

УДК 626.86

UDC 626.86

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

SUBSTANTIATION OF RATIONAL PARAMETERS OF MELIORATIVE DRAINAGE SYSTEMS ON THE SLOPING LANDS OF THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

Пазова Таймира Хасановна
д.т.н., доцент

Pazova Taimira Hasanovna
Dr.Sci.Tech., associate professor

Гергокаев Джамал Абушевич
д.с.-х.н., профессор

Gergokaev Dzhamal Abushevich
Dr.Sci.Agr., professor

Сохроков Анатолий Хазритович
д.т.н., профессор

Sohrokov Anatoly Hazritovich
Dr.Sci.Tech., professor

Дохов Магомед Пашевич
д.т.н., профессор

Dohov Magomed Pashevich
Dr.Sci.Tech., professor

Хамоков Хажсет Аскерханович
д.с.-х.н., профессор

Hamokov Hazhset Askerhanovich
Dr.Sci.Agr., professor

Сенов Хамиша Машхариевич
д.ф.-м.н., профессор
Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М.Кокова, Нальчик, Россия

Senov Hamisha Mashharievich
Dr.Phys.-Math.Sci., professor
Kabardino-Balkarian state agricultural academy of V.M.Kokov, Nalchik, Russia

Твердохлебов Сергей Анатольевич
к.т.н., доцент кафедры «Технология металлов»
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Tverdokhlebov Sergei Anatolievich
Cand.Tech.Sci., associate professor of the Metals technology department
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье приведены результаты теоретических исследований, позволивших обосновать рациональные значения основных параметров дренажных систем в условиях горного земледелия Кабардино-Балкарской Республики

In the article, the results of the theoretical researches, allowed to prove rational values of key parameters of drainage systems in the conditions of mountain agriculture of the Kabardino-Balkarian Republic are resulted

Ключевые слова: ПОЧВА, ОСАДКИ, ЭРОЗИЯ, ДРЕНАЖ

Keywords: SOIL, DEPOSITS, EROSION, DRAINAGE

Характер и продолжительность выпадения атмосферных осадков в различных районах КБР различны. Малая проницаемость подпахотных горизонтов на склоновых землях и высокое положение капиллярной каймы в зонах с обильными и продолжительными осадками поддерживают в течение длительного периода предельное насыщение корнеобитаемой толщи и требуют особого подхода при решении вопросов инженерных мероприятий, способствующих решению проблемы защиты почв от

поверхностного смыва. Зоны с обильными и продолжительными осадками широко распространены в предгорных и горных районах КБР.

Но, несмотря на широкое распространение и достоинства мелиоративных мероприятий, до настоящего времени вопросы мелиорации в этих зонах решали по рекомендациям, разработанным для других зон, а проведение в регионе дренажирования с целью защиты почв от водной эрозии вообще не имеет научной основы.

Главное направление технического прогресса сегодня – повышение удельного веса закрытого дренажа, однако при определении его рациональных параметров следует придерживаться принципа дифференцированного подхода.

Оценка типичности опытных участков и обоснование их размеров для решения актуальных вопросов защиты почв от поверхностного смыва дождевыми водами, щелевание с одновременным дренажированием, особенно в районах горных пастбищ и пойменных равнин устьевых участков горных водных артерий, сложны и практически их решают условно, игнорируя ряд определяющих факторов.

Каждая научная работа должна сочетать теоретический поиск, являющийся основой для успешного решения задач, вытекающих из потребности производства, и эксперимент, являющийся проверкой правильности принятой гипотезы и теоретических решений. Гипотеза должна отражать изучаемые процессы, расчетные схемы явлений и выбор объектов для полевых исследований с учетом требований типичности условий данной зоны и материалов теоретических исследований.

Хорошим примером, подтверждающим необходимость дифференцированного подхода к выбору гипотезы и расчетной схемы для решения вопроса, является избыточная влага, которая образует поверхностный смыв почвы на склоновых землях КБР. Здесь наиболее продолжительные осадки выпадают в зимние, весенние и осенние месяцы.

Летом повторяемость осадков продолжительностью более суток незначительна.

