/h	u/U_{cp}	y/h	u/U_{cp}	y/h	u/U_{cp}	y/h	u/U_{cp}	y/h
0,853	0,20	0,634	0,025	1,037	0,350	0,381	0,025	1,012	0,350
1,058	0,40	0,807	0,075	1,063	0,500	0,656	0,075	1,049	0,500
1,230	0,60	0,905	0,150	1,063	0,700	0,853	0,150	1,101	0,700
1,293	1,00	0,992	0,250	1,055	0,900	0,933	0,250	1,137	0,900

Таблица 2
Основные геометрические и гидравлические характеристики потока

Серия	$h, м$	$U_{cp}, м/с$	J	$U_s, м/с$	$S_n, г/м^2$	$S_p, г/м^2$	$\frac{P_s - P_n}{P_n}$	$\mu/с$	Ri
I	2,77	0,750	0,0001	0,0522	1,6200	2,711	0,043	0,97	0,0124
II	2,40	1,129	0,00013	0,0477	2,500	4,880	0,000937	1,19	0,0156
III	2,75	1,126	0,00013	0,0510	1,963	4,977	0,001187	1,28	0,0195

h и U_{cp} - глубина и средняя скорость потока;

J - уклон водной поверхности;

U_s - динамическая скорость;

S_n и S_p - мутьность потока в г/м² поверхности и дна;

U_n - скорость у поверхности;

$\frac{P_s - P_p - P_n}{P_n}$ - разность донной и поверхностной плотностей жидкости

Ri - число Ричардсона.

Для анализа результатов измерения и математического описания полученных профилей скорости воспользуемся 2-слойной моделью [7]р-

булентного течения, предложенном И.А.Никитиным [4-6], согласно которому пристеночное турбулентное течение состоит из двух слоев: пристеночного подслоя толщиной δ^+ с линейным профилем и турбулентного ядра с лагорифмической апрокс. Подробная методика обработки приводится в работе [5]. Профиль скоростей однозначно определяет коэффициент сопротивления потока $\lambda = \frac{2\tau_0/\rho}{u_b^2}$ или коэффициент Нави

$$\frac{1}{D} \cdot Re_{\lambda,1} \sqrt{\frac{u_b^2 - 1}{D}} (1 - 0.15 \sqrt{0.015 \sqrt{u_b^2 + 0.005}}). \quad (1)$$

Максимальные значения продольной среднеквадратичной пульсационной скорости $\sqrt{(\bar{u}')^2_m}$ и вертикальной $\sqrt{(\bar{v}')^2_m}$ находятся вблизи верхней границы пристеночного подслоя. Величина их, распределения скоростей и коэффициента сопротивления:

$$\sqrt{(\bar{u}')^2_m} = u_{b,1} \{-0.59 [\lg(2 \cdot 10^3)] + 1.36\}^3; \quad (2)$$

$$\sqrt{(\bar{v}')^2_m} = 1.05 u_{b,1} \quad (3)$$

Эта модель удобна тем, что остается справедливой для турбулентного течения у гладких и шероховатых поверхностей на всех режимах проявления шероховатости. Влияния параметра шероховатости в данном случае учитываются толщиной пристеночного подслоя. Входящие в формулы параметра $Re_{\lambda,1} = \frac{\rho u_b \delta^+}{\mu}$ где $E_0 = (V + V_{\text{шор}})$ - коэффициент суммарной кинематической вязкости на внешней границе пристеночного подслоя, отражает влияние на поток различных дополнительных факторов, ламинаризирующих или турбулизирующих течение: градиента плотности, внешней турбулентности и др. [5]. Параметр $Re_{\lambda,1}$ - условный коэффициент лагорифмического профиля скоростей в полулагорифмических координатах $u-f(\lg y)$, т.е. по своей величине обратно пропорционально константе Кармана κ

$$Re_{\text{кр}} = \frac{10}{\delta} \quad (4)$$

Для рассматриваемого случая взвешенного потока с плотностным эффектом $Re_{\text{кр}}$ будет функцией числа Ричардсона Ri , т.е. $Re_{\text{кр}} = f(Ri)$. Динамическая скорость $U_{\text{кр}} = \sqrt{\tau_0/\rho}$ соответствующая величине касательного напряжения на границе пристенного подслоя $U_* = \sqrt{gh\tau}$ связана с динамической скоростью на дне соотношением:

$$U_{\text{кр}} = U_* \sqrt{\frac{h/\delta - 1}{h/\delta}} \quad (5)$$

Зная основные величины: $U_{\text{кр},\delta}$ и $Re_{\text{кр}}$, с помощью формул (1-5), можно рассчитать все осредненные и пульсационные характеристики пристенного турбулентного течения.

В данном случае они находятся анализом материалов измерения, приведенные в табл. 1 и 2. Для этого используется графический способ [4] величины h/δ , $U_{\text{кр}}$ и $Re_{\text{кр}}$ по отдельным сериям приведенные в табл. 4. Они дополнены значениями $\lambda, \lambda', C, \sqrt{v_0^2}, \sqrt{v_0'^2}$ вычисленными по зависимостям (1), (2), (3), (4).

Значение пульсационных скоростей (см. табл. 4) позволяет определить формы переноса различных фракции наносов потоком. Согласно [5,6] условия их существования можно записать в следующем виде: образование отмостки

$$\frac{U_*}{\sqrt{v_0'^2}} > 5,5$$

доинное вычтение

$$5,5 > \frac{U_*}{\sqrt{v_0'^2}} > 3,15$$

взмывание руслоформирующие

$$3,15 > \frac{U_*}{\sqrt{v_0'^2}} > 1$$

транзитные

$$1 > \frac{U_*}{\sqrt{v_0'^2}} > 0,05$$

(6)

Анализируя состав наносов (табл. 3) видим, что частицы $d < 0,06$ мм относятся к транзитным наносам, не участвующим в обмене с донными отложениями, а фракция $d 2,0 + 0,06$ мм составляет взвешенные руслоформирующие. Поток в данном случае способен переносить во взвешенном состоянии все частицы наносов, поступающих в канал, и дно его формируется в результате динамического равновесия процессов осаждения и взвешивания при движении, их руслоформирующих фракций, которые согласно табл. 3 составляют XX от суммарной мутности.

Основная часть транспортируемых каналом наносов (70% от их суммарного количества) в данном случае относится к транзитным фракциям и не участвует в руслоформирующих процессах.

При расстановке землесосных механизмов и других эксплуатационных мероприятий в головных каналах-отстойниках, необходимо учесть закономерность распределения объемов и фракционных составов осаждаемых наносов по ширине сечения и длине их.

Основные объемы осаждения наносов в головных каналах-отстойниках (до 700 тно.м³ в месяц) приходится на период наибольшей мутности в реке (апрель-август), что определяет количество и мощность механизмов на очистке отстойников и необходимость создания резервных емкостей для откладывания наносов с целью обеспечения равномерной загрузки механизмов в течение года.

Каналы-отстойники в голове Каракумского канала очищаются электрическими земснарядами. Вследствие непрерывного изменения береговой линии, связанного с отходом реки от точек водовоспора, содержится в парк дизельных земснарядов для работы в русле реки. Всего на участке головных каналов-отстойников Каракумского канала содержится 20 земснарядов, в том числе: дизельных - 13, электрических - 7. Указанный парк земснарядов полностью обеспечивает очистку отложившихся наносов в каналах-отстойниках и регулировоч-

Таблица 3

Фракционный состав донных отложений и взвешенных наносов на головном участке Каракумского канала

Наносы	Диаметр частиц в мм и содержание их в % по весу							
	1,0- 0,25	0,25- 0,10	0,10- 0,05	0,05- 0,01	0,01	2,0	3,0	≤0,06
Взвешенные наносы	1,4	4,7	31,3	36,1	26,5	0,0	30	70
Донные отложения	24,4	49,1	4,2	7,7	14,6	0,0	75	25

Таблица 4

Пульсационные характеристики канала

Серия	Частота, сек	δ , см	h/δ	R_{max}	α	C , м ³ /с	$\sqrt{100R}$, см/с	$\sqrt{100\alpha}$, см/с	λ , м
I	5,03	18,8	14,7	6,88	0,334	45,5	12,8	5,28	9,5
II	4,73	1,41	170	7,00	0,328	77,7	16,2	5,00	3,25
III	5,05	5,62	48,9	7,37	0,312	65,5	15,5	5,30	4,55

ные работы при отходе форватера реки от отдельных точек водозабора Каракумского канала. За период исследования объем наносов, отложившихся в годовых каналах-отстойниках и извлеченных из них механизмами, колеблется от 4,5 до 5,5 млн. м³ в год, что вызывает от мутности, поступающей в отстойники и объема воды, поступающей в Каракумский канал.

Как показал опыт эксплуатации головного водозабора Каракумского канала в течение двадцати пяти лет, выбранная схема головного бесплотинного водозабора обеспечивает подачу воды в канал в необходимых количествах, без срывов и перебоев в водоподаче.

Калифорние озера все еще основные естественные отстойники по трассе канала, несмотря на интенсивное заиливание. В настоящее время происходит отложение их в конечных участках Калифорских озер и поступление наносов в канал в небольшом количестве из мелких фракций ниже озер. Поэтому в ближайшее время необходимо предусмотреть мероприятия по дальнейшему регулированию режимов наносов на Каракумском канале.

Результаты многолетних исследований по регулированию режима наносов на Каракумском канале показали, что пропуски мутности по Каракумскому каналу до определенного количества и фракционного состава имеет положительные стороны: улучшаются гидравлические условия работы канала; уменьшается объем заиливания в головном водохранилище; обуславливается уменьшение фильтрационных потерь за счет коагуляции; уменьшается зарастание канала водной растительностью; осуществляется вынос на орошаемые поля глистых амударьинских наносов, которые способствуют улучшению плодородия почв и выполняют микрошланговку орошаемых полей.

Взвешенные наносы Амударьи содержат в себе важнейшие элементы минерального питания растений — углекислый кальций, соли калия и фосфора. Таким образом, амударьинская вода не только орошает, но и удобряет почву; наносы Амударьи (ил), осаждаясь на орошаемых полях, способствуют улучшению плодородия этих полей.

Большое практическое значение имеют зависимости между механическим составом и содержанием во взвешенных наносах гумуса, азота и карбонатов кальция. Содержание гумуса во взвесах более тесно связано с фракциями мельче 0,05 мм. Это вполне закономерно, поскольку мелкие фракции обладают большой активной поверхностью, являющейся местом развития микроорганизмов и гумусообразования. Поэтому практическая задача состоит в том, чтобы регулируя эксплуатационными методами соотношение тех или иных фракций, обеспечить доставку на

орошаемые поля наиболее ценных в меллиоративном отношении взвешенных наносов — илистых плодородных частиц.

Результаты лабораторных и натурных исследований оросительных систем, расположенных в зоне Каракумского канала, показали, что оросительная сеть может пропускать на орошаемые поля мутность до $\rho = 1,5 \text{ кг/м}^3$, с соответствующим механическим составом наносов — мельчайших плодородных илистых частиц ($d' < 0,05 - 0,01 \text{ мм}$), которые будут транспортироваться на орошаемые поля без осаживания в оросительной сети [2].

Проектами институтом "Туркменгипроводхоз" при участии "ТуркмениНИИГМ" разработана система головного регулирования режима наносов на Каракумском канале им. В.И.Ленина (рис.2).

Система сооружений, обеспечивающих регулирование твердого и жидкого стока на головном участке Каракумского канала рассмотрена для двух взаимно увязанных этапов развития:

1 Конечная стадия бесплотинного водозабора.

2 Первый этап плотинного водозабора.

Конечная стадия бесплотинного водозабора — развитие идеи существующего многогодового водозабора со строительством на головном участке Каракумского канала Зендского (Головного) водохранилища емкостью 3,5 млрд. м^3 (см.рис.2).

Для регулирования твердого стока на 15-м км существующая трасса Каракумского канала будет построен узел-делитель, который должен обеспечить пропуск в канал до $\rho = 1,5 \text{ кг/м}^3$ наносов мельчайших фракций ($d' < 0,05 - 0,01 \text{ мм}$) с отбором с верхнего слоя потока и сброса приливной мутности в водохранилище. После сглаживания транзитных расходов воды канала и водохранилища мутность — $1,0 - 1,5 \text{ кг/м}^3$ без песчаных фракций в потоке. А если они будут, то составят практически незначительную величину от общего состава наносов. Расчетами колебания расходов воды канала и речной



Рис. 2. Схема комплекса сооружений на головном участке Каракумского канала

1 - существующая трасса канала; 2 - канал для сброса в головное водохранилище; 3 - канал для заполнения водохранилища; 4 - отводящий канал; 5-6 - соединительные каналы; 7 - распределительный узел на 15-м км канала с последним водозабором

мутности установлено, что дополнительное осветление в водохранилище необходимо с мая по сентябрь включительно для 75% хидкого стока канала, а в остальное время речная мутность не превышает $1,0 - 1,5 \text{ кг/м}^3$, поэтому намечается ее пропуск по каналу транзитом, т.е. без дополнительного осветления.

По исследуемой схеме компоновки узла-делителя послония водозабор осуществляется двумя разделительными сооружениями (см.рис.2). Водозабор в канал осуществляется в двух горизонтальных плоскостях, на которых с мая по сентябрь включительно работает верхний слой глубиной 8,8 м, а нижний второй слой, глубиной 1,2 м, с боковым донным забором поступает в водохранилище. Верхняя фронтальный водозабор работает с октября по апрель включительно для подачи в Каракумский канал без осветления в водохранилище. Для улучшения

условия пофракционного отбора наносов в канал проектируется криволинейный подводящий канал - коши. Дзукслюйский водозабор и Каракумский канал располагается на погнутом участке канала-коши (см. рис. 2).

С целью изучения работы узла-делителя на 15-м км Каракумского канала по распределению наносов по фракциям и отбора их сооружениями при различных условиях его эксплуатации нами в течение 1976-1978 гг. проводились лабораторные гидравлические исследования на двух идентичных пространственных моделях в масштабе 1:70 и 1:30 натурной величины, построенных в закрытом нае и на открытой производственной площадке ТуркменНИИГуМа. Модель на открытой площадке оснащена циркуляционной установкой, глиномесалкой, а также механизмами для поддержания подпора и регулирования уровня воды на модели.

458834
Для изучения гидравлического и наносного режимов в подводящем канале разбиты гидрометрические створы в начальном, среднем и конечном участках, где измерялись скорости течения потока, распределение мутности по ширине и глубине, характер отложения наносов и их механические составы и т.д. Скорости течения потока измерялись микровертушкой типа Х-6-20, расходы воды на модель подавались от 70 л/с до 110 л/с. Уклоны определялись с помощью водомерных реек, установленных в начале подводящего канала, перед и за сооружениями и перед регуляторами уровня. Уровни воды в подводящем и отводящем каналах устанавливались в соответствии с проектным режимом расходов воды и наносов. Пробир мутности отбирались специальным прибором ИРД-1.

Наносы моделированы приготовлением смеси из грунта (Кешикский или Казанджийский карьер). Механический состав этих грунтов очень близок к мехсоставу андартинских наносов (табл. 1), поэтому в лабораторных исследованиях использовались указанные грунты.

При моделировании узла-делителя на 15-м км Каракумского канала



Таблица 5

Механический состав грунтов, использованных для
создания кутности в экспериментальных установках

Место взятия проб и дата проведения анализа	Фракции, мм						
	1,00- 0,25	0,25- 0,10	0,10- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001
Взвешенные наносы р. Амударья 1960-1969 гг.	0,96	6,45	11,25	37,76	16,22	10,06	17,30
Грунт из карьера пос. Кели 26.II.1960 г.	1,17	4,35	18,76	28,36	10,56	15,40	21,40
Грунт из карьера пос. Курган 15.IV.1971 г.	0,45	6,27	41,72	29,20	3,86	5,06	13,44
Грунт из карьера г. Казандик 10.V.1972 г.	0,19	0,14	5,95	12,54	19,26	32,10	30,22

исходя из условия моделирования сооружения и гидравлических явлений [3].

Минимальный масштаб определяется по формуле

$$d_{min} = \left(\frac{Re_{adm} \cdot \gamma_H}{q_H} \right)^{2/3}, \quad (7)$$

где Re_{adm} - допустимое число Рейнольдса, принимается равным

$$Re_{adm} = 2500 \div 5000;$$

γ_H - кинематический коэффициент вязкости воды в натуре

$$\gamma_H = 0,012 \text{ см}^2/\text{с};$$

q_H - погонный расход воды в натуре $\text{см}^2/\text{с}$

$$q_H = \frac{500}{70} = 71500 \text{ см}^2/\text{с} \quad (8)$$

Q - максимальный расход воды, $Q = 500 \text{ м}^3/\text{с};$

B - максимальная ширина русла, $B = 70$ м

$$d_{min} = \left(\frac{5000 \cdot 0,012}{71500} \right)^{2/3} = 0,0089 = \frac{1}{112} = \frac{1}{30} - \frac{1}{70}$$

Таким образом, принятые нами масштабы моделей узла-делителя вполне соответствуют условиям моделирования.

На моделях выдержано подобие шероховатостей, путем изготовления моделей из тщательно остроганных, хорошо пригнанных, охрещенных досок. Отводящие каналы выполнены из мелкозернистых песков, доставленных из Анеуского карьера.

Модельные расходы определялись по формуле

$$Q_m = \frac{Q_n}{\lambda^{2,5}}, \quad (9)$$

где Q - расход воды в натуре, м³/с;

λ - масштаб модели, $\lambda = 70$ и $\lambda = 30$

Модельные расходы на моделях в масштабах 1:70 и 1:30 соответственно равны

$$Q_m = \frac{500}{70^{2,5}} = 12,2 \text{ л/с}$$

$$Q_m = \frac{500}{30^{2,5}} = 101,5 \text{ л/с}$$

На модели М:1:30 изучались вопросы, связанные с наносимым режимом узла-делителя. Первая серия опытов проведена для определения характера распределения скоростей по глубине и ширине подводящей части узла-делителя, выполненного в виде криволинейного в плане отстойника, а также распределения мутности по глубине и ширине узла-делителя. Для наблюдения и замеров разбиты промаркированные створы по длине криволинейного отстойника, расположенные на 0,40 и 10-м от сооружения.

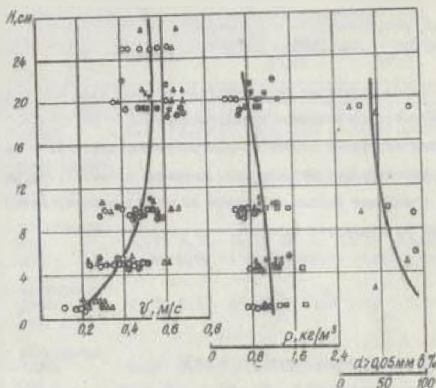


Рис. 3. Кривые распределения скоростей течения (V),
мутности (ρ) и фракционного состава по глубине потока
на модельной установке узла-делителя на 15-м км Каракумского
канала

В результате лабораторных исследований получена эюра распределения по вертикали взвешенных наносов в подводной части узла-делителя (рис. 3). Она аналогична натурным эюрам распределения скоростей течения, мутности потока и фракционного состава взвешенных наносов.

Для выяснения зоны осаждения наносов в подводной части сооружения выбрали 3 участка наблюдения (и начало, середине и конце) и застелили подводную часть канала полиэтиленовыми пленками для по-

редечения объема заиливания. После создания заданной мутности в экспериментальной установке брались пробы на мутность в устанавливавшейся необходимой режим потока (уровень воды, скорость, расход и т.д.). Момент установления соответствующего режима потока считался началом опыта.

Пробы воды на мутность отбирались в зависимости от продолжительности опыта. Так, например, при 4-часовом опыте отбирались 2-3 пробы, 6-часовом - 3-4, 8-часовом - 4-5 проб. В расчетах средняя мутность определялась по формуле

$$\bar{\rho}_p = \frac{\sum \rho_i \cdot V}{V},$$

где $\sum \rho_i$ - вес наносов, забранных во всех пробах по данному опыту; V ;

V - общий объем взятых проб, см³.

В продолжение опыта в циркуляционную систему экспериментальной установки периодически добавлялся грунт 10-15% от объема ушедшего на заиливание. Периодически поток перемешивался с осаждавшимися наносами в горизонтальном и регулируемом сассеинах. После каждого опыта объем отложившихся наносов измерялся.

Выявлено, что подводящая часть заиливается незначительно. Так, например, при изменении мутности от 0,820 кг/м³ до 1,902 кг/м³ объем заиливания - 0,0032 м³-0,0085 м³.

Конструктивные элементы сооружения исследовались на модели узда-делителя, построенном в масштабе 1:70 натурной величины. Первые опыты проводились без гасителей в нижнем слое пропускного сооружения и Каракумский канал и сбросного сооружения в Зандском водохранилище. Анализ втор распределения скоростей течения потока в пропускном и сбросном каналах показал, что интенсивный режим происходит на левом берегу пропускного канала.

В результате лабораторных исследований о целью улучшения работы узла-делителя нами рекомендованы внесения следующих конструктивных изменений в проектную конструкцию сооружения:

а) дно подводящего канала при подходе к сооружению выполнить в виде криволинейного порога переменной высоты, способствующего усилению эффекта поперечной циркуляции и выпрямлению впади распределения потока при выходе из нижнего бьефа сооружения;

б) для гашения энергии в нижнем бьефе пропускного сооружения применять гасители, разработанные САНИИРИ;

в) выход сбросного канала из нижнего бьефа сооружения выполнить без применения козла. А также в нижнем бьефе сбросного сооружения вместо обычных гасителей использовать дырчатые гасители для увеличения скорости течения потока в сбросном канале, что увеличит транспортирующую способность потока и этим создаст условия складирования наносов в водохранилищах дальше от сооружения

В ы в о д ы

Результаты натурных исследований существующих условий водозабора Каракумского канала показали, что течение потока в каналах-отстойниках сложного характера. Профили скоростей течения потока по отдельным вертикалям определяются, в основном, местными особенностями дна и поэтому резко различаются как по сечению, так и во времени.

Скорости течения в канале-отстойнике по глубине потока уменьшаются, а мутность и фракционный состав наносов увеличивается. Выявление этой закономерности распределения скоростей течения потока и наносов по глубине имеет большое значение для деления наносов в количественном и качественном отношении в годовых участках круп-

ных магистральных каналов.

Анализ эксплуатационных материалов по заилению и очистке головных каналов-отстойников Каракумского канала за 1976-1978 гг. показал, что эффективность их работы снизилась. Это явление объясняется следующими причинами: большим отставанием производительности очистки от заиления, увеличением водозабора (поступление наносов) в канал и неравномерностью загрузки парка земснарядов при очистных работах в подводящих каналах-отстойниках.

Результаты лабораторных исследований узла-делителя на 15-м км Каракумского канала показали:

а) правильность проектного решения применения криволинейного козла для улучшения условий фракционного отбора наносов на канале;

б) для нормального плавного выхода потока в нижний бьеф пропускного сооружения необходимо предусмотреть донный направляющий порог переменной высоты;

в) скорости течения потока на модели узла-делителя по глубине уменьшались, мутности и фракционный состав увеличивались аналогично натурным данным, что ~~свидетельствует~~ для установления высоты донных галерей для пофракционного деления наносов;

г) разработанная конструкция наносорегулирующего сооружения институт "Туркменгипроводхоз", с учетом новых конструктивных изменений вполне приемлема и может быть использована для условий Каракумского канала.

