

А.Я. ОЛЕЙНИК, член-корр. АН УССР
(Институт гидромеханики)

РАСЧЕТ ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Применительно к рисовым оросительным системам разработаны методы фильтрационного расчета дренажа различных типов (горизонтального, вертикального и комбинированного) и разного назначения (рассоляющего, осушительного и отсечного) для трех основных схем (стадий) фильтрации, которые возникают в вегетационный и межвегетационный периоды выращивания риса, а также в период выращивания сопутствующих культур.

В первой стадии рассматривается промачивание почвогрунтов зоны аэрации сплошным фильтрационным потоком с поверхности почвы до свободного уровня грунтовых вод, которые могут располагаться на разной глубине и в различных слоях неоднородной толщи грунта. Для двухслойного грунта, в котором коэффициент фильтрации верхнего слоя значительно меньше коэффициента фильтрации нижнего слоя, а первоначальный уровень грунтовых вод находится в нижнем слое, предложен расчет подъема уровня при нарушении сплошности течения потока и одновременном растекании бугра грунтовых вод в стороны от зоны затопления.

Во второй стадии после насыщения зоны аэрации наступает продолжительный период работы дренажа при затопленном рисовом поле в условиях постоянно или периодически действующих оросительных каналов (период продолжительных промывок, сброс излишней воды через дрена, фильтрация из каналов и в чеке и т.д.). В этой стадии достаточно ограничиться расчетами при установившейся фильтрации.

Изучаются разнообразные случаи планового и высотного расположения дренажа на рисовых системах. Действие различных типов дренажа (горизонтального, вертикального, комбинированного) рассмотрено в однородном, двухслойном и трехслойном грунтах. При этом наряду с определением расходов дрена и потерь воды из каналов большое внимание уделяется методике определения скоростей фильтрации в грунтах под рисовыми чеками.

В третьей стадии после прекращения питания грунтовых вод под действием дренажа и испарения происходит снижение уровня грунтовых вод. Расчеты дренажных устройств в этой стадии выполняются в условиях неустановившейся фильтрации, при интенсивности испарения $\varepsilon = \text{const}$ и интенсивности испарения, изменяющейся в процессе снижения уровня грунтовых вод по линейному закону. В качестве примера приведем зависимости по расчету систематического горизонтального дренажа, расположенного в верхнем слое трехслойной толщи грунта со средним слабопроницаемым слоем: глина в верхнем слое и напор в нижнем слое посередине между дренами

$$h_t = h + (h_0 - h) e^{\lambda_1 t},$$

$$H_t = H + (H_0 - H) e^{\lambda_2 t};$$

погонный приток в дренаж

$$q_{t_*} = q + (q_{t_*} - q) e^{\lambda_1 (t - t_*)};$$

глубина воды вблизи дренажа

$$\bar{h}_t = h_g + \frac{q_{t_*}}{T_1} f_1.$$

В приведенных формулах h, H, q — глубина, напор и приток в условиях установившейся фильтрации; h_0, H_0 — глубина и напор в начальный момент времени $t = 0$.

$$\lambda_1 = \lambda \xi_1, \quad \lambda_2 = \lambda \xi_2, \quad \lambda = \frac{\alpha + \beta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)^2 + \delta_1 \delta_2},$$

$$\alpha = -\frac{\gamma^e}{B^2} \Psi^2 a_1 - \delta_1, \quad \beta = -\frac{\gamma^e}{B^2} a_2 - \delta_2, \quad a_1 = \frac{T_1}{\mu_1}, \quad a_2 = \frac{T_2}{\mu_2},$$

$$\delta_1 = \frac{K_0}{\mu_1 m_0}, \quad \delta_2 = \frac{K_0}{\mu_2 m_0}, \quad T = T_1 + T_2, \quad T_1 = \kappa_1 m_1, \quad T_2 = \kappa_2 m_2$$

$$f_1 = 0,73 m_1 \lg \frac{m_1}{\lambda^2 g};$$

ξ_1 и ξ_2 — поправочные коэффициенты, которые приближенно учитывают возможные погрешности, возникшие в результате линеаризации исходных уравнений и аппроксимации результатов аналитического решения вышеприведенными зависимостями; Ψ — поправочный коэффициент, учитывающий несовершенство дренажа f_1 относительно верхнего слоя, q_{t_*} — расход дренажа при начальном времени $t_* > 0$.

Для определения указанных коэффициентов и параметров приводятся расчетные графики и таблицы, построенные с помощью численных расчетов на ЭВМ. Расчет параметров дренажа выполняется следующим образом: при заданном расстоянии между дренажами B и требуемом снижении уровня грунтовых вод h на период времени t определяют глубину заложения дренажа; при заданной глубине заложения дренажа и снижении уровня h на период t определяют расстояние между дренажами B .

Разработанные методы могут быть также использованы для расчета динамики грунтовых вод в годы выращивания сопутствующих культур. В периоды, когда испарение с поверхности грунтовых вод будет незначительным, а полив культур еще не производится, в расчетных формулах следует принимать $\xi = 0$; при поливах со средней интенсивностью инфильтрации ξ_4 в расчетных формулах необходимо вместо испарения ξ с обратным знаком принимать инфильтрацию ξ_4 , т.е. рассматривать уже схемы дренажа с инфильтрационным питанием.

Сравнительно длительное поддержание слоя воды в чеках оказывает заметное влияние на режим грунтовых вод прилегающей территории и, как правило, приводит к подъему уровня грунтовых вод, что нередко вызывает подтопление (заболачивание) и вторичное засоление соседних площадей. Для борьбы с этими явлениями, а также для ограждения рисового севооборота от возможного притока грунтовых вод извне вдоль внешней границы поля устраивается отсечный (оградительный или контурный) дренаж. Предлагается методика расчета различных типов контурного дренажа в условиях установившейся и неуставившейся фильтрации, позволяющая определить расход дренажа и положение уровня грунтовых вод на прилегающей территории.

Разработан алгоритм численного решения на ЭВМ двумерной задачи рассоления двухслойного и однородного грунтов, в котором значения компонента скоростей U_x и U_y принимались из аналитического решения фильтрационной задачи. Построенная программа позволяет производить расчеты солевого режима на рисовых системах на фоне горизонтального дренажа. На основании этих численных расчетов составлены некоторые более обоснованные инженерные рекомендации по расчету рассоления и промывок почвогрунтов под рисовыми чеками. Подготовлены "Методические рекомендации по проектированию дренажа на рисовых оросительных системах", которые переданы Минводхозу УССР для внедрения.