Следовательно, в зонах с продолжительными осадками основная задача устройства закрытого дренажа сведена к определению его параметров, обеспечивающих отвод грунтовых вод в критические периоды. Необходимую интенсивность отвода грунтовых вод, гарантирующую снабжение корневых систем кислородом по всей глубине расположения их основной массы и приостановления поверхностного стока, путем транспортировки его через щели в дренажное отверстие.

Сложные задачи по определению междренних расстояний для объектов с различными гидрогеологическими и мелиоративными обстановками обычно решают методами математической физики. Эти методы дают возможность получить прямое решение задачи при напорной фильтрации.

В случае же свободного (безнапорного) движения грунтовых вод, когда контур области движения задан лишь в некоторой его части, необходим ряд дополнительных условий, которые приводят к особым трудностям, применению разных допущений, схематизации и использованию сложного математического аппарата, а получаемые результаты, особенно при расчете сельскохозяйственного дренажа для защиты почв от водной эрозии, практически малопримемлемы.

Другие приемы решения задач неустановившейся фильтрации требуют линеаризации основного дифференциального уравнения фильтрации. Эти решения, полученные путем использования того или иного способа линеаризации, до настоящего времени не нашли практического применения, так как не отражают реальных почвенных условий работы дренажа.

Схема расчета, предложенная А.Н. Костяковым [1], в которой рассмотрено более или менее стабильное положение дисперсионной

кривой, наиболее реально отражает условия работы сельскохозяйственного дренажа.

Основной критерий расчета – создание условий, при которых интенсивность оттока инфильтрационных вод была бы менее величины их притока в зону грунтовых. Так как на склоновых землях глубина залегания грунтовых вод иногда определяется десятками, а то и сотнями метров, то в данном процессе вообще можно пренебречь ее влиянием.

Принципиальных отличий по сравнению с отечественным опытом нет в зарубежной практике осушения. Там, в определении междренних расстояний намечается три основные тенденции:

- выбор на основании опыта эксплуатации аналогичных систем (США); назначение в зависимости от механического состава осушаемых почвогрунтов (немецкие и польские инструкции);

- расчеты по различным формулам в зависимости от коэффициента фильтрации почвогрунта (Голландия, США и др.).

Однако принятые методы расчета настолько приблизительные, что для их уточнения широко используют лабораторные и полевые опыты [2, 3].

Перечень принятых и наиболее распространенных расчетных зависимостей (рис. 1) убеждает, что в настоящее время для различных зон существует ряд важнейших решений, которые можно успешно использовать для определения основных параметров дренажа при проведении полевых экспериментов. Однако входящие в расчетные зависимости параметры необходимо подбирать на основе эксперимента и расчетной схемы [4].

В настоящее время существует производственный опыт осушения и почвенного увлажнения на почвах высокой плотности и слабой водопроницаемости с использованием гончарного дренажа и

безотвального рыхления почвы на глубину 0,6–0,7 м, повторяемого через каждые два года [5].

