

## Abstract

A. E. Rogov, L. B. Sabirova

<sup>1</sup> International Academy of ecology, Astana, Kazakhstan,  
<sup>2</sup>Kazakh national technical university after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan)

### THE GENERAL REGULARITIES OF RESERVOIR WATERS RESTORATION RECOVERY FOR HYDROGENIC DEPOSITS AFTER URANIUM DRILLHOLE ISL

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

In our operations on reservoir waters restoration reliability after uranium and other elements drillhole ISL the results on the principal parameters infecting reservoir waters were studied and received in case of vitriolic underground leaching of uranium. It first of al., sulfate nitrate ions, the amount of salts, the content of the dissolved uranium in reservoir waters and acidity of residual solutions.

Generally, it is necessary to check any innovative method of drive of the infected reservoir waters on broader spectrum of harmful elements in technogenic reservoir waters. For this purpose, we explained in the present article results of the experimental operations of wider scale which are carried out together with Candidate of Technical Sciences V. L. Zabaznov.

Results of statistical information processing on many uranium drillhole ISL units about restoration of reservoir waters naturally (self-curing) and in case of the most effective method – drive them through impurity and by corrupting the injection zones in pore space productive layers after their working off are provided in article.

In this article the checking of an innovative drive method of the infected reservoir waters on broader spectrum of harmful elements in technogenic reservoir waters is made. In article the results of the experimental operations of wider scale are explained. Consistent patterns are determined and finite analytical formulas from time – t for reservoir waters reclamation natural process after uranium drillhole ISL for three earlier known criteria are determined. Similar formulas are determined for the 17 infected reservoir waters hazards after application of the most effective method of their reclamation – drive through dead rocks during 1 year.

УДК 622.775

A. E. РОГОВ, Л. Б. САБИРОВА

<sup>1</sup>Международная академия экологии, Астана, Казахстан,  
<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан)

(Представлена академиком НАН РК Е. И. Роговым)

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД ДЛЯ ГИДРОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОСЛЕ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

В статье производится проверка инновационного способа протяжки зараженных пластовых вод по более широкому спектру вредных элементов в техногенных пластовых водах. Изложены результаты экспериментальных работ более широкого масштаба. Установлены закономерности и даны конечные аналитические формулы от времени – t для естественного процесса самовосстановления пластовых вод после ПСВ урана для трех ранее известных критериев. Аналогичные формулы установлены для 17 вредностей зараженных пластовых вод после применения самого эффективного способа их восстановления – протяжки через пустые породы в течение 1 года.

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

**Тірек сөздер:** геотехнология, текталы сулар, жерасты ұнғылап сілтілеу, қалпына келтіру, уран, табиғи орта.

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

В наших работах по надежности восстановления пластовых вод после ПСВ урана и других элементов были изучены и получены результаты по главным параметрам, заражающих пластовые воды при серно-кислотном подземном выщелачивании урана.

Это, прежде всего, сульфат нитрат ионы, сумма солей, содержание растворенного урана в пластовых водах и кислотность остаточных растворов.

В общем случае следует проверять любой инновационный способ протяжки зараженных пластовых вод по более широкому спектру вредных элементов в техногенных пластовых водах. Для этой цели нами изложены в настоящей статье результаты экспериментальных работ более широкого масштаба, которые проведены совместно с канд.тех.наук В. Л. Забазновым.

Результаты обработки статистической информации по многим блокам ПСВ урана о восстановлении пластовых вод естественным образом (самозалечивание) и при самом эффективном способе – протяжки их через пустые породы и путем разрушения закачных зон в поровом пространстве продуктивных пластов после их отработки

### Уран $U^{+6}$

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} U^{+6} = 22 \cdot e^{-0,38t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ U^{+6} = 28 \cdot e^{-6,33t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (1)$$

### Хром $Cr^{3+}$

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Cr^{3+} = 6,6 \cdot e^{-0,262t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Cr^{3+} = 7,6 \cdot e^{-4,37t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (2)$$

### Сумма солей у в пластовых водах

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} y = 28,6 \cdot e^{-0,21t}, \text{ г/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ y = 31 \cdot e^{-0,26t}, \text{ г/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (3)$$

### Сульфат ионы

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} y = 17500 \cdot e^{-0,28t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ y = 20890 \cdot e^{-4,65t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (4)$$

### Нитрат ионы

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} y = 721 \cdot e^{-0,22t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ y = 850 \cdot e^{-0,22t} \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (5)$$

### Кислотность пластовых вод

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} pH = 1,9 + 0,38t, \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ pH = 1,2 + 6,8t, \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (6)$$

Марганец Mn<sup>2+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Mn^{2+} = 286 \cdot e^{-0,52t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Mn^{2+} = 404 \cdot e^{-8,66t}, \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (7)$$

Кобальт Co<sup>2+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Co^{2+} = 3,26 \cdot e^{-0,117t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Co^{2+} = 3,52 \cdot e^{-0,95t} \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (8)$$

Ванадий V<sup>5+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} V^{5+} = 47,8 \cdot e^{-0,43t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ V^{5+} = 63,5 \cdot e^{-7,15t} \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (9)$$

