

Изменение гидрогеологических условий на территории, прилегающей к пруду-накопителю “Свидовок”

Г.П. Евграшкина, доктор географических наук

А.Ю. Омельчук, аспирант

Днепропетровский национальный университет имени О. Гончара

На основі теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ запропоновано математичну модель міграційних процесів у підземних водах територій, прилеглих до ставка-накопичувача. Планову задачу кількісної прогнозної оцінки забруднення підземних вод у результаті фільтраційних втрат ставка розв'язано системою одновимірних рівнянь по лініях потоку.

Технология разработки угольных залежей оказывает масштабное воздействие на региональные изменения гидродинамического режима и состава подземных, поверхностных вод вследствие сброса или произвольного стока вод. Пруды-накопители сбросных шахтных вод построены без противofiltrационной защиты водовмещающей части. Высокоминерализованные сбросные шахтные воды в процессе фильтрации загрязняют водоносные горизонты. Для научного обоснования комплекса природоохранных мероприятий гидрогеологической направленности необходимо выполнить оценку миграционных параметров.

Вопросы охраны и рационального использования подземных вод в горнодобывающих районах рассматривали В.А. Мироненко, Е.В. Мольский, В.Г. Румынин [1]. Они описали общие представления о процессах загрязнения и истощения подземных вод, изложили методику специальных гидрогеологических исследований на участках загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах. Исследователи Ф.И. Тютюнова, И.Я. Пантелеев, Т.И. Пантелеева и другие изучали особенности прогноза распространения загрязнения в водоносном пласте с учетом сопряженных физико-химических процессов и показали роль гидродинамических и физико-химических процессов в перераспределении ингрдиентов в системе порода вода: разбавления, микро- и макродисперсии, сорбции, осаждения, растворения [2]. В этом направлении Г.П. Евграшкиной исследования пруда-накопителя “Свидовок” были выполнены и изложены в работах [3–5].

Выполнить прогноз загрязнения подземных вод на прилегающих к пруду территориях с использованием более целесообразной в данных гидрогеологических условиях расчетной миграционной схемы стало **целью нашего исследования.**

Режимная наблюдательная сеть на участке “Свидовок” построена в 1983 году. Основной створ наблюдательных скважин направлен по потоку подземных вод от пруда к р. Самара и состоит из 6 наблюдательных скважин в

первом от поверхности берекском водоносном горизонте (рис. 1, 2). Эпизодически ведутся наблюдения и на более глубоких горизонтах меньшим количеством скважин [1]. Одна наблюдательная скважина (96 П) расположена выше пруда на расстоянии 350 м от него. По ней также отмечено повышение уровня подземных вод. Второй створ направлен в крест потока и состоит из 4-х скважин, оборудованных для наблюдений за режимом подземных вод берекского и межигорского водоносных горизонтов. Расстояние от пруда до р. Самара по створу составляет 8775 м. Отметка воды в пруде равна 102,3 м, в р. Самара на другом конце створа – 63,3 м [3].

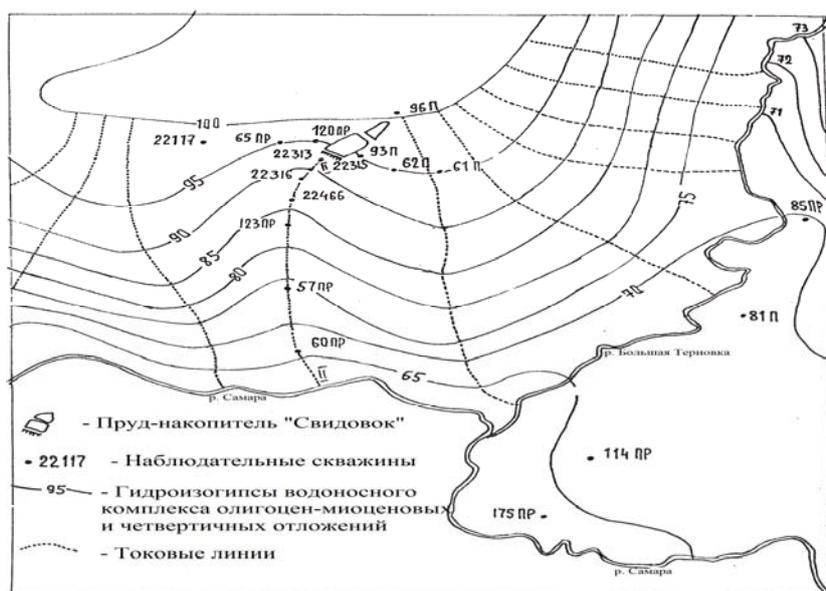


Рис. 1. Схема режимной наблюдательной сети на участке “Свидовок”