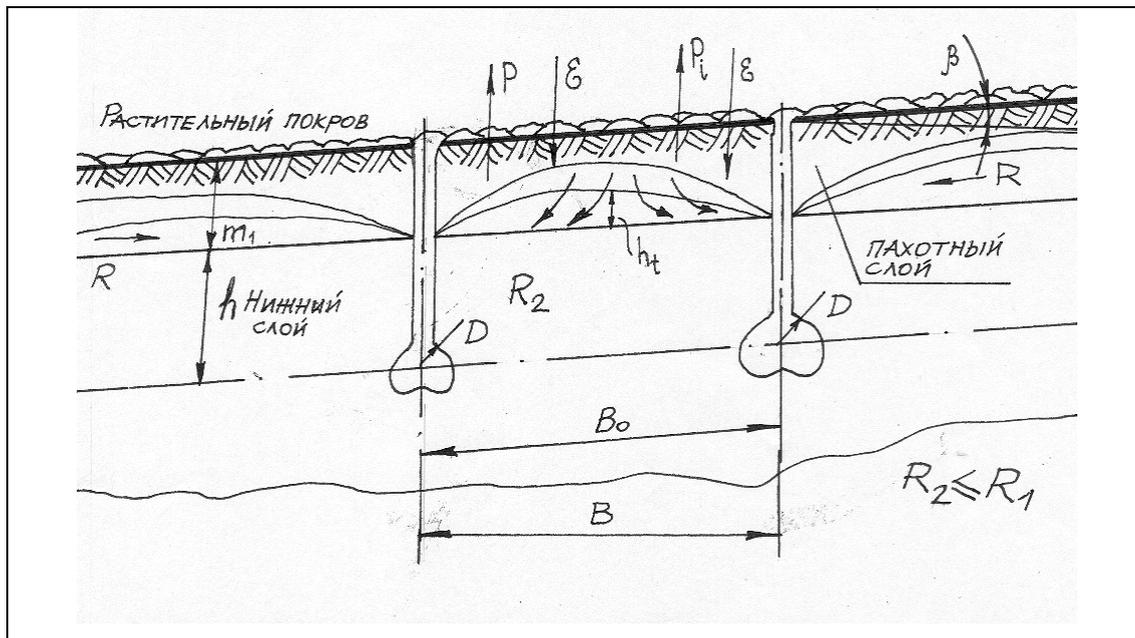


Рисунок 1 – Схема для расчета закрытого дренажа в зонах с продолжительными осадками

Глубокое рыхление почвы облегчает отвод воды в разрыхленный подпахотный слой, а через него в закрытые дрены. Рыхление также способствует более быстрому увлажнению корнеобитаемого слоя при подпочвенном орошении. На склоновых землях для защиты почвы от смыва указанные выше технологические приемы обработки почвы приемлемы, однако для принятого технологического приема вопросы влияния глубины залегания грунтовых вод, коэффициента фильтрации, крутизны склона и др. факторов не изучены.

Кротователь (рис. 2) содержит щелерез 1, на котором смонтирована направляющая 2 с установленной на ней осью 3. В оси 3 установлены фиксатор 4 и дренир 5 с вогнутой криволинейной выемкой 6, выполненной параллельно оси дренира.

