

ВЫМЫВ ЦЕЗИЯ ИЗ ПОЧВЫ ПРОМЫВНЫМИ ПОЛИВАМИ НА СКЛОНАХ

В.Ф. ВАСИЛЕНКОВ, С.В. ВАСИЛЕНКОВ

ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

В статье рассмотрены особенности передвижения влаги и радионуклидов в почвенно-грунтовой толще, разделенной относительными водоупорами на отдельные слои с разной водопроницаемостью. В расчетах промывных поливов предлагается не расчленять, вымыв радионуклидов на вертикальную и горизонтальную составляющие, т.к. необходимые для расчета комплексные параметры, определяемые по экспериментальным данным, характеризуют суммарное воздействие горизонтального и вертикального потока влаги.

Ключевые слова: вымыв цезия, поливы, радионуклиды, водоупор, поток влаги, склоны.

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют, что на склонах вымыв цезия идет интенсивнее, чем на малоуклонных приводораздельных участках. Почвенный слой, в котором сосредоточено основное количество корней растений, в том числе и перегнивших, где множество ходов дождевых червей, землероев, более разрыхлен, чем ниже лежащие грунты. Эти более плотные грунты могут быть относительным водоупором, часто повторяющим профиль дневной поверхности водосборов.

Одним из препятствий инфильтрации воды может служить иллювиальный горизонт. Ниже его еще более медленное стекание грунтовых вод формируется на границе выветривания. Накапливающиеся на этих относительных водоупорах дождевые и поливные воды стекают в горизонтальном направлении и в уменьшенном количестве сквозь водоупорные слои.

МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение глубины залегания водоупора по литологическому разрезу почвогрунтов сопряжено со значительными трудностями, особенно в случаях, когда водоупорный и водоносный пласты сложены одной и той же породой, различающейся по водопроницаемости отдельных слоев. Изыскание других, более объективных способов установления глубины до водоупора предприняты В.В. Романовым [1], И.Б. Вольфцуном [2], В.Ф. Василенковым [3]. Ими разработаны расчетные методы, в основу которых положены данные наблюдений за уровнями грунтовых вод в смотровых скважинах.

Внутрипочвенные воды, стекая по уклону водоупора и уходя из осушаемого слоя почвы оставляют после себя влажность, соответствующую ППВ. Значит, инфильтрующиеся осадки должны восстановить эту влажность до той величины, при которой происходит инфильтрация осадков данной интенсивности. Поскольку осушаемый слой почвы в результате ухода внутрипочвенных вод меняется во времени и по длине склона, то даже при постоянной интенсивности инфильтрата, на пополнение внутрипочвенных вод будет расходоваться не одинаковая во времени и по длине склона часть инфильтрата, другая часть уйдет на восстановление влажности осушаемого слоя грунта.

Эта особенность процесса отражена при моделировании стекания грунтовых вод с водосбора в работе [3].

$$\frac{dz}{d\ell} = \frac{\mu_1 H_{BB}^L}{Z_{\infty}} (Z_{\infty} - Z)Z - DZ + EZ, \quad (1)$$

где первое слагаемое в правой части уравнения характеризует стекание воды по водоупору в горизонтальном направлении, второе слагаемое – поступление инфильтрующихся в почву дождевых и поливных вод, третье – испарение влаги из почвы.

В работе [4] приведено дифференциальное уравнение переноса радионуклидов по территории, обусловленное стеканием внутрипочвенных вод по водоупору.

$$\frac{dz}{d\ell} = \frac{\mu_1 H_{BB}^L}{Z_{\infty}} (Z_{\infty} - Z)Z, \quad (2)$$

где $\mu_1 = \frac{\beta K_0}{L \cdot \ell \cdot \phi K_c} \frac{1}{i A \varepsilon / i^3}$ – константа интенсивности снижения концентрации радионуклидов в почве вдоль склона по линиям тока воды;

Z – величина снижения концентрации радионуклидов под действием склонового фильтрационного потока воды, Бк /м³;

Z_{∞} – равновесная концентрация вымытых потоком воды радионуклидов, Бк /м³;

H_{BB} – наивысшая концентрация радионуклидов на водосборе, Бк /м³;

Уравнение (2) похоже по написанию на уравнение (1), но интерпретация буквенных обозначений другая.

Целесообразно предположить, что для учета выноса радионуклидов с инфильтрующимся потоком влаги и с испарением уравнение (2) необходимо дополнить членами DZ и EZ :

$$\frac{dz}{d\ell} = \frac{\mu_1 H_{BB}^L}{Z_{\infty}} (Z_{\infty} - Z)Z - DZ + EZ, \quad (3)$$

где D – коэффициент интенсивности выноса радионуклидов с инфильтрующимся потоком влаги, 1/м;

И-коэффициент интенсивности выноса радионуклидов с эвапотранспирационным потоком влаги $1/m$.

