

УДК 552.574 © Е.С. Прокопьев✉, 2024

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

UDC 552.574 © E.S. Prokopiev✉, 2024

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

# Результаты обогащения угольных шламов АО УК «Кузбассразрезуголь»\*

## Results of enrichment of coal sludges of JSC Management Company "Kuzbassrazrezugol"

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-11S-58-61>

### ПРОКОПЬЕВ Е.С.

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



**НОЦ  
 КУЗБАСС –  
 ДОНБАСС**

Научно-образовательный  
 центр «Кузбасс-Донбасс»

В статье приведены результаты обогатимости угольных шламов филиалов «Краснобродский угольный разрез», «Кедровский угольный разрез» и «Бачатский угольный разрез» АО УК «Кузбассразрезуголь». Автор приводит результаты технологических испытаний, в ходе которых удалось получить угольные концентраты, пригодные для применения в энергетической промышленности. Угольные концентраты были получены по технологии, основанной на применении винтовой сепарации.

**Ключевые слова:** угольные шламы, обогащение, товарный продукт, винтовая сепарация, переработка угольных шламов, Кузбасс.

**Для цитирования:** Прокопьев Е.С. Результаты обогащения угольных шламов АО УК «Кузбассразрезуголь» // Уголь. 2024;(11S):58-61. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11S-58-61.

### Abstract

The article presents the results of the enrichment of coal sludge from the branches of Krasnobrodsky coal mine, Kedrovsky coal mine and Bachatsky coal mine of Kuzbassrazrezugol JSC. The author presents the results of technological tests, during which it was possible to obtain coal concentrates suitable for use in the energy industry. Coal concentrates were obtained using a technology based on the use of screw separation.

\* 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.

**Keywords**

Coal sludge, enrichment, commercial product, spiral separation, coal sludge processing, Kuzbass.

**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**

Prokopiev E.S. Results of enrichment of coal sludges of JSC Management Company "Kuzbassrazrezugol". *Ugol*. 2024;(115):58-61. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-115-58-61.

**ВВЕДЕНИЕ**

Из-за большой экологической нагрузки, сложившейся в результате накопления огромных объемов отходов углеобогащения в Кемеровской области, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации разработало комплексный научно-технический проект, утвержденный Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1144-р от 11 мая 2022 г. В основе проекта лежит вопрос об утилизации угольных шламов.

На сегодняшний день уже существуют технологии переработки угольных шламов, которые имеют положительные результаты [1, 2, 3, 4]. Но поскольку вопрос экологии стоит на первом месте [5, 6, 7, 8], из предложенных вариантов самой экологически чистой технологией стоит считать ту, что основывается на применении гравитационных методов [9, 10, 11]. Предложенная технология предполагает применение метода винтовой сепарации с предварительным выводом из обогатительного процесса высокозольных тонкодисперсных частиц и присутствующих крупнозернистых зерен, заключающих в себе несгораемые фазы, представленные каким-либо неорганическим веществом. Поэтому задачей данного исследования стало тестирование данной разработки на угольных шламах КНС.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Объектом исследований стали технологические пробы филиалов «Краснобродский угольный разрез», «Кедровский угольный разрез» и «Бачатский угольный разрез» АО УК «Кузбассразрезуголь». Определение зольности сухого топлива исходной пробы и продуктов

обогащения выполнено методом ускоренного озольнения (Лаборатория аналитического контроля ООО «Инженерный центр «Иркутскэнерго»).

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ**

Предварительно на исследуемом материале был выполнен гранулометрический анализ, в результате которого было установлено, что основная масса исходных шламов КНС «Краснобродский угольный разрез» представлена материалом более 0,125 мм, выход которого составляет 60,02% (рис. 1). На тонкодисперсный материал крупностью менее 0,071 мм приходится 7,02%. Показатель зольности сухого топлива в материале более 0,125 мм варьирует от 15 до 34%. Показатель зольности в материале менее 0,125 мм значительно увеличивается и достигает 56% в крупности менее 0,02 мм. Показатель зольности в исходном сырье составляет 26,89%.

В материале угольных шламов КНС «Кедровский угольный разрез» выход тонкодисперсного материала крупностью менее 0,071 мм составляет 44,51%, из которых 21,33% приходится на крупность менее 0,02 мм с показателем зольности сухого топлива 41,44%. В материале крупностью более 0,25 мм отмечается низкий показатель зольности, который варьирует от 8,83 до 9,82%. Выход данного материала достигает 24,84%. Выход материала входящего в диапазон крупности от 0,04 до 0,25 мм составляет 44,45% с показателем зольности сухого топлива в нем 21,70% (рис. 2). Показатель зольности в исходном сырье составляет 24,44%.

Высокозольный материал с показателем зольности более 51% наблюдается в крупности от 1 до 2 мм с выходом 1,58% и менее 0,02 мм с выходом 35,53% в исходных шламах КНС «Бачатский угольный разрез» (рис 3). В диапазоне крупности от 0,02 мм до 2 мм показатель зольности сухого топлива варьирует от 27,28 до 34,35%.

