

УДК 622.775

Л. Б. САБИРОВА

(Институт Горного дела им. Д. А. Кунаева, Алматы, Казахстан)

(Представлена академиком НАН РК, д.т.н., проф. Е. И. Роговым)

ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД

Аннотация. В статье рассмотрено восстановление пластовых вод, характеризующееся показателем их кислотности pH, которая увеличивается с течением времени. Была получена закономерность в виде линейной функции для определения частной закономерности восстановления пластовых вод по pH после ПСВ. Приведенные результаты исследований показывают, что существует вполне объективная закономерности «самозалегания» нарушенной естественной среды, которая хорошо описывается экспоненциальным уравнением, приведенным в статье.

Ключевые слова: геотехнология, пластовые воды, подземное скважинное выщелачивание, восстановление, уран, естественная среда.

Тірек сөздер: геотехнология, тәқталы сулар, жерасты ұнғылап сілтілеу, қалпына келтіру, уран, табиги орта.

Keywords: geotechnology, reservoir waters, drillhole ISL, restoration, uranium, natural environment.

Пластовые воды при подземном скважинном выщелачивании (ПСВ) урана и других металлов в объеме обрабатываемой реагентами горнорудной массы претерпевают существенное изменение.

Так если природная пластовая вода имела некоторую сумму солей, то после ПСВ урана их количество существенно возрастает на момент отработки блоков. Однако, через определенное и продолжительное время в отработанном блоке естественная среда приходит в исходное состояние по многим контролируемым параметрам. Это обстоятельство, оцененное в работе [1] качественно оказывается имеет глубокий физический смысл и оценивается количественно вполне определенными закономерностями.

В монографии [2] были опубликованы В. Л. Забазновым исключительно редкие результаты многолетних наблюдений за состоянием пластовых вод на месторождении Ир科尔 Сырдарыинской провинции в Казахстане. Анализ главных параметров восстановления качества пластовых вод без каких-либо вмешательств в эти отработанные участки достаточно надежно подтверждает идею «самоизлечения» этих участков от вредного вмешательства в естественную среду.

Многие физические процессы приведения их параметров в естественное состояние в течении времени подчиняются экспоненциальному закону в виде известных уравнений:

$$y_j = \alpha_j e^{-\beta_j t}, \quad (1)$$

либо

$$y_j = \alpha_j e^{\beta_j t}, \quad (2)$$

где t – текущее время; y_j – контролируемый параметр; α_j и β_j – статистические константы для каждого параметра y_j , $j = 1, N$, где N – общее число контролируемых параметров.

Так для ПСВ урана кандидатом технических наук В. Л. Забазновым установлены качественные позиции «залечивания» среды во времени по основным параметрам [106]:

- уменьшения сульфат-ионов (г/л) по времени;
- уменьшения нитрат-ионов (г/л) по времени;
- уменьшения суммы солей (г/л) по времени;
- уменьшения концентрации урана в пластовых водах (мг/л) по времени;
- увеличение показателя pH -кислотности пластовых вод по времени.

Используя фактический материал, приведенный в монографиях [3, 4], нами была проведена статистическая обработка этих данных. В результате этой обработки были выявлены закономерности на основе статистических данных, отображающие физико-химические процессы, происходящие в пластовых водах после ПСВ.

Как было отмечено выше, по пяти параметрам были установлены определенные зависимости.

Совершенно очевидно, что накопленные минеральные вредные для пластовых вод соединения в виде солей сульфат-ионов и других по истечении времени $t > 0$ будут уменьшать их концентрацию.

Наиболее логичной закономерностью к этим процессам разрушения среды в виде пластовых вод является экспоненциальная функция:

$$y = \alpha \cdot e^{-\beta t}, \quad (3)$$

где y – параметр регистрируемой вредности в пластовых водах; α , β – статистические параметры, устанавливаемые только экспериментальным путем для конкретных месторождений или их части, например, блока; t – текущее время.

