

# Исследование активации раствора при геотехнологических процессах добычи

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-55-57>

Несмотря на все преимущества, добыча геотехнологическими способами имеет ряд недостатков, одним из которых является значительный срок отработки блоков из-за низкого содержания полезного компонента в продуктивном растворе. Одним из решений данной проблемы является технология активации раствора. В работе приведены результаты лабораторных исследований по установлению времени сохранения активности выщелачивающего раствора после его активации, а также, какой компонент выщелачивающего раствора необходимо активировать.

**Ключевые слова:** геотехнологические процессы, выщелачивание, активация раствора, реагент, содержание полезного компонента.

**Для цитирования:** Исследование активации раствора при геотехнологических процессах добычи / Н.Б. Хайруллаев, С.Б. Алиев, С.А. Юсупова и др. // Уголь. 2021. № 9. С. 55-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-55-57.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существуют различные способы повышения эффективности геотехнологических процессов добычи полезных ископаемых, выполнен значительный объем лабораторных и натурных исследований процесса в разных странах [1, 2, 3, 4]. Из анализа различных способов интенсификации геотехнологических процессов следует, что все они ускоряют процесс и повышают степень извлечения полезного компонента в несколько раз, однако эти способы отличаются дороговизной, сложностью их применения [5, 6, 7]. Поэтому предложена технология механической активации раствора [8, 9]. Суть механической активации раствора заключается в структурных преобразованиях жидкости на микро- и нано- уровне с целью изменения ее физико-химических параметров, интенсификации массообменных и гидромеханических процессов, при этом энергия низкой концентрации преобразовывается в энергию высокой локальной концентрации в неустойчивых точках структуры вещества [10, 11].

Однако в процессе исследования влияния активации на активность раствора возник вопрос, необходимо ли активировать весь раствор, так как это требует значительных материальных затрат. Кроме того, необходимо было установить время сохранения активности раствора после его активации. Поэтому для установления

## ХАЙРУЛЛАЕВ Н.Б.

Ph.D студент «Satbayev University»,  
050013, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: khayrullaev.n@gmail.com

## АЛИЕВ С.Б.

Доктор техн. наук,  
профессор ИПКОН РАН,  
111020, г. Москва, Россия,  
e-mail: alsamat@gmail.com

## ЮСУПОВА С.А.

Канд. техн. наук,  
Алматинский университет энергетики и связи,  
050013, г. Алматы, Республика Казахстан

## ЕЛУЗАХ М.

Канд. техн. наук,  
профессор «Satbayev University»,  
050013, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: muhtar\_7878@mail.ru

## АХМЕТКАНОВ Д.К.

Канд. техн. наук,  
профессор «Satbayev University»,  
050013, г. Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: d.akhmetkanov@satbayev.university

времени сохранения активности выщелачивающего раствора после его активации, а также для определения того, какой компонент выщелачивающего раствора необходимо активировать, были проведены лабораторные исследования.

## ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ НА АКТИВНОСТЬ РАСТВОРА

С целью определения реального действия активации был проведен эксперимент на лабораторной мешалке [12].

Сперва лабораторные работы провели по базовой технологии. Затем раствор готовили с предварительно активированной водой в течение 5 мин. с последующим