Хром Cr<sup>4+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Cr^{4+} = 24,6 \cdot e^{-0,157t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Cr^{4+} = 27,2 \cdot e^{-2,61t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (10)$$

Ртуть Hg<sup>2+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Hg^{2+} = 10,8 \cdot e^{-10,4t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Hg^{2+} = 16,4 \cdot e^{-10,4t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (11)$$

Свинец Pb<sup>2+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Pb^{2+} = 2,3 \cdot e^{-0,37t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Pb^{2+} = 3,1 \cdot e^{-6,27t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год.} \end{array} \right\} \quad (12)$$

Аллюминий Al<sup>3+</sup>

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Al^{3+} = 1650 \cdot e^{-0,55t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Al^{3+} = 2375 \cdot e^{-9,16t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год} \end{array} \right\} \quad (13)$$

Железо Fe (общее)

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Fe = 1948 \cdot e^{-0,617t}, \text{ мг/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Fe = 2960 \cdot e^{-10,3t}, \text{ мг/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год} \end{array} \right\} \quad (14)$$

Радиоактивность Ra 226

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Ra 226 = 6,9 \cdot 10^{-10} \cdot e^{-0,32t}, \text{ ки/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Ra 226 = 8,54 \cdot 10^{-10} \cdot e^{-5,36t}, \text{ ки/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год} \end{array} \right\} \quad (15)$$

Телур Th 230

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Th 230 = 5,63 \cdot 10^{-8} \cdot e^{-0,63t}, \text{ ки/л} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Th 230 = 8,62 \cdot 10^{-8} \cdot e^{-10,55t}, \text{ ки/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год} \end{array} \right\} \quad (16)$$

**Полоний Po 210**

Естественное восстановление:

$$\left. \begin{array}{l} Po\,210 = 6,57 \cdot 10^{-9} \cdot e^{-0,273t}, \text{ ки/л,} \\ \text{где } 1 \leq t \leq 16 \text{ лет.} \\ \text{Способ протяжки:} \\ Po\,210 = 7,88 \cdot 10^{-9} \cdot e^{-4,55t}, \text{ ки/л} \\ \text{при } 0,1 \leq t \leq 1 \text{ год} \end{array} \right\} \quad (17)$$

**Выводы:**

- Установлены закономерности и даны конечные аналитические формулы от времени –  $t$  для естественного процесса самовосстановления пластовых вод после ПСВ урана для:
  - сульфат-ионов;
  - нитрат-ионов;
  - суммы солей;
  - остаточного содержания урана в растворе пластовых вод
  - и т.д. всего по 17 вредностям.
- Аналогичные формулы установлены для 17 вредностей зараженных пластовых вод после применения самого эффективного способа их восстановления – протяжки через пустые породы в течение 1 года.

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Забазнов В.Л., Язиков В.Г., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. – Алматы: ТОО «ЭВЕРОН», 2001. – 442 с.
- 2 Рогов Е.И., Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы: FORTRESS, 2005. – 391 с.
- 3 Rogov A.Y., 4; Rogov Y.I., Yazikov V.G. Technological wells schemes and location parameters optimization for uranium geotechnology; Mine and Equipment Selection 2000. (Edited by G. N. Panadiotou and T. N. Michalakopoulos National University of Athens, Greece), A. A. Balkema / Rotterdam / Brookfield /, 2000. – P. 157-160.

**REFERENCES**

- 1 Zabaznov V.L., Jazikov V.G., Petrov N.N., Rogov E.I., Rogov A.E. Geotekhnologija urana na mestorozhdenijah Kazahstana. Almaty: TOO «JeVERON», 2001. 442 s.
- 2 Rogov E.I., Jazikov V.G., Zabaznov V.L., Rogov A.E. Geotekhnologija metallov. Alma-Ata: FORTRESS, 2005. 391s.
- 3 Rogov A.Y., 4; Rogov Y.I., Yazikov V.G. Technological wells schemes and location pa-rameters optimization for uranium geotechnology; Mine and Equipment Selection 2000. (Edited by G. N. Panadiotou and T. N. Michalakopoulos National University of Athens, Greece), A. A. Balkema / Rotterdam / Brookfield /. 2000. P. 157-160.

**Резюме***A. E. Рогов, Л. Б. Сабирова*<sup>1</sup>Халықаралық экология академиясы, Астана, Қазақстан,<sup>2</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан**УРАНДЫ ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫЛАП СІЛТІЛЕУДЕН КЕЙІНГІ ГИДРОГЕНДІ КЕҢ ОРЫНДАРЫНДАҒЫ  
ҚАБАТ СУЛАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ**

Мақалада жоғары деңгейдегі техногенді қабаттардағы қабат суларының зияндалған элементтеріне тексеру жүргізетін инновациялық әдістер берілген. Мақалада тәжірибелік жұмыстардың кең масштабтағы нәтижелері көрсетілген. Уранды ЖҰС-ден кейінгі қабат суларының бұрыннан белгілі үш критерийлері бойынша  $t$  – уақыт аралығында қалпына келу процестерінің аналитикалық формулалары берілген және олардың заңдылықтары қалыптастырылған.

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

*Поступила 04.07.2014 г.*