Л и т е р а т у р а

1. Балакаев Б. К., Ибраимов А. А. Разработать конструкции наносорегулирующих сооружений для условий больших

отборам води. Научно-техніческіе отчети за 1976, 1977, 1976-1978 гг. Фонди ТуркменНИИГиМа, Ашхабад, 1976.

2. Балахалев Б. К. Рекомендации по регулированию режима наносов на Каракумском канале им. В.И.Ленина. ТуркменНИИГиМ, № 145 (1815), Ашхабад, 1975.

3. Левин И. Н. Моделирование гидравлических явлений. Л., Энергия, 1967.

4. Никитин В. К., Ибраимов А. А. Плотностные эффекты взвешенного потока Каракумского канала. - Изв. АН СССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, Ашхабад, 1976, № 5.

5. Никитин И. К. Особенности структуры пристеночных турбулентных течений в осложняющих движением условиях. - В кн.: Турбулентные течения, М. Наука, 1974.

6. Никитин И. К. Турбулентный русловой поток и процессы в придонной области. Изд-во АН УССР, 1963.

7. Технический проект Вендского водохранилища в головной части Каракумского канала им. В.И.Ленина. Т. IV, кн. 3, фонды "Туркменгипроводхоз", Ашхабад, 1974.

О ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
КАРАКУМСКОГО КАНАЛА им. В.И. ЛЕНИНА

Каракумский канал — поместные беспрецедентное сооружение, так как в мировой гидротехнической практике не было и нет аналогий перес-роски стока на большие расстояния через пустыни, подобную Караку-мам, при помощи крупных ирригационных каналов.

В настоящее время закончено строительство трех очередей протяжен-ностью 840 км и начато строительство IV очереди, предусматривающее дальнейшее развитие орошения и удлинение канала. При полном завер-шении канал будет иметь длину почти 1500 км с головным расходом воды около 1000 м³/с (рис. 1).

Каракумский канал — уникальная русловая лаборатория и с первых же дней его строительства начаты натурные исследования по различным вопросам. Все гидравлические параметры последующих очередей — укло-ны, коэффициенты шероховатости, форма сечения, допускаемые скоро-сти — корректировались по натурным исследованиям.

Все очереди Каракумского канала запроектированы на режим кругло-годового действия. Предусматривается максимальное использование

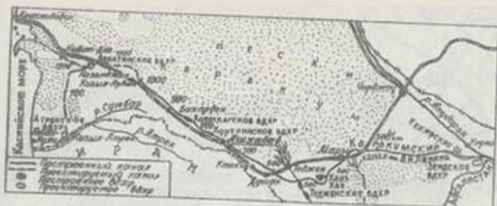


Рис. 1. Схема развития Каракумского канала им. В.И.Ленина

пропускной способности водного тралта с резервированием свободно-го зимнего стока в Хаухамском, Ашхабадском, Копетдагском, Даван-тиском и Надауском водохранилищах и последующим использованием его летом для орошения.

Режим круглогодичного действия канала обеспечивает судоходство и устраняет необходимость сработки огромной емкости канала неизбежной при перерыве в подаче воды. Кроме того, в фильтрационном отношении полное осушение канала нежелательно, так как в песчаной пустыне будут увеличиваться потери при заполнении канала. Постоян-ный пропуск воды положительно сказывается на устойчивости откосов канала.

Гидравлические условия работы канала по участкам во времени развития резко отличаются, в связи с прохождением его трассы в раз-личных топографических и геологических условиях, а также в резуль-тате нарастания расходов. По условиям режима сопротивления, дви-жения потока и ямсов трассу Каракумского канала можно разбить на характерные участки: а) участок канала выше Келифских озер (0-52 км); б) Келифские озера (52-100 км); в) участок ниже Келифских озер (100-840 км) [1]. Русло канала первого участка (0-52 км) сложне-

но смеси мелкозернистого песка с супесью (0-31 км) и суглинистыми грунтами (31-52 км). В пределах Келифских озер (52-100 км) наблюдаются отложения приносимых наносов.

Грунты дна канала - 3-го участка (100-840 км) - тонкозернистый песок (100-420 км), песчаные, супесчаные и суглинистые грунты (421-840 км), чередующиеся между собой, встречающиеся на отдельных неровных участках.

На протяжении I-го участка наблюдается транзит наносов, поступающих в канал из Амударьи. Русло здесь находится в динамическом равновесном состоянии, подвергаясь обратимым деформациям при смене грядовых форм. Лишь в конце участка, в зоне подпора от Келифских озер, начинается отложение части наносов. Келифские озера - естественный отстойник, осветляющий воды канала.

3-й участок характерен эрозийной деятельностью потока. Здесь нет четко русловых отложений. Часто встречается вскрытие потоком неоднородности грунта, нередко создаваемые возмущения потока и неравномерности русловых форм, вызывающие сопротивление движению потока.

Расход воды и уровень в канале ежегодно, начиная с марта-апреля, плавно увеличиваются и доводятся до максимального значения в мае-августе, с конца сентября постепенно уменьшается подоплачка в связи с окончанием основного сезона.

Максимальный расход воды канала ежегодно увеличивается на 7-10% по сравнению с предыдущим годом, а нарастающие расходы воды сопровождалось изменением гидравлических характеристик потока. Значительные продольные уклоны, имевшиеся в первое время эксплуатации Каракумского канала, пропуск по нему повышенного, по сравнению с проектом, расхода воды, и легкоразмываемые грунты способствовали интенсивному переформированию русла канала на всем его протяжении. Эти переформирования выражались разрывом русла в

ширину и падением глубины потока. При этом на участке с песчаными грунтами увеличение ширины русла канала несколько больше по сравнению с участками глинистыми и супесчаными грунтами.

В результате анализа поперечников русла всех очередей Каракумского канала, установлено, что независимо от первоначальных сечений, выполненных землеройными машинами, русло канала в процессе эксплуатации приобретает форму близкую к параболической.

Каракумский канал вводится в действие очередями с постепенным увеличением пропускной способности его. Опыт строительства и эксплуатации Каракумского канала показал целесообразность проектирования отдельных участков таких каналов с расчетом на последующее увеличение поперечных сечений самим потоком.

В период строительства пикерной трассы I очереди Каракумского канала на песчаном участке с целью увеличения пропускной способности применяли разработку канала саморазмывом, используя впадины естественных понижения местности, в виде котловин, глубины которых доходила до 20 м. Был найден эффект, заключающийся в том, что незначительными расходами срабатывались значительные объемы грунта. Строители умело и рационально использовали этот эффект, что позволило значительно сократить затраты на строительство водного тракта. В частности, бывший главный инженер треста "Каракумгидрострой" К.Ф.Перетели внедрил разработку пикерного канала гидравлическим размывом на полном проектном профиле на протяжении 31 км (193-224 км). Этот участок канала, подверженный саморазмыву, проходит в наиболее тяжелых условиях песчаной пустыни с сильно и резко выраженным котловинным рельефом. Разность отметок достигает здесь 25 м, а глубина выемки в канале 17 м [2].

Всплывания, происшедшие на 235-м км за размывом пикерной трассы при перепада II и дали следующие показатели: размыв 4-километрового участка продолжался 36 часов. За это время было снято 20

пределы канала 321 тыс.м³ грунта. Нарастание расхода воды составило от 1 до 18 м³/с. Особенно интенсивно проходила размыва в первые 23 часа за счет быстрого продвигавшегося вверх по течению течения. Обрушение песчаных берегов происходило непрерывно на протяжении 900 м. Интенсивность размыва начала снижаться после 23 часов срыва. Это позволило за 2,5 месяца разработать методом размыва

2,0 млн.м³ грунта, из них профильный - 1,1 млн.м³. Кроме того, в результате сокращения сроков строительства и объема земляных работ получена экономия на 670 тыс.р. Сметная стоимость выполненных работ составила 700 тыс.р., а фактические затраты — всего 30 тыс. рублей. Стоимость 1м³ разработанного грунта (профильной кубатуры) 2,1 копеек, (2) .

Как указывает И.Ф.Карасев [3], возможность применения саморазмыва для постепенного увеличения размеров сечения в целом определяется общим уклоном канала, которым им рекомендуется определять исходя из следующих условий:

- 1) скорость потока должна быть оптимальной ($V_p = 1,5 V_n$) или близкой к ней;
- 2) коэффициенты шероховатости должны приниматься с учетом более высоких гидравлических сопротивлений в размываемом русле; они обусловлены неудобостеканием берегов и дна, на котором проявляются гряды, хотя по условиям 1 последние и не достигают максимального развития.

Уклон, обеспечивающий размыв русла, И.Ф.Карасев [3], рекомендует определить по следующей формуле:

$$J_p = 2,6 \left(\frac{\omega}{\omega_p} \right)^{0,75} J,$$

- где ω — площадь устойчивого русла;
 ω_p — площадь размываемого русла;
 J — общий уклон дна канала.

Натурные данные по Каракумскому каналу на участке в мелкозернистых песках (200-310 км) показали, что для увеличения площади поперечного сечения в 1,5 раза требуется уклон, по крайней мере в 2 раза превышающий уклон устойчивого русла.

На Каракумском канале имеются многочисленные изгибы русла разных радиусов закругления. Одни изгибы возникли в процессе соединения отдельных естественных впадин, другие обусловлены уклоном местности, третьи образовались в результате интенсивных размывов берега. Исключительно слабая сопротивляемость грунтов интенсивное оудоходство на канале привели к большим переформированиям берегов на местах изгиба русла.

С целью увеличения пропускной способности и более благоприят-
ного гидравлического режима канала приведены опрымления его русла. Как подтверждает опыт эксплуатации, во многих участках канала это давало большой экономический эффект, так как на крупных изгибах требовались систематические чистки фарватера землесосами, что удорожало эксплуатационные затраты. Например, на участке канала в районе 289-292 км, где проводилось спрямление, начиная с февраля 1961 г. по настоящее время не потребовалось дополнительных затрат для поддержания устойчивого фарватера. Естественное развитие русловых процессов на отдельных участках, начиная с 1962 г. временами нарушалось производством землечерпательных работ по уширению и углублению канала с целью пропуска расхода последующей очереди строительства.

При расчете гидравлических сопротивлений или коэффициента Невы для мутного потока необходимо вводить дополнительный коэффициент, который определяется из следующего соотношения:

$$\psi = \frac{C_p}{C_s} = \frac{V_p / \sqrt{R J_s}}{V_s / \sqrt{R J_s}} = \frac{V_p / \sqrt{J_s}}{V_s / \sqrt{J_s}} \quad (1)$$

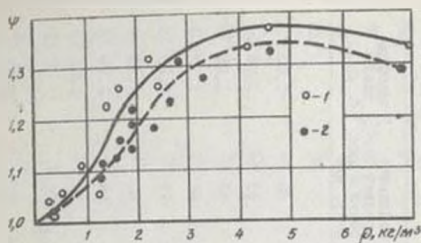


Рис. 2. Влияние мутности потока на пропускную способность канала при $h = 3,0$ м; 1 - пески, 2 - суглинки

$$C_p = \Psi C_0 \text{ при } R = \text{const}, \theta = \frac{X}{R} = \text{const}, \quad (2)$$

где C_p - коэффициент Бези для мутного потока;
 C_0 - коэффициент Бези для осветленного потока.

Таким образом, влияние мутности на пропускную способность канала может быть учтено по зависимости типа:

$$\Psi = f(\rho) \text{ при } R = \text{const} \text{ и } \theta = \text{const}. \quad (3)$$

Для построения такой зависимости на участке 0-50 км Ка-
 ракумского канала использованы наблюдения гидравлические эле-
 менты выше Келифских озер, т.е. где поток ледосветляющий.

На основании данных натурных наблюдений за гидравлическими эле-
 ментами потока и за мутностями в отворе 0,7, 31 и 50 км Каракум-
 ского канала (табл.1) построены графики зависимости Ψ от мутности
 потока для условий песчаных грунтов (0,7 и 31 км) и суглинков
 (50 км) при гидравлическом радиусе 3,0 (рис.2). Зависимость

Таблица I

Вычисленные значения коэффициентов ψ для песчаных и глинистых участков
Каракумского канала

Дата замера	Гидравлический радиус, м	Средняя скорость потока, м/с	Уклон водной поверхности	Коэффи- циент потока, м/с	Мутность потока, кг/м ³	Отношение средней ско- рости к ук- лову, м/с	Коэффи- циент ψ
Створ 0,7 км (пески)							
3.П-60 г.	2,80	0,74	0,000150	36	0,54	60	1,00
24.П-60 г.	2,81	0,77	0,000150	37	0,42	63	1,05
22.П-60 г.	2,80	0,81	0,000156	39	0,67	65	1,08
11.П-60 г.	3,18	0,83	0,000155	38	0,84	67	1,12
12.П-60 г.	3,10	0,93	0,000154	41	2,56	75	1,25
4.УП-60 г.	2,93	1,01	0,000158	48	2,02	80	1,33
5.П-61 г.	3,08	0,81	0,000159	38	1,30	64	1,06
20.П-63 г.	3,00	0,90	0,000140	42	1,35	76	1,26
Створ 31 км (пески)							
15.П-63 г.	2,82	0,91	0,000140	49	1,40	77	1,28
12.П-63 г.	2,86	0,94	0,000138	47	7,00	80	1,33
15.П-63 г.	2,98	0,98	0,000142	48	4,15	82	1,36
Створ 50 км (глинистые)							
25.П-63 г.	2,92	1,00	0,000145	49	4,50	83	1,38
Створ 50 км (глинистые)							
9.УП-60 г.	3,17	1,41	0,000229	52	3,36	93	1,28
14.УП-60 г.	3,03	1,46	0,000229	56	4,38	97	1,33
22.П-60 г.	2,88	1,21	0,000226	47	1,63	81	1,11
10.П-60 г.	2,97	1,25	0,000224	49	1,73	84	1,15
29.П-60 г.	2,90	1,24	0,000218	50	1,55	84	1,15
21.П-61 г.	2,95	1,28	0,000215	51	2,47	87	1,19
28.П-61 г.	2,98	1,41	0,000216	55	2,65	96	1,39
30.П-61 г.	2,99	1,32	0,000216	48	2,73	89	1,22
20.П-62 г.	3,05	1,18	0,000205	47	1,10	82	1,12
19.П-62 г.	3,11	1,18	0,000200	48	1,55	83	1,14
14.П-63 г.	3,20	1,08	0,000194	43	1,40	78	1,07
9.П-63 г.	2,96	1,24	0,000194	52	1,75	80	1,22
18.П-63 г.	3,24	1,13	0,000194	45	1,20	81	1,11
23.П-63 г.	3,11	1,11	0,000198	42	1,60	79	1,08
5.П-63 г.	3,20	1,23	0,000197	49	1,70	86	1,20
18.П-63 г.	3,01	1,46	0,000239	55	6,83	95	1,30

$\gamma = f(\rho)$ сохраняется при различных грунтовых условиях, причем пропускная способность канала при мутном потоке больше, чем при чистом и в количественном отношении зависит от концентраций чакозов и грунтовых условий.

В ы в о д ы

Пропускную способность Каракумского канала определяет комплекс морфологических и гидравлических факторов, создавших тот или иной характер сопротивления движению потока. Каждое изменение расходов сопровождается перестройкой динамического равновесия потока и русла.

Максимальный расход воды канала ежегодно увеличивается почти на 0-10% по сравнению с предыдущим годом, это достигается в результате естественного саморавновесия, и проведения землечерпательных работ и регулирования русла.

Перевод переброски стока с одного бассейна в другой в пустынной зоне — Каракумский канал им. В.И.Ленина, повлечет обобщение и систематизирование инженерного опыта строительства и научных исследований по гидравлике водного тракта имеет большое значение при переброске стока в аналогичных условиях.

Л и т е р а т у р а

1. Б а л а м а т в Б. К. Проблемные вопросы исследования по Каракумскому каналу в связи с предстоящим увеличением расходов воды. — Семейское хозяйство Туркменистана, 1966, № 4.

2. Г р ъ н о в а р г И. М. Каракумский канал, Ашхабад, Изд. Илим, 1963.

3. К а р а с е в И. Ф. Руслонные процессы при переброске стока. Л., Гидрометеоиздат, 1975.

К УСТАНОВЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА
В КАНАЛАХ СОВЕТСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Результаты проведенных в 1976 г. натурных исследования на каналах Советской оросительной системы показали, что значительному нападению подвергаются головной отстойник и отводы-каналы — внутрихозяйственные и распределительные [1, 2]. Поэтому в 1977 г. мы изучали движение наносов в межхозяйственном, внутрихозяйственном и распределительных каналах (рис. 1). Это вызывалось все же тем, что имеющиеся механизмы для очистки русла канала от наносов имеют рабочий орган с относительно большими размерами и поэтому при их работе приходится допускать переборы, т.е. увеличенное живое сечение, что приводит к перерасходу денежных средств. Сильно увеличенное сечение из-за падений в нем скорости течения быстро заилается и, следовательно, это неэффективно.

Самый крупный отвод ветвей от магистрального канала Советской оросительной системы — канал Вас [2, 3]. Он отходит от 20-го км влево и имеет длину около 70 км. Водозабор в него регулируется головным сооружением. На 16-м км от канала Вас влево отходит канал Бахтуров. Указанное сооружение имеет своей задачей регулирование на-

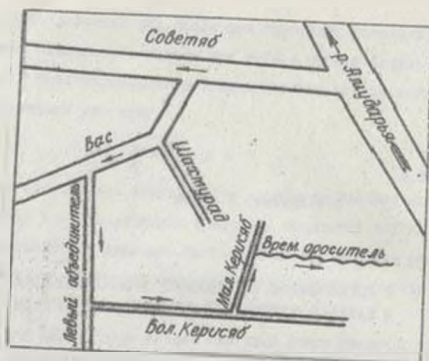


Рис. 1. Схематический план участка исследуемых каналов Советской оросительной системы

на 1959. От этого узла отходят каналы Левый Объединитель и Правый Объединитель.

Канал Вас на протяжении первых 18 км проходит в насыпи. Его дамбы временами утолщались путем подсыпки грунта скреперами и другими землеройными машинами. Это вызывалось возростанием из года в год пропускаемого по каналу расхода воды и увеличением размеров его поперечного сечения.

Величина поступающего в голову канала Вас расхода воды в 1977 г. доходила до $76 \text{ м}^3/\text{с}$. При этом максимальная ширина русла по верху воды на головном участке — 33 м, средняя глубина потока — 2,7 м, средняя скорость течения — 0,9 м/с и продольный уклон водной поверхности — 0,0001.

Расход воды канала Вас уменьшался по длине линии по течению.

Поэтому уже в районе 18-го км (верхний бьеф) его максимальная величина - $36 \text{ м}^3/\text{с}$. Соответственно уменьшались по длине линии по течению величины параметров канала. Так, ширина русла по верху воды при максимальном расходе на участке 17-18-го км - 18 м и средняя глубина потока - 2,2 м. С 14 марта по 14 апреля 1977 г. из-за неочередности подачи воды в каналы, вследствие ее нехватки, канал Вас был закрыт.

Наши опытные участки расположены между 0,5-1,5; 14,0-15,5 и 16,8-17,8-м км канала.

Канал Левия Объединитель транспортирует оросительную воду до рисовых полей колхоза "ХХП партсъезд" Ленинского района. На этом канале мы выбрали 2 опытных участка протяженностью по 0,6 км каждый, расположенные между 0,2-0,8 и 3,2-3,8-м км. Величина максимального расхода воды, поступившего в голову канала Левия Объединитель - $8,6 \text{ м}^3/\text{с}$, при этом ширина русла по верху воды - 15-17 м, средняя глубина потока - 1,2 м, средняя скорость течения - $0,5 \text{ м}/\text{с}$ и продольный уклон водной поверхности - 0,000075. С 14 марта по 14 апреля 1977 г. в канале не было воды.

Большой Керисаб отходит влево на 4-м км канала Левия Объединитель. Наши опытные участки расположены между 0,3-0,9 и 2,4-3,0 км канала. С мая по август 1977 г. величина расхода воды в канал колебалась в пределах от 1,5 до $2,0 \text{ м}^3/\text{с}$, ширина русла по верху воды - от 5,4 до 6,6 м, средняя глубина потока - от 0,9 до 1,1 м, средняя скорость течения - от 0,30 до $0,34 \text{ м}/\text{с}$ и продольный уклон водной поверхности - от 0,00005 до 0,00007. Большой Керисаб - грунтовой распределительный канал. С 20 по 29 июня и с 10 по 23 июля 1977 г. в канале Большой Керисаб воды не было.

Малый Керисаб берет свое начало на 3-м км канала Большой Керисаб и течет в левую сторону. Он гонит воду на рисовые поля колхоза и, следовательно, является участковым распределительным кана-

лон. Мы исследовали его участок от головы до 0,8-го км. В период исследования величина расхода воды в канале - $0,56 \text{ м}^3/\text{с}$, ширина русла по верху воды - 4 м, средняя глубина потока - 0,6 м, средняя скорость течения - $0,23 \text{ м/с}$ и продольный уклон водной поверхности - 0,000065.

На приустьевой части откосов каналов Большой Керисл и Малый Керисл имелись густые заросли камыша, что вызывало снижение скорости течения и отложение транспортируемых взвешенных наносов у берегов. А у берегов канала Вас росло мало камыша. По-видимому, этому способствовали значительная насыщенность потока наносами и относительно высокая скорость течения воды в канале.

Каждый опытный участок разбит на 3-5 поперечных створов, расстояние между ними - 100-200 м. На каждом поперечнике обоих берегов канала установлено по одному столбу для натяжения между ними троса при измерениях глубин русла.

Мутность **воды** **канала** **Вас** **и** **некоторые**
периоды времени несколько уменьшалась вниз по течению, а в другие наоборот увеличивалась или оставалась неизменной (табл. I). Периоды увеличения мутности воды по длине вниз по течению канала Вас чередовались с периодом вегетационным периодом. Например, с 14 апреля по 6 мая мутность воды до его 16-го км несколько уменьшалась, а с 16 мая по 1 июля увеличилась, с 3 по 20 июля опять уменьшалась и т.д. В общей сложности значительного изменения мутности воды по длине канала Вас не наблюдалось. Величину мутности воды мы определяли в отборах на 0,5, 15 и 16-м км канала Вас (см. табл. I). Входная мутность в голову канала в основном колебалась в пределах от 0,7 до $1,7 \text{ кг/м}^3$.