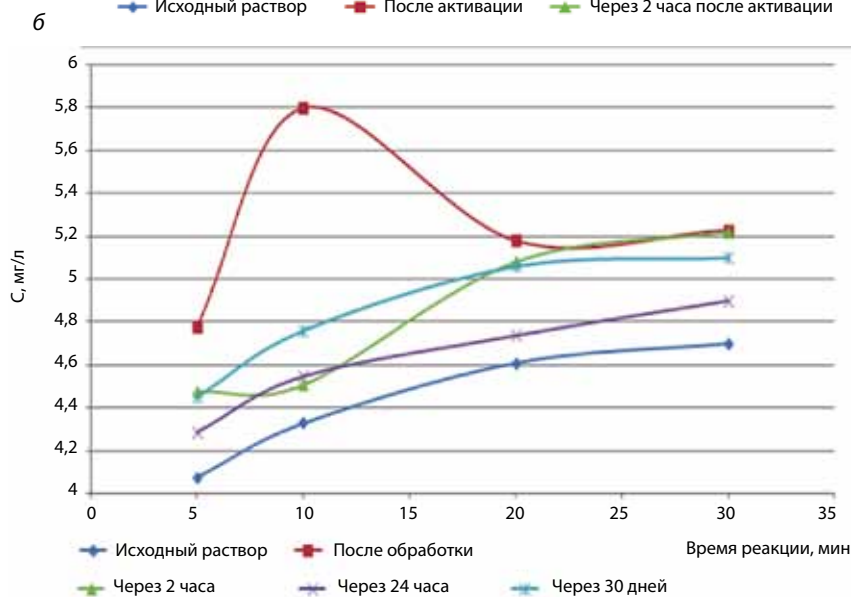
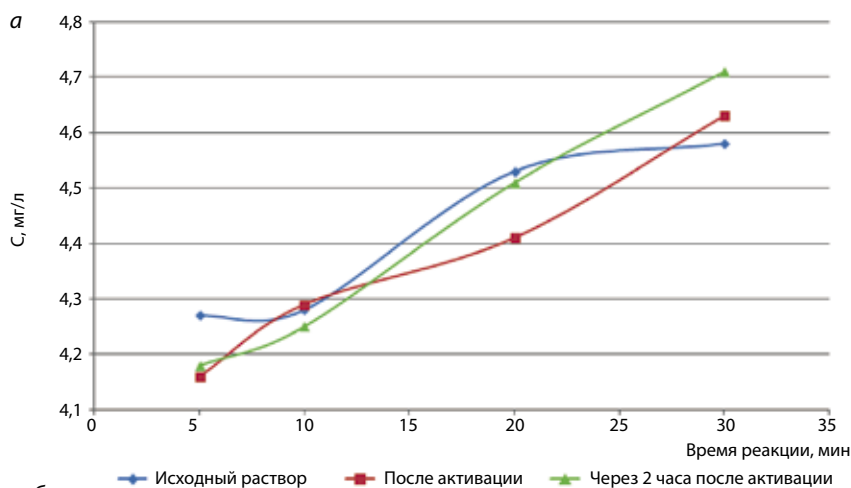
доукреплением неактивированным реагентом. Следующий эксперимент провели с активацией только доукрепляющего реагента с последующим добавлением неактивированной воды. Исследования были проведены на растворах с содержанием реагента 10 г/л. При исследованиях раствор активировали в течение 3, 5, 10 и 20 мин., время для отбора проб при выщелачивании – 5, 10, 20 и 30 мин. Для установления сохранения активности раствора исследования провели сразу после его активации, затем через 2 ч, через 24 ч и через 30 сут.

При выщелачивании с базовым раствором в течение времени выщелачивания содержание полезного компонента повышается с 4,27 до 4,58 мг/л. При активации только воды сначала наблюдается снижение содержания полезного компонента по сравнению с базовым раствором с 4,27 до 4,16 мг/л. Затем, после выдержки раствора в течение 2 ч, его активность восстанавливается, приближаясь по значениям к свойствам исходного раствора.

При выщелачивании с базовым раствором и с увеличением времени выщелачивания до 30 мин. наблюдается повышение содержания полезного компонента в растворе с 4,08 до 4,70 мг/л, а при выщелачивании только активированного реагента сразу после активации соответственно наблюдается повышение содержания с 4,78 до 5,23 мг/л. Проведенная активация раствора привела к первичному увеличению выщелачивания за 5 мин. на 17%. При обработке данных лабораторных работ получены сравнительные зависимости содержания полезного компонента в растворе от времени реакции с базовым и активированным растворами (см. рисунок).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Из сравнения результатов измерений содержания полезного компонента в растворах при активации только воды и только реагента следует, что активность раствора увеличилась при активации только реагента на 14%. Следовательно, в промышленных условиях нет необходимости проводить механическую активацию всего выщелачивающего раствора, следует ограничиться только активацией доукрепляющего реагента. Это резко снижает энергетические затраты. Кроме того, с изменением времени активации выщелачивающего раствора и с течением времени после активации до 30 сут. первичная активность раствора сначала незначительно снизилась, но сохранила свою активность, в некоторых случаях даже немного повысилась. При этом среднее содержание полезного компонента в продуктивном растворе выше, чем при выщелачивании с неактивированным раствором.



