

Г. П. Евграшкина; А. Ю. Омельчук

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

## ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ГІДРОГЕЛОГІЧНИХ ТА ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ТЕРИТОРІЇ, ПРИЛЕГЛІЙ ДО СТАВКА – НАКОПИЧУВАЧА СКИДНИХ ШАХТНИХ ВОД «БАЛКИ СВИДОВОК» В ЗАХІДНОМУ ДОНБАСІ

На основе теории физико-химической гидродинамики пористых сред предложена математическая модель миграционных процессов в подземных водах, прилегающих к пруду территорий. На первом этапе исследований построена гидродинамическая сетка. Плановая задача по количественной прогнозной оценке загрязнения подземных вод в результате фильтрационных потерь пруда решается системой одномерных уравнений по лентам тока. Предложен каскадный метод реконструкции пруда, полностью исключающий загрязнение водоносных горизонтов.

*Ключевые слова:* гидродинамическая сетка, загрязнение, водоносный горизонт, миграционный процесс.

На основі теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ запропонована математична модель міграційних процесів у підземних водах, прилеглих до ставка територій. На першому етапі досліджень побудована гідродинамічна сітка. Планова задача по кількісній прогнозній оцінці забруднення підземних вод у результаті фільтраційних витрат ставка вирішується системою одномірних рівнянь по лініям току. Запропоновано каскадний метод реконструкції ставка, який повністю виключає забруднення водоносних горизонтів

*Ключові слова:* гідродинамічна сітка, забруднення, водоносний горизонт, міграційний процес.

On the basis of theory of physical and chemical hydrodynamics of porous environments the mathematical model of migratory processes is offered in underwaters, adjoining to the pond of territories. On the first stage of researches a hydrodynamic net is built. The planned task by quantitative prognosis estimation of contamination of underwaters as a result of lauter losses of pond decides the system of unidimensional equalizations on the ribbons of current. The cascade method of reconstruction of pond is offered, fully eliminating contamination of aquiferous horizons.

*Key words:* hydrodynamic net, contamination, aquiferous horizon, migratory process.

**Постанова проблеми.** Видобуток вугілля супроводжується інтенсивним водовідливом шахтних вод підвищеної мінералізації, які акумулюються в ставках - накопичувачах, побудованих без екранізації днищ. Запропоновані як радикальний засіб охорони ґрунтів, поверхневих і підземних вод, в даний час вони є джерелами їх забруднення. Рішення прогнозних міграційних задач за кількісною оцінкою забруднення підземних та поверхневих вод, дозволить науково обґрунтувати раціональний комплекс природоохоронних заходів гідрогеологічного напрямку.

**Аналіз основних досліджень та публікацій.** Раніше виконані дослідження викладені в роботах [1, 2]. У цих дослідженнях ставок-накопичувач "Свідовок" розглядається, як гранична умова першого роду. В процесі експлуатації режимними спостереженнями Павлоградської геолого-розвідувальної експедиції доведено, що зімкнення поверхні води в ставку з поверхнею підземних вод біля ставка, не сталося внаслідок його розташування на схилі. У сучасних дослідженнях ставок – накопичувач розглядається, як границя III роду.

**Мета роботи.** Виконати прогноз забруднення підземних вод на прилеглих до ставка територіях із застосуванням найбільш доцільної у даних гідрогеологічних умовах розрахункової міграційної схеми.

**Виклад основного матеріалу.** На основі визначення коефіцієнта гідродисперсії (табл.1) вибрана розрахункова схема «неупорядкована макродисперсія».

Результати розрахунку коефіцієнта гідродисперсії

№ свердловини	Відстань між свердловинами, м	Мінералізація води С, г/дм <sup>3</sup>					D, м <sup>2</sup> /добу	
		1993	1994	1995	1996	1997	Роки	Значення
22313	300	2,4	2,5	3,0	3,2	3,5	1993	2,26
22315	300	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1994	2,25
22316	700	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1995	2,17
22466	875					1,0	1996	2,12
123 пр						0,6	1997	2,04

