

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО  
ХОЗЯЙСТВА СССР

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

ТУРКМЕНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ

**ПРОБЛЕМЫ**  
**МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**  
**В ТУРКМЕНИСТАНЕ**

Сборник научных трудов

Ташкент 1989

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО  
ХОЗЯЙСТВА СССР

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

Туркменский научно-исследовательский институт  
гидротехники и мелиорации

# ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Сборник научных трудов

Ташкент 1989



В сборнике отражены методы и результаты исследований, выполненных в ТуркменНИИГим с целью сбережения оросительной воды. Использование в орошении минерализованных вод рассматривается при условии недопущения увеличения засоленности почв. Для практических нужд даны полезные рекомендации по предварительной очистке минерализованной воды электродиализным способом.

Интерес представляет приведенный в сборнике анализ условий эффективного использования оросительной воды в Туркменской ССР с оценкой экономической эффективности введения оплаты за оросительную воду.

В сборнике рассматриваются вопросы снижения трудоемкости водохозяйственных и мелиоративных работ, в том числе вопросы механизации строительства дренажа и очистки каналов от заиления и растительности, дан анализ ожидаемого развития механизации водохозяйственных работ в ближайшие годы и другие.

Сборник рассчитан для научных работников, специалистов водного и сельского хозяйства.

#### Редакционный совет

Калантаев В.А. (отв. редактор), Балакаев Б.К. (зам. редактора), Галифанов Г.Г., Доктор Ф.Ш. Ибраимов А.А., Лукутин И.Н., Аширова Л.Д.

© Среднеазиатский научно-исследовательский институт ирригации им. В.Д. Журина, 1989



УДК 624.131.4.001.5

Р.З.Утяганов  
М.М.Михайлянц

### ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КАРТ НАМЫВА И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕЛА ПЛОТИНЫ, НАМЫТОЙ ИЗ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

При проектировании намывных сооружений возникает необходимость определения уклонов поверхности карт намыва, формируемых в зависимости от изменяющегося вдоль пляжа гранулометрического состава намытого грунта. Существуют различные способы прогнозирования уклонов карты и гранулометрического состава намытого грунта. Наши исследования были направлены на сбор и изучение опытных данных, как наиболее ценных по своей достоверности.

Исследования проводились на строительстве плотины Зеидского водохранилища. Карьеры для намыва плотины представлены широким спектром грунтов — от песков до тяжелых глин большой плотности — причем большинство из них пересечены гипсовыми прослойками и песчаником небольшой мощности.

На рис. 1 представлено изменение средних уклонов поверхности карты при рассредоточенном намыве из суглинка среднего земснарядом 350-50 ЛК, производительностью по грунту 420 м<sup>3</sup>/ч. Приведенная закономерность в полулогарифмических шкалах имеет линейный характер и может быть описана формулой вида  $Y = -ax + c$ . Если сравнивать эту формулу с графической зависимостью для лессовидного суглинка с  $d_{ср.взв.}^k = 0,069$  мм, / 1 / то можно заметить, что прямая проходит выше на некоторую величину, повидимому связанную с просором тяжелого по механическому составу и плохой разрабатываемостью глинистых прослоек карьерного грунта. Это следует учитывать при прогнозировании уклонов и определении средневзвешенного состава грунта. Просор следует определять экспериментально, однако с достаточной для практических расчетов точностью его можно принимать по таблице баланса объемов грунтов по механическому составу.

На том же рисунке, отражающим результаты анализа на



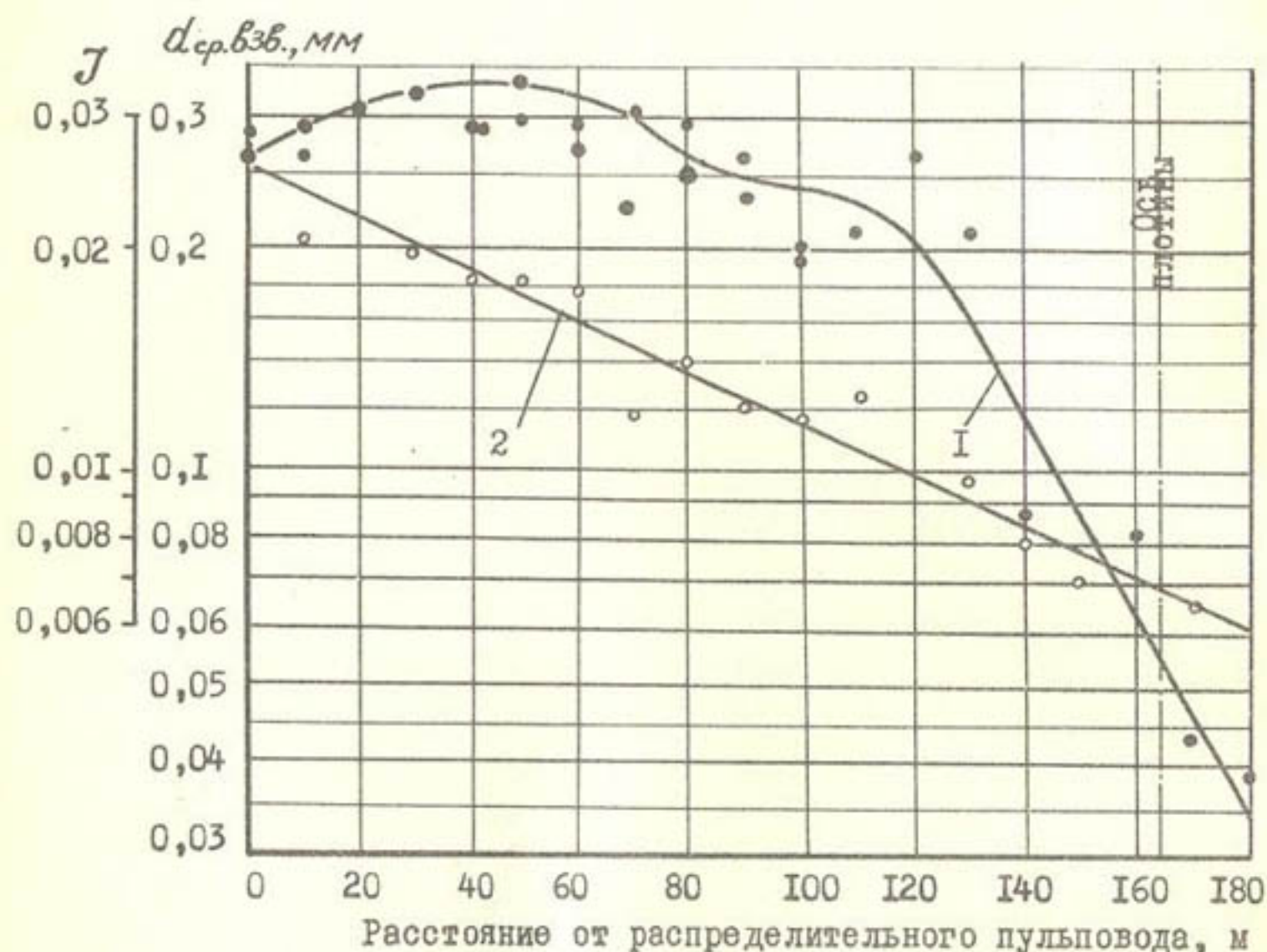


Рис. I Изменение средних уклонов поверхности карты и средневзвешенного диаметра частиц при рассредоточенном намыве из суглинка среднего, з/с 350- ЛК;  
I-уклон, 2-средневзвешенный диаметр частиц намывтого грунта

гранулометрический состав намывтого грунта в различных точках карты, приведена зависимость средневзвешенного диаметра частиц грунта при рассредоточенном намыве суглинка среднего земснарядом 350-50 ЛК. Начальный участок кривой (до 30 м) характеризуется обратной раскладкой грунта, только менее выраженной, аналогично торцовому намыву лессовидного суглинка, далее кривая имеет примерно такую же форму как и при рассредоточенном намыве / I /. Причем, несмотря на идентичность карьерных грунтов по гранулометрическому составу, начальный участок кривой приподнят также на величину

просора глинистого грунта в карьере. Такую же картину мы видим при анализе кривых распределения различных фракций намывного грунта, приведенных на рис. 2.

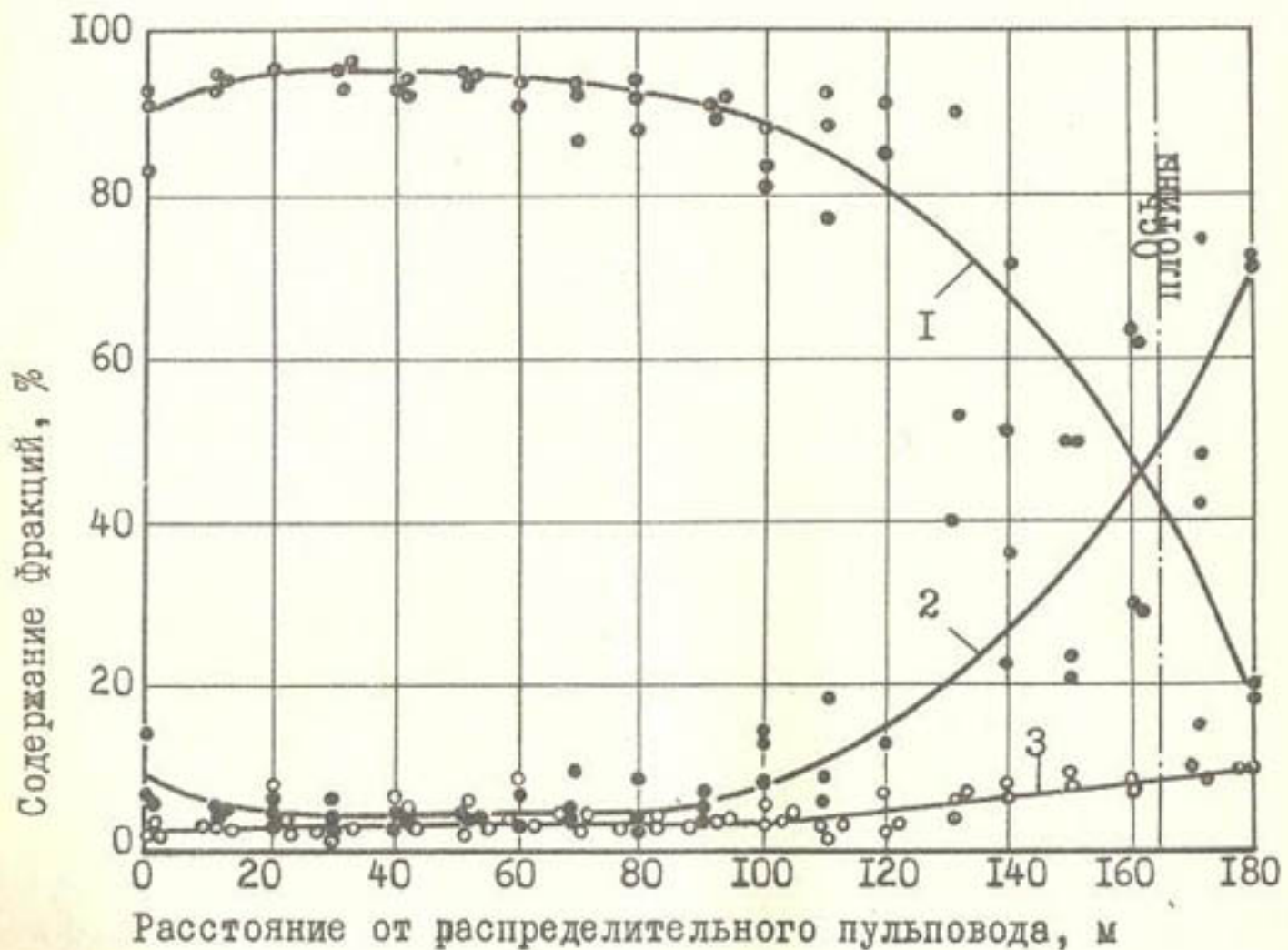


Рис. 2 Распределение фракций намывного грунта по пляжу при рассредоточенной подаче пульпы, з/с 350-ЛК;

1 — грунты песчаные, 2 — пылеватые,  
3 — глинистые

Состав песчаных фракций имеет в начале карты тенденцию к некоторому увеличению, как и при торцовом намыве, что объясняется большим удельным расходом пульпы в отверстиях распределительного пульповода земснаряда 350-50 ЛК, сравнимых с расходом пульпы при торцовом намыве земснарядами ЗРС-1 и ЗРС-2. График содержания глинистых фракций близок к линейному закону, однако в начале карты их содержание в два раза меньше, чем при намыве из такого же



суглинка, но легко диспергируемого. Содержание песчаных фракций в начале карты наоборот завышено. Причиной этому является то, что глинистые прослойки карьерного грунта сильно уплотнены, имеют влажность природную и поэтому плохо поддаются разработке, а если часть этих грунтов все же засасывается, то они не успевают диспергироваться полностью и выпадают на карту в виде окатышей. С учетом вышеизложенного, раскладку грунта с достаточной точностью можно прогнозировать по зависимостям и номограммам для лессовидных суглинистых грунтов / 1 /.

Поскольку с уменьшением плотности намытого грунта снижается устойчивость откосов, необходимо заранее знать возможную плотность в различных зонах сооружения. Особое значение приобретает знание плотности в условиях сезонного регулирования водохранилища и высокосейсмической активности района строительства.

На рис. 3 а приведено изменение плотности и влажности в теле плотины, намытой земснарядом 350-50 ЛК. Зависимость также можно аппроксимировать уравнением вида  $Y = -ax + c$ . Как мы видим, плотность укладки намытого грунта в пределах качественной части сооружения выше проектного ( $1,5 \text{ т/м}^3$ ), и значительно выше, чем мы имели при намыве плотины Копетдагского водохранилища из аналогичных по гранулометрическому составу карьерных грунтов, а значение влажности намного ниже / 2 /. Данное обстоятельство объясняется поступлением на карту намыва грунтов более легкого гранулометрического состава, чем в карьере, вследствие причин указанных выше. Эта же закономерность сохраняется при намыве земснарядом малого типоразмера - ЗРС - 1 рис. 3б.

При намыве глинистых грунтов в пульпе образуются кусковатые фракции. Количество их в пульпе зависит от влажности, плотности и интенсивности разработки карьерного грунта. Максимальный размер кусковатых фракций обусловлен проходным сечением рабочего колеса землесоса и для земснаряда ЗРС - 2 он составляет 200 мм. Эти фракции обычно выпадают отдельными конусами, преимущественно из торца распределительного пульпопровода, забивая по пути его отверстия, а то



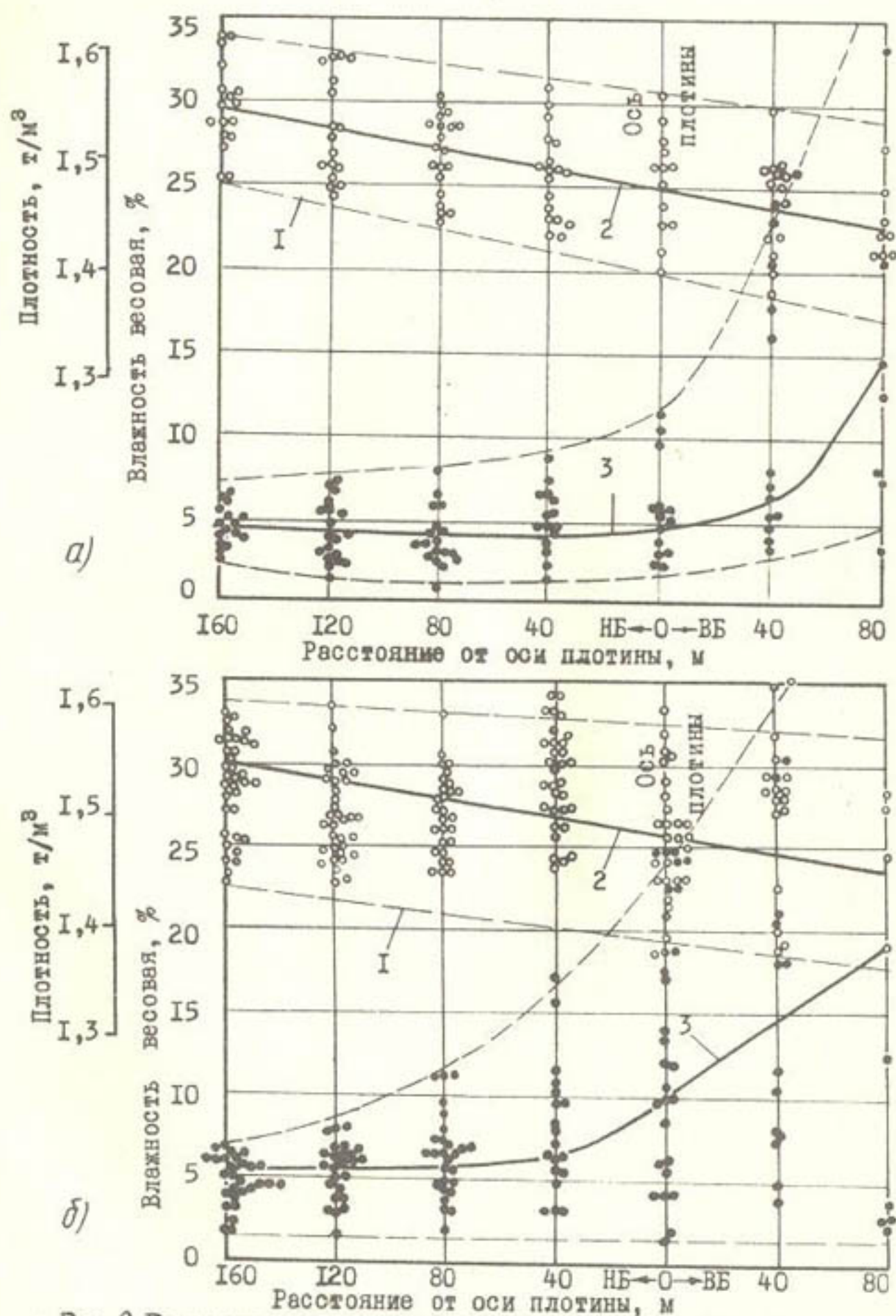


Рис. 3 Распределение плотности и влажности грунта в теле плотины, намытой из суглинки среднего: а - з/с 350-ЛК, б - з/с ЗРС-I, 1 - границы разброса данных, 2 - плотность, 3 - влажность



и весь пульпопровод. По техническим условиям при содержании более 5 % кусковатые фракции удаляются за пределы качественной части. Удаляются или рассредотачиваются они и при содержании их в намытом грунте менее 5 % при их концентрированном выпадении из пульпы.

Нами ранее обоснована возможность применения гидравлического классификатора (гидроциклона) для отделения из пульпы кусковатых фракций и возможные технологические схемы намыва. В результате анализа конструкций гидроциклонов был спроектирован и изготовлен на ЭПП ТНИИГиМ опытный образец. За основу была взята конструкция гидроциклона I700 мм, диаметр 800 мм, угол конуса 20 градусов. Диаметры питающего, сливного и "пескового" отверстий одинаковы и равны 220 мм. К пульпопроводам  $\varnothing$  315 мм гидроциклон подключается гибкими рукавами посредством переходников. На конце "пескового" трубопровода устанавливалась регулируемая заслонка. Гидроциклон был подключен к магистральному пульпопроводу земснарядом ЗРС-2. Во время работы гидроциклона все кусковатые фракции выделялись через "песковое" отверстие, однако вместе с кусковатыми фракциями выделялась большая часть фракций. Удлинение сливной трубы, на длину обеспечивающую проход между торцом трубы и корпусом гидроциклона кусков максимально го размера, желаемого результата не дало. По-прежнему был велик процент уноса песчаных фракций вместе с кусковатыми фракциями. Поэтому для более четкого выделения из пульпы кусковатых фракций необходимо внести улучшения в данную конструкцию гидроциклона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Научно-технический отчет ТуркменНИИГиМ "Создать и внедрить технологический процесс намыва плотин, приканальных и польдерных дамб из тяжелых и глинистых грунтов с интенсификацией их обесвоживания и уплотнения с применением землесосных снарядов производительностью 200...350 м<sup>3</sup>/ч по грунту". Ашхабад, 1983, - 213с.

2. Научно-технический отчет ТуркменНИИГиМ "Создать и внедрить технологический процесс намыва плотин, приканаль-



ных и польдерных дамб из тяжелых и глинистых грунтов с интенсификацией их обезвоживания и уплотнения с применением землесосных снарядов производительностью 200...350 м<sup>3</sup>/ч по грунту". Ашхабад, 1982, - 44 с.

УДК 626.823.92

О.Х.Акмурадова

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
РАЗМЫВА НИЖНЕГО БЬЕФА ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩЕГО  
СООРУЖЕНИЯ НА 456 КМ КАРАКУМСКОГО КАНАЛА  
ИМ.В.И.ЛЕНИНА

На трассе Каракумского канала построены многочисленные перегораживающие, водозаборные, водовыпускные и водопроводящие сооружения. Как показывает опыт эксплуатации сооружений, построенных на территории Туркменской ССР, в нижнем бьефе происходят значительные местные размывы. В 1986 году, нами обследованы нижние бьефы перегораживающих сооружений на 325, 397 и 456 км Каракумского канала, а также изучены материалы съемок нижних бьефов вышеназванных сооружений, имеющихся в Управлении эксплуатации Каракумского канала. В результате этой работы установлено, что в нижних бьефах всех обследованных сооружений создались значительные местные размывы, глубиной: в нижнем бьефе перегораживающего сооружения на 325км - 6,5 м, на 396 км - 7 м и на 456 км - 7,3 м.

Для определения глубины местного размыва в нижнем бьефе предложены методики расчета М.С.Вызго, К.А.Амирова, И.И.Леви, Г.Г.Гагечиладзе, Б.И.Студеничникова, Д.И.Кумина, Н.Е.Розанова, Н.Т.Кавешникова и др. / I-7 / полученные на основе теоретических и экспериментальных исследований. Сопоставительный анализ существующих методов расчета местного размыва в нижнем бьефе на основе лабораторных и натурных исследований свидетельствует о существенных расхождениях в конечных результатах. Основные причины этих расхождений: неполный учет действующих факторов, определяющих закономерности взаимодействия турбулентного потока и грунта, пространственные условия растекания потока в нижнем бьефе, влияние маневрирования затворами и т.д.



Для детального исследования размывов нижнего бьефа и изучения вызвавших их причин было выбрано как представительное перегораживающее сооружение на 456 км Каракумского канала. Это сооружение запректировано по типу открытого двухпролетного регулятора и рассчитано на расход  $140 \text{ м}^3/\text{с}$ . Назначение сооружения – подпорное, для наполнения Хаузханского водохранилища. В эксплуатацию сдано в 1962 году. Перегораживающее сооружение состоит из понура длиной 20,0 м из них первые 5,0 м несут крепление бетонными плитами, размером  $5,0 \times 5,0 \text{ м}$  на гравийной подготовке, а остальные 15,0 м выполнены из армобетона толщиной 30 см. Дно понура шириной 29,5 м, прямоугольное. Длина щитовой части 16,0 м, а ширина пролетов 12,0 м. Пролеты разделены массивными бычками шириной 2,0 м. Водобой прямоугольный в плане размером  $15,0 \times 29,5 \text{ м}$ . В конце водобоя забит деревянный дырчатый шпунт, длиной 6,0 м. На водобое расположены два ряда шашек высотой 80 см. Общая длина рисбермы 20,0 м. Из них первые 15,0 м выполнены из армобетонных плит, толщиной 15 см и размером в плане  $10 \times 10 \text{ м}$ . Остальные 5 м каменная наброска диаметром камня 20...25 см. Правый пролет сооружения запроектирован судоходным.

Сооружение работает в исключительно трудных условиях. Во-первых – в верхнем бьефе поддерживается подпор для обеспечения сбрасывания расходов в Хаузханское водохранилище и, во-вторых, ширина отверстия сооружения должна обеспечивать пропуск плавсредств (судов, барж, землесосов). Как показал опыт эксплуатации, плавсредства неоднократно пропускались через сооружение, когда двухметровый перепад срабатывался в течении 1,5...2,0 часов. Сработка больших перепадов через один судоходный пролет проводила к интенсивному росту удельных расходов и возникновению сбойного течения в нижнем бьефе.

Данные съемок Кнравления эксплуатации Каракумского канала, выполненных в 1983...1986г.г., свидетельствуют о том, что в нижнем бьефе перегораживающего сооружения имеются значительные плановые и глубинные деформации. Ремонтной группой Управления эксплуатации Каракумского канала неоднократно



проводились укрепительные работы. В нижний бьеф сооружения производилась отсыпка с барж в воду камней размером 30... 50 см, и бетонных массивов, а длина рисбермы доведена после ремонтных работ до 122 м, против проектной 20 м.

В июле 1987 года сотрудниками лаборатории Г Т С ТуркменНИИГим проводились натурные исследования на данном сооружении. При проведении исследований рассматривались следующие основные вопросы:

1. Анализ опыта эксплуатации сооружения.
2. Выявление деформаций в нижнем бьефе перегораживающего сооружения, а также причин их вызвавших.
3. Изучения гидравлического режима в нижнем бьефе.
4. Проверка эффективности работы гасителей энергии в нижнем бьефе перегораживающего сооружения.

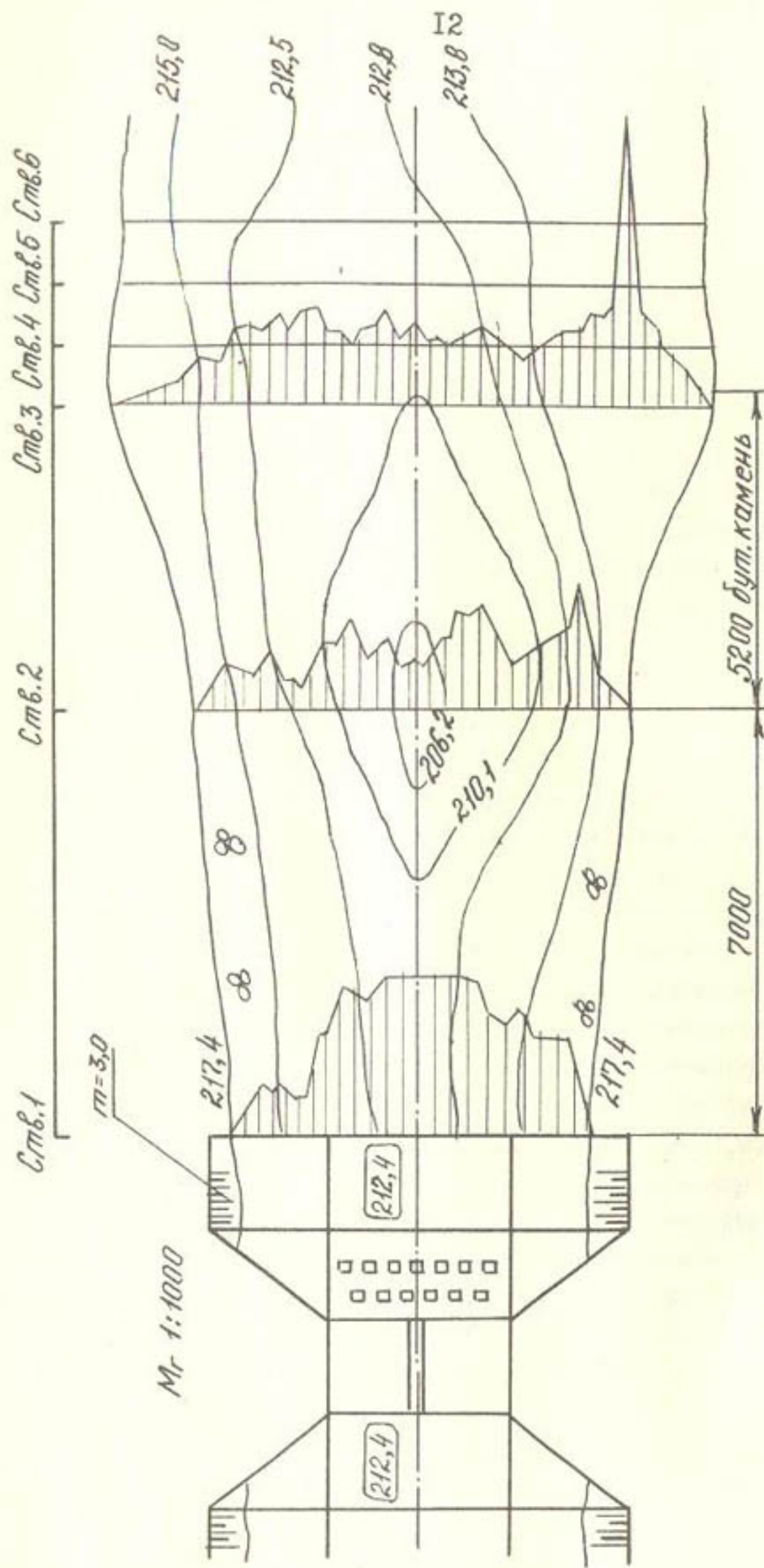
В процессе исследования проводились замеры скоростей потока в характерных створах в нижнем бьефе, съемка поперечников отводящего канала в зоне размыва. Исследования гидравлики нижнего бьефа проводилось путем измерения донных скоростей потока на вертикалях через 2,0 м. Для исследования размыва в нижнем бьефе было установлено 6 створов. Схема расположения створов показана на рисунке. Скорости замеры — в трех створах вертушкой ГР-21. Первый створ был закреплен на рисберме (на расстоянии 15 м от водобоя), второй створ — в водоворотной зоне воронки размыва (на расстоянии 40 м от первого створа) и третий створ в конце воронки размыва (на расстоянии 40 м от второго створа). По результатам исследований вычерчено состояние дна в горизонталях. Из рисунка видно, что глубина размыва, на расстоянии от конца бетонного крепления, составляет 6,3 м, ширина воронки размыва по урезу воды достигает 70 м против проектного 60 м.

Исследование гидравлики нижнего бьефа проводилось при пропуске расхода  $182 \text{ м}^3/\text{с}$ , при полном открытии затворов. Эпюра распределения донных скоростей по створам показана на рисунке. Во время исследований проводились наблюдения за характером явлений, имеющих место в нижнем бьефе.

В итоге наблюдений 1987 года и на основании полученных материалов были установлены следующие особенности гидравли-



# П Л А Н



0 0.4 0.8 м/с - масштаб скоростей

Донные, боковые размывы и распределение скоростей потока  
нижнем бьефе перегораживающего сооружения на 456 км  
Каракумского канала



ки протекания потока в нижнем бьефе перегораживающего сооружения. При глубине потока на водобое 5 м имеет место поверхностный режим течения. Основной поток сосредоточен по оси русла, образуя обратное течение по берегам канала. Происходит сжатие основной струи, что приводит к увеличению удельных расходов. Донные скорости течения канала при его сходе с водобоя достигают 1,3 м/с, что приводит к дальнейшему развитию размывов. Ближе к правому берегу, как видно из рисунка, наблюдается возрастание донной скорости до 2,3 м/с. Данное явление объясняется наличием поворота русла в плане на расстоянии 250 м ниже сооружения.

Внешний вид нижнего бьефа свидетельствует о том, что процесс гашения избыточной энергии сопровождается интенсивным перемешиванием водных масс, выражавшимся бурлением, пульсацией скоростей в свободной поверхности, образованием большого количества вихрей различных размеров.

Наиболее бурные процессы происходят на протяжении 100 м от конца водобоя. Полное успокоение потока наступает на протяжении 150 м.

В заключении можно утверждать, что местный размыв нижнего бьефа перегораживающего сооружения на 456 км Каракумского канала вызван в основном тем, что в последние годы через сооружение, пропускаемые расходы доведены до 182 м<sup>3</sup>/с, против проектного 140 м<sup>3</sup>/с.

Другая причина, обусловившая местный размыв — кратковременная сработка перепада уровней воды, порядка 1...2,0 м, для пропуска павсредств через сооружение.

Для принятой конструкции нижнего бьефа сооружения длина крепленной части недостаточна и не обеспечивает гашения избыточной энергии потока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Амиров К.А. Оценка глубины размыва падающей струи. Труды координационных совещаний по гидротехнике. Л.: вып. 76, ВНИИГ, 1972.

2. Замарин Е.А., Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. М.: Сельхозгиз, 1960.



3. Леви И.И. Движение речных потоков в нижних бьефах гидротехнических сооружений. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955, 256 с.

4. Гагечиладзе Г.Г. Гидротехническое строительство. № 6, 1963.

5. Студеничников Б.И. Защита от размыва русл и нижних бьефов водосброса. Рекомендации для проектирования. М.: ВОДГЕО, 1974.

6. Кумин Д.И. Гидравлический расчет крепления в нижнем бьефе водосбросов. Л.: Госэнергоиздат, 1955, 56 с.

7. Розанов Н.П. и др. Устройство нижнего бьефа водосбросов. М.: Колос, 1984, 296 с.

УДК 627.157.54

Б.К. Балакаев  
А.А. Ибраимов  
А.Аширов

#### РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ПРОПУСКА ТВЕРДОГО СТОКА ПО КАРАКУМСКОМУ КАНАЛУ

Ежегодно возрастающий объем очистки оросительных систем Советского Союза от заиления достигнет 650 млн.м<sup>3</sup>, из которых около 100 млн.м<sup>3</sup> приходится на оросительные системы с водозабором из р.Амударьи. Объемы очистки оросительной сети в среднем по стране составляет 30%, а по отдельным системам страны 60...70% от общих затрат на их содержание. Поэтому разработка рационального метода регулирования режима наносов является одним из важных мероприятий в улучшении эксплуатации оросительных систем.

Разработка мероприятий по комплексному регулированию твердого стока в такой реке как Амударья имеет решающее значение. Разработка численной модели пропуск твердого стока по Каракумскому каналу способствует решению такой проблемы.

Основные расчетные формулы. – В основном, прямолинейные участки, формируемые потоком в своих отложениях, характеризуются распределением глубин по ширине близким к равномерному. Соотношения между средними глубинами находятся в пре-



делах 0,70...0,80. Такое распределение глубин влечет за собой также близкие к равномерному распределению скоростей и мутности по ширине потока. Размеры русла предлагаем определять по зависимостям Шапиро Х.Ш. / I /.

$$B_m = 0,1 \sqrt{\frac{Q_m}{i}} ; \quad (1)$$

$$h_{cp} = \left( \frac{\sqrt{Q_m}}{0,1} \cdot n \right)^{0,6} ; \quad (2)$$

$$h_m = \frac{h_{cp}}{0,75} ; \quad (3)$$

$$\omega = \frac{3}{4} B_m h_m ; \quad (4)$$

$$\rho = \frac{h_m^3}{B_m} , \quad (5)$$

где  $B_m$  - максимальная ширина русла, м;  
 $Q_m$  - максимальный расход воды, м<sup>3</sup>/с;  
 $h_{cp}$  и  $h_m$  - средняя и максимальная глубина русла, м;  
 $\rho$  - параметр параболы;  
 $n$  - коэффициент шероховатости

Форма поперечного сечения прямолинейных участков трассы может быть принята по параболе третьей степени:

$$y^3 = 2\rho x . \quad (6)$$

Зависимости ( I ) и ( 4 ) определяют ширину и площадь поперечного сечения потока при полном наполнении русла. Если уровень воды в русле ниже отметки, соответствующей полному наполнению то, в этом случае, ширина и площадь поперечного сечения потока можно определить по зависимостям:

$$B = \frac{h^3 - 3h_m h^2 + 3h_m^2 h}{\rho} , \quad (7)$$

$$\omega = \frac{h^4}{4\rho} - \frac{h_m h^3}{\rho} + \frac{3h_m^2 h^2}{2\rho} . \quad (8)$$



При проектировании подводящего канала к Зеидскому водохранилищу, размеры и форму поперечного сечения определяем по зависимостям (1...3) и (6). При  $i = 0,00016$ ;  $Q_M = 386 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $n = 0,0225$ . Ширина канала по верху, его средняя и максимальная глубина по формулам (1...3) получились равными:  $B = 155 \text{ м}$ ,  $h_{cp} = 2,5 \text{ м}$ ,  $h_M = 3,3 \text{ м}$ . Параметр параболы  $p = 0,231$ .

Чтобы определить ширину поверху  $B$  канала и площадь поперечного сечения ( $\omega$ ) канала для других расходов, строим по формулам (7) и (8) график зависимости  $B = f(h)$  и  $\omega = f(h)$ . Для каждого  $h$  находим ряд значений  $Q$  по формуле:

$$Q = \frac{B h_{cp}^{5/3} \sqrt{i}}{n}, \quad (9)$$

и затем строим график  $Q = f(h_M)$ . По этому графику устанавливаем  $h_M$  для каждого  $Q$ .

Расчет кривой свободной поверхности потока. Расчет кривой свободной поверхности потока выполнен по уравнению Д.Бернулли:

$$i \Delta l - (h_2 - h_1) = 0,056 Q^2 \left( \frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_2^2} + \frac{\Delta l}{0,056 K_{cp}^2} \right), \quad (10)$$

где  $i$  - продольный уклон;  
 $Q$  - расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $K_{cp}$  - расходная характеристика

$$K_{cp} = \omega_{cp} C_{cp} \sqrt{R_{cp}}, \quad (11)$$

Уравнение (10) решается после разбивки русла на отдельные участки, каждый длиной  $\Delta l$ . По отметкам дна и свободной поверхности вычисляются глубины, которые являются исходными данными для расчета заиления или размыва.

Для расчета на ЭВМ уравнение (10) можно представить в виде:

$$\varphi(h) = A - A(h) = 0, \quad (12)$$

где  $A = i \Delta l$ ,

$$A(h) = h_2 - h_1 + 0,056 Q^2 \left( \frac{1}{\omega_1^2} - \frac{1}{\omega_2^2} + \frac{\Delta l}{0,056 K_{cp}^2} \right).$$



Процесс решения уравнения ( I2 ) состоит в следующем:

- 1) вычисляется значение независимой от искомой  $h$  величина  $A$  ;
- 2) задается значение  $h = h^{(1)}$  шагом  $\Delta h$  изменяя величины  $h$  и вычисляются значения  $A(h^{(n)})$ ;
- 3) вычисляется значение  $\varphi(h^{(n)})$ ;
- 4) расчет производится до тех пор пока значения  $h$  будет меньше или равно  $A$  .

На основе указанного алгоритма разработана программа для расчета кривой свободной поверхности потока на языке ФОРТРАН - IV / 3 /.

Способность потока транспортировать взвешенные наносы. Наиболее полная зависимость предельного насыщения потока в канале от гидравлических элементов, от состава и величины мутности в реке изучена А.Г.Хачатряном / 2 / и изложена в методе расчета транспортирующей способности потока. Критическую мутность потока определяют по формуле:

$$\rho_{кр} = C_0 \left( \ln \frac{W_x}{W_1} - \frac{W_x - W_1}{W_{n+1}} \right) + C_T \left( \ln \frac{U_b}{W_x} - \frac{U_b - W_x}{U_b} \right), \quad (I3)$$

где:  $C_0$  - постоянная кривой распределения наносов, кг/м<sup>3</sup>

$$C_0 = \frac{\rho_0}{\ln \frac{W_{n+1}}{W_1} - \frac{W_{n+1} - W_1}{W_{n+1}}}, \quad (I4)$$

где  $\rho_0$  - начальная мутность потока в канале;

$W_1$  - наименьшая гидравлическая крупность наносов

$$\ln W_1 - \frac{W_1}{W_{n+1}} = \frac{\ln W_2 - \frac{W_2}{W_{n+1}} - \rho_2 (\ln W_{n+1} - 1)}{1 - \rho_1}, \quad (I5)$$

где  $W_{n+1}$  - максимальная гидравлическая крупность наносов

$$\ln W_{n+1} + \frac{(1+\alpha)W_3 - W_2}{\alpha W_{n+1}} = \frac{(1+\alpha)\ln W_3 - \ln W_2 + \alpha}{\alpha} \quad (I6)$$

$$\alpha = \frac{\rho_2}{\rho_3}. \quad (I7)$$

Наибольшая взвешивающая скорость потока,

$$U_b = 0,065 (V - 0,05) i^{1/4}, \quad (I8)$$



где  $V$  — средняя скорость потока;  
 $i$  — продольный уклон;  
 $C_T$  — постоянная кривой распределения по крупности наносов

$$C_T = 200 U_B; \quad (19)$$

$W_2$  — гидравлическая крупность частиц наносов, крупностью менее 0,01 мм;

$W_3$  — гидравлическая крупность частиц наносов, крупностью 0,01...0,05 мм;

$\rho_1$  — удельное содержание частиц наносов, крупностью менее 0,01 мм;

$\rho_2$  — удельное содержание частиц наносов, крупностью 0,01...0,05 мм;

$\rho_3$  — удельное содержание наносов крупностью более 0,05 мм;

$W_x$  — наименьшая гидравлическая крупность частиц наносов избыточной мутности

$$W_x = \frac{C_T - C_0}{C_T/U_B - C_0/W_{n+1}}. \quad (20)$$

Наиболее близко к нашим условиям подходит зависимость для определения донной мутности А.Г.Хачатряна / 2 /.

$$\rho_g = C_g \left[ U_B \frac{U_g}{U_B} - \left( \frac{1}{U_B} - \frac{1}{U_g} \right) W_{min g} \right], \quad (21)$$

$$C_g = 0,73 U_g, \quad (22)$$

где  $U_g$  — определяют подбором по  $d_{max}$  который находят из преобразованной формулы В.Н.Гончарова.

$$d_{max} \left( \lg \frac{8,8 h_{cp}}{d_{max}} \right)^2 = 0,053 V_{cp}^2, \quad (23)$$

где  $h_{cp}$  — средняя глубина потока, м;

$V_{cp}$  — средняя скорость потока, м/с

Из вышеприведенных формул следует, что при расчете транспортирующей способности потока, необходимо иметь общую мутность  $\rho$ , предельную гидравлическую крупность  $W_{n+1}$ ,  $W_1$  частиц наносов, поступающего потока.

Мутность потока  $\rho$  устанавливается по данным систематических наблюдений в течение ряда лет. Для определения неиз-



вестных  $W_{n+1}, W_1$  два самостоятельных уравнений (I5) и (I6) решаются последовательным приближением. Трудоемкость ручной статистической обработки данных гидравлических крупностей вызывает необходимость автоматизации соответствующего расчета. С этой целью нами разработан алгоритм обработки данных предельных гидравлических крупностей взвешенных наносов.

Решение уравнений (I5) и (I6) может быть сведено к отысканию единственного корня  $W = W_{иск}$  трансцендентного уравнения вида:

$$\varphi(W) = A - A(W) = 0, \quad (24)$$

где:

$$A = \frac{(1+\alpha) \lg W_3 - \lg W_2 + \alpha}{\alpha},$$

$$A(W) = \lg W_{n+1} + \frac{(1+\alpha) W_3 - W_2}{\alpha W_{n+1}}.$$

Алгоритм его решение состоит в следующем:

1. Вычисляются значения величин  $A$  не зависящей от искомой  $h$ .
2. Задается значение  $W = W^{(0)}$  шагом  $\Delta W$  и вычисляется значения  $A(W^{(0)})$ . Если при этом не получают заданного  $A$ , то расчет повторяют до тех пор, пока не будет достигнуто достаточно близкого к  $A$  значения.

На основе указанного алгоритма расчета на языке ФОРТРАН-IV по вышеизложенной методике рассчитывали кривую свободной поверхности потока и заиления подводящего канала СК-I. Результаты расчета показали / 3 /, что в первый год наполнения водохранилища в канале заиления не наблюдается, и все наносы отложились в водохранилище (2,65 млн. м<sup>3</sup>) при пропуске постоянного расхода ( $Q = 40 \text{ м}^3/\text{с}$ ). В начале водохранилища, где поток расширяется, транспортирующая способность потока становится очень малой, поэтому наносы интенсивно осаждаются.

Нами произведены расчеты для расходов 100, 150 и 200 м<sup>3</sup>/с / 3 /.

На рисунках 1 и 2 приведены продольный профиль изменения отметок дна и уровня воды при различных расходах воды в ка-



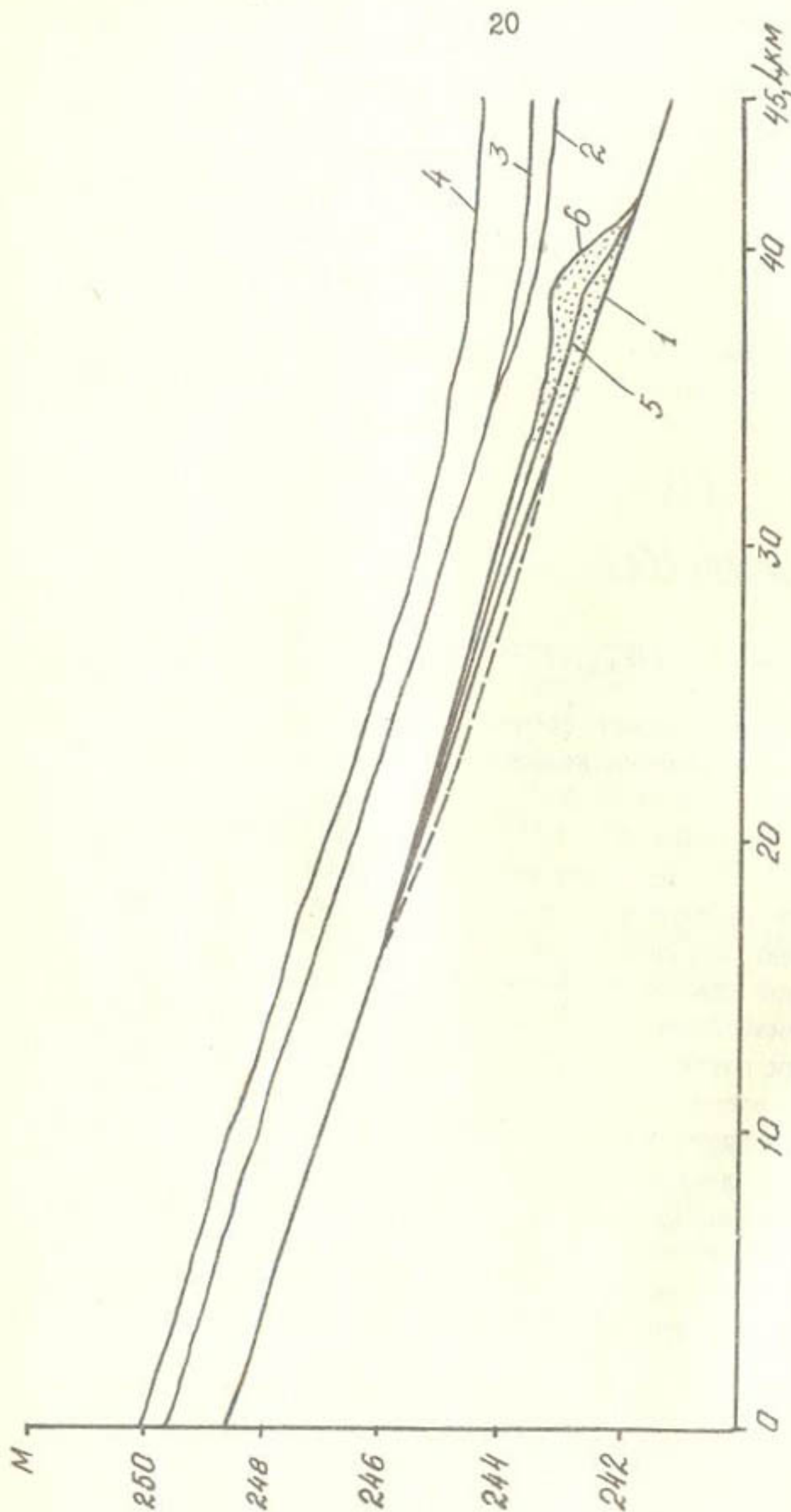


Рис. I. Расчетные кривые подпора в подводящем канале и при входе в водохранилище: I - первоначальное дно; 2, 3, 4 - кривые подпора (после 0,5; I; 2 года) 5-дно после двух лет (  $Q = 40 \text{ м}^3/\text{с}$ ) 6-то же (  $Q = 100 \text{ м}^3/\text{с}$ )



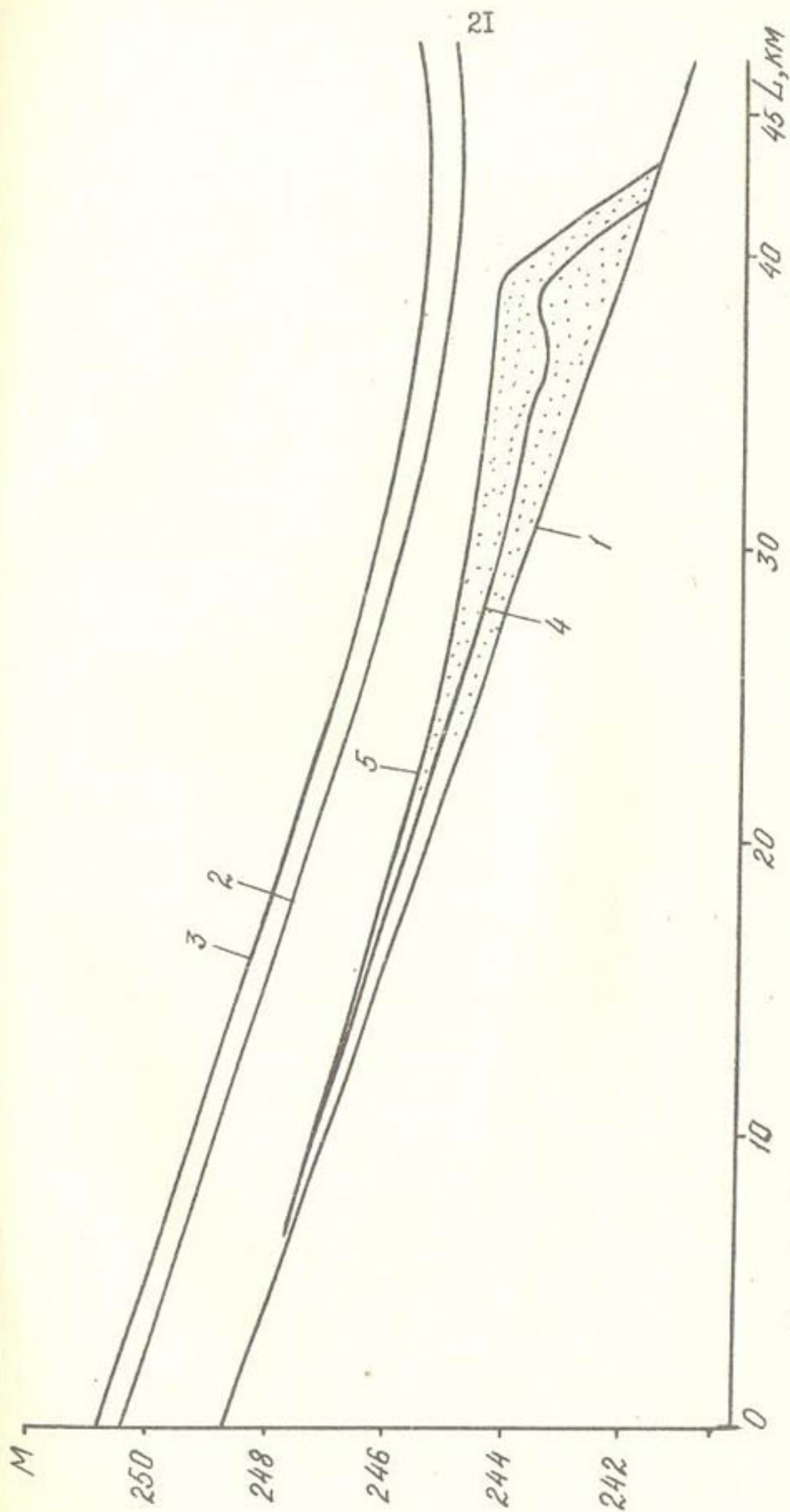


Рис. 2. Расчетные кривые подпора в подводящем канале и при входе в водохранилище: 1 - первоначальное дно; 2, 4 - кривая подпора и отметка дна после двух лет ( $Q = 150 \text{ м}^3/\text{с}$ ); 3, 5 - то же ( $Q = 200 \text{ м}^3/\text{с}$ )



нале.