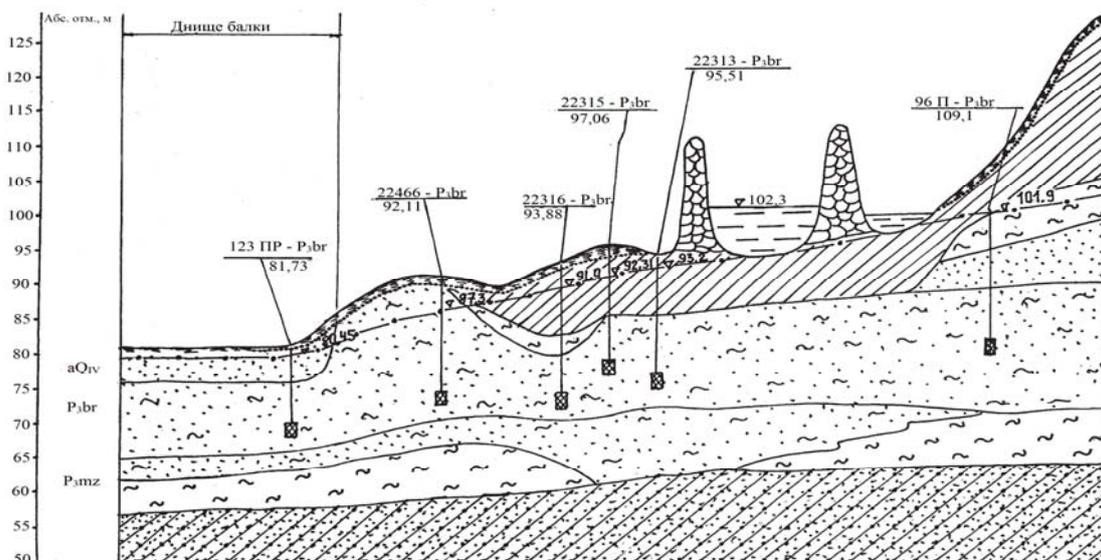


Рис. 2. Гидрогеологический разрез по линии пруд “Свидовок” – река Самара. Масштабы: горизонтальный 1:25000, вертикальный 1:500

Для прогнозных расчетов начало координат выбрано на урезе воды в пруде, ось X направлена за токовой линией.

При решении прогнозной миграционной задачи необходимо выполнить оценку миграционных параметров, входящих в уравнение массопереноса. Скорость фильтрации V по створу определяли по формуле Дарси [1]

$$V = \frac{H_1 - H_2}{L} \cdot k,$$

где V – скорость фильтрации, м/сут;

H_1, H_2 – отметка поверхности воды соответственно в пруде и реке, м;

L – расстояние между прудом и рекой, м;

k – коэффициент фильтрации, м/сут.

Расчет коэффициента гидродисперсии выполнен по данным режимных наблюдений [3]

$$D \left(\frac{C_3^{\tau+1} - C_2^{\tau+1}}{(\Delta x)^2} - \frac{C_2^{\tau+1} - C_1^{\tau+1}}{(\Delta x)^2} \right) - V \frac{C_2^{\tau+1} - C_1^{\tau+1}}{\Delta x} = m \frac{C_2^{\tau+1} - C_2^{\tau}}{\Delta t},$$

где $C_1^{\tau+1}, C_2^{\tau}, C_2^{\tau+1}, C_3^{\tau+1}$ – известная минерализация подземных вод в трех скважинах на два момента времени τ и $\tau+1$, г/дм³;

Δx – расстояние между скважинами, м;

τ – временная координата, сут;

Δt – шаг по времени, сут;

m – активная пористость, доли ед.

Рассчитанный коэффициент гидродисперсии больше единицы, поэтому для расчета была принята схема “неупорядоченная макродисперсия”. По данным Павлоградской геологоразведочной экспедиции, в 2010 году образовалось полное смыкание и подпор уровня грунтовых вод с поверхностью воды в пруде, то есть наступила третья стадия фильтрации, и он стал границей I рода. В результате этого прогноз загрязняющих веществ выполнен с помощью уравнения Карслоу-Егера для I рода :

$$\bar{C} = 0,5 (\operatorname{erfc} \xi + e^{\eta} \cdot \operatorname{erfc} \xi'),$$

где \bar{C} – приведенная минерализация подземных вод, безразмерная величина;

$$\eta = V_x / D;$$

ξ и ξ' – коэффициенты, которые рассчитывали по формулам:

$$\xi = \frac{x - \frac{v}{n_0} t}{2 \sqrt{\frac{D}{n_0 t}}}; \quad \xi' = \frac{x + \frac{v}{n_0} t}{2 \sqrt{\frac{D}{n_0 t}}};$$

x – расстояние между расчетными точками, м;

V – скорость фильтрации, м/сут;

n_0 – активная пористость, доли ед.;

t – срок прогноза, сут;

D – коэффициент гидродисперсии, м²/сут.

Прогноз загрязнения подземных вод определяли по формуле:

$$C = \bar{C} (C^0 - C_0) + C_0,$$

где C – прогнозная минерализация, г/дм³;

C^0 – минерализация воды в пруде, г/дм³;

C_0 – минерализация воды в реке, г/дм³;

C^0 приняли за $7,3 \text{ г/дм}^3$, а для C_0 установили величину $3,65 \text{ г/дм}^3$ [3].

