

УДК 552.574 © Н.Ю. Турецкая^{1,2}, Е.С. Прокопьев^{1,2},
О.Л. Алексеева^{1,2}, 2024

UDC 552.574 © N.Yu. Turetskaya^{1,2}, E.S. Prokopiev^{1,2},
O.L. Alekseeva^{1,2}, 2024

¹ Институт Земной коры СО РАН, 664033, г. Иркутск, Россия
² ООО НПК «Спирит», 664033, г. Иркутск, Россия
✉ e-mail: tny@spirit-irk.ru

¹ Institute of the Earth's Crust of SB RAS, 664033, Irkutsk, Russian Federation
² LLC Research and Production Company Spirit,
Irkutsk, 664033, Russian Federation
✉ e-mail: tny@spirit-irk.ru

Результаты обогащения угольных шламов на концентрационном столе на примере материала отходов угледобычи ОФ «Краснобродская-Коксовая»*

Results of enrichment of coal sludges on the concentration table
using the example of coal mining waste material
of the "Krasnobrodskaya-Koksovaya" processing plant

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-11S-62-65>

ТУРЕЦКАЯ Н.Ю.

Ведущий инженер отдела
комплексного использования
минерального сырья
Института Земной коры СО РАН,
руководитель группы обогащения
углей и золошлаковых отходов
ООО НПК «Спирит»,
664033, г. Иркутск, Россия,
e-mail: tny@spirit-irk.ru

ПРОКОПЬЕВ Е.С.

Младший научный сотрудник
отдела комплексного использования
минерального сырья
Институт Земной коры СО РАН,
директор по технологиям и инновациям
ООО НПК «Спирит»,
664033, г. Иркутск, Россия,
e-mail: pes@spirit-irk.ru

В представленной статье авторы говорят о трудности обогащения угольных шламов крупностью менее 0,5 мм. Эффективные методы обогащения предусматривают применение реагентов. Это оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду. В своей работе авторы показывают возможности применения концентрационного стола и подтверждают эффективность его применения.

Ключевые слова: угольные шламы, обогащение, товарный продукт, винтовая сепарация, переработка угольных шламов, концентрационный стол.

Для цитирования: Турецкая Н.Ю., Прокопьев Е.С., Алексеева О.Л. Результаты обогащения угольных шламов на концентрационном столе на примере материала отходов угледобычи ОФ «Краснобродская-Коксовая» // Уголь. 2024;(11S):62-65. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11S-62-65.

* Работы выполнены в рамках комплексного научно-технического проекта при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2022-1192 «Переработка хвостов угольных обогатительных фабрик с целью получения товарного угольного концентрата» при поддержке комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1144-р от 11 мая 2022 г.

Abstract

In the presented article the authors talk about the difficulty of enriching coal sludge with a particle size of less than 0,5 mm. Effective enrichment methods involve the use of reagents. This has unfavorable effects on the environment. In their work, the authors show the possibilities of using a concentration table and confirm its effectiveness.

Keywords

Coal sludge, enrichment, commercial product, screw separation, coal slurry processing, concentration table.

Acknowledgements

The research was performed as part of the Integrated Scientific and Technical Programme with financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation № 075-15-2022-1192 "Processing of coal mill tailings in order to obtain commercial coal concentrate" with support of the "Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life" Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle, approved by Order No. 1144-p of the Government of the Russian Federation on May 11, 2022.

For citation

Turetskaya N.Yu., Prokopiev E.S., Alekseeva O.L. Results of enrichment of coal sludges on the concentration table using the example of coal mining waste material of the "Krasnobrodskaya-Koksovaya" processing plant. *Ugol'*. 2024;(115):62-65. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-115-62-65.

АЛЕКСЕЕВА О.Л.

Ведущий инженер отдела комплексного использования минерального сырья Института Земной коры СО РАН, первый заместитель генерального директора ООО НПК «Спирит», 664033, г. Иркутск, Россия, e-mail: aol@spirit-irk.ru

**ВВЕДЕНИЕ**

Угольные шламы, образованные в результате работы углеобогащительных фабрик, не уступают по своим качественным характеристикам добываемому твердому минеральному сырью, поскольку содержание угля в них может достигать до 25% и более [1, 2]. Поэтому в настоящее время к переработке данного сырья наблюдается повышенный интерес [3, 4, 5, 6].

