

501
1982

სსსრ კავშირის სსრული მეცნიერების აკადემია
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР



საქართველოს შრომის წითელი დროშის ორდენისა და
სახოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი
Грузинский ордена Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственный институт

საქართველო
ბიბლიოთეკა

სამეცნიერო შრომები № 4 (126) НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

ჰიდრომელიორაციული სისტემები
და მათი ექსპლუატაცია
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И
ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

თბილისი—1982—ТБИЛИСИ

სსრ კავშირის სოფლის მეურნეობის სამინისტრო
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

საქართველოს შრომის წითელი დროშის ორდენისა და
სახელმწიფო-სამეურნეო ინსტიტუტი

Грузинский ордена Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственный институт



ქართული
სამეურნეო ინსტიტუტი

სამეცნიერო შრომები № 4 (126) НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

ჰიდრომელიორაციული სისტემები
და მათი ექსპლუატაცია

ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И
ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ



მასალები განხილულია ჰიდრომელორაციის საშუალებების
ტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე და შემდგომად მისი
ტუტის სამეცნიერო საბჭოს შიგ.

Материалы рассмотрены на заседании Ученого
совета факультета гидромелиорации и одобрены
Ученым советом института

მთავარი რედაქტორი აკად. ვ. მეტრეველი

სარედაქციო კოლეგია: ჯ. ბობოხიძე (პ/მ მდივანი), დოც. კ. კვან-
ტალიანი, დოც. მ. მეტრეველი, პროფ. ო. ნათიშვილი, დოც. გ. ტულუში,
დოც. თ. ქაცარავა, პროფ. ბ. ჩიკვაშვილი (მთ. რედ. მოადგილე).

Главный редактор акад. ВАСХНИЛ В. И. Метревели

Редакционная коллегия: Дж. П. Бобохидзе (отв. секретарь),
доц. Т. Э. Кацарава, доц. К. И. Кванталиани, доц. М. И. Метреveli,
проф. О. Г. Натишвили, доц. Г. Э. Тугуши, проф. Б. М. Чиква-
швили (зам. гл. редактора).



Б. М. ЧИКВАШВИЛИ, Г. М. ГЕРМАН

17.350
**ВЫРОЖДЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ПОСЛЕ СОУДАРЕНИЯ СБРОСНЫХ
ПОТОКОВ И ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГАСИТЕЛЯ
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГАШЕНИЯ ЭНЕРГИИ**

Полученные в последние годы данные о статистических методах исследования турбулентности вселяют уверенность в том, что структура турбулентных потоков подчинена строгим законам и поэтому может быть изучена с достаточной степенью точности [1, 2, 3]. В данной работе, на основе статистического анализа записи мгновенных характеристик потока, описаны закономерности затухания пульсации в сбросном потоке и влияние пульсации на состояние сбросного потока.

Проведенные нами эксперименты еще раз подтверждают мысль о том, что одним из самых эффективных, наглядных и достоверных методов изучения состояния потока в нижнем бьефе, с целью выявления характеристик потока после сопряжения бьефов, является применением теории локально-изотропной турбулентности. Применение этой теории предполагает стационарность и эргodicность изучаемого сбросного потока.

В этой связи створ в котором мы начинали измерения выбирался таким образом, чтобы при отсутствии обратных потоков поток не был аэрирован, а движение жидкости было установившемся. Применительно к задаче о гашении энергии соударением (взаимодействием) сбросных потоков, створ в котором начались измерения эквивалентен створу послепрыжкового участка при обычном прыжковом сопряжении.

Эксперименты проводились в лотке шириной 30 см и длиной 3,5 м, в голове которого с двух сторон симметрично вводились

трубы под различным углом β и разными расстояниями между ними В (Рис. 1).

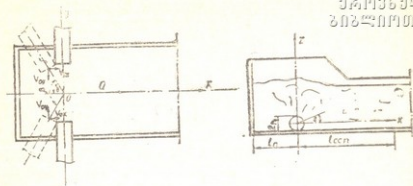


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

В приводимых в этой работе данных, измерения проводились при постоянном уровне затопления труб в нижнем бьефе. Глубина воды в нижнем бьефе составляла:

$$h_{н.б.} = 3,2h' \approx \frac{2}{3} h_0'',$$

где: h' — первая сопряженная глубина $h' = d$,

h'' — вторая сопряженная глубина, соответствующая расчетной эквивалентной совершенному прыжковому сопряжению.

Измерения проводились с помощью четырехлопастной контактной микровертушки с диаметром ротора 6,8 мм, которая служит преобразователем скорости потока в электрические сигналы. Вес дуралевого ротора вертушки с осью составляет ≈ 40 мг. Начальная скорость вращения $4 \div 5$ см/с. Синусоидальные сигналы с микровертушки детектируются, усиливаются и формируются в прямоугольные импульсы в преобразователе формы импульсов. Затем дискретные сигналы поступают на вход частотомера — периодомера ЧЗ-22, в котором измеряется длительность сигналов, а счетный блок прибора выдает информацию в параллельном коде. Транскриптор Ф 595-К осуществляет преобразование параллельного кода в последовательный. В таком виде информация распечатывается на пятиторной ленте перфоратором ПЛ-80.

Микровертушка прототипирована по частоте совместно с формирователем импульсов и частотомером ЧЗ-22.

График тарировки представляет собой прямую функцию $U = \Phi(f)$. Коэффициент вертушки по данному графику есть tg угла наклона прямой $K_v = 0,61$. (Рис. 2).

ՅԺԲԳԵՅԸՈ
ՅՈՅԸՈԲՈՅՅՅ

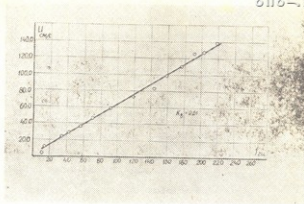


Рис. 2. График тарировки микровертушки по частоте.

Информация о скоростной структуре потока (массив информации) без промежуточных обработок вводится на фотоввод ЭВМ Минск-32. Программой обсчета на языке «Фортран-IV» предусмотрена обработка массива и выдача на печать (АЦПУ) данных точечного, с выбранным периодом осреднения, измерения мгновенных значений скоростей параметров:

1. Осредненное значение скорости \bar{U} , см/с;
2. Стандарт пульсации или среднеарифметическое значение пульсационных характеристик $\sigma = U' = \sqrt{\bar{U'^2}}$, см/с;
3. Интенсивность турбулентности или нормированный стандарт $\frac{U'}{\bar{U}}$;
4. Значение ковариационной функции;
5. Корреляционная или нормированная на дисперсию потока ковариационная функция и ее график;
6. Значение функции спектральной плотности и ее график.

В последнее время [2] спектральным характеристикам турбулентности уделяется большое внимание и объясняется это тем, что по спектрам видно как распределяется кинетическая турбулентная энергия по частотам турбулентных пульсаций. В этой связи графики функции спектральной плотности называют еще и энергетичес-

кими спектрами. Спектры дают возможность оценить скорость диссипации энергии, что, как будет указано ниже, является основным показателем в познании механизма турбулентности.

Согласно программе графики функции спектральной плотности энергии выражены как $lg S(f) = \Phi(f)$ в билогарифмических координатах. Убедившись в стационарности и эргодичности измеряемого потока, мы, согласно концепции Колмогорова о локально-изотропной турбулентности, производим инструментальные измерения в «инерционном интервале», т. е. измерение вихрей значительно меньших некоторого внешнего масштаба L и больших Колмогоровского микромасштаба η . В этом случае все статистические характеристики поля скорости определяются лишь одним параметром ε . Изложенное выше говорит о том, что в инерционном интервале нет никаких источников и стоков энергии — передаваемая по каскаду частот энергии от больших вихрей меньшим численно равна диссипации ε .

В инерционном интервале спектр турбулентности имеет вид:

$$S(k) = C_1 \varepsilon^{\frac{2}{3}} K^{-\frac{5}{3}}, \quad (1)$$

где

$$K = \frac{2\pi f}{U} - \text{волновое число};$$

C_1 — универсальная постоянная;

ε — скорость диссипации энергии;

$S(k)$ — спектральная плотность энергии в измеряемом объеме.

На графиках спектральной плотности инерционный интервал выразится в виде наклонной линии с углом наклона $\frac{5}{3}$. Минус в показателе волнового числа в (1) указывает на направление наклона.

Расчет статистических характеристик равновесной области проведен с 90% достоверностью, применив метод использования поправки к спектру для пространственного линейного осредняющего устройства по рекомендациям Дж. Бендата и А. Пирсола [4].

$$\frac{\sin^2 \pi k d}{(\pi k d)^2} = 0,9 \quad (2)$$

где: d — диаметр ротора микровертушки.

Значение волнового числа, подсчитанное подбором, $K=0,26$ соответствует линейной частоте пульсации в доверительных интервалах, определяемой из

$$f_{\text{доп.}} = \frac{K\bar{U}}{2\pi}$$

0 4 1 3 5 9 2 0
3 0 3 2 0 1 0 1 3 3 3

где: \bar{U} — осредненная скорость в измеряемом объеме жидкости.

Для расчета спектра преобразуем (1) в значениях логарифмов;

$$l_g S(k) = l_g C_1 \varepsilon^{\frac{2}{3}} - \frac{5}{3} l_g K, \quad (3)$$

Выразим $S(k) = \frac{\bar{U}}{2\pi} S(f)$ и $K = \frac{2\pi}{\bar{U}} f$,

и приняв $l_g C_1 \varepsilon^{\frac{2}{3}} = l_g A$, (4)

получим $l_g \frac{\bar{U}}{2\pi} + l_g S(f) = l_g A - \frac{5}{3} l_g f - \frac{5}{3} l_g \frac{2\pi}{\bar{U}}$, (5)

отсюда $l_g A = l_g \frac{\bar{U}}{2\pi} + \frac{5}{3} l_g \frac{2\pi}{\bar{U}} + l_g S(f) + \frac{5}{3} l_g f$. (6)

Взяв в инерционном интервале любую точку (на графике) и определив $l_g S(f)$ и f точки легко подсчитать антилогарифмированием значение A , определив значение всех составляющих (6).

Из (4) видно, что $A = C_1 \varepsilon^{\frac{2}{3}}$

Отсюда скорость диссипации кинетической турбулентной энергии, безвозвратно потерянной потоком и перешедшей в тепло, будет

$$\varepsilon = \frac{A}{C_1} \sqrt{\frac{A}{C_1}} \quad (7)$$

Установим размерность скорости диссипации из (1) преобразовав волновые числа в линейные частоты

$$\frac{\bar{U}}{2\pi} S(f) = C_1 \left(\frac{2\pi}{\bar{U}} f \right)^{-\frac{5}{3}} \varepsilon^{\frac{2}{3}}, \quad (8)$$

Отсюда:

$$\epsilon = \frac{\bar{U}^2}{2\pi} S(f) \cdot \left(\frac{2\pi f}{\bar{U}}\right)^5 \cdot \frac{1}{C_1} \quad (9)$$

Заменяв правую часть символами размерностей

$$\epsilon = \frac{L}{T} \cdot \frac{L^2 T}{T^2} \left(\frac{T}{TL}\right)^5 = \frac{L^3}{T^2} \left(\frac{1}{L}\right)^5 = \frac{L^3 L^{-5}}{T^2} = \frac{L^{-2}}{T^2}$$

$$|\epsilon| = \sqrt{\frac{L^4}{T^8}} = \frac{L^2}{T^4} \quad \text{размерность } \epsilon = \frac{CM^2}{C^3};$$

Это есть энергия отнесенная к единице массы жидкости, поступающая в измеряемое пространство от потока в единицу времени.

Представляется возможным подсчитать скорость диссипации и по рекомендациям И. О. Хинце [5] по градиенту убывания пульсаций U' скорости.

Уравнение энергетического спектра имеет вид

$$\frac{d}{dt} \int_0^{\infty} E(k,t) dk = -2\nu \int_0^{\infty} k^2 E(k,t) dk \quad (10)$$

где правая часть уравнения представляет собой энергию диссипации, а $E(k,t)$ — пространственный энергетический спектр.

Им подмечено, что

$$\int_0^{\infty} E(k,t) dk = \frac{3}{2} U'^2 \quad (11)$$

тогда

$$\frac{3}{2} \frac{dU'^2}{dt} = -\epsilon \quad (12)$$

Заменяв $t = \frac{X}{\bar{U}_c}$, где $X = \frac{L}{d}$, $\bar{U}_c = (0,8 \div 0,9) \bar{U}$

и применив концепцию Тейлора о «замороженной турбулентности» имеем:

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{dU'^2 \bar{U}_c}{d\left(\frac{L}{d}\right)} = -\epsilon$$

Скорость диссипации по градиенту убывания пульсации отличается от скорости диссипации рассчитанной по спектру мощности $S(f)$, тем, что пульсации в первом случае берутся как средние значения, а во втором случае распределяются по частотам. Однако в момент вырождения турбулентности значения диссипации совпадают. Это явление и положено в основу определения места установления равномерно установившегося течения в лотке в зависимости от конструктивных условий гасителей кинетической энергии потока.

Приведенные графики подтверждают правильность сделанных нами выводов (Рис. 3 и 4).

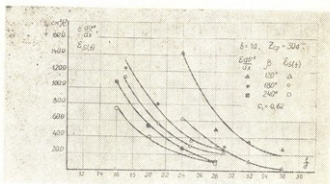


Рис. 3. Вырождение турбулентности по длине потока при расстоянии между выходами труб $b=1d$.

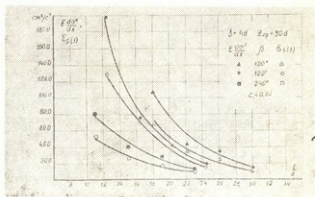


Рис. 4. Вырождение турбулентности по длине потока при расстоянии между выходами труб $b=4d$.

Располагая знанием стандартов пульсации в каждом конкретном случае мы хотели бы еще остановиться на определении влия-

ния пульсационных добавок на величину коррективы кинетической энергии $\alpha_{\text{он}}$ и коэффициент неравномерности распределения скорости $\alpha_{\text{н}}$

В. И. Литхер [6] рассмотрел влияние пульсационных добавок на величину кинетической энергии для пространственной задачи.

$$\frac{d(\bar{U})^2}{3} = \frac{1}{Q} \int \left(\frac{1}{2} \bar{U}^2 + \langle U'^2 \rangle \right) U d\Omega = \frac{1}{2Q} \int \bar{U}^2 d\Omega + \frac{1}{Q} \int \langle U'^2 \rangle U d\Omega \quad (13)$$

Заменяем для решения плоской задачи $Q = \bar{U}h$ — удельный расход по глубине потока получим:

$$\frac{\alpha \bar{U}^2}{2} = \frac{1}{2\bar{U}h} \int \bar{U}^2 dh + \frac{1}{\bar{U}h} \int \langle U'^2 \rangle \bar{U} dh \quad (14)$$

из (14) имеем:

$$\alpha_{\text{он}} = \frac{\int \bar{U}^2 dh + 2 \langle U'^2 \rangle \bar{U} dh}{\bar{U}^2 h} \quad (15)$$

Аналогично, при определении коэффициента неравномерности распределения скорости по сечению имеем:

$$\frac{1}{h} \int (\bar{U}^2) dh = \frac{1}{h} \int \bar{U}^2 dh + \frac{1}{h} \int \langle U'^2 \rangle dh \quad (16)$$

откуда

$$\alpha_{\text{н}} = \frac{\int \bar{U}^2 dh + \langle U'^2 \rangle dh}{\bar{U}^2 h} \quad (17)$$

Числители уравнения (15) и (17) решались построением и планиметрированием эпоксидных профилей \bar{U}^2 , \bar{U}^3 , U'^2 и U'^3 .

Знаменатели уравнений представляют численные значения квадратов и кубов осредненных скоростей, полученных программой с АЦПУ «Минск-32».

Влияние пульсационных добавок на $\alpha_{\text{он}}$ и $\alpha_{\text{н}}$ можно проследить по приложенным графикам (рис. 5, 6, 7, 8).

Выводы: 1. Теория локально-изотропной турбулентности является одним из самых объемлющих и эффективных методов исследования состояния потока и, в решении задач инженерной гидравлики при выборе гасителя кинетической энергии потока или изучения влияния различных конструктивных элементов в гидросооружениях, может играть первостепенную роль;

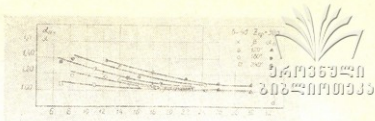


Рис. 8. Значение коэффициента неравномерности распределения скорости по сечению с учетом и без учета пульсационных добавок при расстоянии между трубами $b = 4d$.

2. Определение скорости диссипации энергии различными методами позволяет определить длину участка вырождения энергии в послепрыжковой области и в среднем равна $(6 \div 10) h$ и. б.;

3. Представляется возможным уточнить значение C_1 — универсальной постоянной продольной составляющей скорости графо-аналитическими методами;

4. С увеличением угла между соударяющимися потоками длина сопряжения эквивалентная длине прыжка уменьшается при значительном снижении энергоемкости сбросного потока;

5. Влиянием пульсационных добавок на значение α_0 — корректива кинетической энергии потока и α — коэффициента неравномерности распределения скоростей по сечению пренебрегать нельзя.

С учетом пульсационных добавок эти коэффициенты более достоверно отражают состояние динамики переформирования потока и изменение его энергоемкости.

Литература

1. А. Н. Колмогоров. Рассеяние энергии при локально-изотропной турбулентности. Доклады АН СССР, т. 32, № 1, 1941.
2. Д. И. Гринвальд. Турбулентность русловых потоков. Гидрометиздат, Л., 1974.
3. Дж. Л. Ламли, Г. А. Пановский. Структура атмосферной турбулентности. «Мир», М., 1966.
4. Дж. Бендат, А. Пирсол. Измерение и анализ случайных процессов. «Мир», М., 1974.
5. И. О. Хинце. Турбулентность. Ее механизм и теория. Государственное издательство физико-математической литературы, М., 1963.
6. В. И. Ляхтер. Турбулентность в гидросооружениях. «Энергия», М., 1968.



УДК 631.6

Г. Э. КВАНЦЛАВА
Е. П. ДОМАШНЕВСКИЙ

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ДЛЯ НУЖД ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ ГССР

Природно-климатические условия территории Грузии разнообразны и делятся на две основные резко отличающиеся друг от друга части: западную — область морского влажного субтропического климата и восточную — зону сравнительно сухого континентального климата.

Для западной части характерным является обилие атмосферных осадков, в связи с чем эта часть характеризуется наличием в большом количестве заболоченных, избыточно-увлажненных земель нуждающихся в осушении.

В восточной части среднегодовое количество осадков колеблется в среднем 500 — 800 мм, однако их распределение по временам года неблагоприятно. Наименьшее количество осадков выпадает в июле и августе, то есть тогда, когда сельскохозяйственные культуры больше всего нуждаются во влаге.

Поэтому орошение в восточной части республики является одним из неперемennых условий для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

За первое десятилетие своего существования, Советская Грузия площадь орошаемых земель довела до 207 тыс. га, а также были начаты работы по осушению Колхидской низменности.

К началу второй мировой войны орошаемая площадь республики уже составила 342 тыс. га, а осушенная — 19,9 тыс. га.

Свое дальнейшее развитие водохозяйственное строительство получило после окончания Великой Отечественной войны. За пос-

левоенный период были построены и сданы в эксплуатацию такие инженерные системы, как Мухранская, Ванатская, Тези-Оксамская, Ташикарская, Салтвисская и др.

Наиболее важным и крупным ирригационным объектом этого периода является Самгорская оросительная система площадью порядка 80 тыс. га, расположенная в районах, примыкающих к г. Тбилиси.

Самым крупным строящимся ирригационным объектом в республике является Верхне-Алазанская оросительная система, которая предназначена для орошения 108 тыс. га. Кроме вышеуказанных крупных объектов в республике строятся или частично уже эксплуатируются ряд оросительных систем в разных районах республики, такие, как Телетская, Сатурамская, Кавтис-хевская и другие, требующие преимущественно механического подъема воды.

С 1960 года начаты работы по орошению чайных плантаций в западной части Грузии.

Ввиду сложного рельефа, орошение в основном осуществляется способом стационарной системы дождевания. Серьезное внимание уделяется в республике вопросу обводнения летних и зимних пастбищ.

С 1962 года при Министерстве мелнорации и водного хозяйства Грузинской ССР организовано специальное управление по эксплуатации пастбищно-обводнительных систем, обслуживающих около 500 тыс. га.

Главным объектом осушения в республике является Колхидская низменность площадью 225 тыс. га. В незначительных размерах осушительные работы проведены и проводятся в некоторых районах восточной Грузии.

Горный характер рельефа республики и природные условия оказывают влияние на гидрологический режим рек и приводят их к резко выраженным наводкам и селеобразованию, что очень часто создает угрозу затопления и сноса сельскохозяйственных угодий и населенных пунктов, поэтому в общем комплексе водохозяйственных работ, проводимых в Грузии — противонаводковые и противозероэрозийные мероприятия имеют значительный удельный вес и если раньше защита подверженных опасности объектов проводилась, в основном, сооружениями временного типа, за последние годы широкие размеры приняло возведение капитальных берегоукрепительных сооружений, сковывающих бурные реки и заставляющих их служить делу народного хозяйства.