Изменение содержания полезного компонента в растворе в зависимости от времени реакции и выдержки раствора во времени после активации только воды (а) и реагента (б) в течение 5 мин.

**Список литературы**

1. Алехин А.И., Иванов М.А. Предложение по интенсификации процесса кучного выщелачивания золота в условиях северного региона России // Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 73-77.
2. Нестеров А.П., Филиппов Ю.В. Редокс-процессы и интенсификация выщелачивания металлов. М.: Руда и Металлы, 2009. 543 с.
3. Mark S. Pelizza, Craig S. Bartels. Introduction to uranium in situ recovery technology. In book: Uranium for Nuclear Power. Woodhead Publishing, 2016. P. 157-213.
4. Голик В.И., Страданченко С.Г., Масленников С.А. Концепция добычи металлов выщелачиванием // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2018. № 1. С. 49-60.
5. Boytsov A. Worldwide ISL Uranium Mining Outlook: presentation / Proceedings of the International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014), 23-27 June 2014. Vienna: IAEA, 2014. P. 1-23.

6. Юсупов Х.А., Джакупов Д. Исследование применения бифторида аммония для химической обработки скважин // Горный журнал. 2017. № 4. С.57-59.

7. Применение пероксида водорода для интенсификации подземного выщелачивания урана / Х.А. Юсупов, А.П. Алешин, Е.С. Башилова и др. // Обогащение руд. 2021. № 2. С.21-26.

8. Study of change in the leaching solution activity after treatment with a cavitator / E. Aben, Zh. Markenbayev, N. Khairullaev et al. // Mining of Mineral Deposits. 2019. Vol. 13 (4). P. 114-120.

9. Повышение извлечения металла на основе активации выщелачивающего раствора / Е.Х. Абен, С.Т. Рустемов, Г.Б. Бахмагамбетова и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 12. С. 169-179.

10. Analyzing a denitration process in the context of underground well uranium leaching / Kh. Yussupov, E. Aben, A. Omirgali et al. // Mining of Mineral Deposits. 2021. Vol. 15. Issue 1. P. 127-133.

11. Increasing gold leaching efficiency with change of solution rheological properties / Kh. Yusupov, K.B. Rysbekov, Kh. Aben et al. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2021. Vol. 3. P. 26-30.

12. Хайруллаев Н.Б., Абен Х.Х., Рахманбердиев А. К вопросу повышения извлечения урана при подземном скважинном выщелачивании / Сборник научных трудов 15-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Минск–Тула–Донецк, 2019. Т. 1. С. 245-252.

#### Original Paper

UDC 622.234.42:622.772 © N.B. Khairullayev, S.B. Aliev, S.A. Yusupova, M. Eluzakh, D.K. Akhmetkanov, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 9, pp. 55-57  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-55-57>

#### Title

#### STUDIES OF SOLUTION ACTIVATION IN GEOTECHNOLOGICAL MINING METHODS

#### Authors

Khairullayev N.B.<sup>1</sup>, Aliev S.B.<sup>2</sup>, Yusupova S.A.<sup>3</sup>, Eluzakh M.<sup>1</sup>, Akhmetkanov D.K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Satbayev University, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation

<sup>3</sup> Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan

#### Authors Information

**Khairullayev N.B.**, Ph.D student, e-mail: [khayrullaev.n@gmail.com](mailto:khayrullaev.n@gmail.com)

**Aliev S.B.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: [alsamat@gmail.com](mailto:alsamat@gmail.com)

**Yusupova S.A.**, PhD (Engineering), e-mail: [xangerei@mail.ru](mailto:xangerei@mail.ru)

**Eluzakh M.**, PhD (Engineering), Professor, e-mail: [muhtar\\_7878@mail.ru](mailto:muhtar_7878@mail.ru)

**Akhmetkanov D.K.**, PhD (Engineering), Professor, e-mail: [d.akhmetkanov@satbayev.university](mailto:d.akhmetkanov@satbayev.university)