Из сопоставления поперечных профилей русла канала Вас, снятых 22 апреля и 23 августа 1977 г. на 0,5-1,5, 14,0-15,5 и 16,8-17,8-м км (рис. 2, а) видно, что за это время по всей длине канала

Таблица 1

Изменение мутности воды в каналах (кг/м³)

Дата	Вос канал, км			Левый Обьеди- нитель, км		Большой Керсид, км		Малый Керсид, 0,3 км	Начало поля (зрв- менный ороши- тель)
	0,5	1,5	1,8	0,2	4	0,3	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14.IV-77г.	2,22	2,18	2,18						
24.IV	2,25	1,64	1,60						
29.IV	1,47	0,84	0,92						
6.V	1,76	1,65	1,02						
16.V	1,08	1,23	1,45			0,94	0,84	0,41	0,58
24.V	1,12	1,15	1,07	0,75					
30.V	0,78	0,88	0,96	0,72	0,56	0,54			
1.VI	0,77	0,80	0,86	0,88	0,53	0,58	0,57	0,58	0,59
3.VI	1,06	0,88	0,83	0,70	0,60	0,64	0,58	0,61	0,60
6.VI	1,09	0,90	0,64	0,62	0,59	0,50	0,49	0,49	0,30
8.VI	0,78	0,80	0,73	0,48	0,60	0,57	0,30	0,30	0,31
9.VI	0,71	0,88	0,74	0,64	0,46	0,50	0,52	0,43	0,36
14.VI	1,40	1,10	0,80	1,48	0,78	0,79	0,90	0,94	0,82
15.VI	1,60	1,40	0,60	1,56	0,76	0,84	0,81	0,60	0,80
16.VI	1,70	1,45	1,00	1,48	0,70	0,60	0,84	0,86	0,76
20.VI	1,08	1,10	0,86	0,80	0,78	0,80	0,80	0,81	0,77
28.VI	0,66	0,80	0,86	0,80	0,74	0,72	0,70	0,65	0,45
30.VI	1,04	1,40	1,04	0,96	0,58	0,66	0,65	0,49	0,26
5.VII	0,90	1,18	0,80	1,06	0,88	1,16	0,80	0,78	0,52
8.VII	1,24	2,35	1,78	1,96	0,64	0,46	0,48	0,40	0,36
11.VII	1,00	0,80	0,80	0,78	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40
13.VII	1,01	1,02	1,00	1,00	0,62	0,61	0,63	0,62	0,50
15.VII	1,06	1,04	1,20	1,20	1,14	1,20	0,60	0,20	0,20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19.УП	1,10	1,20	1,20	1,04	0,80	0,86	0,76	0,90	0,88
20.УП	1,20	1,20	1,18	1,08	0,83	0,82	0,64	0,62	0,96
23.УП	1,00	1,10	1,20	1,00	0,88	0,96	0,80	0,81	0,86
28.УП	1,56	1,60	1,72	1,50	1,40	1,38	1,20	1,20	1,08
4.УП	1,40	1,38	1,38	1,40	1,40	1,36	1,34	1,32	0,98
11.УП	1,30	1,10	0,92	1,50	1,36	1,32	1,33	1,31	1,10
13.УП	1,00	1,10	0,96	1,00	1,10	0,96	0,96	0,92	0,90
16.УП	0,92	0,90	0,92	1,16	1,10	0,97	1,16	0,93	0,96
23.УП	1,50	1,31	1,28	1,40	1,40	1,40	1,24	1,30	1,28
24.УП	1,40	1,32	1,10	1,35	1,30	1,35	1,32	1,34	1,22
29.УП	1,40	1,40	1,18	1,40	1,20	1,44	1,36	1,34	1,29
1.ІХ	0,60	0,90	0,80						
6.ІХ	0,38	0,50	0,45						
9.ІХ	0,36	0,35	0,30						

произошло небольшое затмение дна, глубина отложения наносов колебалась от 0 до 0,6 м. Это затмение в некоторых створах расположено не по всему смоченному периметру русла канала, а только в отдельных его частях, т.е. в середине русла или у одного из его берегов. Часть таких локальных объемов затмения может сниться потоком и унести вниз по течению в случае резкого изменения величин пропускаемого по каналу расхода воды. Объем затмения русла на первоначальном 18-километровом участке канала Вас с 22 апреля по 26 июля 1977 г. - 18,4 тыс.м³ и с 26 июля по 23 августа 1977 г. 15,9 тыс.м³ (табл. 2). Отсюда суммарный объем затмения русла на этом участке за весь период наблюдения 1977 г. - 34,3 тыс.м³. Разделив этот объем затмения на длину участка канала получим объем затмения на одном погонном метре длины - 1,84 м³. Разделив эту по-

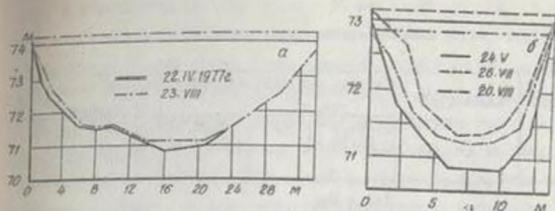


рис. 2. Изменение поперечного сечения русла канала по времени:
а - Вас, 15-й км; б - Левня Объединитель, 3,5-й км

личию объема на средней ширину русла по исследуемому участку канала (28 м) получим объем заиливания на 1 м^2 два русла - $0,066 \text{ м}^3$.

Результаты определения величины входящей мутности воды в канал Левня Объединитель показывает (см. табл. I), что она в голове канала на период наблюдения колебалась в основном в пределах от 0,7 до $1,5 \text{ кг/м}^3$, а в районе 4-го км - от 0,6 до $1,4 \text{ кг/м}^3$. Величина мутности воды в этом канале почти все время заметно уменьшалась по длине вниз по течению. Так, например, если 30 июля в створе 0,2-го км мутность воды - $0,72 \text{ кг/м}^3$, то в створе 4-го км - $0,56 \text{ кг/м}^3$. По данным наших наблюдений первоначальный 4-километровый участок этого канала работает в некоторой степени как отстойник, потому что из абсолютного большинства наблюдений за величиной мутности воды видно, что она несколько уменьшается по длине вниз по течению.

Уменьшение мутности воды по длине канала Левня Объединитель подтверждается также и результатами сопоставления поперечных профилей русла, снятых 24 мая, 26 июля и 20 августа 1977 г. (рис. 2, б). Из сопоставленных поперечных сечений русла видно, что канал заиливался по всей своей начальной участке, так и в конечной (см.

Таблица 2

Объем заделки русла исследуемых каналов

Отвор	Километраж	Площадь заделки по периоду, м ²		Объем заделки по периоду, м ³	
		22+24.У (22.1У)- - 21+26.УП	21+26.УП - 20+27.УП	22+24.У (22.1У)- - 21+26.УП	21+26.УП - 20+27.УП
Канал Вас					
1	0,0	1,00	1,00	500	500
1	0,0	1,00	1,00	500	500
2	0,0	1,00	1,00	500	500
3	0,0	1,00	1,00	12500	11250
4	0,0	1,00	0,80	412	326
5	0,0	0,65	0,50	212	250
6	0,0	0,65	0,50	679	563
7	0,0	0,65	0,50	107	485
8	0,0	2,56	1,50	2334	1526
	0,0	2,56	1,50		
Итого:				18400	15900
Левый Объединитель					
1	0,0	5,13	3,35	1031	670
2	0,0	5,13	3,35	1270	886
3	0,0	3,34	2,56	7196	7506
4	0,0	1,99	3,00	548	838
5	0,0	1,67	2,56	1665	2560
6	0,0	1,67	2,56		
Итого:				11710	11660
Большой Керсис					
1	0,0	0,51	1,05	122	315
2	0,0	0,51	1,05	174	278
3	0,6	0,65	0,80	1044	1215
4	0,0	0,50	0,55	150	202
5	0,0	0,50	0,80	250	400
6	0,0	0,50	0,80		
Итого:	3,2			1770	2410
Малый Керсис					
1	0,0	1,20	0,70	360	210
2	0,0	1,20	0,70	600	350
3	0,2	1,20	0,70		
Итого:				960	560

Примечание: начало и конец периодов точно указаны в тексте.

рис. 2, а). Глубина заиления русла с 24 мая по 20 августа - 0,4-0,9 м. Из совмещенных поперечных профилей канала видно, что во время паводка занесение русла. Объем заиления русла с 24 мая по 26 июля 1977 г. на 4-километровом участке канала Левия Объединитель - 11,7 тыс.м³ (см. табл. 2) и с 26 июля по 20 августа этого же года - 11,7 тыс.м³. Таким образом, общий объем заиления за весь период наблюдения 1977 г. - 23,4 тыс.м³ (см. табл. 2). Если этот объем заиления разделить на 4-километровую длину участка канала, то получим объем заиления на 1 пог.м - 5,85 м³. Разделив этот объем заиления на ширину русла по верху воды, равную в начальном участке 17 м, в концевом - 14 м и в среднем - 15,5 м получим 0,38 м³.

В канал Большой Керкисю за период наблюдения поступала мутность воды, колебавшаяся в пределах от 0,5 до 1,4 кг/м³ (см. табл. 1). Наибольшая мутность в этот канал поступала во второй половине мая и августе, до этого ее величина не превышала 0,8 кг/м³. Изменение мутности воды на протяжении 3,2-километрового участка канала не большое. Только в определенные периоды времени наблюдалось незначительное уменьшение величин мутности воды по длине канала вниз по течению.

Из анализа совмещенных поперечных профилей русла на участке 0,3-0,9-го км канала Большой Керкисю видно, что с 23 мая по 23 июля и с 23 июля по 27 августа 1977 г. происходило несущественное заиление дна канала на участке 2,4-3,2-го км-рубли (рис. 3, а). Общая глубина заиления русла за этот период времени - 0,2-0,3 м в средней глубокой части поперечного сечения русла канала.

Подсчитанный объем заиления по совмещенным поперечникам на участке от головы до 3,2-го км канала Большой Керкисю с 23 мая по 23 июля 1977 г. - 1710 м³ (см. табл. 2) и с 23 июля по 27 августа на этом же участке - 2410 м³. Отсюда общий объем заиления русла на этом участке канала за весь период наблюдения - 4180 м³. Если эту

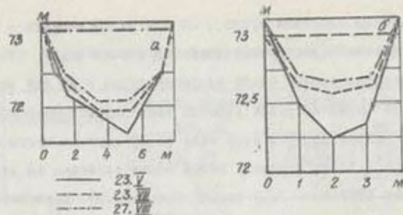


Рис. 3. Изменение поперечного сечения русла каньона по времени:
 а - Большой Керсиаб, 2,7 км; б - Малый Керсиаб, 0,3 км.

величину разделить на 3,2-километровую длину канала, то получим объем заиления на 1 пог. м длины канала - $1,31 \text{ м}^3$. Отсюда объем заиления, приходящийся на 1 м^2 ширины русла канала (7,5 м) - $0,18 \text{ м}^3$.

Величина поступающей в канал Малый Керсиаб за период исследования 1977 г. мутности воды колебалась в основном в пределах от 0,4 до $1,3 \text{ кг/м}^3$. Наибольшая мутность воды в этом канале наблюдалась в августе, а в мае, июне и июле - до 0,8-0,9 кг/м^3 (см. табл. 1). Мутность воды, поступившая в канал Малый Керсиаб не полностью транспортирована водным потоком вниз по течению, часть наносов оседала в русле канала и заиляла его (рис. 3, б). Из сопоставленных поперечных профилей русла, снятых в створе 0,3-го км 23 мая, 21 июля и 27 августа 1977 г. видно, что все время заилялось русло канала. Общая глубина заиления за весь период наблюдения в средней глубокой части русла - 0,4 м. Отсюда можно заключить, что Малый Керсиаб, как бы отстойник.

На 0,8-километровом участке канала Малый Керсиаб с 23 мая по 21 июля 1977 г. объем заиления русла - 960 м^3 и с 21 июля по 27 августа этого же года - 560 м^3 . Отсюда общий объем заиления русла на исследуемом участке канала за период наблюдения 1977 г. - 1520 м^3 .

Если разделить эту величину на длину участка канала (0,8 км), то получим объем заиления, приходящийся на 1 пог. м длины - $1,9 \text{ м}^3$. Разделив $1,9 \text{ м}^3$ на ширину русла по верху воды (4 м), получим объем заиления на 1 м^2 ширины дна канала - $0,47 \text{ м}^3$.

Величина мутности воды в начале рисового поля с 16 мая по 29 августа 1977 г. колебалась в пределах от 0,3 до $1,2 \text{ кг/м}^3$ (см. табл. 1), наибольшая мутность воды, превышавшая $1,0 \text{ кг/м}^3$ наблюдалась только в августе. Начало рисового поля можно принять за временный ороситель, так как мутность воды нами измерялась на выходе воды из канала Малый Керсиаб на рисовое поле за дамбой канала. От начала поля до места взятия проб воды на мутность, водный поток уже успевал несколько отставаться. Поэтому здесь мутность воды несколько меньше, чем в канале Малый Керсиаб.

Фракционный состав наносов разбит на 3 основные фракции применительно к условиям формул транспортирующей способности потока А.Г.Хачатряна и Х.Н.Шаиро [4] (табл. 4).

Транспортирующая способность потока в канале Вас колебалась в пределах от 1,0 до $1,5 \text{ кг/м}^3$ и превышала наблюдаемую мутность (табл. 5). В отдельные периоды времени фактически наблюдаемая мутность воды превышала в некоторой степени транспортирующую способность потока. Например, мутность воды 14 и 24 апреля, 6 мая, 15 и 16 июня была больше транспортирующей способности канала.

Транспортирующая способность канала Левый Объединитель почти в 50% проведенных наблюдений за мутностью воды меньше фактической (см. табл. 5). Если величина транспортирующей способности потока в канале - $0,82-1,26 \text{ кг/м}^3$, то максимальная фактическая мутность воды доходила до $1,40-1,96 \text{ кг/м}^3$. Поэтому за лето заметно заилялось его русло наносами.

Транспортирующая способность канала Большой Керсиаб летом 1977 г. - $1,04-1,12 \text{ кг/м}^3$. Эти величины больше фактически наблюдаемой мут-

Таблица 3

Фракционный состав взвешенных наносов в каналах

Канал, км	Процентное содержание фракции частиц, мм							
	1- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
29 апреля 1977 г.								
Вас, 0,5-й км	0,06	3,03	21,73	58,84	5,38	4,22	6,74	16,34
" 18-й км	0,04	1,14	7,14	65,37	8,83	8,26	9,26	26,35
Левый Объединитель	0,02	1,03	6,71	50,60	13,32	14,92	13,40	41,64
24 мая 1977 г.								
Вас, 0,5-й км	0,70	4,85	23,04	48,22	8,90	6,56	7,72	23,18
" 18-й км	0,05	0,71	9,64	63,52	9,38	7,94	8,86	26,08
Левый Объединитель	0,03	0,40	6,93	65,84	9,64	7,90	9,26	26,80
3 июня 1977 г.								
Вас, 0,5-й км	0,38	3,08	10,32	51,04	13,18	10,60	11,40	35,18
" 18-й км	0,14	0,08	0,93	28,75	24,14	23,00	22,96	70,10
Левый Объединитель	0,05	0,06	0,81	26,70	25,00	24,04	23,34	72,38
Большой Керисюб	0,01	0,05	0,65	24,59	25,44	30,36	18,90	74,70
12 июля 1977 г.								
Вас, 0,5-й км	0,05	0,07	9,68	57,70	11,92	9,90	10,68	32,50
" 18-й км	0,01	0,05	0,70	50,66	17,26	15,48	15,84	43,58
18 августа 1977 г.								
Левый Объединитель	0,05	0,09	0,86	45,90	13,06	19,24	20,80	55,10
Большой Керисюб	0,01	0,06	0,27	39,66	15,46	20,00	24,54	60,00

ности воды с мая по июль и несколько меньше в августе. Отсюда следует, что канал Большой Керисюб в основном транспортирует межсезонную мутьность воды. Поэтому заиливание его русла небольшое.

Из анализа данных наблюдения за мутьностью воды видно, что тран-

Таблица 4

Удельное содержание фракции и гидравлические
крупности наносов

Канал. км	Удельное содержание фракции частиц			Гидравлическая крупность наносов, мм/с		$\alpha = \frac{Q}{A}$
	<0,01 (P ₁)	0,01-0,05 (P ₂)	>0,05 (P ₃)	наибольшая ω_1	наименьшая ω_2	
29 апреля 1977 г.						
Вос.0,5-я км	0,163	0,806	0,031	4,0	0,051	26,0
" 18-я км	0,264	0,724	0,012	3,9	0,032	60,3
Левый Объединитель	0,416	0,573	0,011	3,1	0,015	52,1
24 мая 1977 г.						
Вос.0,5-я км	0,232	0,712	0,056	5,0	0,034	12,7
" 18-я км	0,261	0,731	0,008	5,1	0,030	91,4
Левый Объединитель	0,268	0,728	0,004	4,9	0,027	182,0
3 июня 1977 г.						
Вос.0,5-я км	0,352	0,613	0,035	4,3	0,019	17,5
" 18-я км	0,701	0,297	0,002	3,5		148,5
Левый Объединитель	0,724	0,275	0,001	4,0		275,0
Большой Керисло	0,747	0,252	0,001	4,0		252,0
12 июля 1977 г.						
Вос.0,5-я км	0,325	0,674	0,001	4,2	0,023	674,0
" 18-я км	0,486	0,513	0,001	4,2	0,007	513,0
18 августа 1977 г.						
Левый Объединитель	0,531	0,468	0,001	4,1	0,003	468,0
Большой Керисло	0,600	0,399	0,001	3,0	0,001	399,0

спортивная способность потока в канале Малый Керисло - 0,9 м³/м

Таблица 5

Транспортирующая способность потока в каналах

Дата	Наибольшая взвешенная скорость, м/с <i>u_b</i>	Постоянная кривой распределения наносов, кг/м ³		Транспортирующая способность потока, <i>p</i> , кг/м ³	Наблюденная мутность воды, кг/м ³
		<i>C₀</i>	<i>C_r</i>		
Канал Вас					
29.IV-77 г.	0,00475	0,468	0,950	1,48	1,47
24.V	0,00454	0,189	0,908	1,02	1,10
3.VI	0,00434	0,165	0,868	1,43	1,06
12.VII	0,00507	0,172	1,132	1,51	1,00
Канал Левый Объединитель					
29.IV-77 г.	0,00178	0,135	0,356	0,82	0,92
24.V	0,00150	0,091	0,300	0,91	0,75
3.VI	0,00165	0,102	0,330	1,18	0,70
18.VII	0,00158	0,175	0,306	1,26	1,40
Канал Большой Керисаб					
3.VI-77 г.	0,00138	0,082	0,276	1,04	0,64
18.VII	0,00153	0,175	0,306	1,12	1,36

и во временном орошении (начало рисового поля) — 0,7 кг/м³.

Проведенные анализы транспортирующей способности потока исследованных каналов Советябской оросительной системы показали, что хорошо работали каналы Вас и Большой Керисаб, так как их русло почти не заилялось взвешенными наносами, поступающими в них с выше расположенного канала. Каналы Левый Объединитель и Малый Керисаб подверглись значительному заиливанию. На основании натурных исследований можно сделать следующий предварительный вывод о том, что в условиях Советябской оросительной системы максимальная транспорти-

рушам способность потока в междоузьевном канале Вас -
1,5 кг/м³, внутрихозяйственном канале Левый Объединитель -
1,3 кг/м³, групповом распределительном канале Большой Керисаб -
1,1 кг/м, участковом распределительном канале Малый Керисаб и
крайнем оросителе - 0,7 кг/м.

В последнее время для защиты от заиливания магистрального, междо-
узовья и распределительных каналов началось применение внутрисистемных отстойников. Внутрисистемные отстойники построены в Узбек-
ской, Казахской и Таджикской оросительной системах Узбекской
ССР, а также в Главном Муганском канале Азербайджанской ССР. До по-
следнего времени в нашей республике имелись внутрисистемные отстойники
также на Кулярикской оросительной системе в Чаркисской области.

Внутрисистемные отстойники в условиях Советской и других оро-
сительных систем бассейна р. Амур очень необходимы. Потому что
значительно заиливаются русла как крупных водоем-отводоц, так и ме-
стных постоянно действующих распределительных каналов [1, 2].
Для недопущения заиливания русла необходимо расположить внутрисис-
темный отстойник в нескольких местах по длине оросительного кана-
ла, начиная от его головы и кончая участковым распределителем. Ра-
циональное место расположения внутрисистемного отстойника можно
отыскать только на основании результатов полученных величин мутно-
сти воды во всех звеньях оросительной системы.

Для незаиливания русла каналов Вас, Левый Объединитель, Большой
Керисаб и Малый Керисаб, Советской оросительной системы можно
рекомендовать устройство внутрисистемного отстойника. Результаты
проведенных нами исследования показали, что внутрисистемный отстой-
ник можно разместить в нескольких вариантах.

1. Устройство отстойника в голове внутрихозяйственного канала
Левый Объединитель с годовой емкостью 26 тыс. м³ и участкового рас-
пределительного канала Малый Керисаб - 1,7 тыс. кубометров. При

1. Адальян С. Х. Ученые васси и огузские воины.
 Тбилиси: Сабур, 1958. В 96.
 2. Адальян С. А., Ахонд Х. Разведка васси-
 ния во васси-воинских отношениях огузских васси-
 ния (по Таласскому одасту). Научный отчет за 1976 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1976
 3. Адальян С. А., Ахонд Х. Разведка васси-
 ния во васси-воинских отношениях огузских васси-
 ния (по Таласскому одасту). Научный отчет за 1976 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1976
 4. Научный отчет за 1977 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1977
 5. Сапарян Е. А. Трансформация васси-
 ния васси-воинских отношений. М., 1964.
 6. Научный отчет за 1977 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1977
 7. Научный отчет за 1977 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1977
 8. Научный отчет за 1977 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1977
 9. Научный отчет за 1977 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1977
 10. Научный отчет за 1977 г. Чопи-
 тивенский, Ахонд. 1977

Ученые васси

Вместо означенных сооружений - преграждений - в-во можно
 эти пороги сократит на 1 км.
 конечно, повысить значение работ дымоварки (жары)
 тем, не предельно переломить некий износ и не
 кор. можно, так как при этом уменьшится опасность их
 — Означенные пороги о дымоварке износостойкости
 вода каменистого каньона в порогах по каменным
 ветру и пережить, исходя из значения порога
 Величину емкости отстойника во всех вариантах его
 в канале Навы Каньон - 1,7 тыс. м³.
 Порог емкости 26 тыс. м³, канале Навы Каньон - 2,6 тыс. м³
 1. Уменьшить отстойник в порогах канале Навы Каньон
 отстойник может не уменьшится отстойник.
 высота воды 0,9-1,1 м/м³, высота воды, исходя из отстойника
 порога канале Навы Каньон и пережить порог в нем
 1. Уменьшить отстойник с порога высоты 33-35 тыс. м³
 отстойник.
 порог в порогах высоты транспортируется во времени от
 и пережить порог до высоты воды 0,9 м/м³ и порога, высота
 канале Навы Каньон (устье Каньон-ов) со значением высоты
 2. Уменьшить отстойник в порогах канале Навы Каньон
 не уменьшится отстойник.
 + 1,3 м/м³ и порога канале Навы Каньон и порога Каньон
 отстойник канале Навы Каньон и порога Каньон 1,1 +
 канале Навы Каньон (устье Каньон-ов) и порога канале Навы Каньон. В
 11. Уменьшить отстойник в порогах канале Навы Каньон 18,6-20 км
 отстойник отстойник отстойник.
 не в отстойник, через столько лет даст пропуск отстой-
 отстойник отстойник. Можно уменьшить порога высоты отстой-
 отстойник отстойник отстойник отстойник отстойник отстойник

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СПРЯМЛЕНИЯ, ИСПОЛЬ-
ЗУЕМОГО ПРИ БОРЬБЕ С ДЕЯТЕЛИЕМ

Для борьбы с разрушением берегов р.Амударья в последнее время часто применяются искусственные прорезы, спрямляющие излучины реки. Отводя часть потока реки от основного русла (излучины) прорезы способствуют тому, что старое русло заиливается, а сама она, благодаря повышенным уклонам в ней, интенсивно размывается и превращается в новое русло реки, отстоящее от некогда размываемого берега на значительном расстоянии. Для повышения надежности в защите берега наряду с разработкой прорезы перекрывают старое русло несколькими рядами дамб, тем самым пропуская весь расход реки по прорезу. Подобный способ защиты, осуществляемый ПМК-11 треста Чарджоунремодстрой, широко применяется в среднем течении р.Амударья. К достоинствам этого варианта помимо надежности можно отнести и возможность спрямления излучины даже при очень малом коэффициенте их извилистости и отсутствие эксплуатационных затрат на поддержание работы прореза. В настоящее время можно насчитать более 10 приме-

ров осуществления спрямления излучий о перекрытием основного русла. Однако частое использование прорезей отнюдь не исключает применения в проектировании и строительстве подлесаие изучений - назначение начальных параметров прорези, форм ее поперечного сечения, плановые очертания и месторасположение относительно участков реки выше и ниже ее и другие. К малоизученным можно отнести к вопросу прогнозирования хода саморазмыва прорези, который невозможно решить, не зная закономерностей изменения гидравлических элементов прорези. Вопросу взаимосвязи ширины и площади поперечного сечения прорези от проходящего по ней расхода и посвящена настоящая работа.