Особое внимание уделяется в республике эксплуатации водохозяйственных систем. Для этой цели в системе Минводхоза Грузинской ССР созданы 35 эксплуатационных управлений. Проводится большая работа по улучшению технического состояния мелиоративных систем, внедрению прогрессивных способов широкому внедрению автоматики и телемеханики на оросительных системах.

Осушительные работы в республике проводятся в основном, в Колхидской низменности, расположенной на крайнем западе Грузии. Эта Приморская заболоченная равнина площадью 225 тыс. га расчленена многочисленными реками на отдельные междуречные массивы.

В заболочивании Колхидской низменности, в основном участвуют поверхностные воды, которые формируются в виде атмосферных осадков, паводковые воды при разливе рек и т. д. Площади с избыточным увлажнением за счет грунтовых вод разбросаны пятнами по всей низменности, но главным образом в ее северной части, где они тяготеют к речным долинам.

В течение многих веков Колхидская низменность оставалась гнилым болотом, очагом малярии и народного бедствия. На сегодняшний день в Колхидской низменности осушены более 85 тыс. га земель, на которых организованы совхозы и колхозы, использующие эти земли под субтропические культуры: цитрусы, чай, лавр, лурму, инжир, бамбук и др. В XI пятилетке намечено дополнительно осушить 35 тыс. га земель.

Все выше изложенные мероприятия диктуют необходимость развития и рационального размещения промышленных предприятий и ремонтно-строительных организаций для нужд эксплуатации мелиоративных систем республики, с учетом достижений экономических и технических наук послевоенных лет.

Поставленный вопрос освещается ниже в первом приближении.

Основные направления по использованию минерально-строительного сырья для производства строительных материалов (местных)

Грузия располагает огромными запасами материально-строительного сырья для производства нерудных местных строительных материалов. В качестве строительного камня в республике используются изверженные и осадочные породы. Изверженные по-

роды представлены интрузивными (базальт, габбро, диорит) и эффузивными (туфолавы и вулканические шлаки) породами. Предел прочности этих пород колеблется от 700 до 1100 кг/см².

Как интрузивные, так и эффузивные породы используются для получения высокопрочного щебня.

Запасы изверженных пород практически неисчерпаемы, но разведенных месторождений с изученными технологическими свойствами и утвержденными запасами сравнительно мало. Количество разведенных месторождений изверженных пород — 16, составляют общие запасы 22 · 10⁶ м³.

Осадочные породы представлены известняками. Предел прочности известняков колеблется в широком диапазоне (от 200 до 1200 кг/см²). Общее количество разведенных месторождений — 51, из них для производства строительного камня и заполнителя для производства бетона — 12 месторождений с утвержденными запасами по промышленным категориям 83 · 10⁶ м³; для производства строительной извести — 49 месторождений с утвержденными запасами 128 · 10⁶ м³.

Песчано-гравийные отложения на территории Грузии имеют широкое распространение, но распределены они на площади очень неравномерно, что обусловлено геологическим строением горной страны. Значительное большинство месторождений приурочено к поймам и руслам рек или террасам.

Промышленные запасы песчано-гравийных материалов по разведенным месторождениям составляют 270 · 10⁶ м³ (общее количество разведенных месторождений — 34).

Запасы песчано-гравийных материалов не ограничиваются вышеназванной цифрой и могут быть значительно увеличены за счет поименных проявлений по всей территории республики.

Строительные пески имеют широкое распространение, но распределены также, как и песчано-гравийные материалы, неравномерно.

Изученность месторождений строительных песков недостаточная. Пригодность песков для производства бетона и силикатных изделий установлена по небольшому количеству месторождений. Разведенное количество месторождений песка — 6, с общим утвержденными запасами — 126 · 10⁶ м³, из них пригодных для производства силикатного кирпича 84 · 10⁶ м³.

Керамическое сырье имеет широкое распространение по всей территории республики, однако крупных разведенных месторождений сравнительно мало.

Керамическое сырье, как правило, представлено обычными желтобурыми или красными глинами. По количеству и технологическим свойствам глины пригодны для производства кирпича марки «75», «100» и выше, а также для производства черепицы.

Общее количество разведанных месторождений кирпичных глин — 98, с общим запасом $58 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.

Глины Телавского месторождения и Сакочакао — II предполагаются для производства дренажных гончарных труб.

Основные данные о существующей структуре предприятий, выполняющих ремонтно-строительные работы гидромелиоративных объектов (по данным Минводхоза Грузинской ССР на 1976 г.)

а) Предприятия по производству нерудных материалов характеризуются следующими показателями:

№ п/п	Наименование карьера или завода	Ед. изм.	Песок	щебень Гранит	Камень бутовый	Гравийно-песчаная смесь (г/а-ласт)
1	Колобанский завод треста „Промстройматериалы“	т. м3	68,2	92,3	—	—
2	Шулаверский завод нерудных материалов треста „Промстройматериалы“	—	103,2	105,7	—	—
3	Карьер в Кавтис-Хеви треста „Волстройматериалы“	—	17,0	103,0	—	—
4	Баластный карьер треста „Волстрой“ в г. Поти	—	—	—	—	70,0
5	Карьер треста „Волстрой“ в Лагодехском районе	—	34,0	32,0	29,0	—
Всего:			222,4	338,0	29,0	70,0

б) Предприятия по производству сборного железобетона и товарного бетона характеризуются следующими показателями:

Как видно из таблицы, основной объем сборного железобетона производится на полигонах Телавского и Лилейского заводов, которые требуют реконструкции и упорядочения производства железобетонных изделий.

№№ п/п	Наименование заводов	Един. изм.	Сборный железобетон	Толырный бетон
1	Лилойский завод ж/б изделий треста „Водстройматериалы“	т. м ³ .	36,4	8,3
2	Телавский завод ж/б изделий треста „Водстройматериалы“	— „ —	37,9	27,0
3	Колхидский завод промстройматер.	— „ —	—	0,6
4	Шулаверский завод нерудных мат.	— „ —	—	4,3
	Всего по тресту		94,3	40,7

в) Деревообрабатывающие предприятия: Самостоятельных специализированных деревообрабатывающих предприятий по производству столярных и погонажных изделий в системе Минводхоза Грузинской ССР не имеется. Существующие деревообрабатывающие хозяйства находятся на положении подсобно-вспомогательных цехов и отделений при заводах железобетонных изделий, как, например, при Лилойском заводе железобетонных изделий и при Тбилисской мастерской по ремонту геодезических инструментов.

Ниже приводятся основные сведения о структуре организаций, выполняющих ремонтно-строительные работы. При этом прежде всего заметим, что в системе Минводхоза Грузинской ССР до 1977 года не было ремонтно-строительных организаций, выполняющих ремонтные работы для нужд эксплуатации существующих гидромелиоративных систем. Эти работы выполнялись строительными трестами, спецтрестом «механизация» и силами самих эксплуатационных управлений.

В Минводхозе Грузинской ССР имеется 35 эксплуатационных управлений и одно управление эксплуатации пастбищно-обводнительных систем. Учитывая агроклиматические, географические особенности и экономически сложившиеся отношения отдельных районов, все мелиоративно-эксплуатационные управления на территории Грузии для удобства сгруппированы в 6 зон (такое деление диктовалось также необходимостью создания ремонтно-строительных организаций, на перспективу) и, как отмечалось выше, по всем этим зонам заказы на ремонтные работы в основном выполнялись Лилойским и Телавским заводами ж/бетонных изделий, Шулаверским заводом инертных материалов, Колхидским заводом промстройматериалов, Телавским ремонтно-механическим заводом и мастерской по ремонту геодезических инструментов.

Все эти предприятия находились в ведении треста «Водстройматериалы», который в первую очередь обеспечивал материалами и изделиями строительные тресты, а затем — частично эксплуатационных управлений.

Пять мастерских по текущему ремонту и обслуживанию строительных машин и механизмов также находились в ведении спецтреста «механизация». Указанные механические мастерские при управлениях механизаций (УМ) следующие: УМ № 1 — в г. Поти, УМ № 2 — в Хоби, УМ № 3 — в Тбилиси, УМ № 4 — в Сагареджо и УМ № 5 — в Тамыше. Они занимались и занимаются только техническим обслуживанием и текущим ремонтом строительных машин и механизмов.

В свою очередь, в строительных трестах имеются специализированные управления механизации (СУМ), которые имеют свои небольшие мастерские по ремонту и техническому обслуживанию строительных машин и механизмов. Капитальным ремонтом они не занимаются.

Мастерских по текущему ремонту средств автоматики и телемеханики, средств связи, гидрометрического, электротехнического и гидромеханического оборудования в системе Минводхоза Грузинской ССР не имеется.

Рекомендации по совершенствованию ремонтно-строительных организаций для нужд эксплуатации мелиоративных систем на периоды 1981 — 1990 гг.

Основными исходными показателями при разработке настоящей рекомендации являются намечаемые объемы ремонтно-строительных работ (РСР) по годам на период 1981 — 1990 гг., динамика роста которых показана на прилагаемом графике (рис. 1).

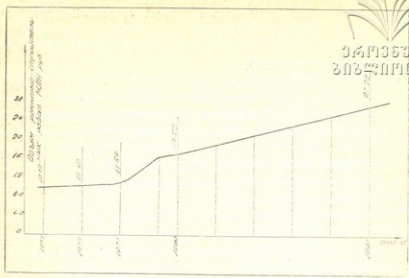
Недостатки существующей структуры выполнения РСР, их значительный рост, а также переход к полному обслуживанию внутриводхозяйственной сети, делают необходимым коренную реорганизацию ремонтно-строительной службы.

С этой целью в 1977 году в системе Минводхоза Грузинской ССР создан специализированный трест «Ремводстрой», в ведении которого первоначально должны находиться 5 передвижных механизированных колон (ПМК), имеющих необходимую производственную базу. На ПМК возложены следующие функции:

— ремонт и очистка каналов, дамб и гидротехнических сооружений;



საქართველოს
საგარეო ურთიერთობების
მინისტრო



რს. 1

- ремонт эксплуатационных дорог;
- изготовление и ремонт металлоконструкции;
- техническое обслуживание и текущий ремонт строительных и мелиоративных машин и насосно-силового оборудования;
- берегоукрепительные работы;

В связи с ростом объемов ремонтно-строительных работ, к 1990 г. предполагается создание двух трестов: одного в Западной и другого — в Восточной Грузии.

Техническое обслуживание и текущий ремонт автотранспорта и выполнение автоперевозок предусмотрено передать специализированному тресту «Водтранс», создание которого обосновано по научно-техническим проработкам треста «Оргводстрой», «Главгрузводстроя» Грузинской ССР.

Существующее и перспективное распределение мелиорируемых земель по водохозяйственным зонам республики представлены в таблице 1.

Вся территория Грузинской ССР разделена на 6 — водохозяйственных зон и кроме того 1-ая зона находится вне территории Грузии (на территории Дагестанской АССР — зимние пастбища). Зональное деление территории Грузии утверждено Минводхозом Грузинской ССР. Дислокация ПМК подчинена зональному делению.



Существующие и перспективное распределение мелиорируемых земель по водохозяйственным зонам Грузинской ССР

Зона	Наименование управления	Орошение, га			Осушение, га			1980-1990		
		1975	1976-1980	1991-1990	1975	1976-1980	1991-1990 г	1980 г.	1990	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	Абхазское	3240	—	12500	31000	3300	30500	—	—	—
	Зугдидское	4440	—	4200	24700	1400	9000	—	—	—
	Колхетское	1150	—	12700	30300	2900	31200	—	—	—
	Итого	8830	—	29400	86000	20200	71000	—	—	—
II	Аджарское	7780	—	1500	4900	—	—	—	—	—
	Матарадзевское	3530	—	3500	13000	1500	12700	—	—	—
	Абашское	1190	—	5000	12900	11500	4300	—	—	—
	Цулунидзевское	19110	—	5100	8900	500	—	—	6000	—
	Кутаисское	16790	—	2200	2600	300	—	—	—	—
	Зестафонское	6770	—	7200	1300	200	—	—	—	—
Итого	55170	—	28100	44800	14000	17200	—	6000	—	
III	Аджарское	5620	—	200	—	—	—	4000	3700	—
	Ахалцихское	9430	—	2500	—	—	—	24800	3500	—
	Ахалкалакское	16310	—	13900	—	—	—	42700	6500	—
	Итого	31360	—	16700	—	—	—	71700	13700	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV	Юго-Осетинское	9440	—	4600	—	—	—	—	—	—
	Хашурское	5870	5300	500	700	—	—	—	—	—
	Карельское	11400	2000	4300	500	—	—	—	—	—
	Горийское	4060	1200	1600	—	—	—	—	—	—
	Каспское	19450	1500	1200	—	—	—	—	—	—
	Итого	92040	10000	13400	1200	—	—	—	—	—
V	Мцхетское	14480	—	15000	3000	—	—	—	—	—
	Верхне-Самгорское	30850	—	3400	—	—	—	—	—	—
	Тбилисское	10200	3000	4600	—	—	—	—	—	—
	Тетрицарийское	5720	700	6600	—	—	—	—	—	—
	Большеское	11384	3200	10000	700	—	—	—	17400	8200
	Марнеульское	30210	—	5200	—	—	—	—	—	—
	Гардабанское	11480	—	—	—	—	—	—	—	—
	Итого	116410	7100	46800	3700	—	—	—	17400	8200
VI	Нижне-Самгорское	24000	—	—	4000	—	—	45400	—	—
	Нижне-Самгорское УМО	6270	—	4000	—	—	—	—	—	—
	Толасское	30000	33000	61800	500	4000	—	—	—	—
	Кварельское	6920	—	4700	300	—	—	—	—	—
	Лагодзское	5600	—	2000	12600	1800	—	—	—	—
	Алаванское	29230	9700	10000	2500	—	—	135200	53100	—
	Итого	106140	42700	83300	14300	5800	—	—	180400	53100
VII	Кизлярское	—	—	—	—	—	—	331200	—	—
	Всего (кругло)	419000	60000	820000	131800	40000	88200	681000	80000	—



УДК 631.6.02:631.674.5

Г. Е. ТУГУШИ

ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ПОЛИВА СКЛОНОВ И МЕТОДИКА ЕГО РАСЧЕТА

Обычные дождевальные аппараты с наклоном ствола к горизонту $28^{\circ} \div 32^{\circ}$ имеют сравнительно низкую траекторию струи и поэтому в случае наклона местности больше $8^{\circ} \div 13^{\circ}$ нераспыленная часть струи, имеющая большую ударную силу, вызывает механическое повреждение растений на верхней части склона и смыв почвы.

Когда наклон местности θ_0 больше, чем допустимый $\theta_{доп}$, следует применять другие виды аппаратов, из которых в основном предлагаются секторные и с переменным углом вылета струи.

Секторные представляют собой обычные дальнеструйные дождевальные аппараты, снабженные специальным устройством, с помощью которого производится секторный полив так, чтобы в пределах поливаемого сектора нераспыленная часть струи не пересекала поверхность земли. Однако секторные аппараты имеют ряд недостатков: поливаемая площадь с одной позиции значительно уменьшается и, следовательно, увеличивается общая средняя интенсивность дождя, ускоряется образование поверхностного стока и сокращается допустимая продолжительность полива; на боковых границах поливаемого сектора в момент изменения направления вращения действующая интенсивность дождя мгновенно возрастает в несколько раз, что вызывает размыв почвы; расстояние между стояками аппаратов уменьшается, их общее количество и стоимость увеличиваются, и не обеспечивается равномерный полив.

В принципе работы аппаратов с переменным углом вылета струи вложена идея — изменять угол вылета струи α так, чтобы

ее нераспыленная часть не пересекала дневную поверхность склона, а равномерный полив осуществить соблюдением постоянства радиуса действия по всем радиальным направлениям, что технически осуществляется по разному. Для достижения намеченной цели такие аппараты должны работать с минимальным радиусом действия, который всегда будет иметь место на верхней части поливаемой площади при полярном угле $\Theta = 0^\circ$ для любого значения угла вылета струи α . Следовательно, аппараты используются нерационально, т. к. возможная полезная площадь дождевания уменьшается.

На основании соответствующих теоретических исследований [5, 6], нами предложен новый вид аппарата [7], принцип работы которого заключается в следующем. Наклон ствола должен быть повышен так, чтобы нераспыленная часть струи не пересекала наклонную поверхность, а равномерность полива осуществлялась за счет неравномерного вращения. На рис. 1 изображен образец такого аппарата.

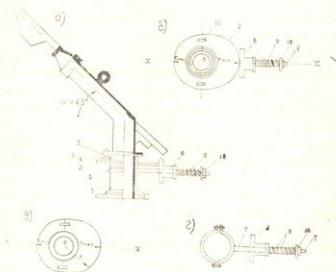


Рис. 1.

На обычном аппарате с повышенным наклоном ствола $\alpha = 45^\circ$ смонтировано так называемое гидроуравнительное устройство — на нижний конец вращающейся втулки 1 прикрепляется диск-копир 2 определенной очертания, а на верхний конец невращающейся наружной втулки 5 при помощи хомутов 6 прикрепляется

шток 7, на который надевается прижим 8 и пружина сжатия 9, удерживаемая болтом 10.

Вместе с аппаратом вращается и копир. Когда полярный угол θ меняется от 0° до 180° , переменный радиус копира меняется от r_{\min} до r_{\max} постепенно прижимает пружину, замедляется угловая скорость вращения и с увеличением полярного радиуса ρ постепенно увеличивается количество воды, поданной в виде дождя. Тогда θ изменяется от 180° до 360° , происходит обратная картина и таким образом осуществляется равномерный полив склона.

Установлено, что самым подходящим является наклон ствола $\alpha = 45^\circ$, при котором допустим круговой полив склонов с наклоном $\beta_0 = 25^\circ$, а если повысить α до 60° , тогда $\beta_0 = 45^\circ$.

Предлагаемые аппараты с повышенным углом наклона ствола на склонах поливают гораздо большую площадь, чем аппараты с переменным углом вылета струи и секторные. Следовательно, уменьшается интенсивность дождя, замедляется образование поверхностного стока и уменьшается количество стояков. Вместе с этим, с поднятием струи и удлинением пути, струя больше распыляется, крупность капель уменьшается с качеством дождя и микроклимата улучшается.

Предлагаемое гидроуравнительное устройство для равномерного полива можно применять в широком масштабе — на обычных аппаратах при поливе местности с наклонами менее $8^\circ \div 13^\circ$, на секторных аппаратах и пр.

Очертание копира, длина пружины и толщина проволоки взаимосвязаны и зависят от максимального наклона местности и траектории струи. Поскольку для данного аппарата траектория струи остается постоянной, а максимальный наклон поливаемой местности может быть различным, то при изменении этого наклона следует заменить копир, или пружину, или ее длину. С этой целью можно изготовить различные заменяемые копии или заменяемые пружины различных диаметров и длин, соответствующие максимальному наклону поливаемой поверхности с градациями от $4 \div 5^\circ$ до 45° , и по требованию применять их.

Ниже сокращенно приводятся элементы методики расчета гидроуравнительного устройства.

Поворачивающий момент равен [1, 2].

$$M_H = P_1 \sin \alpha_1 L = (0,92 \div 0,96) \gamma \omega_1 \frac{V_1^2}{g} \sin \alpha_1 L \quad (1)$$

где $(0,92 + 0,96)$ — поправочный коэффициент, установленный опытом; ω_1 — живое сечение набегающей струи на ложку дождевальных лопаток; V_1 — скорость набегающей струи; α — угол наклона ложки в горизонтальной плоскости; γ — объемный вес воды; $L = L^* \cos \alpha$ — плечо поворачивающего момента, т. е. горизонтальное расстояние от вертикальной оси аппарата до того места, где струя падает на ложку; L^* — фактическая длина плеча наклона; $P_1 = (0,92 + 0,96) \gamma \omega_1 \frac{V_1^2}{g}$ — сила удара на ложку.

Если поворачивающий момент аппарата при наклоне ствола $= 30^\circ$ обозначим через $M_{п30}$ то поворачивающий момент при других наклонах ствола будет равен:

$$M_{п\alpha} = M_{п30} \frac{\cos \alpha}{\cos 30^\circ} \quad (2)$$

Для конструктивного расчета дождевального аппарата требуется определение момента инерции. Аппарат имеет сложную форму и вместе с этим положение его лопатки непременно изменяется. Поэтому точное определение его момента инерции очень сложная задача. Надо считать приемлемым определение момента инерции аппарата как у однородного тела по упрощенной схеме, приведенной на рис. 2 а.

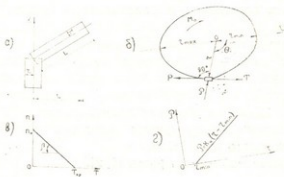


Рис. 2.