Интенсивность выноса радионуклидов инфильтрующей водой «DZ» аналогична конвективному члену $V \frac{dn}{dx}$ в дифференциальном уравнении С.Ф. Аверьянова, характеризующему перенос солей вертикальным потоком грунтовых вод.

Конвективному члену $V \frac{dn}{dx}$ соответствует в наших обозначениях выражение $V \frac{Z}{L}$ и, т.к. $D = \frac{V}{L}$, то вместо конвективного члена получаем DZ с учетом того, что в уравнении (3) осуществлен переход от временной координаты к пространственной.

Решение уравнения (3) имеет вид:

$$Z = \frac{Z_{\text{нб}}}{1 + \frac{Z_{\text{нб}} - Z_0}{Z_0} e^{-(\mu_1 H^L_{AA} - D + N)\ell}}, \quad (4)$$

где $Z_{\text{ст}} = \frac{(\mu_1 \dot{I}^L_{AA} - D + N) \cdot Z_{\infty}}{\mu_1 H^L_{BB}}$ - стационарная величина снятой концентрации радионуклидов при непрерывном поступлении инфильтрата и испарения, Бк/м³.

Если определять экспериментальные данные в координатах

$$\varphi = \frac{Z_{\ell+\Delta\ell} - Z_{\ell}}{Z_{\ell+\Delta\ell}} \text{ и } Z_{\ell}, \text{ то на оси ординат будет отсекается отрезок.}$$

$$\varphi_M = 1 - e^{-(\mu_1 \dot{I}^L_{AA} - D + N)\Delta\ell}$$

а на оси абсцисс $Z_{\text{ст}}$.

Полученные значения используются в расчетах по уравнению (4). Величина Z_0 - это начальное значение снятой концентрации, при котором произойдет спрямление экспериментальных данных на графике $\varphi = f(Z_{\ell})$. Методика определения параметров уравнения описана в работах [3] и [4].

Для временных кривых, характеризующих снижение концентрации во времени в любой точке склона уравнение имеет вид:

$$Z = \frac{Z_{\text{нб}}}{1 + \frac{Z_{\text{нб}} - Z_0}{Z_0} e^{-(\mu_1 H^{\delta}_{AA} - D + N)t}}, \quad (5)$$

Чтобы выявить роль промывных поливов в производственных условиях на склоновых землях, где существует и внутрипочвенный сток в горизонтальном направлении, необходимо проводить во время предпроектных изысканий опытные промывки в полевых условиях с

разными поливными нормами, результаты которых использовать при проектировании. Поскольку процессы вымыва в вертикальном и горизонтальном направлении идут одновременно, нет необходимости их расчленять в расчетах. Экспериментальные данные полевых промывок позволяют определять комплексные параметры $\mu_1 H_{ВВ}-D+N$; $Z_{ст}$, характеризующих совместное воздействие промывок в вертикальном и горизонтальном направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сотни экспериментальных кривых снижения концентрации радионуклидов по линиям тока воды на склонах, обусловленных вертикальным и горизонтальным стеканием дождевых и талых вод в почвенном слое, показали хорошее совпадение с теоретическими кривыми, что позволяет рекомендовать полученные математические модели для использования в расчетах при проектировании оросительных систем и назначении эксплуатационных промывных норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.В. Некоторые приемы анализа режима грунтовых вод. // Труды ГГИ-Л.: 1969. - вып.165, - с. 18-22.
2. Вольфцун И.Б. Расчеты элементов баланса грунтовых вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 272с.
3. Василенков В.Ф. Моделирование процессов стекания грунтовых вод с водосбора и методы расчетов сельскохозяйственного дренажа. Брянск: изд. Брянской ГСХА, 1995. - 250с.
4. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Козлов Д.В. Водохозяйственная радиология. - М.: изд. МГУП, 2009. - 413с.

Vasilenkov S.V., Vasilenkov V. F

CESIUM (CS-137) LEACHING FROM THE SOIL BY WATERING ON HILLSIDES.

Transportation peculiarities of moisture and radio nuclides in the soil thick layer, divided by relative water support on separate layers with different water permeability, is given here. It is offered not to divide radio nuclides leaching on horizontal and vertical components in soil watering calculation, because necessary complex parameters for this calculation, determined by experimental dates, characterize total influence of horizontal and vertical moisture stream.

Key words: cesium leaching, watering, radio nuclides, water support, moisture stream, hillsides.