## В ы в о д ы

1. Совершенствование метода расчета динамики баланса твердого стока в канале возможно на основе полного учета основных параметров процесса – характеристики взвешенных и донных наносов, предельного уклона водной поверхности, взвешивающих скоростей и транспортирующей способности потока, разработки алгоритмов и программ для численного решения задач на ЭВМ и наконец, методов расчета с использованием данных экспериментальных исследований.

2. Рекомендуемые алгоритмы и программа обеспечивают определение гидравлических крупностей взвешенных наносов, кривой свободной поверхности, транспортирующей способности потока и динамики мутности по участкам по всей длине канала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шапиро Х.Ш. Регулирование твердого стока при водозаборе в оросительные системы.

2. Хачатрян А.Г., Шапиро Х.Ш., Шарова З.И. Заиление и промыв ирригационных отстойников и водохранилищ. М.: 1966.

3. Балакаев Б.К., Ибраимов А.А. Научно-технический отчет "Разработать бассейновый баланс твердого стока и комплексную схему его регулирования на базе численного и физического моделирования русловых процессов". Ашхабад, 1988.

УДК 551.509.33 + 631.633.11

Аманов М.Х.

Муратов И.Б.

## РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛЮЦЕРНЫ ПЕРВОГО ГОДА

Для люцерны первого года большой интерес представляет зависимость между урожайностью и высотой травостоя. При одинаковой высоте, растения могут различаться как по максимальной скорости развития, так и по продолжительности роста.

В начале растения развиваются медленно, их размеры и масса изменяются незаметно. Затем наступает период интен-



сивного роста. При достижении своего максимального значения, скорость развития снижается. Затем фаза замедленного роста переходит в фазу равновесия, или стационарную фазу. Ростовые процессы затухают и размер растения существен не меняется. Как известно, функция, меняющая свое значение подобным образом, в математической статистике и биометрии, называется логистической и выражается уравнением Ферхюльста:

$$y = \frac{A}{1 + 10^{a-bx}} + C, \quad (I)$$

где  $y$  — рост растения;  
 $x$  — время, прошедшее с начала роста;  
 $A$  — верхнее значение размера, асимптотическое;  
 $C$  — нижний предел роста функции, от которого начинается рост;  $C = 0,56$ .  
 $a, b$  — параметры, определяющие наклон, изгиб и точку перегиба логистической линии

Верхнюю асимптоту обычно определяют по эмпирическому ряду значений. Наибольшую высоту растений принимают за  $A$ . Решение логистического уравнения описано в работе / I /. Момент перехода возрастающей скорости в убывающую определяется координатами точки логистической кривой  $x = \frac{a}{b}$ ; в этот момент высота растений достигает  $A/2$ .

Наблюдая за развитием и ростом люцерны первого года (1988г.) нами определено, что ее нижняя переломная точка (примерно 22% окончательной высоты) является началом образования побегов 2-го порядка. Средней переломной точкой  $X_2$  соответствует времени проявления побегов 3-го порядка. Верхняя переломная точка,  $X_3$  (приблизительно 81% окончательной высоты) соответствует началу образования побегов 4-го порядка. В это время усиленно образуются соцветия на побегах 2-го порядка. Заканчивается рост обычно в фазе 24-25-го листа на основной оси побега.

Динамика роста люцерны I-го и последующих укосов показана на рис. I. Период первого укоса от посадки до цветения характеризуется большой продолжительностью (около четырех декад) интенсивного роста: скорость роста составляет 10...15 см за декаду. В период 2-го и 3-го укосов люцерна



более скороспела, чем люцерна I-го укоса. Продолжительность интенсивного роста небольшая (три декады), а скорость роста максимальная (15...23 см за декаду). В период четвертого укоса, наоборот, люцерна более позднеспелая, скорость роста небольшая (8...12 см за декаду), а продолжительность периода составляет четыре декады. В условиях орошаемого земледелия, в период от отрастания до массовой бутонизации, по данным литературы / 2 /, на линейный рост стеблей люцерны, при обеспеченности почвенной влагой, влияет в основном температура воздуха.

Ежедекадно в течении вегетационного периода определялся вес зеленой и сухой массы люцерны. Скашивание, взвешивание и сушка растительной массы довольно трудоемки и требуют значительных затрат времени. Конечный результат можно получить лишь, через 10...20 дней после даты учета. В связи с этим, большое значение имеет разработка косвенного метода учета урожая зеленой массы люцерны.

На рис. 2 показана зависимость средней сухой массы у площадки  $1 \text{ м}^2$  от средней высоты травостоя  $X$ .

Учитывая связь динамики накопления растительной массы люцерны с динамикой изменения высоты травостоя, получена следующая зависимость для укосов:

$$\rho = 6,18h + 24,77 \quad (2)$$

Здесь  $\rho$  - вес сухой массы люцерны снимаемой с площади  $1 \text{ м}^2$ ;

$h$  - средняя высота травостоя, см

Зная вес сухой массы, снимаемой с площади  $1 \text{ м}^2$ , легко пересчитать урожай сена в т/га. Отклонение фактических урожаев сена от вычисленных не превышает 10 %. Уравнение (2) получено для поля с густотой 280...310 стеблей люцерны на  $1 \text{ м}^2$ , перед укосом. Зная высоту растений люцерны на конец декады, можно рассчитать по уравнению (2) вес сухой массы люцерны на  $1 \text{ м}^2$  или на 1 га. Таким образом можно прогнозировать урожайность сена люцерны в отдельных хозяйствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лихохинский И.А. Биометрия.- М.: МГУ, 1970.

2. Сабинаина И.Г., Осокина Р.И. Температурные показатели



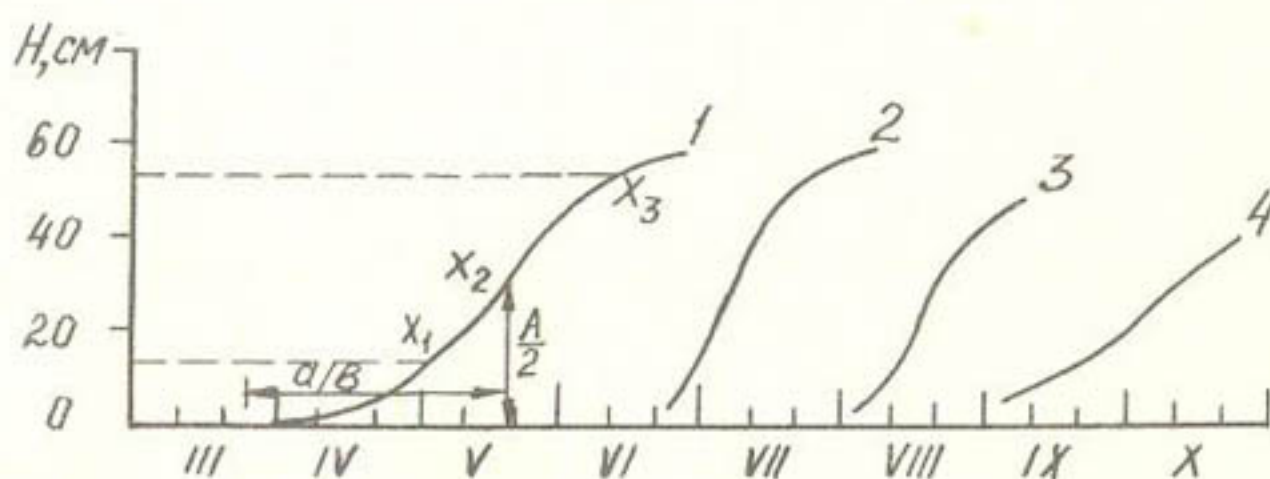


Рис. I Динамика роста люцерны первого года  
I, 2, 3, 4 – число укосов

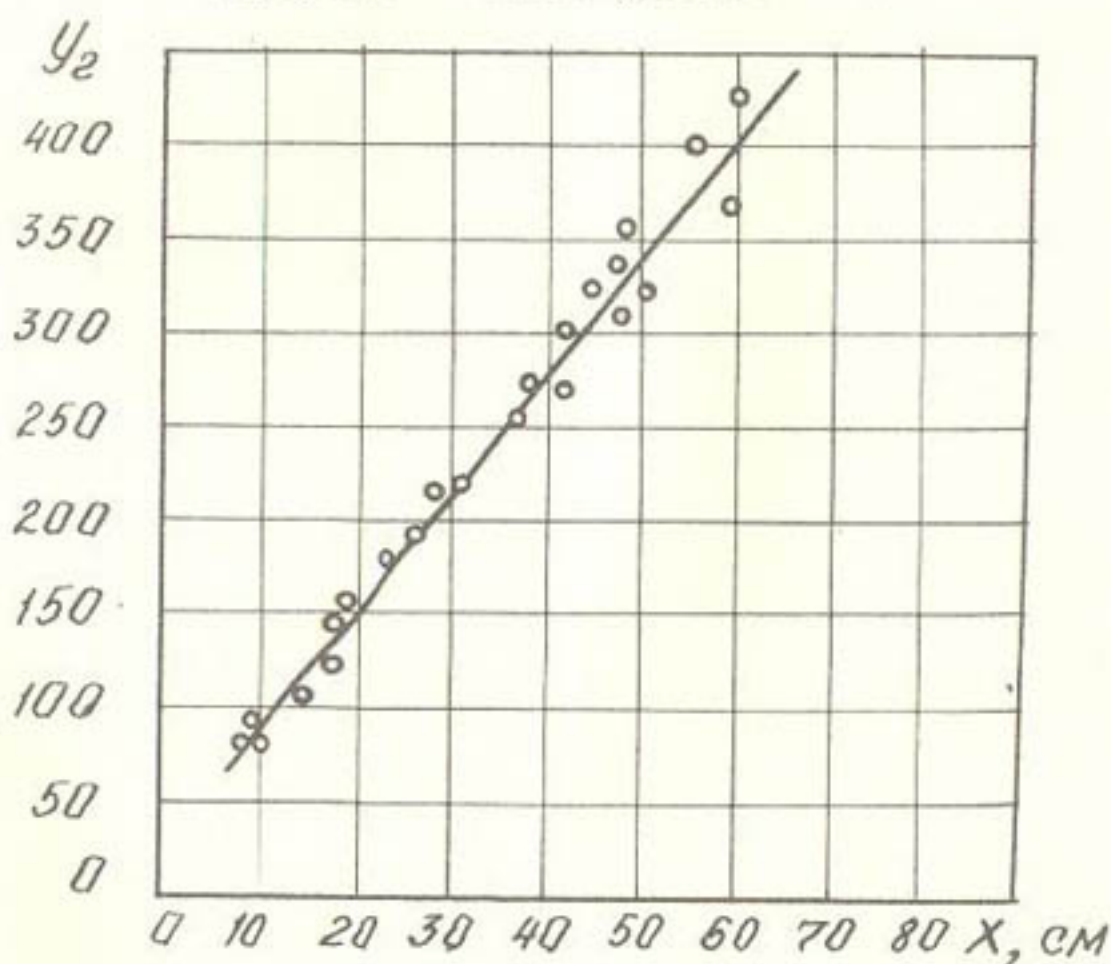


Рис. 2 Зависимость средней сухой массы люцерны, снятой с площадки  $1 \text{ м}^2$ , от средней высоты травостоя



развития люцерны в условиях орошаемого земледелия Узбекской ССР, Труды САНИГМИ, 1962, вып. 12

УДК 624.134

Хоммадов К.

# ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ПОСЛОЙНОСТИ РЕЗАНИЯ ГРУНТА ПРИ ГЛУБОКОМ РЫХЛЕНИИ НА СНИЖЕНИИ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ

В мелиоративном строительстве для улучшения водно-физических свойств тяжелых почв в настоящее время используется в основном два типа мелиоративных рыхлителей: активные (ВРН-80-3; РВЩ-0,8 и пассивные (РУ-65-2,5; РС-0,8). Широкому использованию этих рыхлителей препятствуют большие тяговые усилия, что не позволяет их агрегатировать с трактором классом тяги 6 тс и менее, то есть для этих рыхлителей используются мощные трактора как Т-130 и К-701, которые в сельском хозяйстве имеются в малом количестве.

Исследованиями установлено, что причиной, вызывающей возникновение больших тяговых усилий при глубоком рыхлении грунтов, является впредссывание части вытесняемой массы грунта в боковые стенки / 1,2 /. Установлено, что существует "критическая глубина" резания, при превышении которой грунты, вытесняемые рабочим органом, в основном вдавливаются в боковые стенки.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что снижение тягового усилия рабочего органа рыхлителя может быть достигнуто при толщине среза меньше критического, что можно достигнуть при послойном резании (рис. 1 и 2). Послойность резания производится ступенчато устанавливаемыми ножами с опережением друг друга на величину "а", взаимосвязанную с глубиной резания зависимостью:

$$a = h \operatorname{ctg} \theta,$$

где  $\theta$  - угол скола грунта спереди ножа.

Угол скола связан с углом резания  $\alpha$  также зависимостью:

$$\theta = \pi/2 - (\alpha + \mu),$$

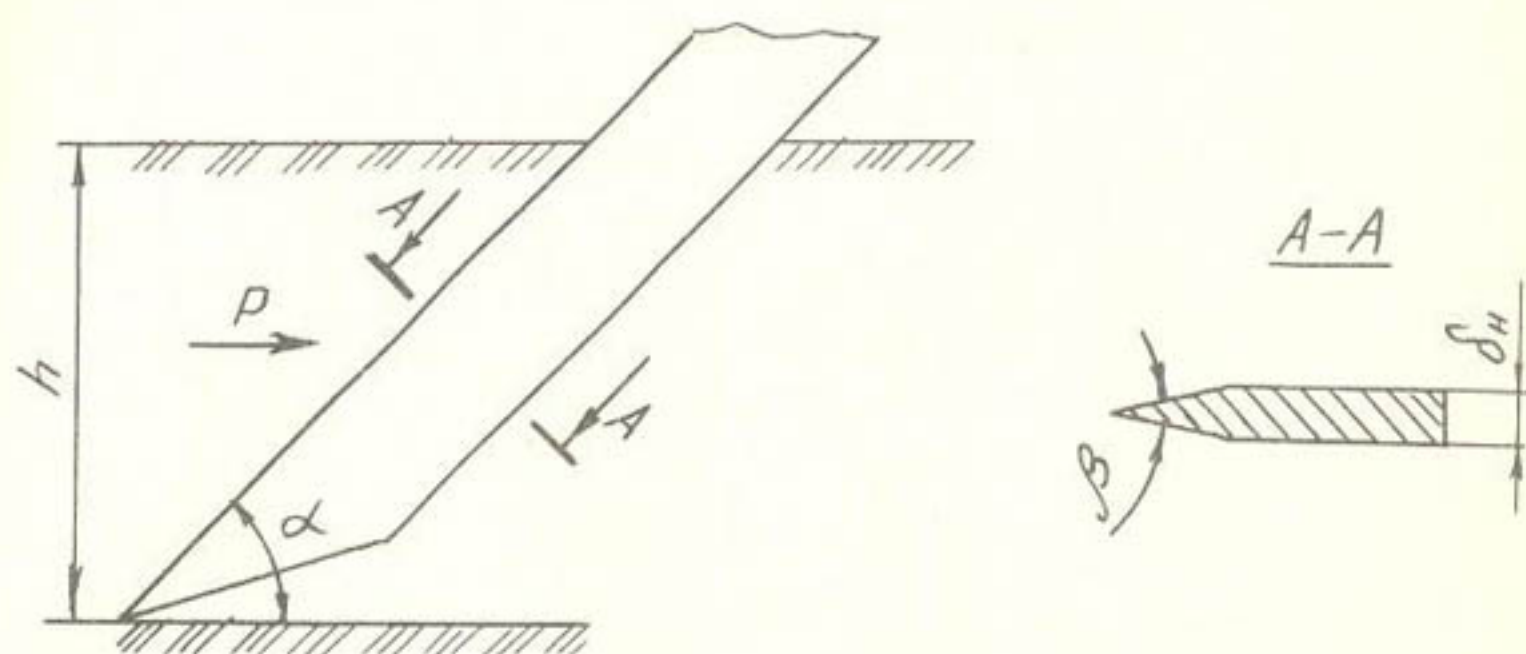


Рис. 1 Схема сплошного резания грунта пассивным рабочим органом

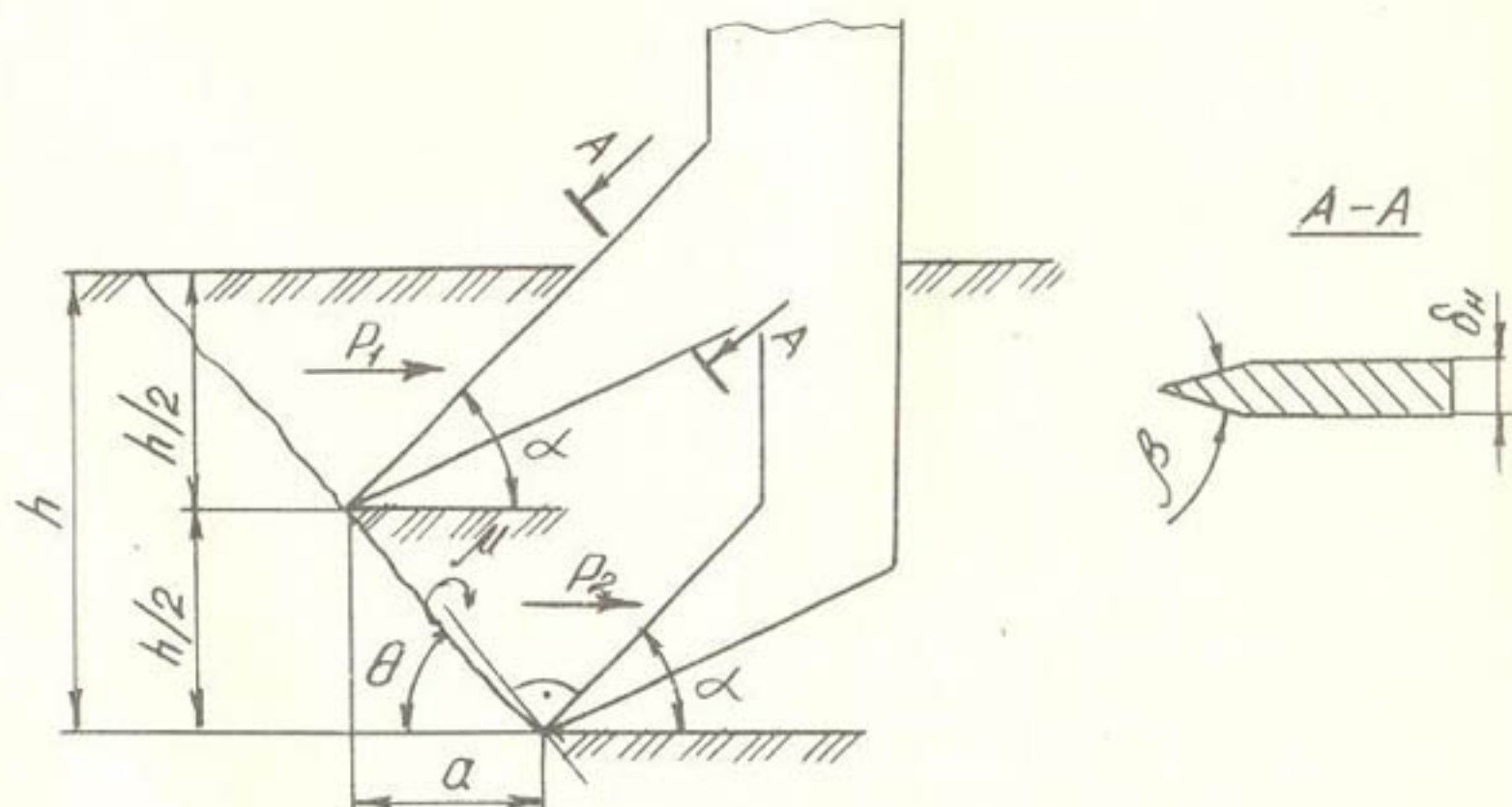


Рис. 2 Схема послойного резания грунта пассивным рабочим органом



где  $\mu$  - угол, образуемый между линией скола и нормалью к передней кромке ножа.

Влияние послойности резания на снижение тягового усилия может быть установлено сравнением усилий резания рабочих органов рыхлителя, осуществляющего соответственно сплошное и послойное рыхление при одинаковых условиях. При послойном резании каждый слой срезается независимо друг от друга, поэтому общее тяговое усилие будет равняться сумме усилий каждого слоя:

$$P_{\text{посл.}} = P_1 + P_2 = 2P_1.$$

Усилие резания как для сплошного, так и для послойного резания может определяться по формуле А.Н.Зеленина / 1 /.

$$P_{\text{спл.}} = Ch^{1,35}(1+0,1\delta_n)\left(1-\frac{90^\circ-\alpha}{180^\circ}\right)R_\gamma,$$

$$P_{\text{посл.}} = 2c(h/2)^{1,35}(1+0,1\delta_n)\left(1-\frac{90^\circ-\alpha}{180^\circ}\right)R_\gamma,$$

где  $c$  - показатель плотномера;

$h$  - глубина резания;

$\delta_n$  - толщина ножа;

$\alpha$  - угол резания;

$R_\gamma$  - коэффициент, учитывающий влияние угла заострения ножа  $\beta$ .

Таким образом

$$\frac{P_{\text{посл.}}}{P_{\text{спл.}}} = \left(\frac{h/2}{h}\right)^{1,35} 2 = 0,5^{1,35} \cdot 2 = 0,8.$$

Исходя из вышеприведенного, можно сделать вывод о том, что при одинаковых условиях резания послойность резания обеспечивает снижение тягового усилия на 20%, что и позволит агрегатировать эти рыхлители с тракторами класса тяги 4... 6 тс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленин А.Н., Баловневи В.И., Керов И.П. Машины для земляных работ. - М.: Машиностроение, 1975, 424с.



2. Ветров Ю. А. Резание грунтов землеройными машинами. - М: "Машиностроение", 1971, 349с.

УДК 624.131

Аширов Б.

# ОЦЕНКА ПРОСАДОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ В ЗОНЕ ОСВОЕНИЯ ЧЕТВЕРТОЙ ОЧЕРЕДИ КАРАКУМСКОГО КАНАЛА

Гидромелиоративное строительство в настоящее время широко развивается на Кызыл-Арватском и Казанджикском массивах освоения расположенных на периферийной части конусов-выноса, что обуславливает пестроту литологических разностей пород в плане и в разрезе, и наличие лессовой просадочной толщи мощностью 20...25 м. Применение для таких грунтов стандартных методов оценки просадочности может приводить к значительным ошибкам при прогнозе возможных деформаций основания, что в свою очередь ведет к удорожанию строительства, а также может вызвать нарушение нормальной работы сооружения в период эксплуатации.

Лессовый грунт в основании гидротехнических сооружений и работает в условиях, близких к компрессионным испытаниям, так как большинство гидросооружений имеет распластанный легкий фундамент. В настоящее время исследователи применяют компрессионные испытания для изучения и прогноза деформации просадочных грунтов. Однако, при этом отмечается необходимость совершенствования и стандартизации методов компрессионных испытаний. Для определения относительной просадочности таких грунтов на опытно-производственном полигоне в Кызыл-Арватском районе совместно с ВНИИГиМом были проведены одновременно с натурными и лабораторные исследования.

Характеристики уплотняемости лессовых грунтов определяли с помощью компрессионных приборов типа К-1М на которые были дополнительно установлены орретирующие винты для фиксирования положения грузового рычага. Величину просадочности грунтов исследуемого массива определяли в соответствии с ГОСТ 23161-78. Испытания по схеме "двух кривых" проводили на двух образцах грунта, отобранных из одного монолита. На первый образец грунта с природной влажностью нагрузку штампа произво-



дили ступенями, до заданного давления  $P_3$ . После условной стабилизации осадки образца грунта на последней ступени давления, соответствующей  $P_3$ , образец грунта увлажняли водой, продолжая замачивание до условной стабилизации просадки. Второй образец, до его нагрузки, замачивали до полного водонасыщения, начиная увлажнения не менее чем за 3...6 ч, до передачи первой ступени давления. Затем производилась нагрузка штампа на образец ступенями, до заданного давления  $P_3$ , не прекращая замачивание.

Кроме гостированных методов проводились испытания при различном увлажнении для определения начальной просадочной влажности грунтов. Для этого пять приборов одновременно заряжали образцами-близнецами, получив для каждого испытываемого образца условную стабилизацию под природной нагрузкой в соответствии с ГОСТ-ом 23161-78. Затем фиксировали положение рычагов прибора арретирными винтами и через трубочки и ниппели добавляли в каждый из 5-ти образцов определенное количество воды (соответственно 10, 20, 30, 40, 50 мл). В этом состоянии выдерживали образец не менее 8 часов, для выравнивания в нем влажности. После этого опустив арретирные винты определяли относительную просадочность образцов при различном увлажнении. По достижении условной стабилизации и осадки при заданной влажности прибор разгружали и отбирали пробы сверху и снизу образца для определения средней влажности при которой произошла просадка.

Определение относительной просадочности лессового грунта при различной продолжительности замачивания проводили заряжая 5 приборов одновременно (образцы отбирали с одного монолита). После условной стабилизации деформации под природной нагрузкой рычаг прибора зажимали арретирным винтом и образец замачивали сверху на 1, 3, 35 суток. По окончании замачивания арретирные винты отпускали и определяли относительную просадочность. Контроль влажности проводили посредством отбора грунта сверху и снизу каждого образца.

Испытания образцов грунта, взятых с глубины 10,4 м, в компрессионных приборах на просадочность при различном увлажнении показали, что лессовые грунты при засоленности ме-



нее 1,23 %, и незначительном содержании в составе водной вытяжки  $\text{CaSO}_4$  начинают проявлять просадочные свойства при влажности более 18% (рис.1). Лессовые грунты с глубин 12,1 и 13,6 м сильнозасолены. Они содержат легкорастворимых солей соответственно 1,64 и 1,51%, причем в составе водных вытяжек преобладают сульфаты. При доведении образцов этих грунтов до влажности 20% относительная их просадочность не превышает 0,01. Дальнейшее увлажнение этих грунтов, вплоть до максимальной влажности (22...24%), приводит к возрастанию относительной просадочности до 0,018...0,021. Таким образом, можно считать, что начальная просадочная влажность в интервале глубин от 10 до 16 м, составляет 18...20%.

Полученная зависимость относительной просадочности от степени влажности грунта позволяет повысить достоверность расчета просадок. При использовании максимальных значений относительной просадочности, получаемых при начальных водонасыщении грунтов расчетные просадки увеличиваются. При оценке просадки грунтов в пределах деформируемой зоны от естественной нагрузки наблюдается сближение прогнозных и фактических ее значений.

Высокое содержание в грунтах легкорастворимых солей карбонатов и гипса показывает необходимость определения относительной просадочности лессовых грунтов в зависимости от продолжительности увлажнения. Максимальное водонасыщение образцов в течение суток, трех суток, пяти недель показывает, что происходит рассоление грунта. Суммарное содержание легкорастворимых солей уменьшилось с 0,83 до 0,45, при этом в составе водных вытяжек снизилось содержание хлоридов натрия и сульфатов магния, увеличилось содержание сульфатов натрия.

Относительная просадочность лессового грунта с глубин 15,6...15,8 м составила по стандартным испытаниям 0,011...0,019, тогда как после 3-х суток она составила 0,026...0,053, а после 35 суток увлажнения 0,029...0,060.

Как показали результаты исследований (рис.2), после удаления легкорастворимых солей относительная просадочность



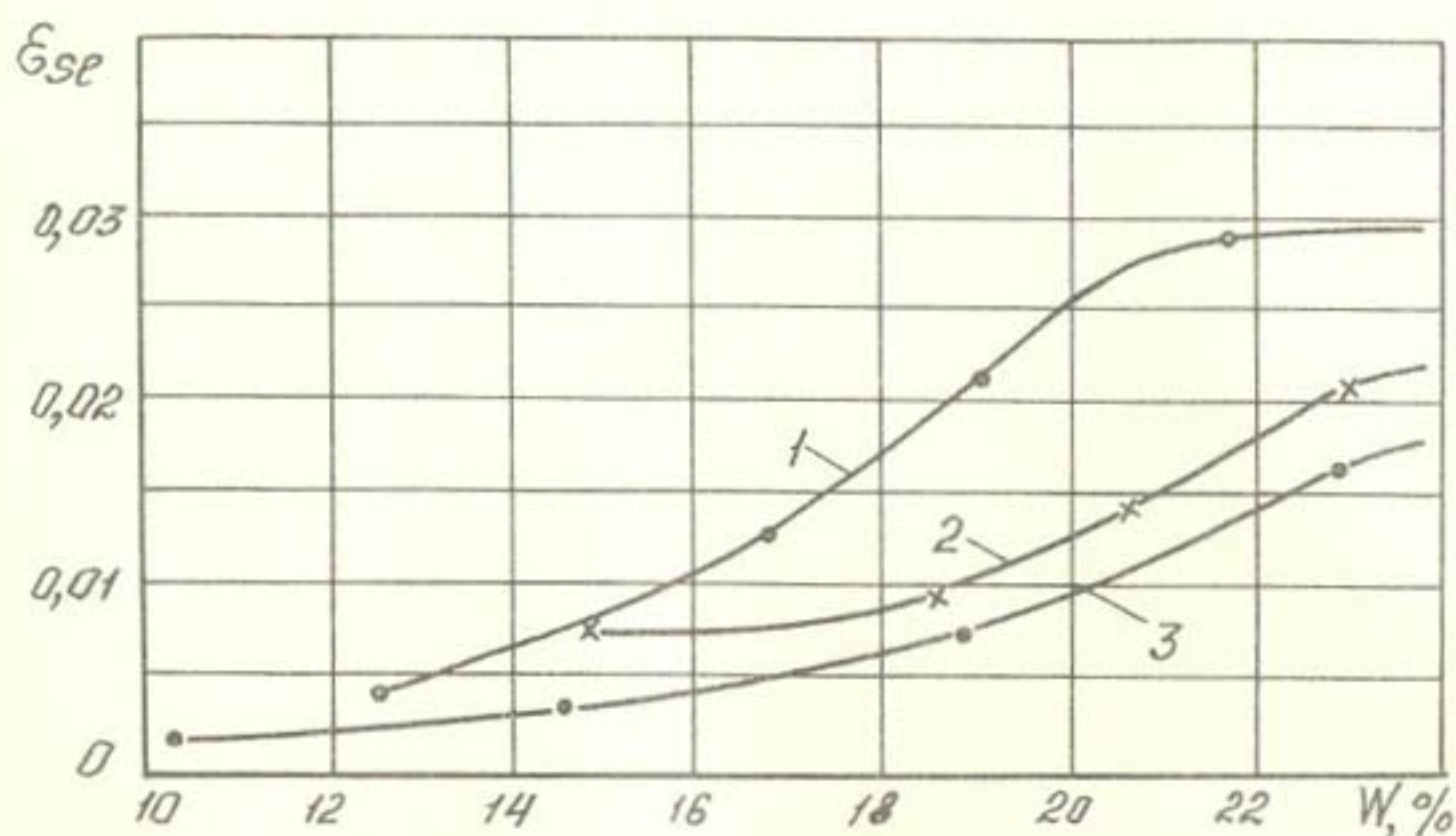


Рис.1 Зависимость относительной просадочности  
лессовых грунтов от влажности.

Глубина залегания образцов:

1 - 10,4 м, 2 - 12,1 м, 3 - 13,3 м

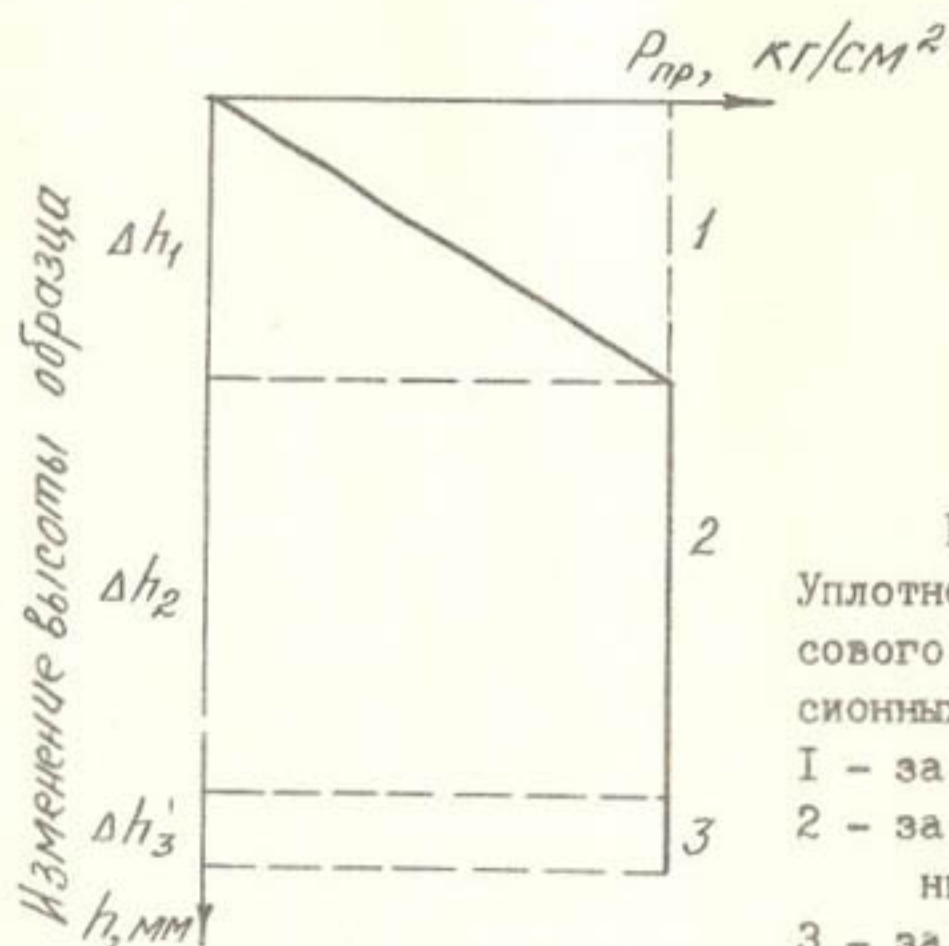


Рис.2

Уплотнение образца лессового грунта при компрессионных испытаниях:

- 1 - за сутки замачивания
- 2 - за 3-е сут. замачивания
- 3 - за 35 сут. замачивания



грунтов значительно увеличилась. Это свидетельствует о том, что большая часть структурных связей в этом грунте обусловлена наличием слаборастворимого гипса и карбонатов. Поэтому для проявления максимальной просадочности этих грунтов недостаточно достижения начальной просадочной влажности в массиве. Тем более определение этой влажности проводится в компрессионных приборах при замачивании образцов лессового грунта пресной водой.

Результаты лабораторных исследований позволяют сделать выводы, что начальная просадочная влажность лессовых грунтов колеблется в пределах 18...20 %. Для проявления максимальной относительной просадочности при компрессионных испытаниях необходимо поддерживать фильтрационный поток не менее трех суток, при этом с увеличением степени засоления грунтов время максимального проявления относительной просадочности должно быть больше.

Вследствие неоднородности состава и свойств грунтов данного массива при лабораторных исследованиях возникают большие расхождения в значениях относительной просадочности. Поэтому при проведении лабораторных исследований для прогнозирования просадочных свойств грунтов, следует испытывать не менее 5...6 образцов с одного горизонта.

УДК 631.6:626.862

Л.В.Мамедова  
Т.Г.Гуданович  
М.Б.Бабаева

#### ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ФИЛЬТРОВ ПЛАСТМАССОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

В настоящее время получили широкое распространение изделия из полиэтилена высокой и низкой плотности и непластифицированного поливинилхлорида в виде различных типов дренажных труб, фильтров и соединительной арматуры.

С вводом в действие Геох-Тепинского и Безмеинского заводов по выпуску полимерных дренажных труб республика пол-



ностью обеспечивается потребными трубами для строительства мелиоративного дренажа. Строительство пластмассового дренажа комплексно-механизированными способами (узкотраншейный и бестраншейный) обуславливает резкое снижение объемов земляных работ и затрат труда, сокращает сроки и снижает стоимость самого строительства.

В то же время массовое внедрение в производство длиномерных пластмассовых труб выявило у нас в республике острую проблему обеспеченности качественными защитно-фильтровыми материалами (ЗФМ) для дренажа. Используемые песчано-гравийные смеси не отвечают требованиям предъявляемым фильтрам (сильно запылены, неотсортированы, дорогостоящи и требуют больших объемов авто- и железнодорожных перевозок, что значительно удорожает себестоимость строительства).

Выпускаемые прошивные фильтрующие маты на основе базальтовых волокон Чарджоуским заводом керамических дренажных труб, несмотря на свои преимущества по фильтрационно-деформативным свойствам и значительной химической стойкости в агрессивной среде, не технологичны для механизированной укладки и требуют основательной доработки, а самое главное не могут полностью обеспечить всю потребность республики.

Используя опыт строительства пластмассового дренажа зоны осушения и орошения других регионов страны строительные подразделения водохозяйственных организаций Туркменской ССР используют в качестве ЗФМ привозные синтетические рулонные материалы. Применение нашло для защиты пластмассового дренажа от заиливания / 1,2 / полотно иглопробивное Кзыл-Ординской фабрики по ТУ 17-14-227-84 и Сыктывкарской фабрики по ТУ 412-644-88, а также полотно холстопршивное для мелиорации Наманганского ПО НМ по ТУ 17 УзССР 14-301-87 и полотно иглопробивное защитно-изолирующее СИЗИ Суворовской фабрики по ТУ 17-14-109-79. Исследование в лабораторных условиях фильтрационно-деформативных свойств данных материалов показало их достаточно высокие водоприемные способности. Пластичные и удобные в употреблении по сравнению со стекловолокнистыми материалами получили широкое распространение в водохозяйственном строительстве.



В то же время, в соответствии с рекомендациями / 1 / при выборе материалов и конструкций водоприемной части дренажа необходимо учитывать, что его эксплуатационный срок службы должен быть не менее 30 лет, а в соответствии с рекомендациями / 3 / для закрытой коллекторно-дренажной сети срок службы для труб должен быть в следующих пределах:

|                  |             |
|------------------|-------------|
| асбестоцементных | - 40 лет    |
| гончарных        | - 62,5 года |
| полиэтиленовых   | - 30,3 года |

Так как срок службы фильтра должен соответствовать максимальному сроку службы дренажных труб, то следовательно фильтровой материал должен обеспечивать долговечность работы дренажа не менее 62,5 года при гончарных трубах и не менее 30 лет при полиэтиленовых.

Лабораторные исследования степени колюматации искусственных синтетических ЗФМ в почвенных колонках показали, что синтетические фильтровые материалы, в состав которых входит вискоза подвержены гниению, следы которого выявлены уже в результате двухмесячной работы фильтра в грунтовых условиях. Вискозное волокно обладает большой потерей прочности в мокром состоянии и имеет низкую износостойкость. К таким материалам относятся полотна иглопробивные по ТУ-14-227-84, ТУ 412-644-88, ТУ-17 УзССР 14-301-87, хотя они рекомендованы для дренажа / 2 /.

Анализ существующих ведомственных, отраслевых и других рекомендаций по использованию искусственных волокнистых фильтровых материалов показал, что проблема долговечности работы подобного фильтра не решается, выпав из поля зрения ученых и проектировщиков, переключившихся на подбор других параметров фильтра. При использовании минеральных и стекловолоконистых фильтров существует предварительная оценка долговечности их по степени выщелачиваемости окисла натрия. Однако, совсем отсутствует экспресс-методика определения долговечности синтетических волокнистых ЗФМ в грунтовых условиях. Поэтому рекомендовать к применению в качестве фильтра для дренажа в условиях нашей республики без проведения дополнительных исследований по определению их стойкости к агрессивной среде и уста-



новления срока службы в зависимости от изменения их технического состояния не целесообразно.

В настоящее время для строительства дренажа с использованием пластмассовых дренажных труб рекомендуются следующие фильтровые материалы, показавшие себя с положительной стороны при проведении лабораторных и производственных исследований: полотно иглопробивное Навоинской фабрики по ТУ 205 УзССР 201-80; полотно иглопробивное защитно-изолирующее СИЗИ Суворовской фабрики по ТУ 17-14-106-76; маты прошивные фильтрующие на основе стеклянного штапельного волокна из горных пород по ТУ 33 ТССР 12-87, холст стекловолнистый марки ВВ-АМ по ТУ 21-23-131-80.

Для использования матов прошивных при механизированной укладке целесообразно решить вопрос замены подложки, используя более эластичные материалы; улучшить качество прошивки, обеспечивая непрсыпаемость волокна; увеличить длину матов до максимально рекомендуемых размеров техническими условиями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ВСН-33-2.2.03.87. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования.
2. ТУ 33-143-86 "Трубы дренажные пластмассовые с защитно-фильтрующим покрытием".
3. Единые нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР (на полное восстановление) (приложение №1 к письму Госплана СССР от 20.05.87г. за № СА-22-Д).

УДК 628.165:628(1-22)(574)

В.В.Марков

Е.Ф.Сберщикова

#### ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО СУЛЬФОУГЛЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ КОЛЛЕКТОРНО- ДРЕНАЖНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПЕРЕД ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНЫМ ПРОЦЕССОМ

В современных условиях интенсивного роста производитель-



ных сил одной из важнейших проблем в области использования водных ресурсов является защита окружающей среды и, в частности, водного бассейна от загрязнений вредными веществами. В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986...1990 годы и на период до 2000 года" ставится задача: "Более рационально использовать водные ресурсы. Повысить эффективность работы очистных сооружений и установок. Расширить использование сточных и коллекторно-дренажных вод (КДВ) для орошения и других нужд народного хозяйства".

В условиях Туркменской ССР возникает необходимость интенсивной работы в области опреснения и очистки подземных и коллекторно-дренажных вод для дальнейшего их использования в сельском хозяйстве. Развитие орошаемого земледелия должно основываться на использовании этих вод с применением современных экономических опреснительных установок и станций.

Анализ технико-экономических показателей различных методов опреснения воды показал, что для опреснения КДВ с минерализацией 2...6 г/л (преобладающих в Туркмении) предпочтителен метод электродиализа, который представляет собой мембранный процесс, основанный на явлении переноса ионов электролита через селективные ионообменные мембраны под действием постоянного электрического тока. Обработка воды происходит в электродиализаторах, представляющих собой систему рабочих ячеек (дилютных и рассольных камер), каждая из которых содержит мембраны противоположной полярности. Но после нескольких лет эксплуатации электродиализных установок научные работники, проектировщики и эксплуатационники пришли к выводу, что одной из главных проблем является обработка исходной воды перед электродиализным процессом. Объясняется это прежде всего повышенной чувствительностью ионообменных мембран к таким веществам, как комплексные соединения железа с органическими веществами, железо других форм, марганец, бром, бор, фтор, барий, магний, кальций. Железо, особенно ион  $Fe^{3+}$  и марганец "отравляют" ионитовые мембраны. Многовалентные ионы накапливаются в мембранах, замещают



обменные группы, приводя к уменьшению селективности и возрастанию электрического сопротивления мембран. Наличие ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  может привести к образованию в при-мембранных слоях труднорастворимых соединений.

Из сказанного ясно, что перед проэлектродиализными аппаратами необходима глубокая очистка воды от соединений железа и других элементов, отрицательно влияющих на работу мембран. Очистка воды осуществляется многими известными методами, например, адсорбцией на углях. Применяются следующие сорбенты: активированные угли, или различные сорта ископаемых углей.

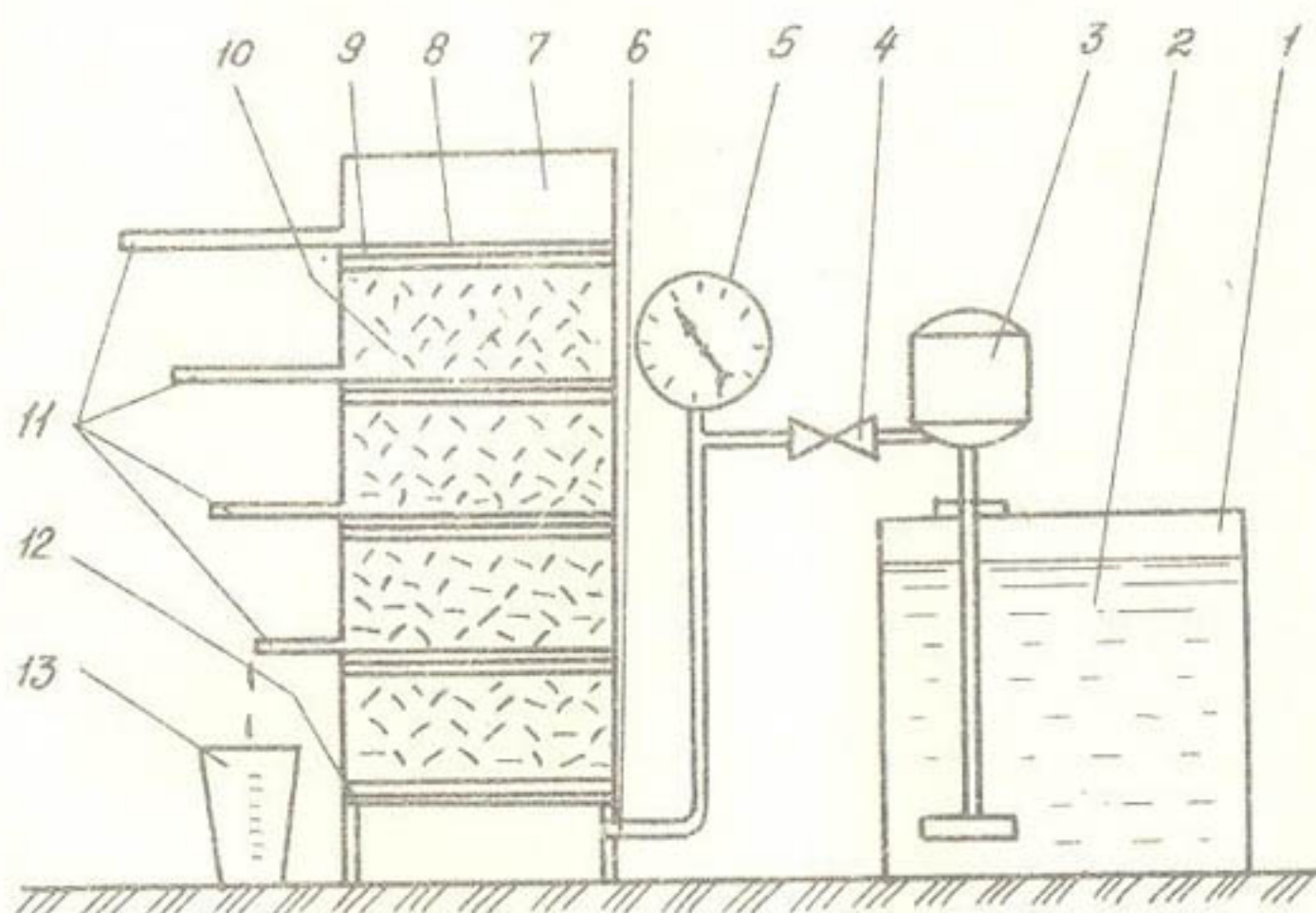
Активированные угли давно известны как эффективные сорбенты. Они имеют макро-, переходные и микропоры. Макропоры имеют средний радиус более  $10^{-7}$  м и удельную поверхность  $0,5 \dots 2,0 \text{ м}^2/\text{г}$  и не играют заметной роли в сорбционной емкости, являясь транспортными каналами, по которым адсорбируемые молекулы проникают вглубь частиц адсорбента. Переходные поры имеют эффективные радиусы в интервале от  $1,5 \cdot 10^{-9}$  до  $10^{-7}$  м и удельную поверхность  $20 \dots 100 \text{ м}^2/\text{г}$  и адсорбируют вещества с крупными молекулами. Средние радиусы микропор менее  $1,5 \cdot 10^{-9}$  м и удельная поверхность  $200 \dots 850 \text{ м}^2/\text{г}$ .

В лаборатории опреснения и очистки воды для предварительной обработки был применен модифицированный сульфуголь. Анализы проводились следующим образом: приготовленный модифицированный сульфуголь засыпался в специально разработанный аппарат (рис.), который состоит из ванны для исследуемой воды, электродвигателя с водяным насосом, крана, манометра, штуцера, колонки, прокладки из иглотканного материала, трубок для слива, мерного стакана. В воде растворялись до определенной концентрации соли кальция, магния, цинка, кадмия, свинца, бария, марганца и с помощью насоса каждый раствор подавался на установку. Пробы брались из трубок для слива через каждые 100 мм.