Данные, полученные авторами при проведении натурных исследований спрямляющих прорезей в Давнауском районе (1973) [1], в районе головного сооружения канала Ермак (1975) [2], на территории колхоза им. Халтурина Чардауского района (1976) [3] и в Фаробском районе колхоза им. Ленина (1977), позволяют проследить за ходом изменения некоторых гидравлических элементов.

Как известно [4,5], саморазмыв в прорези происходит, в основном, за счет плановых деформаций, т.е. увеличения ширины. Происходит это потому, что поток реки стремится двигаться по естественному поперечному сечению, у которого параметр Глушкова $G = \frac{B}{h_f}$ (B - ширина и h_f - средняя глубина) находится в пределах 6-16 (достигая иногда 22-25), в то время как начальное поперечное сечение прорези имеет этот параметр равный 2,5-3,0.

На рис. 1 отчетливо видно, что параметр Глушкова на участках реки перед прорезью и за ней намного больше, чем в самой прорези и такое соотношение сохраняется вплоть до осени, т.е. до начала паводка. К осени форма поперечного сечения прорези та же, что и у естественного русла, поэтому значения параметра Глушкова мало отличается по участкам.

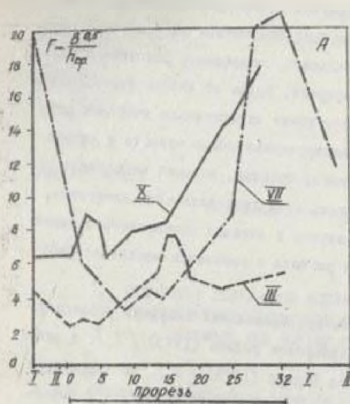
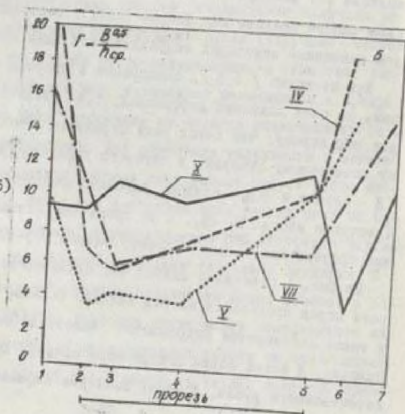


Рис. 1. График изменения параметра Γ . Глушкова по времени и по длине прорези:

а - Фарабский (1977);

б - Берзеновская (1975)



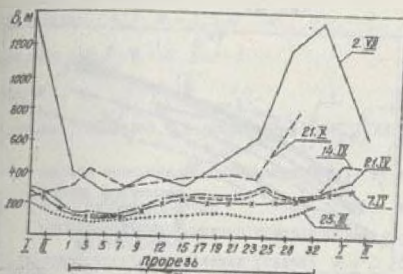


Рис. 2. График изменения ширины поперечного сечения по длине Фарасовской прорези (1977)

Так видно из рис. 2, характер изменения ширины русла такой же, как и параметры Гаушгора. Ширина перед и за прорезью больше, чем в ней. Такое соотношение сохраняется вплоть до осеми, когда эти величины мало отличаются друг от друга. Ширина к концу прорези возрастает быстрее, чем в первой ее половине.

Приведенный анализ изменения коэффициента Гаушгора и ширины поперечного сечения по длине прорези, хотя и учитывает фактор времени, но очень мало связан с проходящими по прорези расходами и потому не может быть применен в дальнейших расчетах. Учитывая это, нами сделана попытка проследить за ходом изменения ширины прорези в ее начале в зависимости от величины проходящего по ней расхода.

Для построения графика авторами использованы результаты собственных измерений [1,2,3] и данные, заимствованные из литературных источников [5]. Для большей наглядности ход изменения ширины в наиболее типичных отборах прорезей показан ломаными линиями. На этом же графике нанесены кривые $B = f(Q)$, отражающие за-



Рис. 3. Графики изменения ширины прорези в зависимости от расхода воды

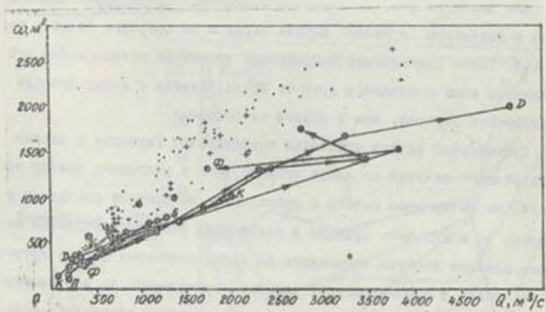


Рис. 4. Графики зависимости площади живого сечения прорези от расхода воды

исследованиям следующих авторов:

$$А. Я. Гостушкин [6] \quad B = 1,5 q^{0,66} J^{-0,44}; \quad (1)$$

$$С. Т. Аитунин [7] \quad B = A \frac{q^{0,6}}{J^{0,42}}; \quad (2)$$

$$Х. В. Шапиро [8] \quad B = f \sqrt{g}; \quad (3)$$

$$В. С. Аитунин, С. А. Анискин, С. А. Амиров \quad B = A_0 \frac{q^{0,45}}{(gJ)^{0,22} d^{0,77}}; \quad (4)$$

где B — ширина поперечного сечения по верху, м;

q — расход воды, м³/с;

J — продольный уклон водной поверхности;

f, A, A_0 — коэффициенты, для наших условий $f = 0,16$; $A = 1,7$;

$A_0 = 2$;

d — средняя диаметр частиц ложа русла;

$g = 9,81$ м/с² — ускорение силы тяжести.

Большинство точек, относящихся к прорезам при расходах до 2000 м³/с, ложатся ниже кривых $B = f(q)$, что говорит о запаздывании роста ширины в прорезе по сравнению с естественным руслом. Происходит это, по-видимому, по следующим причинам: при быстром повышении расходов, а значит, и уровней, поток, идущий по естественно сложившемуся руслу, упирается за счет двух факторов. Первый — разрыв берегов, второй — растекание потока. В прорезе же умирение поперечного сечения в большинстве случаев происходит только за счет первого фактора — разрыва берегов, так как возмущения растекания потока из-за ориентированности крутых берегов. Поэтому-то происходит запаздывание в ходе увеличения ширины прореза по сравнению с естественным руслом в период нарастания расходов воды.

Характерно, что подобную картину имеем и на рис. 4 — графике изменения живого сечения естественного русла и прореза в зависимости от величины проходящего расхода воды. За естественное русло был принят гидрометрический створ "Ильчик" (данные 1972) и собственные измерения авторов по прорезам, упомянутым выше.

...как и на предидущем, отчетливо просматривается, что точки, относимые к прорезям ложатся ниже точек естественного русла, а это и говорит о запаздывании в ходе увеличения живого сечения прореза по сравнению с естественным руслом при нарастании расходов. Это объясняется следующим образом. Так как саморазные прорезы, т.е. поперечное сечение повышается за счет увеличения ширины и увеличения ширины прореза по сравнению с естественным руслом запаздывает, то естественно, что запаздывает и нарастание живого сечения прореза по сравнению с естественным руслом.

Совпадение ширины и живого сечения прореза и естественного русла происходит к концу первого года ее работы, т.е. при обмене снижении горизонтов. На это указывают точки, отражающие осевые русла прореза, лежащие в то поле графика, которое отстоит к естественному руслу.

Изложенный выше анализ изменения ширины и площади живого сечения прореза в зависимости от величины проходящего расхода не претендует на абсолютную строгость, однако, качественный характер явления, по-видимому, он отражает.

В ы в о д ы

При саморазные прорезы ее форма поперечного сечения меняется таким образом, что параметр Глушкова увеличивается с 2,5-3,0 до 8-16.

Основной фактор, определяющий увеличение ширины прореза при нарастании расхода воды - разный берегов, в то время как в естественном русле, лавя с размытием, имеет место еще простое растекание потока в поперечном направлении.

в силу некоторых причин ход повышения ширины и живого сечения прорези отстоит от хода увеличения тех же элементов естественного русла при одинаковом возрастании расходов в них.

Л и т е р а т у р а

1. Акиев С. А., Аширов С. А., Кречко А. В., Алабердиев А. Изучить процесс разрушения берегов (дегиза) реки Амударьи и Каракумского канала и разработать мероприятия по их защите. Научно-технический отчет (вакхичательный) (рукопись). Фонды ТуркмениНИИТИИ, Ашхабад, 1974.

2. Кречко А. В. Исследование работы русловыпрямительного прорези в равнине канала Берзон. Научно-технический отчет (рукопись). Фонды ТуркмениНИИТИИ, Ашхабад-Чарджоу, 1975.

3. Кречко А. В. Изучение работы прорези, расположенной на территории колхоза им. Халтуркина. Научно-технический отчет (рукопись). Фонды ТуркмениНИИТИИ, Ашхабад-Чарджоу, 1976.

4. Шапиро Х. Н., Катышев М. С. Опыт борьбы с дегизом на р. Амударье. - Гидротехника и мелкорация. 1969, № 9.

5. Мухамедов А. М. Результаты исследования по спрямлению излучин в условиях р. Амударьи. Сборник докладов Всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам, Ташкент, 1974.

6. Гоботуксиз А. Н. Устойчивое русло. - В кн.: Вопросы гидротехники, АН УзССР. Ташкент. 1965, вып. I.

7. Алтуниш С. Т. Регулирование русел. М., Сельхозиздат, 1962.

8. Шапиро Х. Н. Расчет русловых деформаций и бьефов гидротехнических сооружений и методика их моделирования. М., НИИТИИ, 1968.

9. Алтуниш В. С., Акиев С. А., Аширов С. А. Интенсивные русловые деформации реки Амударьи. Ашхабад, или, 1975.

О ПОВЫШЕНИИ СРОКА СЛУЖБЫ РУСЛОВЫХ ПРАВИТЕЛЬНОР
ПРОРЕЗЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ПРИ БОРЬБЕ С ДЕЙГИЕМ

Интенсивный размыв берегов (дейгия) — явление характерное для р. Амурары. Возникшая в местах расположения поселков, мостов, водозаборов, культурных земель и т.п., он часто разрушает их, чем причиняет огромный ущерб народному хозяйству, нередко исчисляемый миллионами. Особенно больших размеров дейгия достигает в излучинах реки, там где русло искривлено так, что происходит сдвиг потока на берег.

Один из эффективных способов борьбы с дейгием в настоящее время — спрямление речных излучин искусственными прорезями, отылакающими основную часть потока от излучины (размываемого берега), чем способствует уменьшению интенсивности дейгия и даже прекращению его (рис. 1, а).

Однако часто поток реки перестает идти по прорези и возвращается в старое русло. Причины, вызывающие это явление — частая смена русловой обстановки, порой ухудшающей условия подхода потока к голому прорези; завал русла в конце прорези продуктами размыва лежащих выше участков, снижающего пропускную способность и др.

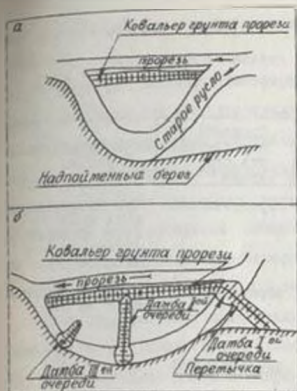


Рис. 1. Схемы производства русловыправительных работ на р. Амударье:

а - без перекрытия основного (старого) русла;

б - с перекрытием основного русла несколькими рядами отсечных дамб

чтобы исключить факторы, ухудшающие работу прорези НИИИМом совместно с ТуркменНИИГМом в тресте "Чардимурумводстрой" [1,2] предложена схема русловыправительных работ, в которой наряду с разработкой прорези старое русло перекрывается несколькими рядами дамб (см. рис. 1 б). В этом случае оно совершенно отмирает и весь расход реки проходит по прорези.

Несмотря на то, что строительная стоимость производства работ по этой технологии в 1,5-2 раза больше по сравнению с первой, преимущества ее очевидны.

В течение 1973-1978 гг. проводились натурные исследования четырех прорезей, сооружаемых в среднем течении р. Амударьи в следующих местах, указанных в табл. I [1,3,4].

Результаты натурных исследований показывают прежде всего:

а) большую надежность сооружения в защите некогда размываемого берега;

Таблица 1

Краткие сведения об изученных в натурных условиях прорезях

Год пуоха в 19- 1977	Наименование прорези	Сведения о перекрывании старого русла	Характеристика работы
1973	Деянауская	перекрывалось	При исследова- ниях в 1973 - 1974 гг. берег больше не раз- мывался
1975	Керзевская (напротив головного сооружения)	перекрывалось	Берег размыва- ется и по сей день.
1976	Хантуринская (напротив полей колхоза им. Тал- туркина Чардыбурского района)	перекрывалось	— " —
1977	Фарабовская (напротив полей колхоза им. Ленина Фарабовского района)	перекрывалось	— " —

б) возможность осуществления защиты по второй схеме, там где первая схема не применима (малый коэффициент извилистости, плохие условия подхода и т.д.);

в) отсутствие каких-либо эксплуатационных затрат и др.

Однако возможности второй схемой этим не исчерпываются. Как уже говорилось, в старом русле возводятся несколько рядов дамб. Эти дамбы преграждают путь для дальнейшего потока реки по старому руслу, т.е. являются защитниками размываемого берега в случае возвращения реки в старое русло. Значит, чем дольше сохраняются эти дамбы, тем дольше берег не разрушится.

Но поток прорези отливки не сохраняет отсечные дамбы, в наоборот, при умирении своего русла стремится их и ковальер грун- та прорези интенсивно размывать. Этот процесс размыва дамб еще бо-

так усиливаются при появлении в прорези деформационного руслового процесса.

Для изучения возможности сохранения отсечных дамб на более длительный срок автором проводился специальный комплекс натурных исследований около этих сооружений, включавший в себя: промеры глубин; измерение продольных уклонов водной поверхности; измерение поверхностных скоростей, направлений течения и др. Некоторые результаты этих измерений показаны на рис. 2, представляющие из себя планы поверхностных скоростей течения перед отсечными дамбами I очереди (рис. 2, а) и II очереди (рис. 2, б).

При возведении дамб взаимосвязи неизбежно оставляют после себя траншею-канал, грунт которого собственно и составляет "тело" дамбы. При возведении дамбы I очереди технология производства работ такова, что, если принять за направление отчета - направление течения, то сначала шел канал, а за ним дамба (см. рис. 2, а - дамба справа - канал слева), а дамбы II очереди иначе - сначала дамба, а потом канал (см. рис. 2, б - канал справа - дамба слева).

Взаимное расположение дамбы и канала (с точки зрения технологии возведения дамбы) особого значения, понятия не имеет. А вот с точки зрения сохранности дамбы, оно может оказаться решающим. Более подробно на этом вопросе мы и остановимся.

Со временем (по мере развития кавальера) дамба и канал обвязываются и непосредственно соприкасаются с потоком прорези (см. рис. 2). В этом случае в канале слева от дамбы (см. рис. 2, а) возникает движение потока воды, направленное от корня дамбы к ее голове, а в канале справа от дамбы, движение будет от головы дамбы к ее корню, т.е. к старому руслу (см. рис. 2, б). Значит, придерживаясь теперь нашего конкретного случая, у дамбы I очереди потоки прорези соединятся с каналом, а у дамбы II очереди - наоборот, деление потока прорези. Какое из этих двух явлений оказывается предпочтительней в

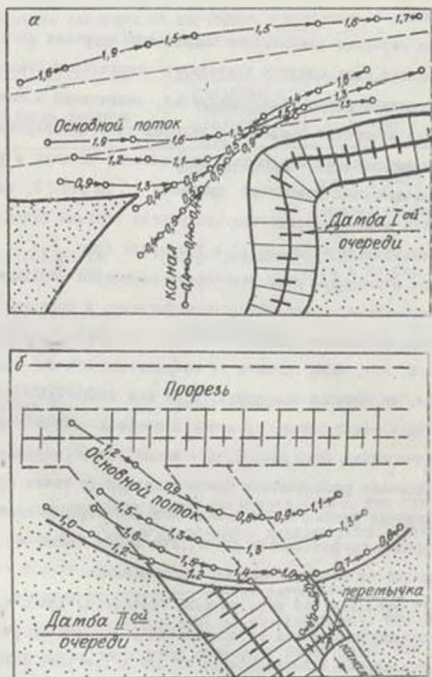


Рис. 2. Планы поверхностных скоростей и линии тока на участке Фаробского спрямления: а - у дамбы I очереди; б - у дамбы II очереди

отношении сохраняемости дамбы очевидно из приведенных планов (см. рис. 2). В первом случае дамба защищается, во втором - нет. Поток канавы у дамбы I очереди, имея сравнительно небольшие скорости, защищает ее оголовки от основного потока, оттесняя его в сторону. У дамбы II очереди поток прорези проходит в непосредственной близости и поэтому интенсивно ее размывает.

Таким образом, приведенный анализ объясняет, почему дамба II очереди размывается намного быстрее, чем дамба I очереди. Так, например, у Заарской прорези 1977 г. дамба I очереди за период с октября 1977 г. по март 1978 г. размывалась не более чем на 20-25 м в то время, как дамба II очереди за тот период размывалась потоком более чем на 500 м.

Однако для того, чтобы еще больше убедиться в справедливости сделанных выводов рассмотрим к каким результатам приведет анализ теории процессов соединения и деления потоков жидкости. Для анализа будем использовать теорию деления потоков, разработанную А.Я.Миловичем для установившегося, плоского, потенциального движения жидкости [3].

А.Я.Милович рассматривал процесс деления жидкости, когда основной поток, движущийся с постоянной скоростью $C \mathcal{K} \cos \varphi$ делится и вытекает отделяющаяся часть в неподвижную жидкость. Схема такого движения жидкости представлена на рис. 3. При этом поле скоростей движения было следующим:

В пространстве I выше оси OX (или плоскости цели OA):

$$\left. \begin{aligned} V_x^I &= C(\mathcal{K} \cos \varphi + \theta_1 \frac{R_1}{R_2} \sin \varphi) \\ V_y^I &= -C \theta_0 \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (1.а)$$

В пространстве II ниже оси OX между вихревыми слоями:

$$\left. \begin{aligned} V_x^{II} &= C(2\mathcal{K} \cos \varphi + \theta_1 \frac{R_1}{R_2} \sin \varphi) \\ V_y^{II} &= -C(2\mathcal{K} - \theta_0') \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (1.б)$$

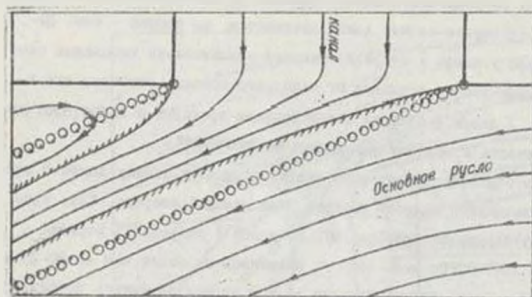


Рис. 3. Движения жидкости при слиянии потоков под скоростями, описываемых формулами (см. 2, а, б).

В пространстве III и IV ниже оси OX на вихревых слоях:

$$\left. \begin{aligned} v_x^{\text{в}} &= C \theta_0 \frac{R_1}{R_1^2} \sin \psi \\ v_y^{\text{в}} &= C \theta_0 \sin \psi \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$

где v_x и v_y - проекции скорости в точке m на оси координат (соответственно на OX и OY),

C - напряженность вихревых слоев;

ψ - угол между направлением основного потока и направлением вытекающей струи;

R_1 и R_2 - расстояния от рассматриваемой точки m до краев щели A и B: $R_1^2 = y^2 + (x-e)^2$, $R_2^2 = y^2 + x^2$;

x и y - координаты рассматриваемой точки m ;

θ_0 - угол, под которым видна ширина щели e из рассматриваемой точки m , $\theta_0 = (\pi - \alpha_1) - \alpha_2 = \arctg \frac{y}{x-e} - \arctg \frac{y}{x}$

точкой чертой всего течения, описываемого полем скоростей
 I а, б, в) при $\varphi = 35^\circ$; имеется в работе
 [5].

Движение жидкости без всякого труда можно представить в другое, аналогичное тому, которое мы можем иметь у оточечной дамбы в случае деления потока около нее (применительно к нашим условиям - дамбой П очереди; рис. 2,б). Для этого, используя свойства потенциального движения, заменим линии предельных течений в пространстве П небольшими стенками. В результате получаем движение между этими стенками, как движение жидкости в канале, отходящем от основного потока. Чтобы оценить разрывную способность потока у оточечной дамбы, необходимо проанализировать изменение скоростей течений у стенки СД, т.е. там, где он располагается дамба. Для этого воспользуемся формулами (I, а):

$$V_x^2 = C(\mathcal{K} \cos \varphi + \ln \frac{R_1}{R_2} \sin \varphi);$$

$$d\mathcal{K} = -C \mathcal{K} \sin \varphi = -C(\mathcal{K} - d_1 - d_2) \sin \varphi.$$

На плоскости стенки СД имеем $R_1 = e + x$; $R_2 = x$ ($d_1 = 0, d_2 = x$).

поэтому: $V_x = C(\mathcal{K} \cos \varphi + \ln \frac{e+x}{x} \sin \varphi),$

$$V_y = -C(\mathcal{K} - 0 - x) \sin \varphi = 0.$$

Значит на плоскости стенки СД или близко от нее, $V_y = 0$, или пренебрежимо мало. Другая составляющая V_y складывается из скорости основного потока плюс $\ln \frac{e+x}{x} \sin \varphi$, которая больше нуля.

Таким образом, если основной поток (скажем поток в прорези) имеет большие скорости, способные размыть дамбу, то при делении скорости течения у дамбы еще больше усилятся (на $\ln \frac{e+x}{x} \sin \varphi$), что естественно, увеличивает разрывную способность, т.е. размыла дамбу.

Теперь рассмотрим процесс сближения потоков, для чего в нашу

расчетную схему (см. рис. 3), а именно, в пространство ниже оси ОХ
ведем еще один поток-равномерный прямолинейный со скоростью те-
чения . Поле скоростей, в этом случае, будет выражаться сле-
дующими зависимостями для пространства ниже оси ОХ.

$$\left. \begin{aligned} V_x^I &= C(2\pi \cos \varphi + \operatorname{erf} \frac{R_1}{R_2} \sin \varphi) - V_0 \\ V_y^I &= -C(2\pi - \theta_0') \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (2, a)$$

$$\left. \begin{aligned} V_x^II &= C \operatorname{erf} \frac{R_1}{R_2} \sin \varphi - V_0 \\ V_y^II &= -C \theta_0' \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (2, b)$$

По полученным формулам скоростей течения (см. рис. 2, а, б) про-
сти интегрированием можно определять функцию течения в простран-
ствах II, III, IV.