Обозначим через G_1 общий вес аппарата без воды. Из него вес невращающейся части обозначим через G_2 . Вес воды во вращающейся части обозначим через G_3 . Тогда вес вращающейся части аппарата вместе с водой будет:

$$G_4 = G_1 - G_2 + G_3$$

Вес G_4 состоит из двух частей: G_5 — вес вращающейся вертикальной части аппарата с водой и G_6 — вес вращающейся наклонной части аппарата с водой.

Применением известных методов теоретической механики нами определен момент инерции аппарата относительно оси вращения:

$$I = \frac{1}{2} \frac{G_5}{g} r_2^2 + \frac{1}{3} \frac{G_6}{g} L^2 \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \frac{G_6}{g} r_1^2 \sin^2 \alpha \quad (3)$$

Числовые расчеты показали, что в равенстве (3) значения первого и третьего членов, по сравнению со вторым, ничтожные и поэтому ими можно пренебречь. Тогда будем иметь:

$$I \approx \frac{1}{3} \frac{G_4}{g} (L \cos \alpha)^2 \quad (4)$$

Если момент инерции при наклоне ствола $\alpha = 30^\circ$ обозначим через I_{30} , то тогда момент инерции при других наклонах ствола будет равен

$$I_\alpha = I_{30} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos 30^\circ} \right)^2 \quad (5)$$

Как известно [3], алгебраическая сумма моментов всех приложенных к телу активных сил относительно оси Z вращения тела называется вращающим моментом, который равен:

$$M_{вр} = M_{дв} - M_{соп} \quad (6)$$

где $M_{дв}$ — момент движущих сил, который в данном случае равен $M_{дв} = M_{п} : M_{соп}$ — момент сил сопротивления, который в данном случае равен моменту трения скольжения во втулках аппарата $M_{вр}$, т.е. $M_{соп} = M_{вр}$. Определение $M_{вр}$ дано в работе [2].

Таким образом, можем написать:

$$M_{вр} = M_{п} - M_{вр} \quad (7)$$

Если $M_{вт} = 0$, т.е. $M_n = M_{вт}$ вращение будет проходить с постоянной скоростью. Если $M_n > M_{вт}$, то вращение будет ускоренное, а если $M_n < M_{вт}$ тогда, наоборот, замедленное. При установлении конструктивных элементов гидроуравнителя устройства за расчетный момент следует принять $M_0 = M_n = M_{вт}$.

Момент M_0 можно представить и так

$$M_0 = rP \quad (8)$$

где r — переменный радиус копира (рис. 26), являющийся функцией полярного угла θ , т.е. $r = r(\theta)$

$$P = \frac{M_0}{r(\theta)} \quad (9)$$

— минимая сила, действующая на обод копира и создающая тот же момент M_0 . Чем больше r , тем меньше P и наоборот.

Работа силы P за одну секунду, т.е. эффективная мощность, развитая на вертикальной оси вращения, будет равна:

$$N = PV = Prv = Mu = Pr \frac{2\pi n}{60} = M_0 \frac{2\pi n}{60} \text{ кг. м/сек} \quad (10)$$

где $V = rv$ — линейная скорость материальной точки, находящейся на ободу копира; $n = \frac{2\pi n}{60}$ — угловая скорость вращения; n — число оборотов в минуту.

Для регулирования n , т.е. n , мы предполагаем погашение мощности n при помощи тормозной колодки. Когда на копир прижимается колодка с силой P , образуется сила трения скольжения, которая равна:

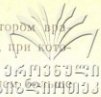
$$T = fP, \quad (11)$$

где f — коэффициент трения скольжения.

Сила T направлена противоположно вращению по касательной копира. Для практических расчетов можно принять $\vec{P} = \vec{T}$.

Для вращения необходимо соблюдение условия $T < P$, а когда вращение прекратится, тогда условие:

$$T_{кр} = P \frac{M_0}{r^*} \quad (12)$$



где $T_{кр}$ — критическое значение силы трения, при котором вращение прекращается; r^* — максимальное плечо силы P , при котором вращение прекращается.

Чем больше r^* , тем меньше $T_{кр}$. Это означает, что будут размеры копира, тем меньшая сила P потребуется для замедления вращения, т. е. тем более маломощная потребуется пружина и наоборот.

Допуская предварительно r^* , по (12) определяем $T_{кр}$. Для того, чтобы вращение полностью не прекратилось, необходимо соблюдать условие:

$$T < T_{кр} \quad \text{т.е.} \quad r_{max} < r^* \quad (13)$$

где r_{max} — максимальный радиус копира.

Наименьшая скорость вращения будет тогда, когда колодка прижимается к копиру по направлению радиуса r_{max} .

Известно, что характеристики механических тормозов прямолинейные, т. е. мощность торможения изменяется прямо пропорционально числу оборотов. Следовательно, прямолинейной, но обратно пропорциональной будет зависимость между силой трения T и числом оборотов n (рис. 2 в, г).

$$n = n_0 - C_1 T \Rightarrow n_0 - C_1 f P = n_0 - C_1 f (K \Delta f) = n_0 - C_1 f K \left(\frac{r - r_{min}}{n'} \right) =$$

$$= n_0 - C_1 f K \frac{\Delta r}{n'} \quad (14)$$

где n_0 — число оборотов без торможения (при $T=0$);

$$C_1 = tg \beta = \frac{n_0}{T_{кр}} = \frac{n_0}{M_0} r^*, \quad (15)$$

k — угловой коэффициент; Δf — деформация одного витка пружины;

n' — количество витков пружины; r_{min} — минимальный радиус копира;

$$\Delta r = r - r_{min} = n' \Delta f \quad (16)$$

Δr — деформация пружины;

$$P = K \Delta f = K \frac{\Delta r}{n'} = K_0 \Delta r = K_0 (r - r_{min}) \quad (17)$$

P — усилие, которым пружина прижимает колодку к копиру (рис. 2 г); $K_0 = \frac{K}{n'}$ — угловой коэффициент передачи усилия P данной пружины; K — тот же коэффициент для пружины (при $n' = 1$), зависящий от материала и диаметра d проволоки [4]. В частности, чем больше диаметр, тем больше K .

Соответствующими исследованиями устанавливаем [5, 6], что для равномерного полива наклонных поверхностей и склонов должно соблюдаться условие.

$$n_0 = \frac{1}{C\gamma\rho^2} \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\vartheta_0 \cos^2\Theta}}, \quad (18)$$

$$j = 1 - \left(\frac{\rho}{R} - \nu \right) \cdot \frac{1 - \gamma_0}{1 - \nu}; \quad (19)$$

где n_0 — переменное число оборотов аппарата, C — произвольная постоянная, ϑ_0 — наклон местности, Θ — полярный угол, ρ — полярный радиус действия аппарата, R — радиус действия при горизонтальной плоскости, $\gamma_0 = 0,75 \div 0,85$ — коэффициент, $\gamma_0 R$ — расстояние от аппарата до точки, соответствующей максимальной значению интенсивности дождя, $\nu = \frac{\rho_1}{R}$ — коэффициент, ρ_1 — полярный радиус точки траектории струи, где кончается раздробление.

Вводим обозначения;

$$A = 1 + \nu \frac{1 - \gamma_0}{1 - \nu} = 1 + \gamma_0 \nu \quad (20)$$

$$B = - \frac{1}{R} \frac{1 - \gamma_0}{1 - \nu} \quad (21)$$

Тогда выражения (18) и (19) примут вид:

$$\gamma = \gamma(\rho) = A + B\rho, \quad (22)$$

$$n_0 = \frac{1}{C(A + B\rho)\rho^2} \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\vartheta_0 \cos^2\Theta}} \quad (23)$$

Таким образом, условием равномерного полива будет:

$$\frac{1}{C(A + B\rho)\rho^2} \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\vartheta_0 \cos^2\Theta}} = n_0 - \frac{n_0}{T_{\text{кр}}} f K \Delta f \quad (24)$$

Отсюда определяем Δf

$$\Delta f = \frac{\Delta r}{n'} = \frac{T_{кр}}{fK} - \frac{T_{кр}}{n_0 fK} \frac{1}{C(A+B\rho)\rho^2} \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\vartheta_0 \cos^2\Theta}} \quad (25)$$

Обозначим

$$F = \frac{T_{кр}}{fK} = \frac{M_0}{r^* fK} \quad (26)$$

Тогда (25) примет вид:

$$\Delta f = \frac{\Delta r}{n'} = F \left[1 - \frac{1}{n_0} \frac{1}{C(A+B\rho)\rho^2} \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\vartheta_0 \cos^2\Theta}} \right] \quad (27)$$

Когда $\Delta f = \Delta r = 0$, т.е. когда $r = r_{min}$, тогда $\Theta = 0, \rho = \rho_{min}$ и, т.к. $\Gamma \neq 0$, будем иметь

$$1 = \frac{1}{n_0} \frac{1}{C(A+B\rho_{min})\rho_{min}^2} \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\vartheta_0}} \quad (28)$$

Откуда можно определить C

$$C = \frac{1}{n_0} \frac{1}{(A+B\rho_{min})\rho_{min}^2} \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\vartheta_0}} \quad (29)$$

Если будет соблюдено условие

$$C > \frac{1}{n_0} \frac{1}{(A+B\rho_{min})\rho_{min}^2} \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\vartheta_0}}, \quad (30)$$

тогда в выражении (27) величина в квадратных скобках будет положительной и меньше 1 и; следовательно, $\Delta r = (r - r_{min}) > 0$ и $r > r_{min}$.

Вводим обозначение

$$\varphi(\vartheta_0, \Theta) = \frac{1}{(A+B\rho)\rho^2} \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\vartheta_0 \cos^2\Theta}} \quad (31)$$

Тогда выражение (27) примет вид:

$$\Delta f = \frac{\Delta r}{n'} = F \left[1 - \frac{\varphi(\vartheta_0, \Theta)}{C n_0} \right] \quad (32)$$

Для того, чтобы размеры копира (Δr) были малыми, величины в квадратных скобках должны быть малыми положительными числами. С этой целью значение постоянной величины

Θ_0 следует подобрать так, чтобы оно было бы равным наибольшему значению функции $\varphi(\vartheta_0, \Theta)$

Максимальное значение функции $\varphi(\vartheta_0, \Theta)$ будет в направлении $\Theta = 0$

$$[\varphi(\vartheta_0, \Theta)]_{max} = \varphi(\vartheta_0, 0) = \frac{1}{(A + B r_{min})^2 r_{min}} \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \vartheta_0}} \quad (33)$$

и если за значение произвольной постоянной C примем

$$C = \frac{1}{n_0} [\varphi(\vartheta_0, 0)] \quad (34)$$

то получится, что при $\Theta = 0$, $\Delta r = 0$, а во всех остальных случаях значение $\frac{\varphi(\vartheta_0, \Theta)}{C n_0}$ будет меньше 1 и, следовательно, значения величин в квадратных скобках будут изменяться в наименьшем интервале $\Theta + 1$, чем обуславливаются наименьшие размеры копира.

Переменный радиус копира определяется по следующему выражению

$$\begin{aligned} r &= r_{min} + \Delta r = r_{min} + \Delta f n' = r_{min} + n' F \left(1 - \frac{\varphi(\vartheta_0, \Theta)}{C n_0} \right) = \\ &= r_{min} + n' \frac{M_0}{r^2 f K} \left[1 - \frac{\varphi(\vartheta_0, \Theta)}{C n_0} \right] \end{aligned} \quad (35)$$

Этой формулой устанавливается зависимость между параметрами дождевального аппарата ($R, \gamma_0, \nu, M_n, M_{из}$ и др.) и конструктивными элементами копира (r_{min}, r, f и др.) и пружины (K, n', d и др.).

Анализ этого выражения показывает, что с изменением максимального угла наклона местности ϑ_0 , вместо начертания копира Γ , можно изменять длину пружины n' или диаметр проволоки d и, следовательно, K . В частности, с увеличением максимального наклона местности следует или укорачивать длину пружины, или заменить пружинной более крупного диаметра проволоки.

На основе этого последнего выражения устанавливаются конструктивные элементы гидроуравнительного устройства, обуславливающие равномерный полив наклонных поверхностей и склонов.

Литература



1. И. И. Агроскии, Г. Т. Дмитриев, Ф. И. Пирава. Пирава. Госэнергоиздат, М.-Л., 1954.
2. Д. М. Кервалишвили. Зависимость для расчета основных элементов дождевальных аппаратов с реактивной лопаткой. Труды Груз. НИИГиМ, вып. 24, Тбилиси, 1967.
3. Е. М. Никитин. Теоретическая механика. «Наука», М., 1967.
4. Справочник конструктора машиностроителя. Т. II, М., 1960.
5. Г. Е. Тугуши. К вопросу определения допустимой интенсивности дождя и поливных норм при дождевании. Труды Груз. СХИ, т. LXXI — LXXII, 1967.
6. Г. Е. Тугуши. К теоретическим основам исследования процесса полива склонов струйными дождевальными аппаратами. Труды Груз. СХИ, т. LXXVI — LXXVII, 1969.
7. Г. Е. Тугуши. Дождевательный аппарат для полива склонов. Авторское свидетельство № 331824, бюллетень № 10, 1972.



А. Л. САХВАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА САПРОПЕЛЯ В ТРУБОПРОВОДАХ С ЦЕЛЮ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сапропели относятся к высокоценным природным удобрениям, отложившиеся на дне естественных водоемов. В нашей республике большие запасы сапропеля находятся на Колхидской низменности, оз. Палиасти. Область применения и сфер назначения сапропеля очень разнообразны.

Использование сапропеля как ценнейшего материала для сельскохозяйственных нужд требует совершенствовать технологию добычи, транспортировки, процесса намыва в отстойники и внесения его в качестве удобрения на сельхозмассивах. С этой точки зрения, Колхидская низменность по своим природным данным представляет один из благоприятных районов, где имеются все возможности для рационального и эффективного использования сапропеля в качестве удобрения на сельскохозяйственных массивах.

Эффект использования сапропеля намного зависит от способов разработки месторождений и методов транспортирования.

Однако, несмотря на большую полезность сапропеля как удобрения, практическое применение его пока очень ограничено. Такие культуры, как виноградная лоза, плодовые, чай, цитрусы и овощи получают органические удобрения в недостаточном количестве. Одной из причин, ограничивающих использование сапропеля, как было выше отмечено, является отсутствие технологических процессов механизированной добычи, транспортировки и их доставки на поля.

Подачу и распределение сапропеля на полях можно осуществить трубопроводным способом.

Отметим, что применение гидротранспорта в сельском хозяйстве в настоящее время крайне ограничено, тем более, что имеются большие перспективы для его широкого использования вообще и, в частности, в деле добычи сапропеля.

Для исследования и уточнения параметров гидравлического транспорта сапропелевой массы потребовалось проведение экспериментальной работы [1]. Такая работа была проведена на циркуляционной установке полупроизводственного типа, состоящая: из насоса марки 4НФ; всасывающей трубы $d=200$ мм, бака емкостью 1000 л; задвижки $\Phi=100$ мм; эл. двигателя в 22 кв; из металлических труб диаметрами ($d=68,81,96$ мм), общей длиной $l=180$ м; измерительного бака расхода емкостью 100 л; U — образного ртутного дифманометра.

Наряду с этим были изучены свойства сапропеля по реологическим признакам, что необходимо учитывать во время проектирования и выбора оборудования для гидротранспортирования сапропеля.

В данной работе описывается процесс гидравлического транспортирования сапропелевой пульпы по трубопроводам при различных диаметрах и разных концентрациях водосапропелевой массы.

Из анализа лабораторных исследований [2] было установлено, что водосапропелевую смесь (большой концентрации) следует рассматривать как нелинейную вязкопластичную жидкость, описываемой моделью:

$$\tau = \tau_0 + A \cdot \dot{\gamma}^m \quad (1)$$

где, τ — напряжение сдвига, (н/м²);

τ_0 — предельное напряжение сдвига, (н/м²);

$\dot{\gamma}$ — скорость сдвига, С⁻¹

m, A — реологические параметры.

В опытах, для установления реологической модели, были изучены сапропели различной плотности: $\rho = 1250 \div 1450$ кг/м³.

Средние значения A, m τ_0 в зависимости от ρ приведены в таблице № 1.

Начальное сопротивление сдвигу τ_0 весьма разбавленных сапропелей, $\rho < 1250$ кг/м³ мало и слабо зависят от плотности, можно принять $\tau_0 = 0$, и уравнение (1) примет вид:

Таблица 1

Вид раствора	ρ кг/м ³	$A \frac{H \cdot C^m}{M^2}$	m	τ Па
Водосапропелевая смесь оз. Палиастоми	1250	0,7	0,64	0,5
	1300	0,7	0,64	2,5
	1350	0,7	0,64	4,5
	1400	7,0	0,64	120
	1425	7,0	0,64	344
	1450	7,0	0,64	428

$$\tau = A \cdot \dot{\gamma}^m \quad (2)$$

Как показывает практика, обычно при разработке залежей сапропеля способом гидромеханизации объемный вес образующейся пульпы (т.е. плотность пульпы) не превышает $\rho = 1,2 \text{ т/м}^3$.

Рассмотрим вопросы движения сапропелевой пульпы по напорным трубам в случае, когда по трубопроводу движется пульпа малой концентрации ($\rho < 1250 \text{ кг/м}^3$).

Для этого случая исходным является уравнение (2);

Параметр, m — характеризует степень неньютонового поведения материала. Чем сильнее m отличается от единицы, тем отчетливее появляется аномалия вязкости и нелинейность кривой течения. Для ньютоновской жидкости $m=1$, $A=\mu$ получаем линейный закон Ньютона;

$$\tau = \mu \cdot \dot{\gamma} \quad (3)$$

Изучение свойств водосапропелевых смесей плотностью $\rho < 1250 \text{ кг/м}^3$, можно осуществить при некоторых допущениях:

1) Как отметили, в диапазоне плотностей $\rho = 1000 + 1250 \text{ кг/м}^3$ имеем степенное реологическое уравнение: $\tau = A \cdot \dot{\gamma}^m$, так как $\tau_0 = 0$. Допускаем, что при уменьшении плотности от $\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$ до $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $A = \mu$, (где μ — вязкость ньютоновской жидкости т.е. воды, $\mu = 0,001004 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{М}^2}$ ($t \approx 20^\circ$)). Таким образом, получаем следующие значения $A: 1$) для $\rho_1 = 1400 \div 1450 \text{ кг/м}^3$, $A = 7,0$

$\left(H \cdot \frac{C^m}{M^2} \right)$; 2) для $\rho_2 = 1250 \div 1350 \div 1350$ кг/м³, $A = 0,7 \left(H \cdot \frac{C^m}{M^2} \right)$

г) для $\rho = 1000$ кг/м³, $A = \mu = 0,001004 \frac{H \cdot c}{M^2}$ с помощью этих данных строим кривую (Рис. 1), которая позволяет (с достаточной точностью) для практических целей получить значения A в

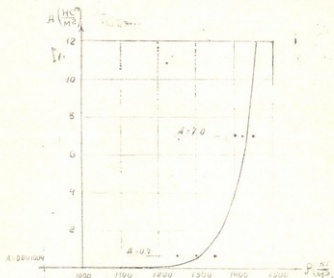


Рис. 1. Значения величины A в формуле (1), в зависимости от плотности смеси (ρ).

диапазоне плотностей $\rho = 1000 \div 1450$ кг/м³. Для $\rho = 1020 \frac{kg}{m^3}$ $A = 0,0015 \frac{H \cdot C^m}{M^2}$; $\rho = 1030 \frac{kg}{m^3}$ $A = 0,0018 \frac{H \cdot C^m}{M^2}$ и для $\rho = 1048 \frac{kg}{m^3}$, $A = 0,002 \frac{H \cdot C^m}{M^2}$.

2) Допускаем, что при малых значениях объемных концентрации частиц гидросмесь по своим характеристикам близка к ньютоновской жидкости, $m = 1$. Такое допущение применимо только при концентрациях до 5% (в нашем случае до $\rho = 1080$ кг/м³). Для плотностей $\rho = 1250 \div 1450$ кг/м³, $m = 0,64$, для $\rho = 1000 \div 1080$ кг/м³, $m = 1$. Эти данные позволяют получить кривую в диапазоне $\rho = 1000 \div 1250$ кг/м³, при значении $m = 1 \div 0,64$. Для практических

целей из графика (Рис 2) можно взять: для $\rho = 1020 \text{ кг/м}^3$, $m=0,99$; для $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$, $m=0,99$; и для $\rho = 1048 \text{ кг/м}^3$, $m=0,98$.

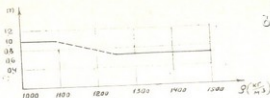


Рис. 2. Значения показателя степени m в формуле (1), в зависимости от плотности смеси (ρ).

По нашим соображениям кривая лежит в пределах дозволённых ошибок такой величины, которая даёт возможность пользоваться ею и не повлияет на характер окончательных результатов.

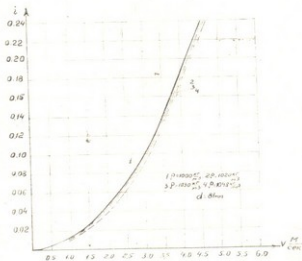


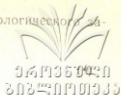
Рис. 3. Зависимость потерь напора от средней скорости течения по трубопроводу. $d=81\text{мм}$.