Анализ функции (1) показывает непременное уменьшение вредностей в пластовых водах или их «залечивание».

Для сульфат-ионов (мг/л) для $t = 1$ имеем систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} 6,24 &= \alpha_1 \cdot e^{-\beta_1}, \\ 3,10 &= \alpha_1 \cdot e^{-8\beta_1}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Решая систему уравнений (4) относительно α_1 и β_1 , получается:

$$\beta_1 = 0,1; \alpha_1 = 6,69.$$

При этом уменьшение сульфат-ионов от t описывается экспонентой:

$$y_1 = 6,69e^{-0,1 \cdot t}, \text{ г/л,} \quad (5)$$

при

$$t > 0. \quad (6)$$

Аналогичным образом получается закономерность для нитрат-ионов (г/л). Здесь решается система двух уравнений вида:

$$\left. \begin{array}{l} 358 = \alpha_2 \cdot e^{-\beta_2 \cdot 1}, \\ 43 = \alpha_2 \cdot e^{-12\beta_2}. \end{array} \right\} \quad (7)$$

Из системы уравнений (7) имеем:

$$\alpha_2 = 432 \text{ и } \beta_2 = 0,192.$$

Уравнение истощения нитрат-ионов во времени теперь имеет вид:

$$y_2 = 432e^{-0,192 \cdot t}, \text{ г/л,} \quad (8)$$

при

$$t > 0.$$

В процессе ПСВ урана при взаимодействии серной кислоты образуется в пластовых водах вредное количество солей.

По статистическим данным имеем систему уравнений:

$$\left. \begin{array}{l} 15,3 = \alpha_3 \cdot e^{-\beta_3}, \\ 2,5 = \alpha_3 \cdot e^{-12\beta_3}. \end{array} \right\} \quad (9)$$

Решая систему уравнений относительно α_3 и β_3 , получается:

$$\alpha_3 = 18; \beta_3 = 0,165. \quad (10)$$

Таким образом, солевой состав пластовых вод изменяется от времени t по уравнению:

$$y_3 = 18 \cdot e^{-0,165t}, \text{ г/л.} \quad (11)$$

Содержание урана y_4 в остаточных растворах уменьшается во времени также по экспоненте:

$$y_4 = \alpha_4 \cdot e^{-\beta_4 t}, \text{ мг/л.} \quad (12)$$

Согласно статистическим данным по опытному блоку имеем систему уравнений:

$$\left. \begin{array}{l} 58 = \alpha_4 \cdot e^{-\beta_4}, \\ 8 = \alpha_4 \cdot e^{-12\beta_4}. \end{array} \right\} \quad (13)$$

Из решения системы уравнений (13) получается:

$$\alpha_4 = 69,4; \beta_4 = 0,18$$

и искомое уравнение:

$$y_4 = 69,4 \cdot e^{-0,18t}, \text{ мг/л.} \quad (14)$$

Восстановление пластовых вод характеризуется также показателем их кислотности pH, которая увеличивается с течением времени – t .

Для определения частной закономерности восстановления пластовых вод по pH после ПСВ была получена закономерность в виде линейной функции

$$y_5 = 1,96 + 0,44t, \quad (15)$$

$$y_5 = 0,6 + 0,04t,$$

где $t > 0$ и $t < 10$.

Приведенные результаты исследований показывают, что существует вполне объективная закономерности «самозалегания» нарушенной естественной среды, которая хорошо описывается экспоненциальным уравнением:

$$y_j = \alpha_j \cdot e^{-\beta_j t}, \quad (16)$$

j = 1, 2, 3, 4.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Забазнов В.Л., Язиков В.Г. Опыт реабилитации рудовмещающих водоносных горизонтов после подземного скважинного выпщелачивания урана гидрохимическими методами // Тезисы докладов междунар. симп. по геологии урана: «Уран на рубеже веков: природные ресурсы, производство, потребление». – М., 29.11 – 1.12.2000. – С. 178-180.
- 2 Рогов Е.И., Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы: FORTRESS, 2005. – 391 с.
- 3 Патрашев А.Н., Арутюнян А.Х. Диффузия солей при одномерной фильтрации // Изв. НИИ Гидротехники. – 1941. – Т. 30. – С. 64-78.
- 4 Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов. – М.: Недра, 1965. – 190 с.

