

Евграфкина Г. П.; Гежий А. И.

Днепропетровский национальный университет имени О. Гончара

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕРТИКАЛЬНОГО СОЛЕПЕРЕНОСА НА НЕРЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ ЗАПАДНОГО ДОНБАСА

На основі теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ запропоновано математичну модель вертикального солепереносу для шахтних відвалів, відсипаних без рекультивациі. Вона дозволяє вирішувати інверсні і прямі прогнозні гідрогеологічні задачі, результати яких можуть служити науковою основою для розробки комплексу природоохоронних заходів гідрогеологічної і гідрогеолого-меліоративної спрямованості.

Ключові слова: вертикальний солеперенос, рекультивација, епігноз, прогноз.

На основе теории физико-химической гидродинамики пористых сред предложено математическую модель вертикального солепереноса для шахтных отвалов, отсыпанных без рекультивации. Она позволяет решать инверсные и прямые прогнозные гидрогеологические задачи, результаты которых могут служить научной основой для разработки комплекса природоохранных мероприятий гидрогеологической и гидрогеолого-мелиоративной направленности.

Ключевые слова: вертикальный солеперенос, рекультивација, эпигноз, прогноз.

On the basis of theory of physical and chemical hydrodynamics of porous environments the mathematical model of vertical soleperenos is offered for mine dumps, poured out without rekul'tivacii. It allows to decide inversion and direct prognosis hydrogeological tasks the results of which can serve as scientific basis for development of complex of nature protection measures hydrogeological and gidrogeologo-reclamative napravlenosti.

Key words: vertical soleperenos, rekul'tivaciya, epignoz, prognosis.

Постановка проблеми. В число экологических проблем горнодобывающих регионов входят рациональное использование и охрана водных земель. Результаты решения прогнозных гидрогеологических задач с использованием современных достижений теорий фильтрации, влаго и массопереноса, математической физики и программирования — это научное обоснование комплекса природоохранных мероприятий, обеспечивающих создание и сохранение в техногенно-нарушенных регионах и на прилегающих к ним территориях благоприятной гидрогеологической обстановки.

Анализ основных исследований и публикаций. Основные результаты ранее выполненных исследований изложены в монографии [1]. Рассмотрены математические модели вертикального солепереноса для 3-х видов шахтных отвалов: отсыпанных без рекультивации, рекультивированные в условиях богарного земледелия и с использованием систематического орошения [2].

Задачи в работе [1] для нерекультивированных отвалов решены в тестовых вариантах, в настоящей статье впервые рассматривается задача для конкретных отвалов шахты Самарская.

Цель исследований. Оценить достоверность предложенной математической модели путем сопоставления результатов прогнозных расчетов с двукратными натурными наблюдениями на нерекультивированных отвалах шахты Самарская.

Изложение основного материала. Прогнозный расчет выполнен аналитическим методом с использованием фундаментального решения С. Ф. Аверьянова [3].

Исходные данные для расчета - результаты определения засоленности 1978 года представлены в таблице.

Задача решается сроком на 20 лет. На 1998 г. имеются также натурные определения, поэтому расчет следует считать эпигнозом, поскольку эпигноз - это характеристика гидрогеологического процесса в прошедшем времени. Он является надежным фактором оценки адекватности модели натурным условиям.

Процесс вертикального солепереноса в породах зоны аэрации, в том числе и шахтных отвалах описывается уравнением:

$$D = \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (1)$$

где D – коэффициент гидродисперсии, м²/сут; V – скорость вертикального солепереноса, м/сут; m – объемная влажность, долях единиц; C – минерализация движущегося порового раствора, %, г/дм³.

Для определения коэффициента гидродисперсии D аналитическими методами можно применить формулу:

$$D = \frac{V_x * h}{2 \ln \frac{C_x}{C_0}}, \quad (2)$$

где: C_0 - засоленность пород при $x = 0$; C_x - засоленность в точке с координатой x , м; h – расстояние между расчетными точками.