Результаты проведенного эксперимента на стенде в зависимости $i=f(V)$ представлены на рис. 3*. При анализе полученных данных мы пользовались зависимостью $\lambda = f(lg Re')$, где

*) Полученные результаты по своим характеристикам аналогичные (для $d=68,81$ и 96 мм) и дальнейшие выводы распространяются для труб с диаметрами $d=68$ мм и $d=96$ мм.

обобщенное число Рейнольдса для степенного реологического закона имеет вид [3]:

$$Re' = \frac{(2R)^m V^{2-m} \rho}{8 \left(\frac{6m+2}{m} \right)^m}$$



где: ρ — плотность среды; V — средняя скорость потока, m и A , реологические параметры. Для воды $m=1$, $A=\mu$ и получаем

$$Re = \frac{Vd\rho}{\mu} \quad (5)$$

Коэффициент λ подсчитывали по формуле:

$$\lambda = \frac{id \cdot 2g}{V^2} \quad (6)$$

В опытах, значения Re' получились больше 8000, поэтому исследования и последующие выводы относятся только к турбулентному течению. Это видно на графике (Рис. 4), где можно определить три области: шероховатая, переходная и гладкая.

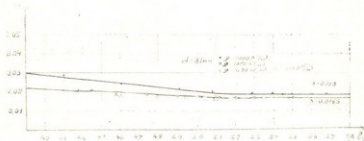


Рис. 4. График зависимости $\lambda = f(Re')$ для напорного трубопровода $d=81$ мм.

Рассматривая полученные графики, можно сделать следующие выводы:

1. Во время течения сапропелевой пульпы малой концентрации ($S=0.84\% \div 2.9\%$) наблюдается турбулентный режим движения. В свою очередь, в турбулентном режиме можно различать гладкую и шероховатую (область квадратического сопротивления) области с переходной зоной между ними.

2. Шероховатая область почти во всех случаях наступает при $Re' = 8 \cdot 10^4 \div 8 \cdot 10^5$, что соответствует скорости $V = 1.8 \div 2.1$ м/с.

3. Изменение концентрации от $S=1,2\%$ до $S=2,9\%$ ($1020+1050 \text{ кг/м}^3$) существенно не влияют на значение коэффициента сопротивления λ , и его величина равняется $\lambda=0,0165$ для $d=68 \text{ мм}$; $\lambda=0,0159$ для $d=81 \text{ мм}$.

4. Движение воды хорошо описывается формулой А. Д. Альтшуля [4]:

$$\lambda = 0,1 \left[\frac{K_1}{d} + \frac{100}{Re} \right]^{0,25} \quad (7)$$

где, K_1 — приведенная линейная шероховатость в мм, $K_1=1,46k$ ($k=0,05 \text{ мм}$).

5. Кривые потерь напора для сапропелевой пульпы при турбулентном режиме располагаются ниже кривой воды. Такое поведение кривых сапропеля т. е. аномалия, можно объяснить тем, что сапропели состоят из органических и минеральных частиц и представляют высокодисперсную систему.

Вероятнее всего, это явление обусловлено гашением пульсационных составляющих скоростей, которые уменьшают потери вдоль пути движения.

Это явление можно объяснить также особым свойством сапропелевой гидросмеси, который А. П. Юфин назвал «глинизацией», во время которого мельчайшие частицы «глинизируют» стенки трубопровода (т. е. уменьшают их шероховатость), а во вторых благодаря своим коллоидным свойствам создают среду, в которой сравнительно крупные частицы легче переносятся потоком, что в свою очередь вызывает уменьшение общего сопротивления.

Следует отметить, что такой результат является конкретным, отвечающим данному фракционному и количественному составу смеси.

Изучая вопрос гидротранспорта сапропелевой пульпы, было установлено, что при движении разбавленных гидросмесей имеем турбулентный режим в гладкой и шероховатой областях с переходной зоной между ними, и поэтому в расчетной формуле для определения потерь напора необходимо учитывать значение коэффициента Дарси λ в двух областях турбулентного режима и переходной области между ними.

В зоне гидравлических гладких труб на сопротивление влияние оказывают вязкостные свойства, т. е. коэффициент сопротивления зависит только от числа Рейнольдса.

В переходной зоне толщина ламинарного подслоя становится меньше высоты выступов, и на структуру потока, кроме вязкостного напряжения, оказывает влияние шероховатость. В этом случае потери напора зависят от числа Рейнольдса и от относительной шероховатости.

При увеличении скорости толщина подслоя становится настолько мала, что не влияет на поверхностное трение. Коэффициент гидравлического сопротивления является функцией только относительной шероховатости.

$$\lambda = f\left(\frac{\Delta}{d}\right).$$

Наиболее полное теоретическое исследование вида функции $\lambda = f\left(Re, \frac{\Delta}{r}\right)$ было произведено Прандтлем и Карманом, и экспериментально подтверждено Никурадзе.

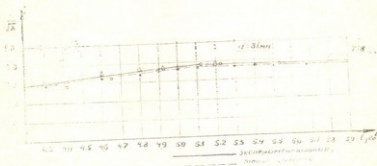


Рис. 5. График зависимости $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = f(\lg Re')$ для напорного трубопровода, $d = 81$ мм.

По результатам эксперимента, строим график (рис. 5), выражающий зависимость:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = f(\lg Re') \quad (6)$$

Для определения и уточнения коэффициента λ пользуемся общими уравнениями, описывающими характер турбулентного течения гладких и шероховатых зон [4, 5, 6, 7, 8].

Зависимость коэффициента λ для шероховатой области т. е. при полной турбулентности, предложенная Прандтлем имеет вид:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{r}{\Delta} + A \quad (9)$$



где: r — радиус трубы;

Δ — абсолютная шероховатость.

Из (9) с помощью полученных зависимостей коэффициент A :

$$A = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} - 2 \lg \frac{r}{\Delta} \quad (10)$$

Если принять $\Delta = 0,05$ мм и используя график зависимости $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = f(\lg Re')$ (рис. 5) берем значение $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 7,78$ (при $d = 81$ мм). Выражение $2 \lg \frac{r}{\Delta}$ равняется:

$$2 \lg \frac{r}{\Delta} = 2 \cdot \lg \frac{40,5}{0,05} = 2 \cdot \lg 810 = 2 \cdot 2,9085 = 5,817, \text{ окончательно:}$$

$$A = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} - 2 \lg \frac{r}{\Delta} = 7,78 - 5,82 = 1,96 \text{ и (10) получает вид:}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{r}{\Delta} + 1,96.$$

Если принять $1,96 = 2 \cdot 0,98 = 2 \lg 9,55$, то получим:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{\lambda}} &= 2 \lg \frac{r}{\Delta} + 2 \lg 9,55 = 2 \lg \left(\frac{r \cdot 9,55}{\Delta} \right) = 2 \lg \frac{4,77d}{\Delta} = \\ &= 2 \lg \left(\frac{4,77d}{\Delta_s} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

В гладкой зоне турбулентного режима расчетная формула имеет вид:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg Re \sqrt{\lambda} - B \quad (12)$$

Задача состоит в отыскании величины B . Недостатком такой формулы является то, что коэффициент λ входит как в левую, так и в правую ее часть, это обстоятельство затрудняет пользование ею. Поэтому для практических целей удобна формула такого вида [8, 9]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = K \lg Re - a$$

Для разбавленных сапропелей, которые по своим характеристикам практически близки к свойствам воды, в глянцевой области принимаем зависимость:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg Re' - a, \quad (14)$$

Эту формулу можно преобразовать в виде [8]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \frac{Re'}{a_2} \quad (15)$$

где

$$a_2 = 2 \lg \frac{a_1}{2}$$

Для шероховатой зоны имеем зависимость (II). Объединяя выражения (11) и (15) получаем расчетную формулу турбулентного режима при движении разбавленных сапропелевых гидромасс по напорным трубам:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{\Delta_s}{4,77d} + \frac{a_2}{Re'} \right) \quad (16)$$

В основу объединения выражений (11) и (15) в одну лежит предположение, что пограничный слой есть функция относительной шероховатости и свойств самой жидкости.

По поводу формулы (16) можно сказать, что величина $a_1 = \frac{\Delta_s}{4,77d}$ для напорных труб, а величина a_2 зависит как от характера шероховатости труб, так и от характера самой жидкости. В нашем случае $a_2 = 4,0$. Надо сказать, что при этих значениях (когда $\Delta = 0,05$ мм) кривая, составленная по материалам опытов и кривая, составленная по формуле (16) близко совпадают.

Литература

1. А. Л. Сахвадзе. Экспериментальное исследование сопротивления движения сапропелевой массы в напорных трубопроводах. Труды ГрузСХИ, т. 110, 1979, с. 167 — 173.

2. А. Л. Сахвадзе, В. Г. Ушаков, Л. И. Нарядов. Вязкостные свойства сапропеля оз. Палиастомы. Труды Груз. СХИ, т. 114, 1980, стр. 179—184.
3. Б. М. Смольский, З. П. Шульман, В. М. Толдиков. Реодинамика и теплообмен нелинейно-вязкопластичных материалов. Изд-во «Наука и техника», Минск, 1970.
4. С. Я. Яковлев, Ю. Т. Ласков. Перекачка ила и осадков сточных вод (Гос. изд-во лит-ры по строительству арх. и стр. матер.). М., 1981.
5. Н. Ф. Федоров. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей. М., 1964.
6. А. И. Богомолов, К. А. Михайлов. Гидравлика, М., 1965.
7. Е. З. Рабинович. Гидравлика, М., 1980.
8. Н. Ф. Федоров. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей. Л. М., 1956.
9. О. А. Мухорина. Новые исследования и расчетные данные по канализационным сетям. Сб. научных трудов. вып. 33, Ленинград, ЛИСИ, 1961.



УДК 627.833

Г. Г. ОМСАРАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО НАПОРА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Распространившийся за последнее время в орошаемой практике способ капельного орошения выявил некоторые отрицательные явления сопутствующие этому методу, в частности излишнее накопление воды в корнеобитаемой толще, что в свою очередь ухудшает водно-воздушный режим почвы и физиологических процессов растений.

В связи с этим возникает необходимость усовершенствования как технической системы капельного орошения так и методы непосредственного подвода воды к растениям.

Естественно, что самым оптимальным будет тот случай, когда отдельная порция воды соответствует потребности растений при данном термодинамическом режиме.

Исходя из этого считаем целесообразным осуществление такой гидравлической схемы, при которой движение воды и переноса влаги в почве будет подчиняться не только гравитационному закону, а большей степени поверхностно-молекулярным силам и осмотическому давлению.

Для этой цели предложена и сконструирована автоматическая установка, позволяющая подавать парциальные расходы воды в распределительном водопроводе, путем сочетания гидравлического принципа действия поплавка и сифона.

При такой схеме водоподачи создаются благоприятные условия для использования природной «автоматизации», почва-растение.

Особенно большое внимание заслуживает применение этой схемы в условиях орошения склонов, так как существующие спо-

собы их мелиорации еще малоэффективны в протнвоэрозионном отношении.

Необходимо также отметить, что традиционные методы орошения часто сопровождаются весьма отрицательными явлениями, как например, ухудшение структуры почвы и со временем понижение ее плодородия не говоря уже о большей трудоемкости проведения поливов.

Указанная автоматическая схема также позволяет автоматическое распыление удобрений и их гидротранспортировку на орошаемые площади.

Рекомендованная схема, оснащенная автоматическими установками осуществлена на виноградном совхозе.

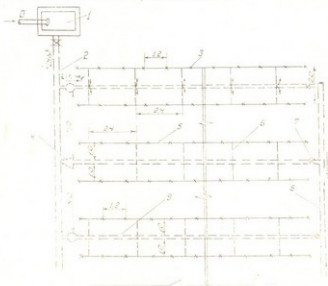


Рис. 1. Принципиальная схема мелиорируемого участка с применением метода подпочвенного орошения:

1. Головное сооружение;
2. Полиэтиленовая магистральная труба;
3. Корневая система;
4. Объемный регулятор давления;
5. Рядок винограда;
6. Трубки-насадки;
7. Задвижка для опорожнения и промывки распределителя;
8. Трубопровод-собираатель;
9. Распределитель.

Проведенные исследования на ограниченный период показали весьма удовлетворительные результаты, что выражается в бесперебойности и бесперебойной работе установок, не наблюдается заиливание, что обеспечивается специальной фильтрующей одновременно выполняющей функции регулирования напора воды в бьефах.

Исходя из этого и анализа общих предварительных данных о работе и надежности предложенной схемы следует указать о ее большой перспективности для гидромелиорации.

Предварительные опыты для виноградной культуры были поставлены в Дигомском учебно-опытном совхозе при ГрузСХИ.

С учетом развития механизированной обработки почвы и различных агротехнических условий расстояние между рядами определяется длиной от 2,5 м до 3,5 м. Было подобрано для опытов несколько рядов согласно схемы показанной на рис. 1.

Целью проведения опытов являлось апробация полученных в лабораторных условиях результатов, а также теоретических разработок о распределении поливовой воды на орошаемых площадях, при возможном регулировании напора с помощью «объемного регулятора давления».

В траншее глубиной 50 см была заложена полиэтиленовая магистральная труба (этот материал по техническому паспорту гарантирует службу в течении 30 лет и обладает рядом преимуществ по сравнению с другими). Диаметр 16 мм, через которую с помощью автоматического устройства вода поступала в распределитель, удаленного от корневой системы виноградной лозы и, из которого были выделены трубки-насадки 6 для непосредственной подачи воды к корням растений. Схема опыта была представлена в двух вариантах: 1) корневая система растений была удалена от источника воды на расстоянии 50-60 см и питание осуществлялось с помощью капиллярно-осмотических сил, 2) подача воды осуществлялась непосредственно к корневой системе.

Принцип работы оросительной сети заключался в следующем: оросительная вода поступала из головного сооружения, устроенного в одном из распределителей, который был перекрыт для аккумуляции определенного объема воды. Устроенный «отстойник» позволил частичное осветление воды, которая окончательно подвергается очистке в камере регулятора. Из-за наличия больших уклонов (порядка 0,08) могут возникнуть неблагоприятные последствия, а именно неравномерное вытекание воды из отверстий, что разумеется отрицательно подействует на нормальное развитие,

ввиду несбалансированности водно-воздушного режима в корнеобитаемой активной почвенной толще. Исходя из вышесказанного, для предотвращения указанных недостатков в головку распределителя был присоединен механизм, позволяющий действовать на давление. Наблюдения показали, что устройство, работающее без перебоев, обеспечивает равномерную подачу воды и исключает лишние потери.

При безнапорной подаче воды, исключаются процессы внутрипочвенной эрозии, обеспечивается сохранение мигрированных микроэлементов в сечениях, не разрушается структура, более оптимально происходит освоение органических и минеральных удобрений, что в результате повышает биологическую активность растений и следовательно способствует повышению урожайности с/х культур.

Как показали наблюдения, корневая система растений активизируя при влаговсасывании за счет капиллярного отсоса, т.е. когда вода не поддается непосредственно к корням, наряду с этим открытие траншей частично вызывает повреждение корней; сопровождающегося накоплением излишней влаги, что способствует в зимние периоды замораживанию воды.

Корневая система проявляет «ленивость» при избыточной влажности и не развивается по глубине, что легко объясняется формированием уровня зеркала воды, ниже которого поровая система почвы находится в водонасыщенном состоянии.

После завершения опытов, был изучен почвенный разрез на глубине 1.0 м, установлены распределение влаги и радиус зоны капиллярной каймы, показанной на рис. 2.

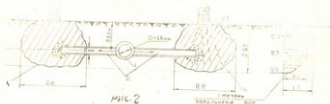


Рис. 2. Почвенный разрез на глубине 1.0 м для изучения распределения влаги и установления радиуса зоны капиллярной каймы;

1. Распределитель;
2. Трубки насадки;
3. Радиус зоны капиллярной каймы.

Несмотря на ограниченность проведенных опытов, на данном этапе исследования **можно заключить**, что предложенная схема орошения окажется весьма перспективной для полива с/х культур расположенных на крутых склонах.

УДК 635.9
635.9.01

Литература

1. Гидротехника и мелиорация, 1972.
 2. В. И. Ольгаренко, П. А. Волковский, В. С. Станкевич, Б. М. Пашкин. Эксплуатация гидромелиоративных систем, «Колос», 1980.
-



УДК 624.138.631

И. Г. БРУАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА СКЛОНАХ

Прогнозирование водных эрозионных процессов на склонах при образовании как естественного, так и искусственного поверхностного стока, является весьма актуальной задачей.

На интенсивность эрозионного процесса большое влияние оказывает растительный покров, свойства почво-грунтов, формирование стока и его концентрация, длина набегания, поглощающая способность почвы, уровень грунтовых вод и т. д.

Особенно важным являются показатели сопротивляемости почво-грунтов размыву, определяющегося интегральным показателем удельной силой сцепления. Количественный учет всех действующих факторов на процессе размыва является недоступным.

В связи с этим, разработка методов расчета для количественной оценки эрозии почвогрунтов, имеет большое практическое значение.

Из гидродинамики известно, что всякий поток, текущий на размываемом ложе, стремится создать себе такой естественный придонный профиль, при котором не произойдет ни размыв ложа, ни отложение наносов. Это будет происходить, когда поток достигнет своего стабильного профиля равновесия. А для такого случая, когда поток еще не достиг профиля равновесия, поток обладает избытком энергии, которая будет расходоваться на размыв русла и транспортировку продуктов размыва. Следовательно, для потоков, текущих в одном и том же грунте, русло может достичь своего стабильного состояния, как при малом расходе и большой скорости, так и при большом расходе и малой скорости. Иными словами: чем больше количество стекающей по склону расхода воды, тем меньше скорости течения потока достаточно для начала

эрозии почвы. Известно, также, что скорость течения потока находится в прямой зависимости от крутизны склона и, поэтому, при одном и том же расходе воды с увеличением крутизны склона увеличится скорость течения сточных вод и, соответственно, интенсивнее будут развиваться эрозионные процессы.

Полагая, что в произвольном сечении водного потока расход может быть определен с помощью основного уравнения равномерного движения и что такое допущение вполне приемлемо для заранее принятого интервала (шага), обеспечивающего кусочно-гладкость функции, т. е. кривой свободной поверхности, формирующейся при неравномерном режиме движения.

Исходя из этих предположений, согласно расчетной схемы рис. 1, для плоского потока, можно написать:

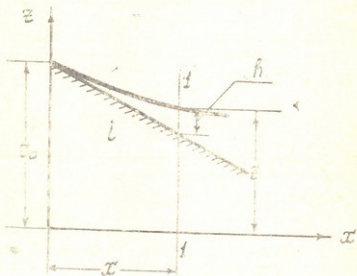


Рис. 1

$$\epsilon x = ah^{5/2} \sqrt{\frac{dL}{dx}} \quad (1)$$

где ϵ — интенсивность дождя;

h — глубина воды в рассматриваемом сечении;

a — показатель шероховатости русла;

Если учесть, что $Z = Z_0 + h - ix$, то

$$\frac{dZ}{dX} = -\frac{dh}{dX} - i \quad (\text{где } i - \text{уклон})$$

с использованием последнего выражения, путем элементарных преобразований, получим дифференциальное уравнение

$$X^2 = Kh^{10/3} \left(\frac{dh}{dX} - i \right) \quad (2)$$

Как известно, уравнение (2) не подлежит решению в обычных квадратурах, поэтому должны воспользоваться численными методами анализа, реализуемой на ЭВМ.

Принимая аппроксимирующую функцию о распределении мутности в зависимости от глубины потока и используя результаты более точных решений взвесенесущих потоков [1], путем трансформации уравнения (2), можно получить расчетную зависимость кривой свободной поверхности.

Апробацию полученной зависимости следует произвести путем сопоставления результатов подсчетов с данными натуральных экспериментальных исследований.

Л и т е р а т у р а

1. О. Г. Натшвили. О переносе твердых взвешенных частиц турбулентным русловым потоком. Труды ГрузНИИГиМ, вып. 23, Тбилиси, 1965.

УДК 550.3

Г. С. ЧИЧУА

**ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДНАХОТНОГО
СЛОЯ ПОЧВЫ КАХЕТИИ ОТ ВЛАЖНОСТИ И ПЛОТНОСТИ**

Главными физическими факторами, влияющими на плодородие почвы, являются вода и тепло. Когда речь идет о тепловом факторе, обычно имеют в виду температуру почвы [1]. Тепловой фактор, ярким показателем которого является температура, раскрывается и оценивается после анализа физических причин, приводящих к установлению данного температурного поля.

Главными факторами, влияющими на теплофизические характеристики почвы, являются ее влажность и плотность, что касается зависимости коэффициента температуропроводности K , коэффициента теплопроводности λ и объемной теплоемкости C от температуры, то ее следует признать незначительной [2].