Не останавливаясь подробно на этих вычислениях, так как они
затруднительны для нашего анализа, из окончательного получен-
ного движения можно найти поле скоростей (см. рис.)
(2, а, б) в определенной мере отражает условие движения жидкости при
слиянии потоков

Теперь перейдем к анализу изменения скоростей течений у стеноч-
ки ОД, т.е. в том месте, где примыкает дамба. Скорости в этом про-
странстве определяются формулами (см. рис. 2, б). На плоскости стеноч-
ки имеем: $R_1 = x + e$, $R = x$, $\theta_0' = 0$,

поэтому:

$$\left. \begin{aligned} V_x^I &= C \operatorname{erf} \frac{x+e}{x} \sin \varphi - V_0 \\ V_y^I &= -C \theta_0' \sin \varphi = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Отсюда видно, что скорость основного потока V_0 в случае сли-
яния потоков жидкости у дамбы сокращается на величину $C \operatorname{erf} \frac{x+e}{x} \sin \varphi$
что, вероятно, является одним из решающих факторов, уменьшающих
разрыв дамбы.

Из формулы (3) в том же видно, что скорость дамбы **сокращается**

в случае увеличения

$$\sin \frac{\pi + \theta}{2} \sin \varphi$$

, что возможно при соблюдении трех условий:

- 1 когда угол слияния потока стремится к прямому ($\varphi \sim 90^\circ$), потому что тогда $\varphi \sim 1,0$, т.е. принимает наибольшее значение;
- 2 ширина реки b должна быть больше принимаемых значений X , т.к. тогда будет большим и логарифм отношений;
- 3 при достаточно больших значениях напряженности вихревых слоев, т.е. скорости вытекающей струи.

Таким образом, изложенный выше анализ процессов деления и соединения потоков в определенной мере объясняет, почему в первом случае (случай деления) дамба размывается быстрее, чем во втором (при соединении потоков).

В ы в о д ы

Для борьбы с деградацией весьма эффективно применяются искусственные прорезы, спрямляющие излучины р. Амударья.

Вторая схема русловыправительных работ, включающая в себя перекрытие старого русла несколькими рядами дамб более надежное, менее требовательное к топографическим условиям и, в конечном итоге, более эффективное противодеградационное мероприятие, чем первая схема, где перекрытия не производят.

Для повышения срока службы прорезов, целесообразно при возведении отсечных дамб располагать их так, чтобы траншея канала была выше по течению от них.

Л и т е р а т у р а

1. Аймаев С. А., Амиров С. А., Амиров А. Бречко А. В., Аллафердиев А. Изучить процессы разрушения берегов (деггана) реки Амударья и Каракумского канала и разработать мероприятия по их защите. Научно-технический отчет (заключительный). (рукопись). Фонды ТуркменНИИГТИ, Ашхабад, 1974.

2. Голубев Н. Е., Стеценко Н. Р. Технологии гидромеханизированных работ по защите берегов реки Амударья от деггана. Чарджоу, 1974.

3. Бречко А. В. Исследование работы русловыправительной прорези в районе канала "Берзен". Научно-технический отчет (рукопись). Фонды ТуркменНИИГТИ, Ашхабад-Чарджоу, 1975.

4. Бречко А. В. Изучение работы прорези, расположенной на территории колхоза им.Халтуряно. Научно-технический отчет (рукопись). Фонды ТуркменНИИГТИ, Ашхабад-Чарджоу, 1976.

5. Милович А. Я. Теория динамического взаимодействия течения и жидкостей. М.-Л., Гостехиздат, 1948.

К ВОПРОСУ О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И
РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЕННЫХ ПОТОКОВ НА ТЕРРИТО-
РИИ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

1

В Туркменской ССР горы занимают ~~10%~~ ^{10%} всей площади (134,8 тыс. км²).

Характерная особенность горных областей Туркменистана - широкое развитие здесь селевых процессов, ежегодно наносящих народному хозяйству республики значительный ущерб. Размеры материального ущерба в среднем за один год - 1-2 ~~млн.~~ ^{млн.} ~~рублей.~~ ^{рублей.}

По условиям формирования стока, вся территория республики может быть разделена на 6 районов:

- 1 Восточный Копетдаг
- 2 Центральная Копетдаг
- 3 Юго-Западный район Копетдага
- 4 Западный Копетдаг и Малый Балхан
5. Большой Балхан
- 6 Горная цепь Кугитанг-Таш

Около 1/6 водотоков селеопасного характера выявлено на территории ТССР менее чем за 100 лет (с 1888 г.) наблюдения за селями, хотя в горных районах формируется сток - 241 водоток, 84 из них

ия отмечено более 600 случаев селей. Следует так же иметь ввиду, что многие горные районы Туркменистана исследованы далеко недостаточно в селевом отношении, а проведенные там сели не были учтены.

Горные системы СССР-молодые. Здесь энергично протекают тектонические, денудационные и эрозивные процессы, способствующие накоплению и перемещению огромного количества рыхлообломочного материала, сосредоточенного, главным образом, в верхних зонах гор. Обычно формирование рыхлообломочного материала связано с участками распространения сильно трещиноватых пород, образовавшихся в зонах тектонических дроблений.

В перемещении этого материала вниз по склонам и тальвегам, кроме гравитационного сноса участвуют вода, снежные лавины и селевые потоки [1]. Наибольшей селевой активностью отличаются верхние притоки главной реки. Уклоны склонов и тальвегов здесь достигают наибольших значений.

В верховьях главной реки обычно сосредоточены основные селевые очаги, являющиеся накопителями рыхлообломочного материала, заполняющего днище селевых очагов и образующего так называемый потенциальный селевой материал. Потенциальный селевой материал, находясь в состоянии неустойчивого равновесия (вследствии залегания на крутых склонах и в тальвегах селевого очага), при значительном увлажнении может прийти в движение, давая начало формированию селевого потока.

Протяженность 72 селевых русел, которые удалось измерить по имеющимся для Туркменистана картам, характеризуется таким образом, что в диапазоне от 3-50 км находятся все измеренные селеопасные речки.

В горных районах Средней Азии и Казахстана образование селей обусловлено многими причинами [2]. Основные из них — дожди и деятельность ледников, прорыв высокогорных озер, искусственных водо-

В связи с тем, что в горных районах республики нет бассейнов с современным оледенением связи гляциального происхождения не зарегистрированы.

Говоря о внутригодовом распределении селей можно отметить, что около 60% этих потоков приходят по логам в апреле-мае около 30% в июне-августе, а остальные 10% селевых потоков - оставшиеся месяцы года [3]. Такая статистика типична для условий республики, причем наибольшее число случаев прохождения селей наблюдается с апреля по август. Этот период (апрель-август) можно также разделить на два: весенний (апрель-май); летний (июнь-август).

На территории ТССР имели место грязекаменные, грязевые и водные наносонесущие селевые потоки. Причем 90% из всех - водные наносонесущие селевые потоки. Типичный случай прохождения водного наносонесущего селевого потока был 7-8 мая 1972 г., лог-Большое Каранги и Гяи. Примерный гранулометрический состав селевой массы охарактеризован анализом из описательной таблицы массы по обломкам логам.

Таблица I

Механический анализ проб, отобранных по логам
Гяи и Большое Каранги

Наименование образца	Фракция, %					
	1-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01- 0,005 мм	0,005- 0,001 мм	0,001 мм
Лог Гяи	11,44	19,10	27,13	10,29	17,34	14,70
Лог Б. Каран- ги	12,11	28,35	23,80	11,60	11,20	12,94

Для наглядности сказанного приводим данные разных лет наблюдения [4], данные представленные об основных параметрах потоков, протекающих на территории республики.

Основные параметры сезонов дождей

Название года	Дата прохождения дн/м	U_{max} , л/с	ρ , г/м ³	R , (м)	C , ($\frac{m^3}{с \cdot m^2}$)	u , (м ² /с)	Q_0 , м ³ /с	i	W , л/с	de , г/м ³
Армз	20.V.72	6,25	0,328	0,712	56,8	161,1	1006,9	0,017	0,0011	1,21
Нухур	27.VII.75	6,5	0,120	1,1	43,3	153,6	998,4	0,020	0,0045	1,07
Сирза	7.VI.76	7,6	0,447	1,04	37,1	34,9	244,3	0,029	0,0036	1,28
Ул. Худайбер- диева	8.V.76	6,7	0,056	0,65	53,4	7,5	50,3	0,0056	0,0006	1,04
Армз	25.V.76	5,33	0,124	0,70	48,5	5,31	28,3	0,018	0,0031	1,08

Такое большое количество наносонесущих водных селевых потоков объясняется отсутствием селевых очагов и потенциальной селевой массой ~~находящимся~~ выноса материала предыдущим селем.

Определение типа селевого потока — задачи весьма сложная и зависит от многих факторов. Даже опытные исследователи часто не в состоянии, особенно, визуально определить тип селевого потока, если, скажем, в наличии только следы его происхождения. Однако вопрос этот в значительной степени становится определенным, если тип селевого потока приходится определять в период его прохождения по руслу горного водотока.

В лаборатории ИТС ТуркмениНИИТм в 1976-1977 гг. на основании многолетних натурных наблюдений разработана методика определения типа селевого потока (по натурной или расчетной величине объема веса) не только в период его прохождения по руслу горного водотока, но и по следам селевых отложений [5].

По натурным данным установлено, что водные наносонесущие селевые потоки обычно образуются в бассейнах горных водотоков, где имеются значительные площади водосборов с сильно обнаженными склонами (склоны гор не подверженные эрозии на территории ТССР, составляют менее 10% [6]), а потенциальной селевой массы содержится весьма незначительное количество. Примеры водных наносонесущих селевых потоков можно почти ежегодно наблюдать на р.Фирдазике, где формирование других типов селевых потоков мало вероятно, в связи с уменьшением запасов рыхлообломочного материала, лучшей задернованностью и задернованностью склонов и тальвега.

В основном же растительность гор ТССР травянисто-кустарниковая, имеет вертикальную западность; лесопокрытая площадь — 2% от общей площади гор (преимущественно арча) [6]. Водные наносонесущие селевые потоки — особое явление материального мира со своими свойствами, особенностями и присущими только им законами. Поэтому для

более глубокого изучения процессов формирования селевых потоков, критического момента их образования, а так же для разработки способов их регулирования и создания рациональных противоселевых сооружений необходимо развернуть широкую сеть исследования по Программе, разработанной Селевой комиссией СССР, где предусматривалось бы для усиления республиканской организации нести опорных пунктов наблюдения.

«)

В ы в о д ы

Установлено, что на территории республики основной фактор формирования селевых потоков - осадки, выпадающие весной. Наибольшее их количество (60%) приходится на апрель-май.

В Туркменской ССР среди всех зарегистрированных в горных районах потоков селевых или водных - 90% ~~водных нанососетных осадных~~ потоков.

Л и т е р а т у р а

1. Колесников И. С., Авсик Г. А., Матвеев Э. Р. Горы Юго-Восточного Казахстана. Алма-Ата, КазСАН, 1945.

2. Раушенбах Н. С. Некоторые вопросы геологии селев в Казахстане и Средней Азии. - Тр. КазНИГМИ, 1949, вып. 18.

3. Солякина Е. И., Джукитинизов К. Селевые паводки в горах Туркмении. В кн.: Работы Академической гидрометеорологической обсерватории. Ашхабад, 1972, вып. 7.

4. Отчет ТНИИГиМ - "Разработать и внедрить новые типовые и усовершенствовать существующие конструкции противоселевых сооружений".
Амхабад, 1977.

5. К о р о б о в В. Н. Определение типа селевого потока.
Информ. листок № 139 (24202) ТуркменИИТИ Госплана СССР, Амхабад,
1978.

6. Г о п п е А. А. Жизнезащитные мероприятия на Каракумском канале им. В.И.Ленина. Тезисы доклада научно-технического совещания по вопросам повышения эффективности комплексного использования земельно-водных ресурсов в зоне Каракумского канала им. В.И.Ленина. Амхабад, 1967.

А.Т.Белосус, А.И.Мищенко

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЛОКАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Комплекс технических средств локального контроля и регулирования КТС ЛКР "Амхабад" - составная часть аппаратуры общей схемы автоматизации водораспределения на протяженных оросительных системах, описанная в работе [1].

КТС ЛКР "Амхабад" включает:

цифровой датчик технологических параметров, оцифрованных в поле Грея; цифровой дискретный регулятор пропорционального типа с коррекцией длительности управляющего импульса по перепаду уровня верхнего и нижнего бьефов гидротехнического сооружения; цифровое запоминающее устройство с нестираемой, и отсутствием электроэнергии, память, используемое в качестве задающего регулятору.

КТС ЛКР обеспечивает: цифровое измерение технологических параметров, представляющих линейные и угловые перемещения при контроле объектов средствами телемеханики; цифровое регулирование объектов, в том числе и объектов с запаздыванием; цифровое задание уставки средствами телемеханики.

Цифровые датчики технологических параметров

Цифровые датчики технологических параметров, используемые в составе КТС ЛДНР, описаны в работе [2]. Лучшим среди них — кодовый преобразователь уровня жидкости, выполненный на основе кодовой линии, оцифрованной в коде Грея. Этот датчик обладает наименьшим моментом трения среди известных датчиков, что повышает точность измерения, медленно изменяющихся значений уровня воды. Однако он имеет значительные геометрические размеры, создающие определенные трудности при использовании его в качестве датчика положения затворов гидротехнического сооружения.

Универсальным в этом отношении является датчик, выполненный по типу счетчика, шкала которого оцифрована также в коде Грея. Детальные испытания и конструктивная доработка требуют более детального его описания. Датчик содержит кодовые колеса, соединенные между собой механизмом дискретного переключения. Отличительная особенность этого датчика заключается в необходимости переключения кодовых колес старших разрядов кода кодовыми колесами младших разрядов кода с помощью механизма дискретного переключения для развала каждой половинки оборота кодового колеса младших разрядов кода; через каждую половинку его оборота, что обусловлено структурой кода Грея, которой оцифрованы кодовые колеса универсального датчика.

Применение кода Грея для оцифровки кодовых колес и механизма дискретного их переключения, осуществляющего переключение кодовых колес через каждую половинку оборота, позволило создать цифровые датчики без применения средств согласования счетов, что значительно упрощает их по сравнению с известными и исключает грубые ошибки считывания при использовании безымянного кода.

Для обеспечения этих преимуществ на кодовые колеса датчики за-

показывается требуемое число разрядов кода Грея без старшего разряда. Старший разряд используется только на кодовом колесе старших разрядов и записывается лишь для удобства расположения устройства считывания кода, так как без его записи на одной кодовой дорожке необходимо устанавливать 2 элемента считывания кода, сдвинутые на 90° друг относительно друга, что в некоторых случаях неприемлемо.

Поясним это на простейшем примере. Пусть на кодовое колесо требуется записать 3-разрядный код Грея:

```
0 0 0
0 0 1
0 1 1
0 1 0
1 1 0
1 1 1
1 0 1
1 0 0
```

При такой записи второй и третий разряды будут записаны аддитивным по кольцу способом, сдвинутыми на 90° . Таким образом, при необходимости, старший разряд кода может быть сохранен лишь на колесе старших разрядов кода. Для образования кода Грея в многооборотном датчике, на кодовых колесах младших разрядов кода достаточно записи двух младших разрядов. Поэтому старший разряд кода на этих колесах не записывается и не считывается. Коммутация кодовых колес старших разрядов колесами младших разрядов кода осуществляется в момент перехода младших кодовых колес от комбинации 10 к комбинации 10 и от комбинации 00 к комбинации 00, чем и обеспечивается безошибочность считывания кода, так как в этот момент на смежном колесе старших разрядов код изменяется на одну соседнюю комбинацию, отличающуюся от предыдущей лишь в одном разряде кода.

Для выполнения требования ГОСТа по диапазонам измерения предложено две модификации универсального цифрового датчика:

а) 9-разрядный, с двумя кодowymi колесами, обеспечивающий диапазон измерения 0-4 м через каждый сантиметр (512 уровней квантования).

б) 10-разрядный датчик с тремя кодowymi колесами, обеспечивающий диапазон измерения 0-10 м через каждый сантиметр (1024 уровней квантования).

Кроме того, для обеспечения ледовых измерений (измерения уровня воды в водохранилищах) предусмотрен 13-разрядный датчик с тремя кодowymi колесами, обеспечивающий диапазон измерения 0-80 м через каждый сантиметр. Этот датчик получается добавлением одного кодowego колеса к 9-разрядному датчику.

Конструктивно, обе модификации имеют одинаковое исполнение. Однако датчик по п. б), как измерение 32 уровней квантования на каждом диске, может быть упрощен за счет накопления зубчатого передаточного, так как в этом случае применение шкива диаметром 102 мм обеспечивает достаточный момент для надежного переключения кодowych колес. Это позволяет особенно устанавливать кодowych колеса и шкивы для посылки и приемов. При использовании иного, более мощного привода, таким же образом может быть выполнен и 10-разрядный датчик.

Размеры кодowych колес определяются применяемым типом устройства считывания кода, а так же степенью сложности изготовления механизмов переключения. Исходя из этих соображений, оптимальной оказалась длина кодовой шкалы в 1 см на шаг квантования. При этом для датчика по п. а) диаметр кодовой шкалы составляет 102 мм. Такой же диаметр (неоптимальный) принят и для датчика по п. б). При этом, зубчатые колеса механизма переключения для датчика по п. а) содержат 64 зуба, а диаметр N -зубов шестерни равен $1\frac{1}{2}$ мм, а для датчика

ни п. б) соответственно 32 и 30 мм.

Для обеспечения надежной работы датчика в условиях повышенной влажности применено бесконтактное считывание информации с кодовых шкал преобразователя. Съем информации осуществляется с магнитоуправляемых контактов [3]. Однако в отличие от известного способа считывания информации, при использовании которого кодовая шкала содержит магнитные участки, разделенные диамagnetными зазорами, в данном датчике для управления герконами применяем подающие магниты, а кодовые дорожки шкал состоят из ферромагнитных участков, фиксированных постоянными магнитами. Это позволило разрезать способность датчика, а для повышения помехозащищенности при воздействии внешних магнитных полей и для исключения влияния смежных подвижных магнитов на работу герконов, в данном датчике осуществляется их магнитное экранирование [4].

Конструктивные особенности элементов датчика отображены на рис. 1. Датчик содержит кодовое колесо 1, соединенные между собой механическим дискретного переключения 2, включающим зубчатое колесо 3, жестко со связанным через один зубьями 4, 4-зубую жесткую 5 и диск с двумя шпанделями 6. Шкалы кодовых колес 1 нанесены участкими 7 ферромагнитного материала. Элементы считывания 8 имеют магниты 9 для бесконтактного считывания информации и магниты 10, управляющие герконом 11, размещенном в магнитном экране 12. Притяжение магнита 9 к ферромагнитному участку 7 ведет к размыканию геркона, а его отброс при выходе за пределы этого участка - к замыканию. Для лучшего отсраивания магнитов 9, концы ферромагнитных участков 7 фиксированы магнитами 13, направленными противоположными полюсами в сторону той же полюса магнита 9.

Заметим, что для удобства использования датчика совместно с цифровым регулятором, замкнутое состояние геркона определяет кодовый символ "0", а разомкнутое - символ "1".

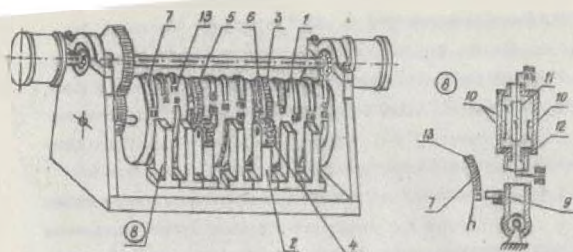


Рис. 1. Устройство цифрового датчика уровня

Ц и ф р о в о й а в т о р е г у л я т о р

Цифровой авторегулятор представляет специализированное вычислительное устройство, которое через интервалы времени, определяемые программным устройством (блоком управления) осуществляет опрос датчика, вычисление модуля и знака редукции рассогласования, преобразование модуля редукции рассогласования в пропорциональную длительность управляющего импульса, обеспечивающего устранение рассогласования и, при необходимости, коррекцию длительности импульса по выбранному параметру (переходу уровня в верхний и нижний сферы гидротехнического сооружения).

Блок-схема регулятора приведена на рис. 2. Регулятор включает цифровой датчик ЦД, цифровой задатчик ЦЗ, блок промежуточной памяти БПР, преобразователь кода Грея в двоичный ЦДГ, двоичный сумматор по числу разрядов кода ЦС, преобразователь "цифра-длительность импульса" ЦДИ, блок зоны чувствительности БЗН.

обслуживания и процессе эксплуатации и имевший нестираемую в отсутствие электроэнергии память. Элемент памяти изображен на рис. 3.

Между полюсами 1 и электромагнита 2 расположены магниты 3, направленные противоположными полюсами в сторону полюсов электромагнита. В зависимости от направления тока в обмотке электромагнита, магниты 3 принимают одно из устойчивых положений, перемена кольцевой магнит 4, установленный на рычаге 5, укрепленном на оси 6. Положение магнитов 3 сохраняется и в отсутствие электроэнергии.

Б л о к п р о м е ж у т о ч н о й п а м я т и

Блок промежуточной памяти выполнен на Д-триггерах, Д-ходы которых соединены с делителями напряжения, параллельно одному ~~сопротивлению~~ ~~последовательности~~ магнитоуправляемым контактам датчика. При замкнутом контакте с датчика считывается кодовый символ "0", так как этот контакт замыкает сопротивление делителя. Запись показаний датчика в блок промежуточной памяти осуществляется импульсом от блока управления. Блок промежуточной памяти служит для исключения ошибок, которые могут возникнуть при отработке рассогласования за счет изменения в этот момент знака рассогласования.

П р е о б р а з о в а т е л ь к о д а Г р е я в д в о и ч н ы й

Преобразователь выполнен на сумматорах по модулю 2, осуществляющих операции:

$$\begin{aligned} A_n &= 1, \\ A_{n-1} &= A_n + A_{n-1} \end{aligned}$$

$$a_{n-2} = a_{n-1} + a_{n-2},$$

где a_n - n -тый разряд двоичного кода,

a_n - n -тый разряд кода Грея.

Благодаря применению преобразователя комбинационного типа, возможность исключается ошибки преобразования.

Двоичный сумматор

Двоичный сумматор обеспечивает получение модуля и знака величины рассогласования. На вход сумматора подается измеренная величина в прямом коде и установка в обратном коде. Кроме того, для получения дополнительного кода, на вход "перенос младшего разряда" подается 1. На выходе сумматора образуется разность между измеренной датчиком величиной и установкой и знак этой разности. Модуль величины рассогласования используется для получения длительности управляющего импульса, а знак величины рассогласования определяет направление его отработки - "поднять" или "опустить".

Преобразователь цифра - длительность импульса

Преобразователь "цифра - длительность импульса" служит для преобразования модуля величины рассогласования в пропорциональную длительность управляющего импульса. В качестве преобразователя используется реверсивный счетчик, управляемый генератором тактовых импульсов и знаковым выходом двоичного сумматора. Входы "запись числа" реверсивного счетчика соединены с выходами соответствующих разрядов двоичного сумматора. Разрешение на запись поступает от

блока управления.