Результаты анализов атомно-абсорбционного определения



## Установка для исследования сорбента



1. Ванна для исследуемой воды; 2. Исследуемая вода;  
 3. Электродвигатель с насосом; 4. Кран; 5. Манометр;  
 6. Штуцер; 7. Колонка; 8. Прокладка с отверстиями;  
 9. Иглопечный материал; 10. Сорбент; 11. Трубки  
 для слива; 12. Упор; 13. Мерный стакан.



вышеуказанных элементов в растворах приведены в таблице.

| № п/п       | Концентрация исходного раствора, мкг/мл | Высота слоя сорбента, мм | Результаты анализов атомно-абсорбционного определения мкг/мл |
|-------------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1. Барий    | 25,0                                    | 100                      | барий не обнаружен                                           |
|             |                                         | 200                      | — " —                                                        |
|             |                                         | 300                      | — " —                                                        |
| 2. Кальций  | 60,1                                    | 100                      | 6,0                                                          |
|             |                                         | 200                      | 6,0                                                          |
|             |                                         | 300                      | 6,0                                                          |
| 3. Магний   | 36,5                                    | 100                      | 2,4                                                          |
|             |                                         | 200                      | 0,0                                                          |
|             |                                         | 300                      | 0,0                                                          |
| 4. Кадмий   | 244,0                                   | 100                      | кадмий не обнаружен                                          |
|             |                                         | 200                      | — " —                                                        |
|             |                                         | 300                      | — " —                                                        |
| 5. Цинк     | 1,04                                    | 100                      | цинк не обнаружен                                            |
|             |                                         | 200                      | — " —                                                        |
|             |                                         | 300                      | — " —                                                        |
| 6. Свинец   | 1,00                                    | 100                      | свинец не обнаружен                                          |
|             |                                         | 200                      | — " —                                                        |
|             |                                         | 300                      | — " —                                                        |
| 7. Марганец | 4,05                                    | 100                      | марганец не обнаружен                                        |
|             |                                         | 200                      | — " —                                                        |
|             |                                         | 300                      | — " —                                                        |

Полученные данные позволяют делать выводы, что применение модифицированного сульфугля для обработки воды перед электро-диализным процессом приведет к снижению стоимости опресненной воды, т.к. повысится эффективность процесса электро-диализа — возрастает выход по току, снижается омическое сопротивление аппарата. А снижение себестоимости может сделать опресненную воду пригодной для орошения сельскохозяйственных культур и для других нужд народного хозяйства.



631.6

Т. К. Джуманазарова  
Э. ХанкулиевВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТА ОРОШАЕМОГО  
ПОЛЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

Исследованиями по изучению продуктивности кукурузы при различной технологии полива и уровне влагообеспеченности установлено, что одним из основных факторов, оказывающих воздействие на рост и развитие растений, является микроклимат орошаемого поля.

Исследования проводились на опытном участке ТуркменНИИГим, расположенном в 10 км к северо-западу от г. Ашхабада. Почвенный покров опытного участка представлен целинными песчано-пустынными почвами. По степени засоления пахотные слои слабозасолены.

Плотность метрового слоя почвы изменяется в пределах 2,68...2,71 г/см<sup>3</sup>, объемная масса 1,27 + 1,35 г/см<sup>3</sup>. Предельно-полевая влагоемкость составит 9,7 %, объемная масса 1,3 г/см<sup>3</sup>.

Исследования проводились в четырех вариантах в четырехкратной повторности, площадь учетных делянок – 100 м<sup>2</sup>. Значения нижнего порога предполивной влажности на каждом варианте устанавливались с учетом фаз развития растений и поддерживались на уровне:

- 1 вариант – полив дождеванием при 65–70–60 % от ППВ
- 2 вариант – полив дождеванием при 75–80–70 % от ППВ
- 3 вариант – полив по бороздам при 65–70–60 % от ППВ
- 4 вариант – полив по бороздам при 75–80–70 % от ППВ

Расчетный слой увлажнения для кукурузы принят 40 см в период всходы – выход в трубку; 80 см – выметывание метелки – цветение початков; 60 см – цветение початков – молочно-восковая спелость.

Посев кукурузы проведен пунктирным способом с расстоянием между рядами 70 см и гнездами 35 см с прикаткой. Норма высева семян составляла 25 кг/га, что соответствовало 40 тыс.



растений на гектар.

По методике Б.А.Доспехова, 1979 на каждой делянке этикетировалось по 60 растений, по которым проводились замеры и отмечались фазы развития растений. Густота стояния растений определялась в период полных всходов и перед уборкой. Учет урожая проводился сплошным методом со всей учетной площадки.

Температура и влажность воздуха приземного слоя почвы определялись аспирационными психрометрами, температура поверхностных слоев почвы термометрами Саввинова Н.И. Потери воды на испарение при дождевании определялись с использованием дождемерных банок.

На системе использовались среднеструйные дождевальные аппараты "Роса-2", работающие по кругу и имеющие следующие технические показатели; расход воды 1...3,4 л/с, рабочий напор 20...50 м, радиус полива по крайним каплям - 15...28 м.

На участках орошения дождеванием при прочих равных условиях влагообеспеченности, удобрений, агротехники, отмечалось резкое изменение микроклимата после поливов - понижение температуры приземного слоя воздуха на 1,8...4,3 % и повышение относительной влажности на 22...39 %. На вариантах бороздкового полива соответственно на 1,3...1,9 и 12...18 %.

Созданию микроклимата способствовали потери воды на испарение в процессе поливов, составляющие в среднем 16 % от поливной нормы при дождевании и до 10 % - при бороздковом поливе. При этом понижалась температура тканей растений, обуславливающее быстрое снабжение тканей листьев водой, повышение фотосинтеза и продуктивности растений.

Так, при оптимальном режиме увлажнения 75-80-70 % ППВ в варианте дождевания высота главного стебля в период выхода в трубку - цветения початков (вторая половина июля-август) на 11...31 см, а в период молочно-восковой спелости на 30...34 см превышала высоту главного стебля при бороздковом поливе (табл. I).

В период до середины июля высота растений по всем вариантам опытов была сравнительно одинакова, в фазу максимального водопотребления, включающую период до цветения, прирост



высоты главного стебля составил 135 см, при дождевании и 112 см, при бороздковом поливе.

Таблица I

Влияние технологии полива на высоту  
главного стебля кукурузы и накопление соот-  
ветствующей биомассы

| Сроки<br>замеров     | Полив дождеванием             |                             |       | Бороздковый полив             |                             |       |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------|-------|
|                      | высота<br>главного<br>стебля, | накопление био-<br>массы, г |       | высота<br>главного<br>стебля, | накопление био-<br>массы, г |       |
|                      | см                            | сырой                       | сухой | см                            | сырой                       | сухой |
| 29.06.88г.           | 6                             | 15                          | 3     | 5                             | 9                           | 1,8   |
| 15.07                | 67                            | 315                         | 30,1  | 56                            | 249                         | 23,6  |
| 1.08                 | 125                           | 598                         | 56,9  | 101                           | 456                         | 44,1  |
| 16.08                | 167                           | 845                         | 101,4 | 136                           | 638                         | 80,2  |
| 2.09                 | 202                           | 898                         | 161,6 | 168                           | 740                         | 154,1 |
| 15.09                | 207                           | 1006                        | 251,5 | 178                           | 795                         | 198,8 |
| 29.09                | 210                           | 1050                        | 273,8 | 180                           | 830                         | 224,1 |
| Урожайность,<br>ц/га |                               | 421,0                       | 109,5 |                               | 332,0                       | 89,6  |

Накопление сырой массы и сухого вещества из расчета на 1 растение при поливе дождеванием составляло 1050 и 273,8г, урожайность сырой и сухой массы - 421 и 109,5 ц/га. При бороздковом поливе показатели биомассы и урожайности на 18...21 % ниже.

Увеличение продуктивности кукурузы при дождевании явилось следствием благоприятного микроклимата, созданного за счет испарения при поливах, поэтому испарение воды при дождевании нельзя считать бесполезным.



УДК 532.52.2

А. В. Фирсов

### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОПРЯЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СТРУЙ

В практике проектирования гидротехнических и водохозяйственных объектов часто возникают задачи, связанные с определением параметров струйных течений, распространяющихся в водоемах. Такой тип течений возникает при впадении рек в моря, озера, русловые водохранилища, при сбросах рекреационных вод с атомных и тепловых электростанций, впадение малых рек в большие и т.д. Все выше перечисленные течения как правило имеют ширину потока много большую его глубины, т.е. отношение  $B_0/h_0$  велико, и в гидравлическом приближении являются плоскими. Струйные течения характеризуются двумя условиями, начальным импульсом и отсутствием границ препятствующих их растеканию.

Знание областей распространения таких течений и их кинематической структуры, весьма важно для решения задач прогноза качества воды, областей заиления и размывов, определения волновых трансформаций, выбора мест расположения водозаборов и водосбросов.

На распространение струй влияет большое число факторов, таких как начальная интенсивность турбулентности, разность плотностей, ветроволновой режим, наличие сносящих течений, геометрические условия сопряжения и т.д.

Основной целью исследований данной работы являются определение изменения длины начального участка и продольного затухания поверхностной скорости и концентрации примеси.

Зависимость, выражающая закон затухания продольной скорости и концентрации по оси струи, можно получить из условия сохранения полного количества движения, избыточное содержание примеси при условии постоянной плотности среды / 1 /.



$$F U_m^2 \int_0^1 \left( \frac{U}{U_m} \right)^2 \frac{dF}{F} = F_0 U_0^2, \quad (1)$$

$$F U_m \Delta C \int_0^1 \frac{U}{U_m} \frac{\Delta C}{\Delta C_m} \frac{dF}{F} = F_0 U_0 \Delta C_0, \quad (2)$$

где  $F_0$  — исходная площадь сечения струи;  
 $F$  — площадь сечения струи на основном участке;  
 $U_0$  — исходная скорость струи, м/с;  
 $U_m$  — скорость на продольной оси струи, м/с;  
 $U$  — скорость в точке сечения струи, м/с;  
 $\Delta C_m$  — избыток концентрации вещества на продольной оси струи;  
 $\Delta C$  — избыток концентрации в сечении струи;  
 $\Delta C_0$  — исходный избыток концентрации в струе.

В основном участке плоской струи площадь поперечного сечения пропорциональна толщине струи

$$\frac{F}{F_0} = \frac{\delta}{h_0}, \quad (3)$$

где  $\delta$  — толщина струи;  
 $h_0$  — исходная толщина струи.

Интегралы в левых частях (1) и (2) можно представить как

$$A = (1+j') \int_0^1 \left( \frac{U}{U_m} \right)^2 \left( \frac{y}{\delta} \right)^{j'} \frac{dy}{\delta}, \quad (4)$$

$$B = (1+j') \int_0^1 \frac{U}{U_m} \frac{\Delta C}{\Delta C_m} \left( \frac{y}{\delta} \right)^{j'} \frac{dy}{\delta}, \quad (5)$$

где  $j' = 0$  для плоской струи, и  $j' = 1$  для круглой.

Принимая расширение струи согласно экспериментальным результатам / 3 /

$$\delta = 0,22 X, \quad (6)$$

и используя зависимость Шлихтинга, описывающую форму поперечного профиля скорости струи

$$\frac{U}{U_m} = \left[ 1 - \left( \frac{y}{\delta} \right)^{1,5} \right]^2, \quad (7)$$



$$\frac{U}{U_m} = \left( \frac{\Delta C}{\Delta C_m} \right)^{1/S_{CT}}, \quad (8)$$

здесь

$$S_{CT} = \bar{V}_T / D_T,$$

где  $\bar{V}_T$  — коэффициент турбулентной вязкости;

$D_T$  — коэффициент турбулентной диффузии.

Подставляя (7) в (4), а (8) в (5) получаем:

$$\int_0^1 \left( \left[ 1 - \left( \frac{y}{\delta} \right)^{1,5} \right]^2 \right)^2 \left( \frac{y}{\delta} \right)^4 \frac{dy}{\delta} \quad (9)$$

Используя бином Ньютона, раскрывая скобки и интегрируя получаем:

$$A = \frac{y}{\delta} \Big|_0^1 - \frac{4}{2,5} \left( \frac{y}{\delta} \right)^{2,5} \Big|_0^1 + \frac{6}{4} \left( \frac{y}{\delta} \right)^4 \Big|_0^1 - \frac{4}{5,5} \left( \frac{y}{\delta} \right)^{5,5} \Big|_0^1 + \frac{1}{7} \left( \frac{y}{\delta} \right)^7 \Big|_0^1 = \quad (10)$$

$$= 0,316.$$

Аналогично получаем значения для B / I /

$$B = 0,368, \quad (11)$$

Подставляя (10) и (11) вместе с (6) в (1) и (2) получаем зависимость изменения безразмерной продольной осевой скорости и концентрации для плоской струи

$$\frac{U}{U_m} = \beta_u \sqrt{\frac{h_0}{x}} = 3,8 \sqrt{\frac{h_0}{x}}, \quad (12)$$

$$\frac{\Delta C_m}{\Delta C_0} = 0,86 \beta_u \sqrt{\frac{h_0}{x}}, \quad (13)$$

где  $\beta_u = 1/A$ .

Из (12) получим длину начального участка струи

$$x \neq h_0 = 14,4 \quad (14)$$

Для проверки полученных решений и определения изменения коэффициента  $\beta_u$  в зависимости от заложения сопрягающего откоса и затухания относительных скоростей и концентраций по оси струи, проведены экспериментальные исследования на гидравлическом стенде. Стенд имеет следующие основные параметры: глубина — 1 м, ширина — 4,00 м, длина рабочей



части 25 м. Лоток — модель струйного русла: длина 6 м, ширина 1 м, высота 25 см. Заложение откосов изменялось в пределах  $m = 0 + 12$ .

Число Фруда на выходе изменялось в диапазоне  $0,2 + 1,7$ , денсимметрическое число Фруда изменялось в диапазоне  $10 + 54$ . Число Рейнелдеа соответствовало автомоделльной области и изменялось в пределах  $2,1 \cdot 10^4 \dots 8 \cdot 10^4$ .

Изменение характеристик струйного течения заключалось в следующем. При истечении струи с вертикального уступа ( $m = 0$ ), что соответствует случаю рассмотренному аналитически, сделаны промеры предельных поверхностных скоростей. Аналогичные измерения проведены для откосов  $m = 6; 9,5; 12$ .

Как видно из рис. 1, при распространении плоской поверхностной струи с уступа полученные результаты удовлетворительно согласуются с данными других исследователей [1, 2, 3]. При увеличении заложения откоса интенсивность затухания продольной скорости и концентрации падает. Если нанести полученные точки на безразмерный график падения скорости от продольной координаты в логарифмическом масштабе видно, что затухание скорости можно выразить в виде простого степенного закона.

При распространении плоских струй по откосам также наблюдается изменение длины начального участка  $\bar{X}_{om}$ . Из полученных результатов видно, что массоперенос в струйных течениях происходит интенсивнее переноса количества движения. Это обусловлено меньшей длиной начального участка струи при диффузии примеси.

Пронормировав длину начального участка струи при  $m = 0$  на длину начальных участков для различных заложений сопрягающих откосов  $\bar{X}_{om}$  видно, что относительное изменение длин начальных участков, определенное по эпюрам скорости и по концентрации близки и могут аппроксимироваться одной зависимостью, приведенной на рис. 2.

$$\frac{\bar{X}_0}{\bar{X}_{om}} = \frac{1}{1 + 0,05 m}, \quad (15)$$

где  $\bar{X}_0 = X_0/h_0$ ,  $X_0$  — координата конца начального участка струи.



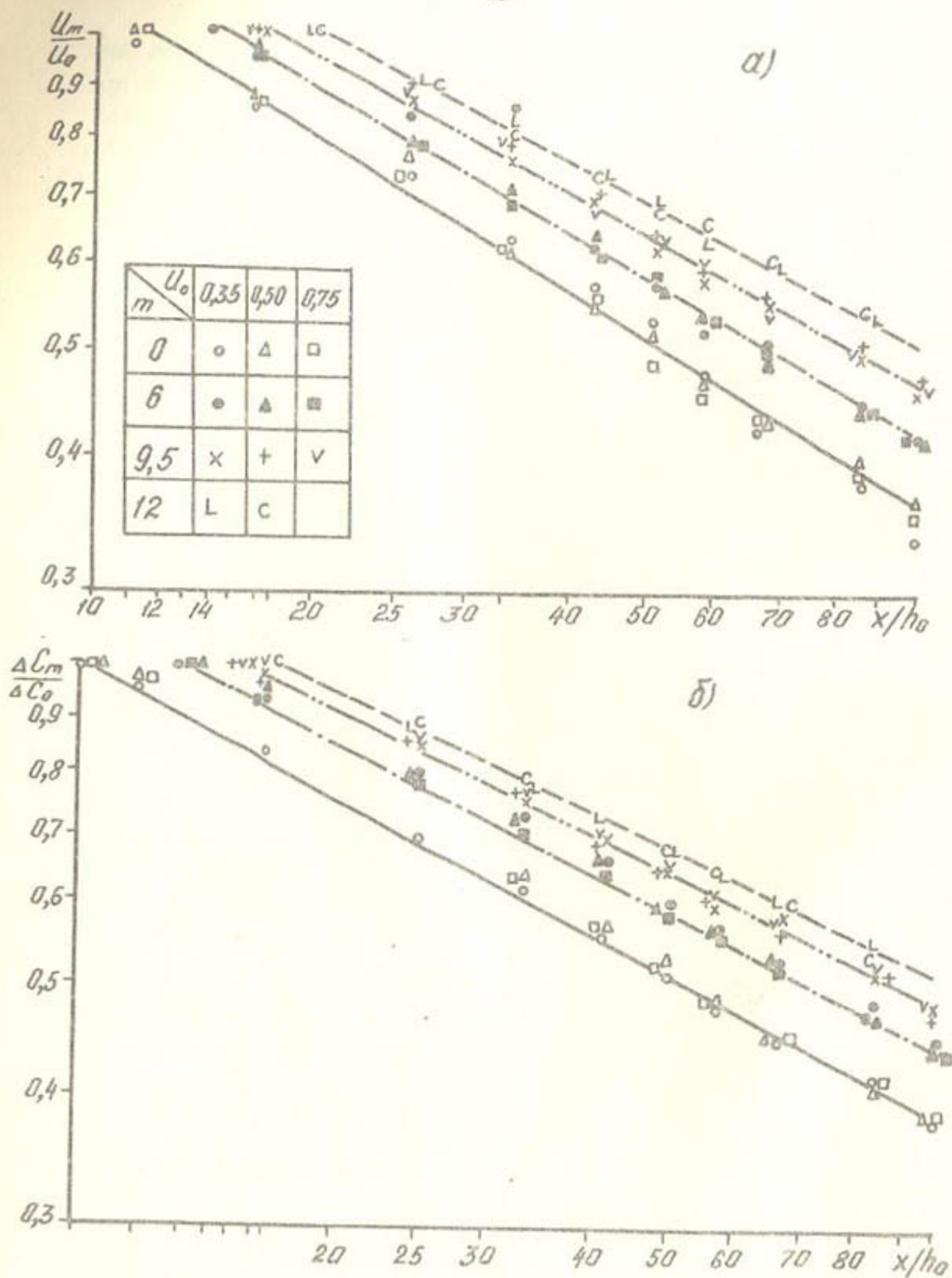


Рис. 1. Продольное затухание а) скорости, б) концентрации



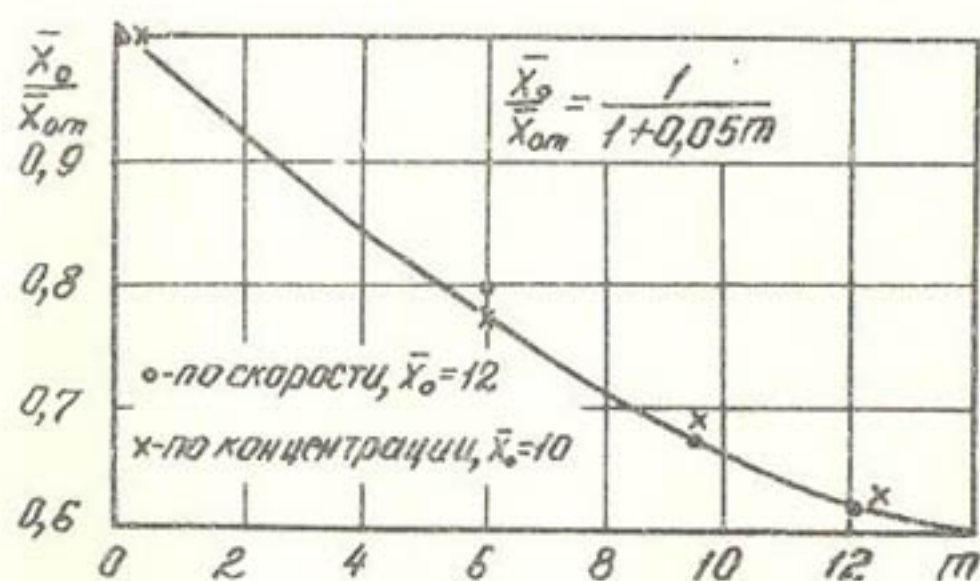


Рис. 2. Изменение относительной длины начального участка струи в зависимости от заложения откоса

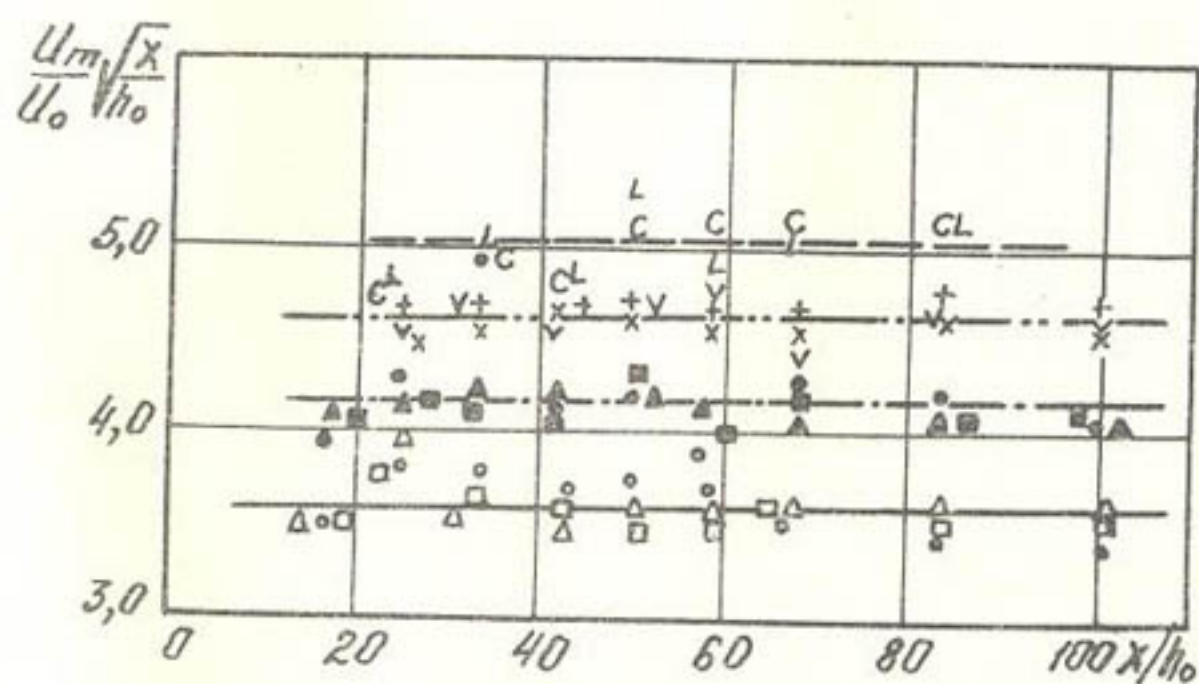


Рис. 3. Параметр изменения скорости  $\beta_u$  при  $m = 0; 6; 9,5; 12$   
Обозначения на рис. I.

Для возможности определения затухания скорости по продольной оси необходимо определить изменение коэффициента  $\beta_u$  от заложения откоса  $m$ . График, определяющий коэффициент изменения скорости, приведен на рис. 3. Зависимость изменения  $\beta_u$  от заложения откоса, отнесенная к  $\beta_u$  при  $m = 0$ , показана на рис. 4. Как видно, с увеличением заложения откоса коэффициент изменения скорости растет. Значение  $\beta_u$  при  $m = 0$ , определенное по результатам исследований, равно 3,57, а полученное значение теоретически равно 3,8. Расхождение объясняется неточным соответствием профиля скорости Шлихтинга истинному.

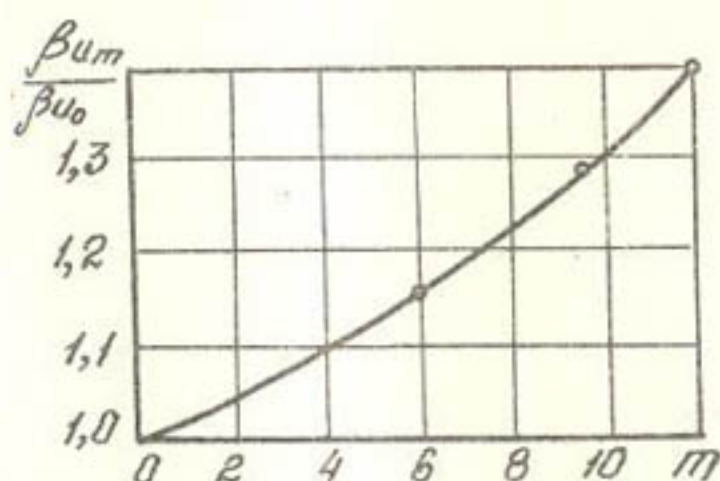


Рис. 4. Относительный параметр изменения скорости при различных  $m$ .

Таким образом, зная изменения длины начального участка струи и закон изменения продольной скорости по оси струи и учитывая закон распределения профиля скорости и концентрации в виде кривой Гаусса,

$$\begin{cases} \frac{u}{u_m} = \exp - (y/h)^2 \\ \frac{c - c_a}{c_0 - c_a} = \frac{\Delta c}{\Delta c_m} = \exp - (y/h)^2 \end{cases}, \quad (16)$$

можно определить скоростную структуру течения и области распределения концентрации примеси в водоемах при впадении в



них рек и каналов, с целью определения качественных характеристик воды и прогноза деформаций устьевых участков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович Г.Н. и др. Теория турбулентных струй. М.: Наука, 1984, 715 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986, 317 с.
3. Шец Дж. Турбулентное течение. Процессы вдува и перемешивания. М.: Мир, 1984, 274 с.
4. Рустамов А.Н. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Климатические и турбулентные характеристики разноплотностных струйных течений. М.: 1984, 20 с.

УДК 551.501:633.51

М.Х. Аманов

### СУТОЧНЫЙ ХОД ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ДЕЯТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХ- НОСТИ ХЛОПЧАТНИКА И ЛЮЦЕРНЫ

В 1988 году на производственных полях совхоза "Путь Ленинизма" Гяурского района проведены опыты по определению водопотребления хлопчатника и люцерны первого года по методу теплового баланса в соответствии с рекомендациями / 1, 2 /.

Уравнение теплового баланса деятельной поверхности / 3 / обычно записывается в виде:

$$R = LE + B + P, \quad (1)$$

где  $R$  - радиационный баланс деятельной поверхности;  
 $LE$  - затраты тепла на испарение;  
 $B$  - поток тепла в почву;  
 $P$  - турбулентный поток тепла.

Суммарное испарение рассчитывалась по формуле / 2 /

$$LE = \frac{(R - B) \Delta e}{\Delta e \pm 0,48 \Delta T}, \quad (2)$$



где  $\Delta e$  - градиент влажности воздуха;  
 $\Delta T$  - градиент температуры воздуха.

Градиенты температуры и влажности воздуха определялись между высотами 0,5 и 2,0 м от уровня деятельной поверхности.

Суточный ход элементов теплового баланса за 1988 год, при развитом растительном покрове хлопчатника (июль, август) показан на рис. I.

Максимум радиации  $R$  наблюдается около полудня, изменяя за вегетационный период от 0,35 до 1,1 кал/(см<sup>2</sup>·мин). Изменение водопотребления (суммарного испарения) в течение суток в общем повторяет ход радиационного баланса. Максимальное значение интенсивности испарения наблюдается около полудня и составляет, в зависимости от вегетационного периода и влагообеспеченности растений 0,1 - 1,0 кал/(см<sup>2</sup> · мин). Затраты тепла на испарение (кал/(см<sup>2</sup> · мин)) численно равны величине потока влаги (мм/час).

Поток тепла в почву мал по сравнению с другими составляющими баланса; он равен 0,018...0,057 кал/(см<sup>2</sup>·мин.). Турбулентный поток тепла в период вегетации направлен к деятельной поверхности и достигает величины 0,56 кал/см<sup>2</sup>·мин. Фазовые сдвиги в суточном ходе элементов теплового баланса незначительны.

Измерение хода элементов теплового баланса на люцерновом поле производилось периодически. На рис. 2 показан суточный ход элементов теплового баланса люцерны первого года. Рис. 2<sup>a</sup> - отражает элементы теплового баланса при высоте травостоя 54 см при влажности почвы 13,3% от веса сухой почвы в горизонте 0...100 см. Рис. 2<sup>б</sup> - при высоте травостоя 42 см и влажности почвы 16,6 % от веса сухой почвы в горизонте 0...100 см.

В таблице I приведены средние за дневные часы (от 8 до 20 часов) элементы теплового баланса хлопкового поля за вегетационный период.

Месячные значения водопотребления, транспирации и физического испарения приведены в таблице 2.

Полученные данные подтверждают выводы, сделанные в работе / 4 /, о том, что в начале вегетационного периода (май и



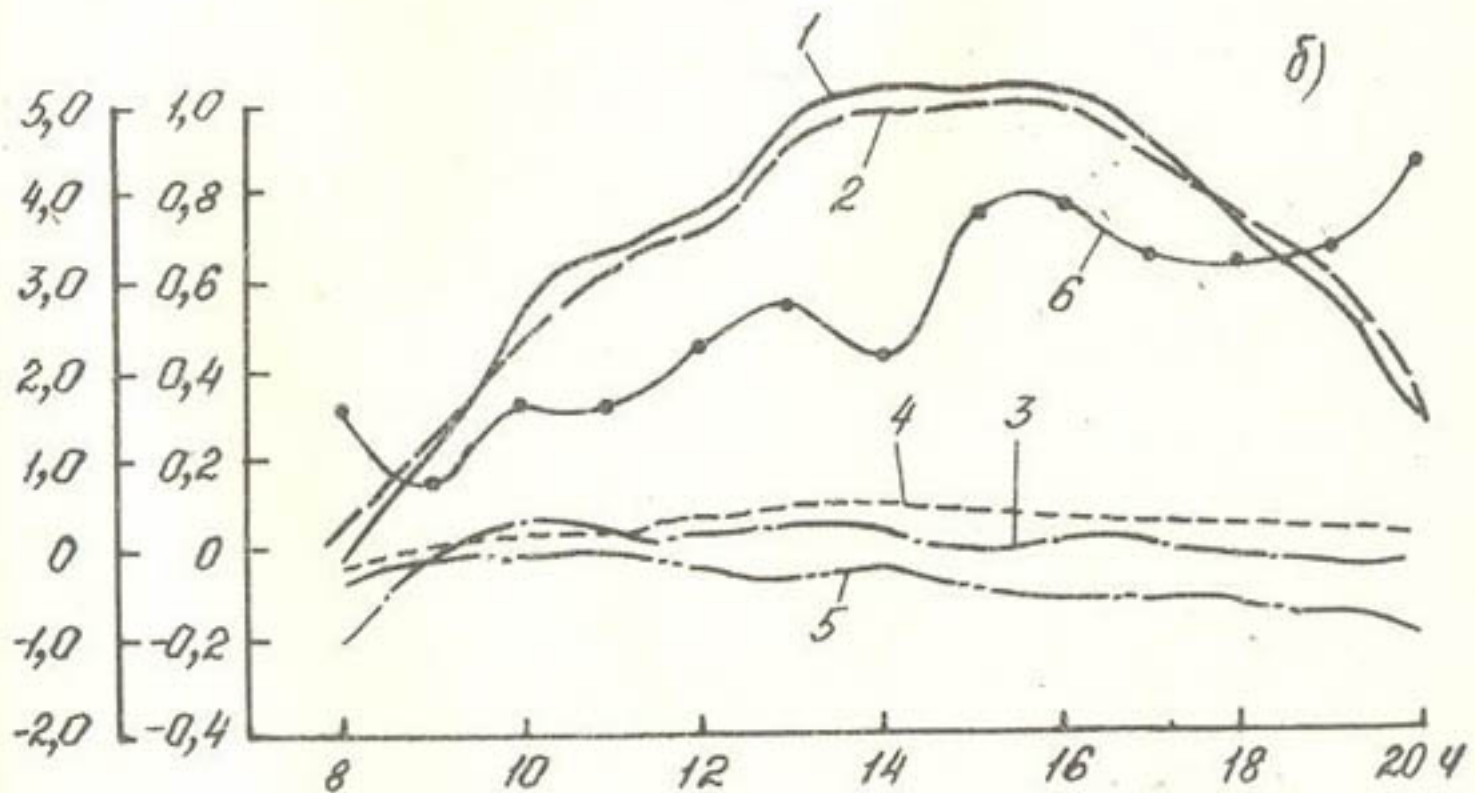
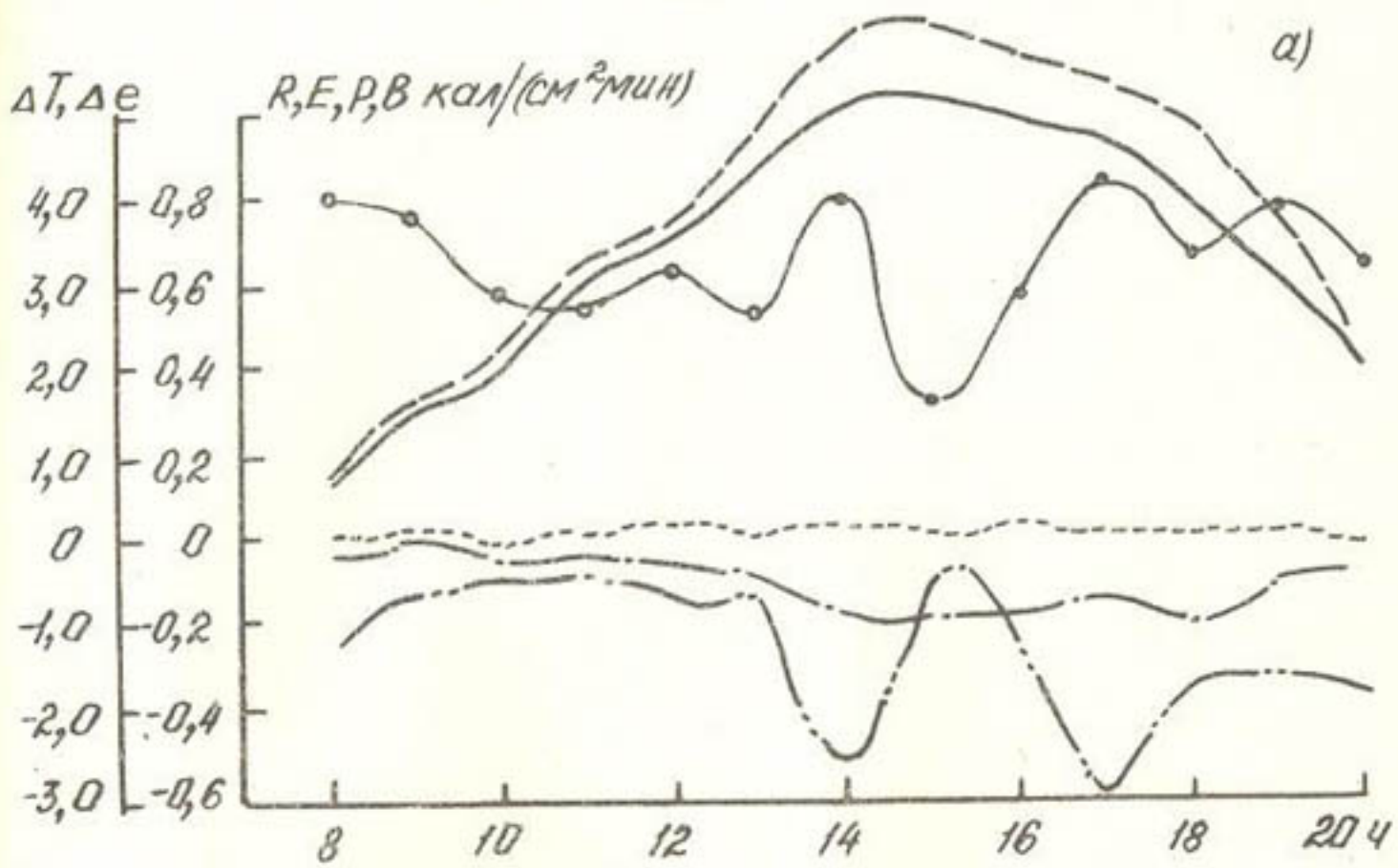


Рис. I. Суточный ход элементов теплового баланса хлопкового поля а) 13 июля, б) 5 августа  
1-  $R$  , 2-  $E$ , 3-  $P$ , 4-  $B$ , 5-  $\Delta T$ , 6-  $\Delta e$ .

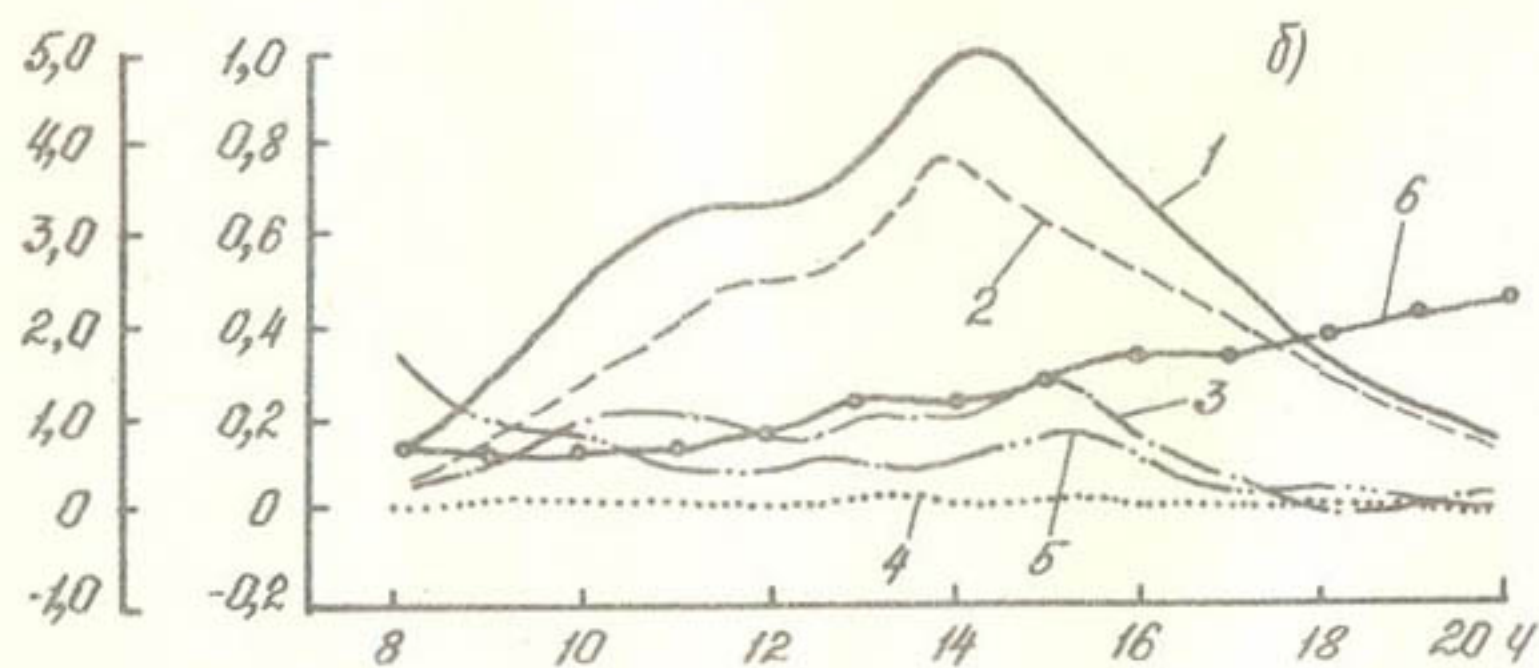
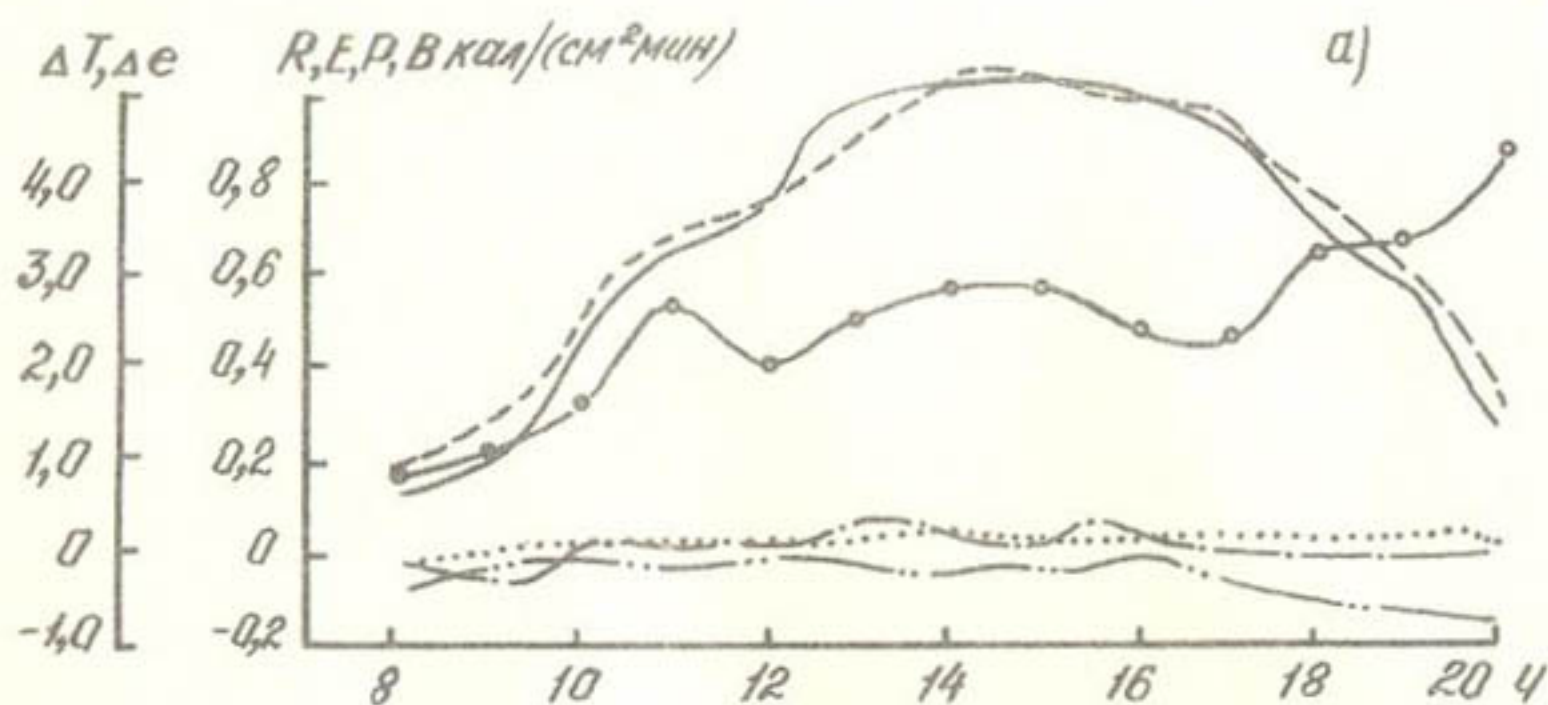


Рис. 2. Суточный ход элементов теплового баланса  
люцерны I-го года а) 21 июля, б) 26 августа  
1-  $R$  , 2-  $E$ , 3-  $P$ , 4-  $B$ , 5-  $\Delta T$ , 6-  $\Delta \epsilon$



Таблица I

Среднедневные значения элементов теплового баланса  
хлопкового поля за вегетационный период

| Дата  | Радиационный баланс           |      | Затраты тепла на испарение, $L_E$ |      | Поток тепла в почву, $B$ |       | Турбулентный поток тепла, $R$ |   | Градиент температуры воздуха, $\Delta T$ |    | Градиент температуры воздуха, $\Delta T$ |    | МД |
|-------|-------------------------------|------|-----------------------------------|------|--------------------------|-------|-------------------------------|---|------------------------------------------|----|------------------------------------------|----|----|
|       | 1                             | 2    | 3                                 | 4    | 5                        | 6     | 7                             | 8 | 9                                        | 10 | 11                                       | 12 |    |
|       | кал / (см <sup>2</sup> ·мин.) |      |                                   |      |                          |       |                               |   |                                          |    |                                          |    |    |
| I     | 1                             | 2    | 3                                 | 4    | 5                        | 6     | 7                             | 8 | 9                                        | 10 | 11                                       | 12 |    |
| 26.04 |                               | 0,26 | 0,15                              | 0,03 | 0,08                     | 0,26  | 0,24                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 1.05  |                               | 0,37 | 0,13                              | 0,01 | 0,23                     | 0,99  | 0,28                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 9.05  |                               | 0,35 | 0,20                              | 0,00 | 0,15                     | 0,94  | 0,98                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 20.05 |                               | 0,35 | 0,16                              | 0,00 | 0,19                     | 1,13  | 0,39                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 4.06  |                               | 0,54 | 0,25                              | 0,03 | 0,26                     | 2,04  | 0,98                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 22.06 |                               | 0,50 | 0,28                              | 0,05 | 0,23                     | 1,51  | 0,92                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 2.07  |                               | 0,57 | 0,52                              | 0,01 | 0,08                     | 0,25  | 1,22                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 12.07 |                               | 0,55 | 0,26                              | 0,02 | 0,27                     | 1,97  | 0,95                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 24.07 |                               | 0,52 | 0,52                              | 0,02 | -0,02                    | -0,08 | 1,70                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 12.08 |                               | 0,57 | 0,48                              | 0,03 | 0,04                     | 0,27  | 1,60                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 23.08 |                               | 0,55 | 0,61                              | 0,02 | -0,08                    | -0,30 | 1,15                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 9.09  |                               | 0,58 | 0,62                              | 0,01 | -0,05                    | -0,35 | 1,61                          |   |                                          |    |                                          |    |    |
| 21.09 |                               | 0,37 | 0,25                              | 0,02 | 0,1                      | 0,53  | 0,66                          |   |                                          |    |                                          |    |    |

июнь) значение физического испарения в 2...2,5 раза больше, чем транспирация. В июле значения этих составляющих почти одинаковы. В августе транспирация в 3 раза больше, чем физическое испарение. В сентябре физическое испарение сокращается до минимума и составляет около 10 % водопотребления.

Таблица 2  
Месячные значения водопотребления ( В ),  
транспирации ( Т ) и физического испарения  
( Ф ), м<sup>3</sup>/га

| Показатели | М е с я ц ы |     |     |     |      |      |       | ! Всего |   |      |   |      |   |      |
|------------|-------------|-----|-----|-----|------|------|-------|---------|---|------|---|------|---|------|
|            | ! IY        |     | ! Y |     | ! YI |      | ! YII |         |   |      |   |      |   |      |
|            | !           | 2   | !   | 3   | !    | 4    | !     |         | 5 |      |   |      |   |      |
| I          | !           | 2   | !   | 3   | !    | 4    | !     | 5       | ! | 6    | ! | 7    | ! | 8    |
| В          |             | 222 |     | 723 |      | 1258 |       | 1814    |   | 1925 |   | 1008 |   | 6950 |
| Т          |             | -   |     | 32  |      | 504  |       | 1203    |   | 1449 |   | 718  |   | 3906 |
| Ф          |             | 222 |     | 691 |      | 754  |       | 611     |   | 476  |   | 290  |   | 3044 |

Элементы водного баланса орошаемого поля люцерны первого года за вегетационный период показаны в таблице 3.

Таблица 3  
Элементы водного баланса орошаемого поля  
люцерны первого года в слое 0...160 см за  
вегетационный период

| Год  | Приход воды |        |                        | Расход воды                |                   |      | Измене-<br>ние за-<br>пасов<br>влаги в<br>почве |
|------|-------------|--------|------------------------|----------------------------|-------------------|------|-------------------------------------------------|
|      | осадки      | поливы | суммарное<br>испарение | поверх-<br>ностный<br>сток | инфилъ-<br>трация |      |                                                 |
|      |             |        |                        |                            |                   |      |                                                 |
| 1    | 2           | 3      | 4                      | 5                          | 6                 | 7    |                                                 |
| 1988 | 440         | 7090   | 7724                   | 490                        | -                 | -684 |                                                 |

Суммарное испарение в табл. 3 определено методом водного баланса. За вегетационный период основной составляющей в приходной части водного баланса люцернового поля являются



поливов. Поливная норма нетто равна 6600 м<sup>3</sup>/га. Атмосферные осадки смачивают верхний слой почвы, что способствуют быстрому развитию люцерны.

Вся вода, поступающая на балансовый участок составляет 91 % расхода на испарение, остальная часть идет за счет влагозапасов почвенной влаги.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мушкин И.Г., Гафуров В.К. Тепловой и водный баланс хлопкового поля. Л.: Гидрометеиздат, 1973.

2. Приборы, аппаратура и методы получения агрофизической и агрофизиологической информации при исследовании по программированию урожаев. Методические рекомендации. М.: 1977, в надзаг.: ВАСХНИЛ.

3. Будыко М.И., Тимофеев М.П. О методах определения испарения. "Метеорология и гидрология", 1952, №9.

4. Отчет о научно-исследовательской работе: "Разработать новые и усовершенствовать существующие математические модели агроценозов для управления и оптимизации мелиоративных режимов" (промежуточный). Фонды ТНИИГим, Ашхабад, 1987.