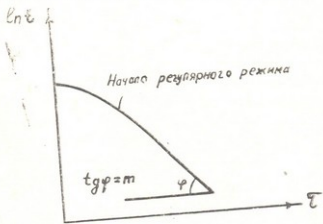


Рис. 1.

Для лабораторных исследований образцы почвы брались в Шираки.

Определение коэффициента температуропроводности почвы производились по методу регулярного режима [3].

Цилиндр, изготовленный из меди наполнялся исследуемой почвой. В трубку крышки вводился «холодный» спай термометра. Цилиндр помещался в термостат, в котором температура воды автоматически поддерживалась на уровне 40°C. «Горячий» спай термометра помещался в термостат, а концы присоединялись к гальванометру. Производились измерения скорости изменения температуры почвы, а затем строились графики (рис. 1).

где: t — температура.

τ — время в сек.

Тангенс угла наклона (t_{22}) прямой с осью абсцисс дает величину B , связанную с коэффициентом температуропроводности соотношением:

$$K = mB$$

где B — константа характеризующая форму и размеры нагреваемого тела.

Для цилиндра, применяемого в данной методике B равна:

$$B = \frac{1}{\left(\frac{2,443}{R}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{H}\right)^2},$$

где R — радиус цилиндра,

H — высота цилиндра.

Графическое изображение зависимости коэффициента температуропроводности почвы от влажности при различных значениях плотности дана на рис. 2.

Из рисунка 2 видно, что быстрый рост коэффициента температуропроводности K наблюдается с ростом влажности до 10%. Затем темп роста замедляется и при влажности около 20% происходит уменьшение величины K .

С повышением влажности от абсолютно сухого состояния почвы до 10% величины K увеличивается:

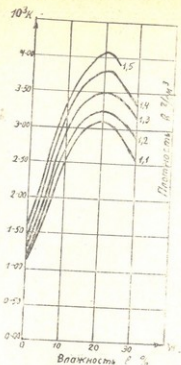


Рис. 2.

для $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ на 127%;

для $\rho = 1,2$ — на 126%;

для $\rho = 1,3$ — на 129%;

для $\rho = 1,4$ — на 133%.

Увеличение влажности от 20 до 30% вызывает повышение K ;

для $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ на 13%;

для $\rho = 1,2$ — на 14%;

для $\rho = 1,3$ — на 9%;

для $\rho = 1,4$ — на 14%.

Графическое изображение зависимости объемной теплоемкости от влажности и плотности дано на рис. 3.

Графическое изображение коэффициента теплопроводности λ от влажности при различных значениях плотности дано на рис. 4.

Из рисунка 4 видно, что λ претерпевает значительные изме-

нения в интервалах от абсолютно сухого состояния до 10-13% влажности.

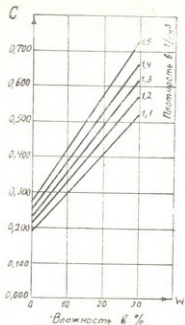


Рис. 3.

Повышение влажности от абсолютно сухого состояния почвы до 10% влажности вызывает увеличение величины λ ;

для $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ на 280% ;

для $\rho = 1,2$ — на 258% ;

для $\rho = 1,3$ — на 264% ;

для $\rho = 1,4$ — на 269% .

При повышении влажности от 20% до 30% λ увеличивается:

для $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ на 11% ;

для $\rho = 1,2$ — на 9% ;

для $\rho = 1,3$ — на 12% ;

для $\rho = 1,4$ — на 9% .

Графическое изображение коэффициента теплоусвояемости от влажности и плотности дано на рис. 5.

Рисунок 5 показывает, что, начиная с абсолютно сухого сос-



საქართველოს
აкадеმიისთვის

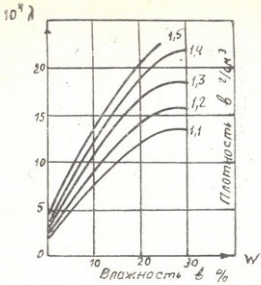


Рис. 4.

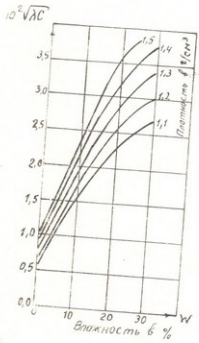


Рис. 5.

тояния почвы, вплоть до 10% влажности, коэффициент теплоусво-
 земости растет почти линейно, причем в начале замечается резкое
 повышение этого коэффициента, после чего темп роста замедляет-
 ся.

Повышение влажности от абсолютно сухого до 10% влажности вызывает увеличение величины этого коэффи-
 циента:

для $\rho = 1,1$ г/см³ на 146%;

для $\rho = 1,2$ —»— на 139%;

для $\rho = 1,3$ —»— на 138%;

для $\rho = 1,4$ —»— на 140%.

В дальнейшем рост идет медленнее.

Повышение влажности почвы от 20 до 30% вызывает увели-
 чение коэффициента теплоусвоемости:

для $\rho = 1,1$ г/см³ на 18%;

для $\rho = 1,2$ —»— на 18%;

для $\rho = 1,3$ —»— на 19%;

для $\rho = 1,4$ —»— на 18%.

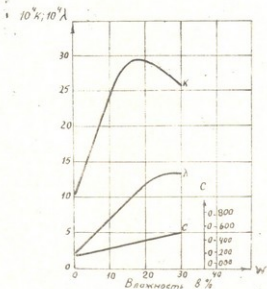


Рис. 6.

На рисунке 6 графически изображена зависимость тепловых коэффициентов K , λ , C от влажности (для $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$). Согласно рис. 6 коэффициент температуропроводности растет с ростом влажности значительно быстрее, чем коэффициент теплопроводности.

На рисунках 7, 8 и 9 представлены графически зависимость коэффициента температуропроводности, теплопроводности и коэффициента теплоемкости от плотности при различных значениях влажности.

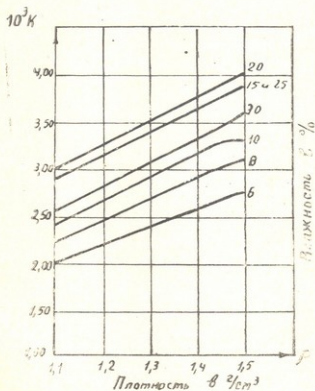
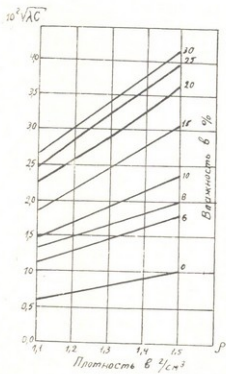
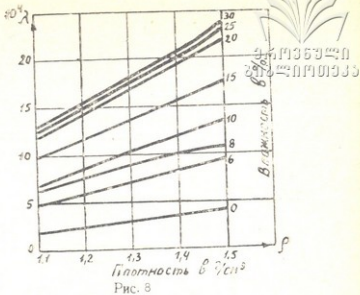


Рис. 7

Рисунки 7, 8 и 9 показывают, что тепловые коэффициенты растут линейно с ростом плотности (исключение составляет при влажности 10 и 30% и γ (при влажности 25 и 30%).

Экспериментальные данные позволили нам установить зависимость коэффициента температуропроводности K от влажности



при различных значениях плотности почвы и получить эмпирические формулы [4].

Найденные нами эмпирические формулы для подпахотного слоя черноземной почвы имеют следующий вид:



$$\text{Для } \rho = 1,12/\text{см}^3 \quad 10^3 K = 3,1 - 4,5 \cdot 10^{-3} (W - 20)^2 \quad (1)$$

$$\rho = 1,2 \quad \text{„} \quad 10^3 K = 3,21 - 4,8 \cdot 10^{-3} (W - 20)^2 \quad (2)$$

$$\rho = 1,3 \quad \text{„} \quad 10^3 K = 4,45 - 5 \cdot 10^{-3} (W - 20)^2 \quad (3)$$

$$\rho = 1,4 \quad \text{„} \quad 10^3 K = 3,79 - 5,8 \cdot 10^{-3} (W - 20)^2 \quad (4)$$

$$\rho = 1,5 \quad \text{„} \quad 10^3 K = 4,00 - 6,3 \cdot 10^{-3} (W - 20)^2 \quad (5)$$

В формулах (1) — (5) W — влажность почвы в %-х.

Л и т е р а т у р а

1. И. В. Ревут. Физика в земледелии. Физматгиз, 1960.
2. А. Ф. Чудновский. Теплообмен в дисперсных средах. Госиздат, 1964.
3. Г. М. Кондратьев. Испытание материалов на теплопроводность по методам регулярного режима. Стандартгиз, 1936.
4. Г. С. Чичуа. Тепловая характеристика подзолистой почвы Грузинской ССР и обобщающая формула для определения теплофизических характеристик почвы. Тр. ГрузСХИ, т. 59, 1963.



ТРУДЫ ГРУЗИНСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА, № 4 (126) 1952

УДК 634.6.02

მ. ტყეშელაშვილი, მ. ზელია,
ბ. კობახიძე

მუხრანის სასწავლო-სამეცნიერო მუშაობების ნაბრუნების
ნაშრომის ნიადაგების რწყვის ნორმების კარგობა

სოფლის მეურნეობის წინაშე დასახული გრანდიოზული ამოცანა, რომ მან უზრუნველყოს ჩვენი ქვეყნის მოთხოვნილებანი სოფლის მეურნეობის წარმოების პროდუქტებით—(მოსახლეობა—სურსათით და წარმოება—ნედლეულით). შეიძლება გადაწყდეს მრავალი ღონისძიების ერთობლივი გატარებით. რომელთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უნდა დაეთმოს მელორაციული ღონისძიებების ფართოდ გამოყენებას. ამ უკანასკნელიდან კი განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ახალი ფართობების გასარწყავებას და სარწყავი მიწების უკეთ გამოყენების საკითხს.

სარწყავი მიწების გაზრდა სსრკ-ის სამხრეთ ნაწილში; კერძოდ კი შუა-აზიისა და ამიერკავკასიის რესპუბლიკებში შეზღუდულია სარწყავი წყლის არსებული რესურსების სიმცირით [1, 4, 5]. სარწყავი წყლის დეფიციტის შევსების ერთ-ერთ ძირითად ღონისძიებად მიგვაჩნია არსებული წყლის რესურსების უფრო რაციონალურად გამოყენება.

დღეისათვის აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში იყენებენ საქართველოს სას.-სამ. ინსტიტუტის მელორაციის კათედრის მიერ ნიადაგების წვრილმასშტაბიანი გამოკვლევებით მიღებულ ნიადაგების ფიზიკური და წყლიერი თვისებებს მაჩვენებლების გამოყენებით გაანგარიშებულ რწყვის ნორმებს [3]. მაგრამ, იმის გამო, რომ ნიადაგები თავიანთი თვისებებით დიდად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, არ შეიძლება, არათუ ყველა მეურნეობაში, არამედ თვით ერთი მეურნეობის შიგნითაც კი ყველა ნაკვეთზე გამოყენებული იქნეს რაიონისათვის დადგენილი და რეკომენდებული რწყვის ერთნაირი ნორმები.

მუხრანის სასწავლო-სამეცნიერო მეურნეობის ნაცრისგორის ნაკვეთისათვის რეკომენდებული რწყვის ნორმების დასაზუსტებლად, ამ ნიადაგების ირიგაციული მაჩვენებლების მიღების მიზნით, ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქ-

ნა ნიადაგების მსხვილმასშტაბიანი (1 : 10000) შესწავლა. გამოკვლევები შესრულებული იქნა მარშრუტული მეთოდით, რისთვისაც გამოყენებულ იქნა დ. გედევანიშვილის, გ. ტარასაშვილის, ვ. ლატარიას მეთოდი. გენილი ნიადაგების რუკა, ნიადაგების ტიპების მიხედვით, დაუშლელ მდგომარეობაში—მონოლითებს, რომლებზეც ირიგაციული მაჩვენებლების შესწავლა ჩატარდა მელიორაციის კათედრის ლაბორატორიაში.

საკვლევი ობიექტის ნიადაგებიდან გენეზისური და ირიგაციული მაჩვენებლების მიხედვით გამოეყოფთ ნიადაგების სამ ჯგუფს:

I. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალავ დაწიდული, მძიმე თიხნარი ნიადაგები;

II. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალავ სიღრმით ლებიანი, მძიმე თიხნარი ნიადაგები;

III. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, საშუალო სისქის, თიხნარი, სუსტად ხირხატიანი ნიადაგები.

I. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალავ დაწიდული მძიმე თიხნარი ნიადაგები. ეს ნიადაგები ყველაზე მატად გავრცელებული სახე-სხვაობაა მეურნეობაში. ნატრისგორას ნაკვეთში კი უკავია 16,7 ჰა. აღნიშნული სახესხვაობის ნიადაგებს ახასიათებთ უხეში სტრუქტურა და დაწიდული ფენების არსებობა, რის შედეგადაც გაძნელებულია ნიადაგის სიღრმეში რწყვის დროს სარწყავი წყლის გავრცელება. ეს ნიადაგები დაწიდულია 30—35 სმ, ზოგჯერ კი—0,5 მ და მეტ სიღრმეზე [2]. ამ ნიადაგის პირველ ჰორიზონტში ფიზიკური თიხის რაოდენობა 51,5 %-ია, რომელიც სიღრმისკენ მატულობს და დაწიდულ ფენაში 77,3 %-ს აღწევს. საერთო ჰუმუსი ზედა ჰორიზონტში მერყეობს 2,9—3,36 %-ის ფარგლებში, სიღრმეში კი 1,19—1,65 %-მდე მცირდება.

ცხრილი I

მდელის ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალავ დაწიდული, მძიმე თიხნარი ნიადაგების ფიზიკური და წულეირი თვისებები

სიღრმე, სმ	მოცულობითი მასა, ტონა	საერთო ფორიანობა, %	მკვნილობა მოცულობითი ტონა, %	ხელოვნური წყალმცობა		გველენის ხარისხი, %	პეროზიტი, %	სუსტრული მინიმუმი, %	რწყვის ნორმა, მ
				წონითი %	მოცულობითი %				
0—16	1,24	54,9	13,2	37,3	46,2	84,2	15,8		
16—32	1,52	44,8	14,7	30,6	46,2	103,1	0,0		
32—48	1,54	44,2	15,1	24,0	37,2	83,7	16,3		
48—64	1,47	45,9	14,9	24,7	36,3	78,4	21,6		
64—80	1,27	53,6	14,3	21,5	27,3	50,9	49,1		
0—80	1,41	48,5	14,4	27,6	36,9	80,2	19,8	22,0	622

ეს ნიადაგები დაწიდული ნიადაგებისათვის დამახასიათებელი მაჩვენებლებით ხასიათდება, სახელობრ, მოცულობითი მასა დამუშავებულ

ფენაში 1,24-ის ტოლია, მის ქვემოთ არსებულ ფენაში კი საგრძნობლად იზრდება და 1,51—1,54-ს აღწევს. ამავე მიზეზითაა გამოწვეული საერთო ფორიანობისა და ზღვრული წყალტევადობის დაბალი მაჩვენებლები. დაწიდვის უარყოფითი გავლენა განსაკუთრებით თვალსაჩინოა სტრუქტურული გავლენთვის ხარისხის მაჩვენებლებით, რომლის სიდიდეც დაწიდვულ ფენებში 103,—83,7 %-ის ფარგლებშია. ეს მაჩვენებელი გვიჩვენებს რომ რწყვის შემდეგ გავლენილ ნიადაგში პერიოდული დაკავებული ფორების რაოდენობა 0—16,3 %-ის ფარგლებშია, ასევე პატარა აქვთ ფილტრაციის მაჩვენებლებიც, რომლის სიდიდეც აქ, ამ პერიოდში 0,000005 სმ/მ-მდეა.

ეს ნიადაგები უნდა ირწყვებოდეს მაშინ, როდესაც ნიადაგში ტენი შემცირდება 22 %-მდე 600 მმ რწყვის ნორმით. იმის გამო, რომ აქ ნიადაგები ცუდი წყალგამტარებია, რწყვა უნდა ჩატარდეს გრძელი სარწყავი კვლებით და კვლის პატარა ხარჯის გამოყენებით.

II. მდელოს ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალაგ ხილრმით ლებიანი, შიშვე თიხნარი ნიადაგი. ეს ნიადაგი ძალზე გავრცელებული სახესხვაობაა. ნაცრისგორის ნაკვეთში კი 24 ჰა ფართობი უკადავით და ხასიათდება მარცვლოვან, გოროხოვანი სტრუქტურით. მექანიკური შედგენილობით შიშვე თიხნარებია, ფიზიკური თიხის რაოდენობა 35,0—55,2 %-ის ფარგლებში მერყეობს. ზოგიერთი ჭრილის შემთხვევაში ფიზიკური თიხის რაოდენობა ზედა ფენებშიც დიდი რაოდენობითაა და 70 %-ს აღწევს.

ჰუმუსის რაოდენობა ბალის ნაკვეთის ზედა პერიოდში 3 %-მდეა, 60—70 სმ-ზე კი 1 %-მდე მცირდება.

ცხრილი 2

მდელოს ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალაგ ხილრმით ლებიანი შიშვე თიხნარი ნიადაგების ფიზიკური და წყლიერი თვისებები

სიღრმე, მ	მოცულობითი მასა, გ/მ ³	საერთო ფორიანობა, %	მაქნილობის მოდული, %	ზღვრული წყალტევადობა		გავლენის ხარისხი, %	პეტარაცია, %	სასტრეული მნიშვნელობა, %	რაოდენობა, მმ
				წონითი, %	მოცულობითი, %				
0—16	1,28	52,7	13,7	37,2	47,9	50,5	9,5		
16—32	1,38	40,2	13,9	25,1	34,6	70,3	29,7		
32—48	1,45	46,9	14,4	24,5	35,5	75,7	24,3		
48—64	1,54	44,4	15,7	24,1	87,1	83,5	16,5		
64—80	1,54	43,2	15,2	23,2	33,4	77,3	22,7		
0—80	1,44	47,2	14,6	26,8	38,6	81,7	18,3	21,4	617

ეს ნიადაგები, მსგავსად მდელოს დაწიდული ნიადაგებისა, ხასიათდება სიღრმეში მოცულობითი მასის მაღალი მაჩვენებლებით. აქ, მართალია, მისი სიდიდე ზედა პერიოდში 1,28-ს არ აღემატება, მაგრამ მომდევნო ფენიდანვე—შეიძინევა საგრძნობი გაზრდა 1,54 გ/სმ³-მდე. ამ ნიადაგ-

ეხსაც საერთო ფორიანობა და წყალდაკაეების უნარი პატარა აქვთ, მაგრამ მიუხედავად იმისა, რწყვის შემდეგ პაერაცია 10—30 %-ის ფარგლებშია. ამ ნიადაგების რწყვა უნდა ტარდებოდეს მაშინ, როდესაც რწყვის ნორმით 21 %-მდე 600 მ³ რწყვის ნორმით.

111. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, საშუალო სისქის, სუსტად ხირხატიანი, თიხნარი ნიადაგი. ეს ნიადაგებიც მეურნეობაში საკმაოდ გავრცელებულია და საკვლევ ობიექტზე ძირითადად გამოყენებულია ბალისა და ვენახის კულტურებისათვის. მექანიკური შედგენილობის მიხედვით საშუალო თიხნარებია. საერთო ჰუმუსის რაოდენობა ზედა პორიზონტში 3.5 %-მდეა, სიღრმით 1 %-მდე მცირდება.

ეს ნიადაგები, საშუალო მექანიკური შედგენილობისა და ხირხატიანობის შედეგად, ზემოთ განხილულ ნიადაგებთან შედარებით, უკეთესი ფიზიკური და წყლიერი თვისებებით ხასიათდებიან. მოცულობითი მასის სიდიდე, მთელ სიღრმეზე 1,2—1,45-ის ფარგლებშია.

ცხრილი 3

მდელის ყავისფერი, კარბონატული, საშუალო სისქის, თიხნარი, სუსტად ხირხატიანი ნიადაგების ფიზიკური და წყლიერი თვისებები

სიღრმე, მ	მოცულობითი მასა, მცმუ	საერთო ფორიანობა, %	მკაიმალური მოღვენური ტან, %	ზღერული წყალტევადობა		გაღუნვის ხარისხი, %	ჰაერისაკაი, %	სასუფევი მინიმუმი, %	რწყვის ნორმა, მ ³
				წონითი %	მოცულობითი %				
0—16	1,20	55,5	13,2	35,1	42,5	76,6	23,4		
16—32	1,35	51,1	12,6	26,5	35,9	70,2	29,8		
32—48	1,36	50,8	11,1	24,4	33,0	70,2	29,8		
48—64	1,40	49,0	10,2	22,4	30,4	65,0	35,0		
64—80	1,45	46,9	9,8	22,5	32,6	74,6	25,3		
0—80	1,35	50,8	11,4	26,2	35,5	70,0	28,7	20,9	562

წყალდაკაეების უნარიც შედარებით პატარა აქვთ და მისი სიდიდე 16 სმ სიღრმის ქვემოთ 22.4—25.6 წონითი, პროცენტის ფარგლებშია. წყალდაკაეების მცირე უნარით უნდა აიხსნას. ზემოთ განხილულ ნიადაგებთან შედარებით, ამ ნიადაგებზე ბალისა და ვენახის მოსარწყავად საჭირო რწყვის პატარა ნორმების საჭიროება. ამ ნიადაგებში, მორწყვის შემდეგ პაერაციის, განსაკუთრებით კარგი პირობები იქმნება. მართალია, ეს ნიადაგები ფორების დიდი რაოდენობით არ ხასიათდებიან, მაგრამ, როგორც ჩანს, მათი დიდი ნაწილი წარმოდგენილია არა კაპილარული ფორებით, რის შედეგადაც მორწყვის შემდეგ ფორების საგრძნობი რაოდენობა წყლისაგან თავისუფალი რჩება. პაერით დაკავებული ფორების რაოდენობა, ნიადაგის მთელ სიღრმეზე, 23,4—35.0 %-ის ფარგლებშია.