В зависимости от знака рассогласования, тактовые импульсы поступают либо на вход "суммирование", либо на вход "вычитание" реверсивного счетчика. Инертные выходы всех разрядов счетчика объединены схемой "И-НЕ", выход которой соединен через согласующие цепи с цепями размагничивания отработки рассогласования и цепями сброса реверсивного счетчика. После устранения рассогласования, сигналом, поступающим со схемы "И-НЕ", переключенные схемы устанавливаются в исходное состояние.

В качестве генератора тактовых импульсов используются сигналы делителя частоты, переменным коэффициентом деления которого устанавливается своя тактовая частота для каждого объекта регулирования, чем достигается требуемая длительность управляющего импульса.

В случае необходимости, коррекция длительности управляющего импульса также осуществляется путем изменения тактовой частоты генератора в зависимости от величины выбранного параметра коррекции.

Б л о к и н е ч у в с т в и т е л ь н о с т и

Блок зоны нечувствительности служит для повышения устойчивости системы автоматического регулирования уровня при воздействии случайных помех, например, ветра. Рассогласование, лежащее в пределах зоны нечувствительности, регулятор не отрабатывает. При отработке рассогласования, выходящего за пределы зоны нечувствительности, регулятором вырабатывается длительность управляющего импульса, стремящаяся свести рассогласование к нулю, т.е. установить регулируемую величину в середине зоны нечувствительности. Зону нечувствительности образуют устройства, выдающие разрешающий сигнал только после превышения заданной величины рассогласования. В данном

регуляторе для этой цели используются две схемы "И", соединенные согласующими элементами с цепями разрешения отработки рассогласования. Установленная зона нечувствительности составляет ± 1 см.

Цепи разрешения отработки рассогласования

Цепи разрешения отработки рассогласования служат для предотвращения ложного включения исполнительного механизма, а также обеспечивают получение длительности импульса, в точности отвечающей модулю величин рассогласования.

Цепи разрешения отработки рассогласования включают 3 триггера и 2 схемы "И": 2 триггера определяют направление отработки рассогласования, а 3-й — начало отработки.

Для образования сигнала разрешения необходимыми условиями являются: а) величина рассогласования, модуль которого превышает установленную зону нечувствительности; б) запись знака рассогласования в один из триггеров направления отработки рассогласования.

При выполнении этих условий, разрешающий сигнал с блока управления опрокидывает триггер разрешения отработки рассогласования и осуществляется его отработка — исполнительный механизм включает рабочий орган на время, равное длительности управляющего импульса, опуская его или поднимая, в зависимости от знака рассогласования.

Блок управления

Блок управления обеспечивает последовательность операций, выполняемых блоком пиротного регулятора. Он содержит реле времени, вы-

работывающее последовательно сигналам, обеспечивающие выполнение следующих операций: а) длительность паузы цикла регулирования; б) контрольный сброс всех блоков регулятора; в) запись показаний датчика в блок промежуточной памяти; г) запись модуля величины рассогласования в преобразователь "цифра — длительность управляющего импульса"; д) разрешение на отработку величины рассогласования.

В качестве реле времени используется счетчик, вход которого соединен с генератором тактовых импульсов.

Испытание комплекса технических средств локального контроля и регулирования ИТС и ИКР "Амхабад", проводившиеся в течение 1977-78 гг. показали его преимущества в подборе параметров настройки, отвечающих конкретным параметрам регулируемого органа (скорости изменения затворов ИТС), в быстродействии и точности регулирования, а так же в повышении устойчивости системы автоматического регулирования при воздействии внешних помех.

Л и т е р а т у р а

1. Белоус А. Т., Сацаров Б. Основные вопросы автоматизации водораспределения на протяженных оросительных системах. В сб.: "Мелиорация земель в Туркменистане. Ташкент, 1978 впп, 4.

2. Белоус А. Т. Цифровые датчики технологических параметров. В сб.: Водохозяйственные исследования в Туркменистане. Амхабад. Нам. 1977.

3. Белоус А. Т., Рогачевский Л. Я. Преобразователь "угол-код", авторское свидетельство № 449362.

4. Белоус А. Т., Рогачевский Л. Я. Преобразователь "угол-код", авторское св. № 576579.

5. Белоус А. Т., Микенко А. И. Запоминающее устройство, авторское свидетельство № 516745.

АКТУАЛЬНОСТЬ ХОЗРАСЧЕТА В ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

1

Одним из важнейших показателей научно-технического прогресса в орошении - рациональное потребление водных ресурсов. В масштабе СССР на долю орошения уже сейчас приходится примерно половина потребляемой воды. В зоне Каракумского канала на орошение используется более 90% стока, значит основным потребителем воды являются сельскохозяйственные предприятия. Строятся закрытые системы, а магистральные каналы оснащаются противофильтрационными покровами. Реконструируются старые ирригационные системы с целью повышения их коэффициента полезного действия. Уже сегодня известно, что реконструкция систем даже в ближайшем будущем полностью не устранист дефицит водных ресурсов в таких крупных регионах как Средняя Азия и Казахстан. Поэтому необходимо ускорить переброску части стока Сибирских рек.

Эффективность ирригационно-мелиоративных мероприятий можно повысить созданием экономических условий, постоянно стимулирующих снижение потерь оросительной воды. Более действенным и конкретным [о]

ной стимуляции может стать перевод оросительных систем на хозрасчет.

Использование воды, особенно в вегетационный период убедительно показывает, что без применения таких экономических рычагов как хозрасчет, орошение не даст необходимого эффекта. На сопредельном этапе развития орошения, особенно в зоне Каракумского канала, где осуществляется широкое освоение целинных и залежных земель, вопрос хозрасчета приобретает особую актуальность. Анализ производственной деятельности управления оросительных систем и водопотребителей показывает, что существуют различные формы хозрасчетных отношений между государственными оросительными системами и водопотребителями.

При элементарном хозрасчете или, так называемом внедрении элементов хозрасчета управления оросительных систем (УОС) находятся в прямой бюджетной финансировании. Вода в пределах плана отпускается хозяйствам бесплатно, а сверхплановый отпуск воды оплачивается водопотребителем из собственных доходов. Хотя и существует такая форма хозрасчетных отношений, но внедрение в производство этой формы менее эффективно, поскольку водопотребители не находятся под контролем и стараются не выявлять сверхплановое получение воды.

В частном хозрасчете УОС связаны с бюджетного финансирования. Ассигнования на эксплуатацию орошаемых систем перечисляются через районные управления сельского хозяйства, которые, в пределах плана, оплачивают УОС каждый кубометр поданной воды. Сверхплановое водопотребление оплачивается водопользователями из собственных доходов. По этой форме хозрасчета работают все УОС Киргизской ССР. На наш взгляд основной недостаток этой формы хозрасчета то, что требуется функционирование посреднического звена — районных управлений сельского хозяйства. Было бы гораздо луч-

те, если бы Уош имели взаимоотношение непосредственно с водопотребителями.

При наполном или компанируемом хозрасчете Уош снимается с бюджетного финансирования и осуществляет свою деятельность за счет поступлений на воду. Расходы колхозов и совхозов на воду, в размере плановых затрат на эксплуатацию и капитальный ремонт систем, возмещаются путем снижения обязательных платежей в бюджет. В результате исследования хозяйств Тедженского (хлопкового направления) и Анхабадского (плодовощного направления) районов нами доказано, что полностью возмещать стоимость воды в Тедженском районе лишь некоторые передовые хозяйства - колхозы "Правда", "Победа" и совхоз "Теджен". В остальных же хозяйствах стоимость воды возмещается лишь частично, около 50%.

Необходимо отметить, что применение хозрасчета при помощи регулирования обязательных платежей в бюджет не совсем верный путь к переходу на новую систему планирования и экономического стимулирования. Дело в том, что эти платежи - источник дохода государства и предназначаются для финансирования определенных мероприятий народного хозяйства, социально культурных мероприятий и обороны. С другой стороны платежами в бюджет финансовые органы осуществляют контроль за деятельностью хозяйств - водопотребителей по выполнению плана производства, особенно по обеспечению рентабельной работы. Отсюда следует, что внедрение этой формы хозрасчета невозможно.

Регулируемый хозрасчет также осуществляется путем регулирования цен. На сумму издержек по доставке планового объема воды в хозяйства, водопользователям необходимо будет платить цену на сельскохозяйственные продукты. Эта форма также имеет крупные недостатки. Переход к хозрасчету путем регулирования цены на сельскохозяйственные продукты сопровождается увеличением себестоимости хлопка и других продуктов сельского хозяйства. Повышение цен на хлопок - сырец

не так заметно, чем на плодосовные продукты, непосредственно потребляющиеся населением. С другой стороны регулирование цен является одной из сложных проблем, связанных с многими отраслями (текстильной, легкой, пищевой) народного хозяйства. Научные исследования, проведенные нами в 1975 г., еще раз доказывают сложность ценообразования и переход Уос к хозрасчету путем регулирования цен.

При **п о л н о м** хозрасчете Уосы полностью снимаются с бюджетного финансирования и существуют за счет средств, поступающих за воду. Водопотребители возмещают не только затраты, связанные с содержанием Уос, но и обеспечивают получение плановых накопления.

Эта форма самая прогрессивная и надежная во многих других отраслях промышленности и строительства. Но в настоящее время переход Уосов на полные хозрасчет не во всех хозяйствах возможен. Имеются трудности, связанные с сезонностью работы оросительных систем. Максимальный объем воды в канале подается в вегетационный период, зимой водоподдача резко падает. Зимой Уосы используют для работ по очистке и ремонту сети, связанные с крупными расходами. Доходы же хозрасчетного Уос прямо пропорциональны объему водоподдачи. Другая трудность связана с планированием водопользования. Планы водопользования, составленные по так называемым **лучшим** обеспеченным нормам и срокам полива, носят чисто теоретический характер. В результате многочисленных корректировок, связанных с изменением источника орошения, климатических, агротехнических и организационных факторов первоначальный план водопользования изменяется. Более того, такое планирование при хозрасчете создает финансовые трудности. В **отдающие** периоды года в результате сложившейся обстановки плановый объем воды не забирается и для Уос создается затруднительное положение, в другие периоды плановый объем воды оказывается недостаточным и водопотребители должны оплачивать сче-

важнейший водозабор. Поэтому планирование водопользования необходимо упростить и приобщить к практике водораспределения. Одна из важнейших задач при внедрении хозрасчета - полное обеспечение сельскохозяйственных предприятий приборами. Автоматизация, телемеханизация сети. В настоящее время основой учета воды служит русловый метод измерения расхода вертушкой, степень точности которого зависит от частоты измерений, постоянства канала, квалификации исполнителя и т.д. Измерение расхода вертушкой в крупных каналах связано с большими затратами труда и денежными средствами. Перевод УРС на хозрасчет непосредственно зависит от улучшения водопользования, рационального использования земельных и водных ресурсов, что приведет к увеличению сырья и продовольственной базы нашей республики.

УДК 621.879.456:627.744

В.Д. Дях

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ ВИБРОКОШЕНЫМ
ГРУНТОЗАБОРНЫМ УСТРОЙСТВОМ ЗЕМСНАРЯДА

На гидротехнических и мелiorативных объектах республик Средней Азии способом гидромеханизации осуществляется строительство и реконструкция отстойников, каналов и коллекторов, возводятся земляные плотины и дамбы, земснаряды практически незаменимы на русловыправительных работах, реконструкция ныне действующих магистральных строительных и осушительных каналов, при очистке ирригационных систем от заиления.

Суммарный объем гидромеханизированных работ, ежегодно выполняемых в Средней Азии - около 180 млн.м³, причем связные наносные отложения и глинистые грунты У-УІ группы разрабатываются земснарядами в объеме 60-70 млн.м³, т.е. 35-50% от суммарного объема.

Разработка слегающих наносных отложений и глин У-УІ групп в настоящее время ведется только земснарядами типа 300-50 и ДЗР-250 оборудованными фрезами КПИ, СИСШНИСа, а также открытыми фрезами с зубьями чехословацкого производства. Если месячная производительность ДЗР-250 на строительстве каналов в грунтах II-IV группы находится в пределах 70-95 тыс.м³, то в условиях глин она умень-

шается до 30-35 тыс. м³, а себестоимость землесосной разработки возрастает с 0,55-0,6 р/м³ до 1,0-1,2 р/м³, т.е. практически в 2 раза.

Возможность значительного повышения производительности земснарядов при разработке тяжелых связных грунтов целесообразно искать на пути совершенствования ковшовых рыхлителей - скатателей, проосор грунта в которых практически сведен к минимуму и вследствие "закрытого" всасывания из полости ковша, в нем можно готовить гидросмесь объемной консистенцией не менее 25%, т.е. в достаточной степени загружать грунтоперевозящую часть земснаряда. Для снижения тяговых усилий, предохранения поверхностей рабочего органа от налипания на них грунта использован вибропривод. В результате исследований, проведенных в ТуркмениНИИТИ изучены закономерности виброрезания связного грунта, установлены функциональные связи между параметрами изучаемого процесса, разработана конструкция виброрезающего грунтозаборного уст осыва земснаряда.

Полный расход мощности N на процесс подводной разработки связного грунта виброковшовым грунтозаборным органом земснаряда складывается из мощности N_1 на преодоление тягового сопротивления перемещению ковша в забое и мощности N_2 вибропривода ковша.

$$N = N_1 + N_2 \quad (1)$$

При установившемся движении

$$N_1 = \frac{P_t \cdot v_n}{\eta_s} \cdot \text{мощ}, \quad (2)$$

где P_t - тяговое усилие;

v_n - скорость напильнирования;

η_s - к.п.д. лебедки.

Значину P_t можно определить из измерения, полученного на базе

проведенных исследования

$$P_r = 45 \delta h C_{\text{гг}} \left(\frac{V_{\text{гг}}}{A \omega} \right)^{0.5}, \text{ кН.} \quad (3)$$

где δ - ширина козла;

h - толщина срезаемого слоя;

$C_{\text{гг}}$ - плотность грунта, измеренная плотномером ДорНИИ;

A, ω - амплитуда и частота колебания рабочего органа.

Затраты мощности вибратора определяется по выражению:

$$N_{\text{в}} = \frac{N_{\text{рез}} + N_{\text{вс}}}{\eta_{\text{в}}}, \text{ кВт,} \quad (4)$$

где $N_{\text{рез}}$ - потребляемая мощность вибратора на разработку грунта;

$N_{\text{вс}}$ - мощность, необходимая на преодоление сопротивления водной среды в процессе колебания козла;

$\eta_{\text{в}}$ - к.п.д. вибратора.

Численные значения $N_{\text{рез}}$ и $N_{\text{вс}}$ определяются по предлагаемым зависимостям

$$N_{\text{рез}} = 210 V_n \delta h C_{\text{гг}}^{3/4} \left(\frac{V_{\text{гг}}}{A \omega} \right)^{3/4}, \text{ кВт,} \quad (5)$$

$$N_{\text{вс}} = 15 \cdot 10^{-5} \frac{V A \omega}{\gamma}, \text{ кВт,} \quad (6)$$

где V - кинематический коэффициент вязкости воды.

Критерий эффективности работы рыхлителя земснаряда - мощность его прохода, отнесенная к 1 м³-часовой производительности земснаряда по грунту. Этот показатель, в частности, даст возможность определить область оптимального использования гидроконтного устройства и провести его сравнение с существующими грунтозаборными устройствами, работающими в условиях тяжелых связных грунтов.

Для козла рабочего органа удельные энергозатраты α на вибропривод

могут быть записаны в виде

$$\alpha = \frac{N_{гр1} + N_{гр}}{P_0 \cdot Q_{гр}} \quad (7)$$

где $Q_{гр}$ - часовая производительность комбового устройства, определяемая по зависимости

$$Q_{гр} = 3600 v_n v h k_{гр} \quad (8)$$

в выражении (8) скорость папильонирования имеет размерность м/г

$k_{гр} = 0,95$ - коэффициент просора грунта из коша.

С учетом формул (5), (6) и (8) получаем

$$\alpha = \frac{210 v_n v h C_{уд} \left(\frac{v_n}{A \omega} \right)^{1/4}}{3600 v_n v h k_{гр} P_0} + \frac{15 \cdot 10^{-6} \frac{B A \omega}{V}}{3600 v_n v h k_{гр} P_0} \quad (9)$$

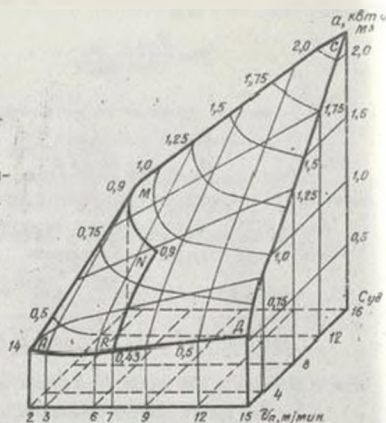
Если подставить в полученную зависимость величину $k_{гр} = 0,95$
 $\gamma = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, приняв толщину срезаемого слоя грунта $h = 0,5 \text{ м}$, то энергоёмкость процесса чисторезания имеет вид:

$$\alpha = \frac{0,615 C_{уд} \left(\frac{v_n}{A \omega} \right)^{1/4}}{P_0} + \frac{0,000 A \omega}{v_n P_0} \quad (10)$$

Полученное выражение сделало возможным анализировать удельные энергозатраты по скорости резания и прочностным свойствам грунта. По зависимости (10) проведены соответствующие вычисления, позволяющие построить фигуру $\alpha = f(v_n, C_{уд})$, изображенную на рис. 1. Поверхность ABCD фигуры представляет собой численные значения энергозатрат чисторезающего коша, отнесенные к часовой производительности машины в зависимости от изменения скорости резания и прочности связного грунта. Из рисунка видно, что рост энергоёмкости наблюдается как при увеличении прочности грунта, так и с возрастанием скорости резания.

По данным Б.М.Викундина / 1 / удельная мощность привода фрезера

Рис. 1. Функциональная зависимость энергоемкости подводного резания связного грунта виброковшовым рыхлителем от прочности грунта $C_{уд}$ и скорости резания



ных рыхлителей при их работе в плотных глинах составляет 0,75 – 0,9 $\frac{\text{кВт} \cdot \text{м}^3}{\text{с}}$. Рекомендуемая лабораторией гидромеханизации КПИ скорость пальчикования при фрезеровании связного грунта находится в пределах 3-7 м/м. Для сравнения по грунтовым условиям предлагаемого виброковшового устройства с современными фрезами земснарядов на поверхности фигуры выделен участок, соответствующий энергоемкости подводного фрезерования, ограниченный сверху энергоемкостью фрезерования, в справа – скоростью пальчикования. Анализ участка показывает, что при равенстве энергоемкости обоих процессов область использования виброковшового рыхлителя ограничивается связными грунтами, для которых $C_{уд} = 7-16$. Такая прочность, согласно исследованиям А.Н.Селенина [2], означает

пористые глины при влажности 24-34%, что соответствует условиям подвальной разработки. Можно констатировать тот факт, что энергоемкость виброрезания грунта соответствует энергоемкости фрезерования в одинаковых грунтовых условиях. Вместе с тем широкоходовое устройство имеет ~~преимущество~~ перед фрезами. Вследствие того, что грунт засасывается из полости ковша, просер грунта смодится практически к минимуму (%), консистенция гидросмеси можно поднимать до 1:4. Это дает возможность оптимально загрузить гидротранспортирующую часть земснаряда. Для удержания виброрезателя в рабочее практически не требуется дополнительных усилий пригрузки, что позволяет использовать земснаряды малой и средней производительности при разработке тяжелых глин. Однако для виброрезания таких грунтов необходимо оснастить указанные земснаряды энергетическим оборудованием, мощность которого достаточна для ведения процесса.

Л и т е р а т у р а

1. И л у н д и н Б. М. Землесосные снаряды. М., Энергия, 1973.
2. З е д а ш и н А. Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. М., Машиностроение, 1968.

В.Д. Лях

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛЕБАНИЯ ВИБРОРЕЗУЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА
ПРИ ПОДВОДНОЙ РАБОТКЕ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ

Рассмотрим колебания виброкошного рыхлителя в подводном состоянии. Грунт режется с отделением стружки. Вибратор, смонтированный на раме сосуда земонаряда, сообщает колебания ковшу, направление которых ~~перпендикулярно~~ направлению резания.

Как установлено многими исследователями [1,2,3], характер взаимодействия виброкошного органа с грунтом в направлении действия вынуждающей силы с достаточной точностью может быть описан линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами.

Если вибрационное устройство рассматривать как жесткое тело с одной степенью свободы, а связный грунт представить моделью с упруго-линейными свойствами, тогда с учетом демпфирующего сопротивления воды система виброрыхлитель-грунт будет находиться под воздействием вынуждающей синусоидальной силы, сил упругости грунта и стружки вибратора, а также сил вязкого сопротивления грунта и воды, пропорциональных скорости виброперемещения (рис. 1). В результате чего движение системы будет описываться дифференциальным уравне-

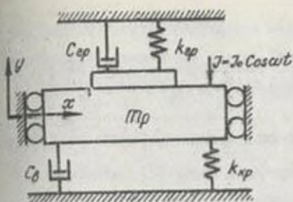


Рис. 1. Схема механического взаимодействия виброрезающего рыхлителя с обрабатываемой средой

нием

$$(m_p + m_{ep})\ddot{y} + (C_{ep} + C_{\theta})\dot{y} + (k_{ep} + k_y \theta \ell_{ex} \cos \alpha)y = J_0 \cos \omega t, \quad (1)$$

где m_p — масса вибрирующих частей рыхлителя;

m_{ep} — масса слоя грунта, вовлеченного в колебательный процесс;

C_{ep}, C_{θ} — коэффициенты вязкого сопротивления грунта и воды;

k_{ep} — жесткость пружины вибратора;

$k_y \theta \ell_{ex} \cos \alpha$ — жесткость срезаемого слоя грунта, приведенная к направлению вибрации [4], здесь k_y — динамический коэффициент упругого сжатия грунта; θ — ширина рабочего органа; ℓ_{ex} — длина периодически сжимаемых участков грунта при виброрезании;

α — угол резания;

J_0 — амплитуда возмущающей силы вибратора;

ω — угловая частота возмущающей силы.