Міграційна задача для розрахункової схеми напівобмежений шар із границею III роду має наступний аналітичний розв'язок [3]:

$$\bar{C} = 0,5 [\operatorname{erfc}z_2 + e^{z_1^2 - z_2^2} (\operatorname{erfc}z_1 - 4a * \operatorname{ierfc}z_1)], \quad (1)$$

$$C = \bar{C} (C_{\text{гор}} - C_{\text{ставка}}) + C_{\text{ставка}}, \quad (2)$$

$$z_1 = a (1 + \bar{X}), \quad (3)$$

$$z_2 = a (1 - \bar{X}), \quad (4)$$

$$\bar{X} = \frac{x}{x_0}, \quad (5)$$

$$X_0 = \frac{Vt}{m}, \quad (6)$$

$$a = \frac{\frac{V}{m}\sqrt{t}}{2\sqrt{\frac{D}{m}}}, \quad (7)$$

де  $\bar{C}$  - приведена мінералізація підземних вод, безрозмірна величина;  $C$  - прогнозна мінералізація підземних вод, г/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{гор}}$  - мінералізація води у водоносному горизонті, г/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{ставка}}$  - мінералізація води у ставку, г/дм<sup>3</sup>;  $\operatorname{erfc}z_1$ ,  $\operatorname{erfc}z_2$ ,  $\operatorname{ierfc}z_1$  - табульовані функції;  $a$  - узагальнена розрахункова величина, яка не має фізичного тлумачення;  $\bar{X}$  - приведена координата;  $x_0$  - зона максимального змочування, м;  $x$  - істинна просторова координата, м;  $V$  - швидкість фільтрації, м/добу;  $t$  - термін прогнозного розрахунку, доба;  $m$  - активна пористість, ч.о.;  $D$  - коефіцієнт гідродисперсії, м<sup>2</sup>/добу.

За схемою «неупорядкована макродисперсія» визначено, на якій відстані від ставка мінералізація буде складати 3 г/дм<sup>3</sup> (контур зони забруднення) на кінець 2010 року.

Термін прогнозного розрахунку складає 27 років з моменту введення в експлуатацію ставка-накопичувача (1983 рік) до поточного року (2010 рік).

Результат розрахунку представлений в табл. 2, та на рис.1 і 2.

Попередніми дослідженнями [2] доказано, що колоїдно-сольові екрани, в розглянутих умовах не ефективні, за причиною високої мінералізації та не несприятливого хімічного складу скидних шахтних вод. Але вони виявились ідеальними фільтрами. На протязі 5 років біля ставка - накопичувача «Свідовок», де був побудований екран, спостерігалось підвищення рівня підземних вод без збільшення мінералізації.

Таблиця 2

## Розрахунки для схеми «неупорядкована макродисперсія»

№ точки	Відстань від ставка до річки, м	$\bar{X}$	$z_1$	$z_2$	$z_1^2 - z_2^2$	$e^{z_1^2 - z_2^2}$	$\operatorname{erfc}z_2$	$\operatorname{erfc}z_1$	$\operatorname{ierfc}z_1$	$\bar{C}$	C
1	500	0,113	1,51	1,21	0,816	1,62	0,058	0,034	0,0084	0,032	7,1
2	1000	0,225	1,67	1,05	1,686	5,3	0,138	0,018	0,0043	0,055	6,96
3	1500	0,338	1,82	0,9	2,502	12,2	0,203	0,01	0,0023	0,086	6,76
4	2000	0,451	1,97	0,75	3,318	27,6	0,289	0,006	0,0013	0,137	6,44
5	2500	0,564	2,13	0,59	4,189	65,9	0,404	0,003	0,001	0,123	6,53
6	3000	0,676	2,28	0,44	5,005	149,1	0,534	0,001	0,001	0,267	5,61
7	3500	0,789	2,43	0,29	5,821	337,2	0,682	0,001	0,001	0,341	5,15
8	4000	0,902	2,59	0,133	6,69	804,3	0,851	0,001	0,001	0,426	4,62
9	4500	1,015	2,74	-0,02	7,507	1821,1	1,023	0,001	0,001	0,5115	4,08
10	5000	1,127	2,89	-0,173	8,322	4114,2	1,019	0,001	0,001	0,5095	4,09
11	5500	1,24	3,05	-0,326	9,178	9680,8	1,359	0,001	0,001	0,6795	3,02
12	6000	1,353	3,2	-0,48	10,01	22238,9	1,503	0,001	0,001	0,7515	2,57