Зависимость изменения минерализации на расстоянии от пруда до реки показана на рис. 3.

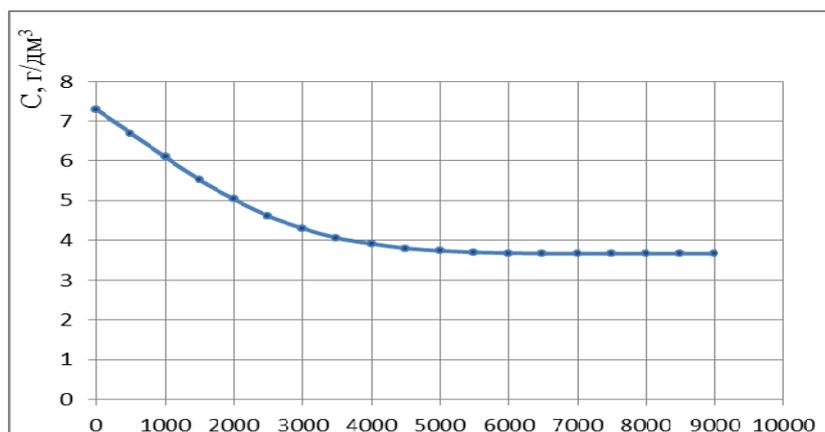


Рис. 3. График изменения минерализации на расстоянии от пруда до реки по схеме “неупорядоченная макродисперсия”

Срок прогнозного расчета составляет 20 лет с момента полного смыкания и подпора уровня грунтовых вод с поверхностью воды в пруде (2010 год) – рис. 4.

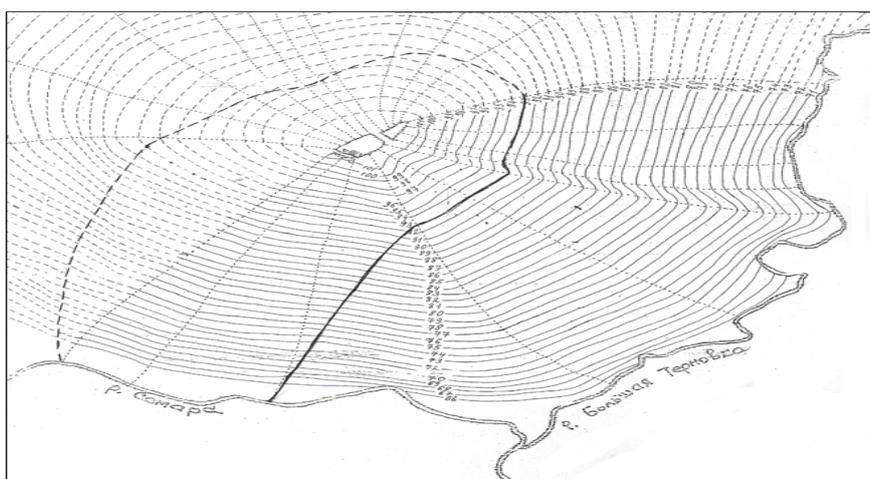


Рис. 4. Зона загрязнения подземных вод по схеме “неупорядоченная макродисперсия”

Анализ результатов прогнозного расчета миграции загрязнения подземных вод на конец 2030 года, то есть за 20 лет, с использованием расчета уравнения Карслоу-Егера позволяет сделать неутешительный вывод. Изолиния с минерализацией $3,65 \text{ г/дм}^3$ будет находиться на расстоянии 8775 м и достигнет р. Самара, а изолиния 3 г/дм^3 – на расстоянии 2225 м по направлению к р. Большая Терновка. Следовательно, эксплуатация пруда-накопителя «Свидовок» без изоляции днища приводит к интенсивному загрязнению водоносных горизонтов на прилегающих территориях и к ухудшению качества воды рек Самара, Малая и Большая Терновки, которые являются источником орошения.

Библиография

1. *Мироненко В.А.* Изучение загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах / *Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г.* – Л. : Недра, 1988. – 279 с.
2. Прогноз качества подземных вод в связи с их охраной от загрязнения / [*Тютюнова Ф.И., Пантелеев И.Я., Пантелеева Т.И.* и др.]. – М. : Наука, 1978. – 287 с.
3. *Евграшкина Г.П.* Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий / *Г.П. Евграшкина.* – Днепропетровск : Монолит, 2003. – 200 с.
4. *Евграшкина Г.П.* Пруд-накопитель сбросных шахтных вод “Свидовок” в Западном Донбассе и его экологические проблемы / *Г.П. Евграшкина* // Научно-технический журнал. – К., 2003. – Вып. 5. – С. 48–53.
5. *Евграшкина Г.П.* Структура режимной наблюдательной сети гидрогеологических скважин в горнодобывающих регионах / *Г.П. Евграшкина* // Наук. вісник НГУ. – 2003. – № 3. – С. 66–68.