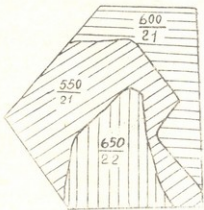
ამ ნიადაგებში რწყვა უნდა წარმოებდეს მაშინ, როდესაც ნიადაგში ტენი შემცირდება 21 %-მდე 550 კუბ. მ რწყვის ნორმით.

კვლევით მიღებული შედეგების გამოყენების გაადვილების მიზნით, მიღებული შედეგები გამოვსახეთ რწყვის ნორმების კარტოგრამის სახით (ნახ. 1), რომელზედაც კარგად ჩანს, რომ მეურნეობაში თეთროვანი კვლევის რწყვა უნდა წარმოებდეს წინასწარ დადგენილი ტენიანების მინიმუმის არსებობისას, მცენარისა და ნიადაგის თვისებების გათვალისწინებით გაანგარიშებული რწყვის ნორმებით, სახელდობრ:

1. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალავ დაწილული, მძიმე თიხნარი ნიადაგები უნდა მოირწყას 600 კუბ. მ რწყვის ნორმით, როცა ნიადაგში ტენი შემცირდება 22 %-მდე;

2. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, დიდი სისქის, ალავ სიღრმით ლებიანი, მძიმე თიხნარი ნიადაგები (ბალი, ვენახი) უნდა მოირწყას 600 კუბ. მ რწყვის ნორმით, როცა ნიადაგში ტენი შემცირდება 21 %-მდე;

3. მდელის ყავისფერი, კარბონატული, საშუალო სისქის, თიხნარი-სუსტად ხირხატიანი ნიადაგები უნდა მოირწყას 550 კუბ. მ რწყვის ნორმით, როცა ნიადაგში ტენი შემცირდება 21 %-მდე.



ნახ. 1.

ნახ. 1. ნაცრობორის ნიადაგების რწყვის ნორმების კარტოგრამა:

550 მრიცხველი—რწყვის ნორმა, მნიშვნელი—სასურველი მინიმუმი
21

კვლევით მიღებული შედეგების დანერგვის მოსალოდნელი ეფექტი. საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ მუხრანის მეურნეობისათვის რეკომენდებული რწყვის რეჟიმი ითვალისწინებს [3] ბალისა და ვენახისათვის ზამთრისა და სავგებეტაციო რწყვების ჩასატარებლად რწყვის ნორმებს 800—1000 მ³ ოდენობით, მაშინ, როდესაც ნაცრის გორის ნაკვეთში არსებული ნიადაგების ფიზიკური და წყლიერი თვისებების

მაჩვენებლების გამოყენებით გაანგარიშებული რწყვის ნორმების სიდიდეები 550—600 მ³. ფარგლებშია.

მეურნეობისათვის რეკომენდებული ნორმების გამოყენების შემთხვევაში, ნაცრისგორის ნაკვეთის მოსარწყავად წელიწადში მტკვრის ხეობაში მწყალი, რომელიც ჩვენ მიერ დადგენილი რწყვის ნორმებით რწყვის ჩასატარებლად საჭირო წყლის რაოდენობას 89340 მ³-ით, ანუ 28 %-ით აღემატება.

დასკვნა

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემების განხილვის შედეგად შეიძლება შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

1. სარწყავი წყლის რესურსების რაციონალურად გამოყენების მიზნით აუცილებელია, რწყვები ჩატარებული იქნეს ნიადაგის ფიზიკური და წყლიერი თვისებების, სას.-სამ. კულტურების თავისებურების გათვალისწინებით. გაანგარიშებული რწყვის ნორმების სიდიდეების დაცვით, რაც საშუალებას მოგვცემს დავზოგოთ სარწყავი წყლის 25—28 %;

2. რწყვის პროცესში, ჩვენ მიერ გაანგარიშებული, რწყვის ოპტიმალური ნორმების დაცვა შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სპეციალური რწყვები ჩატარდება მაშინ, როდესაც ნიადაგში ტენის რაოდენობა შემცირდება სასურველ მინიმუმამდე და სისტემატურად ჩატარდება საწყავი ფართობების მოსწორება—მოშანდაკება.

ლიტერატურა — Литература

1. სკკპ-ის XXVI ყრილობის მასალები. 1981.
2. დ. გედევანიშვილი, გ. ტარასიშვილი, ვ. ლატაია, მუხრანის სასწავლო-საცდელი მეურნეობის ნიადაგების აგროსაწარმოო დახასიათება. საქ. სსი-ის შრომები, ტ XV, 1965.
3. საქართველოს სსრ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განლაგება, სპეციალიზაცია და სოფლის მეურნეობის გაძლიერების სისტემები. ტ. 11, 1960.
4. ტ. სიხარულიძე საქართველოს წყლის რესურსების დაცვისა და კომპლექსური გამოყენების გენერალური სქემა. თეზისები მოხსენებისა თათბირზე—ა/ვ წყლის რესურსების გამოყენების გენერალური სქემის განხილვის შესახებ, 1965.
5. ვ. შენგელია საქართველოს მსხვილი წყალ-ენერგეტიკული რეგულიატორების შექმნისათვის. თეზისები მოხსენებისა თათბირზე ა/ვ წყლის რესურსების გამოყენების გენერალური სქემის განხილვის შესახებ, 1965.

УДК 551.51

Б. А. МИШВЕЛАДЗЕ, Т. Ш. МЕГРЕЛИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ
ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФФУЗИИ С УЧЕТОМ ПЕРЕНОСА

Процесс переноса частиц аэрозолей в среде определяется их конвективным переносом (ветер, течение) и турбулентным перемешиванием, а также столкновениями частиц аэрозоля друг с другом. Надо отметить, что вследствие малости размеров частиц, коэффициент соударения частиц друг с другом весьма незначителен, поэтому эффектом соударения можно пренебречь. Учитывая перечисленные выше факторы, распространение частиц аэрозоля в воздухе или жидкости можно описывать уравнением:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + U \frac{\partial N}{\partial r} + W \frac{\partial N}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \nu \frac{\partial N}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial N}{\partial z} \right), \quad (1)$$

где N — концентрация частиц примеси, U , W — радиальная и вертикальная компоненты скорости облачного воздуха, r , z — радиальная и вертикальная координаты (ось z направлена вверх) t — время, ν — коэффициент турбулентности.

В работе [1] дано точное решение уравнения (1) при заданных (линейных) полях U и W , а также при постоянном коэффициенте турбулентности.

В настоящей работе попытаемся решить задачу Коши для уравнения (1), считая коэффициент турбулентности величиной переменной. В частности, согласно гипотезе Прандтля (см. напр. [2]), можно предположить, что

$$\nu = \nu_0 + l^2 (\text{grad} \sqrt{U^2 + W^2}) \quad (2)$$

где $v_0 = \text{const}$, l — характерная длина. В качестве начального условия принимаем:

$$\text{при } t=0, \quad 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{\infty} N r dr dz = N_0.$$

где N_0 — общее количество частиц примеси, диспергированной мгновенно в локальной области пространства.

Для численного решения задачи (1—3), построена явная конечноразностная схема. При этом исходили из того, что по смыслу N — неотрицательная функция, и для аппроксимации этого уравнения использовали монотонную нелинейную схему, которая дает

$$N_{k,m}^{j+1} \geq 0, \quad \text{если только } N_{k,m}^j \geq 0.$$

Схема имеет вид:

$$\begin{aligned} & \frac{N_{k,m}^{j+1} - N_{k,m}^j}{\Delta t} + \alpha U_{k,m}^j \frac{N_{k+1,m}^j - N_{k,m}^j}{\Delta r} + \\ & + (1-\alpha) U_{k,m}^j \frac{N_{k,m}^j - N_{k-1,m}^j}{\Delta r} + \beta W_{k,m}^j \frac{N_{k,m+1}^j - N_{k,m}^j}{\Delta z} + \\ & + (1-\beta) N_{k,m}^j \frac{N_{k,m}^j - N_{k,m-1}^j}{\Delta z} = (FN)_{k,m}^j \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь $\alpha = \beta = \frac{1}{2}$, если $N_{k,m}^{j+1} \geq 0$. Это дает аппроксимацию

первого порядка точности по времени и второго порядка по координатам. Если окажется, что в некоторых точках

то эта величина пересчитывается по схеме (4) при:



$$\alpha = \begin{cases} 1, & \text{если } U_{k,m}^j < 0 \\ 0, & \text{если } U_{k,m}^j > 0 \end{cases}$$



Здесь уже аппроксимация первого порядка точности по всем переменным. Оператор \widehat{F} в выражении (4) описывает турбулентные члены в уравнении (1) и его конечно-разностный аналог расписывается обычным, принятым в литературе образом, используя центральные разности.

Задача (1 — 3) с использованием схемы (4) численно решалась на ЭВМ БЭСМ-6 Тбилисского Государственного университета. Точность монотонной схемы проверялась путем сравнения с аналитическим решением упрощенной задачи [1]. При конкретных расчетах задавалась сетка с параметрами: $\Delta r = 100$ м, $\Delta z = 200$ м, $\Delta t = 10$ с. Увеличение пространственных шагов до 500 м и времени до 50 с не оказывало влияние на счет.

В результате расчетов выявилось, что предложенная нелинейная монотонная конечно-разностная схема имеет достаточную точность, не обладает свойством неустойчивости и лишь слегка

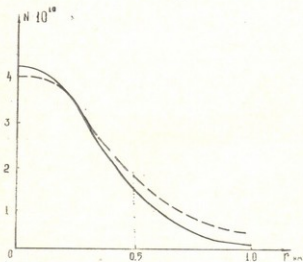


Рис. 1

«смазывает» результаты (сказывается первый порядок по координатам, для больших времен).

В качестве иллюстрации приводим радиальный профиль распределения примеси в момент времени $t=7$ мин, на той высоте, где концентрация максимальна. На рисунке сплошная линия — точное решение, пунктир — численное решение. Как показывает рисунок, точность предложенной численной схемы удовлетворительна по всем параметрам.

Литература

1. Б. А. Мишвеладзе. О решении уравнения турбулентной диффузии с учетом переноса. — Тр. ГрузСХИ, т. 120, 1981, с. 68-73.
 2. А. Д. Амиров. О роли турбулентности в конвективном движении. — «Изв. АН СССР, сер. ФАО», 1966, т. 2, № 7, с. 703-714.
-

М. И. МЕТРЕВЕЛИ

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ РАВНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ В АКСОНОМЕТРИИ

При окончательном оформлении архитектурных проектов большое значение придается построению теней, в результате чего изображение становится более наглядным и полнее отображает действительность. В ряде случаев, для придания изображению большей наглядности, появляется также надобность определения освещенности поверхностей.

В существующей литературе вопросы отображения освещенности поверхностей разработаны в основном для ортогональных проекций [1]. Традиционная шаровая диаграмма графического определения линии равной освещенности, применяемая в ортогональных проекциях при исполнении художественных чертежей, была использована нами при определении тональных зон освещения матовых поверхностей в аксонометрии [2].

Как известно, традиционная шаровая диаграмма является ортогональной проекцией шара, разделенной на зоны равной освещенности [1]. Использование сечений шаровой диаграммы, соответствующих сечениям данной поверхности, дает возможность построения линии равной освещенности на поверхностях любой сложности.

В данной работе рассматривается вопрос графического определения тональных зон освещения как матовых, так и полированных поверхностей в прямоугольной изометрии, так как она является наиболее распространенным видом наглядного изображения тем более, что в этой проекции сравнительно легко определяются эллипсы равной освещенности с применением соответствующих шаровых диаграмм.

Составленные нами шаровые диаграммы, содержащие линии равной освещенности и совокупности эллипсов трех направлений соответствующих направлениям плоскостей проекции, дают возможность построения характерных точек линии равной освещенности заданной поверхности в аксонометрии.

Путем проведения секущих плоскостей соответственно направлению световых лучей и при их пересечении с поверхностью шара находятся эллипсы — линии равной освещенности — [1], а сечения, проходящие через точки касания образующих обертываю-

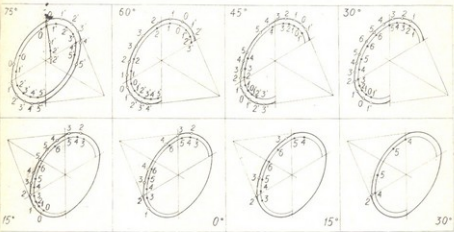


табл. 1

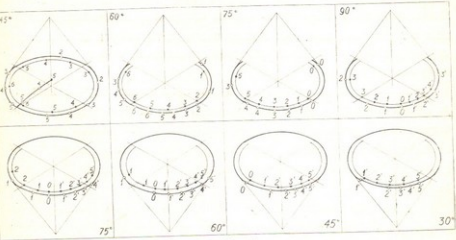


табл. 2

щей поверхности цилиндра или конуса к кривой условного разреза шара с эллипсами трех направлений, определяют характерные точки, позволяющие построить линии равной освещенности матовых и полированных поверхностей в аксонометрии.

С целью наиболее удобного применения полученных шаровых диаграмм составлены т. н. масштабные шаблоны для всех трех координатных плоскостей под разными углами наклона, где точки равной освещенности полированных поверхностей расположены на внешних эллипсах. (табл. 1, 2 и 3).

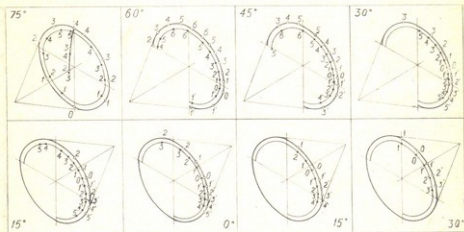


табл. 3

Масштабные шаблоны представляют собой эллипсы касания, полученные лучами, проведенными под углами 15° , 30° и т. д. к линии горизонта. На этих эллипсах построены конические поверхности с условной высотой. Изменение высоты конуса по оси зависит от размера кривой, на которую переносятся точки равного освещения.

Масштабные шаблоны, в каждом конкретном случае изометрической проекции, дают возможность найти необходимое количество точек равного освещения. Соединяя точки равной освещенности на разных участках чертежа получаем кривые равной освещенности, после чего чертеж можно считать подготовительным к отмывке.

По такому способу можно найти наиболее освещенную часть или точку на чертеже и определить зоны освещения на любой кривой поверхности, т. к. любое плоское сечение поверхности мож-

во рассмотреть, как основание конуса или цилиндра, соответствующего обертывающей поверхности.

При перенесении характерных точек освещения на эллипсы, для безошибочного применения масштабных шаблонов, обязательным условием является точное совпадение основной оси эллипса с основной осью поверхности освещенного тела.

Окончательно, чертеж желательно обвести тонко отточенным мягким карандашом с таким расчетом, чтобы после отмывки границы зон равной освещенности не были видны.

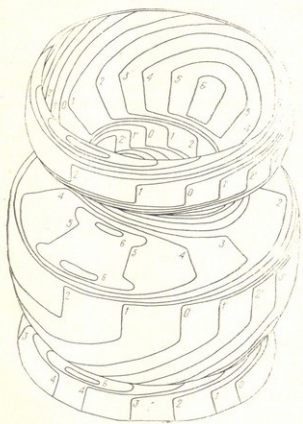


Рис. 1

Отмывка чертежа производится по следующей последовательности: в начале весь формат покрывается одним тоном, затем прорабатывается фон изображения, после чего покрывается разведенной тушью вся плоскость изображения за исключением самой освещенной полосы (полоса 6). В дальнейшем, наносится слой на

изображения, за исключением первых двух полос (6 и 6а) и т. д. для того, чтобы отличить теневую сторону от освещенной, необходимо все полосы, находящиеся в тени, покрыть двумя дополнительными слоями краски.

В заключение, для получения более реального изображения тела, необходимо втрое увеличить интенсивность падающей тени относительно собственной (нулевой зоны).

На рис. 1 представлено изображение, выполненное описанным способом определения тональных зон равной освещенности полированных поверхностей.

Л и т е р а т у р а

1. Pillet. Traite de perspective lineaire, 1921.
2. М. И. Метревели. Определение тональных зон освещения в аксонометрии. Труды ГПИ им. В. И. Ленина № 6, (91), 1963.



УДК 631.62

თ. ციციშვილი

**დაბიის იმპლანტი-წყვეტილი გრუნთით მოყვანის ღულიანი
გამწვანებელი დასაწვინი აპარატის საველე კვლევის
შედეგები**

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ზრდა, მოწინავე აგროტექნიკურ ღონისძიებებთან ერთად მკვეთრად და მოკიდებულ ნარგავების რწყვის რეჟიმისა და მის რაციონალურ შერჩევაზე.

ჩვენი რესპუბლიკის ტერიტორიაზე ციტრუსების, ვენახების, ხეხილის ბაღებისა და ჩაის პლანტაციების საგრძნობი ნაწილი ტერიტორიული, ხიდაგების კლიმატური პირობების მიხედვით განლაგებულია მთისწინა ფერდობების მიწის ნაკვეთებზე, ამ ნაკვეთების ზედაპირის ქანობი კი საგრძნობლად აღემატება ზედაპირული რწყვისათვის დასაშვებ ქანობს.

ზედაპირული რწყვის სარწყავი სისტემების მრავალწლიანი ექსპლუატაციის გამოცდილების საფუძველზე დადგენილია, რომ ზედაპირული რწყვის შედეგად (ქანობზე $i > 0,03$) აღვილი აქვს ირიგაციული ეროზიის მოვლენებს, რის შედეგადაც მწყობრიდანაა გამოსული მრავალი ასეული პა სასარგებლო მიწის ნაკვეთები.

უკანასკნელ ხანს, როგორც ჩვენს რესპუბლიკაში, ისე საბჭოთა კავშირის მასშტაბით ფართოდ იწარმოება რწყვის პროგრესული ხერხი, რომლის განხორციელების შედეგად ლიკვიდირებულია ზედაპირული რწყვის ბევრი ხარვეზი და თავიდანაა აცილებული ირიგაციული ეროზიის ძალზე საზიანო მოვლენები. საკითხი ეხება დაწინამებთ რწყვის სტაციონარული სისტემების მშენებლობას, მთისწინა ფერდობებზე განლაგებული ნაკვეთების მოსარწყავად.

დაწვივებითი მორწყვის სტაციონარული სისტემების სარწყავი ქსელის დგარებზე, როგორც წესი, დამონტაჟებულია საშუალო და გრძელქავლიანი დასაწვინი აპარატები, რომლებიც მუშაობს ხელოვნური და ბუნებრივი დაწვევის ხარჯზე. წინამდებარე სტატიის ავტორის უშუალო

ხელმძღვანელობით და მონაწილეობით „საქსახწყალპროექტის“ ობიექტებზე და „საქმთავარწყალშენის“ მიერ აშენებული ობიექტებით მორწყვის დახურული სტაციონარული სისტემები, ექსპლუატაციის დრო-ბებზე, როგორცაა „ტყემლანა-აწყური“—ახალციხის რაიონში, „ბაგრატიონის“—ბაგრატიონის რაიონში, „კეხიჯვარი“ ქარელის რაიონში „საყუ-ნეთი“ ახალციხის რაიონში. აშენებული ობიექტების ექსპლუატაციის გამოცდილებამ ნათლად დაგვანახა, მათი უპირატესობა ზედაპირულ რწყვის ადრე არსებულ სარწყავ სისტემასთან შედარებით.

გრძელქავლიანი დასაწვიმი აპარატის მიერ გამოშვებული ხელოვნური წვიმის სტრუქტურის და მისი მოწოდების ტექნოლოგიის ოპტიმალური შეხამება მოსარწყავი მიწის ნაკვეთების ძირითად მახასიათებლებთან (მიწის ნაკვეთის მიკრორელიეფი, ნიადაგის ტიპი, მეტეოროლოგიური მონაცემები, სასოფლო-სამეურნეო კულტურა და მისი განვითარების სტადია) განაპირობებენ დაწვიმებით რწყვის ტექნიკის გამოყენების ეფექტურობას.

