

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОЛЕПЕРЕНОСА НА ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА, ОТСЫПАННЫХ БЕЗ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Математичні моделі переносу речовини в умовах техногенезу побудовані на основі території фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ. Процеси масопереносу описуються рівняннями математичної фізики другого порядку в частинних похідних.

Ключові слова: масоперенос, зона аерації, математична модель, метод Джонсона.

Математические модели переноса вещества в условиях техногенеза построены на основе теории физико-химической гидродинамики пористых сред. Процессы массопереноса описываются уравнением математической физики второго порядка в частных производных.

Ключевые слова: массоперенос, зона аэрации, математическая модель, метод Джонсона.

The mathematical models of transfer substance in the conditions of technogenesis are built on the basis of theory of physical and chemical hydrodynamics of porous environments. The processes of mass transfer are described by equalization of mathematical physics the second order in partials.

Key words: mass transfer, zone of suspend water, mathematical model, method of Johnson.

Постановка проблеми. Изучение закономерностей движения воды и солей в зоне аэрации техногенно нарушенных территорий является частью научного обоснования комплекса природоохранных мероприятий гидрогеологической направленности.

Изложение основного материала. На отвалах, отсыпанных без рекультивации, растительность отсутствует. Они делятся на два типа: необводненные (рис. 1) и обводненные (рис. 2).

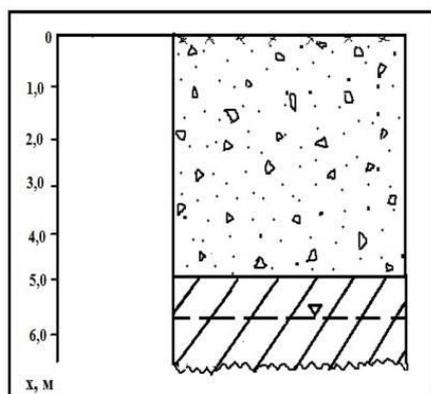


Рис. 1. Схема необводненного нерекультивированного отвала

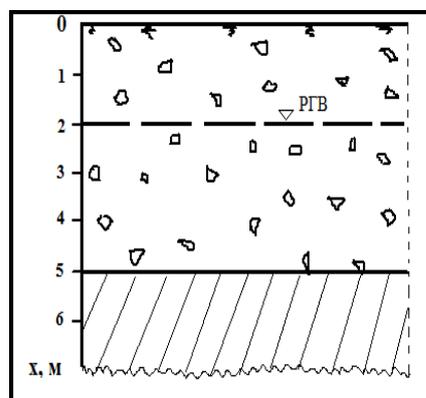


Рис. 2. Схема обводненного нерекультивированного отвала

Процесс солепереноса зависит от количества атмосферных осадков A и испарения в природных условиях через поверхность земли I . Для Западного Донбасса по данным метеостанции «Павлоград» в природных условиях $A > I$ на 9 мм по среднемноголетним показателям. Режим влагопереноса – инфильтрационный. Инфильтрационное питание (скорость вертикального влагопереноса V) обеспечивает медленное рассоление верхних горизонтов отсыпанных пород со скоростью 1 – 7 см/год, в зависимости от начального засоления

$$V = \frac{(A-I), \text{мм}}{365 \cdot 1000} = \frac{409-400}{365 \cdot 1000} = 2,46 \cdot 10^{-5} \text{ м/сут.} \quad (1)$$

В настоящей работе рассмотрен тип отвалов, в которых уровень грунтовых вод залегает ниже критической глубины. Для отвалов этого типа характерен нисходящий

результатирующий поток влаги и солей, обеспечивающий медленное рассоление верхних горизонтов.

Доказано [1], что массоперенос на шахтных отвалах описывается уравнением движения и сохранения массы вещества вида

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} = m \frac{\partial C}{\partial t}. \quad (2)$$

В уравнении 2 функция C – это содержание растворимых солей в единице массы отвальной породы, определенное по результатам химического анализа водных вытяжек.

Уравнение 2 – это математическая основа всех видов предложенных моделей солепереноса на шахтных отвалах.