УДК 631.6

Л.Т.Шабанова

Л.И.Бидненко

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ГЛИФОСАТА НА КОРНЕВИЩНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

В условиях аридной зоны орошение способствует размножению и распространению сорных растений. Очистка полей от сорняков одними агротехническими приемами недостаточно эффективна против глубокоукореняющихся корневищных сорняков, таких как тростник и рогоз. Это вызывает необходимость применения агротехнических приемов в сочетании с химическими для обеспечения чистоты полей от многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков. С целью решения указанной задачи, нами были испытаны системные гербициды листового действия утал и нитосорг (глифосат), обеспечивающие эффективный и длительный контроль над широким спектром сорняков.



Нитосорг и утал (глифосат) гербициды отечественного и зарубежного производства на основе *N* - фосфонометилглицина и его солей, для теплокровных малотоксичны, не обладают кожно-резорбтивным и кумулирующим видами действий. Для препаратов этой группы по данным ВНИИГИНТОКС характерна слабая миграция в почве, период полураспада в суглинистой почве составляет 12...25 дней, в непроточной воде - 10...12 дней. В черноземной почве *N* - фосфонометилглицин полностью разрушается в течение 42 суток, в песчаной почве 66 суток. Основными продуктами трансформации *N* - фосфонометилглицина в растениях и почве являются аминометилфосфоновая кислота,  $\text{CO}_2$  и саркозин. / 1 /.

Максимально допустимыми уровнями содержания глифосата и препаратов на основе *N* - фосфонометилглицина в объектах внешней среды являются: максимально-допустимый уровень в пищевых продуктах (плодовые культуры, цитрусовые, овощи, картофель, зернобобовые, кукуруза 0,3 мг/кг, виноград 0,1 мг/кг) предельно-допустимая концентрация в воде санитарно-бытового водопользования 0,02 мг/л, в почве 0,5 мг/кг (показатель вредности - транслокационный), ориентировочно-безопасный уровень воздействия в воздухе рабочей зоны 3,0 мг/м<sup>3</sup>. Безопасные сроки выхода работающих после применения глифосата: спустя 3 дня при проведении механизированных работ и 7 дней после ручных работ / 2 /.

Испытания препаратов проводились в 1985...1988г.г. на экспериментальном участке ТуркменНИИГим. Препараты вносили весной, летом и осенью. Площадь обработанных делянок составляла 25 м<sup>2</sup> в 4-кратной повторности.

В мае месяце проводили обработку отрастающего тростника высотой не более 50 см нормой действующего вещества препарата 3,6 кг/га ( 10 л/га препарата). Фитоцидные свойства препарата на листовой поверхности стали проявляться уже через неделю после обработок в виде увядания и потери воскового блеска. В последующие 3...4 недели наблюдалось усиление этих признаков с явлениями усыхания листовой биомассы и снижения стеблестоя тростника. Через месяц после обработок началось массовое израстание тростника карликовыми побегами. Повторная об-



работка проводилась в сентябре месяце, когда листовая поверхность карликовых побегов достигала достаточной для обработки площади. Через месяц после повторной обработки вся биомасса сорняков усохла. В последующий период наблюдений отрастания тростника не наблюдалось.

В июле месяце, были продолжены эксперименты с тростником, произрастающим на среднесоленых почвогрунтах. Высота тростника составляла I...I,5 м при плотности стеблестоя до 20 шт/м<sup>2</sup>. Низкорослость тростника и некоторая освещенность листовой биомассы говорили об его угнетенности.

Установлено, что после обработки сорняков разовой нормой глифосата 3,6 кг/га, наблюдается увеличение интоксикационного периода до 4-х месяцев. На следующий год отрастания тростника не наблюдалось.

Серия экспериментов с тростником высотой 2 метра и более, с плотностью стеблестоя до 35...40 шт/м<sup>2</sup> и хорошей жизнеспособностью была проведена в июне-июле месяцах. Норма расхода действующего вещества препарата составляла 7,2 и 10,8 кг/га (20, 30 л/га препарата).

Через месяц после первой обработки нормой 7,2 кг/га стеблестой тростника снизился до 60...70%, в то время как при обработках нормой 10,8 кг/га, за такой же период снижение стеблестоя было более 80 %. Израстание тростника карликовыми побегами происходило в значительно меньшей степени, по сравнению с обработками нормой 3,6 кг/га. Общая биомасса сорняка представляла из себя безжизненный выцветший зеленый покров с частичным усыханием листовых пластинок. Повторная обработка через I,5 месяца после первой обработки, сопровождалась полным усыханием надземной и подземной части сорняков. В последующие годы наблюдалась полная чистота обработанных делянок (табл. I).

Токсическое действие глифосата на верблюжью колючку проявлялось в хлоротичности всей биомассы с последующим опаданием листьев. Аналогичное действие утала было и на мимозку выполненную, с той лишь разницей, что мимозка после потери листовой биомассы израстала пучками мелких листьев. В значительно большей степени токсическое действие препарата проявлялось на ка-

релению каспийскую, полностью подавляя ее жизнеспособность в год обработки.

Таблица I  
Стерилизационный эффект утала против  
корневищной растительности

| Гербицид | Норма внесения,<br>кг/га д.в. | Растительность, шт./м <sup>2</sup> |                |   |
|----------|-------------------------------|------------------------------------|----------------|---|
|          |                               | P <sub>I</sub>                     | P <sub>3</sub> | C |
| Контроль |                               | 30                                 | 35             |   |
| 1. Утал  | 7,2 x 2                       | 35                                 | 0              | 0 |
| 2. Утал  | 10,8 x 2                      | 35                                 | 0              | 0 |

где P<sub>I</sub> и P<sub>3</sub> – количество растений на делянке соответственно до начала обработок и через год;  
M<sub>3</sub> – количество растений на контроле в те же сроки;  
C – степень стерилизационного эффекта, в % к контролю.

$$C = \frac{P_3}{M_3} \cdot 100;$$

Для выявления оптимальных норм **глифосата**, обеспечивающих при однократном внесении полную гибель тростника, была проведена серия экспериментов с повышенными нормами действующего вещества препаратов: 15, 20 и 25 кг/га.

Эксперименты были заложены на опытном участке, расположенном в зоне отчуждения Каракумского канала. На обрабатываемых делянках произрастали как корневищные, так и корнеотпрысковые сорняки – карелиния каспийская, верблюжья колючка.

Наблюдениями установлено, что максимальное снижение стеблестоя корневищной растительности в год обработки составлял по варианту внесения препаратов нормой 20 и 25 кг/га – 87 и 95 % соответственно. Остальная растительность испытывала токсическое действие препарата в виде частичного усыхания



листовой биомассы с незначительным израстанием карликовыми побегами.

Из корнеотпрысковых сорняков по всем вариантам в год обработок наблюдалось выпадение из стеблестоя карелинии каспийской. Действие препарата на верблюжью колючку было более выраженным по варианту 20 и 25 кг/га глифосата и проявлялось в полном усыхании ее надземной части.

Весной следующего года наблюдалось отрастание как корневищной, так и корнеотпрысковой растительности. Повторная обработка препаратом нормой действующего вещества 3,6 кг/га (10 л/га препарата) способствовала полному искоренению тростника без последующего отрастания. Глифосат на верблюжью колючку и карелинию каспийскую действовал как контактный гербицид (табл.2).

Таблица 2

Стерилизационный эффект препарата  
нитосорг при двукратном опрыскивании

| Гербицид    | Норма внесения,<br>кг/га д.в. | Корневищная растительность<br>шт./м <sup>2</sup> |                |                |   |
|-------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|----------------|---|
|             |                               | P <sub>I</sub>                                   | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | C |
| Контроль    |                               | 20                                               | 20             | 22             |   |
| 1. Нитосорг | 15                            | 30                                               | 6              | 0              | 0 |
| 2. Нитосорг | 20                            | 25                                               | 3              | 0              | 0 |
| 3. Нитосорг | 25                            | 33                                               | 3              | 0              | 0 |

Следовательно, для полного уничтожения тростника глифосатом необходимы повторные обработки. Нормы внесения препаратов необходимо корректировать с учетом степени развития тростника. В частности, сорняки высотой до 50 см следует обрабатывать нормой 3,6 кг/га д.в. (10 л/га препарата) в двукратной повторности, а выше – нормой 7,2 кг/га. При значительном усыхании листовой биомассы сорняка, повторную обработку можно проводить заниженной нормой – 3,6 кг/га (10 л/га препарата).



## ЛИТЕРАТУРА

І.Кнырь Л.Л., Ладатко А.Т., Филин-Колданов Б.В., Ключарева Н.В. Глифосат в посевах риса. Химия в сельском хозяйстве. 1985, № 3, с.39-41.

2.Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1986-1990 годы. М.: 1987г.

УДК 532.591:001.8

С.С.Эшев

В.С.Бекмурадов

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
НЕРАЗМЫВАЮЩИХ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА В  
НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТАХ

Для характеристики устойчивости грунтов размыву / в основном в отечественной практике / используется метод расчета по неразмывающей скорости. В настоящее время имеется большое количество формул для определения неразмывающих скоростей водного потока в несвязных грунтах, как чисто эмпирических, так и полученных на основе предельного равновесия частиц, с введением ряда дополнительных параметров для учета различных факторов, влияющих на размыв грунта, и эмпирических коэффициентов № 1,2 /. Эти вопросы рассмотрены в работах М.А.Великанова, В.Н.Гончарова, И.В.Егiazарова, Е.А.Замарина, В.С.Кнороза, И.И.Леви, Ц.Е.Мирцхулавы, Г.И.Шамова и др.

При сопоставлении формул различных авторов, можно считать, что наиболее приемлемыми и учитывающими в полном виде все основные факторы размыва являются зависимости Ц.Е.Мирцхулавы / 1 /, применяющиеся в практике гидравлических расчетов при проектировании гидротехнических сооружений:

$$V_H = \left( \lg \frac{8,8 h_{cp}}{d_{cp}} \right) \sqrt{\frac{2m'}{8\rho n} [g(\rho_s - \rho) d_{cp} + 2C_y'' K]}, \quad (1)$$

$$V_{дн} = 1,25 \sqrt{\frac{2m'}{8\rho n} [g(\rho_s - \rho) d_{cp} + 2C_y'' K]}, \quad (2)$$



где:  $\beta = 0,44$  – корректировочный коэффициент;  
 $V_H$  –неразмывающая, средняя по сечению скорость потока;  
 $V_{дн}$  –неразмывающая донная скорость потока;  
 $h_{ср}$  –средняя глубина потока;  
 $d_{ср}$  –средний диаметр частиц грунта;  
 $\rho_s, \rho$  –плотность материала частиц грунта и воды;  
 $\sigma_y''$  –усталостная прочность на размыв несвязного грунта;  
 $m'$  –коэффициент условий работы;  
 $n$  –коэффициент перегрузки;  
 $K$  –коэффициент, характеризующий вероятность отклонения сил сцепления от среднего значения.

В зависимостях (1) и (2) не учитывается форма трапеции – дальнего сечения канала, гидравлический режим которого, в значительной степени подвержен влиянию береговых откосов.

Целью работы является получение уточняющих коэффициентов для каналов трапецеидального сечения на основе зависимостей Ц.Е.Мирцхулавы для несвязных грунтов.

Для установления неразмывающих скоростей водного потока в несвязных грунтах проводились серии экспериментальных исследований на малом гидравлическом лотке /параметры лотка 13,6 x 1,0 x 0,8 м/ лаборатории методов гидравлических исследований ЦНИИСа. В лотке воспроизводилась модель трапецеидального канала со следующими размерами: длина 8,5 м; ширина по дну 0,30 м; высота 0,15 м; заложение откоса  $m = 2$ . На откосах и на дне каналов были устроены гнезда для металлических кассет с размерами: 0,33 x 0,15 x 0,10 м – на откосе, и 0,30 x 0,15 x 0,10 м – в центральной части канала. В кассетах укладывались исследуемые грунты. Испытанию на размыв подвергался песок диаметром  $d_{ср} \leq 0,315$  мм;  $0,315 \leq d_{ср} \leq 0,63$ ;  $0,63 \leq d_{ср} \leq 1,25$ ;  $1,25 \leq d_{ср} \leq 2,5$ ;  $2,5 \leq d_{ср} \leq 5,0$ ;  $5,0 \leq d_{ср} \leq 10,0$ ;  $10,0 \leq d_{ср} \leq 20,0$  мм.

Методика проведения экспериментальных исследований полностью соответствовала методике, изложенной в работе / 1 /. В экспериментах производилось автоматизированное измерение уровня и расхода воды. Для измерения осредненных скоростей

течения воды применялись реверсивные микровертушки X-6. После окончания опытов и плавного спуска воды производилась планово-высотная съемка деформированного дна с помощью шпигенмасштаба, закрепленного на измерительной тележке.

Проанализируем результаты полученных экспериментальных исследований. Для удобства дальнейшего анализа в формулах (1) и (2) обозначим коэффициент равный 0,44 через " $\beta$ ". Зависимости (1) и (2) были получены для условий плоского и турбулентного потока, проходящего в русле большой ширины. Сопоставление опытных точек с вычисленными по зависимости (1) приведены на рис. I.

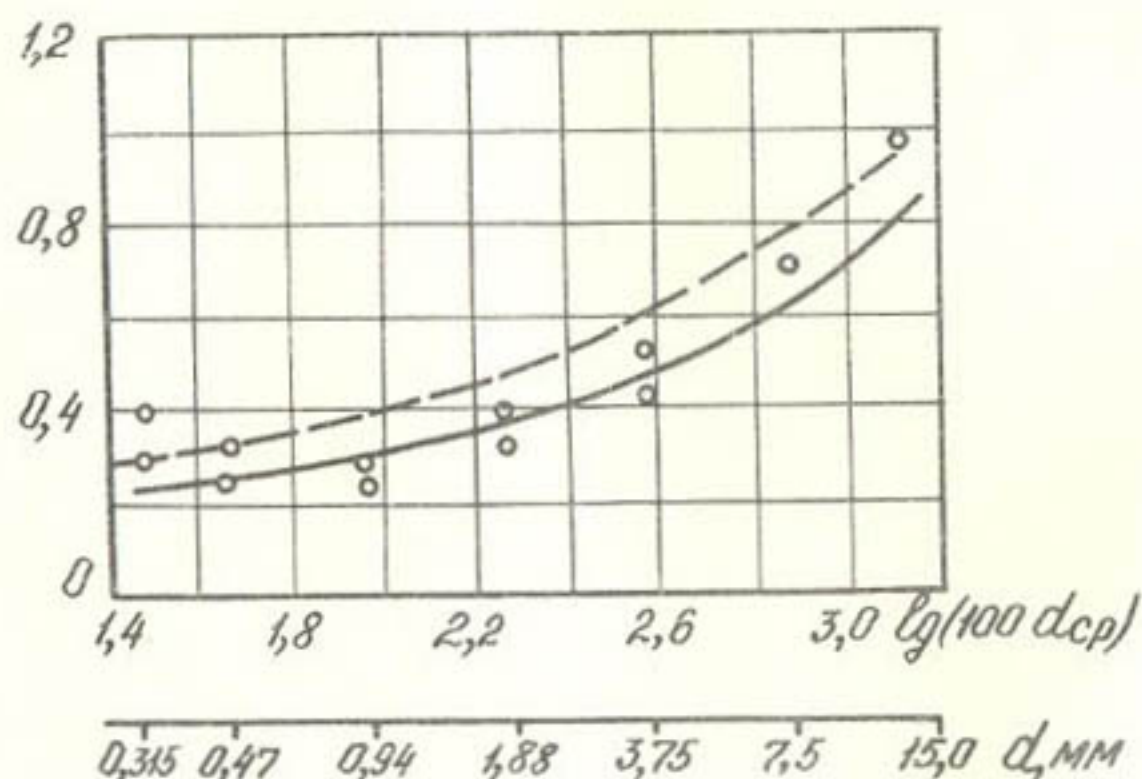


Рис. I. Сопоставление полученных опытным путем и вычисленных по формуле (1) неразрывающих скоростей потока для несвязных грунтов, при  $\beta = 0,44$  и  $\beta = 0,62$



Наши опытные точки располагаются ниже, чем вычисленные. Это объясняется тем, что опытные точки получены в канале трапецеидального сечения, гидравлический режим в котором, в значительной степени подвержен влиянию береговых откосов. Для корректировки зависимостей (1) и (2) предпринялась попытка уточнения коэффициента " $\delta$ ". Для условий эксперимента значения корректировочного коэффициента приняты  $\delta = 0,62$  для дна, и  $\delta = 0,67$  для откоса, при  $m = 2$ . В результате сопоставления экспериментальных данных с расчетными значениями  $V_H$  при  $\delta = 0,62$  и  $\delta = 0,67$  получаем небольшие отклонения, показанные на рис. 2 и 3.

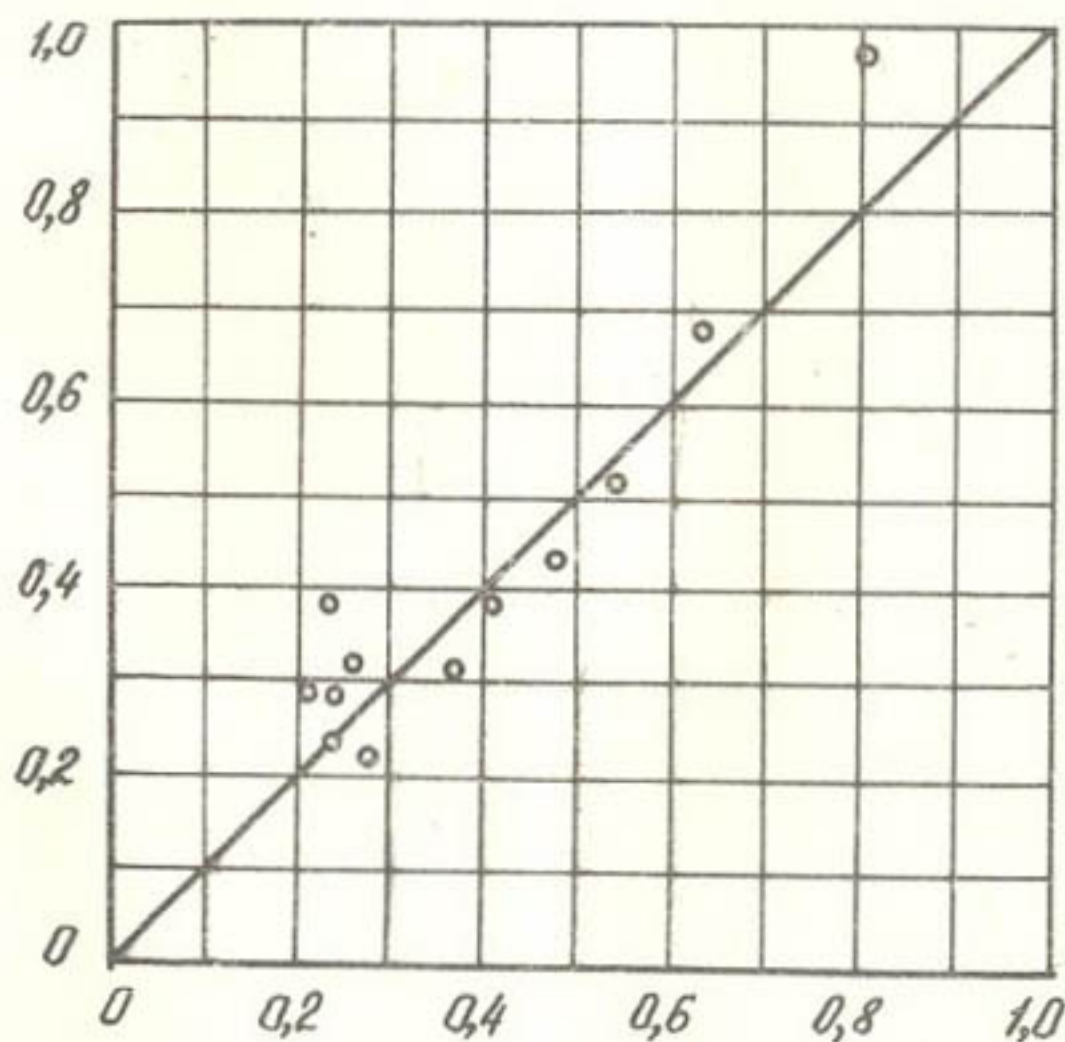


Рис. 2. Сопоставление неразмывающих скоростей потока в несвязных грунтах, полученные опытным путем, с вычисленными по формуле (1), при  $\delta = 0,62$

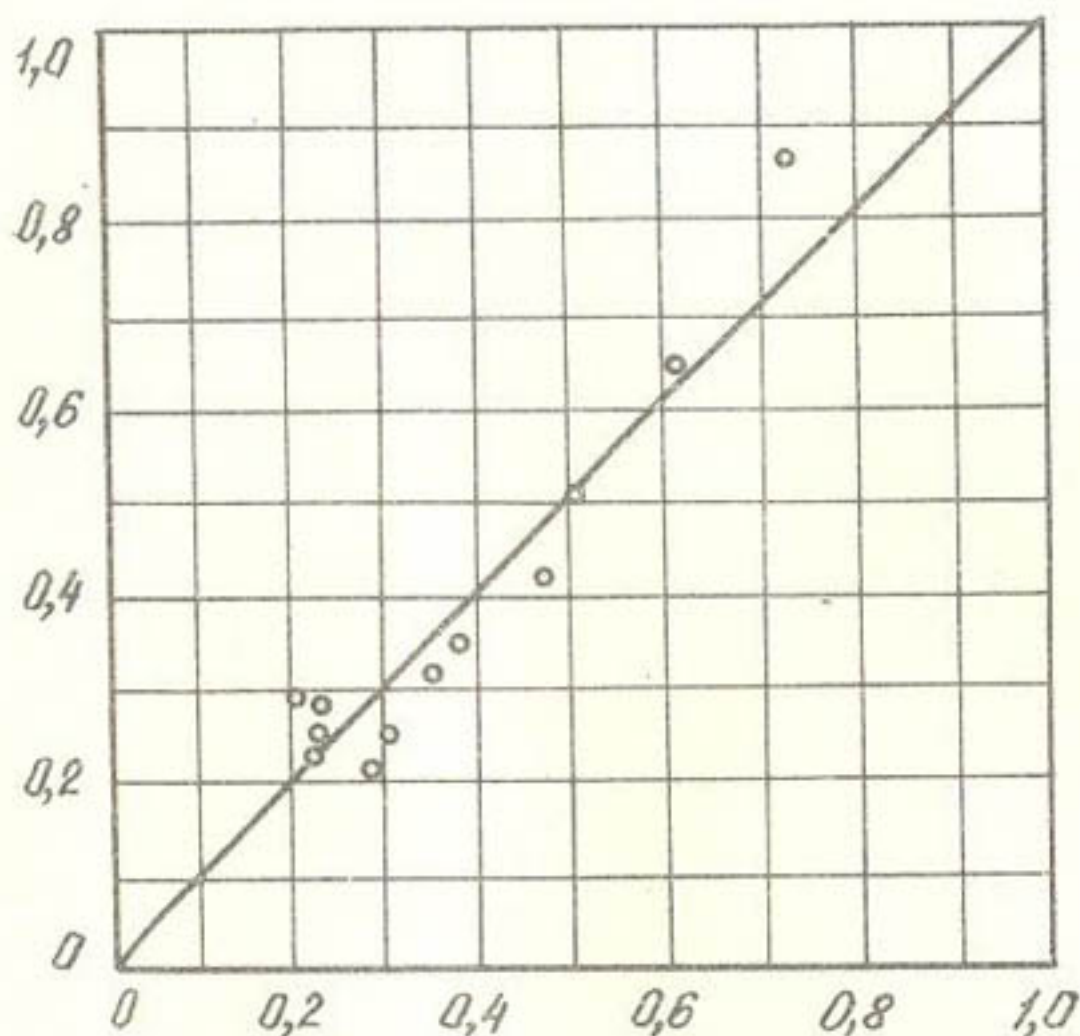


Рис. 3. Сопоставление неразмывающих скоростей потока в несвязных грунтах, полученные опытным путем, с вычисленными по формуле (I), при  $\beta = 0,67$

Сравнение вычисленных значений по зависимости (I) при  $\beta = 0,62$ , с вычисленными по формулам М.А.Великанова, И.И.Леви, Ц.Е.Мирцхулавы, Б.И.Студеничникова, А.М.Латышенкова сведены в таблицу I.

Предлагаемые зависимости (I) при  $\beta = 0,62$  и (2) при  $\beta = 0,67$  могут быть использованы при определении неразмывающих скоростей в несвязных грунтах для дна и для откоса каналов, при проектировании и расчетах прогноза деформаций.





Продолжение табл. I

| I     | I    | 2      | I | 3     | I    | 4    | I         | 5    | I    | 6 | I | 7 | I | 8 | I | 9    | I | 10   | I | 11   | I    | 12   | I    | 13   | I    | 14   | I    | 15 | I | 16 | I | 17 | I | 18 | I |
|-------|------|--------|---|-------|------|------|-----------|------|------|---|---|---|---|---|---|------|---|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|----|---|----|---|----|---|----|---|
| 0,940 | 6,10 | 0,0002 |   | 0,057 | 0,26 |      |           |      |      |   |   |   |   |   |   | 0,89 |   | 0,32 |   | 0,31 |      | 0,36 | 0,45 | 0,36 | 0,35 | 0,24 | 0,20 |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 1,880 | 6,80 | -      | - | 0,052 |      | 0,32 |           |      |      |   |   |   |   |   |   |      |   |      |   |      | 0,26 |      |      |      |      |      |      |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 1,880 | 6,80 | -      | - | 0,052 | 0,32 |      |           |      |      |   |   |   |   |   |   | 0,82 |   |      |   | 0,37 |      | 0,44 | 0,58 | 0,30 | 0,42 | 0,29 | 0,41 |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 1,880 | 12,5 | -      | - | 0,078 |      | 0,35 | 0,000093  | 4,06 |      |   |   |   |   |   |   |      |   |      |   |      | 0,38 |      |      |      |      |      |      |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 1,880 | 17,0 | -      | - | 0,091 | 0,39 |      |           |      |      |   |   |   |   |   |   | 0,68 |   |      |   | 0,41 |      | 0,48 | 0,58 | 0,41 | 0,47 | 0,46 | 0,44 |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 3,750 | 12,0 | -      | - | 0,066 |      | 0,42 |           |      |      |   |   |   |   |   |   |      |   | 0,79 |   |      | 0,46 |      |      |      |      |      |      |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 3,750 | 13,4 | -      | - | 0,071 | 0,43 |      | 0,0000046 | 4,19 | 0,78 |   |   |   |   |   |   |      |   |      |   | 0,48 |      | 0,57 | 0,75 | 0,40 | 0,55 | 0,54 | 0,56 |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 3,750 | 34,0 | -      | - | 0,122 |      | 0,51 |           |      |      |   |   |   |   |   |   |      |   | 0,67 |   |      | 0,51 |      |      |      |      |      |      |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 3,750 | 38,0 | -      | - | 0,132 | 0,52 |      |           |      |      |   |   |   |   |   |   | 0,67 |   |      |   | 0,54 |      | 0,65 | 0,78 | 0,54 | 0,62 | 0,61 | 0,60 |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 7,50  | 56,0 | 0,0010 |   | 0,105 |      | 0,64 | 0,0000023 | 4,20 |      |   |   |   |   |   |   |      |   | 0,60 |   |      | 0,61 |      |      |      |      |      |      |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 7,60  | 35,1 | 0,0001 |   | 0,103 | 0,69 |      |           |      |      |   |   |   |   |   |   | 0,50 |   |      |   | 0,63 |      | 0,77 | 1,08 | 0,60 | 0,73 | 0,76 | 0,75 |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 15,0  | 48,0 | 0,006  |   | 0,107 |      | 0,87 | 0,0000011 | 4,30 |      |   |   |   |   |   |   |      |   | 0,49 |   |      | 0,74 |      |      |      |      |      |      |    |   |    |   |    |   |    |   |
| 15,0  | 63,5 | 0,007  |   | 0,120 | 0,98 |      |           |      |      |   |   |   |   |   |   | 0,41 |   |      |   | 0,80 |      | 0,93 | 1,51 | 0,74 | 0,93 | 0,88 | 0,80 |    |   |    |   |    |   |    |   |



## ЛИТЕРАТУРА

1. Ибад-Заде Ю.А. Транспортирование воды в открытых каналах. М.: Стройиздат, 1983, 272 с.

2. Мирцхулава Ц.Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости. М.: Колос, 1967, 180 с.

УДК 821.879.45

М.М.Михаилянц

Ф.Ш.Доктор

Р.З.Утяганов

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ОЧИСТКИ ОТ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КАНАЛОВ В ЗЕМЛЯНОМ РУСЛЕ

Климатические условия Туркменской ССР способствуют за-  
растанию камышом оросительных и коллекторно-дренажных ка-  
налов, значительная часть которых проложена в земляном  
русле, пропускная способность канала, при наличии в нем за-  
рослей, камыши резко снижаются, увеличиваются потери воды на  
фильтрацию. При сильно заросших каналах пропуск необходимо-  
го расхода воды порою становится невозможным. Поэтому для  
восстановления работоспособности каналов производится  
очистка их русла от растительности.

Очистка каналов от растительности эксковаторами со строи-  
тельным рабочим органом не эффективна, так как помимо низко-  
го качества работ происходит недопустимое увеличение попе-  
речного сечения русла канала. Удаление растительности в ка-  
налах сжиганием тоже не эффективно, так как требуется зна-  
чительный расход горючего, ухудшается экологическое состоя-  
ние территории очистки каналов, а после сжигания остаются  
большие части несгоревшей растительности. К тому же скошен-  
ный молодой камыш, произрастающий в канале, может служить  
хорошим кормом для скота.

Поэтому наиболее рациональной в настоящее время является  
технология удаления растительности кошением. Для окашивания  
в каналах растительности широко применяются два типа рабо-  
чих органов косилок: сегментно-пальцевые режущие органы и



роторные. Последние практически не применяются для очистки от растительности каналов, в которых имеется вода, так как это приводит к значительной потере энергии вследствие большой скорости вращения роторов в воде.

Для определения с<sup>ч</sup>его направления развития техники, применяемой на очистке каналов от растительности, нами были рассмотрены отечественные авторские свидетельства на изобретения в области очистки каналов от растительности и соответствующие данные технической литературы. Практически и интерес по нашему мнению представляют следующие изобретения. Свидетельство № 826576, согласно которому режущий аппарат обладает щупами, упирающимися в большие неровности русла или в инородные тела, находящиеся в русле канала, что, как правило, приводит к поломке режущего аппарата. Встреча со щупом приводит к отключению привода косилки, предотвращая поломку.

Авторское свидетельство № 884606. Правый опорный башмак косилки действует независимо от левого. Это позволяет легко преодолевать неровности русла канала, машинист экскаватора действует уверенно, что способствует увеличению производительности. Конструкция такого рабочего органа не приспособлена к работе под водой.

Авторское свидетельство № 967366, № 973719 и № 982580 содержат рекомендации по смягчению ударов в механизме благодаря применению пружин, включенных в кинематическую цепь косилки. В имеющейся технической литературе по вопросу очистки каналов в земляном русле от растительности большое внимание уделяется роторным косилкам, благодаря их надежности и высокой производительности. Однако применение их рекомендуется для каналов, в которых нет воды.

Из косилок, изготавливаемых зарубежными фирмами, больше всего соответствуют условиям очистки от растительности каналов в зоне орошения косилки фирмы Поклэн (Франция). Внимания заслуживают малые инерционные силы, возникающие при колебательной работе режущего аппарата.

Исходя из вышеизложенного, нами были проведены исследования разработанного в ТуркменНИИГиМе опытного образца косилки



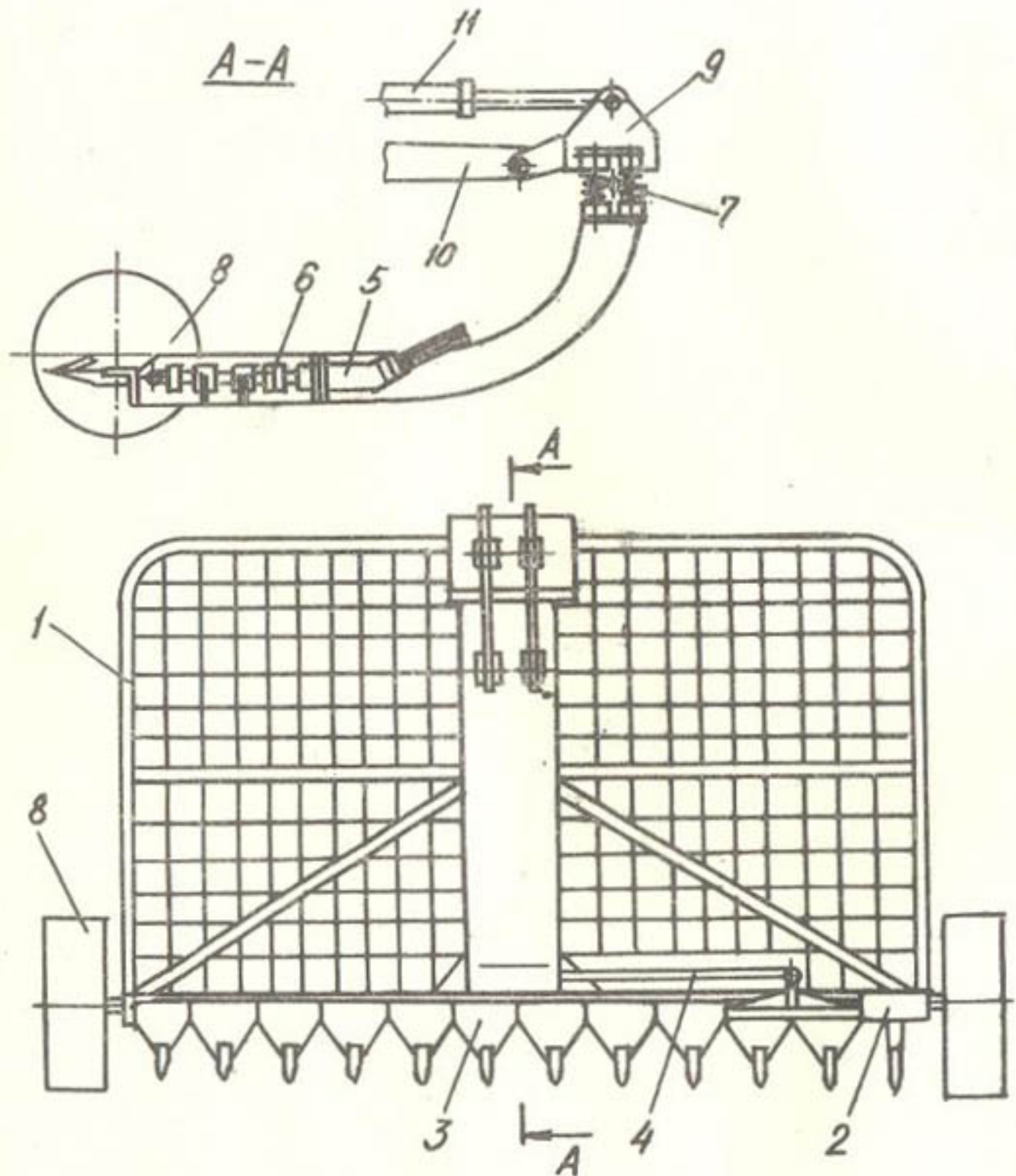
с сегментно-пальцевым режущим рабочим органом. Преимущество такого рабочего органа состоит в том, что при его изготовлении используются в основном унифицированные детали. Кроме того, такой рабочий орган может работать при наличии в канале воды глубиной до 1,3 м. В течение последних лет на очистке каналов от зарослей, нами испытывались косилки, навешенные на экскаваторах ЭО-2621А; ЭО-3322Б и ЭО-4321А. Схема косилки приведена на рис. 1. Опыты проводились на оросительном канале, где высота стеблей достигала 4 м, средняя интенсивность зарастания 110 шт/м<sup>2</sup>, диаметр стеблей 10...12 мм; глубина канала 3...4,5 м, ширина поверху 7...9 м, наполнение водой 0,6...1,3 м. Окашивание проводилось полным сечением канала в одну проходку при очистке на одной стоянке 2,5...2,7 канала. Скошенная масса укладывалась на приканальную полосу в пределах радиуса выгрузки к экскаватора.

Основные технико-эксплуатационные  
показатели экскаватора, оборудован-  
ного корзиной-косилкой

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Ширина захвата, м                                            | 2,6         |
| Высота среза растительности, м                               | 0,04...0,10 |
| Скорость окашивания периметра<br>канала, м/с                 | 0,1...0,2   |
| Производительность, м <sup>2</sup> /ч                        | 950...1200  |
| Шаг ножей, мм                                                | 90          |
| Частота колебаний, Гц                                        | 8...12      |
| Потребляемая мощность, кВт                                   | 7...14      |
| Объем скошенной массы за один цикл<br>работы, м <sup>3</sup> | до 2,5      |
| Габариты скошенной массы за один цикл                        |             |
| длина, м                                                     | 3...5       |
| ширина, м                                                    | 1,5         |
| высота, м                                                    | до 0,3      |
| Удельная потребляемая мощность,<br>кВт/(м <sup>2</sup> /ч)   | до 0,016    |

В результате изучения авторских свидетельств на изобре -

Узлы и детали решетчатого ковша  
мелиоративной косилки



I - рама; 2 - пальцевый брус; 3 - сегментный нож;  
4 - шатун; 5 - гидромотор; 6 - прибор режущего  
аппарата; 7 - пружинная подвеска; 8 - опорное  
колесо; 9 - кронштейн; 10 - рукоять; 11 - гидро-  
цилиндр поворота косилки



тение, данных технической литературы, а также результатов наших опытов по механизированной очистке каналов от растительности, сформулированы следующие направления развития механизированной очистки от растительности каналов в земляном русле:

- конструкция корзины-косилки должна предусматривать навеску ее на широко применяемые в сельском хозяйстве тракторы Т-4А и ДТ-75БВ, что устранит трудности, связанные с применением дефицитных гидравлических экскаваторов и, что немаловажно, обеспечит проходимость на грунтах с низкой несущей способностью, устойчивость машины с удлиненными стрелой и рукоятью, а также ее маневренность;

- конструкция корзины-косилки должна иметь устройство для качественной очистки от высокостебельчатой растительности верхней части ближайшего к месту расположения косилки откоса канала и для загрузки растительной массы с приканальной полосы в транспортные средства без просоров;

- предусмотреть в гидроприводе работу гидроцилиндров в "плавающем" режиме и пружинную подвеску косилки в двух плоскостях, для копирования ложа канала;

- предусмотреть двухножевой режущий аппарат сегментно-пальцевого типа, который позволит существенно снизить инерционные усилия и повысить плавность работы косилки;

- использовать гидромотор-редуктор для понижения оборотов, а также предусмотреть муфту предельного момента, предотвращающую поломку ножей при встрече с препятствием;

- предусмотреть телескопическую стрелу и рукоять, что позволит окашивать и удалять растительность в каналах с шириной поверху до 11 м, а также компактно складываться при переезде с объекта на объект;

- обеспечить ремонтноспособность корзины-косилки (сменные втулки, наличие прессмасленок, съемный режущий брус в сборе и т.п.).



УДК 631.6

А. Сапармуратов

КОРРЕКТИРОВКА РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ  
ХЛОПЧАТНИКА С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ  
ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
ПОЛИВА В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОМОДУЛЬНЫХ  
РАЙОНАХ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

В 1987...1988 гг. нами изучались режим орошения, техника и технология полива хлопчатника по бороздам на III...IV гидромодульных районах совхоза "Ленинизм Елы" Апхабадского района при поливных нормах в размере 600...1000 м<sup>3</sup>/га.

Для определения оптимальных элементов техники и технологии бороздкового полива хлопчатника на опытных участках изучались показатели, отраженные в табл. I.

Таблица I

Схемы опытов

| Почва<br>(суг-<br>линок) | Длина<br>борозд,<br>м | Поливные<br>струи,<br>л/с | Уклоны        | Глубина за-<br>легания<br>грунтовых<br>вод, м |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|-----------------------------------------------|
| Средние                  | 200, 250, 300         | 0,3; 0,4; 0,6             | 0,007...0,004 | 3...2                                         |
| Тяжелые                  | 350, 400, 450         | 0,6; 0,8; 1,0             |               |                                               |
| Средние                  | 150, 200, 250         | 0,4; 0,6; 0,8             | 0,004...0,002 | 2...1                                         |
| Тяжелые                  | 250, 300, 350         | 0,6; 0,8; 1,0             |               |                                               |

Для изучения режима орошения хлопчатника необходимо составить расчетные поливные нормы при разных значениях предполивной влажности почвы. Расчеты поливных норм приведены в таблицах 2.

Как видно из таблиц расчетные поливные нормы в зависимости от предполивной влажности составили для слоя почвы I м на средних суглинках 747...1228 м<sup>3</sup>/га, для слоя 0,7 м



537...859 м<sup>3</sup>/га и на тяжелых суглинках для слоя почвы I м-84I...I346 м<sup>3</sup>/га и для слоя почвы 0,7 - 595...952 м<sup>3</sup>/га.

На основании полученных данных выяснены расчетные поливные нормы для двух типов почвы.

Ориентируясь на расчетные поливные нормы для опытных участников мы изучали время и норму добегания струи при различных длинах борозд, поливных струй и норм.

Нами изучены элементы техники бороздкового полива хлопчатника при новой технологии орошения, без сброса воды.

При новой технологии, после добегания струи до конца борозды, расход воды регулируется так, чтобы сброс воды исключался, а полив продолжался непрерывно до достижения расчетной поливной нормы. Регулирование расхода струи осуществляется с помощью регулируемых трубок.

Обычно полив без сброса осуществляется при импульсном поливе в несколько приемов. При предлагаемой технологии полива расход струи регулируется, полив ведется непрерывно.

На первом опытном участке время и норма добегания при поливных струях составляют 0,6...0,26; 0,8...0,26; I,0...0,26 л/с при длине борозд 350...450 м - на тяжелых суглинках и 0,3...0,28; 0,4...0,28; 0,6...0,28 л/с при длине борозд 200...300 м - на средних суглинках.

На втором участке, время и норма добегания струи изучалась при поливных струях 0,4...0,24; 0,6...0,22; 0,8...0,22 л/с при длине борозд 250...350 м - на тяжелых суглинках и 0,4...0,24; 0,6...0,24; 0,8...0,24 л/с при длине борозд I50...250 м на среднесуглинистых почвах.

На первом участке, на тяжелосуглинистых почвах, при поливной струе 0,6 л/с и длине борозд 350...450 м данные наблюдения были: время добегания 7,3...II,3 часов, норма добегания 50I...603 м<sup>3</sup>/га, а при поливной струе 0,8 л/с, время добегания было 6,2...9,8 часов, а норма добегания увеличилась до 567...697 м<sup>3</sup>/га. При поливной струе I,0 л/с время добегания составило 5,1...8,5 часов, и норма добегания 583...756 м<sup>3</sup>/га.

В опытах отмечено, что при новой технологии полива





продолжение табл.2

Расчетные поливные нормы хлопчатника ( $m^3/га$ ) при  
предполивных влажностях почвы 0,60...0,75 НВ, (участок  
I, среднесуглинистые почвы, УГВ 3...2 м,  $i = 0,007...0,004$ )

| Гори-<br>зонты,<br>м | НВ   | 0,60 НВ        |                  |                |                  | 0,65 НВ        |                  |                |                  | 0,70 НВ        |                  |                |                  | 0,75 НВ        |                  |                |                  |
|----------------------|------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|                      |      | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги | запас<br>влаги | дефицит<br>влаги |
| 0,3                  | 1006 | 604            | 402              | 654            | 352              | 704            | 302              | 755            | 251              | 804            | 202              | 855            | 251              | 904            | 202              | 955            | 251              |
| 0,4                  | 1360 | 816            | 544              | 884            | 476              | 952            | 408              | 1020           | 340              | 1088           | 340              | 1156           | 340              | 1224           | 340              | 1292           | 340              |
| 0,5                  | 1618 | 971            | 647              | 1052           | 566              | 1133           | 485              | 1214           | 404              | 1295           | 485              | 1376           | 404              | 1457           | 485              | 1538           | 404              |
| 0,6                  | 1872 | 1123           | 749              | 1217           | 655              | 1310           | 562              | 1404           | 468              | 1495           | 562              | 1588           | 468              | 1680           | 562              | 1772           | 468              |
| 0,7                  | 2147 | 1288           | 859              | 1396           | 751              | 1503           | 644              | 1610           | 537              | 1700           | 644              | 1822           | 537              | 1934           | 644              | 2046           | 537              |
| 0,8                  | 2429 | 1457           | 972              | 1579           | 850              | 1700           | 729              | 1822           | 607              | 1900           | 729              | 2034           | 607              | 2156           | 729              | 2288           | 607              |
| 0,9                  | 2712 | 1627           | 1085             | 1763           | 949              | 1898           | 814              | 2034           | 678              | 2176           | 814              | 2310           | 678              | 2446           | 814              | 2582           | 678              |
| 1,0                  | 2987 | 1792           | 1195             | 1942           | 1045             | 2091           | 896              | 2240           | 747              | 2276           | 896              | 2424           | 747              | 2572           | 896              | 2720           | 747              |

продолжение табл.2

Расчетные поливные нормы хлопчатника ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) при предполивных  
влажностях почвы 0,60...0,75 НВ, (участок 2, тяжелосуглинистые  
почвы, УГВ 1...2 м,  $\ell = 0,004...0,002$ )

| Гори-<br>зонты,<br>м | НВ   | 0,60 НВ          |                    | 0,65 НВ          |                    | 0,70 НВ          |                    | 0,75 НВ          |                    |
|----------------------|------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
|                      |      | запас<br>! влаги | дефицит<br>! влаги | запас<br>! влаги | дефицит<br>! влаги | запас<br>! влаги | дефицит<br>! влаги | запас<br>! влаги | дефицит<br>! влаги |
| 0,3                  | 1131 | 679              | 452                | 735              | 396                | 792              | 339                | 848              | 283                |
| 0,4                  | 1456 | 874              | 582                | 946              | 510                | 1019             | 437                | 1092             | 364                |
| 0,5                  | 1756 | 1054             | 702                | 1141             | 615                | 1229             | 527                | 1317             | 439                |
| 0,6                  | 2031 | 1255             | 836                | 1359             | 732                | 1464             | 627                | 1568             | 523                |
| 0,7                  | 2497 | 1498             | 999                | 1623             | 874                | 1748             | 749                | 1873             | 624                |
| 0,8                  | 2885 | 1731             | 1154               | 1875             | 1010               | 2020             | 865                | 2164             | 721                |
| 0,9                  | 3266 | 1960             | 1306               | 2123             | 1143               | 2286             | 980                | 2450             | 816                |
| 1,0                  | 3565 | 2139             | 1426               | 2317             | 1248               | 2496             | 1069               | 2674             | 891                |





поданная поливная норма почти вся остается в поливной борозде. Изучение времени и нормы добегаания необходимо для определения времени доувлажнения и продолжительности полива.

Распределение поливной нормы по длине борозды зависит от разностей времени добегаания в начальной и конечной частях борозд. Из результатов опыта видно, что при увеличении длины борозды, при одной и той же поливной норме брутто и поливной струе, время полива повышается, а также при длине борозды равной 450 м и при повышенных поливных нормах брутто, увеличивается продолжительность полива от 8,9 часов до 17,2 часа на первом участке тяжелосуглинистых почвах.

Во всех вариантах опыта выяснено, что поливные нормы добегаания на 35,2...46,4 % меньше, чем поливные нормы брутто, поэтому поливы продолжают до впитывания расчетных поливных норм нетто.

На опытных участках совхоза "Ленинизм Елы" изучен режим орошения при различных поливных нормах брутто и нетто - впитавшимся объеме воды в почву и различных поливных струях и длинах борозд.

Во всех вариантах при изучении поливных норм определялся полный баланс воды, при этом учитывались потери воды на испарение, глубинные и поверхностные сбросы.

На первом участке, на тяжелосуглинистых почвах изучена поливная норма брутто 800...1000 м<sup>3</sup>/га при длинах борозд 350...450 м, а на среднесуглинистых почвах - поливная норма 700...900 м<sup>3</sup>/га при длинах борозд 200...300 м.

На среднесуглинистых почвах, при поливной норме 700 м<sup>3</sup>/га и струе расходом 0,3...0,22 л/с, при той же длине поливных борозд, потери воды составили: на испарение 7,8...8,3 %, на фильтрацию 4,3...5,1 % и сброс 3,0...3,2 %. Коэффициент использования воды на поле составил 0,83...0,85.

При поливной норме 800 м<sup>3</sup>/га эти величины были: потери на испарение 7,1...7,8 %, на фильтрацию 5,0...6,2 % на сброс 4,1...4,4 % КИВ - 0,81...0,83. А при поливной норме 900 м<sup>3</sup>/га составили: потери на испарение 6,6...7,1 %, на фильтрацию 5,8...6,9 % и на сброс 5,3...6,4 % и КИВ - 0,80...0,82.

Как видно из приведенных данных на первом участке п р и



уклоне 0,004...0,007 сбросы воды уменьшались, при норме 700 м<sup>3</sup>/га на 18 м<sup>3</sup>/га; 800 м<sup>3</sup>/га – на 33 м<sup>3</sup>/га и 900 м<sup>3</sup>/га на 46 м<sup>3</sup>/га. Эта вода необходима для увлажнения почвы в конечной части борозды и используется для полива хлопчатника на нижерасположенных участках. На втором участке при уклоне 0,002...0,004 сброс воды еще меньше, чем на первом. В целом поливы можно считать без сбросов. С помощью регулируемых поливных трубок можно исключить сбросы воды, но тогда увеличиваются потери воды на фильтрацию и на испарение. Поэтому нами принята новая технология полива хлопчатника с минимальными потерями воды.

Для увлажнения расчетного слоя почвы по длине борозды нужно предотвратить потери воды на фильтрацию и на испарение. Для заданного увлажнения расчетного слоя почвы в конечной части борозды необходим незначительный сброс. Эти показатели регулирует и учитывает коэффициент полива,  $K_p$ . Он учитывает значения коэффициентов равномерности  $K_r$  и использования воды на поле КИВ.

Для выбора оптимальных элементов техники, технологии и режимов орошения хлопчатника для условий разных гидрометеорологических районов в совхозе "Ленинизм Елы" на основе этих коэффициентов, нами составлена предварительная модель.