დაწვიმებითი რწყვის სტაციონალური სისტემის ფართო მასშტაბით დანერგვა ხშირად ფერხდება საიმედო კონსტრუქციის დასაწვიმი აპარატების უქონლობის გამო. საკითხი ეხება დასაწვიმი აპარატის ლულის იძულებით ბრუნვას, წყლის ჰავლის მოქმედების რადიუსს, კონსტრუქციის სისადავეს და საიმედობას, ხელოვნური წვიმის ინტენსივობისა და მის თანაბარზომიერ განაწილებას მოსარწყავ ფართობზე, აგრეთვე წვიმის წვეთების სიდიდეს.

არსებული დასაწვიმი გრძელქავლიანი აპარატები ვერ აკმაყოფილებენ თანამედროვე მოთხოვნილებებს დასაწვიმი აპარატების კონსტრუქციასა და მახასიათებლებზე.

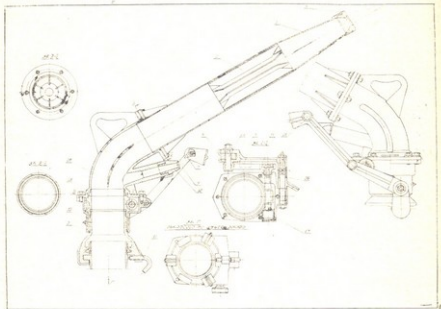
გრძელქავლიანი დასაწვიმი აპარატების განმასხვავებელი თავისებურება მდგომარეობს შემდეგში, რომ წყლის ჰავლის ენერჯის ზემოქმედებით აპარატის ლულა ბრუნავს აპარატის ვერტიკალური ღერძის გარშემო. დასაწვიმი აპარატის საქმეხიდან გამოშვებული წყლის ჰავლი პაერის შემხვედრი ფენის წინააღმდეგობის შედეგად იშლება ხელოვნური წვიმის წვეთებად. დასაწვიმი აპარატის ლულის ბრუნვის შედეგად კი ერთი პოზიციიდან დაწვიმებით ირწყვება მიწის ნაკვეთი წრის, ანდა წრის სექტორის ფორმით. სექტორული რწყვა გამოიყენება, იმ შემთხვევაში, როდესაც მიწის ზედაპირის ქანობი აღემატება 10—12°-ს.

სექტორული რწყვის უზრუნველსაყოფად დასაწვიმი აპარატებზე დამონტაჟებულია სპეციალური რევერსული მოწყობილობა, რომლის საშუალებით მოცემული კუთხით პერიოდულად იცვლება ლულის ბრუნვის მიმართულება.

DA—2 ტიპის არსებული სერიული გრძელქავლიანი დასაწვიმი აპარატები რომელთა ლულის ბრუნვა თვითნებურად წარმოებს, აპარატის



DA—ტიპის გრძელქავლიანი დასაწეიმი აპარატის
ნაწილებისა და კვანძებისაგან შემდგება (იხ. ნახ. 1);



ნახ. 1

1. ლულა; 2. გამმართველი; 3. კორპუსი; 4. მხრეული; 5. საკეტელა;
6. მაწონასწორებელი საპიოკონე; 7. სოლი; 8. დიდი საქშენი; 9. მილყე-
ლი; 10. ჭია თვალი; 11. საჩერი; 12. მცირე საქშენი; 13. საკეტელას ღერ-
ი; 14. მხრეულის ღერძი; 17. ჭია თვალი; 18. მუხლი; 19. გადასასვლელი
მილყელი.

დასაწეიმი აპარატის კვანძები დანიშნულების მიხედვით შემდეგ
ფუნქციებს ასრულებენ:

ლულა (1) — ლულა ფოლადის 2 მმ-იანი ფურცლისაგან მზადდება;
იგი წყლის ჭავლს ანიჭებს საჭირო მიმართულებას. ლულის ერთ ბოლო-
ზე დიდი საქშენის (8) დასამაგრებლად მოთავსებულია ქანჩი, მეორე ბო-
ლოზე, ლულის მუხლთან (18) შესართებლად მიდრეკილია მილყელი
(9) მილყელსა და მუხლის შორის ლულის ნაწილში მოთავსებულია წყლის
ჭავლის გამმართველი (2), დიდი დაწნეითი მოძრავი წყლის ჭავლის და-
საწყენარებლად (ნაკადის გასამართავად) აპარატის ლულაში ტურბულენ-
ტური მოძრაობისაგან გამმართველამდე წყლის ნაკადის ნაწილაკები ქაო-

ტურად მოძრაობენ — გამმართველში გავლის შემდეგ ნაკადი კომპაქტურობას იძენს და დიდ საჭმენს (6) წყლის ერთი მიმართულებით მოძრაობა ნაწილაკებად მიეწოდება.

მხრეული (4), მხრეულის საშუალებით დასაწვიმი ვარჯიშის საჭმენიდან გამოტყორცნილი წყლის ნაკადის ენერჯია აპარატის ლულის ზრუნვით მოძრაობაში მოსაყვანად გადაეცემა ჰია თვალს (10) გადასასვლელი მილყელი (19) გადასავლელი მილყელის საშუალებით დასაწვიმი გრძელჭავლიანი აპარატი სარწყავი ქსელის დგარს უერთდება.

კორპუსი (3) — კორპუსის შიგნით მოთავსებულია ჰია თვლების წყვილი და მათი მუხლთან მისამაგრებელი ადგილი. კორპუსი რუხი თუჯისაგან მზადდება.



Рис. 2

საკეტელა (5) — საკეტელას საშუალებით წყლის ქაველის ენერგია მხრეულიდან ჰია ღერძზე გადაეცემა.

მუშაობს რა მაღალდაწნევიანი დახურული სარწყავი სისტემიდან, გრძელქავლიანი დასაწვიმი აპარატი მაგრდება სისტემის სარწყავი ნაწილზე (იხ. ნახ. 2).

სრული ჰერმეტიკობისათვის აპარატის მილყელს და დგარის მილყელს შორის მოთავსებულია რეზინის სადები.

აპარატის ბრუნვა მისი მცირე საქშენიდან გამოტყორცნილი წყლის ქაველის ენერგიისაგან სწარმოებს. აპარატს ორი საქშენი აქვს (ძირითადი) დიდი და მცირე. დიდი საქშენის დიამეტრი იცვლება დანიშნულები-სამებრ 32—39 მმ-ით იგი ლულაზეა მოთავსებული, ხოლო მცირე საქშენი დიამეტრი 14 მმ-ით დამაგრებულია აპარატის კორპუსზე. აპარატის ბრუნვა შემდეგი თანმიმდევრობით სწარმოებს. მხრეულზე სახსრულათ მოთავსებულია მერყევი სოლი, რომელიც მცირე საქშენიდან გამოტყორცნილ წყლის ქაველში პერიოდულად შედის, ქაველის ენერგიის ზემოქმედებით, ნახევრად შემობრუნებული სოლი, მხრეულასთან ერთად გადაიხრება ქვევით. სოლისა და მხრეულას მოსხლეტასთან ერთად წყლის ქაველის ენერგია საკეტელასა და ხრუტუნა თვალის საშუალებით გადაეცემა ჰია ღერძს. ჰია ღერძი თავის მხრივ ენერგიას გადაეცემს ჰია თვალს, ამ უკანასკნელს მოძრაობაში მოყავს აპარატის ლულა, რომელიც აპარატის კორპუსის ღერძის გარშემო ბრუნავს. მხრეულის ადგილის შეცვლით, მოძრაობს საკეტელაც.

საკეტელა ხრუტუნა თვალს 1—2 კბილით გადაადგილებს, აღნიშნული პროცესი აპარატს ანიჭებს წყვეტილ-ბრუნვით მოძრაობას; მცირე საქშენიდან გამოტყორცნილი წყლის ქაველში სოლის დაბრუნება მხრეულზე, სოლის მოპირდაპირე მხარეს არსებული მაწონასწორებელი საპირწონეს საშუალებით ხდება. იძულებითი წყვეტილი-ბრუნვითი მოძრაობა, დიდად უწყობს ხელს ხელოვნური წვიმის წვეთების სარწყავი მიწოდორზე თანაბარზომიერად განაწილებას.

დასაწვიმი აპარატის იძულებით წყვეტილ-თანაბარზომიერ მოძრაობის არხი შემდეგნაირად განისაზღვრება:

მექანიზმებს, რომელთა ყველა ელემენტი დაკავშირებულია კინემატიკურად, ისე, რომ ერთ-ერთი მათგანის გადაადგილებას, მკაცრად შეესაბამება მასთან შეუღლებული ელემენტების გადაადგილება, იძულებითი ბრუნვის მექანიზმი ეწოდება, გრძელქავლიანი დასაწვიმი აპარატის იძულებითი ბრუნვის მექანიზმები, რამდენადმე რთულადაა მოწყობილი, მაგრამ სხვა ტიპის მექანიზმებთან შედარებით რომელთაც არ გააჩნია იძულებითი ბრუნვის მექანიზმები, მათ შეუძლია უზრუნველყონ აპარატის თანაბარზომიერი ბრუნვა, მიუხედავად ქარის ცვალებადი სიჩქარისა და დგარის გადახრის კუთხისა.

ჰავლიანი აპარატები იძულებული ბრუნვით, საიმედოდ მუშაობენ მთისწინა ფერდობებზე.

განხილული გრძელჰავლიანი დასაწვიმი აპარატების შედარებით კვლევის შედეგად დადგინდა არსებული აპარატების კონსტრუქციული უპირატესობა და ნაკლი, კვლევის შედეგები საფუძვლად ჩაედო აპარატის გრძელჰავლიანი იძულებით-ბრუნვითი მოძრაობის დასაწვიმი აპარატის შექმნას, რომელსაც პირობითად DA-ს (Дальнеструйный аппарат) სახელი მიეკუთვნა. DA-ს ტიპის დასაწვიმი გრძელჰავლიანი აპარატი ერთად დაპროექტდა და დამზადდა მოსკოვის საკავშირო სოფლის მეურნეობის მანქანათმშენებლობის საკვლევ-სამეცნიერო ინსტიტუტში (ბა მ. ლებედევს, ვ. მ. მარკვარდეს და თ. ზ. ციციშვილის უშუალო მონაწილეობით). ინსტიტუტის ექსპერიმენტულმა ქარხანამ ვარკეთილის საბჭოთა მეურნეობის დირექციის დაკვეთით (თ. ი. კავილაძე), დაამზადა 10 აპარატი, რომელთა სავსე გამოკვლევა ჩატარდა ვარკეთილის საბჭოთა მეურნეობის მთისწინა ფერდობზე განლაგებულ თვითდაწნევიანი დახურული სარწყავი სისტემის მრწყველ მილსადენებზე. სავსე კვლევა შემდეგი მეთოდით ჩატარდა:

წვიმსაზომი ქილები განლაგებული იქნა რვა რადიუსზე (ოთხი მეტრის დაშორებით ერთი მეორესაგან), კვლევა წარმოებდა აპარატის მიერ წყლის ჰავლის მოქმედების რადიუსის დასადგენად, წვიმსაზომებში წვიმის განაპირა წვეთების მიხედვით ცვალებადი დაწნევის და საქშენების დიამეტრების ცვლის შედეგად. მიღებული მონაცემების მიხედვით წვიმსაზომებში მოხვედრილი წყლის გაზომვის შედეგად შედგენილი იქნა იზოგეიტების (ჩაკეტილი კონტურის მქონე მრუდები, რომლებიც აერთიანებენ ერთი და იმავე ინტენსივობის მქონე წერტილებს) რუკა, რომელთა დამუშავების შემდეგ მიღებული მონაცემები საესეებით დაემთხვა ანგარიშით მიღებულ შედეგებს.

დასაწვიმი აპარატის წყლის ჰავლის მოქმედების რადიუსის სისწორე ნაანგარიშეა ვ. მ. მარკვარდეს ფორმულით:

$$R = \frac{2 \frac{\mu^2}{\epsilon^2} H_0 \sin 2\theta_0}{1 + \frac{\mu^2}{\epsilon^2} \left(1 - e^{-\frac{H_0}{1,6d_0}} \right) \frac{H_0}{d_0} \sin \theta_0}$$

სადაც μ არის საქშენის ხარჯის კოეფიციენტი; ϵ — ჰავლის შეკუმშვის კოეფიციენტი; H_0 — მთლიანი დაწნევა საქშენთან მ-ში; d_0 — ჰავლის დიამეტრი მმ-ში; θ_0 — ჰავლის გატყორცნის კუთხე გრადუსებში; ϵ — ნატურალური ლოგარითმების ფუნქცია;

— მოცემულია $\theta_0 = 32^\circ$.

წყლის ჰაერის მოქმედების რადიუსის საანგარიშოდ არსებული ფორ-
მულიდან (ვ. ი. პიკალოვი, ა. ი. დიდებულიძე, ცუნიკური და სხვ.),
ვ. ი. მარკვარდეს ფორმულა უფრო ზუსტად ეთანხმება (იზოგეიტების
ნ. ნახ. 3 მიხედვით ნაანგარიშებს) კვლევის შედეგად (იზოგეიტების
გებს.

აპარატი წყლის ხარჯით განსაზღვრულ იქნა როგორც იზოგეიტე-
ზით, ისე ანალიზურად (არსებული ფორმულით):

$$Q = \mu \frac{\pi}{4} (D_2 - d^2) \sqrt{2gH} \text{ ლ/წმ}$$

სადაც μ არის ხარჯის კოეფიციენტი; D — დიდი საქშენის დიამე-
ტრი მმ-ში; d — პატარა საქშენის დიამეტრი მმ-ში; g — სიმძიმის ძალის
ჩქარება მ/წმ²; H — წყლის ჰაერის დაწნევა — მეტრი;

ჩვენს შემთხვევაში $\mu = 0,78$, $D = 39$ მმ, $d = 14$ მმ, $H = 80$ მეტრი.

საშუალო ინტენსივობა ნაანგარიშებია ცდის პროცესში წვიმსაზო-
მებში მოხვედრილი წყლის მოცულობის მიხედვით

$$f = \frac{10W}{t\omega} \text{ მმ/წთ}$$

სადაც S არის ხელოვნური წვიმის ინტენსივობა, მმ/წთ; W — წვიმ-
საზომში არსებული (ცდის დროს მოხვედრილი) წყლის მოცულობა — სმ³;
 ω — წვიმსაზომის ზედა ლია ნაწილის ფართობი, სმ²; t — ცდის ჩატარე-
ბის დრო.

ფ. ი. კოლესნიკის მიერ დამუშავებული ცნობილი მეთოდით (ჩა-
ტარებული კვლევის იზოგეიტების დამუშავებით) განისაზღვრა ხელოვნუ-
რი წვიმის თანაბარზომიერი განაწილება მორწყულ ფართზე, სახელდობრ:
საშუალო ეფექტური ინტენსივობა, ეფექტური მორწყვის კოეფიციენტი
და წყლის ხარჯის ეფექტური კოეფიციენტი.

ანგარიშის შედეგები მოყვანილია 1-ელ ცხრილში.

DA ტიპის იძულებითი წყვეტილი ბრუნვითი მოძრაობის, ლულაიანი
გრძელქაველიანი დასაწვიმი აპარატების საველე კვლევის შედეგად დად-
გენილია, რომ:

ა) აპარატის გამძლეობა 1,7÷2,1-ჯერ; აღმატება არსებული კონს-
ტრუქციის აპარატების გამძლეობას;

ბ) აპარატისათვის საჭირო დაწნევა განისაზღვრება 7÷10 ატმოსფე-
რის ფარგლებში, ამ დაწნევის მიხედვით რეკომენდებულია საქშენების
რაციონალური დიამეტრები, აქედან დიდი საქშენის დიამეტრი 36÷40
მმ, ხოლო მცირე საქშენის 14÷16 მმ-ია.



ბივის საშუალო ზოგადი ფა	პარატი საშუალო ზოგადი ფა	პარატი საშუალო ფა	ბივის საშუალო ფა	ბივის სა- შუალო ზოგადი ფა	ბივის სა- შუალო ზოგადი ფა	ბივის სა- შუალო ზოგადი ფა
32	12	6.0	28.9	52.5	1112	2.15
		7.0	32.3	63.0	1248	2.15
		8.0	34.5	65.8	1362	2.15
		9.0	36.6	68.1	1457	2.15
32	14	6.0	31.2	58.5	1112	2.17
		7.0	33.7	63.0	1248	2.16
		8.0	36.1	65.8	1362	2.16
		9.0	38.2	68.1	1457	2.16
32	14	6.0	40.8	66.3	1262	2.18
		7.0	47.5	72.2	1323	2.18
		8.0	50.7	75.1	1374	2.17
		9.0	53.8	78.2	1423	2.17

ბ) კვლევის პროცესში არ ყოფილა შემთხვევა, რომ დარღვეულიყო როგორც დგარები, ისე მათი საძირკვლები;

დ) აპარატის ლულის ბრუნვა (ერთი ბრუნვი) 5 წთ და 30 წმ-ს შეადგენს, თანაბარზომიერი ბრუნვა არ არის დამოკიდებული ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა დგარის გადახრა, ქარის სიჩქარე და სხვ.


ე) აპარატის წყლის ჰაერის მოქმედების რადიუსის სიშორე, რეკომენდებული დაწნევის ფარგლებში 65 ÷ 76 მ-ს შეადგენს.

ვ) ხელოვნური წვიმის წვეთები აკმაყოფილებს აგროტექნიკურ მოთხოვნებს, ყველაზე დიდი წვიმის წვეთის სიდიდე არ აღემატება 1,5 ± 2 მმ-ს.

კვლევის შედეგები (ნაანგარიშევი იზოგიეტების მიხედვით) საკმაოდ ზუსტად თანხვედბა საანგარიშო ფორმულებით მიღებულ შედეგებს.

ქვემოთ მოგვყავს აპარატების ძირითადი ოპტიმალური მახასიათებლები (კვლევა ჩატარებულია 2 მ/წმ. ქარის სიჩქარის დროს).

1. ძირითადი დიდი საქშენის დიამეტრი — 39 მმ;
2. პატარა საქშენის დიამეტრი — 14 მმ;
3. აპარატის ხარჯი — 50 ლ/წმ. (ნაანგარიშევი იზოგიეტებით და ვ. მ. მარკვარდეს ფორმულით):

- 
4. წყლის დაწნევა 80 მ;
 5. ერთი პოზიციიდან მორწყული ფართობი 1,52 ჰა;
 6. საშუალო ეფექტური ინტენსივობა $0,18 \pm 0,23$ მმ/წთ (აპარატის წყლის ჰავლის გადაფარვის გარეშე);
 7. ეფექტური მორწყვის კოეფიციენტი 0,40 (გადაფარვის გარეშე);
 8. ეფექტური ხარჯის კოეფიციენტი 0,32 (გადაფარვის გარეშე);
- მიღებული მახასიათებლები სავსებით შეესაბამება დაწვინებით მორწყვის თანამედროვე მოთხოვნებს.

დასკვნა

DA-ს ტიპის იძულებითი წყვეტილ-ბრუნვითი მოძრაობის გრძელქავილიანი დასაწვიმი აპარატების სავსელე კვლევამ და მათი 10 წლის ექსპლოატაციის შედეგებმა ვარკეთილის საბჭოთა მეურნეობაში დაგვანახა, რომ არსებულ დასაწვიმ აპარატებთან შედარებით DA-ს ტიპის დასაწვიმი აპარატის კონსტრუქცია საგრძნობლად გაუმჯობესებულია.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ ჩატარებული კვლევის შედეგები საფუძვლად დაედოს აღნიშნული კონსტრუქციის აპარატების ოჯახის სრულყოფილ დამუშავებას მათი წარმოებისათვის.

ლიტერატურა — Литература

1. თ. ზ. ციციშვილი. საშუალოქავილიანი დასაწვიმი აპარატი СДА—2М სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაციისა და პროპაგანდის ინსტიტუტი, თბილისი, 1966 წ. № 16.
2. Т. З. Цицишвили, В. М. Марквардте. Опыт дождеваний чайных плантаций струйными аппаратами. «Гидротехника и мелиорация», № 3, М., 1963.
3. Д. М. Кервалишвили. Некоторые вопросы дальнеструйного дождевания. Материалы научно-технического совета № 21, ВИСХОМ, 1966.

Н. ЧХАИДZE

РОЛЬ И МЕСТО ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОГО СОДЕРЖАНИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ИНЖЕНЕРА

Постановка вопроса

Одной из важнейших целей математического образования во вузе является выработка первичных навыков математического исследования. Вторжение математики в любую область науки и техники вызывает глубокие изменения в научной структуре этих областей знания: их основные теоретические положения облакаются в математизированную форму. О том, что математизация науки придает ей новое качество, говорил еще К. Маркс: «Наука только тогда достигает совершенства, когда ей удастся пользоваться математикой»¹.

Применение математики в различных областях науки имеет определенную общность, проходит через одни и те же этапы: 1) формирование адекватной математической модели явления или процесса; 2) внутримодельное решение задачи математическими средствами; 3) интерпретация полученного решения с точки зрения исходной ситуации.

К сожалению, роль второго этапа в математическом образовании переоценивается многими специалистами. Так, например, Л. Д. Кудрявцев в интересной книге [2] указывает, что обучение решению прикладных задач математическими методами не является задачей математических курсов, а задачей курсов по специальности. Мы, как и В. В. Пак [3], не согласны с этим принципом. В [3] справедливо указывается, что реализация этого принципа

¹ См.: П. Лафарг. Воспоминания о Марксе. М., 1967, с. 11.