REFERENCES

- 1 Zabaznov V. L. Yazikov V. G. Experience of the ore-hosting water-bearing horizons rehabilitation after underground borehole leaching of uranium by hydrochemical methods. Theses of reports of the international symposium on uranium geology. Uranium at the turn of the century: natural resources, production, consuming. M., 29.11 – 1.12 2000. S. 178-180.
- 2 Rogov E.I., Yazikov V. G., Zabaznov V. L. Metals geotechnolodiy. Alma-Ata: FORTRESS, 2005. 391 p.
- 3 Patrashev A.N., Arutyunyan A.Kh. Diffusion of salts in case of one-dimensional filtering. News of Hydraulic engineering scientific research institute. 1941. T. 30. P. 64-78.
- 4 Perelman A.I. Geochemistry of epigenetic processes. M.: Nedra, 1965. 190 pages.

Резюме

Л. Б. Сабирова

(Д. А. Конаев атындағы Тау-кен институты, Алматы, Қазақстан)

ҚАБАТТЫҚ СУЛАРДЫ ҚАЙТА ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫҚ-ТЕОРИЯЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН НЕГІЗДЕУ

Макалада уақыттың өтүіне қарай жоғарылап отыратын қышқылдық көрсеткішімен pH, сипатталатын қабаттық суларды қайта қалпына келтіру қарастырылған. ЖҮС кейін жерастылық қабаттағы сулардың pH бойынша қайта қалпына келу заңдылығын анықтау үшін сызықтық байланыс түріндегі заңдылық алынды. Зерттеудің келтірілген нәтижелері бұзылған табиғи ортаның «өздігінен орналасуының» объективті заңдылықтары болатындығын көрсетеді, ол макалада келтірілген экспоненциальды тендеумен жақсы бейнеленеді.

Тірек сөздер: геотехнология, тақталы сулар, жерасты үнфылап сілтілеу, қалпына келтіру, уран, табиғи орта.

Summary

L. B. Sabirova

(Mining Institute named after D. A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

REASONS FOR EXPERIMENTAL AND THEORETICAL REGULARITIES OF RESERVOIR WATERS RESTORATION

In this article the reservoir waters restoration being characterized by an their acidity pH index which increases eventually is considered. Regularity in the form of the linear function for partial regularity definitions of reservoir waters restoration on pH after drillhole leaching. Given results of researches was received show that exists quite objective regularities of «self-bedding» of the broken habitat which is well described by the exponential equation given in this article Reservoir waters at the drillhole ISL of uranium and other metals in volume of the mining mass processed by reagents undergo essential change.

So if natural reservoir water had some sum of salts, after uranium drillhole ISL their quantity significantly increases at the time of blocks development. However, through certain and long time in the abandoned block natural environment comes to an initial state in many controlled parameters. This circumstance estimated in work "Experience of rehabilitation the ore-hosting water-bearing horizons after uranium drillhole ISL by hydrochemical methods" qualitatively takes deep physical meaning and is estimated quantitatively by quite certain regularities.

In the Geotechnology of metals monography exclusively rare results of long-term supervision over a condition of reservoir waters on a Irkol field of the Syr-Darya province in Kazakhstan were published by Zabaznov V. L. The analysis of the main parameters of reservoir waters quality reclamation without any interventions in these abandoned places rather reliably confirms idea of «self-healing» of these sites from harmful intervention in natural environment.

Keywords: geotechnology, reservoir waters, drillhole ISL, restoration, uranium, natural environment.

Поступила 25.04.2014г.