Крупность угольных шламов зачастую составляет менее 0,5 мм, и в основной своей массе они представлены тонкодисперсным материалом, таким как каолинит и гидрослюдистые глины. Поэтому данное сырье считается труднообогащаемым и требует особого подхода к разработке технологии их обогащения.

На сегодняшний день существуют технологии обогащения подобного сырья, которые основываются в основном на флотационных методах [7, 8, 9, 10]. Они способны эффективно извлекать углесодержащие фракции менее 0,5 мм, но с точки зрения экологии не отвечают экологическим требованиям из-за использования различных реагентов во время процесса обогащения [11, 12, 13, 14, 15]. Альтернативой для флотационного метода может стать гравитационный метод. Анализ работ предшественников в данном направлении показал, что при помощи винтовой сепарации возможно извлекать из угольных шламов углесодержащие фракции крупностью менее 0,5 мм [16, 17]. В настоящее время ученые разработали технологию обогащения угольных шламов, в основе которой лежит метод винтовой сепарации [18]. Опираясь на данную разработку, задача данного исследования заключалась в усовершенствовании технологии при помощи концентрационного стола.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследований стала технологическая проба, отобранная из отходов флотации (кек) ОФ «Краснобродская-Коксовая» филиала УК «КРУ» «Краснобродский угольный разрез». Определение зольности сухого топлива исходной пробы и продуктов обогащения выполнено

методом ускоренного озоления (Лаборатория аналитического контроля ООО «Инженерный центр «Иркутскэнерго»).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

За основу была взята уже разработанная ранее технология, которая включает в себе операции грохочения, сгущения и две стадии винтовой сепарации. Для определения продуктивного класса крупности на исходном сырье был выполнен гранулометрический анализ исходного сырья. В результате было установлено, что в диапазоне от 0,5 до 0,02 мм зольность материала составляет 34,84% с выходом материала 40,68%. Показатель зольности сухого топлива выше и ниже данного диапазона составляет более 54%. Зольность исходного сырья – 40,18%. Поэтому было принято решение вывести из обогатительного процесса материал более 0,5 мм и менее 0,02 мм. По технологической схеме, представленной на рис. 1, был выполнен процесс обогащения испытываемого сырья, в ходе которого удалось извлечь угольный промпродукт с показателем зольности сухого топлива, равным 25% с выходом 15,01%.

Дальнейшее обогащение угольного продукта осуществлялось на концентрационном столе по технологической схеме, представленной на рис. 2. В результате был получен концентрат стола (породная часть) с показателем зольности сухого топлива 54,59%, выход 0,83%, промпродукт с зольностью 24,90%, выход 2,27% и хвосты стола (угольный продукт) с зольностью 18,9%. Выход угольного продукта составил 11,91%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные показали положительный результат работы концентрационного стола на материале крупностью менее 0,5 мм. Перспективность применения данного метода при обогащении угольных шламов подтверждена. В результате технологических испытаний удалось получить угольный концентрат с показателем зольности 18,9%. Учитывая тот факт, что известные способы обогащения подобного сырья основаны на применении реагентов, данный метод позволяет извлекать дополнительно топливо, не нанося экологический вред окружающей среде.

Список литературы • References

1. Прокопьев Е.С., Алексеева О.Л. Оценка возможности вовлечения в переработку углеродсодержащих отходов шламохранилища Западносибирского-металлургического комбината // Науки о Земле и недропользование. 2022. Т. 45. № 4. С. 446-457. Prokopiev E.S., Alekseyeva O.L. Feasibility study of processing coal-bearing wastes of the sludge storage at the West Siberian Metallurgical Works. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie*. 2022;45(4):446-457. (In Russ.).