Климат Западного Донбасса назван атлантико-континентальным. По данным метеостанции “Павлоград” среднемноголетняя величина физического испарения через поверхность земли $I=400$ мм, осадков $A=409$ мм. При отсутствии транспирации, что характерно для вновь отсыпанных некультивируемых отвалов, не имеющих растительного покрова, среднегодовая, среднемноголетняя величина скорости вертикального влагопереноса составляет:

$$V_{o.ч.} = \frac{A+I}{1000*t}, \quad (3)$$

где $V_{o.ч.}$ — скорость вертикального влагопереноса некультивируемого отвала.

Таблица 1

Результаты расчета динамики солепереноса на шахтном отвале ш. Самарская за 1998 г.

x	Исходные данные за 1989 г	\bar{x}	Z_1	Z_2	$\frac{Z_1^2}{Z_2^2}$	$e^{z_1^2 - z_2^2}$	erfc z1	erfc z2	ierfc Z1	\bar{C}	C
0,000	0,2	0,00	0,120	0,120	0,000	1,000	0,865	0,865	0,452	0,756	0,197
0,200	0,4	0,189	0,143	0,098	0,011	1,011	0,840	0,890	0,435	0,764	0,392
0,400	0,43	0,378	0,166	0,075	0,022	1,022	0,815	0,916	0,419	0,771	0,429
0,600	0,428	0,567	0,189	0,052	0,033	1,033	0,790	0,941	0,395	0,780	0,420
0,800	0,44	0,756	0,211	0,029	0,044	1,045	0,765	0,967	0,379	0,788	0,435
1,000	0,607	0,944	0,234	0,007	0,055	1,056	0,741	0,992	0,364	0,795	0,591
1,200	0,63	1,133	0,257	-0,016	0,066	1,068	0,716	1,018	0,349	0,802	0,626
1,400	0,64	1,322	0,280	-0,039	0,077	1,080	0,693	1,044	0,335	0,809	0,635
1,600	0,65	1,511	0,302	-0,062	0,088	1,092	0,669	1,069	0,314	0,817	0,648
1,800	0,66	1,700	0,325	-0,084	0,099	1,104	0,646	1,095	0,301	0,824	0,649
2,000		1,889	0,348	-0,107	0,110	1,116	0,623	1,120	0,288	0,830	0,657
2,200		2,078	0,371	-0,130	0,120	1,128	0,600	1,146	0,272	0,837	0,663

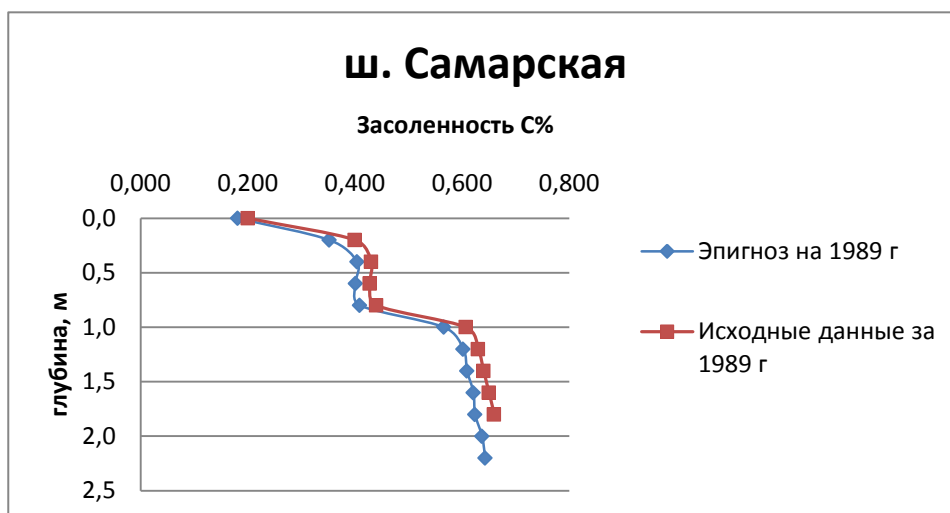


Рис. 2 График прогноза засоленности на 1998 г.