УДК 631.6

В. Н. Смагин

В. В. Жарков

Р. А. Сайфулинов

# РАБОЧАЯ ПЛОТНОСТЬ ТОКА ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА НА ОПРЕСНИТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ ЭОУ НИИПМ-25 И ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Для достижения оптимальных характеристик процесса обработки воды электродиализом необходимо управлять плотностью тока на электродиализаторе. Плотность тока зависит от напряжении. При слишком высокой плотности тока концентрация ионов вблизи мембран в диалитных камерах может достигнуть нуля и привести к концентрационной поляризации. Э т о



возникает из-за того, что скорость ионов в растворе меньше скорости переноса их через мембрану. Предельная плотность тока соответствует точке поляризации.

Из схемы, приведенной Б.С.Троянкером (рис. I) хорошо виден механизм концентрационной поляризации в электродиализной ячейке. В свободном растворе ток переносится ионами обоих знаков. Поэтому электрическое поле обеспечивает подвод к мембране потока ионов, равного  $(i/F)/t$ . Перенос тока в ионообменной мембране осуществляется почти исключительно ионами одного знака, т.е. противоионами, число переноса которых в мембране приближается к единице. Поэтому поток противоионов через мембрану, равный  $\frac{i}{F} \bar{t}$ , превышает подвод ионов к мембране электрическим полем на величину  $\frac{i}{F} (\bar{t} - t)$ . Эта разница может быть скомпенсирована конвекцией и диффузией / 1 /. Снижение концентрации электролита у одной из поверхностей мембраны ведет к росту сопротивления раствора и, следовательно к увеличению падения напряжения на этом участке. Достигается потенциал разложения воды и образующиеся ионы  $H^+$  и  $OH^-$ , начинают принимать участие в общем переносе тока. Снижается выход по току, возрастают омические потери и, в конечном счете, падает пропускная способность установки. Кроме того, перенос ионов  $H^+$  и  $OH^-$  изменяет pH среды у поверхности мембран и, если в растворе присутствуют ионы чувствительные к такому изменению, они могут создать труднорастворимые соединения, например  $CaCO_3$  и  $Mg(OH)_2$ , вызывая образование отложений в ячейках электродиализатора или повреждение мембран / 2 /.

В настоящее время использование электродиализа для опреснения морских и частичного обессоливания пресных вод подземных и поверхностных источников несколько ограничено из-за повышенного расхода электрической энергии и явления поляризации.

Одним из предлагаемых в последние годы путей интенсификации и повышения экономической эффективности электродиализа является введение его при повышенных температурах обрабатываемой воды, которая может нагреваться с помощью теплообменников, как от внешнего источника тепла, так и за счет



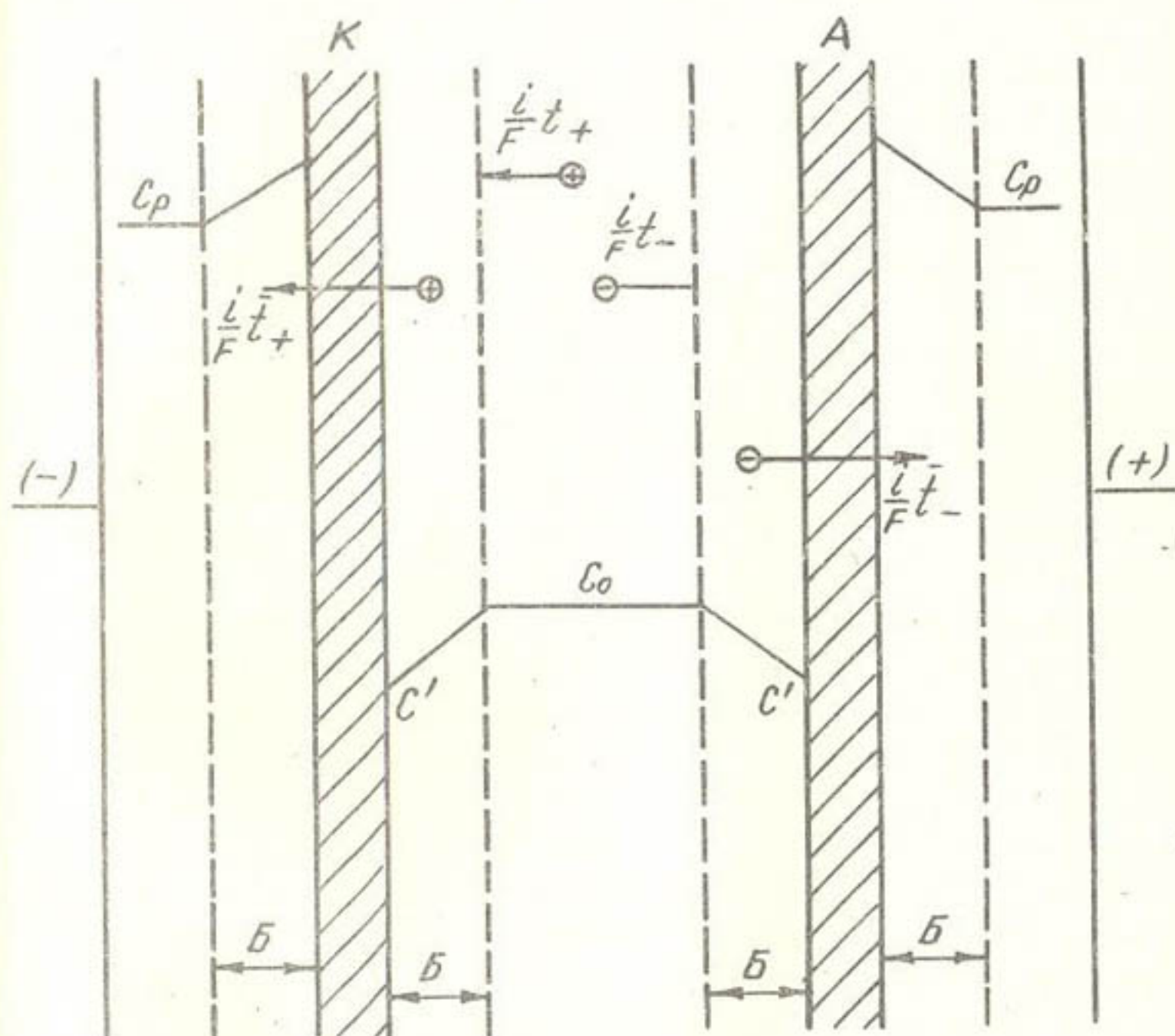


Рис. I. Схема концентрационной поляризации в электро-диализной ячейке.

- $A-K$  - мембраны анионитовая и катионитовая,  
 $C_p$  - концентрация рассола,  
 $C_o$  - концентрация дилуата в общей массе,  
 $C'$  - концентрация дилуата у поверхности мембран,  
 $\frac{i}{F}t_{+(-)}$  - поток ионов в растворе,  
 $\frac{i}{F}t_{+(-)}$  - поток ионов в мембранах,  
 $B$  - толщина диффузионного пограничного слоя.

возврата в цикл Джоулевого тепла, выделяющего в процессе.

Как известно повышение температуры на 1К увеличивает удельную электрическую проводимость примерно на 2...2,5 %. Это объясняется понижением вязкости раствора и уменьшением гидротации ионов, а для растворов слабых электролитов увеличением их степени диссоциации. / 3 /

Подобная зависимость обнаружена и для ионитовых мембран и ионитов. Все это безусловно увеличивает экономичность всего процесса электродиализа за счет снижения энергозатрат. Повышение температуры, как известно, вызывает прямопропорциональное увеличение подвижности ионов электролита в растворе. Это улучшает условия для диффузии электролита в поверхность мембраны, а следовательно увеличение концентрации ионов в примембранном слое. Если при этом иметь ввиду предыдущие рассуждения о механизме образования ионов  $H^+$  и  $OH^-$  при электродиализе, то не трудно предугадать, что с повышением температуры будет наблюдаться ослабление поляризационных явлений и рост величины плотности критического тока.

По данным Ю.А.Кононова, в температурном интервале до 50°C ослабление поляризационных явлений наблюдается при практическом постоянстве (сохранение) селективных свойств исследуемых мембран (МА-40, МК-40). В этом диапазоне температур превалирующую роль играют усиления диффузии из основного раствора к поверхности мембраны с повышением температуры. Повышение температуры до 50°C Ю.А.Кононов рекомендует для подавления поляризационных явлений в процессе электродиализа без снижения селективных свойств анионитовых мембран. / 4 /

Представляют большой интерес данные, полученные Н.Н.Журовым на опытно-промышленной установке АЭ-25 по обессоливанию растворов. Их анализ показал, что эффект влияния температуры на рост рабочей плотности тока выше при более высоких концентрациях растворов и низких значениях напряжения на ячейку. Например, при концентрации 1,0 г/л и напряжении 0,9 В/яч. плотность тока повысилась при 40°C по сравнению с 25°C на 38 %, а при 5,8 г/л и таком же напряжении на 46%.



В то же время, при напряжении 2,3 В/яч и концентрациях 1,0 и 5,8 г/л плотность тока возрасла только на 7 и 18 % соответственно. Это можно объяснить различной степенью влияния концентрации поляризации, которая при низких значениях падения напряжения еще не вносит существенного вклада в величину общего сопротивления системы, а при высоких значениях концентрации растворов влияние поляризации сказывается меньше, чем при низких, за счет увеличения количества ионов в приембренных слоях при увеличении их в общей массе растворов в ячейке. / 5 /.

Данные были получены Н.Н.Журовым на установке, производительностью 25 м<sup>3</sup>/час, собранной на лабиринтно-сетчатых прокладках.

Исследования, проводимые нашей лабораторией существенно отличаются от исследований, проведенных другими лабораториями. Это объясняется тем, что установка ЭОУ НИИПМ-25М имеет совершенно другую (фильтр-прессовую) конструкцию и ее производительность в 25 раз меньше, чем установки АЭ-25.

Конструктивные и технические характеристики электродиализатора вносят весомый вклад в рабочие характеристики процесса электродиализа. Влияние температуры на эти характеристики также будет различным для разных видов электродиализаторов.

Исследования проводились в температурном режиме 25–60°C с целью выявления оптимальной температуры с точки зрения экономики опреснения, а также влияния температуры на концентрационную поляризацию. По полученным данным построены зависимости изменения рабочей плотности тока от роста температуры опресняемой воды (рис.2, 2 а) для концентраций 1500, 3200, 4600 мг/л и напряжений на аппарате 100, 200, 300 В.

Анализ экспериментальных данных показал зависимость роста рабочей плотности тока как от температуры, так и от напряжения на ячейку. Например, при концентрации 1,5 г/л и напряжении 0,5 В/яч плотность тока возросла при 55°C по сравнению с 25°C на 39 %, а при 6,0 г/л и таком же напряжении на 29 %. При повышении напряжения, картина несколько



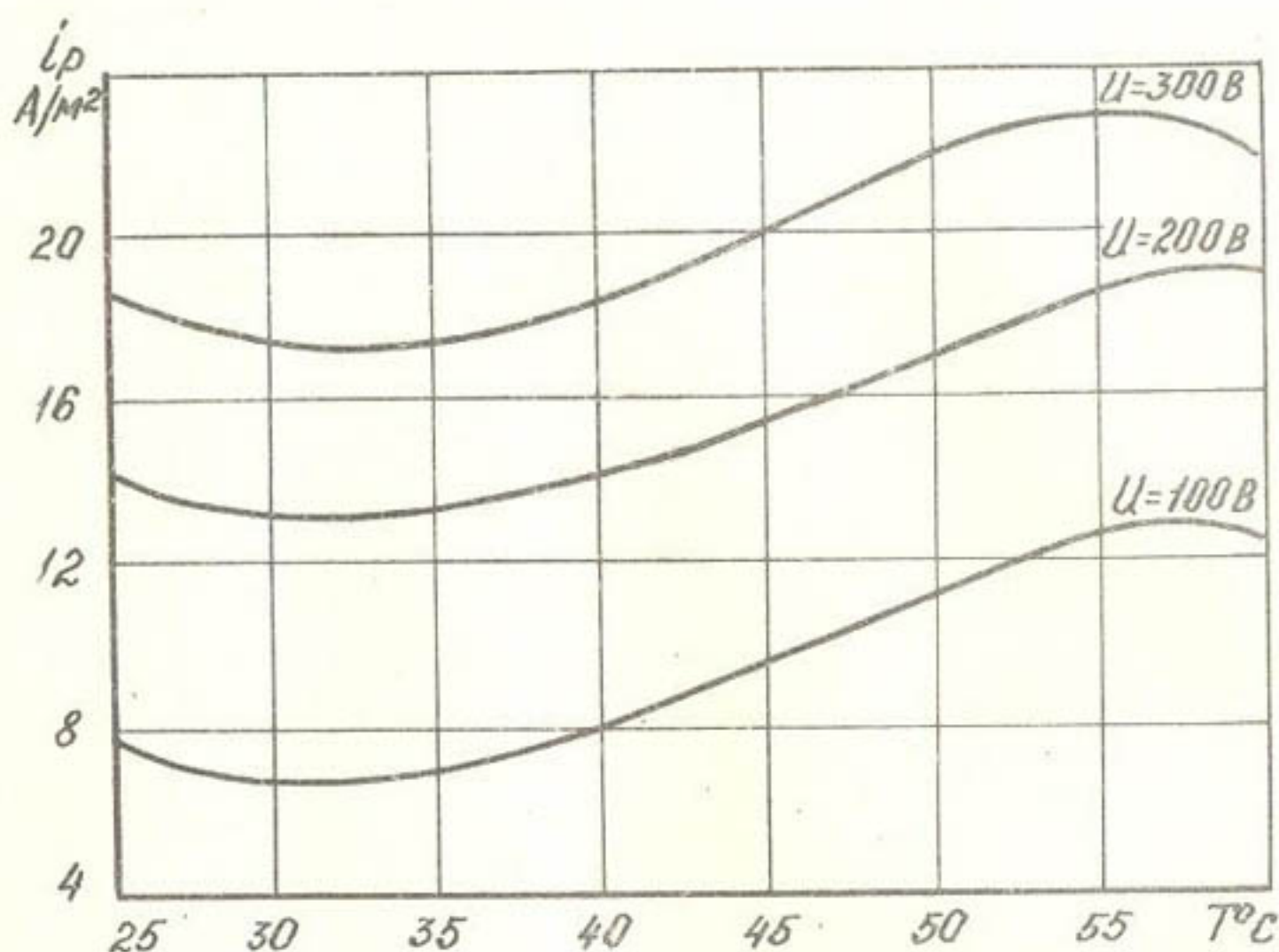


Рис.2. Зависимость рабочей плотности тока  $i_p$  от температуры воды  $T$ , при  $C_0=1,5$  г/л

меняется. При напряжении 1,6 В/яч и концентрациях 1,5 и 6,0 г/л плотность тока возросла на 14 и 20 % соответственно. Максимальное же значение плотности тока достигает при концентрации 3,2 г/л при напряжении 0,5 и 1,6 В/яч, плотность тока возрастает на 52 и 23 % соответственно. Очевидно, что рабочая плотность тока возрастает при малых концентрациях и низких значениях напряжения на ячейку больше, чем при высоких напряжениях и концентрациях. Отсюда можно рекомендовать вести электродиализ на аппарате ЭОУНИИПМ-25М при температуре 55°C и напряжении на ячейку до 1В.



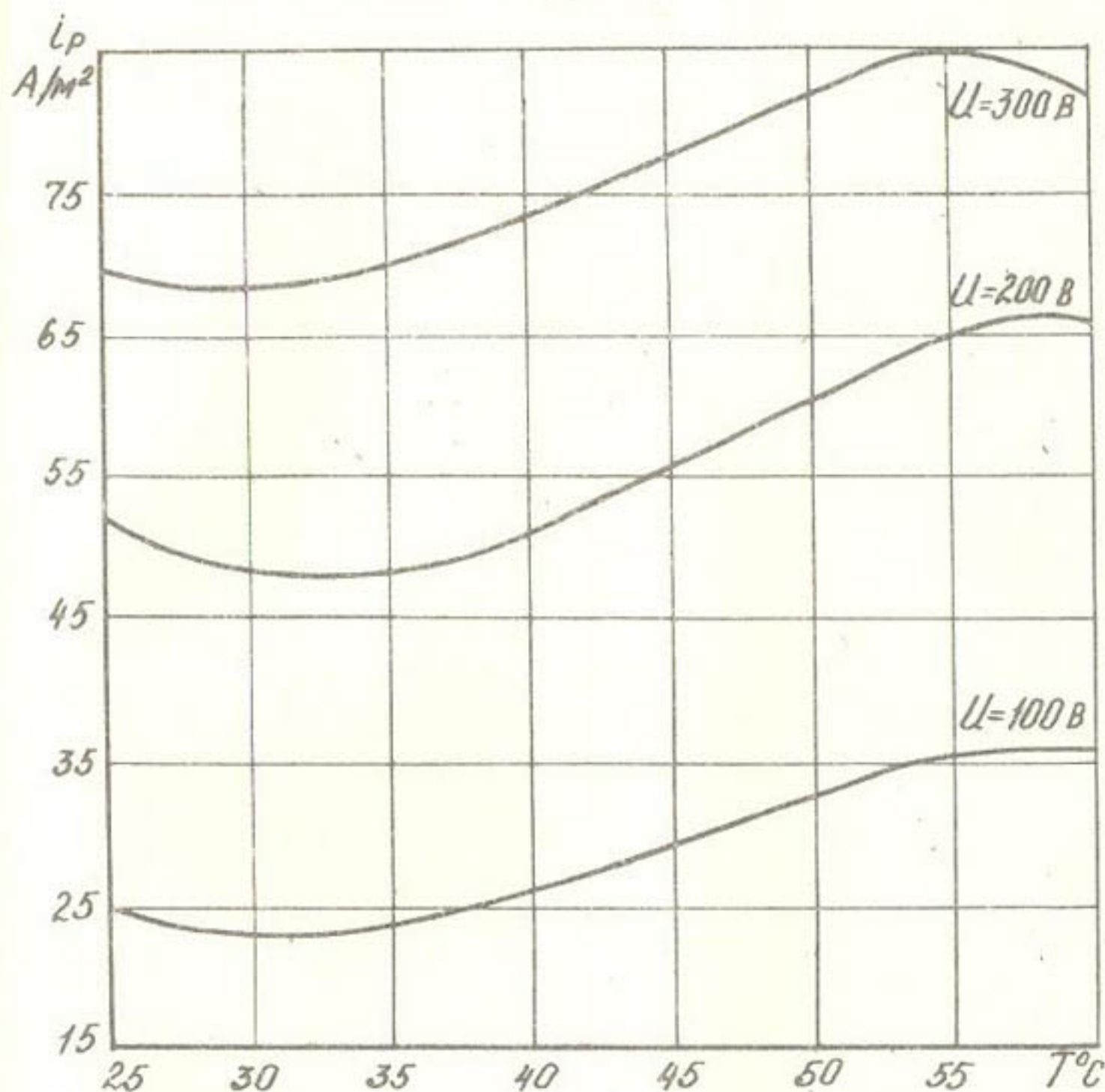


Рис. 2 а. Зависимость рабочей плотности  $i_p$  от температуры воды  $T$ , при  $C_0 = 6,0 \text{ г/л}$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Троянker Б.С. Оптимизация процесса опреснения воды. канд. диссертация., с. 48...50.
2. Смагин В.Н. Обработка воды методом электролиза.

М.: Стройиздат, 1986, с. 22...23.

3. Стромберг А.Г., Семченко А.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1988, с. 236.

4. Кононов Ю.А. Исследование механизма переноса ионов через ионитовые мембраны в условиях их поляризации. Л.: 1973, автореферат, с. 15...17.

5. Журов Н.И. Исследование процесса электродиализа при повышенных температурах. М.: 1981, автореферат, с. 13...14.

УДК 631.626.2

И.Н. Лукутин

А.А. Абдрахманов

Р.А. Григорьянц

#### ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЗКОТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА ДРЕНОУКЛАДЧИКА ЭТЦ-406 А

Начиная с 1987 года, на объекты строительства закрытого дренажа в Туркменской ССР начали поступать экскаватор-дреноукладчики ЭТЦ-406А, являющиеся модернизацией траншейного дреноукладчика ЭТЦ-406, ранее выпускаемого Брянским заводом дорожных машин. Характерной особенностью дреноукладчика ЭТЦ-406А является то, что он комплектуется взаимозаменяемыми траншейным и узкотраншейным землеройными рабочими органами, а также бункерами-трубоукладчиками. При оснащении дреноукладчика траншейным рабочим органом, экскаватор отрывает траншею шириной 0,66 м, при узкотраншейном 0,38 м. Для замены, например, траншейного оборудования дреноукладчика на узкотраншейный требуется демонтировать ковши с ковшевой цепи, переставить двухветвевую цепь с одной пары звездочек на верхнем турасном валу на другую, уменьшить зазор между роликами на турасе огибном и поддерживающими роликами на раме ковшевой цепи, заменить ковши и бункер-трубоукладчик. При наличии автокрана, переоборудование дреноукладчика ЭТЦ-406А из траншейного в узкотраншейный или наоборот, бригадой из 3 человек осуществляется не более, чем за рабочую неделю.



Для укладки длинномерных пластмассовых труб дрепоукладчик укомплектован катушкой бухтодержателем емкостью до 400 труб, устанавливаемой на бункер-трубоукладчик.

Учитывая имеющийся опыт применения траншейных дрепоукладчиков в зоне орошения, строительные организации, получающие дрепоукладчики ЭТЦ-406А, обычно оснащают их узкотраншейным оборудованием.

Опыт применения таких дрепоукладчиков при строительстве закрытого дренажа на орошаемых землях Туркменской ССР указал на их более высокую, по сравнению с траншейными, работоспособность и производительность в неустойчивых обрушающихся и оплывающих грунтах. Объясняется это тем, что вследствие уменьшения ширины отрываемой траншеи в приводе ковшевого рабочего органа появляется резерв мощности, который автоматически используется на преодоление сопротивлений, возникающих при обвалах стенок траншеи в зоне ковшевого рабочего органа, в результате чего снизилась возможность его защемления грунтом и остановки машины.

В то же время опыт применения в Туркменской ССР дрепоукладчиков ЭТЦ-406А с узкотраншейным оборудованием при строительстве закрытого дренажа из длинномерных пластмассовых труб указал на наличие в его конструкции ряда недостатков, существенно снижающих его технико-эксплуатационные показатели.

Крупным недостатком узкотраншейного варианта дрепоукладчика ЭТЦ-406А является то, что конструкция бункера-трубоукладчика рассчитана на укладку длинномерных пластмассовых труб только с фильтром-оболочкой из искусственного защитно-фильтрующего материала, в то время как при строительстве закрытого дренажа в зоне орошения, для увеличения водозахватной способности дрены и ее надежности требуется дополнительная круговая обсыпка сыпучим фильтрующим материалом, например, перчано-гравийной смесью или барханным песком. Для устранения этого недостатка в ТуркменНИИГим разработан и изготовлен бункер трубоукладчик, принципиально конструктивная схема которого известна в литературе / I / и показана на рис. I. То есть, бункер-трубоукладчик выполнен трехотсечным.

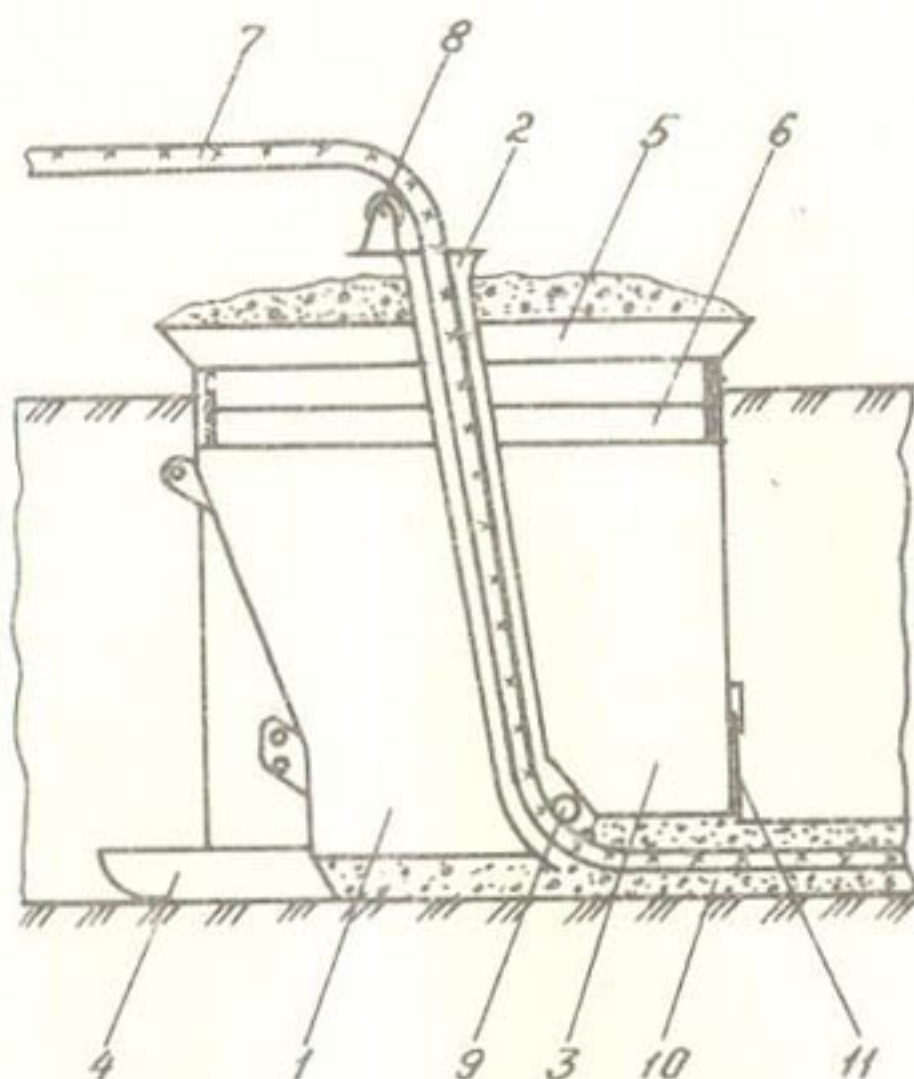


Рис. I. Конструктивная схема бункера-трубоукладчика для укладки длинномерных пластмассовых труб с круговой обсыпкой сыпучим фильтрующим материалом.

I – передний грузовой отсек для отсыпки нижнего слоя фильтра; 2 – лоток для опускания трубы в траншею; 3 – задний грузовой отсек для отсыпки верхнего слоя фильтра; 4 – опорная лыжа; 5 – загрузочная воронка; 6 – съемные доски для изменения высоты бункера; 7 – пластмассовая труба; 8 – направляющий ролик; 9 – огибной ролик; 10 – сыпучий фильтрующий материал; II – заслонка для регулирования толщины отсыпки верхнего слоя фильтра.

Первый и третий отсеки предназначены для размещения сыпучего фильтрового материала, а средний для опускания трубы на дно траншеи. При работе такого бункера-трубоукладчика первоначально отсыпается нижний слой фильтрового материала, затем



на него укладывается дренажная труба, которая сверху присыпается слоем фильтрового материала. Обязательным требованием такой конструкции бункера-трубоукладчика с точки зрения обеспечения бесперебойной отсыпки слоев фильтра и свободной укладки пластмассовой трубы на нижний слой фильтра, является выдерживание соотношения, при котором длина разгрузочного отверстия грузовых отсеков должна быть не менее чем в 4 раза больше толщины отсыпаемого слоя фильтра / 2 /, радиус кривизны изгиба трубы на выходе из спускного лотка должен быть в 1,2...1,3 раза больше допустимого радиуса изгиба пластмассовой трубы, предполагаемой к укладке, а внутренняя полость грузовых отсеков имела минимум поперечных элементов каркаса.

Конструкция системы навески изготовленного бункера-трубоукладчика на подъемную раму дреноукладчика принята аналогичной заводской, однако, для повышения надежности ее в работе за счет исключения неоднократно наблюдаемой деформации и поломки нижней шарнирной тяги, ее, вместо прямой оказалось целесообразным выполнить вогнутой без изменения при этом межцентрового расстояния между шарнирами.

Испытания бункера-трубоукладчика такой конструкции на узкотраншейном дреноукладчике ЭТЦ-406А при строительстве закрытого дренажа из длинномерных пластмассовых труб диаметром до 125 мм указали на то, что он полностью обеспечивает свое функциональное назначение - перевод трубы на дно траншеи с бесперебойной круговой обсыпкой ее сыпучим фильтрующим материалом и без повреждений.

Опыт применения узкотраншейных дреноукладчиков ЭТЦ-406 указал также на нецелесообразность комплектования его бухтодержателями принятой конструкции, то есть больших размеров и материалоемкости, так как для намотки на них пластмассовых труб требуется специальное приспособление, а для монтажа и демонтажа с дреноукладчика - крановое оборудование. Поэтому в практике строительства дренажа такие бухтодержатели обычно не используются, а бухты пластмассовых труб заводской поставки при этом вручную разматываются вдоль трассы дрены, что приводит к ненужным простоям дреноукладчика, но и ,

нередко, к повреждениям самой трубы и фильтра на ней.

Для устранения этих недостатков оказалось целесообразным оборудовать дреноукладчик легким бухтодержателем с емкостью около 50...70 м пластмассовой трубы. Конструктивная схема такого бухтодержателя показана на рис.2. Бухтодержатель изготавливается в основном из полдоймовой трубы и устанавливается на противовесе дреноукладчика, справа по его ходу. Для перевода пластмассовой трубы от бухтодержателя к бункеру-трубоукладчику по ходу ее устанавливаются 4 поддерживающих ролика — I-й на подножке кабины, второй на боковом щите у поперечного транспортера, третий на подъемной раме и четвертый у входа в спускной лоток на бункере-трубоукладчике.

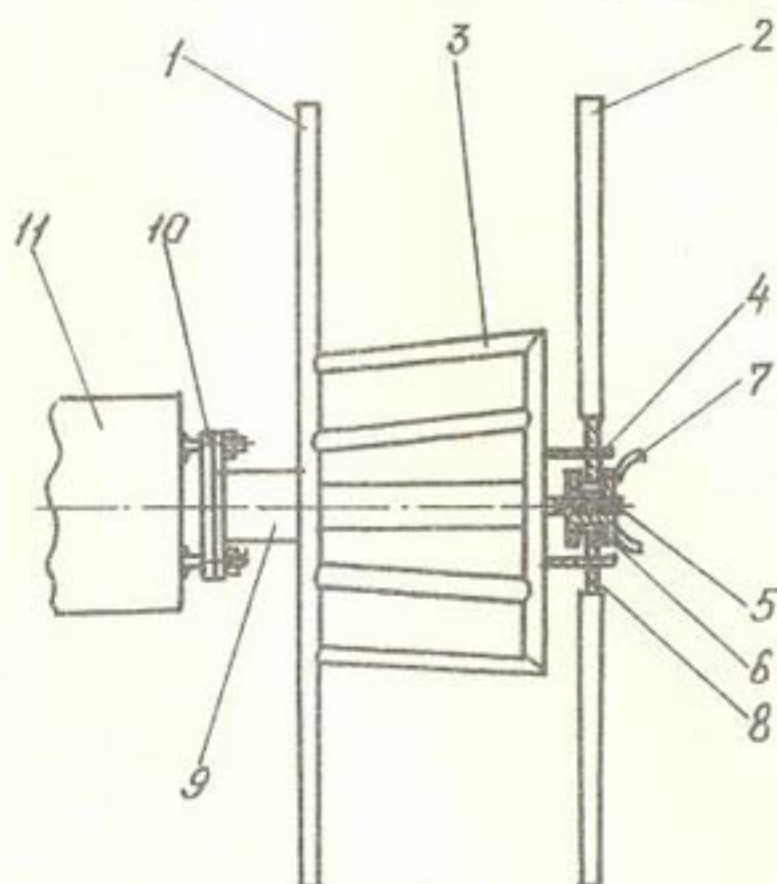


Рис.2. Конструктивная схема бухтодержателя пластмассовых труб

1-основная реборда; 2-съемная реборда; 3-посадочная втулка под бухту труб; 4-направляющие для установки съемной реборды; 5-ось с резьбой на конце; 6-гайка; 7-рукоятка для закручивания гайки вручную; 8-диск с отверстиями под направляющие; 9-подшипниковый узел; 10-узел навески; 11-противовес дреноукладчика.



Опыт применения такого бухтодержателя указал на простоту и надежность его в работе, удобство в его обслуживании — установка бухты труб заводской поставки производится двумя рабочими не более чем за 4...5 мин. Простой дреноукладчика, по сравнению с технологией, когда бухты труб разматывались вручную вдоль трассы в течении смены, сократились, не менее, чем на 40...45 мин., что привело к улучшению коэффициента использования его во времени и повышению эксплуатационной производительности механизма не менее, чем на 10...12 %.

Существенным конструктивным недостатком узкотраншейного дреноукладчика ЭТЦ-406А, отрицательно влияющим на работоспособность дреноукладчика в неустойчивых грунтах и на его производительность, является недостаточная емкость ковшей ковшового рабочего органа, равная около 9 м, хотя по техническому паспорту и расчетам она должна быть не менее 20...22 л. Наблюдения за процессом экскавации грунта таким ковшовым рабочим органом показывают, что из-за недостаточной емкости ковшей, по мере движения их забоя к верхнему турасному валу, происходит просор грунта в объеме до 25...30 %. Кроме этого, в процессе огибания ковшами верхнего тураса и их разгрузки происходит пересыпание грунта из ковша в ковш и разбрасывание его, в результате чего не более 50 % разработанного грунта попадает на поперечный транспортер и далее в отвал. Остальная часть грунта накапливается на лотке-поддоне под ковшевой цепью, осыпается вниз, где подвергается повторной экскавации и накапливается в виде бермы высотой 0,5...0,6 м на бровках отрываемой траншеи, что интенсифицирует процесс обрушения стенок траншеи и снижает производительность дреноукладчика. Для частичного устранения этого недостатка оказалось целесообразным увеличить емкость ковша путем увеличения высоты боковых стенок на 50 мм, начиная от проушин до его хвостовой части. Кроме этого, для уменьшения просора грунта на лоток, установленный под ковшевой цепью, в процессе разгрузки ковшей оказалась целесообразной установка грунтоулавливающих щитков в верхней части лотка, у поперечного



транспортера, обеспечивающих при этом свободный проход между ними ковшевой цепи.

Наблюдения за работой ковшевого рабочего органа после его доработки, указали на значительное уменьшение просора грунта – высота берм на бровках траншеи уменьшилась с 0,5...0,6 до 0,3...0,4 м, реже стали наблюдаться обвалы грунта в зоне ковшевой цепи, вследствие чего возросла производительность дреноукладчика.

Таким образом, технико-эксплуатационные показатели серийного узкотраншейного дреноукладчика ЭТЦ-406, применяемого при строительстве закрытого дренажа из длинномерных пластмассовых труб в зоне орошения могут быть значительно улучшены оснащениями его трехотсечным бункером-трубоукладчиком, легким бухтодержателем, увеличением емкости ковшей.

Перспективными направлениями совершенствования дреноукладчика типа ЭТЦ-406А является увеличение мощности двигателя до 200 кВт, снижение металлоемкости, оптимизация землеройного рабочего органа, оснащение портативным лазерным указателем уклона, кондиционирование кабины.

Перспективным в совершенствовании конструкции дреноукладчика типа ЭТЦ-406А является также оснащение его сменным рабочим органом для поперечного копания грунта, так как это позволило бы использовать машину не только для строительства закрытого дренажа, но и для очистки открытой коллекторно-дренажной и оросительной сети от заиления и растительности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мелиоративные машины. Б.А.Васильев., В.Б.Гантман., В.В.Комиссаров и др., Под ред. И.И.Мера. – М.: Колос, 1980 – 351 с., ил.

2. Панченко А.Н. Бункера дреноукладчиков зоны орошения. Ашхабад: Ылым, 1985, – 80 с.



УДК 574.4:550.4

С.М.Пакшина

ПРОГНОЗ МИНЕРАЛИЗАЦИИ  
КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД  
И ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
ИХ НА ОРОШЕНИЕ

В настоящее время в Туркменистане проектируется и ведется строительство новых коллекторно-дренажных систем: прокладывается коллектор в Центральных Каракумах, строится Главный Мургабский коллектор, планируется проложить Тедженский центральный и Главный Гяурский коллекторы /15/. В связи с этим возрастает актуальность проблемы, совершенствования долгосрочных прогнозов минерализации коллекторно-дренажных вод и засоления почвы при использовании их для полива кормовых культур на песчаных массивах.

В данной работе рассматривается эвристическая модель прогноза минерализации коллекторно-дренажных вод и засоление почвы ими при орошении, в основу которой положена закономерность движения солей в почве и почвогрунтах. В качестве объекта для применения модели взят Главный Левобережный коллектор (ГЛК).

ГЛК начинается недалеко от Карабекаула, проходит по территории 5 районов Чарджоуской области и впадает в реку Аму-Дарья около Нефтезаводска. Общая протяженность ГЛК составляет 210,3 км, общий сброс воды равен приблизительно  $1 \text{ км}^3$  в год.

На протяжении последних 13 лет (1976...1988г.г.) на Чарджоуской опытно-мелиоративной станции были организованы режимные наблюдения за минерализацией и качественным составом солей в коллекторно-дренажных водах ГЛК. Отбор проб проводился в одном месте протекания ГЛК, на территории колхоза "Ильич" Чарджоуского района.

На рис. 1 представлены выходные кривые содержания ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  в коллекторно-дренажных



водах ГЛК с 1976 по 1988 годы. Как видно из рисунка, по мере освоения орошаемых земель вынос ионов  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$  в коллекторно-дренажной воде снижается, тогда как вынос иона  $HCO_3^-$  увеличивается, одновременно повышается pH воды. Ускоренный вынос ионов  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$  заканчивается к 1979 году, тогда как ионов  $Cl^-$  и  $Na^+$  к 1981 году. К 1981...1982 годам заканчивается ускоренный вынос ионов  $HCO_3^-$  в коллекторно-дренажные воды. Таким образом, наряду с уменьшением общей минерализации коллекторно-дренажных вод, со временем повышается их общая щелочность.

Эти процессы, обнаруживаемые при рассмотрении результатов анализов коллекторно-дренажных вод, собираемых с больших массивов орошаемых земель, аналогичны тем процессам, которые проявляются при физическом моделировании процесса промывки почвы или грунта на колонках или монолитах /4/, /5/, /6/, /9/, /10/. При фильтрации растворов солей через образец почвы или грунта первые порции фильтра характеризуются по сравнению с исходным раствором более высокой концентрацией анионов и солей, более низким значением pH.

Основной причиной этих факторов следует считать поверхностные явления, возникающие на границах раздела почва-раствор, раствор-почвенный воздух. В области мениска передвигающегося по капиллярам раствора постоянно имеет место повышение подвижности анионов, обусловленное отрицательной адсорбцией, вызывающее дополнительный осмотический поток раствора, направленный в сторону движения фильтрата / 3 /.

Нейтрализация избытка отрицательных зарядов (анионов) в области мениска передвигающегося раствора соли частично достигается десорбцией катионов почвенного поглощающего комплекса (ППК). Взамен десорбируемых в области мениска катионов поглощающий комплекс насыщается катионами, поступающими с движущимся раствором, так что постоянно соблюдается нейтрализация зарядов.

Если почва или грунт насыщены ионами  $Ca^{2+}$ , то в первых порциях фильтрата отмечается повышенная по сравнению



с исходной концентрация  $\text{Ca}^{2+}$ . Вытеснение ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и з ПИК и вымывание его из почвы приводит к повышению pH как почвы, так и фильтратов.

Причина повышения pH заключается в нарушении равновесия между ионами  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , которые создают в почве общую щелочность от растворимых карбонатов. Существуют следующие зависимости между этими величинами:

$$\text{pH} = 7,82 - \text{p}(\text{AIK}) + \lg P_{\text{CO}_2}, \quad (1)$$

$$\text{pH} = 4,92 + 0,5 \text{p}(\text{Ca}) - 0,5 \lg P_{\text{CO}_2}, \quad (2)$$

$$\text{pH} = \text{p}(\text{AIK}) + \text{p}(\text{Ca}) + \text{pK}_2 - \text{pK}_{\text{CaCO}_3}, \quad (3)$$

где  $\text{AIK} = (\text{HCO}_3^-) + 2 (\text{CO}_3^{2-})$ ;

$P_{\text{CO}_2}$  — давление углекислого газа в почвенном воздухе;

$K_2$  — константа диссоциации  $\text{HCO}_3^-$ , равная  $4,69 \cdot 10^{-11}$  при  $25^\circ\text{C}$ ;

$K_{\text{CaCO}_3}$  — произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$ , равное  $4,82 \cdot 10^{-9}$  при  $25^\circ\text{C}$ ,

круглые скобки означают концентрацию иона / I6 /.

Из уравнений (1)...(3), характеризующих объектив н о существующие взаимоотношения между значениями  $P_{\text{CO}_2}$ , pH и концентрацией ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , следует, что изменение содержания одного из компонентов этой связи приводит к изменению содержания других.

Как видно из рис. I, ускоренный вынос иона  $\text{Cl}^-$  в начальный период освоения орошаемых земель приводит к значительно большему выносу из почвы и грунтов иона  $\text{Ca}^{2+}$ , чем  $\text{Na}^+$ . Вымывание из почвогрунтов иона  $\text{Ca}^{2+}$  сопровождается повышением общей щелочности коллекторно-дренажных вод. С замедлением выноса иона  $\text{Cl}^-$  из почвогрунтов заканчивается

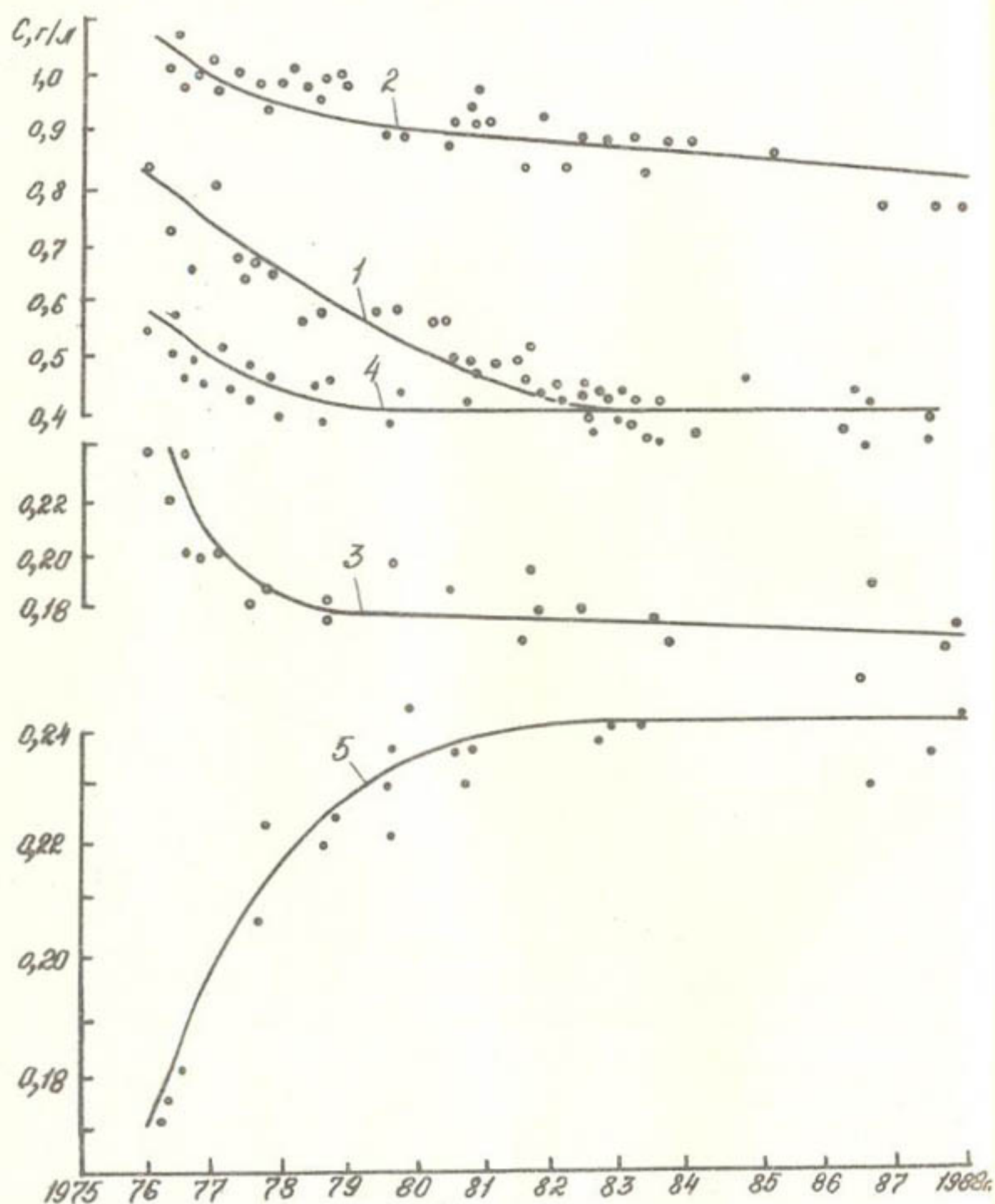


Рис. 1. Динамика содержания ионов  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$  в коллекторно-дренажных водах Главного Левобережного коллектора по данным режимных наблюдений, проводимых на Чарджоуской опытно-мелиоративной станции с 1976 по 1988 годы.  
1- $Cl^-$ . 2- $SO_4^{2-}$ . 3- $Ca^{2+}$ . 4- $Na^+$ . 5- $HCO_3^-$ .



рост общей щелочности и устанавливается новое равновесное состояние ионов в соответствии с уравнениями (I)... (3).

Таким образом, изменение качественного состава коллекторно-дренажных вод, собираемых при освоении массива земель, составляющего более сотни тысяч гектаров, аналогично изменению состава фильтратов, получаемых при проведении модельных опытов по промывке, проводимых на колонках или монолитах.

Процесс промывки слоя почвы или почвогрунта подчиняется следующей зависимости, установленной В.Р.Волобуевым (1975) /I/:

$$N_t = \alpha \lg (C_0 / C_t), \quad (4)$$

- где  $N_t$  - количество профильтровавшейся через слой почвогрунта воды, за время  $t$ , в м;  
 $C_0$  - начальное содержание солей в метровом слое почвогрунта;  
 $C_t$  - содержание солей в метровом слое почвогрунта при количестве профильтровавшейся воды, равном  $N_t$ ;  
 $\alpha$  - параметр солеотдачи, определяемый водно-физическими и физико-химическими свойствами почвогрунтов / I /.

Поскольку концентрация почвенного раствора зависит от содержания растворимых солей в почве, то можно считать, что концентрация последовательно вытекающих через слой почвы фильтратов пропорциональна содержанию солей. При этом условии уравнение (4) будет наблюдаться для процесса выноса солей в коллекторно-дренажные воды.

На рис.2 представлены зависимости логарифма отношения начальной концентрации определенного иона в коллекторно-дренажной воде ГЛК к концентрации в момент времени  $t$  ( $\lg C_0 / C_t$ ) от продолжительности режимных наблюдений за составом вод ( $t$ , сутки). За начальный момент времени был принят 1976 год. Как видно из рис.2, характер

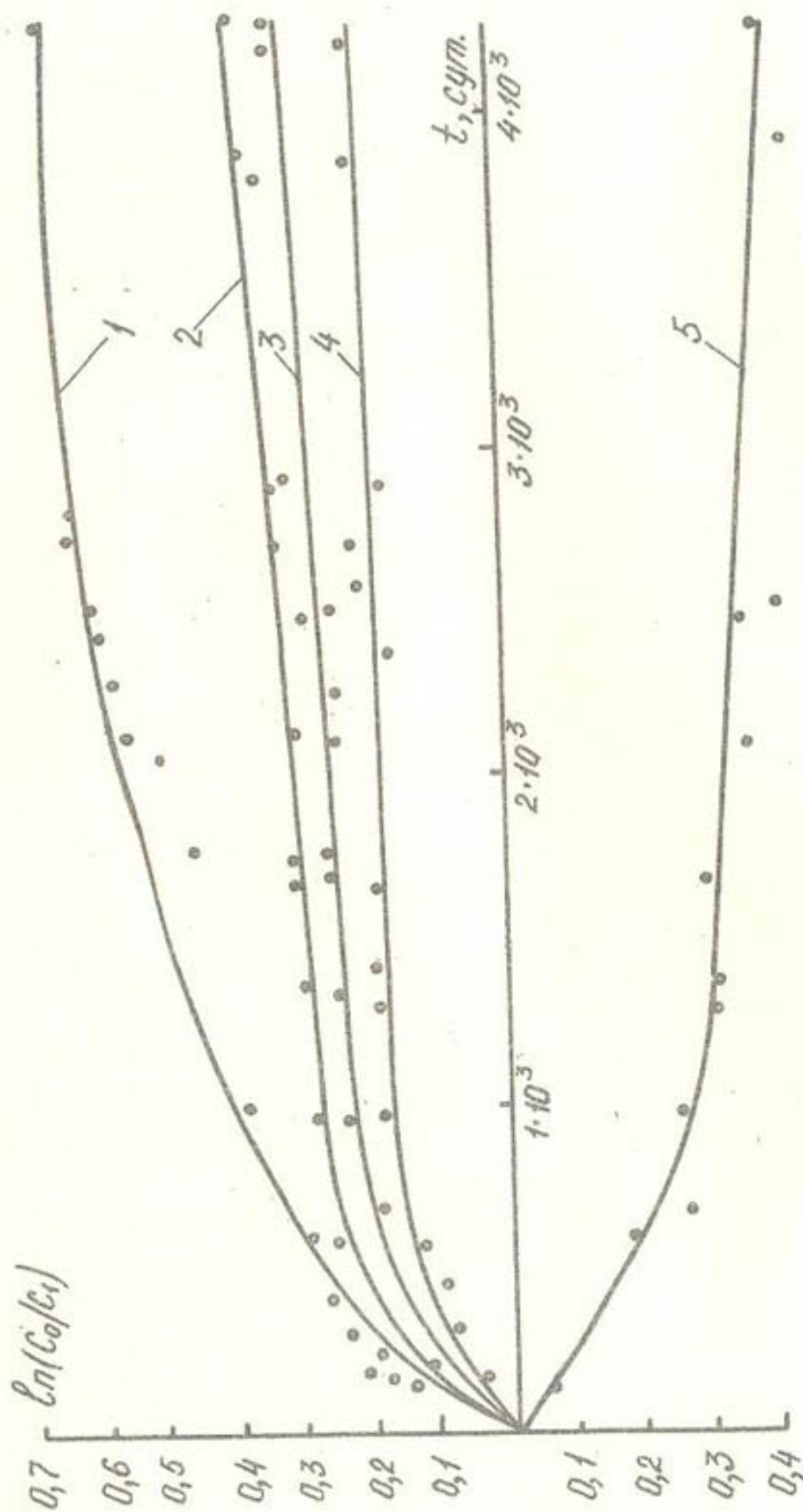


Рис. 2. Кривые зависимости логарифма отношения концентрации ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  в коллекторно-дренажных водах в 1976 г. к концентрации этих ионов в последующие годы от продолжительности режимных наблюдений.