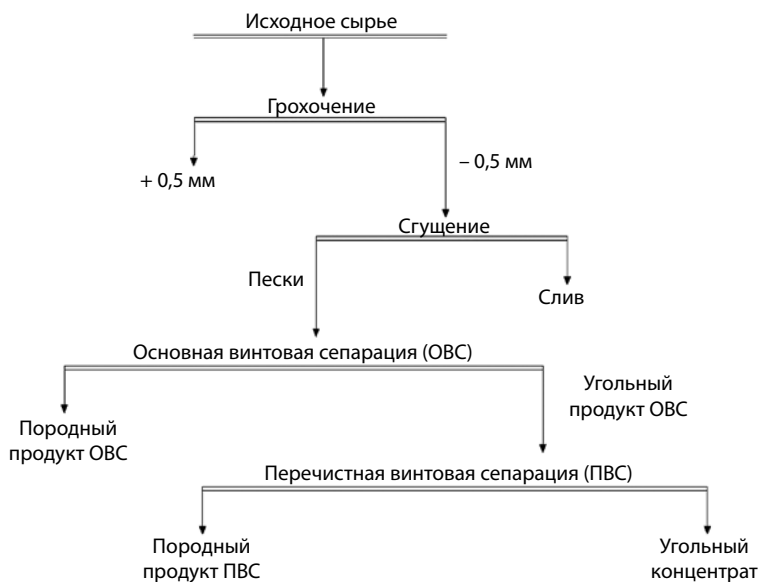


Рис. 1. Схема обогащения технологического испытания на исходном сырье

Fig. 1. Scheme of enrichment of the technological test on the feedstock

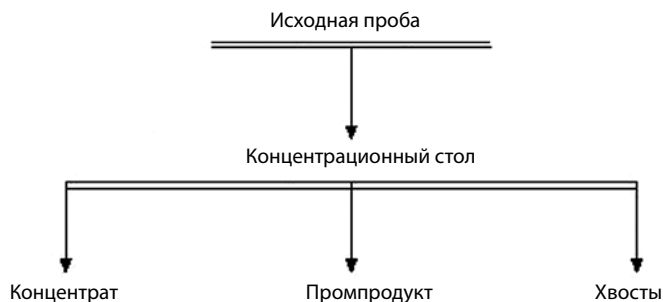


Рис. 2. Схема обогащения угольного промпродукта на концентрационном столе

Fig. 2. Scheme of enrichment of coal middling product on a concentration table

2. Новак В.И., Козлов В.А. Обзор современных способов обогащения угольных шламов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. Novak V.I., Kozlov V.A. An overview of modern methods of coal sludge preparation. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2012. (In Russ.).
3. Behera B., Sahu H.B. Coal mine waste characterization and defluoridation property. *Heliyon*. 2023;(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13244> /Heliyon 9. 2023.
4. Kopobayeva A.N., Portnov S., Kim S.P. Tectonic factors of impurity elements accumulation at the Shubarkol coal deposit (Kazakhstan). *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. January. 2020. DOI: 10.33271/nvngu/2021-5/011.
5. Thang N.C., Tuan N.V., Hiep D.N. The Potential Use of Waste Rock from Coal Mining for the Application as Recycled Aggregate in Concrete. October. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60839-2-29>.
6. Обзор инновационных процессов и оборудования на предприятиях угледобычи и углепереработки / Е.С. Задавина, Ю.А. Рязанова, А.В. Папин и др. // Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 102-106.