#### Abstract

Despite all the advantages, mining by geotechnological methods has a number of disadvantages, one of which is the long term of block development due to the low content of the useful component in the productive solution. One of the solutions to this problem is the solution activation technology. The research presents the results of laboratory studies to establish the time of preservation of the activity of the leach solution after its activation, as well as which component of the leach solution needs to be activated.

#### Keywords

Geotechnological processes, Leaching, Solution activation, Reagent, Useful component content.

#### References

1. Alekhin A.I. & Ivanov M.A. Proposal for intensifying the process of heap leaching of gold in the conditions of the northern region of Russia. *Potencial sovremennoy nauki – The potential of modern science*, 2015, No. 3(11), pp. 73-77. (In Russ.).
2. Nesterov A.P. & Filippov Yu.V. Redox processes and intensification of metal leaching. Moscow, Ore and Metals Publ., 2009, 543 p. (In Russ.).
3. Mark S. Pelizza, Craig S. Bartels, Introduction to uranium in situ recovery technology. In book: Uranium for Nuclear Power, Woodhead Publishing, 2016, pp. 157-213.
4. Golik V.I., Stradachenko S.G. & Maslennikov S.A. Metal leaching concept. *Bulletin of the Kemerovo State University*, 2018, (1), pp. 49-60. (In Russ.).
5. Boytsov A. Worldwide ISL Uranium Mining Outlook: presentation / Proceedings of the International Symposium on Uranium Raw Material for the

Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014), 23-27 June 2014. Vienna, IAEA, 2014, pp. 1-23.

6. Yusupov Kh.A. & Dzhabupov D. Study of the use of ammonium bifluoride for chemical treatment of wells. *Gornyy Zhurnal*, 2017, (4), pp. 57-59. (In Russ.).

7. Yusupov Kh.A., Aleshin A.P., Bashilova E.S. & Soi B.V. Application of hydrogen peroxide for intensification of underground leaching of uranium. *Beneficiation of ores*, 2021, (2), pp. 21-26. (In Russ.).

8. Aben E., Markenbayev Zh., Khairullaev N., Myrzakhetmetov S. & Aben Kh. Study of change in the leaching solution activity after treatment with a cavitator. *Mining of Mineral Deposits*, 2019, Vol. 13(4), pp. 114-120.

9. Aben E.Kh., Rustemov S.T., Bagmagambetova G.B. & Akhmetkanov D. Increased metal recovery based on the activation of the leach solution. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2019, (12), pp. 169-179.

10. Yussupov Kh., Aben E., Omirgali A. & Rakhmanberdiy A. Analyzing a denitration process in the context of underground well uranium leaching. *Mining of Mineral Deposits*, 2021, Vol. 15, Issue 1, pp. 127-133.

11. Yusupov Kh., Rysbekov K.B., Aben Kh. & Bakhmagambetova G.B. Increasing gold leaching efficiency with change of solution rheological properties. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2021, (3), pp. 26-30.

12. Khairullaev N.B., Aben Kh.Kh. & Rakhmanberdiy A. On the issue of increasing the extraction of uranium in underground downhole leaching. Collection of scientific proceedings of the 15th International conference on the problems of the mining industry, construction and energy. Vol. 1, Minsk – Tuła – Donetsk, 2019, pp. 245-252. (In Russ.).

#### For citation

Khairullayev N.B., Aliev S.B., Yusupova S.A., Eluzakh M. & Akhmetkanov D.K. Studies of solution activation in geotechnological mining methods. *Ugol'*, 2021, (9), pp. 55-57. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-9-55-57](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-55-57).

#### Paper info

Received July 9, 2021

Reviewed August 12, 2021

Accepted August 17, 2021

#### GEOTECHNOLOGY