1- $\text{Cl}^-$ , 2/ $\text{Ca}^{2+}$ , 3-  $\text{Na}^+$ , 4-  $\text{SO}_4^{2-}$ , 5-  $\text{HCO}_3^-$ .



выноса ионов в коллекторно-дренажные воды подчиняется логарифмической зависимости. Следовательно, появляется возможность проводить прогноз минерализации коллекторно-дренажных вод, используя зависимость (4). Но для этого необходимо заранее рассчитать параметр солеотдачи орошаемого массива.

В наших работах дано теоретическое обоснование параметра солеотдачи почвогрунтов, предложена формула для его расчета /11/, /12/, /13/. Формула для расчета параметра солеотдачи метрового слоя почвы имеет вид:

$$\alpha = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot S \cdot T / \Gamma \cdot m \cdot Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2) / 2}, \quad (5)$$

где  $S$  - удельная поверхность почвы,  $\text{м}^2/\text{г}$ ;

$T$  - абсолютная температура почвы в период промывки;

$\Gamma$  - емкость поглощения,  $\text{мэкв}/100\text{г}$  почвы;

$m$  - пористость почвы;

$Z_1, Z_2$  - валентности анионов и катионов солей в почве / 13 /.

В таблице приведен образец расчета параметра солеотдачи по формуле (5) на примере луговой орошаемой почвы Чарджоуской области.

Теперь рассчитаем по формуле (5) значение  $\alpha$  для всего массива, по которому протекает Главный Левобережный коллектор. Массив расположен в долине среднего течения Аму-Дарьи, где распространены луговые аллювиальные староорошаемые почвы, луговые пойменно-аллювиальные почвы и различные солончаки. По механическому составу почвогрунты преимущественно относятся к среднесуглинистым. Удельная поверхность почвогрунтов верхнего метрового слоя составляет  $20 \dots 40 \text{ м}^2/\text{г}$ , емкость поглощения  $7 \dots 13 \text{ мэкв}/100 \text{ г}$  почвы, пористость  $0,4$ . В составе солей преобладают хлориды натрия, сульфаты натрия и кальция. Коэффициент  $Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2) / 2}$ , входящий в формулу (5), составляет приблизительно  $2,0$ .

Подставляя в формулу (5) средние значения  $S$ ,  $\Gamma$ ,  $m$ ,  $Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2) / 2}$ , получаем, что параметр солеотдачи верхнего метрового слоя почвогрунтов массива близок к  $1,4\text{м}$ .



Уровень залегания грунтовых вод, отводимых системой Главного Левобережного коллектора, составляет 1,5...3,0 м. Поэтому, параметр солеотдачи 3-х метровой толщи будет составлять около 4 м.

Рассчитаем значение  $\alpha$  из экспериментальных кривых, приведенных на рис. 2. Тангенс угла наклона линейного отрезка кривых до начала приближения к асимптоте согласно уравнению (4) равен параметру солеотдачи  $\alpha$ . Коллектор был построен в 1953 году, режимные наблюдения начались с 1976 года, поэтому линейный отрезок функции  $\ln C_0/C_t = f(t)$  занимает небольшой отрезок кривой.

Максимальное значение  $t$  на линейном участке графика функции  $\ln C_0/C_t = f(t)$  для ионов и сухого остатка составляет приблизительно 200 суток, тогда как значения  $\ln C_0/C_t$  для сухого остатка составляет 0,14. Отвод грунтовых вод системой ГЛК составляет около 1 м в год. Отсюда, величина параметра солеотдачи массива, на котором грунтовые воды отводятся системой ГЛК, составит:

$$\alpha = 200 \text{ сут.} \cdot 1 \text{ м}/365 \text{ сут.} \cdot 0,14 = 3,91 \text{ м}$$

Полученное значение близко к значению, рассчитанному по формуле (5).

Расчет по формуле (5) параметра солеотдачи почвогрунтов больших массивов земель, на которых проектируется или строится новые коллекторно-дренажные системы, позволяет проводить долгосрочные прогнозы минерализации коллекторно-дренажных вод, используя закономерность (4) и не прибегая к составлению сложных и трудоемких моделей. Для этого необходимо определить удельную поверхность, емкость поглощения, пористость, характер засоления слагающих зону аэрации почвогрунтов.

Орошение коллекторно-дренажной водой кормовых культур, выращиваемых на песчано-пустынных почвах, приводит к накоплению солей в верхнем метровом слое и переходу почвы из категории незасоленной в категорию средне- и сильнозасоленной почвы. Во избежание отрицательных последствий при орошении минерализованной водой проводится



Расчет параметра солеотдачи луговой орошаемой почвы  
Чарджоуской области

| Глубина     | Удельная    | Температура | Емкость     | Плотность | Содержание солей | Сумма солей | Среднее |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-------------|---------|
| на          | поверхности | поверхности | поглощения  |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверхности | поверхности | поверхности | поверхности |           |                  |             |         |
| поверх      |             |             |             |           |                  |             |         |

Расчет среднего коэффициента  $Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2) / 2}$  проводят следующим образом:

Слой 0-20 см:

$$(0,33 \cdot 1,22 + 10,05 \cdot 2,83 + 2,94 \cdot 2,45 + 0,23 \cdot 1 + 0,88 \cdot 1,22)$$

$$/ 14,43 = 2,59$$

прогноз солевого режима почвогрунтов.

Закономерность движения солей в почве и грунтах, выраженная формулой (4), позволяет упростить работу по составлению прогноза солевого режима почвогрунтов, орошаемых минерализованными коллекторно-дренажными водами. Солевой режим верхнего метрового слоя почвы при орошении и наличии близкого залегания грунтовых вод (1...3 м) складывается под влиянием двух процессов: засоления и рассоления. Засоление почвы вызывается непродуктивным испарением почвенной влаги и восходящим движением растворов солей из грунтовых вод по мере потребления почвенной влаги растениями.

Процесс засоления почвы описывается следующей зависимостью:

$$C_t = C_0 \exp\left(\lambda \frac{E}{m}\right), \quad (6)$$

где  $C_t$  — содержание солей в верхнем метровом слое почвы в момент времени ;

$C_0$  — начальное содержание солей;

$E$  — суммарное испарение влаги за рассматриваемый отрезок времени  $t$ , в м,  $\alpha = 1/\lambda$ .

Процесс рассоления верхнего метрового слоя почвы вызывается поливами и осадками и описывается следующей зависимостью:

$$C_t = C_0 \exp\left(-\lambda \frac{H}{m}\right), \quad (7)$$

где  $H$  — суммарное количество выпадающих осадков, норма промывки, полива, влагозарядки, в м. Параметр  $\lambda/m$  песчано-пустынной почвы приблизительно равен  $5 \text{ м}^{-1}$ .

Используя зависимости (6) и (7), можно выполнить прогноз засоления верхнего метрового слоя песчано-пустынной почвы при орошении кормовых культур коллекторно-дренажной водой. Проведем расчет засоления почвы при использовании для полива кормовых культур коллекторно-дренажной воды в ГЛК.

Коллекторно-дренажная вода ГЛК непригодна для полива без разбавления, так как содержание  $\text{Cl}^-$  — иона в воде



0,5–0,6 г/л. Предельно-допустимое содержание  $\text{Cl}^-$  иона в поливной воде принимается равным 0,3 г/л, что соответствует воде удовлетворительного качества. Содержание  $\text{Cl}^-$  иона в оросительной воде, используемой в Чарджоуском районе, равно 0,1 г/л.

Кратность разбавления минерализованной воды оросительной определяется следующей формулой:

$$K = (C_d - C) / (C - C_p), \quad (8)$$

где  $C_d$ ,  $C_p$  – содержание иона  $\text{Cl}^-$ , соответственно, в дренажной и пресной воде, г/л;

$C$  – предельно-допустимое содержание  $\text{Cl}^-$  иона в поливной воде, г/л /14/.

Отсюда, кратность разбавления коллекторно-дренажной воды ГЛК, используемой для полива кормовых культур на песчаных почвах, будет составлять 1,3, тогда как минерализация смешанной воды при таком разбавлении будет равна 1,28 г/л.

Оросительная норма ( $O_p$ , мм) за расчетный период времени определяется из баланса влаги и солей корнеобитаемого слоя почвогрунтов по формуле:

$$O_p = CA / (C - C_I), \quad (9)$$

где  $C$  – предельно-допустимая концентрация почвенного раствора перед вегетационными поливами, определяемая по солеустойчивости кормовой культуры;

$C_I$  – минерализация поливной воды;

$A$  – суммарная испаряемость, уменьшенная на количество выпадающих осадков в период вегетации, в мм /2/, для Чарджоуского района  $A \approx 930$  мм.

Для таких культур, как свекла сахарная и кормовая, сорго, суданская трава, ячмень, для которых  $C = 12$  г/л, оросительная норма в соответствии с формулой (9) будет составлять 1040 мм. С оросительной нормой, равной 1040 мм, в верхний метровый слой почвы поступит 13,3 т солей ( $10400 \text{ м}^3 \cdot 1,28 \text{ г/л} = 13,3 \text{ т}$ ). Объемный вес песчано-пустынной почвы составляет приблизительно 1,55 г/см<sup>3</sup>. Значит



поступающие с оросительной водой соли увеличат засоление почвы на 0,086% (13,3 т/15,5 · 10<sup>3</sup> т = 0,086%).

Если принять, что исходное содержание солей в песчано-пустынных почвах составляет 0,05%, то в процессах засоления-рассоления верхнего метрового слоя будут участвовать соли, составляющие 0,136% (0,05% + 0,086%) от веса почвы.

Процесс засоления почвы в течение года определяется суммарным испарением (Е), которое в Чарджоуском районе приблизительно равно 1200 мм. Процесс рассоления в течение года определяется величиной оросительной нормы, влагозарядкового полива и количеством выпадающих осадков. При оросительной норме, величине влагозарядки и осадков, соответственно, равных 1040 мм, 40 мм и 150 мм, процесс рассоления будет определяться количеством поступающей воды, равным 1230 мм.

Суммарный процесс засоления будет определяться величиной Н-Е, которая равна 30 мм для рассматриваемого случая. Таким образом, к концу года содержание солей в верхнем метровом слое песчано-пустынной почвы при использовании для полива кормовых культур разбавленной коллекторно-дренажной воды ГЛК, будет составлять:

$$C_t = 0,136\% \exp(-5 \text{ м}^{-1} \cdot 0,03 \text{ м}) = 0,117\%.$$

В последующие годы освоения песчаного массива для того, чтобы замедлить темп накопления солей, необходимо увеличить норму влагозарядки. Во второй год в процессах засоления-рассоления верхнего метрового слоя почвы будут участвовать соли, составляющие 0,203% (0,117% + 0,086%) от веса почвы. Поэтому, для того, чтобы сохранить прежнее содержание солей в корнеобитаемом слое необходимо довести норму влагозарядки пресной водой до 120 мм:

$$0,117\% = 0,203\% \exp(-5 \text{ м}^{-1} \cdot 0,11 \text{ м})$$

Для оценки точности расчетов засоления при использовании формул (6) и (7), воспользуемся данными, приведенными в работе /8/. Изучалась возможность использования минерализованных вод на орошение кормовых культур. Опыты



проводились в течение 5 лет (1981...1985 г.г.) на Южно-Каракумском стационаре Института пустынь АН СССР. Для полива использовалась дренажная вода с минерализацией 3,5+4,5 г/л. Начальное содержание солей в верхнем метровом слое грядово-бугристых песков, на которых закладывались опыты, составляло 0,067%, после 5 лет орошения содержание солей возросло до 0,108%. Общая оросительная норма и период вегетации сорго составляла 850 мм, норма влагозарядки 150 мм. Влагозарядка проводилась пресной водой. С 1981 по 1985 годы выпало 1479 мм осадков. Суммарная испаряемость в течение года составляет приблизительно 1200 мм.

Следовательно, в процессах засоления почвы в течение 5 лет участвовало 6000 мм воды, тогда как в процессах рассоления 6479 мм воды (1479 мм + 850 ммх5 лет+150ммх5лет). Поскольку полив кормовых культур дренажной водой проводился по дефициту влажности метрового слоя, значит, с оросительной водой за 5 лет орошения поступило 170 т солей ( $4 \text{ г/л} \times 42500 \text{ м}^3/\text{га} = 170 \text{ т/га}$ ), которое в пересчете на вес сухой почвы составляет 1,097 %.

Подставляя полученные значения участвующих в процессах засоления-рассоления солей, а также разницу между количеством поступившей и испарившейся воды (Н-Е), находим:

$$C = (1,097\% + 0,067\%) \exp(-5\text{м}^{-1} \cdot 0,479 \text{ м}) = 0,107\%$$

Таким образом, рассчитанное значение содержания солей в верхнем метровом слое почвы через 5 лет орошения кормовых культур дренажной водой совпало с экспериментальными.

В настоящее время для прогноза засоления почв при орошении минерализованными водами используются балансовые методы, различные программы для ЭВМ. В основу большинства программ положено уравнение конвективной диффузии. При составлении прогноза засоления почвы на ЭВМ необходимо иметь данные о таких параметрах, как коэффициент фильтрации, коэффициент гидродинамической дисперсии, коэффициент конвективной диффузии, коэффициент изотермического обмена. Для определения этих параметров требуется предварительное



проведение эксперимента на данном объекте.

Балансовые методы прогноза засоления почв и показы — вают достаточно высокую надежность расчетов, но для составления уравнений требуется сложная информация о системе почво-грунтовые воды— растение-атмосфера, включающая около 20 переменных / 2 /.

Преимущество предложенного метода прогноза минерализации коллекторно-дренажных вод и засоления почвы при использовании на полив кормовых культур минерализованных вод перед модельными и балансовыми методами заключается в том, что в основу расчетов берется закономерность процесса движения солей в почве, объективно отражающая существующую связь между явлениями и свойствами материального мира. Характерной особенностью закономерной связи является то, что она раскрывает причинно-следственный характер отношений между свойствами и явлениями.

Причинно-следственный характер зависимостей, выраженных формулами (4), (6), (7) раскрывается с помощью параметра  $\alpha$ . Параметр характеризуется следующими особенностями. Во-первых, выражается только через физические величины: удельная поверхность, емкость поглощения почвы, пористость, валентность ионов солей. Во-вторых, это параметр не зависит от концентрации солей. Эти указанные существенные особенности параметра  $\alpha$  являются доказательством того, что функциональные зависимости (4), (6), (7) отражают закономерность движения солей в почве. Как правило, закономерность явлений выражается математической или функциональной зависимостью и является проявлением действия закона природы. Как известно, самую высокую эффективность обеспечивают именно те технологии, которые разрабатываются на основе использования законов природы.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Волобуев В.Р. Расчет промывок засоленных почв. М.: Колос, 1975, с.71.
2. Гарагулов М.У. Методические рекомендации на выбор и подготовку земель под орошение минерализованными водами. Ашхабад, 1986, с.38.
3. Грибанова Е.В. Исследование капиллярного поднятия растворов электролитов в пористых телах и влияние на него электрического поля. - Автореф. диссер., Л.:1970, с.17.
4. Жариков В.А. О возможной геохимической роли электрокинетических явлений. - В кн.: "Проблемы геохимии". М.:Наука, 1956, с.276...286.
5. Жариков В.А., Джикова Г.И., Максакова Э.М. О различной скорости фильтрации анионов и катионов при просачивании растворов через тонкопористые фильтры. - Доклады АН СССР, т.141, № 1, с.135...139.
6. Коржинский Д.С. Фильтрационный эффект в растворах и его значение для геологии. - Известия АН СССР, серия геол., 1947, № 2, с.35...49.
7. Лавров А.П., Орловский Н.С. Почвенно-климатическое районирование равнинного Туркменистана. - Ашхабад, Ылым, 1985, с.132.
8. Оразгельдыев М. Сорго на дренажной воде. - Агро-промышленный комплекс Туркменистана, 1988, №4, с.29.
9. Пакшина С.М. К теории фильтрационного эффекта. - Почвоведение, 1972, № 8, с.133...138.
10. Пакшина С.М. О проявлении механо-концентрационных эффектов в почве. - Почвоведение, 1981, № 3, с.46...49.
11. Пакшина С.М. Физическая интерпретация параметра солеотдачи почв и метод его расчета при проведении промывок засоленных земель. - Доклады ВАСХНИЛ, 1985, № 12, с.34...36.

12. Пакшина С.М., Ушакова В.Ф. Численный метод предварительной оценки параметра солеотдачи промываемых засоленных почв. — Гидротехника и мелиорация. 1985, №12, с.51...55.

13. Пакшина С.М. Районирование орошаемых земель по величине солеотдачи. Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда почвоведов. Новосибирск, 1989, книга 5, с.30.

14. Правила по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных, пастбищных культур и промывку засоленных земель. Ашхабад, 1988.

15. Чарыев А. Каракумский канал: вчера, сегодня, завтра. — Агропромышленный комплекс Туркменистана, 1989, № 7, с.4...6.

16. *Ponnamperuma F.M. A theoretical study of aqueous carbonate equilibria. — Soil Sci., 1967, V. 103, N.2.*

УДК 626.816:627.14

А.А.Перебасова

# НОМОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ГОЛОВНОМ СООРУЖЕНИИ СИСТЕМЫ СОВЕТ-ЯБ ТАШАУЗСКОЙ ОБЛАСТИ

В перспективном плане развития Туркменской ССР предусматривается внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами крупных оросительных систем (сокращенно АСУ ТП). АСУ ТП обеспечивает управление



### III

объектом на основе централизованно обработанной информации по заданным критериям количества и качества потребляемой воды. Этап расчетного обеспечения упрощается применением графоаналитической номограммы. В автоматическом режиме она вводится в блок памяти ЭВМ и служит критерием выбора технологического обоснования. При работе в неавтоматическом режиме, она служит пособием эксплуатационному штату сооружения при осуществлении манипуляций затворами и учету воды на нем.

На основе методов номографии /I/ и результатов натурных и лабораторных исследований, проведенных на сооружении Совет-Яб (на котором предусмотрено внедрение АСУ ТП), нами разработана технологическая схема номограммы управления затворами этого сооружения (рис.1). Данные построения номограммы приведены в таблице. Номограмма представляет собой графическое отображение гидравлических взаимосвязей, по которым диспетчер может осуществлять визуальное наблюдение и контроль за объектом управления, определять порядок манипуляций затворами и величины их подвиг, упростив этап расчетов.

Схемы маневрирования затворами и тарировочные графики для различных периодов работы сооружения нами разработаны /2/ на основании сопоставления режимов р.Амударьи и графиков водозабора, факторов, влияющих на частоту маневрирования затворами, а именно от колебания расходов (уровней) воды в реке и канале, режимов истечения потоков воды из-под затвора. Схемы маневрирования затворами совмещенные с тарировочными графиками каждого пролета сооружения для паводкового (А) и предпаводкового (Б) периодов его работы, приведены на рис.2.

Исходные данные об уровнях воды снимаются с реек, установленных в реке, в верхнем и нижнем бьефах сооружения, или путем опроса датчиков, которые необходимо устанавливать в специальных колодцах, исключающих влияние волновых воздействий. По части I номограммы определяют расход в верхнем бьефе  $Q_{вб}$ , по части II можно контролировать расход в нижнем бьефе  $Q_{нб}$ , подаваемый в канал в режиме

Таблица

Среднемноголетние характеристики режима работы  
головного сооружения системы Совет-Яб

| Отметка<br>уровня<br>воды в<br>реке (м) | Отметка<br>уровня<br>воды в<br>верхнем<br>бьефе (м) | Расход<br>воды в<br>реке<br>$\text{м}^3/\text{с}$ | Расход<br>воды в<br>верхнем<br>бьефе<br>$\text{м}^3/\text{с}$ | Расход<br>воды в<br>верхнем<br>бьефе<br>$\text{м}^3/\text{с}$ | Расход<br>воды за-<br>бираемой<br>в систе-<br>$\text{м}^3/\text{с}$ | Расход<br>воды в<br>реке<br>$\text{м}^3/\text{с}$ | Средняя высота<br>открытия затво-<br>ров соор. (м) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1                                       | 2                                                   | 3                                                 | 4                                                             | 5                                                             | 6                                                                   | 7                                                 | 8                                                  |
| 100                                     | 0                                                   | 0                                                 | 0                                                             | 0                                                             | 0                                                                   | 0                                                 | сооружение работает                                |
| 150                                     | 140                                                 | 130                                               | 16                                                            | 8                                                             | 0                                                                   | 8                                                 | как водослив с широ-                               |
| 210                                     | 200                                                 | 160                                               | 28                                                            | 20                                                            | 13                                                                  | 8                                                 | ким порогом                                        |
| 270                                     | 250                                                 | 180                                               | 40                                                            | 32                                                            | 32                                                                  | 8                                                 |                                                    |
| 320                                     | 300                                                 | 280                                               | 53                                                            | 45                                                            | 45                                                                  | 8                                                 |                                                    |
| 330                                     | 310                                                 | 225                                               | 85                                                            | 65                                                            | 60                                                                  | 25                                                |                                                    |



продолжение табл.

| I                                           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8 |
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|---|
| ПАВОДКОВЫЙ (А) И ПРЕДПАВОДКОВЫЙ (Б) ПЕРИОДЫ |     |     |     |     |     |    |     |   |
| 225                                         | 260 | 160 | 18  | 10  | 10  | 8  | 15  |   |
| 370                                         | 300 | 180 | 20  | 16  | 12  | 8  | 20  |   |
| 425                                         | 350 | 200 | 22  | 18  | 14  | 8  | 22  |   |
| 450                                         | 400 | 230 | 26  | 20  | 18  | 8  | 30  |   |
| 460                                         | 430 | 260 | 30  | 24  | 22  | 8  | 35  |   |
| 486                                         | 450 | 265 | 34  | 26  | 26  | 8  | 40  |   |
| 526                                         | 500 | 280 | 44  | 35  | 35  | 9  | 45  |   |
| 536                                         | 526 | 300 | 50  | 40  | 38  | 10 | 50  |   |
| 576                                         | 550 | 330 | 60  | 45  | 45  | 15 | 70  |   |
| 594                                         | 575 | 360 | 120 | 80  | 80  | 40 | 100 |   |
| 605                                         | 585 | 380 | 148 | 104 | 104 | 44 | 75  |   |
| 620                                         | 600 | 400 | 198 | 150 | 150 | 48 | 150 |   |
| 630                                         | 620 | 425 | 250 | 205 | 205 | 45 | 200 |   |
| 640                                         | 630 | 470 | 265 | 220 | 220 | 45 | 250 |   |

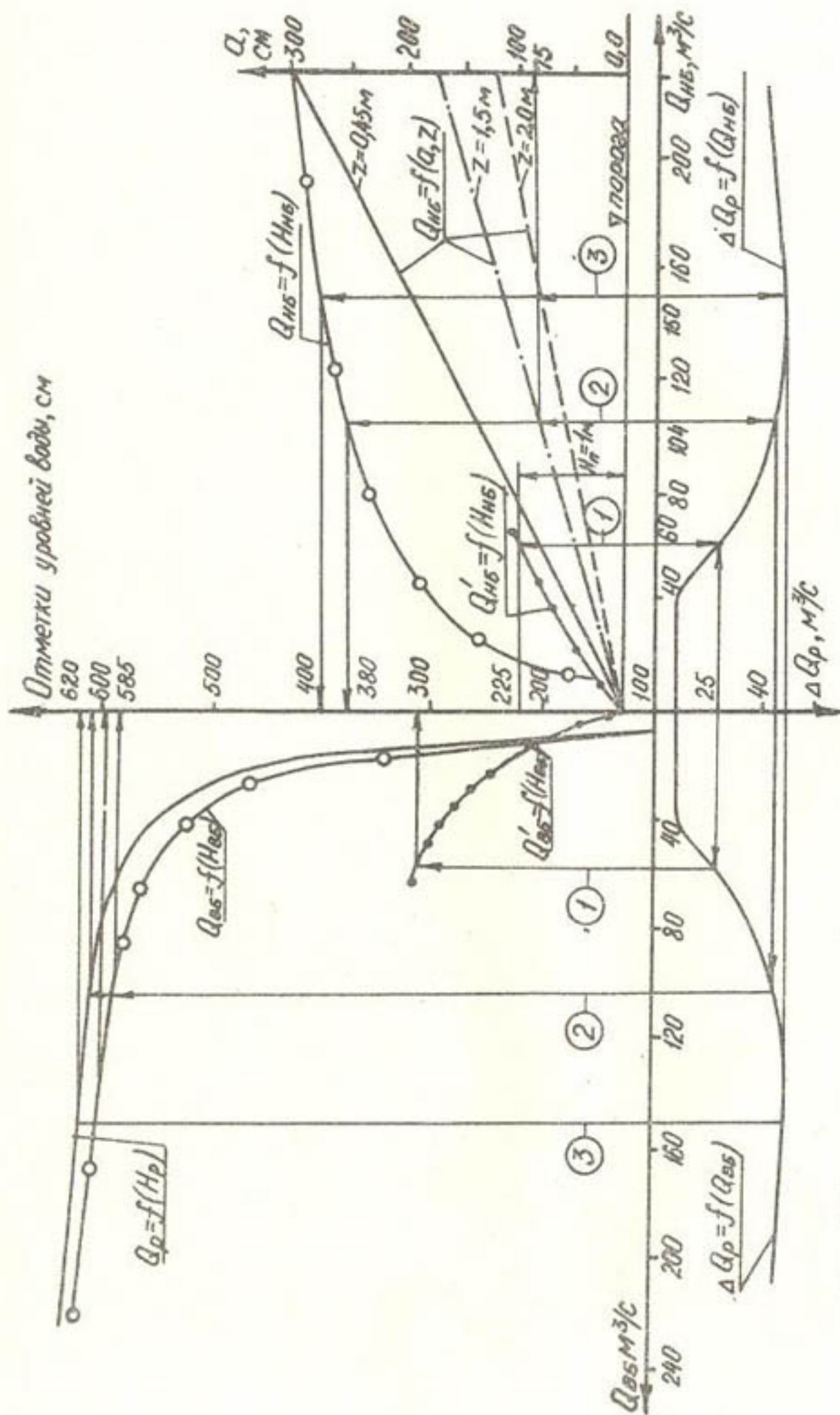


Рис. 1. Технологическая схема номограммы управления затворами головного сооружения оросительной системы Совет-РБ Ташаузской области  
 • -меженный период; • -паводковый период; ①, ②, ③ -ключи к номограмме



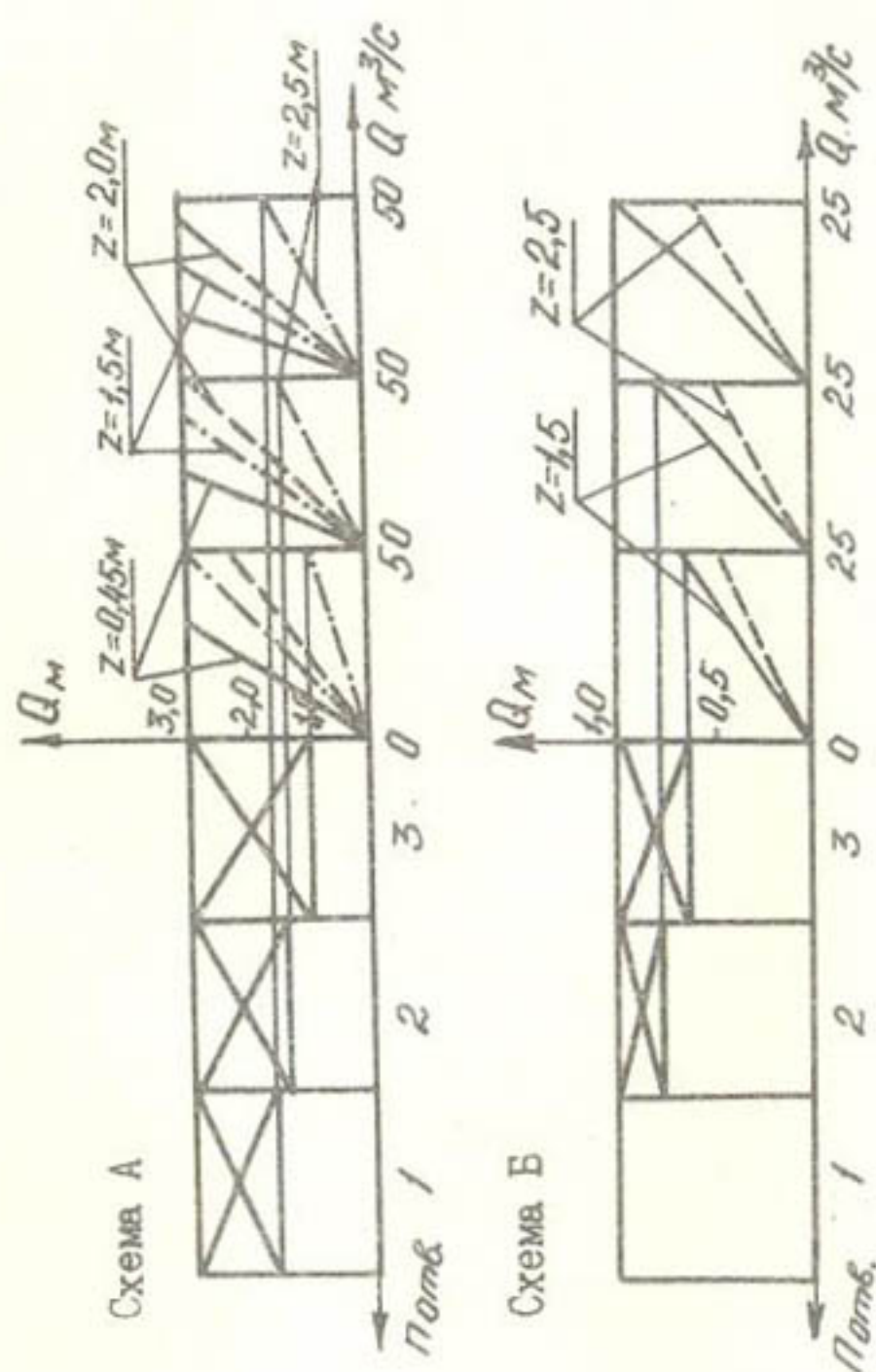


Рис. 2. Схемы маневрирования затворами, совмещенные с тарифовочными графиками для каждого пролета головного сооружения системы Советь-Яб.

Схема А - сооружение работает в режиме подтопленного истечения из-под щита.

Схема Б - - - - - свободное истечения из-под щита;

$Z$  - перепады уровней воды между верхним и нижним бьефами сооружения.

подтопленного и свободного истечения из-под щита (по тарировочным графикам для работы всех пролетов сооружения) и перепадах уровней воды 0,45; 1,5 и 2,5 м. Часть III номограммы дает возможность определить расход в реке после водозабора в зависимости от расхода воды в нижнем бьефе, а часть IV — то же в зависимости от расхода и уровня воды в верхнем бьефе сооружения.

Стрелками и цифрами на номограмме показаны ключи работы с ней. Вначале устанавливается уровень воды в верхнем бьефе, затем определяются величины  $Q_p$  и  $Q_{вб}$ , далее диспетчер по соответствующим координатам находит значение подвижек затворов, определяет схемы маневрирования и осуществляет необходимые манипуляции, обеспечивая плановую водопадачу в оросительную систему.

Результатом первичной обработки информации является следующее:

- расчет декадного (суточного) прогноза расхода реки;
- определение расчетного расхода  $Q_p$  в створе водозабора с учетом запаздывания и путевых потерь воды;
- расчет  $\Delta Q$ , соответствующего технологическому процессу в пределах выбранной технологической схемы эксплуатации;
- расчет водозаборного расхода  $Q_{вб}$  и величины открытия затворов в пролетах сооружения;
- расчет величины рассогласования  $Q_{вб}$  с  $Q_p$ .

Расчеты производятся по соответствующим формулам гидравлики и планам водопользования. На сооружении осуществляется проверка условия  $H_{вб.ф.} = H_{вб.р.}$ , если фактический уровень  $H_{вб.ф.}$  не соответствует расчетному значению  $H_{вб.р.}$ ,

то определяется знак рассогласования, рассчитывается корректирующая поправка  $3_I - \Delta \alpha$ , и условие  $T_i = T_0$ , (где  $T_0$  — время отработки), определяется время завершения переходных процессов  $T_{п}$  (с учетом времени добегания волны до последующего сооружения и обратно) до их стабилизации. Исходя из принятой схемы эксплуатации, осуществляется подзжка затворов. Когда текущее время достигнет значения  $T_0$ ,



проводится повторная проверка  $H_{вб.ф.}$ . После завершения корректировки уровня  $H_{вб.ф.}$ , осуществляется последовательная проверка  $H_{нб.ф.}$  на соответствие расчетному режиму; определяется знак и величина корректирующей поправки  $\pm \Delta \alpha$  и производится соответствующая манипуляция затворами, исходя из принятой схемы. Определяется время  $T_i$  и, когда текущее время достигнет значения времени  $T_0$ , производится проверка значения  $H_{вб.ф.}$ .

Щитовые устройства, на осях которых устанавливаются датчики, информирующие о положении затворов, являются основными регулирующими элементами и используются как водомерные.

Номограмма позволяет решать и обратные задачи, т.е., зная расход забираемый в систему, можно определить остальные параметры.

#### Пример.

Требуется рассчитать высоты открытия затворов в пролетах сооружения и определить схемы маневрирования при пропуске расходов: 1. В меженный период (В)  $Q_B = 60 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

2. В предпаводковый период (Б)  $Q_B = 104 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Z = 1,5 \text{ м}$ ;

3. В паводковый период (А)  $Q_B = 150 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Z = 2,0 \text{ м}$ .

#### Решение:

1. В меженный период сооружение работает как водослив с широким порогом, ключ -1, рис.1, напор на пороге сооружения будет равен  $H = 1 \text{ м}$ ,  $\nabla УВНБ = 225 \text{ см}$ , расход в реке после водозабора  $Q_p = 25 \text{ м}^3/\text{с}$ , расход воды в верхнем бьефе  $Q_{вб.} = 60 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $\nabla УВББ = 310 \text{ см}$ , расход воды в реке до водозабора  $Q_p = 25 + 60 = 85 \text{ м}^3/\text{с}$ .

2. В предпаводковый период (Б) сооружение работает в режиме свободного истечения из-под щита. Схема маневрирования принимается по рис.2 схема Б, превышение между открытиями затворов относительно друг-друга допускаются на  $10 \dots 30 \text{ см} / 2 /$ , при известных параметрах  $Q_B = 104 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Z = 1,5 \text{ м}$  и  $n = 6$  отверстий, по графику  $Q_{нб.} = f(\alpha, Z)$  рис.1, ключ 2 определяем осредненное значе-



ние открытия затвора  $a_{\text{ср.}} = 75$  см; принимаем высоту превышения  $\Delta a = \pm 25$  см, тогда высота открытия крайних пролетов  $a_1 = a_6 = a_{\text{ср.}} + \Delta a = 100$  см, средних

$$a_3 = a_4 = a_{\text{ср.}} - \Delta a = 50 \text{ см и } a_5 = a_2 = 75 \text{ см.}$$

$\nabla \text{УВВБ} = 585$  см;  $\nabla \text{УВНБ} = 380$  см,  $\nabla \text{УВ} = 605$  см. Отметки уровней воды корректируются по графикам  $Q = f(H_{\text{вб.}})$  и  $Q = f(H_{\text{нб.}})$  составляемых ежегодно эксплуатационным штатом сооружения.

3. Паводковому периоду соответствует схема маневрирования технологического процесса (А) рис. 2, сооружение работает в режиме затопленного истечения из-под щита. Осредненное значение открытий затворов определяем по тарифовочному графику Рис. 1, ключ 3  $a_{\text{ср.}} = 75$  см. Из таблицы I /2/ следует, что превышение открытий затворов относительно друг друга допускается на 20...25%, т.е.  $\Delta a = \frac{75 \cdot 20}{100} = 15$  см,

$$\text{тогда } a_2 = a_5 = 75 \text{ см, } a_1 = a_6 = 90 \text{ см,}$$

$$a_3 = a_4 = 60 \text{ см, } \nabla \text{УВНБ} = 400, \nabla \text{УВВБ} = 600, \\ \nabla \text{УВ}_{\text{реки}} = 620 \text{ см, } \nabla Q_p = 45 \text{ м}^3/\text{с, } Q_p = 195 \text{ м}^3/\text{с.}$$

На основании работ авторов Майзеля М.М. /3/, Михайленко А.И. /4/, Чернышева В.Г. /5/ и др. сделаны выводы, что применение номограмм получило широкое распространение на водозаборных сооружениях, работающих в неавтоматическом режиме, они позволяют обеспечить высокую оперативность управления затворами сооружений. Использование номограмм при эксплуатации сооружений по данным /5/, уменьшает относительную погрешность в определении подвижек любого затвора до  $\pm 0,5$  см, и дает экономию воды до 5 % объема вегетационных поливов. Через сооружение Совет-Яб ежегодно проходит около 1,5 млрд. м<sup>3</sup> поливной воды, следовательно применение технологии работы на нем позволит экономить около 80 млн. м<sup>3</sup> воды и повысить КПД системы.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Дуб Я.Т. Динамические характеристики протяженных объектов регулирования оросительных систем. - Автоматический контроль и измерительная техника. Киев: изд-во АН Укр.ССР, 1963, вып.7, с.161...165.

2. Перебасова А.А. и др. Рекомендации по эксплуатации головных сооружений Амударьинских оросительных систем. Ашхабад, 1986, 27с.

3. Майзель М.М. Автоматика, телемеханика и системы управления производственными процессами. М.: Высшая школа, 1972, 464с.

4. Михайленко А.И. Рациональные системы авторегулирования уровней воды на ирригационных каналах. В кн.: Автоматизация гидротехнических сооружений. Фрунзе: КиргизИНТИ, 1972, с.52...59.

5. Чернышев В.Г. Технологические основы совершенствования эксплуатации водозаборных узлов на горных реках. Авт.к.т.н. Фрунзе, 1986.

УДК 631.6

Л.П.Тюрин

# РАСЧЕТ ЕМКОСТИ И ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРА ДРЕНОУКЛАДЧИКА

Накопительный бункер фильтрующей смеси дреноукладчика обеспечивает наличие промежуточного объема смеси, создавая возможность равномерной работы дреноукладчика и автосамосвалов, используемых при загрузке. При этом возникает необходимость согласования циклической работы автотранспорта, производительность которого является величиной переменной, с работой бункера дреноукладчика. Конструкция бункера включает пирамидальную открытую сверху для приема смеси часть и расположенную в траншее призматическую часть, внизу которой размещены: пропускное отверстие, дефлектор, регулировочная заслонка. В процессе движения дреноукладчика фильтрующая смесь из бункера послойно распределяется на дне траншеи вокруг дренажных

труб. Общий объем бункера определяется из условий обеспечения нормального качества укладки дренажных труб и постоянной равномерности распределения смеси, рационального использования автотранспорта, минимального конструктивного веса бункера.

Геометрический объем бункера дренажукладчика с совместной обсыпкой фильтрующей смесью дренажных труб (рис. I).

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (I)$$

- где  $Q_1$  - объем бункера для создания защитного слоя смеси, необходимого для исключения при загрузке нарушений дренажных труб, смеси вокруг них и забивания пропускных отверстий;
- $Q_2$  - объем запаса смеси, учитывающего неравномерность ее доставки;
- $Q_3$  - загрузочный объем бункера, обусловленный цикличностью работы автотранспорта и размерами дренажной траншеи;
- $Q_4$  - незаполняемый объем бункера из-за расположения материала под углом естественного откоса.

Защитный слой, по результатам экспериментальных исследований, достаточен при полном закрытии дна траншеи и дренажных труб, при уровне смеси выше дефлектора на 0,1 м. Тогда

$$Q_1 = L_{np} \cdot B \cdot h_3, \quad (2)$$

- где  $L_{np}$  - длина пропускного отверстия;
- $B$  - внутренняя ширина бункера;
- $h_3$  - высота защитного слоя смеси от дна траншеи,
- $$h_3 = h_d + 0,3 \text{ м},$$
- $h_d$  - высота дефлектора.

При ширине траншеи 0,4 и 0,6 м объем  $Q_1$  в существующих дренажукладчиках составляет соответственно 0,35 и 0,5 м<sup>3</sup>, а объем смеси равен 0,25 и 0,35 м<sup>3</sup>. Для бункера без дефлектора вместо  $h_d$  принимают наружный диаметр дренажных труб.

Объем бункера  $Q_2$  обеспечивает компенсационный объем



смеси для возможности, после израсходования смеси одной загрузки, продолжения работы дреноукладчика на период изменения циклов загрузки бункера автосамосвалами. Из этого

$$Q_2 = F_{зас} \cdot V_{раб} (T_{max} - T_{min}) + Q_a (K_{max} - K_{min}), \quad (3)$$

где  $F_{зас}$  - площадь поперечного сечения распределяемой на дне траншеи смеси;

$V_{раб}$  - рабочая скорость дреноукладчика;

$Q_a$  - геометрический объем кузова автосамосвала;

$T_{max}, T_{min}$  - соответственно максимальная и минимальная

$K_{max}, K_{min}$  длительность цикла загрузки бункера и коэффициент наполнения кузова.

По результатам замеров объем  $Q_2$  бункеров дреноукладчиков для траншеи шириной 0,4 и 0,6 м равен 0,4...0,5 м<sup>3</sup>. В указанном объеме будет происходить восполнение смеси, когда автосамосвалы доставляют ее быстрее и в большем количестве, т.е. когда  $T_{min} < K_{max}$ .

Объем  $Q_2$  бункера может быть полностью израсходован после работы дреноукладчика с периодом  $T_{max}$ . Если дреноукладчик загружается после периода работы с продолжительностью менее  $T_{max}$ , то остающаяся в объеме  $Q_2$  бункера смесь используется при загрузке как дополнительный защитный слой, способствующий повышению защиты придонной части траншеи и бункера. Вследствие того, что изменение циклов выгрузки, коэффициентов наполнения кузова, часовой производительности автотранспорта происходит из-за влияния случайных факторов, отклонения указанных показателей от среднего значения являются равновероятными. В первом приближении принят одинаковый объемный вес смеси при ее размещении в кузове автосамосвала, бункере дреноукладчика, на дне траншеи.

Загрузочный объем бункера  $Q_3$  является основным объемом его заполнения фильтрующим материалом, размещаемым в призматической и пирамидальной частях бункера. Размещение этого объема бункера для перехода дреноукладчика на траншею с другими параметрами осуществляют изменением



объема призматической части. В пирамидальной части бункера объем и превышение верха с дренажной укладки относительно трассы не изменяют.

Находят загрузочный объем бункера как сумму объемов его призматической части выше защитного слоя смеси и пирамидальной приемной части, затем сверяют загрузочный объем с емкостью автотранспорта

$$Q_3 = (H_{тр} - h_3) B_5 L_{\delta_1} + h_1 B_5 L_{\delta_2} + 0,5 (B_n + B_5) h_2 L_{\delta_2}, \quad (4)$$

$$Q_3 \leq Q_a \cdot K_{ср} \cdot n_a,$$

где  $H_{тр}$  — глубина траншеи;  
 $h_3$  — толщина защитного слоя смеси;  
 $L_{\delta_1}$  — средняя длина призматической части бункера;  
 $h_1$  — высота верха призматической части от земли;  
 $L_{\delta_2}$  — длина приемной части бункера;  
 $B_n$  — ширина по верху приемной части бункера;  
 $h_2$  — высота верха приемной части относительно призматической;  
 $K_{ср}$  — средний коэффициент наполнения кузова;  
 $n_a$  — количество автосамосвалов для одной загрузки бункера.

Вопрос определения незаполненного объема  $Q_4$  бункера достаточно полно рассмотрен в литературе. В бункерах дренажных укладчиков указанный объем составляет  $0,5 \text{ м}^3$ .

Основное влияние на объем бункера и материала заполнения в нем оказывают размеры дренажной траншеи (таблица I). Изменения объема наполнения фильтрующей смесью загрузочного объема бункера  $Q_3$  при разных траншеях используют для выбора и определения количества автотранспорта с соответствующей емкостью кузова. В траншейной укладке дренажа ( $B_{тр} = 0,6 \text{ м}$ ), при  $H_{тр} = 3 \text{ м}$  для одной загрузки можно пользоваться автосамосвалом емкостью кузова  $2 \text{ м}^3$ , при  $H_{тр} = 3,5 \text{ м}$  емкостью  $3 \text{ м}^3$ ; при  $H_{тр} = 4 \text{ м}$  один самосвал емкостью  $4 \text{ м}^3$  или два самосвала емкостью  $2 \text{ м}^3$ . В укладке в узкую траншею ( $B_{тр} = 0,4 \text{ м}$ ) при  $H_{тр} = 2,5 \dots 4 \text{ м}$  загрузку



бункера обеспечивает автосамосвал емкостью 2 м<sup>3</sup>.

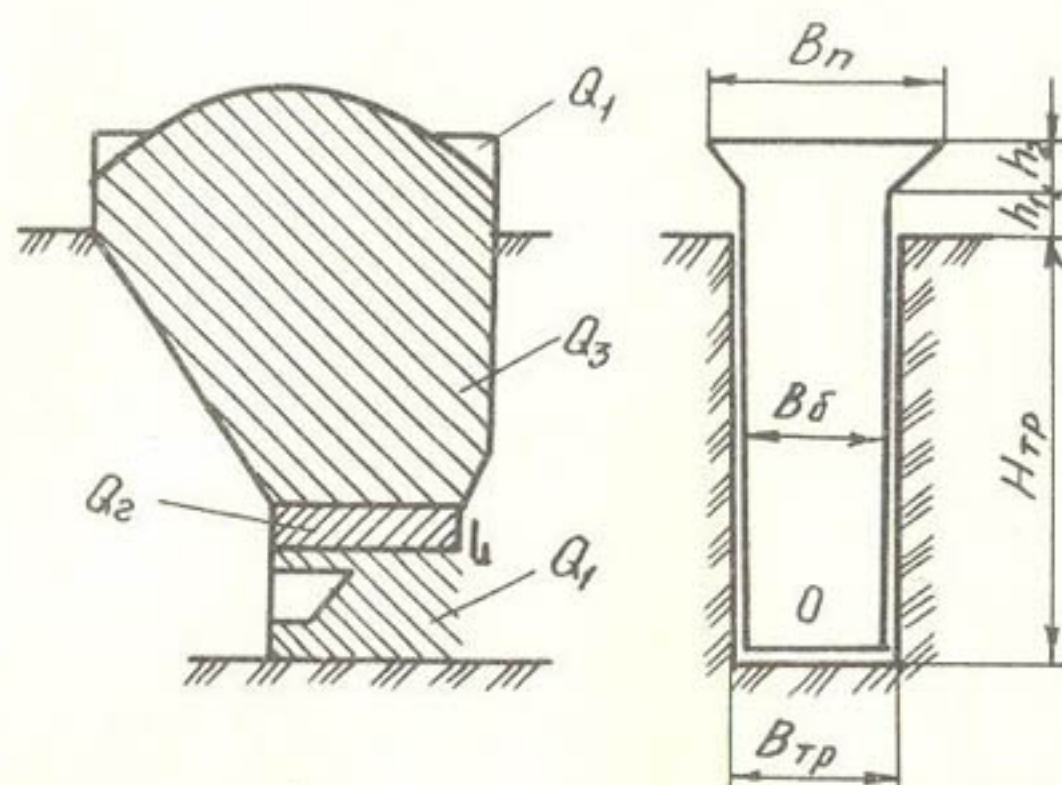


Рис. I. Схема к определению объема и параметров бункера дренаукладчика

В узкотраншейных и траншейных дренаукладчиках с  $H_{тр} = 2,5 \dots 4$  м,  $B_{тр} = 0,4 \dots 0,6$  м параметры бункера составляют  $B_{\delta} = 0,9 B_{тр}$ ;  $L_{\delta 1} = 1,8$  м;  $h_1 = h_2 = 0,25$  м;  $L_{\delta 2} = 2,5$  м;  $B_n = B_{тр} + 0,5$  м.

Для обеспечения нормального истечения смеси из бункера и ее послойного распределения на дно траншеи

$$L_{пр} = \frac{h_{сл} \cdot v_{р\delta}}{0,9 v_{ист}}; \quad L_{пр} \leq h_{сл}; \quad (5)$$

$$A = 0,5(B_{\delta} - B_{\delta}); \quad A = (7 \dots 9)d_2; \\ \alpha = 45 \dots 60^{\circ}$$

где  $h_{сл}$  — толщина распределяемого слоя;  
 $v_{р\delta}$  — рабочая скорость дренаукладчика;  
 $v_{ист}$  — скорость истечения смеси;  
 $A$  — размер пропускной щели;

- $B_d$  – ширина дефлектора;  
 $d_z$  – максимальный диаметр частиц смеси;  
 $\alpha$  – угол наклона торцовых стенок бункера

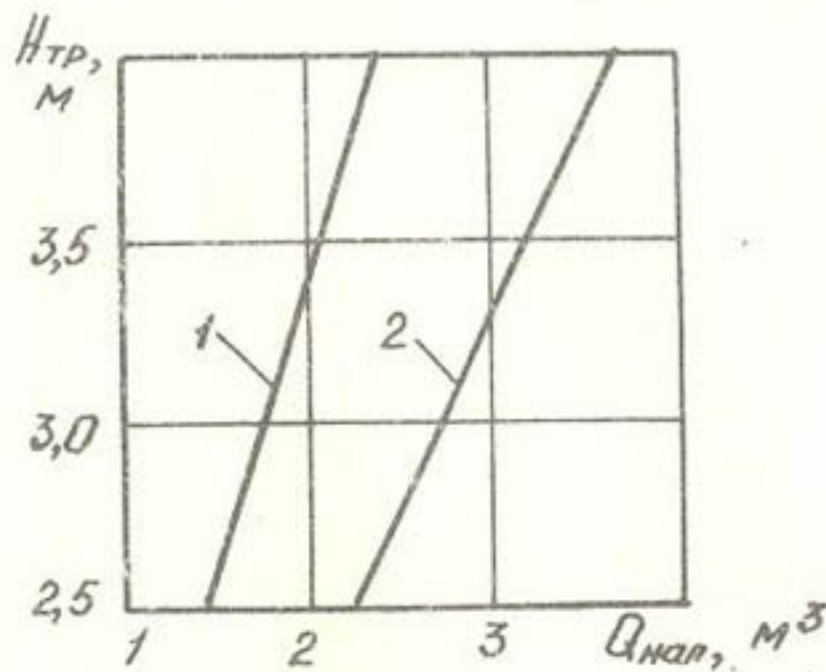


Рис.2. Изменение объема наполнения фильтрующей смесью загрузочного объема  $Q_3$  бункера дренаукладчика в зависимости от размеров траншеи.