- Zadavina E.S., Ryazanova Yu.A., Papin A.V. et al. Review of innovative processes and equipment in coal mining and coal processing operations. *Polzunovskij vestnik*. 2018;(2):102-106. (In Russ.).
7. Козлов В.А., Новак В.И. Применение колонковой флотации в угольной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 4. С. 277-282.
Kozlov V.A., Novak V.I. Application of column flotation in the coal industry. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2011;(4):277-282. (In Russ.).
8. Новак В.И. Обоснование и разработка рациональной технологии флокуляционного разделения тонкодисперстных угольных: автореферат дис. ... канд. техн. наук, 25.00.13 / Новак Вадим Игоревич; Место защиты: Моск. гос. гор. ун-т. М., 2011. 20 с.
9. Белоусов В.А. Основные направления интенсификации флотационного обогащения углей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11-5. С. 719-721.
Belousov V.A. Main trends in intensification of coal flotation preparation. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij*. 2014;(11-5):719-721. (In Russ.).
10. Белоусов В.А. Перспективные методы обогащения угольных шламов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 4. С. 15-17.
Belousov V.A. Promising methods of coal sludge processing. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij*. 2014;(4):15-17. (In Russ.).
11. Экологические последствия закрытия угольных шахт Кузбасса по газодинамическому фактору и опасности эндогенных пожаров на отвалах / Н.М. Качурин, С.А. Воробьев, Я.В. Чистяков и др. // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 4. С. 54-58.
Kachurin N.M., Vorobyev S.A., Chistyakov Ya.V. et al. Environmental consequences of Kuzbass coal mines closure in terms of the gas-dynamic factor and spontaneous fire hazards at the dumps. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2015;19(4):54-58. (In Russ.).
12. Киреев С.А. Современное состояние и экологическая оценка влияния породных отвалов предприятий угольной промышленности // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2022. № 1. С. 62-71.
Kireyev S.A. Current state and environmental assessment of the impact of rock dumps of coal industry operations. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2022;(1):62-71. (In Russ.).
13. Анализ экологических проблем в угледобывающих регионах / О.М. Зиновьева, Л.А. Колесникова, А.М. Меркулова и др. // Уголь. 2020. № 10. С. 62-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-10-62-67.
Zinovieva O.M., Kolesnikova L.A., Merkulova A.M., Smirnova N.A. Environmental analysis in coal mining regions. *Ugol'*. 2020;(10):62-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-10-62-67.
14. Ucara A., Sahbaza O., Ediza N. An investigation into the enrichment of coal wastes of Western Lignite Company (WLC) by physical and physico-chemical methods. *Madencilik-Mining*. 2023;62(1):7-15. <https://doi.org/10.30797/madencilik.1111260/>.
15. Moszko J.C., Wierzchowski K., Klupa A. Evaluation of the Possibility of the hard coal sludge enrichment by flotation. December 17th. 2020. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-127361/v1>.
16. Соловеев Н.П., Болотин Н.М. Применение технологии винтовой сепарации при переработке угольных шламов // Науки о Земле и недропользование. 2022. Т. 45. № 4. С. 469-480.
Soloveyenko N.P., Bolotin N.M. Application of screw separation technology in coal sludge processing. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie*. 2022;45(4):469-480. (In Russ.).
17. Турецкая Н.Ю., Чикишева Т.А. Обогащение шламов угольных гидроотвалов методом винтовой сепарации // Науки о Земле и недропользование. 2022. Т. 45. № 4. С. 436-445.
Turetskaya N.Yu., Chikisheva T.A. Processing of sludge from coal sludge ponds using the screw separation technique. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie*. 2022;45(4):436-445. (In Russ.).
18. Болотин Н.М. Результаты работы экологической опытно-промышленной установки на гидроотвале отходов флотации ЦОФ «Кузбасская» // Уголь. 2023. № S12. С. 46-49. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-46-49.
Bolotin N.M. Results of work of ecological experimental industrial installations at the flotation waste hydro disposal of the Kuzbass CEP. *Ugol'*. 2023;(S12):46-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-46-49.

Authors information

Turetskaya N.Yu. – Lead Engineer of the Department for integrated use of mineral raw materials, Institute of the Earth's Crust of SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Head of coal and ash waste preparation group, LLC Research and Production Company Spirit, Irkutsk, 664033, Russian Federation, e-mail: tny@spirit-irk.ru

Prokopyev E.S. – Junior Researcher of the Department for integrated use of mineral raw materials, Institute of the Earth's Crust of SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation, Director for Technology and Innovations, LLC Research and Production Company Spirit, Irkutsk, 664033, Russian Federation, e-mail: pes@spirit-irk.ru

Alekseeva O.L. – Leading Engineer of the Department for integrated use of mineral raw materials, Institute of the Earth's Crust of SB RAS, Irkutsk, 664033, Russian Federation, First Deputy General Director, LLC Research and Production Company Spirit, Irkutsk, 664033, Russian Federation, e-mail: aol@spirit-irk.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 15.09.2024

Поступила после рецензирования: 21.10.2024

Принята к публикации: 31.10.2024

Paper info

Received September 15, 2024

Reviewed October 21, 2024

Accepted October 31, 2024