зачастую приводит к изоляции курса математики от системы знаний и системы деятельности будущего специалиста: студенты плохо учат математику, потому что она слабо используется в основных курсах, а выпускающие кафедры сводят ее применение к минимуму по причине слабой математической подготовки студентов.

«Чтобы разорвать этот круг, математические кафедры... должны учить не только абстрактному, но и конкретному» [3]. Следовательно, этапы формализации сложных объектов и интерпретации результатов исследования полученных математических моделей должны играть определенную роль в математическом образовании инженера. Это означает необходимость включения в курс математики определенного минимума прикладных задач. Их роль — формирование навыков прикладного исследования на доступном и интересном для обучаемых материале, тесно связанном с фундаментальными и специальными дисциплинами. Их место в курсе математики определяется связями с теоретическим материалом курса и включением в систему задач. Таким образом, прикладные задания в курсе математики должны реализовать как существенные межпредметные связи курса (притом различных типов: A_1 — изучение одного и того же объекта в различных дисциплинах, A_2 — использование одного и того же закона, A_3 — использование одного и того же приема деятельности — моделирования [4]), так и его внутриспредметные связи. Указанный подход позволил нам построить соответствующую целевую функцию, что позволяет решать вопрос об оптимизации выбора задач прикладного содержания с учетом специализации.

О типах прикладных задач.

В соответствии с изложенным, следует конкретизировать понятие прикладной математической задачи. В качестве таковой будем понимать задачу, требующую либо моделирования явления или процесса, либо выполнения одной из фаз моделирования (т. е. построения адекватной математической модели или интерпретации результатов). Обозначая через Φ класс задач, требующих формализации, через U — класс задач, требующих интерпретации, получаем в качестве пересечения этих классов ΦU класс задач, требующих обеих фаз моделирования. Этот вид задач наиболее интересен, так как в них полностью реализуются приемы деятельности по составлению и исследованию математических моделей.

Другой важной основой для классификации является полнота, избыточность или недостаточность данных для решения зада-

чи. Соответствующие классы задач обозначим П, Из, Н.

Проанализируем с этой точки зрения несколько задач из различных источников.

Пример 1. [6, № 65]. Найдите оптимальное направление тяги прицепного плуга (считая, что коэффициент трения о почву $\mu = 0,5$).

Задача класса ФЛИЛП. Убрав замечание в скобках, получаем задачу класса ФЛИЛН, требующую поиска дополнительного условия в справочной литературе.

Пример 2. [7, № 3]. Издержки производства 100 единиц некоторого товара составляют 20 тыс. руб., а 500 единиц — 40 тыс. руб. Определить издержки производства 600 единиц товара, считая функцию издержек линейной.

Задача класса ФЛИЛП. (Здесь обозначение $\bar{\Phi}$ означает, что задача уже формализована, т. е. формализации не требуется).

Пример 3. [8, № 5, 70]. Дано уравнение движения

$$\vec{r} = \vec{r}_i + t^2 \vec{r}_j + \frac{2}{3} t^3 \vec{k}$$
. Определить ускорение \vec{W} движения, тангенциальную W_τ и нормальную W_n , составляющие в любой момент времени t и при $t=1$.

Задача относится к классу ФЛИЛП.

Пример 4. [6, № 78]. Если силосная траншея с прямоугольным верхом переполиена и силос выступает через край траншеи, то для определения объема выступающего слоя используют формулу $V = \frac{2}{3}abh$, где a — длина, b — ширина траншеи, h — высота слоя. Объясните происхождение этой формулы. Задача класса ФЛИЛП

Экспериментальное исследование оптимального набора задач

По описанной в 4 системе нами был проэкспертирован (с участием студентов и представителей ряда кафедр) массив прикладных задач из нескольких источников (сборники прикладных задач Ноздрин [10], Петрова, стабильные задачки).

Изучались связи между мнениями экспертов. Для этого результаты группировались до дихотомической схемы (интересно-неинтересно, важно-неважно и т. д.). Это необходимо, так как при группировке снимается некоторая «расплывчатость» оценок экспертов; с другой стороны, это и упрощает обработку. Для оценки

тесноты связи используем коэффициент τ по Кендэлу. В дихотомическом варианте имеем таблицу.



		Первое качество		
		обладает	не обладает	всего
Второе качество	обладает	a	b	p
	не обладает	c	d	q
	всего	x	y	n

Коэффициент τ ранговой корреляции находим по формуле:

$$\tau = \frac{ad - bc}{\sqrt{xyprq}}$$

Оценка значимости τ производится следующим образом.

Берем $S = \frac{1}{2} n(n-1)\tau^2$ стандартное отклонение $\sigma(S)$ из условия

$\sigma^2 = \frac{1}{18} n(n-1)((2n+5))$. Проверяемая гипотеза H_0 — отсутствие корреляции ($\tau=0$). На уровне значимости α (напр., $\alpha=0.05$) гипотеза принимается, если $|S| \leq t_{1-\alpha} \sigma$ и отвергается в противном случае. Здесь $t_{1-\alpha}$ — соответствующий квантиль нормального распределения (при $\alpha=0,05$ $t_{0,95} = 1,96$).

Приведем примеры. Оценки важности разделов курса кафедрами прикладной механики и физики коррелируют с $\tau = 0,6$, это значимо на уровне $\alpha = 0,05$. Оценки важности задач кафедрами сельхозмашин и тракторов — $\tau = 0,52$, что также значимо. Оценки задач экономистами и кафедрой сельхозмашин дают $\tau = -0,4$ — расхождение во мнениях. Кафедра бухучета и экономисты: $\tau = 0,72$ — как и следовало ожидать, корреляция довольно тесная.

Для оценки согласованности мнений экспертов Кендэл предлагает коэффициент конкордации (довольно сложно вычисляемый), либо среднее значение τ по всем возможным парам экспертов. Последнее проще, а в нашем случае, это практически равная нулю величина!

Анализ корреляций позволил сделать ряд выводов.

1. Оценки доступности и интереса коррелируют ($\tau = 0,6$).

2. Оценки полезности и важности, данные специалистами кафедр, коррелируют тем более тесно, чем ближе математический аппарат соответствующих дисциплин.

3. Оценки интереса связаны с полезностью для данной дисциплины ($\tau = 0,35 \div 0,6$). При этом возрастает при большей осведомленности студентов о своей будущей специальности.

4. Задачи в абстрактной постановке оцениваются ниже прикладных, причем их оценки несколько выше, когда они оказываются связанными с известными моделями прикладных задач.

Эти выводы, на наш взгляд, являются подтверждением принятой нами системы оценки задач.

Естественно, что оптимальные наборы прикладных задач для студентов разных специальностей довольно сильно отличаются.

В предварительном эксперименте группа студентов Грузинского сельскохозяйственного института (специальность-технология) решала задачи из оптимального набора. Эквивалентная ей группа проходила обычные занятия с эпизодическим вкраплением прикладных задач без их предварительной оценки.

Итоги видны из таблицы:

	Г р у п п ы	
	экспериментальная	контрольная
контр.	5	—
раб. „5.	9	3
„4.	9	14
„3.	2	8
„2.		
интерес к предмету	возрастает	стабилен

Более детальный анализ показал, что улучшаются правильность, полнота решения прикладных задач, прочность знаний, возрастает уровень вопросов, задаваемых студентами на консультациях.

Прикладные задачи в математических олимпиадах

Говоря о важности математических олимпиад для школьников, Б. В. Гнеденко [12] подчеркивает, что «... с возрастом прихо-

дит желание использовать имеющиеся знания и навыки при изучении реальных явлений». Однако там же он ограничивается рекомендацией касаться приложений лишь в лекциях для университетов олимпиад, говоря, что прикладные вопросы «...следует вносить в олимпиадные задачи». Думается, однако, что такое ограничение неправомерно, оно противоречит целям олимпиад, духу научно-технического прогресса, да и всей логике статьи [12], где указывается, что «...важна гармония между теоретическими и прикладными аспектами».

К сожалению, забвение прикладного аспекта математики характерно для многих олимпиад (в том числе и студенческих). Достаточно сказать, что лишь небольшое число задач международных олимпиад для школьников (12) имеет «прикладную» фабулу (чаще всего это «псевдоприкладные» задачи), а изданный сборник задач студенческих олимпиад [13] содержит лишь несколько таковых (№ 171, 172, 302, 392 — 4 задачи из 5601). Однако и эти задачи не требуют деятельности по составлению математической модели.

Нам представляется более оправданным с точки зрения системы целей обучения математике во втузе подход организаторов олимпиад в Омском и Челябинском политехнических институтах [14]. Они определяют цели олимпиад как: 1) повышение интереса к углубленному изучению курса высшей математики; 2) развитие навыков применения математического аппарата в исследовании окружающих нас явлений. Исходя из такой целевой установки, они рекомендуют при отборе и ранжировании олимпиадных задач для студентов втуза «ориентироваться ... на навыки построения математических моделей...».

Ввиду многообразия целей олимпиад набор олимпиадных задач должен быть достаточно разнообразным (т.е. составлен с учетом различных типов математических способностей и интересов [12]). Однако ясно, что в этом наборе должно найтись место и для задач прикладного характера.

Наш опыт проведения внутривузовских олимпиад по математике говорит о том, что включение прикладных задач позволяет сделать олимпиаду более массовой и поддерживает интерес наиболее способных студентов к курсу математики.

Источники прикладных задач

Исходным материалом для создания оптимальных наборов прикладных задач могут служить:

— анализ математического аппарата в учебной литературе по фундаментальным и специальным курсам;


— анализ применения математики в научных исследованиях по наиболее актуальным направлениям специальных курсов;

— анализ курсовых и дипломных работ.

Однако основным (если не решающим) условием является участие преподающих математику в междисциплинарных научных исследованиях с применением математического аппарата.

Литература

1. И. И. Блехман, А. Д. Мышкис, Я. Г. Пановко, Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. Киев, 1976.
2. Л. Д. Кудрявцев. Современная математика и ее преподавание. М.,
3. В. В. Пак. О непрерывной математической подготовке будущих инженеров. Проблемы высшей школы. Вып. 45, Киев, 1981.
4. Н. Натрошвили (Н. Чхайдзе). О принципах реализации межпредметных связей при обучении математике. Труды пединститутов Груз. ССР, т. 6, 1978.
5. Н. Чхайдзе. Оптимизация выбора задач прикладного содержания для обучения во втузе. Труды пединститутов Груз. ССР, т. VII, 1979.
6. В. А. Петров. Математические задачи из сельскохозяйственной практики. М., 1980.
7. Г. М. Николайчук, Е. Г. Новожилова. Решение задач как средство экономического образования слушателей. Проблемы высшей школы. Вып. 45., Киев, 1981.
8. Сборник задач по математике для втузов. Линейная алгебра и основы математического анализа. (Под ред. А. В. Ефимова, Б. П. Демидовича.) М., 1981.
9. Сборник задач по математике для втузов. Специальные разделы математического анализа. (Под ред. А. В. Ефимова, Б. П. Демидовича.) М., 1981.
10. И. Н. Ноздрин и др. Прикладные задачи по высшей математике.
11. М. Кендэл. Ранговые корреляции. М., 1975.
12. Б. В. Гнеденко. О математических способностях и их развитии. Математика в школе, 1982, № 1.

- 
13. Е. А. Морозова, И. С. Петраков. Международные математические олимпиады. М., 1971.
14. В. А. Садовничий, А. С. Подколзин. Задачи студенческих олимпиад по математике. М., 1978. Издательство «Высшая школа».
15. Опыт организации и проведения внутривузовских и межвузовских предметных олимпиад.



УДК 627.833

Вырождение турбулентности после соударения сбросных потоков и влияние конструктивных элементов гасителя на эффективность гашения энергии. Б. М. Чиквашвили, Г. М. Герман. Труды Груз. СХИ, № 4 (126), 1982, стр. 3 — 12.

На основе статистического анализа записи мгновенных характеристик потока, описаны закономерности затухания пульсации в сбросном потоке и влияние пульсации на состояние сбросного потока. Библ. 6.

УДК 631.6

К вопросу развития и размещения промышленных предприятий и ремонтно-строительных организаций для нужд эксплуатации мелиоративных систем ГССР. Г. Э. Квашилава, Домашевский. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 13 — 22.

Работа посвящена актуальному вопросу развития и рационального размещения промышленных предприятий и ремонтно-строительных организаций для нужд эксплуатации мелиоративных систем республики, с учетом достижений экономической и технической наук послевоенных лет, даются рекомендации по совершенствованию ремонтно-строительных организаций — на периоды 1981 — 1990 гг.

УДК 631.6.02:631.674.5

Дождевальная аппаратура для полива склонов и методика его расчета. Г. Е. Тугуши. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 23 — 33.

Излагается теоретическое обоснование принципа действия нового вида дождевальной аппаратуры для полива склонов, который характеризуется повышенным наклоном ствола, с целью предотвращения воздействия нераспыленной части струи на почву. Аппараты снабжены гидроуравнительным устройством, с помощью которого осуществляется неравномерное вращение аппарата по определенному закону, обуславливающему равномерный полив. Кроме того, уменьшается интенсивность дождя, увеличивается допустимая продолжительность полива, увеличивается поливаемая площадь, улучшается качество дождя и микроклимат. Уменьшение количества стояков повышает экономическую эффективность. Даются расчетные зависимости и методика расчета конструктив-

ных элементов аппарата и заменяемых частей гидроуравнительного устройства в зависимости от наклона местности и траектории струи.

Гидроуравнительное устройство можно смонтировать на различных аппаратах. Илл.-2.

УДК 627.833

Исследование гидравлического транспорта сапропеля в трубопроводах с целью его использования в качестве удобрения в сельском хозяйстве. А. Л. Сахвадзе. Труды ГрузСХИ, № 4 (126). 1982, стр. 34 — 44.

На основе теоретических и экспериментальных работ, даются результаты исследования гидравлических параметров трубопроводов, транспортирующих сапропелевую мульчу малой концентрации ($\rho = 1000 + 1050 \text{ кг/м}^3$).

Получено выражение описывающее движение сапропелевой массы в трубопроводах. Библиография — 9.

УДК 627.833

Некоторые особенности регулирования гидравлического напора при капельном орошении. Г. Г. Омсарашвили. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 44 — 49.

Излагается принципиальная схема автоматической установки, позволяющей подачу порционных расходов воды в распределительном водопроводе, путем сочетания гидравлического действия поплавка и сифона.

Данная схема создает благоприятные условия для использования природной «автоматизации» за счет капиллярно-осмотических сил в системе почва — растение.

Дается описание полевых опытов и основание результатов по полученным данным, позволяющих сделать вывод о том, что предложенная схема орошения окажется весьма перспективной для полива с/х культур расположенных на крутых склонах.

УДК 624.138.631.

К вопросу оценки водной эрозии на склонах. И. Г. Круашивили. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 50 — 52.

Излагается один из методов решения плоской задачи неравномерного движения при формировании поверхностного стока из склона.

Исходя из энергетического уравнения, описывающего пьезометрическую кривую, получено дифференциальное уравнение для кривой свободной поверхности движущегося потока.

Намечается реализация решения с помощью ЭВМ и дальнейшая апробация на основе данных натурных экспериментальных исследований.

УДК 550.3

Зависимость теплофизических характеристик подпахотного слоя черноземной почвы Кахетии от влажности и плотности. Г. С. Чичуа, Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 53 — 61.

Дана теплофизическая характеристика черноземной почвы предгорной зоны Кахети.

Определены: коэффициенты температуропроводности и теплопроводности, а также изучена объемная теплоемкость при различных значениях влажности и плотности почвы.

Получены эмпирические формулы для выражения связи коэффициента температуропроводности почвы с ее влажностью и плотностью.

УДК 631.6.02

Картограмма поливных норм Мухранского учебно-опытного совхоза. О. И. Цуцунашвили, М. В. Шелия, К. А. Кобаладзе. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 62 — 67.

На участке Нацрисгора, Мухранского учебно-опытного совхоза по генетическим и ирригационным показателям выделили 3 почвенные группы. Изучая физические и водные свойства этих почв, установили поливные нормы и допустимые минимальные влажностные почвы перед поливами.

При поливе по установленным нами оптимальным нормам можно сэкономить 25 — 28% поливной воды.

Приведенные материалы можно использовать в Мухранском учебно-опытном хозяйстве для установления поливного режима с/х культур и составления плана водопользования хозяйства.

УДК 551.51

Об одном методе численного решения уравнения турбулентной диффузии с учетом переноса. Б. А. Мишвеладзе, Т. Ш. Мегрелишвили, Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 68 — 71.

Дается описание монотонной численной схемы для решения дифференциального уравнения турбулентной диффузии с учетом переноса. Схема апробована путем сравнения с аналитическим решением.

УДК 515.6

Построение линии равной освещенности поверхностей в аксонометрии. Т. Ш. Мегрелишвили, № 4 (126), 1982.

метрии. М. И. Метреевели, Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 72 — 76.

Рассматривается вопрос о графическом определении тональных зон освещения, как матовых, так и полированных поверхностей в аксонометрии, а в частности в прямоугольной изометрии, при помощи масштабных шаблонов, составленных на основе традиционных шаровых диаграмм, применяемых в ортогональных проекциях.

УДК 631.62

Конструкция и результаты полевых исследований дальнеструйных дождевальных аппаратов типа да с принудительно-прерывистым вращением ствола. Т. З. Цицишвили. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 77 — 86.

Предложена конструкция дождевального аппарата принудительного действия типа ДА. Конструкция которой полностью отвечают требованиям к современной дождевальной технике.

Результатом исследований и эксплуатации дальнеструйных дождевальных аппаратов ДА с принудительно-прерывистым вращением ствола в совхозе «Варкетили» показали, что аппараты ДА значительно усовершенствованы по сравнению с существующими конструкциями и должны быть положены в основу разработки семейства дальнеструйных дождевальных аппаратов для серийного производства.

УДК 51

Роль и место задач прикладного содержания в математическом образовании инженера. Н. В. Чхандзе. Труды ГрузСХИ, № 4 (126), 1982, стр. 87 — 94.

На основании системы целей ВТУЗ «овского курса математики обоснованы роль и место прикладных задач в курсе и в вузовских олимпиадах.

Дана классификация прикладных задач. Приведены данные эксперимента по использованию оптимального набора прикладных задач с учетом специальности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Б. М. Чиквашвили, Г. М. Герман. Вырождение турбулентности после соударения сбросных потоков и влияние конструктивных элементов гасителя на эффективность гашения энергии.	3
Г. Э. Квашилава, Е. П. Домашевский. К вопросу развития и размещения промышленных предприятий и ремонтно-строительных организаций для нужд эксплуатации мелиоративных систем ГССР.	13
Г. Е. Тугуши. Дождевальная аппаратура для полива склонов и методика его расчета.	23
А. Л. Сахвадзе. Исследование гидравлического транспорта сапропеля в трубопроводах с целью его использования в качестве удобрения в сельском хозяйстве	34
Г. Г. Омсарашили. Некоторые особенности регулирования гидравлического напора при капельном орошении	44
И. Г. Круашили. К вопросу оценки водной эрозии на склонах.	50
Г. С. Чичуа. Зависимость теплофизических характеристик подпахотного слоя черноземной почвы Кахетии от влажности и плотности.	53
ო. ცუცუნაშვილი, მ. შელია, კ. კობალაძე. მეზრანის სასწავლო-საიდულო შეურნეობის ნაკრისგორის ნაკვეთის ნიადაგების რწყვის ნორმების კარტოგრაფია	62
Б. А. Мишвеладзе, Т. Ш. Мегрелишвили. Об одном методе численного решения уравнения турбулентной диффузии с учетом переноса	68
М. Н. Метревели. Построение линии равной освещенности поверхностей в аксонометрии	72
ო. ციციშვილი და ტმის იძულებით-წყვეტილი ბრუნვითი მოძრაობის ლაბორატორიული დასაწები აპარატის სავსე კვლევის შედეგები	77
И. Чхaidze. Роль и место задач прикладного содержания в математическом образовании инженера	87
Рефераты	95



ქართული
ბიბლიოთეკა

5112

დედანი მომზადდა გამოსაცემად
სარედაქციო-საგამომცემლო განყოფილების მიერ
რედაქტორები: ვ. ბურიაკოვი, მ. თორელაშვილი,
ნ. კერესელიძე, ი. სოფრომაძე

წგ. 1030

უპ 05716

ტირ. 400

გიდელცა წარმოებას 27.01.82; ტელმოწერილია დასაბეჭდად 5-4-82, ანაწილების
ზომა 6,5x10,5; სსტამბო თაბახი 6,25, საალრიცხო-საგამომცემლო თაბახი 5,7

ფსი 88 კპ.

სსსი-ის სტამბა თბილისი—31

Типография ГрузСХИ, Тбилиси-31.

ფანი 88 კპ.

2.3 8/1



ქართული
ნაციონალური
ბიბლიოთეკა