1 – при ширине траншеи 0,4 м;

2 – с шириной 0,6 м

Таблица I

Характеристика объемов бункера дренаукладчика в зависимости от размеров траншеи

| Глубина траншеи, м | Загрузочный объем, м³ |                  | Геометрический объем, м³ |                  | Объем смеси бункера, м³ |                  |
|--------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
|                    | $B_{тр} = 0,4 м$      | $B_{тр} = 0,6 м$ | $B_{тр} = 0,4 м$         | $B_{тр} = 0,6 м$ | $B_{тр} = 0,4 м$        | $B_{тр} = 0,6 м$ |
| 2,5                | 1,9                   | 2,7              | 2,6                      | 3,6              | 2,1                     | 3,1              |
| 3                  | 2,2                   | 3,2              | 2,9                      | 4,1              | 2,4                     | 3,6              |
| 3,5                | 2,6                   | 3,7              | 3,3                      | 4,6              | 2,8                     | 4,1              |
| 4                  | 2,9                   | 4,2              | 3,6                      | 5,1              | 3,1                     | 4,6              |

Вышеизложенный метод расчета бункера дренаукладчика использован в проектировании усовершенствованного



бункера фильтрующей смеси трубоукладчика дренаукладчика ЭТЦ-406. Применение такого бункера, как подтверждено результатами производственных испытаний, позволяет повысить производительность дренаукладчика за счет уменьшения простоев из-за нарушения проходимости в бункере фильтрующей смеси и ожидания под загрузку бункера.

Метод расчета бункера дренаукладчика, основанный на учете необходимости обеспечения защитного слоя смеси и согласования цикличной загрузки с разгрузкой бункера рекомендуется к внедрению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Б.А., Мер И.И. и др. Мелиоративные машины. М.: Колос, 1980, 304 с.
2. Алферов Е.В., Зенков Р.Л. Бункерные установки. М.: Машгиз, 1955, 308 с.

УДК 631.6.338.1

К. Сахатова  
Г. Бердыев

#### ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ТУРКМЕНСКОЙ ССР

В последние годы особое внимание уделяется в орошении водосберегающей технологии. Важным мероприятием, направленным на экономное использование оросительной воды является плановое водопользование.

Введение платы за воду в орошаемом земледелии, связанное с возмещением хозяйствам - водопользователям стоимости воды через повышения закупочных цен на продукцию сельского хозяйства, предполагается ввести в 1991 г.

В целях подготовки к переходу на платное водопользование как в целом по стране, так и в нашей республике, разрабатывается порядок взимания платы за воду, тарифов за услуги по подаче воды в точки выдела, методов учета затрат



по оплате за воду, а также способов компенсации сельскохозяйственным предприятиям расходов, связанных с введением платного водопользования.

По нашим проработкам предполагается, что плата за услуги по подаче воды в точки выдела осуществляется по одноставочному тарифу. Применение одноставочного тарифа рекомендуется для районов, где потребность в воде для орошения постоянная и устойчивая.

Тариф определяется отношением издержек производства по межхозяйственной оросительной системе к объему поданной воды. Пользуясь данными РПО "Турменремводхоз", мы произвели расчет тарифов на воду в разрезе областей и в целом по Туркменской ССР.

По данным таблицы I видно, что средний тариф за услуги по подаче  $1 \text{ м}^3$  воды в целом по Туркменской ССР составляет 0,39 коп. Самая дешевая вода в Марыйской области 0,14 коп/ $\text{м}^3$ , самая дорогая вода в Чарджоуской области 0,89 коп/ $\text{м}^3$ . Эксплуатационные расходы в Чарджоуской области самые высокие 43,17 % от всех расходов по республике.

Основные системные затраты складываются из заработной платы, затрат на очистку каналов от наносов, на ремонт оросительной сети и сооружений. В республике наибольшие затраты относятся к очистке оросительных и коллекторно-дренажных систем Чарджоуской области.

Внутрихозяйственные затраты на проведение мелиоративных мероприятий по государственным оросительным системам калькулируются в хозяйствах и учитываются в исчислении себестоимости сельскохозяйственной продукции. В настоящее время фактические эксплуатационные затраты, в среднем за 1986...1988г.г., составляют 56680,6 тыс.руб. Неравномерности в суммах эксплуатационных затрат вызваны колебаниями эксплуатационных работ, структуры использования оросительных земель всех трех областей почти одинаковы. Только в районах республиканского подчинения предпочтение отдается овощным культурам, что вызывает необходимость дифференциации тарифов.



Таблица I

## ТАРИФЫ

на оплату оросительной воды по фактическим  
затратам за 1986...1988г.г.

| № п/п | Показатели                                              | ! Единица!<br>! измерения | О б л а с т и |                  |                   |                        |
|-------|---------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
|       |                                                         |                           | ! РРП         | ! Марый-<br>ская | ! Чаржоу-<br>ская | ! Ташауз-<br>ская      |
|       |                                                         |                           |               |                  |                   | ! Туркмен-<br>ская ССР |
| 1.    | Орошаемая площадь                                       | тыс.га                    | 353,1         | 375,5            | 255,5             | 309,1                  |
| 2.    | Водозабор из источников                                 | млн.м <sup>3</sup>        | 5183,2        | 5367,6           | 4167,2            | 5291,7                 |
| 3.    | Водоподача в точках выдела                              | млн.м <sup>3</sup>        | 4275,1        | 4608,3           | 3138,3            | 4203,3                 |
|       | Одноставочный тариф                                     |                           |               |                  |                   |                        |
| 4.    | Затраты на эксплуатацию                                 | тыс.руб.                  | 14217,8       | 5737,2           | 24469,4           | 12256,2                |
| 5.    | Затраты на капитальный ремонт                           | " -                       | 484,8         | 260,3            | 1282,2            | 354,2                  |
| 6.    | Нормативная прибыль (8 % от себестоимости)              | " -                       | 1176,2        | 479,8            | 2060,1            | 1008,8                 |
|       | Итого:                                                  | " -                       | 15878,8       | 6477,3           | 27811,7           | 13619,2                |
|       | Средний тариф за услуги по подаче 1 м <sup>3</sup> воды | коп/м <sup>3</sup>        | 0,37          | 0,14             | 0,89              | 0,32                   |
|       |                                                         |                           |               |                  |                   | 0,39                   |

Основные тарифы применяются при оплате услуг по подаче воды, используемой для предпосевных и вегетационных поливов по поливным режимам, рассчитанным в соответствии с нормативами влагопотребления по конкретным видам возделываемых культур, а также прочих производственных услуг.

Штрафные тарифы применяются при расчете за подачу воды сверх норматива в трех-пятикратном размере. Таким образом, платное водопользование обеспечит материальную заинтересованность и ответственность сельскохозяйственных предприятий и эксплуатационных организаций в экономном использовании оросительной воды, в совершенствовании хозяйственного механизма между эксплуатационными организациями и сельскохозяйственными предприятиями.

При установлении тарифов на подачу воды и пересмотре закупочных цен на сельскохозяйственную продукцию следует учитывать различное влияние водопользования на стоимость той или иной продукции. Анализ влияния платного водопользования на стоимость сельхозпродукции, рассчитан нами на примере совхоза "Ленинизм Елы" Ашхабадского района.

Из данных таблиц видно, что удельный вес платы за воду при средневолокнистом хлопчатнике почти на 10 % больше тонковолокнистого.

При введении платы за воду, по Утвержденной методике надо дополнительную продукцию от орошения принять 55 %.

Введение платы за воду и содержание мелиоративных систем с одновременным переводом на хозяйственный расчет, самоокупаемость и самофинансирование сельскохозяйственных предприятий экономически выгодно. Полученная плата должна способствовать технической оснащенности оросительных систем, материальной заинтересованности эксплуатационного штата, экономного использования оросительной воды.

Нами рассчитано по двум райУОсам распределение дохода в условиях работы на хозрасчете с использованием отчетных данных.

Из данных таблицы 3 видно, что разница объема реализованной продукции с материальными затратами по Тедженскому





продолжение табл. 2

| I                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Расходы по водоподаче на:   |       |       |       |       |       |       |       |   |
| -тонну продукции, руб/т     | 12,43 | 13,29 | 2,83  | 2,19  | 7,76  | 8,76  | 14,87 |   |
| -орошаемый гектар, руб/га   | 26,72 | 25,38 | 33,40 | 20,37 | 28,72 | 29,73 | 20,37 |   |
| Закупочная цена, руб/т      | 120   | 65    | 29    | 16    | 5,66  | 47,88 | 46,69 |   |
| Дополнительная продукция    |       |       |       |       |       |       |       |   |
| орошения, руб/га            | 187   | 101   | 45    | 25    | 9     | 74,21 | 72,21 |   |
| Удельный вес платы за воду  |       |       |       |       |       |       |       |   |
| в закупочной цене, %        | 10    | 20    | 10    | 14    | 137   | 18    | 32    |   |
| Удельный вес затрат на во-  |       |       |       |       |       |       |       |   |
| доподачу в стоимости до-    |       |       |       |       |       |       |       |   |
| полнительной продукции - на |       |       |       |       |       |       |       |   |
| 1 га, %                     | 14    | 25    | 74    | 81    | 319   | 40    | 28    |   |



району составило 3,598 млн.руб., а по Кировскому району 1,261 млн.руб. Исходя из этих данных распределены: фонд оплаты труда, финансовый резерв и т.д.

Таблица 3

Нормативное распределение дохода  
Тедженского и Кировского РайУОС в условиях  
работы на хозрасчете

|                                                            | Тедженский РайУОС |        | Кировский РайУОС |        |
|------------------------------------------------------------|-------------------|--------|------------------|--------|
|                                                            | %                 | сумма  | %                | сумма  |
| 1. Объем реализованной продукции, млн.руб.                 |                   | 14,312 |                  | 5,627  |
| 2. Материальные затраты, млн.руб.                          |                   | 10,600 |                  | 4,329  |
| 3. Отчисления соц. страхованию, тыс.руб.                   | 4,4               | 11,2   | 4,4              | 3,7    |
| 4. Расчетный доход, млн.руб.                               |                   | 3,598  |                  | 1,261  |
| 5. Платежи вышестоящим организациям, млн.руб.              |                   | 3,598  |                  | 1,261  |
| 6. Фонд социального развития, тыс.руб.                     | 5                 | 18     | 5                | 6,3    |
| 7. Фонд развития производства по науке и технике, тыс.руб. | 20                | 72     | 20               | 25,2   |
| 8. Финансовый резерв, тыс.руб.                             |                   | 16,0   |                  | 10,2   |
| 9. Фонд оплаты труда, млн.руб.                             |                   | 2,538  |                  | 0,844  |
| 10. Водоподача, млн.м <sup>3</sup>                         |                   | 904,71 |                  | 635,43 |
| 11. Орошаемая площадь, тыс.га                              |                   | 82,0   |                  | 47,5   |
| 12. Одноставочный тариф, коп/м <sup>3</sup>                |                   | 0,15   |                  | 0,084  |

Таким образом, для повышения эффективности использования оросительной воды одним из важных показателей является рост валовой продукции на 1000 м<sup>3</sup> поданной воды, 1 руб. эксплуатационных затрат. Этого можно достигнуть повышением уровня технического состояния оросительных систем,

оснащенностью водомерными устройствами. Введение платы за воду с учетом необходимого повышения закупочных цен обеспечит рациональное использование оросительной воды в республике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Годовые отчеты РПО "Туркменремводхоз" за 1986... 1988г.г.
2. Годовой отчет Госагропрома СССР.
3. Временное положение о порядке и условиях проведения эксперимента по платному водопользованию в орошаемом земледелии. М.: 1988.

УДК 631.6

Д. Сапаров

#### ОПЫТ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗОВ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Мелиоративное состояние орошаемых земель аридной зоны определяется комплексом природных и ирригационно-хозяйственных факторов из которых главная роль принадлежит глубине залегания уровня грунтовых вод. Регулирование последних весьма важно как для надежного контроля за мелиоративным состоянием орошаемых земель так и для рационального использования водных ресурсов. В связи с этим особую актуальность приобретает вопрос прогнозирования уровня грунтовых вод. Исследования по данному вопросу проводились в условиях Ташаузского оазиса Туркменской ССР, где в настоящее время под посевы различных сельскохозяйственных культур используется 310 тысяч га земель.

Основные массивы орошаемых земель Ташаузского оазиса расположены в пределах Присарыкамьшской аллювиально-дельтовой равнины и представлены сверху супесчано-суглинистыми разностями, мощностью 2...5 м. Коэффициент фильтрации супесчано-суглинистой толщи изменяется от



0,006 до 1,7 м/сутки. Ниже залегают тонко-мелкозернистые пески с коэффициентом фильтрации 3,2...7,3 м/сутки.

Территория оазиса характеризуется исключительно сухостью климата. Количество выпадающих атмосферных осадков не превышает 90...110 мм в год, испаряемость довольно высокая, 1100...1300 мм в год.

Источником питания грунтовых вод являются оросительные воды и фильтрационные потери из каналов. Грунтовые воды на орошаемых землях в оросительный период залегают на глубине от 0,7 до 2,8 м, минерализация их изменяется от 2 до 4 г/л. Наиболее высокий уровень грунтовых вод наблюдается весной в период промывки земель, а также летом в период вегетационных поливов.

Типичной для Ташаузского оазиса является территория Ташаузского района, на примере которого рассмотрены вопросы прогнозирования весенних, наиболее высоких и средне-вегетационных уровней грунтовых вод вероятностно-статистическим методом множественной корреляции. Район занимает восточную часть Ташаузского оазиса, площадь орошаемых земель 30 тыс.га. Для составления прогнозов весенних уровней грунтовых вод выбрано 11 наблюдательных скважин, а для средне-вегетационных - 12 наблюдательных скважин. Длительность наблюдений за режимом грунтовых вод составляет 20 лет (1966...1985 гг.). Главным критерием подбора репрезентативных наблюдательных скважин являлась приуроченность их к природным и ирригационно-хозяйственным условиям. Прогнозы составлены с помощью уравнения множественной корреляции имеющего вид:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5, (I)$$

где:  $y$  - уровень грунтовых вод, в см;

$x_1, x_5$  - режимобразующие факторы;

$b_1, \dots, b_5$  - коэффициенты регрессии при определенных значениях коэффициента корреляции;

$a$  - общее начало отсчета, определяемое по формуле:



$$\alpha = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 - b_3 \bar{x}_3 - b_4 \bar{x}_4 - b_5 \bar{x}_5, \quad (2)$$

где:  $\bar{y}, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_5$  — средние значения переменных величин за весь период исследований.

Весенний максимум на орошаемых землях оазиса наступает в середине апреля, а в отдельные годы — в начале мая. Среднемноголетняя продолжительность максимума составляет 15...25 дней. Исследованиями установлено / I /, что в формировании весеннего максимума главная роль принадлежит осеннему минимальному уровню грунтовых вод предшествующего года (уровень грунтовых вод в период осеннего спада, который наблюдается в октябре, ноябре, после закрытия оросительных систем), водоподаче, атмосферным осадкам, температуре воздуха и дренажному стоку.

Учитывая сроки наступления и продолжительность весенних максимальных уровней грунтовых вод прогнозы составлены на начало марта (1...5 марта) 1987 года, т.е. с опережением на 1,5...2,0 месяца. При этом для установления корреляционных зависимостей в расчет принимались: осенний минимальный уровень грунтовых вод предшествующего года в см, сумма водоподачи за декабрь предшествующего года, за январь и февраль месяцы текущего года ( $\text{м}^3$ ), сумма атмосферных осадков (мм) и дренажного стока ( $\text{м}^3$ ) за тот же период что и водоподача, среднее значение температуры воздуха за январь и февраль месяцы текущего года.

Расчеты показали, что между весенним максимумом и выбранными режимобразующими факторами существует тесная связь (коэффициент корреляции 0,6...0,9). Кроме этого, вычислялись основные статистические показатели уровня грунтовых вод и режимобразующих факторов, которые приводятся в таблице I. Затем были определены прогностические зависимости уровней грунтовых вод от режимобразующих факторов. Результаты этих прогнозов и прогностические зависимости приведены в таблице 2. Как видно из таблицы прогнозы по данным 9 скважин имеют хорошее и



отличное качество. Отношение оправдавшихся прогнозов (с отличным и хорошим качеством), к общему их числу составляет 80 %\*.

Основные режимообразующие факторы для прогноза средне-вегетационных уровней грунтовых вод выделялись сопоставлением кривых изменений уровня с кривыми изменениями режимообразующих факторов на графиках. В результате установлено, что ведущим фактором для прогноза средне-вегетационных уровней грунтовых вод является весенний максимальный уровень грунтовых вод. Второстепенными факторами оказались: водоподача, атмосферные осадки и температура воздуха. Результаты сопоставления кривых контролировались при помощи вычисления коэффициентов корреляции и статистических параметров режима грунтовых вод и режимообразующих факторов которые приводятся в таблице 3.

По результатам исследований построены прогностические зависимости средневегетационных уровней грунтовых вод от весеннего максимума в см, суммы водоподачи ( $\text{м}^3$ ) и атмосферных осадков (мм) за январь, февраль, март и апрель месяцы, среднего значения температуры воздуха за тот же период, что и водоподача. Прогностические зависимости дают возможность предсказать уровни грунтовых вод с заблаговременностью 2 месяца до начала вегетационных поливов.

---

\* Достоверность прогнозов (весенних максимальных и средневегетационных уровней грунтовых вод) оценена по методике изложенной в работе / 2 /, согласно которой качество прогнозов считается отличным при погрешности прогнозов меньше  $0,4 \Delta \text{ доп.}$  (где:  $\Delta \text{ доп.}$  - допустимая погрешность прогнозов, равная  $0,674 \sigma$  ; а  $\sigma$  - среднеквадратическое отклонение прогнозируемой величины от нормы), хорошим при погрешности от  $0,4 \Delta \text{ доп.}$  до  $0,8 \Delta \text{ доп.}$ , удовлетворительным при погрешности от  $0,8 \Delta \text{ доп.}$  до  $0,674 \sigma$  .



Таблица I

Значения коэффициентов корреляции  
и регрессии для прогноза весенних  
наиболее высоких уровней грунтовых  
вод

| №<br>пп     | №<br>сква-<br>жин | Статистические показатели |       |        |        |        |       |      |
|-------------|-------------------|---------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
|             |                   | $R$                       | $b_1$ | $b_2$  | $b_3$  | $b_4$  | $b_5$ | $a$  |
| При $N = 5$ |                   |                           |       |        |        |        |       |      |
| 1.          | I6-p              | 0,703                     | 0,493 | -0,013 | -0,038 | -0,158 | -5,55 | 24   |
| 2.          | I8-p              | 0,644                     | 0,615 | 0,028  | 0,353  | 0,335  | 4,24  | -127 |
| При $N = 4$ |                   |                           |       |        |        |        |       |      |
| 3.          | 5-а               | 0,80                      | 0,472 | 0,03   | -0,250 | -5,02  | -     | 12   |
| 4.          | I7-p              | 0,823                     | 0,543 | -0,186 | -0,235 | 0,797  | -     | 17   |
| 5.          | 245-p             | 0,937                     | 0,327 | -0,571 | 0,177  | 7,09   | -     | -42  |
| При $N = 3$ |                   |                           |       |        |        |        |       |      |
| 6.          | 5-p               | 0,950                     | 0,723 | 0,430  | 0,335  | -      | -     | -76  |
| 7.          | II-p              | 0,763                     | 0,788 | 0,079  | 1,29   | -      | -     | -95  |
| 8.          | I2-p              | 0,702                     | 0,995 | 0,214  | 1,768  | -      | -     | -114 |
| 9.          | I9-p              | 0,835                     | 0,698 | -0,360 | 1,180  | -      | -     | 14   |
| 10.         | 244-p             | 0,600                     | 0,104 | -0,430 | 0,430  | -      | -     | 87   |
| 11.         | 246-p             | 0,646                     | 0,341 | -0,493 | 0,80   | -      | -     | 10   |

где  $R$  - коэффициент множественной корреляции.

$N$  - число режимообразующих факторов. При  $N=5$ ,  $b_1$  - коэффициент регрессии осеннего минимального уровня грунтовых вод,  $b_2$  - то же от водопада,  $b_3$  - то же от атмосферных осадков,  $b_4$  - то же от дренажного стока,  $b_5$  - то же от температуры воздуха. При  $N = 4$ ,  $b_4$  - температура воздуха. При  $N = 3$ ,  $b_3$  - температура воздуха; остальные обозначения прежние.



Таблица 2

Оценка достоверности прогнозируемых значений  
весенних наиболее высоких уровней грунтовых вод орошаемых  
земель Ташаузского района

| №  | №    | Прогнози-<br>руемые | Факти-<br>ческие | Ошибка в<br>прогнозе | Допустимая<br>ошибка в<br>прогнозе | Качество<br>прогнозов                | Уравнение регрессии                                                                      |
|----|------|---------------------|------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2    | 3                   | 4                | 5                    | 6                                  | 7                                    | 8                                                                                        |
| 1. | 16-р | 99                  | 75               | 24                   | 24                                 | При $N=5$<br>Удовлетво-<br>рительный | $Y = 24 + 0,493X_1 + (-0,013)X_2 +$<br>$+ (-0,038)X_3 + (-0,158)X_4 +$<br>$+ (-5,55)X_5$ |
| 2. | 18-р | 62                  | 63               | 1                    | 15                                 | Отличный                             | $Y = -127 + 0,615X_1 + 0,028X_2 +$<br>$+ 0,353X_3 + 0,335X_4 + 4,240X_5$                 |

Продолжение табл.2

| I                  | 1     | 2   | 1   | 3  | 1  | 4 | 1 | 5 | 1 | 6 | 1 | 7 | 1 | 8                                                |
|--------------------|-------|-----|-----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------------------------------------|
| При N=4            |       |     |     |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                  |
| Удовлетворительный |       |     |     |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                  |
| 3.                 | 5-а   | 132 | 144 | 12 | 15 |   |   |   |   |   |   |   |   | $Y=12+0,472X_I+0,03X_2+(-0,250)X_3+(-5,02)X_4$   |
| 4.                 | I7-р  | 227 | 235 | 8  | 18 |   |   |   |   |   |   |   |   | $Y=17+0,543X_I+(-0,186)X_2+(-0,235)X_3+0,797X_4$ |
| 5.                 | 245-р | 64  | 59  | 5  | 11 |   |   |   |   |   |   |   |   | $Y=-42+0,327X_I+(-0,571)X_I+0,177X_3+7,09X_4$    |
| При N=3            |       |     |     |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                  |
| Отличный           |       |     |     |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |                                                  |
| 6.                 | 5-р   | 77  | 92  | 15 | 41 |   |   |   |   |   |   |   |   | $Y=-76+0,723X_I+0,430X_2+0,335X_3$               |
| 7.                 | II-р  | 140 | 144 | 4  | 17 |   |   |   |   |   |   |   |   | $Y=-95+0,788X_I+0,079X_2+1,29X_3$                |



| I   | 1     | 2   | 1   | 3  | 1  | 4        | 1                                            | 5 | 1 | 6 | 1 | 7 | 1 | 8 |
|-----|-------|-----|-----|----|----|----------|----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.  | I2-p  | I59 | I68 | 9  | 23 | Отличный | $Y = -114 + 0,995X_I + 0,214X_2 + 1,768X_3$  |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.  | I9-p  | I67 | I69 | 2  | 21 | Отличный | $Y = 14 + 0,698X_I + (-0,360)X_2 + 1,180X_3$ |   |   |   |   |   |   |   |
| 10. | 244-p | I07 | I23 | 16 | 21 | Хороший  | $Y = 87 + 0,104X_I + (-0,453)X_2 + 0,430X_3$ |   |   |   |   |   |   |   |
| 11. | 246-p | 68  | 74  | 6  | 10 | Хороший  | $Y = 10 + 0,341X_I + (-0,493)X_2 + 0,80X_3$  |   |   |   |   |   |   |   |

где:  $N$  - число режимобразующих факторов. При  $N = 5$ ,  $X_I$  - осенний минимальный уровень грунтовых вод предшествующего года в см,  $X_2$  - сумма водоподачи в м<sup>3</sup>,  $X_3$  - сумма атмосферных осадков в мм,  $X_4$  - дренажный сток в м<sup>3</sup>,  $X_5$  - среднее значение температуры воздуха.

При  $N = 4$ ,  $X_4$  - среднее значение температуры воздуха.

При  $N = 3$ ,  $X_3$  - среднее значение температуры воздуха, остальные обозначения прежние.

Таблица 3

Значения коэффициентов корреляции  
и регрессии прогноза средневегета-  
ционных уровней грунтовых вод

| №№<br>пп    | №<br>сква-<br>жин | Статистические показатели |       |        |        |       |          |
|-------------|-------------------|---------------------------|-------|--------|--------|-------|----------|
|             |                   | $R$                       | $b_1$ | $b_2$  | $b_3$  | $b_4$ | $\alpha$ |
| При $N = 4$ |                   |                           |       |        |        |       |          |
| 1.          | 5-а               | 0,952                     | 0,456 | 0,450  | 0,276  | 7,241 | 1        |
| 2.          | 16-р              | 0,896                     | 0,828 | -0,380 | -0,110 | 1,220 | 115      |
| 3.          | 24-р              | 0,602                     | 0,259 | 0,033  | 0,050  | -3,95 | 50       |
| 4.          | 243-р             | 0,837                     | 0,637 | 0,236  | 0,066  | 9,24  | -34      |
| При $N = 3$ |                   |                           |       |        |        |       |          |
| 5.          | 4-р               | 0,944                     | 0,899 | 0,020  | 0,025  | -     | 29       |
| 6.          | 5-р               | 0,982                     | 1,099 | 1,454  | 0,03   | -     | 8        |
| 7.          | 12-р              | 0,834                     | 0,511 | -0,019 | -8,706 | -     | 157      |
| 8.          | 18-р              | 0,724                     | 0,475 | 0,124  | 0,146  | -     | 38       |
| 9.          | 19-р              | 0,924                     | 0,759 | -0,105 | -0,050 | -     | 78       |
| 10.         | 23-р              | 0,881                     | 0,669 | -0,040 | 4,92   | -     | 38       |
| 11.         | 245-р             | 0,681                     | 0,6   | 0,035  | 1,72   | -     | 29       |
| 12.         | 246-р             | 0,712                     | 0,407 | -0,040 | 1,18   | -     | 43       |

где  $R$  - коэффициент множественной корреляции.

$N$  - число режимообразующих факторов.

При  $N = 4$ ,  $b_1$  - коэффициент регрессии от весеннего максимума,  $b_2$  - то же от водопада,  $b_3$  - то же от атмосферных осадков,  $b_4$  - то же от температуры воздуха. При  $N = 3$ ,  $b_3$  - температура воздуха, остальные обозначения прежние.



Таблица 4

Оценка достоверности прогнозируемых значений  
средневегетационных уровней грунтовых вод  
орошаемых земель Ташаузского района

| №   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 28  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 29  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 31  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 32  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 33  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 34  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 35  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 36  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 37  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 38  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 39  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 40  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 41  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 42  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 43  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 44  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 45  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 46  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 47  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 48  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 49  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 50  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 51  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 52  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 53  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 54  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 55  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 56  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 57  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 58  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 59  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 60  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 61  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 62  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 63  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 64  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 65  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 66  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 67  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 68  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 69  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 70  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 71  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 72  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 73  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 74  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 75  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 76  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 77  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 78  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 79  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 80  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 81  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 82  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 83  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 84  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 85  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 86  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 87  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 88  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 89  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 90  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 91  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 92  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 93  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 94  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 95  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 96  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 97  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 98  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 99  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

141

При  $N = 4$ 

|    |      |     |     |    |    |                         |                                                             |
|----|------|-----|-----|----|----|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1. | 5-а  | 210 | 200 | 10 | 18 | Хороший                 | $Y = 1 + 0,456X_1 + 0,450X_2 + 0,276X_3 + 7,241X_4$         |
| 2. | 16-р | 95  | 90  | 5  | 27 | Отличный                | $Y = 115 + 0,828X_1 + (-0,380)X_2 + (-0,110)X_3 + 1,220X_4$ |
| 3. | 24-р | 48  | 40  | 8  | 9  | Удовлетво-<br>рительный | $Y = 50 + 0,259X_1 + 0,033X_2 + 0,050X_3 + (-3,95)X_4$      |

Продолжение табл. 4

| I           | 1     | 2   | 1   | 3  | 1  | 4          | 4                                                    | 1 | 5 | 1 | 6 | 1 | 7 | 1 | 8 |
|-------------|-------|-----|-----|----|----|------------|------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.          | 243-р | 62  | 78  | 4  | 12 | Хороший    | $Y = -34 + 0,637X_1 + 0,236X_2 + 0,066X_3 + 9,24X_4$ |   |   |   |   |   |   |   |   |
| При $N = 3$ |       |     |     |    |    |            |                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5.          | 4-р   | 239 | 238 | I  | 34 | Отличный   | $Y = 29 + 0,899X_1 + 0,020X_2 + 0,025X_3$            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6.          | 5-р   | 114 | 93  | 21 | 50 | Хороший    | $Y = 8 + 1,099X_1 + 1,454X_2 + 0,03X_3$              |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7.          | 12-р  | 220 | 208 | 12 | 14 | Удовлетво- | $Y = 157 + 0,511X_1 + (-0,019)X_2 +$                 |   |   |   |   |   |   |   |   |
|             |       |     |     |    |    | рительный  | $+ (-8,706)X_3$                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.          | 18-р  | 96  | 105 | 9  | 10 | Удовлетво- | $Y = 38 + 0,475X_1 + 0,124X_2 + 0,146X_3$            |   |   |   |   |   |   |   |   |
|             |       |     |     |    |    | рительный  |                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |



Продолжение табл. 4

| I   | 1     | 2   | 1   | 3  | 1  | 4  | 1  | 5  | 1  | 6  | 1  | 7  | 1  | 8  |
|-----|-------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 9.  | 19-р  | 173 | 191 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
|     |       |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10. | 23-р  | 125 | 126 | 1  | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 11. | 245-р | 87  | 84  | 3  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  |
| 12. | 246-р | 65  | 66  | 1  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  |

где:  $N$  - число режимобразующих факторов. При  $N=4$ ,  $X_1$  - весенний максимальный уровень грунтовых вод в см,  $X_2$  - сумма водопада в м<sup>3</sup>,  $X_3$  - сумма атмосферных осадков в мм,  $X_4$  - среднее значение температуры воздуха. При  $N=3$ ,  $X_3$  - среднее значение температуры воздуха, остальные обозначения прежние.

По этой методике также можно прогнозировать уровень грунтовых вод на период летнего максимума (летний максимум в условиях Ташаузского оазиса наступает в конце июля месяца) с заблаговременностью 2,5 месяца.

Прогностические зависимости и результаты прогнозных расчетов приведены в таблице 4. Как видно, качество прогнозов средневегетационных уровней грунтовых вод ниже качества прогнозов весенних наиболее высоких уровней грунтовых вод (процентное отношение оправдавшихся прогнозов средневегетационных уровней грунтовых вод к общему и числу составляет 67%). Это связано с влиянием на уровень грунтовых вод местных факторов (обеспеченность водопадами, дренажный сток и т.д.).

Установленные прогностические зависимости для прогноза весенних наиболее высоких и средневегетационных уровней грунтовых вод могут быть использованы для составления регулярных прогнозов уровня грунтовых вод на орошаемых землях Ташаузского оазиса. Аналогичные прогностические зависимости составлены по данным других репрезентативных режимных скважин, которые позволили прогнозировать уровень грунтовых вод для всей территории оазиса. Проверочные расчеты показали, что расхождения прогнозных уровней грунтовых вод от фактического в большинство случаев незначительно и лежит в пределах допустимой погрешности прогнозов.

Опыт прогнозирования уровня грунтовых вод (за 1985... 1987 гг.) позволил сделать вывод, что достоверность составляемых прогнозов (весенних наиболее высоких и средневегетационных уровней грунтовых вод) вероятностно-статистическим методом полностью зависит от репрезентативности наблюдательных скважин, а также от правильного выбора наиболее эффективных режимообразующих факторов, и от суммирования значений этих факторов за период существенного их воздействия на уровень грунтовых вод.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Сапаров Д. О роли факторов, формирующих режим грунтовых вод на орошаемых землях Ташаузского оазиса. В сб. "Вопросы рационального использования водно-земельных ресурсов Туркменской ССР". Ташкент, САНИИРИ, 1987, с. 97...103.

2. Коноплянцев А.А., Семенов С.М. Изучение, прогноз и картирование режима подземных вод. М.: Недра, 1979, 192 с.

УДК 631.6

Э. Ханкулиев

ИССЛЕДОВАНИЯ ВПИТЫВАНИЯ  
ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ПОЧВУ

Песчаные пустынные почвы занимают обширные территории Туркменской ССР. Площадь под песками только в зоне Каракумского канала около 418 тыс. га.

С целью изучения режима орошения зерновых культур при дождевании на песчаных почвах проводился комплекс экспериментальных исследований. В том числе: наблюдения за водно-солевым режимом почвы, влиянием дождевания на температуру и относительную влажность приземного слоя воздуха, потерями воды при поливах на испарение. Площадь экспериментального участка, расположенного в зоне Каракумского канала, составляла 2,0 га. На этом участке построена стационарная система дождевания с использованием среднеструйного аппарата "Роса-2". Исследования проводились в 1985...1989 гг. в четырех вариантах, каждый вариант в четырех повторностях. Площадь каждой делянки составляла 100 м<sup>2</sup>. На первом варианте нижний порог предполивной влажности поддерживался на уровне 75-80-70 % от ППВ в зависимости от фазы развития растений. Во втором варианте предполивной, влажность была 65-70-60 % от ППВ. В этих двух вариантах поливы проводились способом дождевания. В

Таблица

Количество впитавшейся воды и скорость  
ее впитывания в почву в разных периодах  
вегетации

| Время,<br>час          | Количество впитавшейся воды |            |         | Скорость впитывания |                 |              |
|------------------------|-----------------------------|------------|---------|---------------------|-----------------|--------------|
|                        | м <sup>3</sup> /га          |            |         | мм/мин.             |                 |              |
|                        | в начале                    | в середине | в конце | в нача-<br>ле       | в сере-<br>дине | в кон-<br>це |
|                        | $W_1$                       | $W_2$      | $W_3$   | $v_1$               | $v_2$           | $v_3$        |
| Безнапорное впитывание |                             |            |         |                     |                 |              |
| 1                      | 175,0                       | 155,5      | 151,0   | 0,292               | 0,258           | 0,252        |
| 2                      | 110,0                       | 97,0       | 96,0    | 0,183               | 0,168           | 0,160        |
| 3                      | 102,5                       | 95,5       | 90,0    | 0,170               | 0,158           | 0,150        |
| 4                      | 95,0                        | 92,0       | 90,5    | 0,158               | 0,153           | 0,150        |
| 5                      | 94,0                        | 91,5       | 85,0    | 0,158               | 0,152           | 0,142        |
| 6                      | 94,5                        | 91,0       | 85,5    | 0,158               | 0,152           | 0,142        |
| Всего:                 | 671,0                       | 622,5      | 604,0   | -                   | -               | -            |
| Напорное впитывание    |                             |            |         |                     |                 |              |
| 1                      | 345,0                       | 345,5      | 231,0   | 0,575               | 0,576           | 0,385        |
| 2                      | 190,0                       | 181,0      | 165,5   | 0,317               | 0,302           | 0,275        |
| 3                      | 188,5                       | 180,0      | 158,0   | 0,313               | 0,300           | 0,263        |
| 4                      | 180,5                       | 179,5      | 155,5   | 0,300               | 0,298           | 0,258        |
| 5                      | 179,5                       | 172,0      | 148,5   | 0,298               | 0,288           | 0,247        |
| 6                      | 179,0                       | 172,5      | 148,0   | 0,298               | 0,288           | 0,247        |
| Всего:                 | 1265,5                      | 1230,5     | 1006,5  | -                   | -               | -            |

В третьем и четвертом варианте поливы проводились бороздковым способом с поддержанием уровня влажности как в первом и во втором вариантах.

Предельно-полевая влагоемкость почвы экспериментального участка в горизонте до 1,0 м была равна 9,7%. Ниже метрового слоя предельная влагоемкость почвы увеличивалась до



14,2 %. По механическому составу до глубины 1,5 м почва песчаная. Ниже залегают супесчаные, легкосуглинистые и тяжелосуглинистые почвы. Объемная масса почвы по профилю колеблется в пределах 1,27...1,35 г/см<sup>3</sup>. Плотность твердой фазы почвы по профилю изменяется в пределах 2,68...2,71 г/см<sup>3</sup>. Почва содержит песчаных фракций 87,0 % и илистых фракций 8,4 %. До глубины 1,0 м почва не засоленная, а ниже она обладает средней засоленностью.

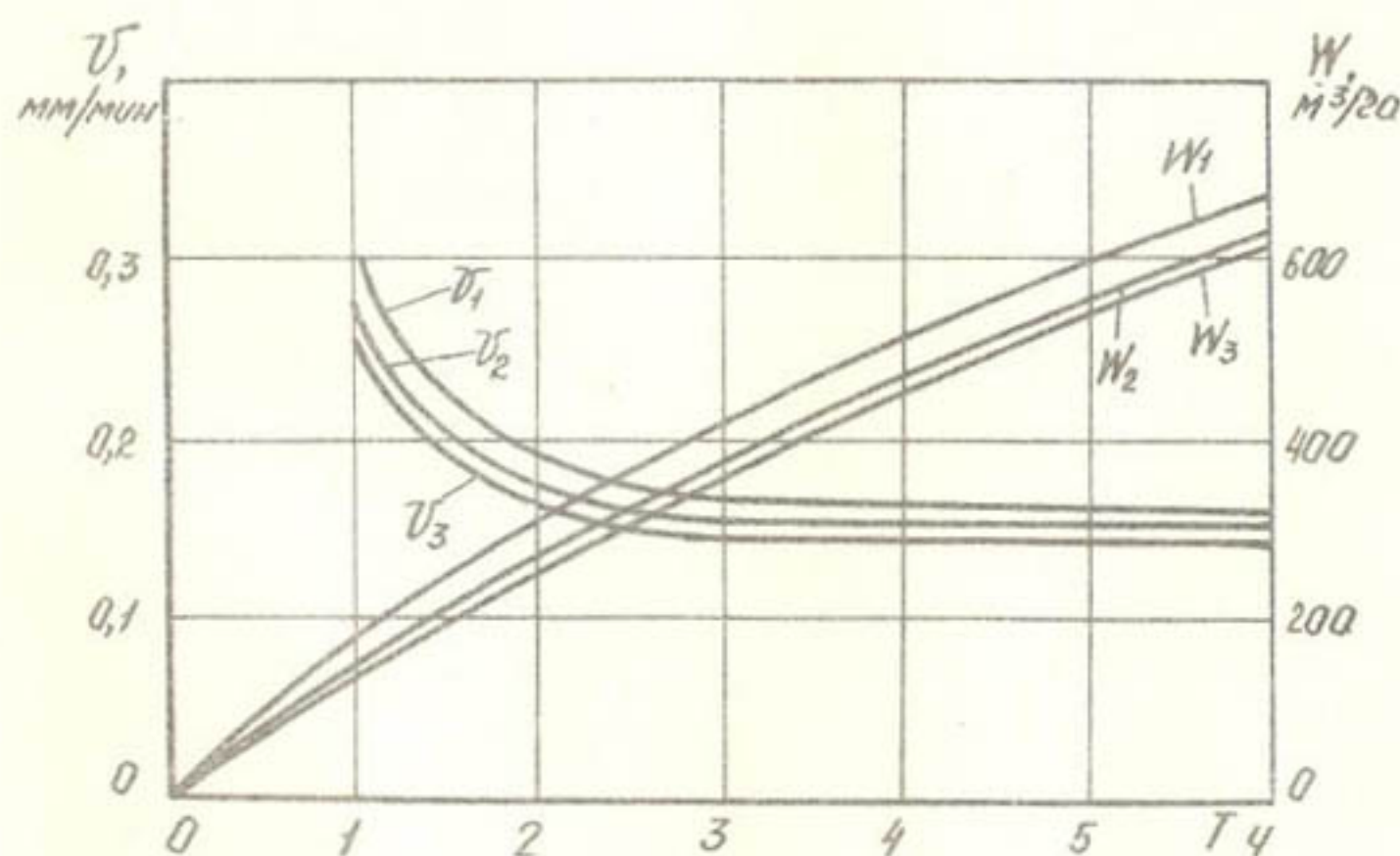


Рис. I Кривые зависимостей  $V=f(T)$ , мм/мин и  $W=f(T)$ , м³/20  
Участок дождения (безнапорное впитывание)

Скорость впитывания воды в почву измерялась три раза за период вегетации, то есть в начале, середине и в конце периода. Измерение впитывания проводилось в двух вариантах: при безнапорном поливе, т.е. на элементарных площадках при дождевании и при напорном, т.е. при бороздковом способе полива. Результаты измерений приводятся в таблице. Из таблицы видно, что количество впитавшейся воды за 6 часов в начале вегетации выше чем в ее конце. Уменьшение скорости впитывания воды в почву вызвано снижением скважности и уплотнением верхнего слоя почвы в результате поливов.

Поставив данные из таблицы в графическое изображение, получаем кривые зависимостей  $V=f(T)$  и  $W=f(T)$  (рис.1).

Данные таблицы показывают, что количество впитавшейся воды и скорость впитывания при бороздковом способе полива (или при затоплении) значительно отличается от безнапорного впитывания. Количество впитавшейся воды при дождевании почти в 2 раза меньше чем при затоплении.

Зная скорость впитывания воды в почву по промежуткам времени, можно регулировать интенсивность дождя при поливе дождеванием, поскольку интенсивность дождя не должна превышать впитывающую способность почвы.

Полученные результаты дают возможность автоматизировать процесс полива при стационарных системах дождевания.

УДК 631.6

В.Г. Хрипко

#### ВОДОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТРУБОПРОВОДНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

В феврале 1988 года ЦК КПСС и Советом Министров СССР было принято постановление "О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в стране". Важнейшим пунктом этого постановления является решение о всемерном расширении современных средств механизации полива сельскохозяйственных культур, внедрение процессов автоматизации водопользования и сокращение к концу



текущей пятилетки удельного расхода воды на 15 %.

Водосберегающая трубопроводная автоматизированная система орошения (ВТАСО) на песчаных землях разработана с целью выполнения данного постановления. Эта система предназначена для поливов виноградника, плодовых, декоративных деревьев и бахчевых культур путем локальной подачи воды под каждое растение на неспланированных или глубокоспланированных песчаных землях.

Рельеф местности для участка ВТАСО не имеет определяющего значения. Допускается наличие небольших бугров с превышениями на 2...3 м и с явно выраженными впадинами. Уклоны этих неровностей должны быть пологими, чтобы не препятствовать прохождению тракторов с почвообрабатывающими орудиями.

Автоматизированная система орошения (рис.1) включает: водоисточник орошения 1, насосную станцию 2, задвижку 3, резервуар-отстойник 4, водосчетчик 5, электрозадвижку 6, манометр 7, магистральный трубопровод 8, участковые трубопроводы 9, оросительные трубопроводы с почвенными увлажнителями 10, регулятор поливного режима 11, электронные регулятор-сигнализаторы уровней (ЭРСУ-3) 12, релейные блоки управления (РБУ-4) 13.

Водоисточниками орошения могут быть: реки, оросительные каналы, коллекторы или скважины постоянно обеспечивающие АСО необходимым количеством воды. Резервуар-отстойник предназначен для механической очистки оросительной воды от мусора и взвесей илистых частиц до содержания 0,0175 г/л. Расчет отстойника производится по общепринятой методике для систем подпочвенного или капельного орошения / 3 /. Задвижки, водомер, электрозадвижку подбирают с учетом обеспечения необходимых расходов воды в трубопроводной системе.

Материалы, используемые на строительстве системы должны быть устойчивыми к воздействию сложных метеорологических условий. Наиболее подходящим материалом для трубопроводной сети может быть стабилизированный полимер-полиэтилен.

Почвенные условия участка должны соответствовать назначению АСО; при этом предпочтительны почвы с мелкозернистым



песком. Концентрация солей в почвенном растворе не должна превышать 6 г/л / 2 /. Гидрогеологические условия участка должны соответствовать возможности выращивания на нем винограда или плодовой культуры. Не следует строить АСО на землях с близким (менее 1,5 м) залеганием уровня сильноминерализованных вод. Оптимальным вариантом следует считать тот, когда пресные грунтовые воды могут составить существенную добавку для водопотребления винограда или плодовой культуры. Наиболее подходящим для АСО будет участок с залеганием грунтовых вод не ближе трех метров от поверхности почвы.

Требования к оросительной воде должны рассматриваться с точки зрения ее физиологической пригодности для винограда или плодовой культуры, а так же с точки зрения технических условий работы элементов и узлов АСО. Основными критериями пригодности воды для поливов винограда и плодовых культур являются степень ее солоноватости и мутности. Оценка пригодности воды для орошения можно дать по натриево-адсорбционному отношению из формулы Гапона / 4 /:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (2.1)$$

где:  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$  — мг экв. на 1 литр.

По степени пригодности оросительной воды выделены три группы: А — хорошая, где  $SAR < 10$ ; В — малоудовлетворительная,  $SAR = 11-20$ ; С — неудовлетворительная, где  $SAR > 20$ .

Более полную оценку можно получить пользуясь пятибальной шкалой, предложенной И.С.Рабочевым / 4 /, в которой сочетаются величины  $SAR$  и показатель суммы токсичных солей (табл. I).

Содержание илстых частиц в воде сопровождается понижением расхода воды в системе и быстрым ее заиливанием. Оптимальное содержание илстых частиц в воде 0,0175 г/л. Наличие в воде илстых взвесей более этого предела не позволяет применять ее без предварительного отстаивания, что



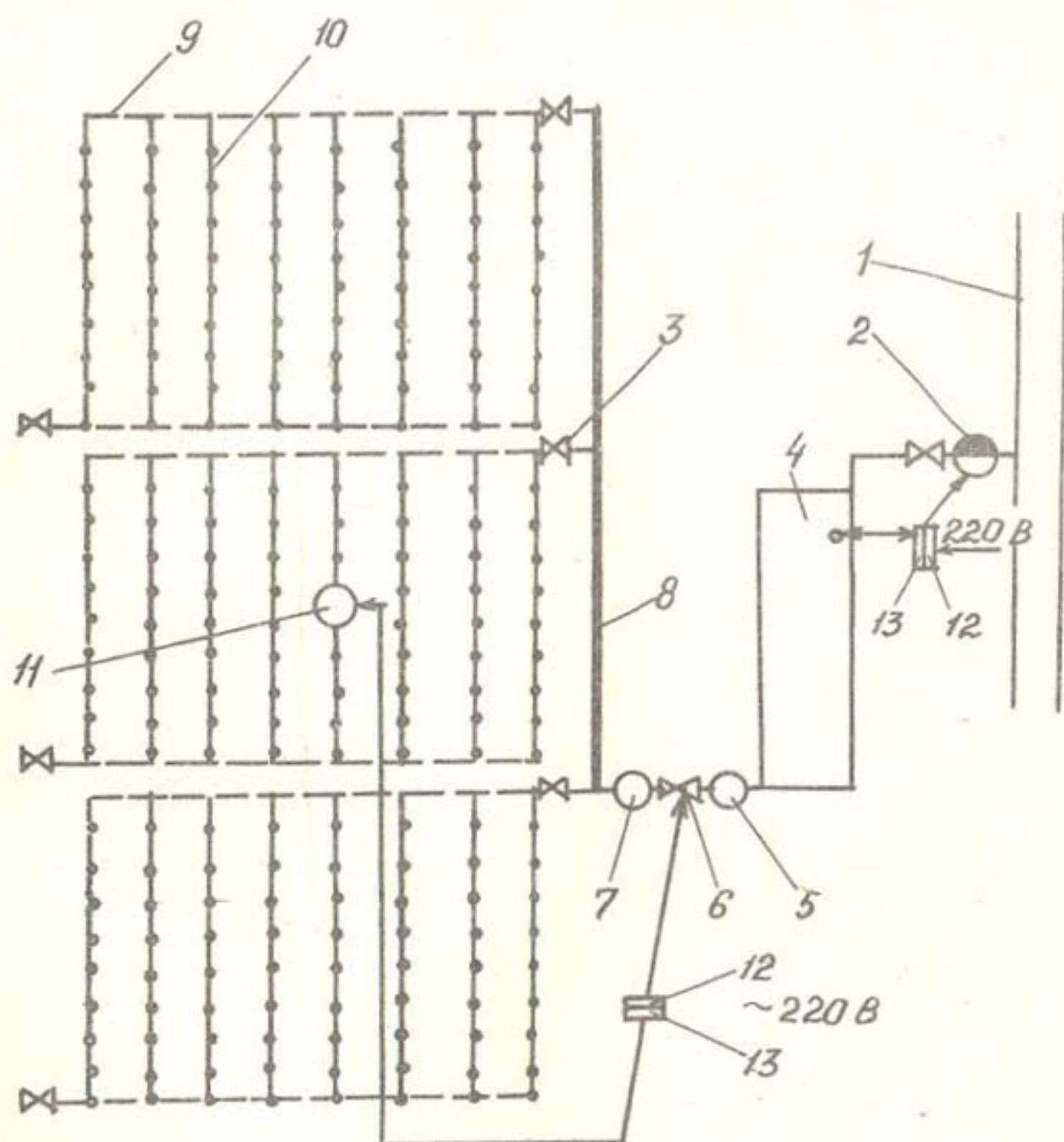


Рис. I Схема автоматизированной системы орошения

приводит к необходимости строительства отстойников, отвечающих требованиям для капельных и подпочвенных систем орошения / 3 /.