Полученные данные позволили определить продуктивные классы в исследуемых пробах. Для пробы шламов КНС «Краснобродский угольный разрез» это диапазон от 0,125 до 2 мм, для пробы шламов КНС «Кедровский угольный



Рис. 1. Гранулометрический анализ исходных шламов КНС «Краснобродский угольный разрез» с показателями зольности сухого топлива в каждом классе крупности

Fig. 1. Granulometric analysis of the initial sludge of the Krasnobrodsky coal mine with indicators of the ash content of dry fuel in each size class



Рис. 2. Гранулометрический анализ исходных шламов КНС «Кедровский угольный разрез» с показателями зольности сухого топлива в каждом классе крупности

Fig. 2. Granulometric analysis of the initial sludge of the Kedrovsky coal mine with indicators of the ash content of dry fuel in each size class



Рис. 3. Гранулометрический анализ исходных шламов КНС пробы № 2 (кек) «Бачатский угольный разрез» с показателями зольности сухого топлива в каждом классе крупности

Fig. 3. Granulometric analysis of the initial sludge of the KNS sample No. 2 (kek) "Bachatsky coal mine" with indicators of the ash content of dry fuel in each class of size

разрез» диапазона от 0,04 до 2 мм, для шламов КНС «Бачатский угольный разрез», от 0,04 до 2 мм. Обогащение сырья выполнено по разработанной гравитационной технологии обогащения (рис 4) – в основе которой лежит метод винтовой сепарации.

В ходе проведения лабораторных технологических испытаний по разработанной гравитационной технологии обогащения из угольных шламов АО УК «Кузбассразрезуголь» были получены следующие результаты:

- из угольного шлама КНС «Краснобродский угольный разрез» был получен угольный концентрат с показателем зольности сухого топлива, равным 10,02%, с выходом продукта от исходного 66,06%;

- из угольного шлама КНС «Кедровский угольный разрез» были получены угольные концентраты со следующими качественными показателями: угольный концентрат с выходом от исходного 56,89%, показатель зольности сухого топлива в данном продукте соответствует 16,82%; угольный концентрат с выходом от исходного 45,14% с показателем зольности сухого топлива в данном продукте 14,89%; угольный концентрат с выходом от исходного 35,71%, показатель зольности в продукте составляет 12,82%;

- из угольного шлама КНС пробы № 2 «Бачатский угольный разрез» были получены угольные концентраты со следующими качественными показателями: угольный концентрат с выходом от исходного 20,01%, показатель зольности в продукте составляет 26,49%; угольный концентрат с выходом 8,49% от исходного с показателем зольности, соответствующим 26,04%.



Рис. 4. Технологическая схема обогащения угольных шламов

Fig. 4. Technological scheme of coal sludge enrichment

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные угольные концентраты могут найти свое применение в энергетической промышленности (концентраты с показателем зольности до 20%) либо быть использованы в качестве промпродукта для подшихтовки к более низкосольным концентратам, а также для последующего применения в энергетической промышленности (концентраты с показателем зольности до 30%).

Результаты исследований подтверждают эффективность и унифицированность разработанной технологии. Данная разработка может найти свое применение в вопросе утилизации отходов угледобычи.

## Список литературы • References

- 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/>.
- Mozzko 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>.
- Злобина Е.С. Угольные шламы как сырье для малоотходного производства / Экология и безопасность в техносфере: сб. трудов Всерос. Науч.-практич. Конф. Молодых уч. Юрга. 27-28. Ноябрь. 2014. С. 64-66.
- Мандров Г.А., Счастливец Е.Л. Переработка угольных шламов в экологически безопасные топлива // Экология и промышленность России. 2007. № 9. С. 34-36.  
Mandrov G.A., Schastlivets E.L. Processing of coal sludge into environmentally safe fuels. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2007;(9):34-36. (In Russ.).
- 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.).
- Дамба А., Станис Е.В. Использование комплексной геоэкологической оценки в экологическом аудите при разработке угольных месторождений Монголии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 2. С. 100-106.  
Damba A., Stanis E.V. Using integrated geo-environmental assessment in environmental auditing during development of Mongolian coal deposits. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015;(2): 100-106. (In Russ.).
- 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.).
- 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.
- Соловеев Н.П., Болотин Н.М. Применение технологии винтовой сепарации при переработке угольных шламов // Науки о Земле и недروпользование. 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.).
- 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.).
- 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 Kuzbasskaya CEP. *Ugol'*. 2023;(S12):46-49. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-S12-46-49.

### Authors Information

**Prokoviev E.S.** – Junior researcher, Institute of the Earth's Crust of SB RAS, 664033, Irkutsk, Russian Federation, Director for Technology and Innovation, LLC Research and Production Company Spirit, Irkutsk, 664033, Russian Federation, e-mail: pes@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