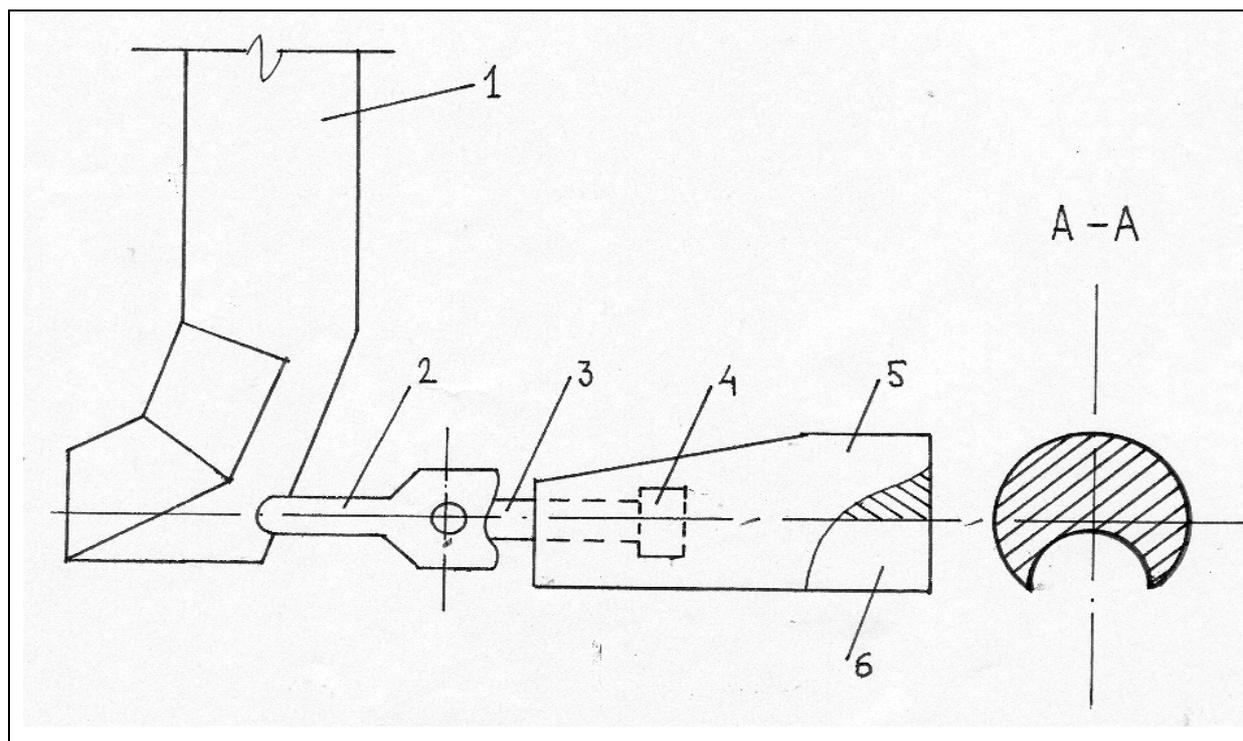


Рисунок 2 – Кротователь

Кротователь работает следующим образом. При движении кротователя щелерез 1 нарезает щель, направляющая 2 с выступом образуют кротовину малого сечения, а дрeнер 5 в форме усеченного конуса уплотняет грунт и формирует стенки кротовой дрены, криволинейная выемка 6 оставляет пористую стенку вдоль оси, куда может впитываться вода и отсюда она может поступать в корнеобитаемые слои почвы.

В зависимости от конкретных требований к ориентации пористой стенки дренажного отверстия дрeнер 5 с вогнутой выемкой 6 может быть установлен с помощью фиксатора 4 в определенном положении.

Рассмотрим динамику подъема и спада уровня верховодки, образуемой в корнеобитаемом слое мощностью m_n , подстилаемом слабопроницаемой толщей. В нижнем слое (рис. 1) расположен дренаж.

В общем случае уравнение водного баланса для промежутка времени $\Delta t = t_j - t_{j-1}$ с учетом притока воды сверху из напорного пласта, определенного слабопроницаемой прослойкой имеет вид [6]

$$mB(h_j - h_{j-1}) = \varepsilon_o B \Delta t - 2Rm_{cp} a \frac{0,5(h_j + h_{j-1})h_g}{I} \Delta t + \frac{H_o - 0,5(h_j + h_{j-1})}{m_n m R_n / R} R_n B \Delta t \quad (1)$$

где h_j, h_{j-1} – определенные значения глубины фильтрационного потока в начале и в конце времени $\Delta t = t_j - t_{j-1}$, м;

H_o – напор в нижнем потоке, м;

h_g – значение уровня воды в дрене, м;

B – междреннее расстояние, м;

μ – осредненное значение коэффициента водоподдачи;

R, R_n – осредненные значения коэффициента фильтрации верхнего и нижнего слоев, м/сут;

m_n, m_g – мощности нижнего слоя и толщи под дреной соответственно, м;

m_{cp} – средняя мощность потока, м;

ε_o – осредненное значение инфильтрационного питания почвы ($\varepsilon_o > 0$) или интенсивность испарения с поверхности почвы ($\varepsilon_o < 0$), л/с;

$I = 0,5B\beta$ – средняя длина пути фильтрации потоков в верхнем пласте в дрину, м;

β – расчетная константа.

Будем полагать, что значение расхода дрены (m^3 /сут на 1 м погонной длины) линейно зависит от мощности верховодки по середине междренья $h(t)$, т.е.

$$g_o(t) = \frac{e - P_i}{m_n} (h + a), \quad (2)$$

где a – некоторая опытная константа;

P_i – значение интенсивности испарения, л/с;

ε – значение инфильтрационного питания, л/с;

h – глубина залегания дренажного канала, м.

Считаем, что поверхность верховодки сохраняет во времени форму параболы. Тогда дифференциальное уравнение водного баланса корнеобитаемого слоя при изменении горизонта верховодки за счет потока воды в дренаж и испарения можно записать в виде

$$\frac{2}{3} mB \frac{dh}{dt} = \frac{B(e - P_i)(h + a)}{m_n} - 2 \frac{Rh^2}{B}, \quad (3)$$

где dh/dt – осредненные значения глубины фильтрационного потока в начале и конце промежутка времени $\Delta t = t_j - t_{j-1}$.