Таблица I

Качественная оценка минерализованных  
вод

| Баллы | Качество воды          | <i>SAR</i> | Сумма токсичных солей, г/л | Следует разбавить пресной водой, % |
|-------|------------------------|------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1     | Очень хорошее          | 5          | 1                          | 0                                  |
| 2     | Хорошее                | 6-10       | 2                          | 0                                  |
| 3     | Удовлетворительное     | 11-15      | 4                          | 40-50                              |
| 4     | Малоудовлетворительное | 16-20      | 6                          | 60-70                              |
| 5     | Неудовлетворительное   | 20         | 6                          | 70                                 |

Вода коллекторов, как правило, бывает очень светлая и отвечает требованиям применения ее для АСО при условии ее пригодности, определенной по одной из описанных методик. Если применять для АСО коллекторно-дренажные воды строительство отстойника не требуется.

На участке перед строительством АСО проводятся: очистка площади от кустарников и песчаной древесной растительности, грубое выравнивание земли бульдозерами и тяжелыми грейдерами с ликвидацией отдельных бугров с отметками, превышающими высоту проектного напора воды в системе и крутых склонов, препятствующих прохождению тракторов с почвообрабатывающими орудиями.

Гидравлический расчет трубопроводной сети системы производится в зависимости от схемы посадки плантации или сада с указанием количества растений на один гектар, расстояния между водовыпусками и ширины междурядий. Необходимо также данные о расходе воды одним увлажнителем.

Расчетными формулами диаметра трубопроводов являются:



$$H_1 - H_2 = S_0 Q \ell, \text{ м} \quad (2.1)$$

$$S_0 = \frac{8\lambda}{q\pi^2 d^5}, \text{ с}^2/\text{м}^6 \quad (2.2)$$

где:  $(H_1 - H_2)$  - падение напора воды по длине трубопровода (при этом не учитываются местные напоры), м;

$S_0$  - удельное сопротивление,  $\text{с}^2/\text{м}^6$ ;

$Q$  - расчетный расход;

$\ell$  - длина трубопровода, м;

$\lambda$  - коэффициент гидравлического трения для применяемых труб;

$q$  - удельный путевой расход трубопровода,  $\text{м}^3/\text{см}$ ;

$d$  - диаметр трубопровода.

Для обеспечения дискретной подачи необходимого объема воды в зону корневой системы растения в момент наступления в почве нужного предела влажности служит устройство, подающее импульсы на электрическую задвижку, установленную в голове трубопроводной оросительной системы (рис.2). Устройство имеет резервуар поливной нормы I, поплавково-подпитывающую емкость 2, гидравлически связанную с испарителем 4, поплавковое устройство 5, состоящее из поплавка, рычага с эластичным клапаном и шарнирам, входную трубку 6. В крышку резервуара вмонтированы два изолятора 7, внутри которых по резьбе ввернуты датчик поливной нормы 8 и датчик межполивного периода 9. В дне резервуара поливной нормы имеется сливная трубка IO, к которой присоединен стандартный поплавокый водовыпуск почвенного увлажнителя II. Датчики 8 и 9 подсоединены к электронному регулятору-сигнализатору уровня (ЭРСУ-3) I2, который через релейный блок управления РБУ I3 соединен с электрической задвижкой I4.

Работа устройства начинается с момента включения его в электрическую сеть. Вначале, незаполнен водой резервуар I,

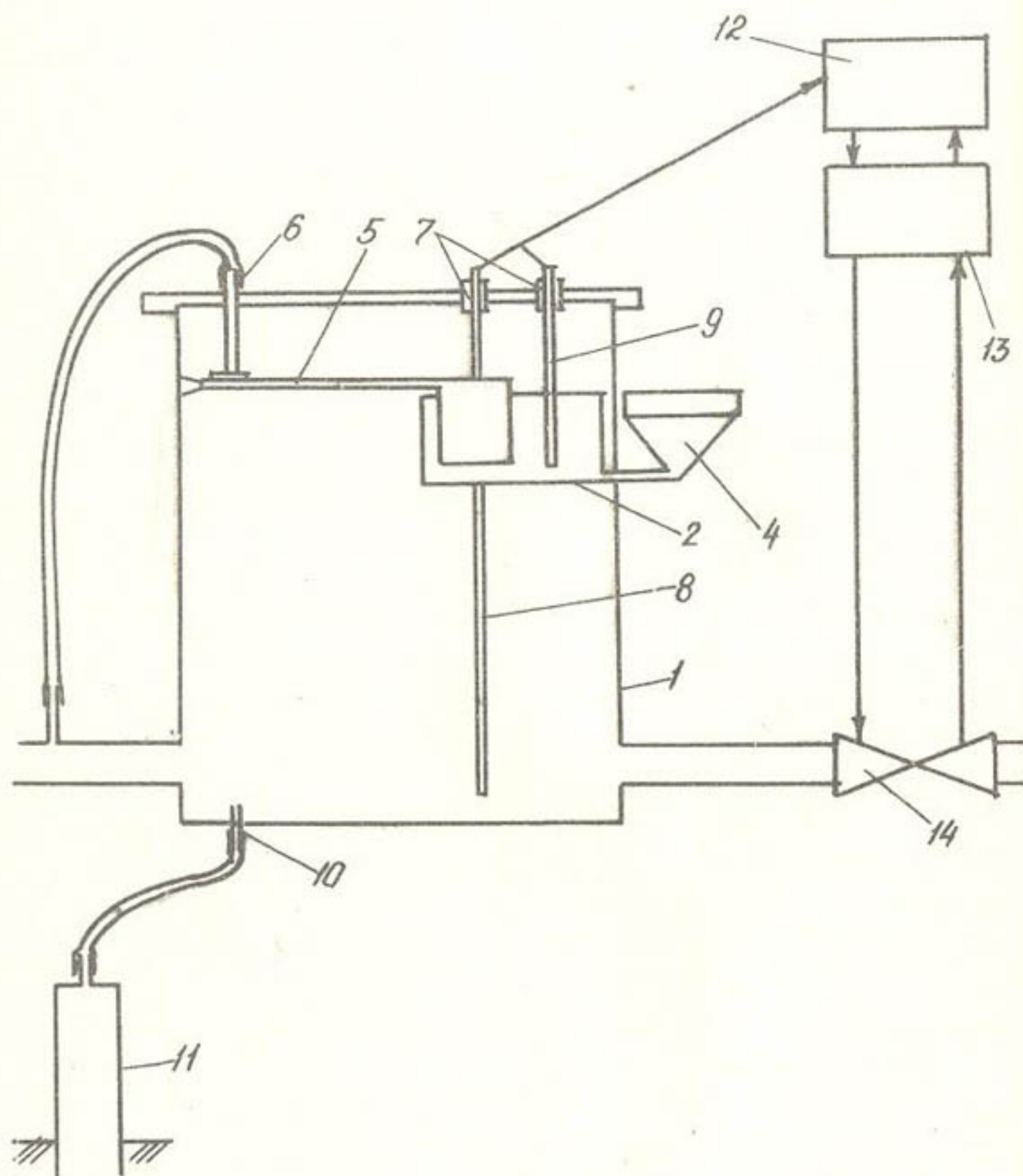


Рис. 2 Устройство для автоматического управления поливным режимом орошения



а поплавково-подпитываемая емкость и датчики 8 и 9 сухие, что является командой для РСУ-3 подать через РБУ импульс на открытие электрозадвижки I4. Вода через открытую задвижку устремляется в трубопроводную систему, а также через входную трубку 6 в резервуар I, откуда она поступает через сливную трубку IO в контрольный увлажнитель II.

Расход увлажнителя гораздо ниже расхода наполнения резервуара водой. Наполнение продолжается до момента, когда уровень воды в резервуаре не превысит верхний край поплавково-подпитывающей емкости. При заполнении ее срабатывает поплавковое запорное устройство 5 и входная трубка 6 перекрывается клапаном. В это время через задвижку продолжает поступать в систему вода, т.е. осуществляется вегетационный полив. Одновременно вода из резервуара расходуется на полив через контрольный увлажнитель, расход которого не отличается от расходов стандартных увлажнителей системы, поэтому израсходование воды из резервуара поливной нормы означает окончание вегетационного полива на участке. Прекращение полива в системе осуществляется тем, что датчик 8 выходя из контакта с водой вызывает в РСУ-3 сигнал на закрытие электрозадвижки I4 и подача воды в АСО прекращается. Таким образом время и норма полива в системе лимитируются временем расхода воды из резервуара поливной нормы I.

Межполивной период моделируется работой испарителя 4, сконструированного по образцу сигнализатора срока полива ССП В.К.Галурова, Д.А.Кадырова / 4 /. Испаритель 4 тарируется один раз в поливной сезон, для чего ведется контроль за динамикой влажности почвы сразу же после полива и испаряемости воды из испарителя. В момент наступления нижнего предела влажности почвы датчик 9 должен разомкнуться с водой, которая находится в поплавково-подпитываемой емкости. Если этого не происходит, то датчик 9 перемещают по резьбе вверх до полного размыкания его с уровнем воды. Такое положение датчика вызывает открытие электрозадвижки I4, т.е. начало полива. Таким образом наличие испарителя с датчиком позволяет регламентировать



межполивной период.

Основным рабочим органом АСО является поплавковый почвенный увлажнитель, рис.3. Он состоит из полого цилиндра I, поплавок 2 с резиновым клапаном 3, жиклера 4, кронштейна 5 и питательной трубки 6, которая соединяется с оросительным трубопроводом. Для работы увлажнителя, его необходимо вблизи от поливаемого растения заглубить в почву на 10–15 см и пустить в систему АСО воду. Вода через питательную трубку и жиклер попадает в увлажнитель и обтекая поплавок впитывается в почву. После окончания впитывания начинается процесс фильтрации, с началом которого уровень воды в цилиндре перемещается и поднимает поплавок. В дальнейшем наступает момент, когда поплавок упирается в конец жиклера, тем самым ограничивая расход воды из него до скорости фильтрации ее в зоне действия увлажнителя.

При наполнении увлажнителей, расположенных в пониженных местах, происходит перераспределение напора воды в системе, что создает условия для наполнения увлажнителей, расположенных на повышенных местах. Таким образом осуществляется равномерная подача воды во все увлажнители АСО.

Оптимальная влажность почвы должна быть в пределах 75–80 % от ППВ, необходимых для большинства поливаемых культур. Для поддержания влажности, один раз за весь период настраивается регулятор поливного режима, который в течении всего поливного сезона включает оросительную систему на полив при испарении влажности почвы ниже 75 % от ППВ. Таким образом осуществляется циклический поливной режим позволяющий постоянно поддерживать оптимальную влажность почвы. Экономия воды при этом достигает 85 % от оросительных норм, применяемых при традиционных технологиях полива, практикуемых в колхозах Чарджоуской области.

Экономический эффект от внедрения АСО достигается за счет экономии значительных средств на капиталовложениях, так как под АСО почти не требуется планировка земель. Большая экономия средств достигается благодаря экономии оросительной воды, а так же повышения урожайности орошаемой культуры, выращиваемой в благоприятном для ее развития



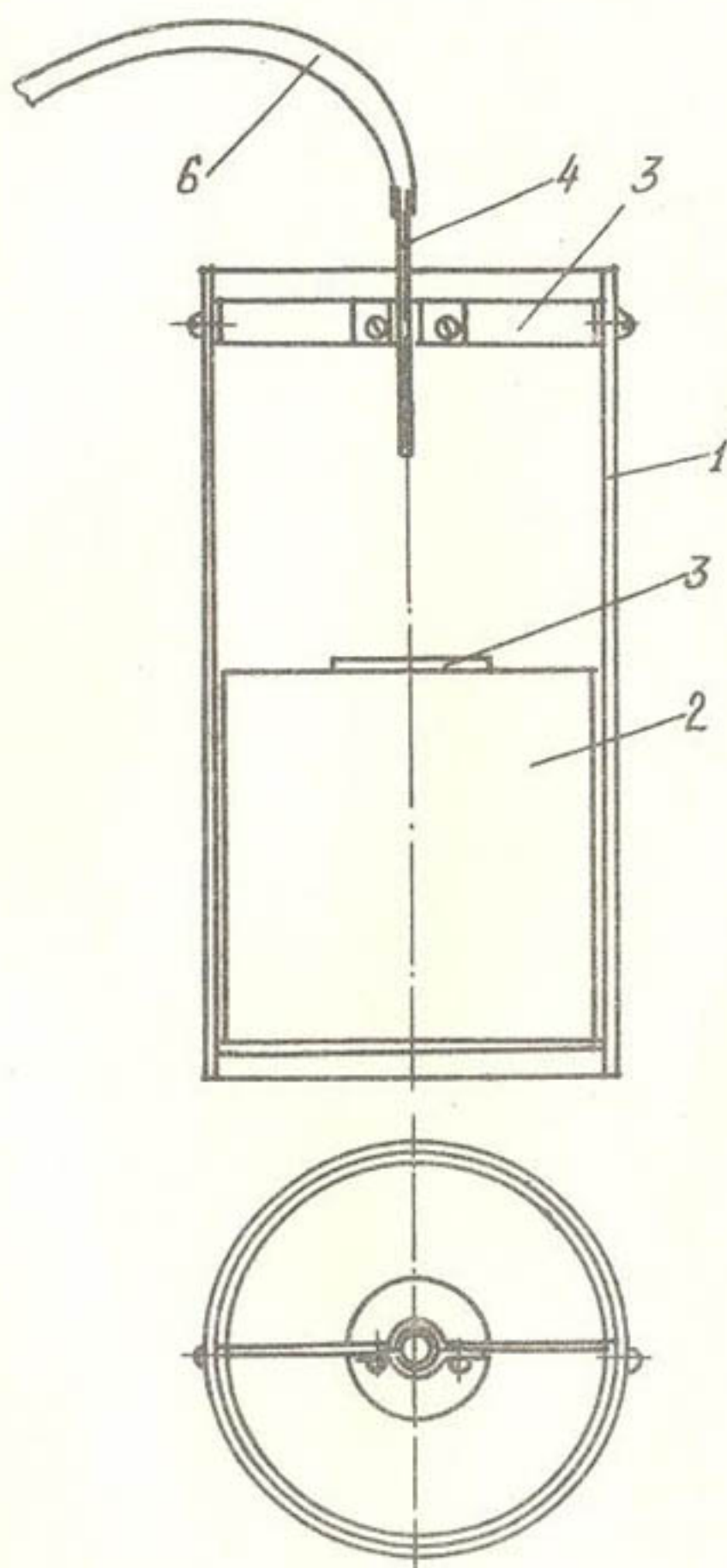


Рис. 3 Схема автоматизированной системы  
орошения

влажном режиме.

Экономический эффект на виноградной плантации на экспериментальном участке Чарджоуской опытно-мелиоративной станции составил в 1988 году 2793,1 руб/га.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Временные рекомендации по освоению и окультивированию песчаных массивов ТССР. Минводхоз ТССР.

2. Обзорная информация, №9. Критерии качества воды, используемой в практике орошения земель в США. М., 1978, 17 с.

3. Временные рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации опытно-производственных систем подпочвенного орошения по увлажнителям из полиэтиленовых перфорированных труб. Коломна, 1977.

4. Гафуров В.К., Кадыров Д.А. Инструкция по эксплуатации сигнализатора срока полива. Ашхабад, 1989.

УДК 626.826

Ю.П. Литвинов

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ДВИЖЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ГРУНТОВОГО ПОТОКА ИЗ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ В МНОГОСЛОЙНОЙ СРЕДЕ

При определении потерь воды из оросительных каналов, работающих в многослойной среде, пользуются расчетными зависимостями, результат решения которых прямопропорционален величине коэффициента фильтрации грунтов, подстилающих ложе канала. Как правило, при установлении этой величины, пользуются формулой Г.Н. Каменского. При этом встает вопрос о назначении общей мощности грунта, для которой делается осреднение.

Очевидно, движение фильтрационного потока не может быть распределено равномерно по всей мощности водоносного горизонта, от капиллярной каймы до водоупора. Определение



активной зоны движения фильтрационно-грунтового потока и расчет среднего коэффициента фильтрации по формуле Г.Н.Каменского только для слоев слагающих эту активную зону должны значительно повысить точность фильтрационных расчетов.

Сформулированная задача решалась методом моделирования геофильтрационного процесса последовательно на электроинтеграторе БУСЭ-70 и ЭГДА-9-60. На первом этапе получено решение профильной задачи на сеточном интеграторе, выраженное в определении положения кривой депрессии из работающего оросительного канала.

По результатам решения профильной задачи на сеточном интеграторе, с учетом испарения с поверхности кривой депрессии, вырезалась модель из электропроводной бумаги. На модель задавались граничные условия II рода по схеме, показанной на рис. 1. При реализации фильтрационной задачи по описанной схеме суммарный ток  $J$ , подаваемый от источника постоянного тока на шину  $\mathcal{W}_0$ , имитирующую канал, распределялся пропорционально величине испарения посредством шин  $\mathcal{W}_1, \mathcal{W}_2, \mathcal{W}_3, \mathcal{W}_4, \mathcal{W}_5$ , и регулировался с помощью резисторов  $R_1 \dots R_5$ . Величина тока в каждой цепочке  $\mathcal{W}-R-B$  контролировалась переключателями  $B_1 \dots B_5$  и миллиамперметром. Когда переключатель  $B_1$  находится в положении "включено", миллиамперметр показывает величину тока, протекающего в цепи  $\mathcal{W}_1-R_1-B_1$ . Когда все переключатели включены, прибор показывает суммарный ток  $J$ . После окончания монтажа модели и регулировки тока, протекающего через шины  $\mathcal{W}_1 \dots \mathcal{W}_5$  посредством лампового вольтметра типа В7-26 и иглы отыскивались линии равных потенциалов с последующим решением обратной задачи и построением линии токов. Полученные гидродинамические сетки показаны на рис. 2, 3.

Анализ полученных данных показал, что при расчете средней величины коэффициента фильтрации по формулам Г.Н.Каменского, следует учитывать слои, попадающие в верхние 25 м. Это уточнение особенно важно в условиях предгорной равнины Копетдага, где разрез верхней стометровой толщи характеризуется двухслойным строением. При этом

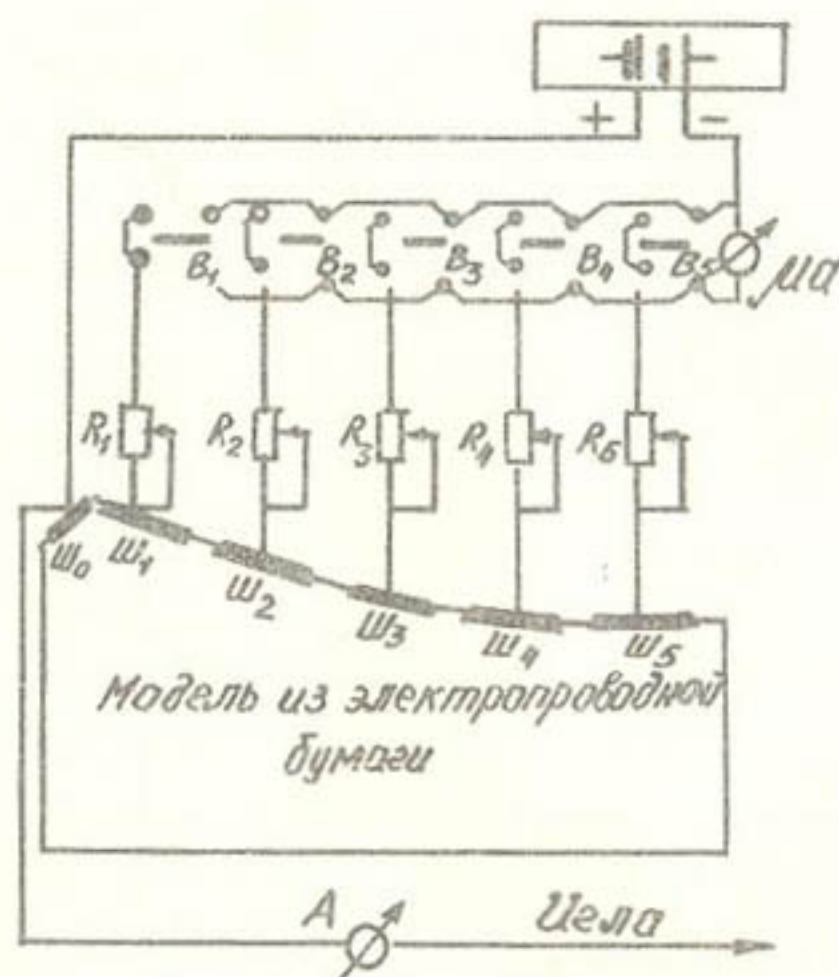


Рис. I. Схема моделирования испарения методом ЭГДА



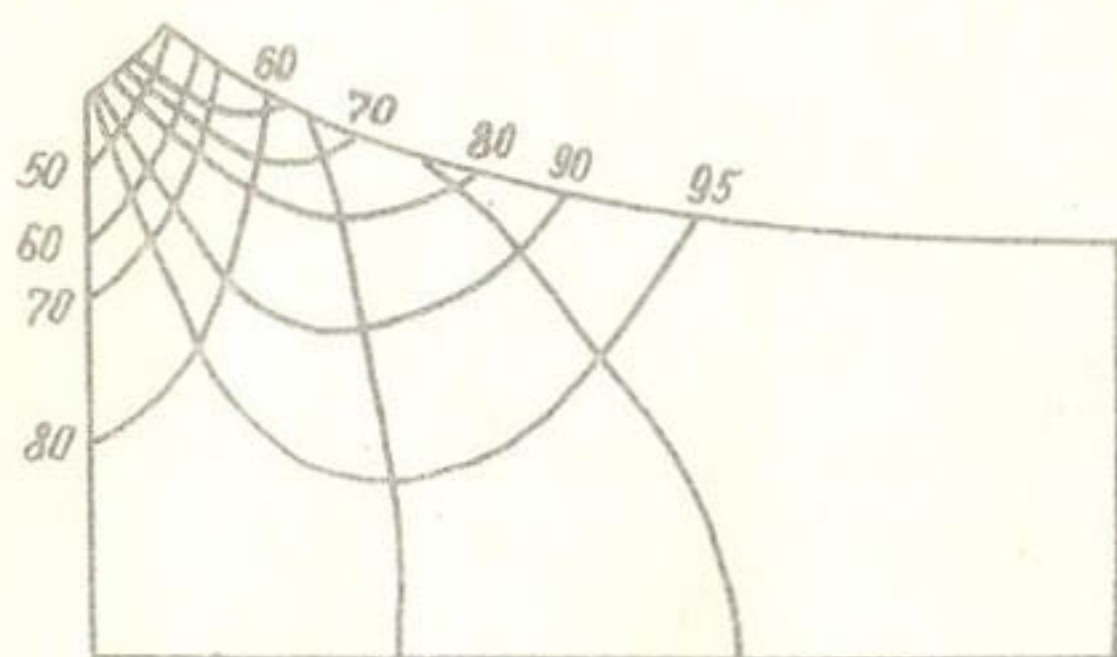


Рис.2. Гидродинамическая сетка, полученная при моделировании фильтрации и испарения в условиях однородной среды

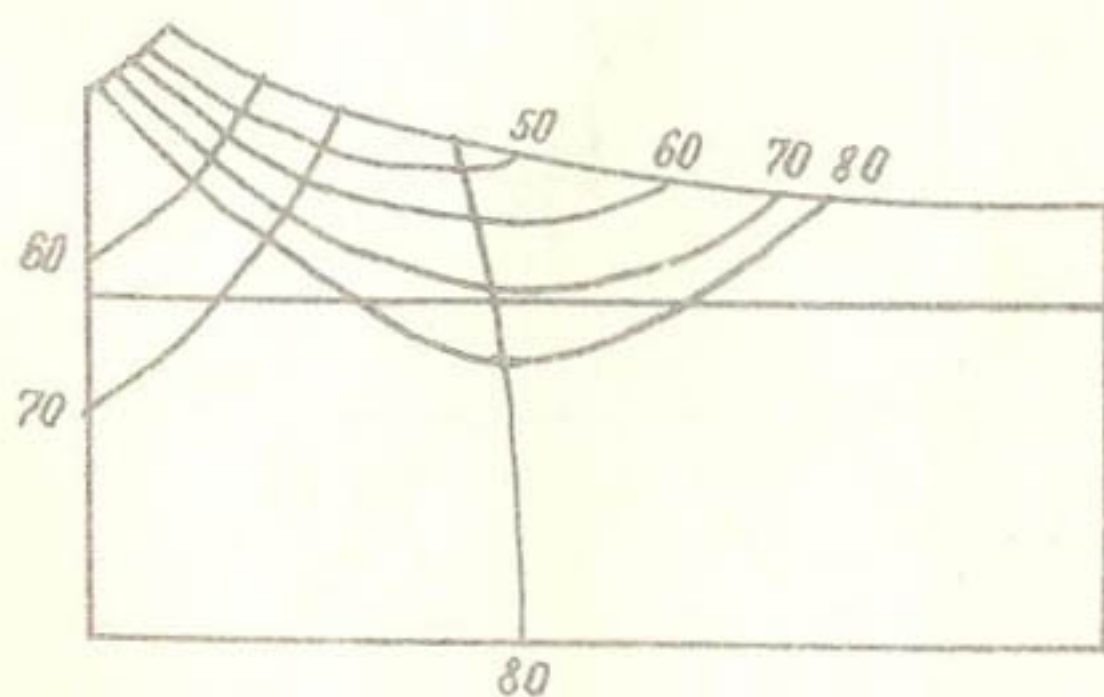


Рис.3. Гидродинамическая сетка, полученная при моделировании фильтрации и испарения в условиях двухслойной среды

коэффициент фильтрации верхнего, сравнительно маломощного (3...8 м) слоя, на порядок и более меньше коэффициента фильтрации мощного нижнего слоя.

В практике проектирования при расчетах потерь воды на фильтрацию из каналов в условиях подпора со стороны грунтовых вод приведенный коэффициент фильтрации  $K_{пр}$  вычисляется по формулам Г.Н.Каменского, как правило, для всей водоносной толщи грунтов, т.е. до водоупора. Результаты выполненных модельных исследований показали, что при относительно небольшом верхнем слое водоносной толщи, имеющем проницаемость намного меньше, чем вся остальная мощность водоносного слоя  $T$ , в условиях фильтрационных потерь на испарение, а также дренирования их естественными понижениями или дренажом при незначительном оттоке за пределы орошаемых земель, рекомендуется вводить в расчеты фильтрации понятие условного водоупора  $T_{ус} = (0,25-0,33)T$  и для этого слоя определять осредненный коэффициент фильтрации. Вычисление коэффициента по всей толще, до водоупора, может привести, при подпёртом режиме фильтрации из каналов, к большим погрешностям.

К примеру, рассчитаем значение осредненного коэффициента фильтрации для двухслойной среды. Примем, что мощность верхнего слоя равна 5 м с коэффициентом фильтрации  $K = 0,1$  м/сут. Мощность нижнего слоя, до водоупора равна 95 м с коэффициентом фильтрации  $K_2 = 10$  м/сут. Для всей толщи грунтов до водоупора осредненный коэффициент фильтрации по формуле Г.Н.Каменского при движении воды нормально к напластованию будет равен:

$$K_{ср} = \frac{Z_1 + Z_2}{\frac{Z_1}{K_1} + \frac{Z_2}{K_2}} = \frac{5 + 95}{\frac{5}{0,1} + \frac{95}{10}} = 1,68 \text{ м/сут. (I)}$$

Если же осредненный коэффициент фильтрации определить для толщи грунтов при условии  $T_{ус} = 0,3T$ , т.е. принять для расчета мощность второго слоя  $Z_2$  равной 25 м, получим:



$$K_{\varphi} = \frac{5+25}{\frac{5}{0,1} - \frac{25}{10}} = \frac{30}{52,5} = 0,57 \text{ м/сут.}$$

Как видно, во втором случае величина осредненного коэффициента фильтрации почти в три раза меньше, чем в первом. Описанное выше применимо для условий разгрузки профильтровавшейся воды из внутрихозяйственных каналов в основном на испарение, когда фильтрационные потери описываются полученной автором формулой вида:

$$Q_{\varphi} = 2,82 \sqrt{\kappa T_0 H_0 E_u e^{-\alpha(H_0 - \chi_0)}}, \quad (2)$$

где:

$\kappa$  — коэффициент фильтрации, м/сут;

$$T_0 = T - H_0$$

$T$  — расчетная по описанной выше методике мощность фильтрационного потока, м;

$H_0$  — напор от горизонта воды в канале до уровня грунтовых вод, м;

$E_u$  — величина испаряемости, примерно равная испарению с поверхности воды, м/сут;

$\alpha$  — коэффициент, отражающий влияние структуры пористой среды на водоотдачу и проницаемость молекул воды  $\alpha = 0,6, -1, 1$ ;

$\chi_0$  — глубина грунтовых вод, при которой испарение примерно равно испаряемости, м.

Таблица I

Сопоставление результатов расчета  
по формуле ( 2 ) с данными полевых  
исследований

| $K$<br>м/сут | $T_0$<br>м | $H_0$<br>м | $E_0$<br>м/сут       | $\alpha$ | Величина потерь<br>л/с км |                                        |
|--------------|------------|------------|----------------------|----------|---------------------------|----------------------------------------|
|              |            |            |                      |          | по (2)                    | по данным<br>полевых ис-<br>следований |
| 1            | 2          | 3          | 4                    | 5        | 6                         | 7                                      |
| 0,57         | 35         | 3          | $6,84 \cdot 10^{-3}$ | 0,4      | 12,75                     | 11,0                                   |
| *1,68        | 100        | 3          | $6,84 \cdot 10^{-3}$ | 0,4      | 37,76                     | 11,0                                   |

Примечание: полученный знаком ( \* ) результат получен без учета рекомендаций автора.

Определенные по формуле ( 2 ), с учетом сказанного выше относительно применяемых в расчет коэффициента фильтрации и мощности фильтрационного потока потери, весьма близки к фактическим. См. таблицу I.



УДК 631.131.4.001.5

Утяганов Р.З., Михайлянц М.М.

Формирование поверхности карт намыва и водно-физические свойства тела плотины, намывной из глинистых грунтов.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Гос - агропрома СССР).

Технология возведения земляных плотин способом намыва широко применяется в нашей республике. Отсюда актуальность вопроса прогнозирования показателей поверхности и водно-физических свойств тела намывной плотины.

Статья составлена на основе результатов измерений уклонов поверхности намывного сооружения. Также измерены и определены средний диаметр намывных частиц грунта плотность и влажность. Обращено внимание на необходимость совершенствования конструкции применяемого для отделения от намываемой струи грунта кусковатые фракции.

УДК 626.823.92

Акимуратова О.Х.

Натурные исследования размыва нижнего бьефа перегораживающего сооружения на 456 км Каракумского канала им. В.И. Ленина.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Гос - агропрома СССР).

В статье приводятся результаты натурных исследований местного размыва в нижнем бьефе перегораживающего сооружения на 456 км Каракумского канала. Выявлены основные причины размыва в нижнем бьефе перегораживающего сооружения.

Как показал анализ проведенных исследований, для принятой конструкции нижнего бьефа сооружения длина крепленной части недостаточна и не обеспечивает гашения избыточной энергии потока.

Для разработки рациональной конструкции нижнего бьефа сооружения необходимо обобщить опыт эксплуатации перегораживающего сооружения.

УДК 627.157.54

Балакаев Б.К., Ибраимов А.А., Аширов А.

Разработка численной модели пропуска твердого стока по Каракумскому каналу.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

Ежедневно, возрастающий объем очистки оросительных систем Советского Союза от заиления достигнет 650 млн.м<sup>3</sup> из которых около 100 млн.м<sup>3</sup> приходится на оросительные системы с водозабором из Амударьи. Поэтому разработка рационального метода регулирования режима наносов является одним из важных мероприятий в улучшении эксплуатации оросительных систем. Разработка численной модели пропуска твердого стока по Каракумскому каналу способствует решению такой проблемы.

В статье излагаются алгоритмы и программы для расчета кривой свободной поверхности и транспортирующей способности потока на языке ФОРТРАН-IV. Рекомендуемые алгоритмы и программы обеспечивают определение гидравлических крупностей взвешенных наносов, кривой свободной поверхности, транспортирующей способности потока и динамики мутности по всей длине канала.



УДК 551.509.33 + 631:633.11

Аманов М.Х., Муратов И.Б.

Рост и развитие люцерны первого года.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье приведен косвенный метод учета урожая сухой массы люцерны в зависимости от средней высоты травостоя, позволяющая прогнозировать урожайность сена.

Ил.2, библи. 2.

УДК 624.134

Хоммадов К.

Влияние процесса послойности резания грунта при глубоком рыхлении на снижении тягового усилия.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье рассматривается вопрос глубокого рыхления почв и устанавливается, что широкому использованию мелиоративных рыхлителей препятствуют их большие тяговые усилия. Из анализа законов резания грунтов устанавливается, что существующая критическая глубина резания, характеризующаяся минимальными энергозатратами, может быть осуществлена при послойном резании. В связи с чем сравниваются усилия резания сплошного и ступенчатого рабочего органа рыхлителя по ранее известным формулам А.Н.Зелинина.

Сравнение усилия резания этих рабочих органов показывает, что при послойном резании, по сравнению со сплошным, тяговое усилие снижается на 20 %. Таким образом, ступенчатую конструкцию рыхлителя можно будет агрегатировать на маломощные трактора как Т-4А, которые в хозяйствах республики имеются в достаточном количестве.

УДК 624.131

Аширов Б.

Оценка просадочности лессовых грунтов в зоне освоения четвертой очереди Каракумского канала.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье описывается определение относительной просадочности в лабораторных условиях стандартными методами, а также гостированными методами, которые определяют начальную просадочную влажность и зависимость относительной просадочности от продолжительности замачивания грунтов Кызыл-Арватского района.

На основании механического и водно-солевого состава описывается предварительное время замачивания образца в компрессионных испытаниях, для определения максимальной относительной просадочности.

УДК 631.6:626.862

Мамедова Л.В.; Гуданович Т.Г., Бабаева М.Б.

Эксплуатационная надежность искусственных фильтров пластмассового горизонтального закрытого дренажа.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье рассматривается проблема эксплуатационной надежности дренажных фильтров из искусственных защитно-фильтровых материалов. Установлено, что рекомендуемые к применению материала по ТУ 33-143-86, в состав которых входит вискоза, подвержены гниению и не могут обеспечить установленного



срока службы. Рекомендуются к применению: полотно иглопробивное по ТУ 205 УзССР 201-80, полотно иглопробивное защитно-изолирующее на основе стеклянного штапельного волокна из горных пород по ТУ 33 ТССР 12-87, холст стекловолнистый марки ВВ-АМ по ТУ 21-23-131-80.

УДК 628.165:628(1-22)(574)

Марков В.В., Сборщикова Е.Ф.

Применение модифицированного сульфогеля для очистки коллекторно-дренажных и подземных вод перед электродиализным процессом.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

В данной статье представлены сведения по работе модифицированного сорбента при заражении воды тяжелыми металлами (барием, кадмием, цинком, свинцом, марганцем).

Данный сорбент рекомендуется применять для очистки КД и сточных вод.

УДК 631.6

Джуманазарова Т.К., Ханкулиев Э.

Влияние микроклимата орошаемого поля на продуктивность кукурузы.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

Исследования проводились на опытном участке ТуркменНИИГима, где в четырех вариантах в четырехкратной повторности сравнивались поливы кукурузы дождеванием и по бороздам, в разных значениях нижнего порога предполивной влажности.

Расчетный слой увлажнения принят 40-80-60 см в зависимости от фазы развития растений.

По каждой делянке этикетировались 60 растений и по ним велись наблюдения. На системе использовались среднеструйные дождевальные аппараты "Роса-2".

Приводятся сравнение в разных способах полива высота главного стебля, накопление соответствующей биомассы и урожайность кукурузы.

УДК 532.53.2

Фирсов А.В.

Влияние условий сопряжения на характеристики плоских струй.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье рассматривается физическое решение задачи распространения плоской поверхностной струи на переменных откосах и их влияние на кинематику потока. Задача решается с точки зрения полуэмпирической теории турбулентности. Определен переменный параметр зависящий от формы эпюры скорости принятый в решении Гауссовским и выраженный через зависимость Шлихтинга. Показано, что длина начального участка струи по концентрации короче длины начального участка определяемого по скорости, что обусловлено более интенсивным массопереносом по сравнению с переносом количества движения. Приведены зависимости для определения затухания продольной и поперечной скорости и концентрации в струе. Приводится описание экспериментальных результатов по определению зависимости длины начального участка струи и переменного коэффициента скорости от заложения откоса.



УДК 551.501:633.51

Аманов М.Х.

Суточный ход элементов теплового баланса деятельной поверхности хлопчатника и люцерны.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГиМ Госагропрома СССР).

В статье приведены результаты суточных изменений элементов теплового баланса, деятельной поверхности хлопчатника и люцерны за вегетационный период.

Ил.2, табл.3, библи.4.

УДК 631.6

Шабанова Л.Т., Бидненко Л.И.

Эффективность действия глифосата на корневищную растительность.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГиМ Госагропрома СССР).

В статье изменены результаты эффективности действия листового препарата системного действия на основе фосфометилглицина. Дана широтная характеристика этого препарата, допустимое содержание и продолжительность действия в объектах внешней среды.

Приводятся результаты экспериментов в различные периоды года и продолжительность стерилизационного эффекта. Выявлены нормы внесения препаратов, кратность обработок с продолжительным стерилизационным эффектом для условий Туркменской ССР в зависимости от степени развития многолетней корневищной растительности. Показано токсическое действие препарата против корнеотпрысковых сорняков.

УДК 532.591:001.8

Эшев С.С., Бекирадов В.С.

Лабораторные исследования неразмывающих скоростей потока в несвязных грунтах.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье рассматриваются вопросы проектирования земляных каналов в условиях несвязных грунтов. На основе зависимостей Ц.Е.Мирзхулавы получены корректировочные коэффициенты для определения неразмывающих скоростей потока в трапецеидальных земляных каналах и отдельно для центральной части канала и его откосов.

УДК 621.879.45

Михаилянц М.М., Доктор Ф.Ш., Утяганов Р.З.

Основные направления развития техники очистки от растительности каналов в земляном русле.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье приводится номенклатура и технология применения механизмов, применяемых в настоящее время на очистке каналов от растительности. Дается описание механизмов, в которых режущий аппарат обходит препятствия, создаваемые инородными предметами, смягчаются удары, снижается интенсивность вибраций. Обосновывается преимущество корзины-косилки с сегментно-пальцевым режущим аппаратом и нецелесообразность применения роторных косилок в каналах с водой.

В статье приводятся параметры каналов, в которых окашивание можно осуществить на полное сечение в одну проходку, при очистке с одной стоянки 2,5...2,7 м канала.

В конце статьи приводятся рекомендации по перспективному повышению эффективности работы корзины-косилки.



УДК 631.6

Сапармурадов А.

Корректировка режима орошения хлопчатника с учетом применения новой водосберегающей техники и технологии полива в различных гидромодульных районах орошаемых земель.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В статье приводятся результаты изучения элементов техники бороздкового полива хлопчатника при новой технологии орошения, без сброса воды.

При новой технологии полива хлопчатника после добегания струи до конца борозды, расход воды регулируется так чтобы, сброс воды исключался, а полив продолжался непрерывно до достижения расчетной поливной нормы. Регулирование расхода струи осуществляется с помощью регулируемых трубок.

В опытах выяснено, что при новой технологии полива поданная поливная норма почти вся остается в поливной борозде.

УДК 631.6

Смагин В.Н., Жарков В.В., Сайфудинов Р.А.

Рабочая плотность тока электродиализа на опреснительном аппарате ЭОУ НИИПМ-25М при повышенных температурах.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

Для достижения оптимальных характеристик процесса обработки воды электродиализом необходимо управлять плотностью тока на электродиализаторе и напряжением, от которого зависит плотность тока.

Анализ экспериментальных данных показал зависимость

роста рабочей плотности тока как от температуры, так и от напряжения на ячейку. Опытами установлено, что можно рекомендовать вести электродиализный процесс при температуре воды 55<sup>0</sup>С и напряжении на ячейку в пределах 1 В (одно - го Вольта).

УДК 631.626.2

Лукутин И.Н., Абдрахманов А.А., Григорьянц Р.А.

Повышения технико-эксплуатационных показателей узкотраншейного экскаватор-дреноукладчика ЭТЦ-406А.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

В статье на основании анализа опыта применения серийного узкотраншейного экскаватор-дреноукладчика ЭТЦ-406 А при строительстве закрытого дренажа из длинномерных пластмассовых труб с фильтром из сыпучего материала в зоне орошения, рассматриваются его конструктивные недостатки, снижающие технико-эксплуатационные показатели этой машины и предлагаются разработанные и проверенные в производственных условиях технические решения, направленные на устранение этих недостатков.

УДК 574.4:550.4

Пакина С.М.

Прогноз минерализации коллекторно-дренажных вод и засоления почвы при использовании их на орошение.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).



Экспериментально установлено, что процесс выноса солей из массива орошаемых земель при отводе грунтовых вод коллекторно-дренажной системой подчиняется закономерности движения солей в почве.

Предложены методы прогноза минерализации коллекторно-дренажных вод и засоления почвы при использовании минерализованных вод на орошение кормовых культур, основанные на использовании закономерности движения солей в почве.

УДК 626.816:627.14

Перебасова А.А.

Номографический метод управления технологическими процессами на головном сооружении системы Совет-Яб Ташаузской области.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами на гидротехнических сооружениях и оросительных системах потребует упрощения этала расчетного обеспечения, что достигается при применении графоаналитических номограмм.

В статье, на основании накопленного материала лабораторных и натурных исследований и методов номографии дана технологическая схема номограммы управления затворами головного сооружения оросительной системы Совет-Яб, включающая различные периоды его работы, дан ключ работы с ней на конкретных примерах.

Применение номограмм позволит обеспечить высокую оперативность управления затворами, уменьшить относительную погрешность в определении подвижек любого затвора до  $\pm 0,5$  см, даст экономию воды до 5% объема вегетационных поливов.

УДК 631.6

Тюрин Л.П.

Расчет емкости и параметров бункера дреноукладчика.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИТим Госагропрома СССР).

Цель статьи дать исчерпывающие указания по форме и размерам бункера дреноукладчика с учетом объема защитного слоя фильтрующей смеси, а также для создания запаса смеси, учитывающего неравномерность ее доставки, неувязку между цикличностью работы автосамосвалов, загружающих дреноукладчик, с размерами дренажной траншеи. Кроме того, учитывается незаполненный объем бункера из-за расположения материала под углом естественного откоса.

Все составные части объема бункера определены с учетом опытных данных полученных при эксплуатации дреноукладчиков. Объем смеси для создания защитного слоя рассчитан с учетом необходимого превышения смеси над дефлектором и неравномерности доставки смеси самосвалами, а также дополнительного объема бункера устанавливаемого в соответствие с практикой проектирования бункеров дреноукладчиков, в зависимости от ширины траншеи. Загрузочный объем бункера определяется как сумма объемов призматической и пирамидальной частей бункера. Наконец незаполняемый объем бункера принимается по данным практики в размере  $0,5 \text{ м}^3$ .

Изложенный в статье метод расчета параметров бункера дреноукладчика обеспечивает формирование защитного слоя смеси фильтрующего материала и согласование цикличной загрузки с непрерывной разгрузки бункера дреноукладчика.



УДК 631.6.338.1

Сахатова К., Бердыев Г.

Эффективное использование оросительной воды в Туркменской ССР.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

В связи с широким мелиоративным мероприятием в последние годы особое внимание уделено водосберегающей технологии. Важное место эффективное использование оросительной воды уделяется о платном водопользовании.

Введение платы за воду переводом на хозяйственный расчет, позволит дифференцировать закупочные цены сельскохозяйственных культур, также способствовать эффективному использованию оросительной воды.

УДК 631.6

Сапаров Д.

Опыт составления прогнозов уровня грунтовых вод на орошаемых землях статистическим методом.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

В статье приводятся результаты исследований полученных на основании применения вероятностно-статистического метода множественной корреляции для составления прогнозов уровня грунтовых вод в различные периоды на орошаемых землях Ташаузского оазиса.

Выявлены основные режимобразующие факторы для прогноза весенних наиболее высоких и средневегетационных уровней грунтовых вод. Составлены и рекомендованы для практического применения прогностические зависимости по репрезентативным наблюдательным скважинам и на конкретном примере показаны результаты прогнозных расчетов. Установлено, что

достоверность составляемых прогнозов при применении вероятностно-статистического метода полностью зависит от правильного выбора наиболее эффективных режимобразующих факторов режим грунтовых вод.

УДК 631.6

Ханкулиев Э.

Исследования впитывания оросительной воды в почву.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).

В работе приведены результаты определений водно-физических свойств песчаной почвы. Скорость впитывания воды в почву определены в двух вариантах: при безнапорном поливе, т.е. при дождевании и при напорном, т.е. при бороздковом способе полива.

В табличной и графической форме сравнены полученные результаты.

Полученные в результате исследования данные дают возможность автоматизировать процесс полива при стационарных системах дождевания.

УДК 631.6

Хрипко В.Г.

Водосберегающая трубопроводная автоматизированная оросительная система.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома СССР).



В статье изложены важнейшие рекомендации по устройству трубопроводной автоматизированной оросительной системы. Предлагаемая конструкция оросительной системы и технология ее применения соответствуют требованиям постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР об улучшении использования водных ресурсов в стране. Значительный интерес представляют рекомендации по автоматическому управлению поливным режимом. Рекомендации, содержащиеся в статье проверены в 1988 году на виноградной экспериментальной плантации в городе Чарджоу. Годовой экономический эффект составил 2793,1 руб/га.

УДК 626.826

Литвинов Ю.П.

Определение активной зоны движения фильтрационно-грунтового потока из оросительных каналов в многослойной среде.

Сб. "Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане". Ташкент, САНИИРИ, 1989 (ТуркменНИИГим Госагропрома ТССР).

В статье рассматривается задача по определению активной зоны движения фильтрационно-грунтового потока из оросительных каналов работающих как в однорядной так и многослойной среде.

Сделан вывод на основании результатов полученных при эксперименте о целесообразности определения средней величины коэффициента фильтрации для литологических слоев попадающих в указанную часть водоносной толщи. На примере расчета потерь по зависимости учитывающей условия эксперимента показана его корректность и справедливость.



## С О Д Е Р Ж А Н И Е

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Утяганов Р.З., Михайлянц М.М. Формирование поверхности карт намыва и водно-физические свойства тела плотины, намывной из глинистых грунтов.....               | 3  |
| Акмурадова О.Х. Натурные исследования размыва нижнего бьефа перегораживающего сооружения на 456 км Каракумского канала им.В.И.Ленина.....                     | 9  |
| Балакаев Б.К., Ибраимов А.А., Аширов А. Разработка численной модели пропуска твердого стока по Каракумскому каналу.....                                       | 14 |
| Аманов М.Х., Муратов И.Б. Рост и развитие люцерны первого года.....                                                                                           | 22 |
| Хоммадов К. Влияние процесса послойности резания грунта при глубоком рыхлении на снижении тягового усилия.....                                                | 26 |
| Аширов Б. Оценка просадочности лессовых грунтов в зоне освоения четвертой очереди Каракумского канала....                                                     | 29 |
| Мамедова Л.В., Гуданович Т.Г., Бабаева М.Б. Эксплуатационная надежность искусственных фильтров пластмассового горизонтального закрытого дренажа.....          | 33 |
| Жарков В.В., Сборщикова Е.Ф. Применение модифицированного сульфогутля для очистки коллекторно-дренажных и подземных вод перед электродиализным процессом..... | 36 |
| Джуманазарова Т.К., Ханкулиев Э. Влияние микроклимата орошаемого поля на продуктивность кукурузы.....                                                         | 41 |
| Фирсов А.В. Влияние условий сопряжения на характеристики плоских струй.....                                                                                   | 44 |
| Аманов М.Х. Суточный ход элементов теплового баланса деятельной поверхности хлопчатника и люцерны.....                                                        | 51 |
| Шабанова Л.Т., Бидненко Л.И. Эффективность действия глифосата на корневищную растительность.....                                                              | 57 |
| Эшев С.С., Бекмурадов В.С. Лабораторные исследования неразмывающих скоростей потока в несвязных грунтах.....                                                  | 62 |



|                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Михаилянц М.М., Доктор Ф.Ш., Утяганов Р.З. Основные направления развития техники очистки от растительности каналов в земляном русле.....                                                  | 69  |
| Сапармурадов А. Корректировка режима орошения хлопчатника с учетом применения новой водосберегающей техники и технологии полива в различных гидромодульных районах орошаемых земель ..... | 74  |
| Смагин В.Н., Жарков В.В., Сайфудинов Р.Н. Рабочая плотность тока электродиализа на опреснительном аппарате ЭОУ НИИПМ-25М при повышенных температурах.....                                 | 81  |
| Лукутин И.Н., Абдрахманов А.А., Григорьянц Р.А. Повышения технико-эксплуатационных показателей узкотраншейного экскаватор-дреноукладчика ЭТЦ-406А .....                                   | 88  |
| Пакшина С.М. Прогноз минерализации коллекторно-дренажных вод и засоления почвы при использовании их на орошение.....                                                                      | 95  |
| Перебасова А.А. Номографический метод управления технологическими процессами на головном сооружении системы Совет-Яб Ташазуской области.....                                              | 110 |
| Тюрин Л.П. Расчет емкости и параметров бункера дреноукладчика.....                                                                                                                        | 119 |
| Сахатова К., Бердыев Г. Эффективное использование оросительной воды в Туркменской ССР .....                                                                                               | 125 |
| Сапаров Д. Опыт составления прогнозов уровня грунтовых вод на орошаемых землях статистическим методом..                                                                                   | 132 |
| Ханкулиев Э. Исследования впитывания оросительной воды в почву .....                                                                                                                      | 145 |
| Хрипко В.Г. Водосберегающая трубопроводная автоматизированная оросительная система.....                                                                                                   | 148 |
| Литвинов Ю.П. Определение активной зоны движения фильтрационно-грунтового потока из оросительных каналов в многослойной среде .....                                                       | 158 |
| Рефераты .....                                                                                                                                                                            | 165 |