Решение уравнения (1), отвечающее установившимся колебаниям системы грунт — виброрыхлитель, примет вид [5]

$$y = A \cos(\omega t - \varphi). \quad (2)$$

Амплитуда вынужденных колебаний рабочего органа A найдется после подстановки решения (2) и его первой и второй производных в

уравнение (1)

$$A = \frac{J_0}{\sqrt{[k_p + k_y \beta \cos \alpha \cos \varphi] (m_p + m_{sp}) \omega]^2 + (C_{sp} + C_0)^2 \omega^2}} \quad (3)$$

Разность фаз между вынужденными колебаниями рыхлителя и возмущающей силой вибратора будет

$$\varphi = \arctg \frac{(C_{sp} + C_0) \omega}{k_p + k_y \beta \cos \alpha \cos \varphi (m_p + m_{sp}) \omega^2} \quad (4)$$

Частота и амплитуда колебаний режущего устройства - заданные величины, т.к. находятся в функциональной связи с принятым режимом виброрезания (с отрывом или без отрыва ножа от грунта), скорости резания, динамических свойств грунта, а также от ширины, толщины и угла резания. Исходя из этого, практический интерес представляет установление на базе уравнения (3) амплитуды возмущающей силы вибратора достаточной для поддержания режима виброрезания с периодическим отрывом передней грани клина от грунта. Для этого частота колебаний ножа должна назначаться так, чтобы соблюдалось условие [4]:

$$\omega > \omega_0$$

где ω_0 - собственная частота колебаний срезаемого слоя грунта

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_y \beta \cos \alpha}{m_{sp}}}$$

Если в зависимости (3) вместо амплитуды колебания A также подставить ее значение [4]

$$A = \frac{2.5 V_n}{\alpha_n} \lg d + \frac{\beta_0}{k_y} \cos d$$

где V_n - скорость резания;

β_0 - удельная вязкость грунта,

то номинал амплитуда возмущающей силы вибратора, обеспечивающая резонансный режим виброрезания, будет

$$F_0 = \left(\frac{2N_g v_n}{\omega} \operatorname{tg} \delta + \frac{G_k}{k_y} \cos \delta \right) \times \\ \times \sqrt{[(k_p + k_y \operatorname{ctg}^2 \delta \cos \delta) - (m_p + m_{np}) \omega^2]^2 + (C_p + C_g)^2 \omega^2}.$$

В зависимости (5) вошли коэффициенты C_{np} и C_g , характеризующие силы вязкого сопротивления грунта и водной среды. Для их определения воспользуемся применяемой в теории вибронами формулой средней мощности, затрачиваемой вибратором на поддержание колебаний заданного режима в среде с вязкими свойствами [5]

$$N_{np} = \frac{C_{np} A^2 \omega^2}{2}. \quad (6)$$

Тогда коэффициент вязкого сопротивления грунта

$$C_{np} = \frac{2 N_{np}}{A^2 \omega^2} \quad (7)$$

и воды

$$C_g = \frac{2 N_g}{A^2 \omega^2}. \quad (8)$$

В выражениях (7) и (8) N_{np} и N_g соответственно средняя мощность, расходуемая вибратором на процесс виброрезания грунта и мощность, теряемая на рассеивание колебаний в водной среде, значения которых можно установить только на базе экспериментальных исследований.

Таким образом, расчетная зависимость (5) дает возможность найти возмущающую силу вибратора с учетом физико-механических характеристик разрабатываемого грунта, скорости резания, размеров срезаемого слоя, угла резания, а также демпфирующих сил сопротивления водной среды.

Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в П. Н. Исследование процесса подводной разработки песчано-гравийных грунтов вишневыми с вибраторно-гидравлическими рыхлителями. Автореф. на соиск. учен. степени канд. технических наук. М., 1972.

2. Д о к т о р Ф. Н. Применение вибраторно-механических устройств при разработке тяжелых грунтов. В сб.: Гидромеханизация при разработке тяжелых грунтов. М., ЦНИИЭСТРОМ, 1968.

3. Д у б р о в с к и й А. А. Вибраторная техника в сельском хозяйстве. М., Машиностроение, 1968.

4. И л х В. Д. Исследование закономерностей взаимодействия вибраторного органа со связанным грунтом. В сб.: Мелиорация земель в Туркменистане. Ташкент, 1979.

5. Г о н ч а р е н ч и к И. Ф., С е р г е е в П. А. Вибраторные машины в строительстве. М., "Маши", 1963.

6. Вибраторные машины в строительстве и производстве строительных материалов. М., Машиностроение, 1970.

УДК 624.131.4.001.5:627.824.32

Р.Б. Утяганов

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСОЛИДАЦИИ ПЫЛЕВАТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ, НАМЫТЫХ МЕЖДУ ПРОДОЛЬНЫМИ ВАЛАМИ

Опыты, проведенные на строительстве дамб Каракумского канала показали, что применение сухой отсыпки сокращает время консолидации намытого суглинистого грунта на 25-30%.

Однако, как выяснилось в натурных исследованиях, отсыпка сухого грунта по намытому на большой площади затруднена непреходимостью техники по незаконсолидированной грунтовой массе. Кроме того, отсыпка сухого грунта как самостоятельная операция значительно удорожает строительство. Поэтому ТуркменНИИГМом совместно с ВНИИГМом и институт "Туркменгазпроводхоз" на основе анализа результатов полунатурных исследований консолидации намытых суглинистых грунтов отсыпкой на него слоя сухого грунта и изучения технологии строительства дамб в зоне Ак-су, предложен новый способ возведения земляных сооружений, преимущественно из лессовых и суглинистых грунтов (а.с. № 667644). Этот способ отличается тем, что в целях ускорения обезвоживания и уплотнения намытого грунта, перед намытом последующего слоя устраивают в нем продоль-

ние оттаивание валов, увеличивающие фильтрацию и испарение влаги.

Производственные исследования консолидации намытого между продольными валами грунта проведены на отрогостельстве правобережной дамбы Каракумского канала в зоне Ак-су (726-7 II км). При этом изучались: 1) влияние процесса намыта между продольными валами на расклатку грунта, уклоны поверхности намыта и унос грунта со сбросной водой; 2) динамика замыва пространства между продольными валами; 3) динамика влагообмена между намытым и сухим грунтом валоов; 4) изменение основных геотехнических показателей намытого грунта.

Технология намыта включала следующие операции: а) устройство на картах продольных оттаивных валов; б) просушка валов до влажности 15-20%; в) последующий намыт грунта слоем, не превышающим высоту гребней валов; г) естественная сушка намытого слоя до влажности 20-25%.

Продольные валы нарезались каналокопателями КЗУ-03, агрегатируемыми тракторами Т-4, ДТ-75 или ДТ-75Б. Воды вырезались перпендикулярно распределительному пульсопроводу и отстояли от него на 1/3 ширины карты, т.е. в промежуточной и прудковой зонах, где консолидация грунта длится 3-5 и более месяцев. Высота валов колебалась в пределах 0,6-0,9 м. Объемная масса и влажность грунта определялись радиометрическими приборами РМВ-2 и ГПВ-2, а также отбором и анализом проб грунта. Прочностные свойства грунта определялись микропенетрометром МВ-2, а фильтрационные опыты проводились с грунтами ненарушенной структуры на приборе КФ-01.

Частицы грунта, в зависимости от их гидравлической крупности, выпадают из потока на различных расстояниях от места выпуска, формируя пляж намыта. Поверхность карты не является примитивной; наибольшую крутизну (0,02) она имеет в начале и минимальную (0,002) - в конце пляжа намыта. В прудке-отстойнике первые 10-20 м имеют уклон 0,015-0,020, затем уклон снижается до 0,005-0,003 и около

обросного колодца приближаются к нулю. Среднее значение уклона поверхности карты намыва равно 0,01. При намыве между продольными валами уклоны поверхности не отличаются от уклонов при обычном раскредоточенном способе намыва суглинистых грунтов.

В опытах по намыву грунта между продольными валами использовался карьерный грунт следующего гранулометрического состава:

Таблица I

Гранулометрический состав карьерных грунтов

Размеры фракции, мм	1,0- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	< 0,005
Содержание фракций в % по весу	2,73	9,11	38,76	18,99	6,32	24,09

При намыве плотин и дамб раскредоточенным способом происходит главное фракционирование грунта по длине пляжа намыва. Наиболее крупные частицы размером 0,25-0,1 мм складываются на расстоянии 20-25 м от места выпуска пульпы, формируя 20-30% объема намывного грунта. Пылеватые фракции, размером 0,05-0,005 мм в начале пляжа составляют 9% , в конце, на расстоянии 90 м от места выпуска - 50%. Фракции размером 0,1-0,05 мм, являющиеся переходными между галькой и песком, распределяются по поверхности пляжа намыва более равномерно и составляют в среднем 50% грунта. Средневычисленный диаметр частиц по пляжу намыва изменяется плавно и при длине пляжа 80-90 м составляет 0,25-0,03 мм. При намыве грунта между продольными валами фракционирование частиц существенно не отличается от состава грунтов при обычном способе намыва. Однако грунт, намываемый между продольными валами, имеет меньшую анизотропность, благодаря чему улучшается фильтрация влаги.

Динамика консолидации грунта, намываемого между продольными валами

ни, основываясь с данными, полученными на контрольном участке шириной 40 м, расположенном на той же карте. В процессе намыва грунта между продольными валами и на контрольном участке объемная влажность подстилающих слоев до глубины 1,2 м в течение 6 сут. увеличилась в среднем с 18 до 33%. Через 16 сут. после прекращения намыва влажность подстилающих слоев грунта уменьшилась в обоих случаях в среднем до 29%. Влажность грунта, намытого между продольными валами, за тот же период уменьшилась до 16,5%, а на контрольном участке всего лишь до 3%.

На основании полученных данных можно утверждать, что между намытым и сухим грунтом валов происходит интенсивный влагообмен. Кроме того, влага, перемещенная из намытого грунта в грунт валов, интенсивно испаряется, о чем свидетельствует наличие большой засоленности на гребнях, составляющей в среднем по всей карте 2,8%. В засоленности грунта, намытого между продольными валами и на контрольном участке соответственно составляет 0,28 и 0,38%. Наличие большой засоленности на гребнях наблюдалось также визуально.

Динамика влагообмена между намытым и сухим грунтом валов изучалась на участке дамб (ПК2). Продольные валы имели высоту в среднем 0,8 м и начинались в 10 м от пульпопровода. Слой намыва составлял 0,5 м. Для определения динамики влажности отбирались пробы грунта на гребне валов и в свеженамытом грунте на глубинах 20, 40 и 60 см от дневной поверхности. На основании полученных данных построены графики, характеризующие динамику влагообмена между свеженамытым и сухим грунтом валом (рис. 1). График показывает, что после прекращения намыва процесс увлажнения грунта валов, начавшийся в период намыва, продолжается. Весовая влажность увеличилась с 6,8-12,6% в начале намыва до 16-25% через 1 сут. после его прекращения. Далее за счет интенсивного испарения с незакрытой части гребней, уменьшается влажность грунта валов и за 7 сут. она состав-

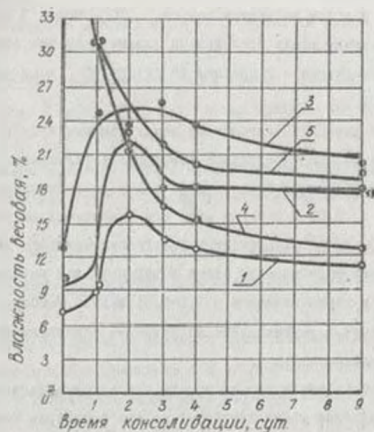


Рис. 1. Динамика влагообмена между намытым и сухим грунтом продольных валов

1 - 20 см от гребня вала;

2 - 40 " " "

3 - 50 " " "

4 - 20 см от поверхности намыва между валами;

5 - 30 " " "

дает 10,6% на глубине 20 см и 20% на глубине 60 см. Влажность намытого между валами грунта, благодаря впитыванию влаги сухим грунтом гребней и ее испарению уменьшится, достигая за 7 сут. значения 12,5 и 18,6%, соответственно на глубине 20 и 60 см.

Прочность грунта в опытах оценивалась по показаниям микропенетометра МВ-2 с углом раскрытия конуса 30° . Через 3 сут. после прекращения намыва между продольными валами удельное сопротивление пенетрации грунта — в среднем по створу 40, а на контрольном участке 30 кПа.

Для оценки динамики влагообмена между намытым и сухим грунтом гребней валов на ПК2 определялся коэффициент фильтрации в различных точках. В исходном состоянии грунт валов имел коэффициент фильтрации от 0,1 до 0,03 м/сут., по мере его улаживания он уменьшался до 0,001–0,006 м/сут. Коэффициент фильтрации намытого между валами грунта и грунта подстилающих слоев в вертикальном направлении — 0,1–0,006, а в горизонтальном — 1,0–0,01 м/сут. Небольшой коэффициент фильтрации в вертикальном направлении обуславливается олонистостью намытого грунта.

В связи с олузгиванием потока пульпы при ее растекании по пляжу намыва и вследствие малых скоростей на его периферии пылеватые и глинистые частицы образуют в намытом грунте малопроницаемую для фильтрационного потока пленку. Нарезая на карте намыва продольные отвалыные вали, мы тем самым нарушаем сплошность этой пленки, что приводит в конечном счете к ускорению водоотдачи свеженамытого грунта и валов с подстилающими слоями.

В ы ы ы

Средневзвешенный диаметр частиц грунта, намытого рассредоточенным способом из пылеватых суглинистых карьерных грунтов, содержащих 85% и более фракции менее 0,1 мм, в начале пляжа при его длине 80–90 м — 0,23, а в конце — 0,03 мм. При намыве грунта между продольными валами происходит также дефракционирование грунта по

длине явты.

Среднее значение уклонов по всей поверхности карты намина -
- 0,01.

Удельное сопротивление пенетрации грунта, намытого между продольными валами, через 10-15 сут. после прекращения налива не ниже 10 кПа.

Консолидация намытого грунта происходит за счет выдоживания между намытым и сухим грунтом валов, а также испарения с ее незанятых гребней.

При намыте грунта между продольными валами время его консолидации, по сравнению со временем консолидации обычным способом, уменьшается на 30%.

Намыт между продольными валами с целью сокращения времени консолидации целесообразно применять при доведении плотин и дамб на лесовидных и пылеватых суглинистых грунтах.

Б.М. Дворец

РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ КРУПНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ ЧАРДЖОУСКОГО ОАЗИСА

В Чарджоуском оазисе имеется 16 крупных магистральных каналов, берущих начало из р. Амударьи, проходящих некоторые расстояния по пойме реки и выходящие на надпойменные террасы. В пределах поймы они пересекают полосу тугаев, а на надпойменных террасах орошаемую зону - поливные поля, передоги, залены, песчаные массивы. В связи с этим на площади каждого из перечисленных ландшафтов влияние каналов на режим грунтовых вод осложняется воздействием некоторых других факторов. Одна из особенностей режима в зоне влияния - распространение его площади и вне узких полос.

Песчаные отложения, представленные мелкозернистыми песками, в верхней части разреза перекрыты супесчано-суглинистыми грунтами мощностью 1 - 4 м. Грунтовые воды залегают на глубине 0,5-3 м.

В зоне влияния магистральных и ирригационных каналов под влиянием почти круглогодочной фильтрации (9-10 месяцев в году) формируются слабоминерализованные грунтовые воды (1-2 г/л). На заленях и передогах, находящихся вблизи каналов, минерализация грунтовых

вод возрастает до 2-4 г/л. По химическому составу грунтовые воды с минерализацией до 1 г/л - смешанные, а с минерализацией 2-4 г/л - хлоридно-натриевого состава. Несмотря на значительную пестроту химического состава грунтовых вод по площади, состав их во времени остается более или менее постоянным. Характерная особенность химизма грунтовых вод на прилегающих к каналам участках - распространение пресных грунтовых вод на глубину до 20-25 м и более метров. За пределами зоны влияния каналов минерализация грунтовых вод с глубиной возрастает значительно интенсивнее.

Влияние магистральных каналов на режим уровня грунтовых вод изучалось путем сопоставления горизонтов воды в каналах и уровня грунтовых вод по двум створам наблюдательных скважин (в Каракумском канале в районе пос. Кызыл-Аяк и Коссага-Даркинского на его западе г. Дербент).

Анализ режима грунтовых вод в зоне влияния ирригационных каналов в целом по оазису проведен по данным 35 одиночных наблюдательных скважин, расположенных на небольшом расстоянии (до 200-300 м) от каналов. Так как грунтовые воды залегают на небольшой глубине от поверхности (до 3 м), взаимосвязь фильтрационных вод ирригационных каналов и грунтовых вод происходит в стадии подпитки фильтрации. В этих условиях существенную роль в режиме грунтовых вод играет гидравлическая связь между водами каналов и грунтовыми водами.

Режим грунтовых вод в зоне магистральных каналов формируется под влиянием инфильтрации воды из ирригационных каналов и испарения, достигавшего значительных размеров, ввиду сухого жаркого климата и неглубокого залегания уровня грунтовых вод. По данным Чардынского УОС коэффициент полезного действия ирригационных систем в целом по оазису - 0,55-0,60. Следовательно, около 40-45% воды, собираемой каналами, расходуется на фильтрацию в грунт и испарение.

Сезонный режим грунтовых вод в зоне магистральных каналов в зависимости от местных условий различен: резкий подъем уровня в конце февраля, начале марта на 0,75-1,50 м с максимумом в апреле. Далее в течение 2-3 месяцев наблюдается понижение уровня на 0,25-0,50 м, сменяющееся вторым подъемом грунтовых вод в июле-августе. Затем до конца года уровень грунтовых вод непрерывно понижается к минимуму в декабре или январе. В зависимости от местных условий второй пик в ряде скважин не проявляется. Таким образом, в зоне влияния крупных ирригационных каналов наблюдается 2 пика: весенний (апрель) — сравнительно большой, образование которого связано с промышленными и предпосевными поливами и летний (июль-август), обусловленный вегетационными поливами. Высота весеннего подъема уровня — 1,2-1,5 м, а летнего — 0,60-0,90 м. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод в зоне влияния магистральных каналов изменяется от 45 до 187 см. Скорость сезонного подъема грунтовых вод колеблется в пределах от 8 до 54 см/мес, а спада — от 4 до 25 см/мес.

Средняя годовая глубина грунтовых вод в зоне влияния каналов на протяжении 1962-1977 гг. изменялась в небольших пределах (5 - 25 см), увеличиваясь в отдельных случаях до 30-50 см, что связано с особенностями орошаемого земледелия — изменением расходов воды в каналах, развитием коллекторно-дренажной сети, севооборотом, освоением перепадов и залежей и т.п. Большое влияние на режим грунтовых вод оказывают Каракумский и Боссага-Керинский каналы. Режим колебания уровня грунтовых вод в наблюдательных скважинах, расположенных в зоне влияния этих каналов аналогичен режиму других каналов оазиса.

В зоне влияния каналов минерализация грунтовых вод по мере удаления от каналов постепенно увеличивается. Но такая последовательность смены минерализации грунтовых вод часто нарушается. В связи

с разнообразием характера массивов, прилегающих к каналам-пере-
логам, залежи, орошаемые поля и т.п. В этих условиях на засолен-
ных залежах, находящихся вблизи каналов, могут формироваться бо-
лее минерализованные воды по сравнению с орошаемыми массивами,
расположенными на большем расстоянии от каналов. Возможны и более
сложные изменения минерализации грунтовых вод по мере удаления
от ирригационных каналов.

Минерализация грунтовых вод в направлении от Каракумского ка-
нала повышается от 0,35 г/л в 160 м от канала до 2,9 г/л в 1860 м,
а в зоне Боссага-Керкинского канала наблюдается повышение минера-
лизации от 0,43 до 1,84 г/л (110 м), далее минерализация снижается
до 0,58 г/л под влиянием коллекторно-дренажной сети (табл. I).

Таблица I

Минерализация грунтовых вод в зоне магистральных каналов

Канал	Номер скважины	Расстояние от канала, м	Минерализация, г/л
Каракумский	563	160	0,35
	562	500	0,90
	558	1860	2,9
Боссага- Керкинский	609	21	0,43
	610	110	1,84
	611	280	0,67
	612	420	0,58

Химический состав грунтовых вод зоны влияния ирригационных ка-
налов на различных участках очень пестрый. Встречаются воды оне-
шанного, сульфатно-натриево-кальциевого, хлоридно-натриевого и др.
составов. Несмотря на значительную пестроту химического состава
и минерализации грунтовых вод по площади в зоне влияния каналов

состав вод и минерализация по времени остаются более или менее постоянными.

В ы ы о д ы

В зоне каналов режим грунтовых вод формируется под влиянием фильтрационных востерь и передачи гидростатического напора крупных иригационных каналов. Наблюдается два пика подъема - осенний лисогни и летний низкий, образование двумя пиками расходов вод в каналах - предпосевным и вегетационным с максимумом стояния уровня грунтовых вод - в апреле и минимумом в январе-феврале.

Зона влияния каналов достигает 200-300 м, а частично до 500 м, далее перекрываемое такими факторами, как искусственный дренаж и орошение.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВПУСКА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
В ИГЛОФИЛЬТРЫ НА ПРОЦЕСС ВОДОПОПОЛНЕНИЯ

В процессе искусственного водополнения по всасывающей системе иглофильтровой установки движутся вода и воздух. При их движении от наружной поверхности иглофильтра до насосного агрегата давление во внутренней полости системы падает. Преобладающие потери давления имеют место в надфильтровых трубах — вертикальных элементах всасывающей системы установки с относительно большой длиной. В обычных условиях применения установок ЛПУ и УВВ эти потери значительно превышают сумму других потерь давления в системе [1].

Как свидетельствует опыт и расчетные данные при строительстве осушения грунтов с невысокими коэффициентами фильтрации и плохой водоотдачи приток воздуха к иглофильтрам установки во многих случаях оказывается небольшим и по надфильтровым трубам движется преимущественно вода. При этом имеет место незначительное падение давления по длине иглофильтровых труб, определяемое высотой столба транспортируемой воды. Уменьшить величину падения давления при небольшой высоте подъема становится возможным при движении по трубам

2-фазного потока, имеющего меньшую чем вода плотность.

В условиях вакуумного водопонижения установками УВВ выравнивание давления в коллекторе и иглофильтрах целесообразно осуществлять искусственным впуском умеренного количества атмосферного воздуха в каждый иглофильтр установки. Попавший в нижнюю часть надфильтровых труб воздух смешивается с водой, образуя водовоздушную смесь. При этом в трубах создается движение водовоздушной смеси, как это имеет место в трубах эрлифтов, с тем лишь различием, что мелкие и крупные пузыри воздуха под влиянием вакуума приобретают значительно больший объем. Подъем воздушной смеси плотностью отличной от плотности воды, сопровождается меньшими потерями давления (вакуума), чем движение только воды.

Так как во многих случаях несущая фаза - воздух, то плотность такой смеси можно определить по формуле:

$$\rho_{см} = \frac{\rho_{возд} + C_p \rho_{вод}}{1 + C_p \rho_{возд} / \rho_{вод}}$$

где $\rho_{возд}$ и $\rho_{в}$ - плотности соответственно воздуха и воды,

например, при 20°C $\rho_{возд} = 1,16 \text{ кг/м}^3$,

$\rho_{в} = 998,2 \text{ кг/м}^3$;

C_p - массовая (весовая) концентрация смеси.

Как известно из работ В.М.Григорьева [2] и И.С.Боголюбова [3] установки УВВ создают наибольшие повышения в слабопроницаемых грунтах при условии поступления к ним минимального сечения надфильтровой трубы каждого иглофильтра достаточного, но вместе с тем и незначительного расхода атмосферного воздуха. Эффективность работы установки регулируемого вакуумного водопонижения можно оценить вакуумом в приемных звеньях иглофильтров [3]. Очевидно, что оптимальным режим работы такой установки характеризуется минимальными гидравлическими потерями в надфильтровых трубах и высоким

понижения вакуума в иглофильтрах, особенно на их наружных поверхностях [1]. В связи с этим изучен регулируемый процесс водопонижения вакуумной установкой с иглофильтрами, оборудованными игло-чашными вентилями и воздушными трубками [1].

Цель исследования - в оценке влияния искусственного выпуска атмосферного воздуха в иглофильтры на режим работы агрегата и установки в целом, а также на ход понижения уровня грунтовых вод и в отработке приемов регулирования.

Как то и предусматривалось методикой исследования [1], первоначально водопонижение производилось агрегатом УВВ-2 при закрытых вентилях, что соответствовало работе установки с иглофильтрами обмочной конструкции. Затем, после 5-7-суточной откачки, когда давление по наблюдательным скважинам свидетельствовало о некоторой стабилизации понижения, установка эксплуатировалась с постепенным регулированием режима ее работы.