При начальных условиях $h(0) = h_0$ получаем формулу для описания динамики в корнеобитаемом слое

$$h(t) = \frac{M(h_0 - N) - N(h_0 - M) \exp(-c^* t)}{(h_0 - N) - (h_0 - M) \exp(-c^* t)}, \quad (4)$$

где $M = A/2 + D$;

$$N = A/2 - D;$$

$$A = (\varepsilon - P_i) B^2 / (2Rm);$$

$$D^2 = aA + A^2 / \varphi;$$

$$\chi^* = 6RD / (\mu B^2).$$

При $h_0 = 0$ и $\varepsilon \neq 0$ имеем

$$h(t) = \frac{M \{1 + \exp(-c^* t)\}}{N - M \exp(-c^* t)}, \quad (5)$$

В случае отсутствия инфильтрации испарения ($A \neq 0$) опускание верховодки можно описать зависимостью

$$h(t) = \frac{h}{1 + 3Rh_0t/(mB^2)}. \quad (6)$$

Следует отметить, что расхождение между расчетными и экспериментальными значениями междренних расстояний вынудили авторов уточнить полученные расчетные зависимости вводом разных констант, определение которых обычно требует теоретического обобщения большого числа данных наблюдений и лабораторных исследований.

Учитывая изложенное, для защиты почв от поверхностного смыва можно решить в некоторой степени и видоизменить схемы А.Н. Костякова и обосновать метод расчета основных параметров закрытого дренажа. Решение содержит лишь основные параметры, непосредственно определяющие междреннее расстояние. Междреннее расстояние рассчитывают по зависимости

$$AR_n \left(h_{oo} + \frac{aB}{R} + b_o + m_1B \right) + CR_n \left(h_o + \frac{aB}{R} + b_o + m_2B \right) + R_n \left(h + \frac{aB}{R} + b_o \right) = 0 \quad (7)$$

Здесь параметры A , C , a , m_1 и m_2 определяют из условий

$$A = A = \frac{p+n}{2n}; C = \frac{p-n}{2n}; m_1 = -\frac{p-n}{4}; m_2 = -\frac{p+n}{4}; a = \frac{pR}{4}.$$

Следует отметить, что с помощью формулы (7) можно также прогнозировать динамику изменения уровня верховодки в корнеобитаемом слое для рассмотренных гидрогеологических условий.

Кроме того, в маловодопроницаемых грунтовых зонах, с продолжительными осадками можно дополнительно определять оптимальные глубины закладки дрен и нормы интенсивного орошения, выбрать конструкцию дренажа с учетом усиления интенсивности отвода грунтовых вод (если таковое имеется).

Увеличение расчетной интенсивности отвода грунтовых вод при увеличении глубины закладки дрен не может быть поводом ощутимого увеличения междренних расстояний. Полученная теоретическая

зависимость может быть использована для расчета инженерных проектов на склоновых землях.

Список использованной литературы

1. Костяков, А.Н. Основы мелиорации [Текст] / А.Н. Костяков.- М.: Сельхозиздат, 1960.- С.32-40.
2. Conservation tillage an attractive solution to soil erosion [Текст] // Soil and Water Conservation News, 1983, v. 4, №2, p. 8-9.
3. Childs, E.C. An introduction to the physical basis of soil water phenomena [Текст] / E.C. Childs // John Wiley, New-York, p. 280-281.
4. Каскулов, М.Х. Кротователь [Текст] / М.Х. Каскулов // Описание изобретения АС СССР №1569382, бюлл. №21, 1990.
5. Маслов, Б.С. Глубокое рыхление почв. Опыт и задачи науки [Текст] / Б.С. Маслов // Гидротехника и мелиорация.- 1979.- №7.- С. 22-23.
6. Мирцхулава, Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии [Текст] / Ц.Е. Мирцхулава.- М.: Колос, 1970.- 120 с.