Если уровень грунтовых вод залегает ниже критической глубины, такому типу солепереноса отвечает расчетная гидрогеохимическая схема «полуограниченный пласт» с граничными условиями 3-го рода на поверхности земли ($x = 0$) Данквертса – Бреннера [2]

$$V(C_{\text{ф}} - C_{\text{пов.}}) = D \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (3)$$

где V – скорость поступления воды с поверхности земли в зону аэрации, м/сут; $C_{\text{ф}}$ – фактическая минерализация этой воды, г/дм³, %; $C_{\text{пов.}}$ – засоленность грунта на поверхности земли, г/дм³, %; D – коэффициент гидродисперсии, м²/сут; x – пространственная координата, м.

Прогнозные расчеты изменения засоленности выполнены по методу Джонсона. [3; 4]

Анализ результатов расчета показал, что через 30 лет с момента отсыпки нерекультивированного шахтного отвала мощность зоны рассоления (содержание растворенных солей меньше 0,25 %) составляет 0,2 м. при максимальной засоленности 1,4 %. Для наиболее часто встречающейся засоленности 0,6 %, рассоление достигнет глубины 0,8 м (рис. 3, рис. 4).

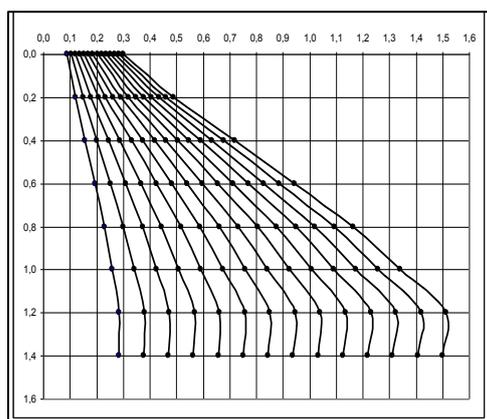


Рис. 3. – График изменения солевого режима обводненного нерекультивированного шахтного отвала, время прогноза 10 лет

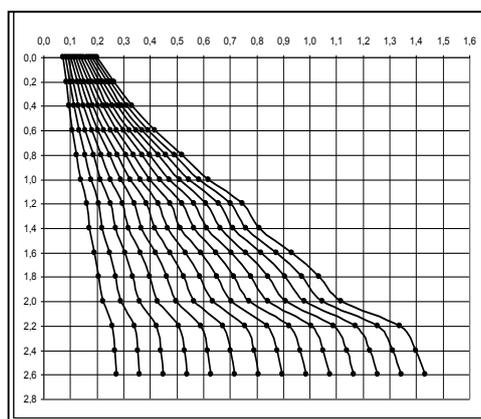


Рис.4. – График изменения солевого режима обводненного нерекультивированного шахтного отвала, время прогноза 30 лет

Наличие в уравнении 2 первой и второй производной значительно уменьшает точность конечно-разностного решения. Уравнение 2, аппроксимированное по В. Джонсону содержит первую производную в неявном виде, что повышает точность конечного результата.

Все примененные математические модели для отвалов, отсыпанных без рекультивации, дают возможность выделить следующие закономерности:

1. Очень медленный вынос солей из верхних горизонтов в нижележащие.
2. Процессы солепереноса для обводненных и необводненных отвалов протекают идентично, если уровень грунтовых вод залегает ниже критической глубины.

Библиографические ссылки

1. **Евграшкина Г. П.** Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий / Г. П. Евграшкина – Днепропетровск; 2003 – 200 с.
2. **Brenner Н.** The diffusion model of longitudinal mixing in beas of finite length Numerical values / Н. Brenner Chemical Engineering Science. 1962. № 4
3. **Евграшкина Г. П.** Прогноз солевого режима рекультивированных шахтных отвалов / Г. П. Евграшкина // Мелиорация и водное хозяйство – К.; 1987. – Вып. 66. – С 43 – 49
4. **Карплюс У.** Моделирующие устройства для решения задач теории поля / У. Карплюс. – М.; 1962. – 487 с.
5. **Аверьянов С. Ф.** Борьба с засолением орошаемых земель / С. Ф. Аверьянов – М.; 1978 – 288 с.

Надійшла до редколегії 24.11.11