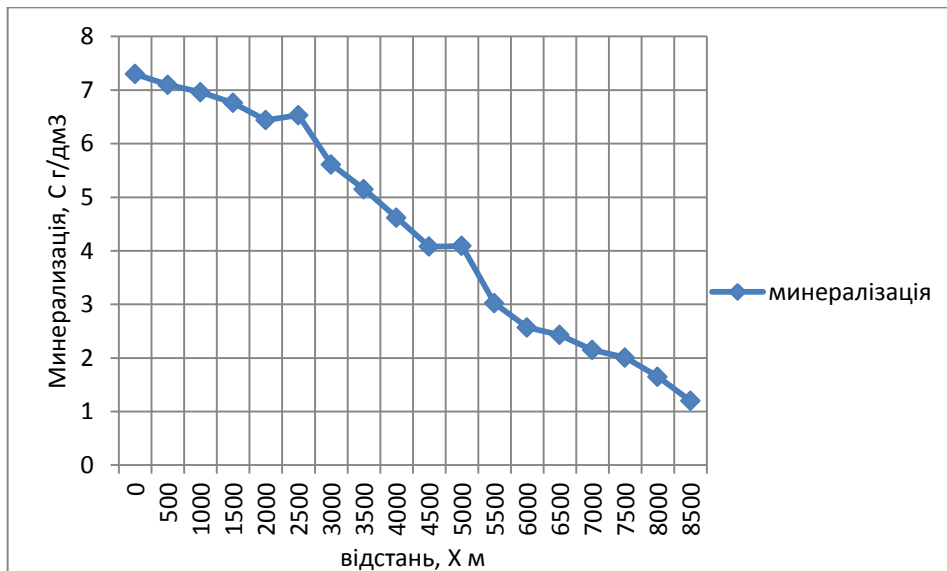


Рисунок 1 – Графік зміни мінералізації в залежності від відстані від ставка до річки

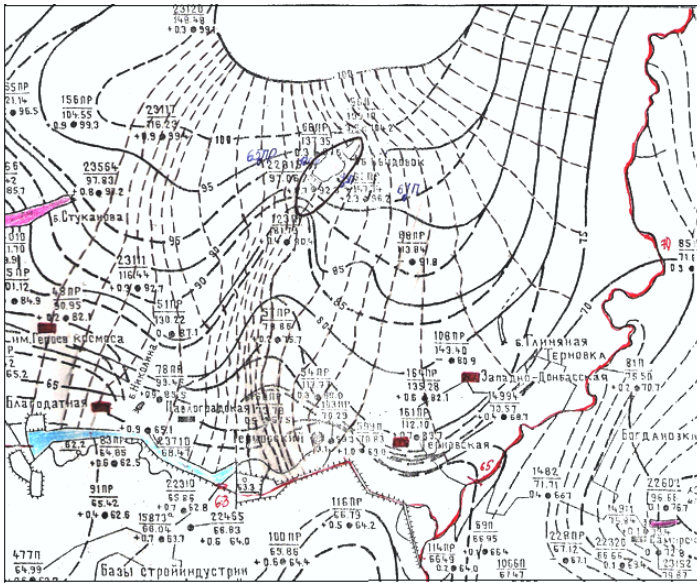


Рисунок 2 – Зона забруднення за схемою «неупорядкована макродисперсія» на 2010 рік

Авторами запропонована система акумуляції скидних шахтних вод, яка повністю виключає забруднення водоносних горизонтів, і діє наступним чином. В кожній балці будується 3 ставки. Верхній по потоку підземних вод акумулює слабо мінералізовану частину скиду. Вона може використовуватись для зрошення. Другий має сорбційне колоїдно – сольове покриття, яке за даними експериментальних досліджень повністю очищує і фільтрує воду на протязі 5 років. Після закінчення цього терміну скид здійснюється в третій ставок з таким самим покриттям, а в другому ставку покриття відновлюється.

### **Висновки:**

1. Ізолінія  $3 \text{ г/дм}^3$ , контур зони забруднення на кінець 2010 року знаходиться на відстані 5500 м від ставка-накопичувача «Свідовок».
2. Режимні спостереження та величини коефіцієнта гідродисперсії підтверджують правильність вибора розрахункової міграційної схеми «неупорядкована макродисперсія».
3. В умовах відсутності технологій утилізації скидних шахтних вод, каскадний метод побудови ставок – накопичувачів є найбільш доцільним способом зниження забруднення підземних вод на прилеглих територіях.

### **Бібліографічні посилання**

1. Евграфкина Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий.- Д.: Монолит, 2003.- 200с.
2. Евграфкина Г.П. Пруд – накопитель сбросных шахтных вод «Свидовок» в Западном Донбассе и его экологические проблемы// научно-технический журнал.- Киев 2003.- Вып. 5. – с.48-53.
3. Brenner H. The diffusion model of longitudinal mixing in beds of finite length. Numerical values. – Chemical Engineering Science, 1962, №4.