

Результаты расчетов сведены в таблицу.

На диаграмме, приведенной на рис. 3, зависимость $lg r_0 - lg d_n$ дает одну и ту же прямую линию для всех замеров. На основании диаграммы получена зависимость

$$r_0 = 0,3 d_n^{-2,35}. \quad (6)$$

ЕрПИ им. К. Маркса

25. IV. 1986

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелконян Г. С. Гидротермальный способ приготовления комплексного стекловатного сырья «Квазизит» на основе горных пород и продуктов их переработки.— Ереван: Айвастай, 1977.— 152 с.
2. Гаспарян А. М., Гаспарян А. А., Замиян А. А. «Спжоб» и аппарат по проведению процессов в потоке сушения. А. с. 15786 от 23.05.56 г.
3. Жужиков В. А. Фильтрация — М.: Химия, 1971 — 210 с.
1. Гаспарян А. М.— Статика и динамика двухфазных систем (конспект лекций). ЕрПИИ. 1970.— 78 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 1, 1987

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

С. В. САРКИСЯН

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИФФУЗИЯ В ГРУНТАХ ЗОНЫ АЭРАЦИИ

Освоение засоленных земель требует огромных материальных и трудовых ресурсов. Отметим, что в Араратской равнине освоение 1 га таких земель обходится примерно в 10 тыс. руб. Поэтому после освоения, а начальный период эксплуатации, с целью поддержания достигнутого водно-солевого режима и исключения вторичного засоления земель полив сельскохозяйственных культур осуществляется «грузными» нормами, т. е. на поля подается на 20—30% больше воды, чем требуется для полива. Избыток воды опускается до уровня грунтовых вод и создается, так называемая, подушка пресных поливных вод, предохраняющая перенос солей из соленых грунтовых вод в вышележащие слои. Так как концентрация грунтовых вод больше, чем поливных, то под влиянием молекулярной диффузии происходит постепенное засоление подушки и опреснение грунтовых вод.

Допустим, что на поверхность подается поливная вода с концентрацией C_n . В процессе фильтрации через зону аэрации концентрация солей по глубине возрастает и достигает уровня грунтовых вод с концентрацией $C_g > C_n$. Предположим, что концентрация солей в грунтовой воде $C_g > C_n$, тогда над уровнем грунтовых вод образуется слой

воды l с концентрацией C_0 , отличающейся от концентрации грунтовых вод C_r . Задача сводится к решению системы уравнений диффузии [1, 2]:

$$D \frac{\partial^2 C_l}{\partial y^2} = n_0 \frac{\partial C_l}{\partial t}, \quad l = 1, 2 \quad (1)$$

при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} C_1(y, 0) &= C_r; \quad C_2(y, 0) = C_0; \\ C_2(\infty, t) &= C_r; \quad C_1(0, t) = C_2(0, t); \\ \frac{\partial C_1(0, t)}{\partial y} &= \frac{\partial C_2(0, t)}{\partial y}; \quad \frac{\partial C_2(-l, t)}{\partial y} = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где D — коэффициент молекулярной диффузии; n_0 — пористость пород; C_1, C_2 — концентрации в областях $0 \leq y < \infty$ и $-l \leq y < 0$.

Для удобства решения обозначим:

$$\bar{D} = D/n_0; \quad C_1(y, t) - C_r = C_1^*; \quad C_2(y, t) - C_0 = C_2^*. \quad (3)$$

Тогда систему (1) — (2) можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \bar{D} C_{1yy}^* &= C_{1t}^*; \quad \bar{D} C_{2yy}^* = C_{2t}^*; \\ \left\{ \begin{aligned} C_1^*(y, 0) &= 0; \quad C_2^*(y, 0) = 0; \quad C_1^*(\infty, t) = 0; \\ C_1^*(0, t) + C_r &= C_2^*(0, t) + C_0; \\ \frac{\partial C_1^*(0, t)}{\partial y} &= \frac{\partial C_2^*(0, t)}{\partial y}; \quad \frac{\partial C_2^*(-l, t)}{\partial y} = 0. \end{aligned} \right. \quad (5) \end{aligned}$$

Применяя преобразования Лапласа — Карсона к (4) — (5), получаем:

$$\bar{D} T_1 = P T_{1i}; \quad \bar{D} T_2 = P T_{2i}; \quad (6)$$

$$T_1(\infty, t) = 0; \quad y = 0; \quad t > 0; \quad T_1 + T_r = T_2 + T_0; \quad (7)$$

$$T_1 = T_2; \quad y = -l; \quad T_2 = 0. \quad (8)$$

Решение (6) можно представить в следующем виде:

$$\left\{ \begin{aligned} T_1 &= A_1 e^{-\theta y} + B_1 e^{\theta y}; \\ T_2 &= A_2 e^{-\theta y} + B_2 e^{\theta y}; \end{aligned} \right. \quad \theta = \sqrt{\frac{P}{\bar{D}}}. \quad (9)$$

Коэффициенты $A_{1,2}$ и $B_{1,2}$ определяются из условий (7) — (8). Для изображения решение будет

$$\left\{ \begin{aligned} T_1 &= 0,5 (T_0 - T_r) (1 - e^{-\theta l}) e^{-\theta y}, \\ T_2 &= -0,5 (T_0 - T_r) [e^{-\theta(2l+y)} + e^{\theta y}]. \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Перейдя к оригиналу функции, найдем [3]:

$$\bar{C}_1 = \frac{C_c - C_1(y, t)}{C_c - C_0} = 0,5 \left(\operatorname{erfc} \frac{y}{2\sqrt{Dt}} - \operatorname{erfc} \frac{2l + y}{2\sqrt{Dt}} \right); \quad (11)$$

$$\bar{C}_2 = \frac{C_2(y, t) - C_0}{C_c - C_0} = 0,5 \left(2 + \operatorname{erfc} \frac{2l + y}{2\sqrt{Dt}} - \operatorname{erfc} \frac{y}{2\sqrt{Dt}} \right); \quad (12)$$

В вышележенном решении считалось, что коэффициенты диффузии отдельных слоев осредняются и равны. Если учесть разницу между коэффициентом диффузии отдельных слоев, то задача сводится к решению уравнений

$$D_i \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} = n_0 \frac{\partial C_i}{\partial t} \quad (i = 1, 2) \quad (13)$$

при тех же краевых условиях (2). В (13) i — номер слоев.