Так, при водопонижении одностадийной установкой на исходе шестых суток откачки в приемном блоке УВВ-2 отмечен вакуум 93,5 кПа, внутри приемных звеньев иглофильтров - 53,7. Уровень грунтовых вод в скважине В 3, расположенной в 8 м от линии иглофильтров, за это время был понижен на 236 см от поверхности земли (табл. I). После первой подрегулировки, которой предшествовал одинаковый по высоте подъем запорных игл над седлами на 0,25 мм, вакуум в приемном блоке УВВ-2 снизился до 90 кПа, а в приемных звеньях иглофильтров возвысился до 59,5 кПа. В дальнейшем для установления целесообразной высоты подъема запорных игл над седлами, позволявшей в течение всего времени работы установки подавать в иглофильтры расходы воздуха, близкие к оптимальным, подрегулировки проводились в несколько этапов [табл. I]. При этом оптимальный расход воздуха $q_{опт}$ создаваемый при данном расходе воды минимальное давление $P_{д.1}$ в нижней части приемных звеньев, определялся по совмещенной характе-

Таблица 1

Изменение параметров вакуумного водопонижения при
регулировании режима работы 1-рядной клиффорной установки

Дата и время опыта	Вакуум, кПа		в промежутке времени		Приток воздуха к 1 клиф., см³/с	Понижение уровня, см	Расход воды, л/с	Высота подъема запорной воды затвора, м
	в патрубке под- соединения		затвора					
	до	после	до	после				
20. XI 8-30	93,5	90,0	53,7	59,5	89,3	236	0,274	0,23
8-40	89,0	85,0	58,0	68,0	159,0	-	0,404	0,30
8-50	88,0	84,0	58,0	69,5	195,0	-	0,272	0,75
9-00	88,0	84,0	73,0	70,0	-	-	0,294	1,00
9-10	82,5	81,7	69,5	70,0	207,0	-	0,264	1,25
9-20	80,0	80,0	67,5	56,5	204,0	250	0,288	1,00
21. XI 12-15	82,8	84,5	59,0	67,0	191,8	255	0,238	0,75
12-30	84,5	82,5	67,0	59,8	95,0	254	0,245	1,00
22. XI 11-30	83,2	-	-	73,5	186,0	260	0,262	1,00
23. XI 10-30	85,2	82,0	77,0	74,0	137,5	269	0,226	1,00
10-40	80,0	-	-	73,5	180,0	-	0,295	0,75
24. XI 10-30	84,5	87,5	69,5	70,0	164,8	256	0,243	0,75
10-40	86,5	87,5	73,5	74,3	160,0	-	0,264	0,50
11-00	86,5	87,5	73,5	74,3	110,0	-	0,264	0,50
25. XI 10-30	83,2	-	-	73,5	123,4	253	0,242	0,375

риотике [2], соответствующей намеченной схеме установки с учетом поправки, учитывающей меньшую длину (550 см), иглофильтров опытной установки.

Регулировки проводились 2-3 раза в сутки: в дневные часы, когда на режим работы насосного агрегата дополнительно влияла высокая температура воздуха, вентили прикрывались на 0,125-0,25 мм; в ночные - вновь приоткрывались. Это позволило осуществить подопливание с неизменно малыми напорами на иглофильтрах.

Анализ имеющихся данных об изменении параметра подопливания: при регулировании режима работы вакуумной установки путем выпуска воздуха в иглофильтры (табл. I) позволяет отметить следующее:

1 Искусственный выпуск атмосферного воздуха в приемные звенья иглофильтров снижает вакуум во всасывающем коллекторе установки и одновременно увеличивает вакуум в приемных звеньях иглофильтров.

2 Диапазон изменения вакуума внутри приемных звеньев иглофильтров весьма значителен: от 53,7 до 74,5 кПа.

Наибольшее значение вакуума (74,5 кПа) отмечается при высоте подъема запорной иглы 0,50 и 0,375 мм. Это обуславливается тем, что в этом случае расход атмосферного воздуха, поступающего в иглофильтр по воздушной трубке близок к оптимальному при данных расходе откачиваемой воды.

Несколько меньшие значения вакуума (56,5-70 кПа) соответствуют таким положениям запорной иглы, когда поступающий через воздушные трубки расход атмосферного воздуха наименьший или увеличен по сравнению с оптимальным его значением.

3 На различных этапах регулирования режима работы установки расход воды значительно больше, чем до регулировки. Наибольший расход (0,4 л/с) наблюдается в первые 0,5 ч после начала регулирования, а наименьший - 0,226 л/с - через 74 часа.

4 Увеличение вакуума в приемных звеньях при выпуске воздуха

приводит к ускоренному снижению уровня грунтовой воды за счет снижения действующего напора на иглофильтрах.

Аналогичное перераспределение вакуума по всасывающей системе и ускоренное понижение наблюдается и при других схемах установок. Так, при работе регулируемой кольцевой установки уровень грунтовой воды в центре кольца за 4 сут. дополнительно снижен с 281 до 312 см при шаге иглофильтров $b = 150$ см и за 30 ч с 224 до 243 см при $b = 300$ см. Между двух рядов иглофильтров за 1 сут. понижение увеличилось с 346 до 375 см при $b = 150$ см и за 4 ч с 258 до 282 см при $b = 300$ см. Полученные результаты подтверждают практическую возможность эффективного использования искусственного потока атмосферного воздуха в иглофильтры для интенсификации водоопитывания в слабопроницаемых грунтах, в том числе и в жарком климате.

Достигнутое в ходе искусственного воздействия на гидродинамический режим грунтовых вод дополнительное понижение уровня различно по величине. Определяется это влиянием на режим работы регулируемой вакуумной установки таких факторов как число присоединенных к коллектору иглофильтров, степень открытия Ventили, расход откачиваемой воды и др. Несмотря на это, данные опытов показывают, что дополнительное вакуумирование дает ощутимый эффект, возрастающий по мере повышения вакуума в приемных звеньях иглофильтров.

Описанный характерный режим регулируемого вакуумного водоопитывания, как это выяснилось при экспериментах на опытной установке, может наблюдаться также в аналогичных грунтовых условиях при замене длиной иглофильтров и их количества, присоединенных к одному насосному агрегату.

Анализ полученных результатов позволяет дать приближенную оценку влияния впуска воздуха в иглофильтры на отдельные параметры водоопитывания в слабопроницаемых грунтах с коэффициентами фильтрации от 1 до 0,03 м/сут. Результаты наших исследований к проработки

В.М. Григорьев [2] показывает, что в указанных грунтах расход одного иглофильтра $Q_{\text{из}}$ редко превышает $50 \text{ см}^3/\text{с}$. Поэтому регулируемый процесс строительного водопонижения установками УВВ будет характеризоваться в этом случае вакуумом в приемных звеньях иглофильтров разным или превышающим 50 кПа и изменявшимся в весьма широком диапазоне $50\text{--}225 \text{ см}^3/\text{с}$ расходами воздуха, поступающих в иглофильтры по воздушным трубкам. Это позволяет при оптимальном режиме работы водопонижительной установки эффективно осушать слабопроницаемые грунты во многих случаях гидромелиоративного строительства в том числе и в жарком климате. Регулируемый процесс вакуумного водопонижения с учетом гидрогеологических, производственных и технологических факторов следует рассчитывать по методике, предложенной В.М. Григорьевым [2]. Им не установлена зависимость излияния давления (вакуума) в приемном звене иглофильтра от отбираемых расходов воды $Q_{\text{из}}$ и воздуха $Q_{\text{гв}}$, отнесенных к одному иглофильтру установок УВВ-1М и УВВ-2.

Из закономерностей для УВВ-2 следует, что в наиболее благоприятных условиях работы установки (число иглофильтров $n = 20$, расход воды $Q_{\text{из}} < 10 \text{ см}^3/\text{с}$, расход воздуха $Q_{\text{гв}} = 125 \text{ см}^3/\text{с}$) она способна создавать в приемных звеньях вакуум $V_{\text{п+1}}$ порядка 70 кПа . В аналогичных условиях, но при расходах воздуха $Q_{\text{гв}}$ меньших $125 \text{ см}^3/\text{с}$ вакуум $V_{\text{п+1}}$ уменьшается. Например, при $Q_{\text{гв}} = 50 \text{ см}^3/\text{с}$ имеем вакуум $V_{\text{п+1}} = 53 \text{ кПа}$, при $Q_{\text{гв}} = 25 \text{ см}^3/\text{с} - V_{\text{п+1}} = 33 \text{ кПа}$. Аналогично при $Q_{\text{гв}} = 200 \text{ см}^3/\text{с}$ имеем вакуум $V_{\text{п+1}} = 68 \text{ кПа}$, при $Q_{\text{гв}} = 300 \text{ см}^3/\text{с} - V_{\text{п+1}} = 64 \text{ кПа}$. Однако в последнем случае чрезмерный впуск воздуха в иглофильтры приводит к чувствительному падению вакуума на насосном агрегате и в системе в целом.

Приведенные данные дают весьма наглядное представление о вакуумном режиме, который обеспечивает извлечение воздуха из затопленного вакуумом $V_{\text{п+1}}$.

и, следовательно, на величину понижения уровня. Основываясь на американском опыте вакуумного водопонижения легкими иглофильтровыми установками и прикладные расчеты допустимо считать, что происхождение за счет впуска воздуха и иглофильтры увеличение вакуума $V_{\text{ваг}}$ в них на 10, 20 и т.д. кПа позволяет дополнительно понизить уровень соответственно на 0,5, 1 м и т.д.

Л и т е р а т у р а

1. П а в л а з к и я В. В. Исследование насосных агрегатов и насосных систем легких иглофильтровых установок. - В кн.: Водохозяйственные исследования в Туркменистане. Ашхабад. Ныш. 1977.

2. Г р и г о р ь е в В. М. Вакуумное водопонижение. М., Стройиздат, 1973.

3. Б о г а л о в К. С. Гидравлика насосных систем легких иглофильтровых установок вакуумного водопонижения. - Тр. ин-та ВОДГЕО. М., 1969, вып. 22.

УДК 626.81+63.67.(375.4)

С.А.Амиров, С.А.Атаев, В.А.Сыколова

ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АШХАБАДСКОЙ ОБЛАСТИ

1

В материалах XX съезда КПСС ставится задача по комплексному и рациональному использованию и охране земельных, водных и лесных ресурсов.

С развитием производительных сил в республике водопотребление возрастает и в ряде районов Туркменистана требуется безотлагательное решение проблем водоснабжения различных отраслей народного хозяйства. Сложность в удовлетворении воды требует организации государственного учета водопотребления, что необходимо для разработки перспективных водохозяйственных балансов по республике и по отдельным орошаемым массивам. Для этого явилось необходимос-ть составления и ведения водохозяйственного паспорта речных бассейнов, которые входят в водохозяйственный кадастр и раздел "Использование вод".

На северо-восточном склоне Копетдата насчитывается около 30 водотоков. Величина этих водотоков незначительная. Площадь водосбора имеет несколько сотен или десятков квадратных километров (табл.1).

воды четвертичных пролонгальных отложений. Интенсивное применение подземных вод в настоящее время привело к сильному понижению их уровня. Подземные воды используются полностью на орошение. Запасы подземных вод в бассейнах водотоков северо-восточного склона Копетдага - 870,54 тыс.м³/сут., суммарный водооборот их - 706,14 тыс.м³/сут. Количество эксплуатационных скважин достигает 560 (табл.2).

Таблица 2

Водооборот подземных вод главного хребта
Копетдага

Водооборот	Суммарный водооборот подземных вод, тыс.м ³ /сут.	Использование вод по отраслям народного хозяйства	Количество скважин	Глубина скважин
		Сельского хоз.		
Чалча	4,0	4,0	8	
Мевачая	4,26	4,26	4	
Кельчай	3,71	3,71	3	
Лоппоу и Арчиньянд	9,28	9,28	13	
Казгачай	19,74	19,74	12	
Сирванка	133,6	133,6	97	20
Чухи	44,24	44,24	35	60
Секняк	55,77	55,77	69	55
Злаудчасу	91,4	91,4	68	
Арвиз	52,9	52,9	68	
Буриневский	14,3	14,3	19	
Сувинский	27,6	27,6	35	
Арчинская	18,2	18,2	18	
Пентимская	6,5	6,5	10	
Ашкбадский	59,0	59,0	59	
Багирский	151,8	151,8	27	
Кельчинарский	2,97	2,97	7	
Нодинский	6,87	6,87	7	50
Итого по бассейнам	706,14	706,14	560	-

Целое водопотребления со склонов северо-восточного Копетдага водотоками - 469,6 млн.м³/сут, в том числе безвозвратные потери - 406,27 млн.м³/сут. (табл.3).

Основной потребитель воды из водотоков - сельское хозяйство - 7% от общего водопотребления водотоками. Потери воды в магистральных каналах - 11,6% от общего водопотребления.

Таблица 3

Водопотребление по бассейну реки главного хребта Копетдага (млн.м³)

Виды водопотребления	Водопотреб- ление	Водоотве- дение	Безвозвратные потери
Хозяйственно-бытовые нужды	55,061	30,10	24,96
Промышленность	20,78	9,46	11,32
Сельское хозяйство	340,25	23,81	316,44
Рыбное хозяйство	-	-	-
Потери в магистральных каналах на испарение водохранилищ и прудов	53,55	0,0	53,55
Итого:	469,64	63,37	406,27

С Каракумского канала в этой области водопотребления составляют 2153 млн.м³/сут, безвозвратные потери - 1255 млн.м³/сут.

В ы н о д ы

Водные ресурсы водотоков северо-восточного хребта Копетдага ограничены и поэтому основная задача водопользователей - береж-
ное и эффективное использование воды. Эта задача может выполняться

ся за счет максимального использования стока водотоков и снижения непроизводительных потерь воды внутри оросительных систем. Переустройство существующих оросительных систем и создание новых, оборудованных современной техникой эксплуатации повысит коэффициент полезного действия оросительных систем и сократит количество безвозвратных вод.

Л и т е р а т у р а

1. Шульц В. Л. Реки Средней Азии. Л., "Гидрометиздат". 1965.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 14, Средняя Азия, вып. 4 Туркмения. Л., Гидрометиздат. 1977.
3. Водохозяйственный паспорт реки северо-восточного склона Колстдага (рукопись), Ашхабад. 1978.

УДК 627.152.157

Б.К. Балакаев, А.А. Ибраимов
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОДОЗАБОРА
КАРАКУМСКОГО КАНАЛА им. В.И. ЛЕНИНА

Сб. Водное хозяйство Туркменистана. Ашхабад, "Шым", 1980

Рассмотрены вопросы регулирования режима наносов на крупных
крупногабаритных каналах для условия больших отборов воды на примере
натурных и лабораторных исследований водозабора Каракумского кана-
ла.

Ил. 3, библи. 7

УДК 532.5 (07)

Б.К. Балакаев
О ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
КАРАКУМСКОГО КАНАЛА им. В.И. ЛЕНИНА

Сб. Водное хозяйство Туркменистана. Ашхабад, "Шым", 1980

Сведены результаты натурных исследований по увеличению про-
пускной способности Каракумского канала с поэтапным увеличением
расходов воды. Рекомендуется вводить дополнительный коэффициент
при расчете гидравлических сопротивлений или коэффициенты Беши для

нутвого потока.

Табл. I, ил. 2, диаг. 3.

УДК 556.535.6

С.А.Аннаев, Х.Аязов

К УСТАНОВЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ МУТНОСТИ ПОТОКА
В КАНАЛАХ СОВЕТСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана. Ашхабад, "Ыльм", 1980

В статье дается краткое описание Советской оросительной системы. На основании проведенных натурных исследований установлена величина оптимальной мутности потока в междоустьевном, внутрисельном, групповом и участковом распределительных каналах и во временном оросителе. Рекомендованы различные варианты расположения внутрисистемного отстойника по длине каналов.

Табл. 5, ил. 3, диаг. 4

УДК 627.152.1

С.А.Аннаев, А.В.Кречко

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СПРЯЖЕНИЯ, ИСПОЛЬ-
ЗУЕМОГО ПРИ ГОРЬБЕ С ДЕЙСТВИЕМ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Ыльм", 1980

В статье излагается характер гидравлических характеристик русла прорези во времени.

Ил. 4, табл. 9

УДК 627.152.1

А. В. Кречко

О ПОВЫШЕНИИ СРОКА СЛУЖБЫ РУСКОУПРАВЛЯЕМОЙ
ПРОРЕЗЬ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ЮРЬЕ С ДЕМОНСТРАЦИЕЙ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана. Ашхабад, "Чили", 1980

В статье приводится краткое описание исследованных прорезей и
рекомендуется оптимальная схема расположения их элементов.

Табл. 1, ил. 3, табл. 5.

УДК 627.141.1

В. Н. Коробов

О ВОПРОСЕ О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И
РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЛЕННЫХ ПОТОКОВ НА ТЕРРИТО-
РИИ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Сб. Водное хозяйство Туркменистана. Ашхабад, "Чили", 1980

В статье дается анализ водотоков на территории ТССР, приводятся
основные причины, вызывающие формирование селевых потоков, анали-
зируется внутригодовое распределение селей.

Табл. 2, табл. 6

УДК. 65.011.56:626.8

А. Т. Вилоус, А. И. Искенко

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЛОКАЛЬНОГО
КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана. Ашхабад, "Чили", 1980

В статье рассмотрен комплекс средств локального контроля и регулирования, содержащий цифровой датчик технологических параметров потока которого оцифрован в ходе Грея, цифровой запоминающее устройство с нестираемой и отсутствием электроэнергии память и цифровой регулятор, вместе составляющие ядро автоматизации автоматизированной системы управления водораспределением.

Ил. 3

УДК 626.81

А. Кулов

АКТУАЛЬНОСТЬ ХОЗРАСЧЕТА В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТУРКМЕНИСКОЙ ССР

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Наша", 1980

В статье показана актуальность хозрасчета в оросительных системах Туркменской ССР, подробно характеризуются наиболее приемлемые формы хозрасчета в условиях нашей республики.

УДК 621.879.456:627.744

В.Д. Лях

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ ВИБРОКОШИНЫМ ГРУНТОЗАБОРНЫМ УСТРОЙСТВОМ ВЕЩНОГО РАЯ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Наша", 1980

В статье рассмотрены затраты мощности на процесс виброрезания как сумма затрат на перемещение козла в забое, мощности вибропривода козла с учетом преодоления сопротивления воды среды. Полу-

чено выражение энергоемкости процесса подводного гидрорезания и проанализировано ее изменение в зависимости от скорости резания и прочности грунта.

Ил. 1, табл. 3.

УДК 621.879.456:627.744

В.Д. Лях

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛЕБАНИЙ ВИБРОРЕЗУЩЕГО РАБОЧЕГО
ОРГАНА ПРИ ПОДВОДНОЙ РАЗРАБОТКЕ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Мили", 1980

В статье рассмотрено взаимодействие виброрежущего рабочего органа с обрабатываемой средой, представленной моделью с упруголинейными средствами. В результате решения дифференциального уравнения получена зависимость возмущающей силы вибратора от параметров гидрорезания и свойств связных грунтов.

Ил. 1, табл. 6

УДК 624.131.4.001.5:627.824.32

Р.Б. Утяганов

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСОЛИДАЦИИ ПЫЛЕВАТЫХ
СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ, НАМЫТЫХ МЕЖДУ ПРОДОЛЬНЫМИ ВАЛАМИ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Мили", 1980

Статья включает результаты производственных исследований консолидации намывных между продольными валами пылеватых суглинистых

грунтов. Даны результаты исследования по определению основных геотехнических характеристик намывных грунтов.

Ил. I, табл. I

УДК 536.332.52 (575.4)

Б.М. Джораев

РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ
КРУПНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ
ЧАРДЖОУСКОГО ОАЗИСА

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Чилим", 1980

В статье рассматриваются данные наблюдений за уровнем грунтовых вод в зоне крупных каналов Чарджоуского оазиса в 1959-1977 гг. Рассматриваются сезонные и многолетние колебания уровня и динамики химизма грунтовых вод в зоне влияния каналов.

Табл. I

УДК 624.152.612.2

В.В. Поплавский

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВПУСКА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
В ИГЛОФИЛЬТРЫ НА ПРОЦЕСС ВОДОПОПОЛНЕНИЯ

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Чилим", 1980

В статье дается оценка и рассматриваются результаты исследования влияния искусственного впуска воздуха в иглофильтры на режим работы насосного агрегата и водопополнительной установки в целом, а также на ход понижения уровня.

Табл. I, бисл. 3

УДК 626.81+634.67.(575.4)

С.А.Амиров, С.А.Атаев, В.А.Сокколова

**ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ,
В АХАБАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сб. Водное хозяйство Туркменистана, Ашхабад, "Ныш", 1980

В статье приведены водохозяйственные материалы по использованию водных ресурсов водотоком севаро-восточного склона Копет-дага и подземных вод в бассейне, а также характеристики водохозяйствования по категориям. Даны существующие и перспективные орошаемые и обводняемые подвешиваемые площади к ним.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Беллакаев Б.К., Ибрагимов А.А. Исследование условий водозабора Каракумского канала им.В.И.Ленина	5
Беллакаев Б.К. О пропускной способности Каракумского канала им.В.И.Ленина	25
Анибаев С.А., Андюв Х.К. Установление оптимальной мутности потока в каналах Советской оросительной системы	85
Анибаев С.А., Кречко А.В. Некоторые результаты исследования изменения гидравлических элементов спрямления, используемого при борьбе с дебитом	52
Кречко А.В. О повышении срока службы русловыправительной прорези, используемой при борьбе с дебитом	60
Коробов В.Н. К вопросу о закономерностях возникновения и распространения осевых потоков на территории Туркменской ССР	71
Белоус А.Т., Мищенко А.Н. Комплекс технических средств локального контроля и регулирования	79
Кузов А. Актуальность комплексного в орошательных системах Туркменской ССР	91
Иях В.Д. Определение энергозатрат при разработке осыпных грунтов виброкашковым грунтозаборным устройством земснаряда	96
Иях В.Д. Закономерности колебаний виброрежущего рабочего органа при подводной разработке сыпучих грунтов	102
Утягенов Р.З. Производственные исследования консолидации пылеватых осыпчатых грунтов, помещенных между продольными шлами	107
Джориев Б.М. Режим грунтовых вод в зоне влияния крупных магистральных каналов Чарджоуского оазиса	114
Поплавский В.В. Влияние искусственного запуска атмосферного воздуха в илтофильтры на процесс водоопонижения	119
Амиров С.А., Атасев В.А., Сакозов В.А. Водно-земельные ресурсы и их использование в Ашхабадской области	127

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Выпущено по заказу Туркменского научно-исследовательского
института гидротехники и мелиорации

Редактор *Л. А. Леонтович*

Технический редактор *Г. А. Артыкова*

ИБ № 265

Подписано в печать 25. 07 1980 г И — 14369, Формат 60×84^{1/16}.
Бумага писчая. Печать плоская. Физ. печ. л. 8,75. Усл. печ. л. 8,137.
Уч.-изд. л. 5,67. Тираж 500 экз. Изд. № 63. Заказ № 2874. Цена 85 к.

Издательство «Ылым» АН ТССР, 744000, Ашхабад, ул. Энгельса, 8.
Типография АН ТССР, 744012, Ашхабад, ул. Советских погранич-
ников, 92а.