Таблица 2.

Результаты прогнозного расчета динамики солепереноса на шахтном отвале ш. Самарская за 2018 г.

x	\bar{x}	Z_1	Z_2	$Z_1^2 - Z_2^2$	$e^{Z_1^2 - Z_2^2}$	erfc z1	erfc z2	ierfc Z1	\bar{C}	C
0	0	0,143	0,120	0	1	0,864	0,864	0,452	0,755	0,151
0,2	0,188	0,143	0,097	0,010	1,011	0,839	0,890	0,435	0,763	0,305
0,4	0,377	0,165	0,074	0,021	1,022	0,814	0,915	0,418	0,771	0,331
0,6	0,566	0,188	0,052	0,032	1,033	0,789	0,941	0,395	0,780	0,333
0,8	0,755	0,211	0,029	0,043	1,044	0,764	0,966	0,378	0,787	0,346
1	0,944	0,234	0,006	0,054	1,056	0,740	0,992	0,363	0,794	0,482
1,2	1,133	0,256	-0,016	0,065	1,067	0,716	1,018	0,349	0,801	0,505
1,4	1,322	0,279	-0,038	0,076	1,079	0,692	1,043	0,334	0,808	0,517
1,6	1,511	0,302	-0,061	0,087	1,091	0,668	1,069	0,314	0,817	0,531
1,8	1,7	0,325	-0,084	0,098	1,103	0,645	1,094	0,301	0,823	0,543

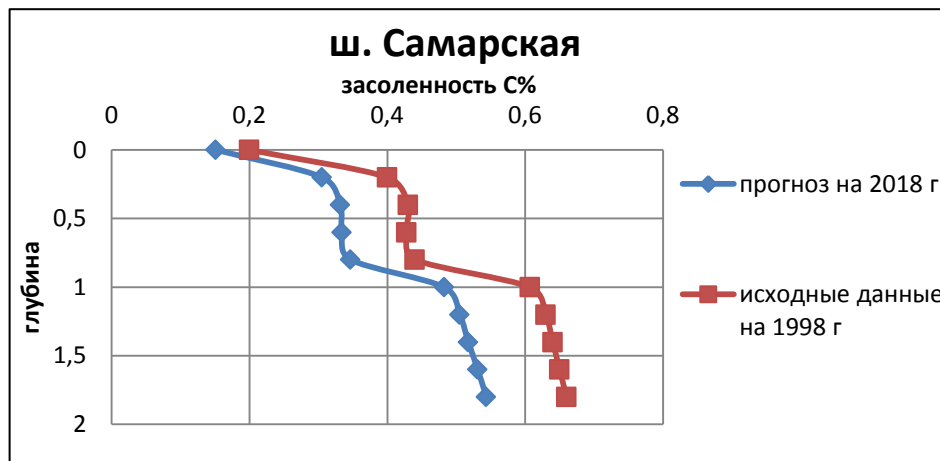


Рис. 2 График прогноза засоленности на 2018 г.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

1. Результаты эвристических расчетов подтверждают адекватность математической модели натурным условиям.
2. Результаты прогнозных расчетов показывают, что на нерекультивированных шахтных отвалах происходит медленный вынос солей из верхних горизонтов в нижележащие горизонты и подземные воды.
3. Зона рассоления через 20 лет составит 0,5 метра.

Рекультивация таких отвалов, уже рассоленных в естественных условиях будет наиболее эффективной.

Дальнейшие исследования будут заключаться в количественной оценке минерализации подземных вод.

Бібліографічні посилання

1. Евграшкина Г. П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий. – Д.: Монолит, 2003 – 200 с.
2. Евграшкина Г. П. Прогноз солевого режима рекультивируемых шахтных отвалов // Мелиорация и водное хозяйство – К.: Урожай, 1987. – Вып. 66. – С 43 – 49
3. Аверьянов С. Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978 – 288 с.