Решения (13) для изображений можно представить в следующем виде:

$$T_i = A_i e^{-\theta_1 y} + B_i e^{\theta_2 y}; \quad T_2 = A_2 e^{-\theta_1 y} + B_2 e^{\theta_2 y}, \quad (14)$$

где $\theta_1 = \sqrt{\frac{D}{P}}$; $\theta_2 = \sqrt{\frac{D}{P}}$; P — параметр преобразования.

Коэффициенты $A_{1,2}$, $B_{1,2}$ определяются из условий (7) — (8). Решение в этом случае для изображения будет

$$\begin{cases} T_1 = D_0 \frac{\exp(-\theta_1 y) - \exp(-2\theta_2 l - \theta_1 y)}{1 - \beta \exp(-2\theta_2 l)} \\ T_2 = -\psi \frac{\exp[-\theta_2(2l + y)] + \exp(\theta_2 y)}{1 - \beta \exp(-2\theta_2 l)} \end{cases} \quad (15)$$

Переходя к оригиналу функций, получаем:

$$\bar{C}_1 = \frac{C_c - C_1(y, t)}{C_c - C_0} = \frac{D_r}{D_0 + 1} \sum_{n=0}^{\infty} \beta^n \left[\operatorname{erfc} \left[\frac{1}{2\sqrt{D_2 t}} \left(2nl + \frac{y}{D_0} \right) \right] - \operatorname{erfc} \left[\frac{1}{2\sqrt{D_2 t}} \left(2(n+1)l + \frac{y}{D_0} \right) \right] \right]; \quad (16)$$

$$D_0 = (D_1/D_2)^{n_0}; \quad \psi = \frac{C_0 - C_c}{D_0 + 1}; \quad \beta = \frac{D_0 - 1}{D_0 + 1};$$

$$\bar{C}_2 = \frac{C_2(y, t) - C_0}{C_c - C_0} = \frac{1}{D_0 + 1} \sum_{n=0}^{\infty} \beta^n \left[\operatorname{erfc} \frac{2l(n+1) + y}{2\sqrt{D_2 t}} + \operatorname{erfc} \frac{2nl - y}{2\sqrt{D_2 t}} \right].$$

Если здесь принять $D_0 = 1$, $n = 0$, то получим ранее выведенные формулы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород. / Н. Н. Веригин, С. В. Васильев, В. С. Саркисян и др.— М.: Недра, 1977.— 271 с.
2. Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод. / Н. Н. Веригин, С. В. Васильев, В. С. Саркисян и др.— М.: Колос, 1979.— 336 с.
3. Корслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел.— М.: Наука, 1964.— 488 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 4, 1987

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

К. С. ГЮНАШЯН, Е. А. АИРАПЕТЯН

РАБОТА СВЧ СВЕТОДАЛЬНОМЕРА В РЕЖИМЕ ФАМ

Известные СВЧ высокоточные светодальномеры [1] обеспечивают точность измерений порядка 0,3 мм. Однако принцип построения этих светодальномеров позволяет построить приборы с более высокой точностью измерения.

В компенсационных СВЧ светодальномерах отношение величины усредненного значения интенсивности \bar{I} света к интенсивности немодулированного света I_0 во всех режимах питания кристаллического модулятора света меньше единицы: $\bar{I}/I_0 < 1$. При 100% модуляции, когда поворот поляризации света достигает 90° , $\bar{I}/I_0 = 0,65$. В этом случае амплитудное напряжение U на кристалле равно полуволновому напряжению U_π , а поступающая в модулятор СВЧ мощность имеет величину P_π . При дальнейшем увеличении U ($U/U_\pi > 1$) отношение \bar{I}/I_0 увеличивается и достигает своего максимума (0,7), что следует из выражения для модулированного света, согласно которого построены графики (рис. 1):

$$\bar{I}/I_0 = \frac{1}{2} \left[1 - J_0 \left(\pi \frac{U}{U_\pi} \right) \right], \quad (1)$$

где J_0 — функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Для СВЧ модуляторов света имеет место равенство $(U/U_\pi)^2 = P/P_\pi$, позволяющее определить величину мощности для данного режима работы модулятора света

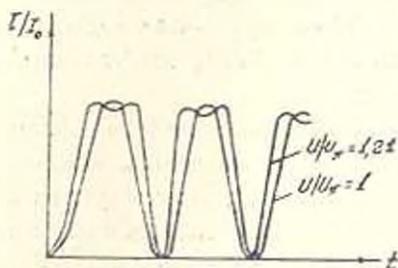


Рис. 1. Зависимость интенсивности света на выходе модулятора света при различных режимах питания.

$$P_{max} = P_\pi \left(\frac{U}{U_\pi} \right)^2 = 1,4884 P_\pi. \quad (2)$$