Оригинальная статья

Original Paper

УДК 622.7 © С.А. Прокопьев✉, Е.С. Прокопьев, О.Л. Алексеева, 2025

ФГБУН «Институт земной коры СО РАН», 664003 г. Иркутск, Россия
✉ e-mail: sapr100@mail.ru

UDC 622.7 © S.A. Prokopyev✉, E.S. Prokopyev, O.L. Alekseeva, 2025

Institute of the Earth's Crust SB RAS,
Irkutsk, 664003, Russian Federation
✉ e-mail: sapr100@mail.ru

Внедрение гравитационно-магнитной технологии переработки лежалых хвостов углеобогащения*

Implementation of gravity-magnetic technology to process consolidated coal tailings

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-12-27-29

В ходе лабораторных, полупромышленных и промышленных испытаний ИЗК СО РАН была разработана гравитационно-магнитная технология обогащения угольных отвалов, которая обеспечивает получение угольного, железосодержащего концентрата. При промышленных испытаниях получены: угольный концентрат с выходом 20,81% и зольностью 18,9%; угольный продукт (надрешетный продукт) с показателем зольности 20,60%, выходом 1,78%, железосодержащий концентрат с массовой долей железа 64,9%, выход продукта – 0,66%. Гравитационно-магнитная технология переработки лежалых хвостов углеобогащения показала свою эффективность.

Ключевые слова: *промышленные испытания, хвосты углеобогащения, гравитационно-магнитная технология.*

Для цитирования: Прокопьев С.А., Прокопьев Е.С., Алексеева О.Л. Внедрение гравитационно-магнитной технологии переработки лежалых хвостов углеобогащения // Уголь. 2025;(12):00-00. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-00-00.

Abstract

During laboratory, semi-industrial, and industrial tests, the Institute of the Earth's Crust of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences developed a gravity-magnetic technology for enriching coal dumps, which ensures the

ПРОКОПЬЕВ С.А.
Канд. техн. наук, начальник отдела комплексного использования минерального сырья ФГБУН «Институт земной коры СО РАН», 664003, г. Иркутск, Россия, e-mail: sapr100@mail.ru

ПРОКОПЬЕВ Е.С.
Начальник отдела пробирно-аналитических исследований ФГБУН «Институт земной коры СО РАН», 664003, г. Иркутск, Россия, e-mail: prokopyeves@mail.ru

АЛЕКСЕЕВА О.Л.
Ведущий инженер отдела комплексного использования минерального сырья ФГБУН «Институт земной коры СО РАН», 664003, г. Иркутск, Россия, e-mail: rssm38@mail.ru

** 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.*

production of coal and iron-containing concentrate. During industrial tests, the following products were obtained: coal concentrate with a yield of 20.81% and an ash content of 18.9%; coal product (over-sieve product) with an ash content of 20.60% and a yield of 11.78%; and iron-containing concentrate with a mass fraction of iron of 64.9% and a yield of 0.66%. The gravity-magnetic technology for processing long-term coal tailings has proven to be effective.

Keywords

Industrial testing, coal processing tailings, gravity-magnetic technology.

Acknowledgements

The research was performed as part of the Integrated Scientific and Technical Programme with financial support from 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

Prokopyev S.A., Prokopyev E.S., Alekseeva O.L. Implementation of gravity-magnetic technology to process consolidated coal tailings. *Ugol'*. 2025;(12):27-29. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-27-29.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях ввиду технологических особенностей производства горно-металлургический комплекс испытывает дефицит минерального сырья надлежащего качества. Особого внимания заслуживает вопрос воздействия горных предприятий на окружающую среду. Внедрение предварительного обогащения в промышленных масштабах позволит решить проблему вовлечения в разработку бедного и забалансового сырья и значительно снизит негативное воздействие производств на экологическую ситуацию в угледобывающих регионах [1].

Вместе с тем угольная отрасль переживает глубокий кризис. Если ранее оценка работы угольной промышленности давалась по объему добычи горной массы, то в настоящее время на первый план выходят вопросы выпуска товарной продукции необходимого качества для потребителей как внутри страны, так и за рубежом.

Единственный путь продвижения угля как товарной продукции с целью стабильной реализации на рынке заключается в его переработке. При этом углеобогащение является предшествующей стадией для глубокой переработки углей [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В ходе лабораторных, полупромышленных и промышленных испытаний ИЗК СО РАН была разработана гравитационно-магнитная технология обогащения угольных отвалов, которая обеспечивает получение угольного, железосодержащего концентрата, соответствующего ГОСТ-8736-2014.

Для подтверждения результатов испытаний, проведенных в 2022 г., были проведены опытно-промышленные испытания на предприятии ЦОФ «Кузбасская» (Филиал ПАО «Южный Кузбасс»).

В сентябре 2023 г. на средства ООО НПК «Спирит» была изготовлена, смонтирована и запущена в эксплуатацию опытно-промышленная обогатительная установка (ОПУ), производительностью 2 т/ч по исходному сырью, в основу которой легла технология обогащения, разработанная в ИЗК СО РАН.

Испытания проведены в полном объеме, получены положительные результаты. Показана принципиальная возможность переработки угольных шламов с получением угольного концентрата с необходимой зольностью. На основании проведенных опытно-промышленных испытаний проведена коррекция ОТР.

В 2024 г. составлен доработанный технический проект, изготовлена и смонтирована опытно-промышленная технологическая линия производительностью 100 т/ч для обогащения угольных шламов, накопленных в шламохранилище (гидроотвале илов) ПУ «Обогатительная фабрика», ООО «Разрез Черемховуголь».

Технологическая схема с учетом комплексного использования минерального сырья состоит из следующих технологических операций:

– предварительное грохочение угольного шлама по классу 3 мм;

– сгущение фракции – 3 мм в гидроциклонах;

– винтовая сепарация песков сгущения;

– обезвоживание полученного в результате винтовой сепарации угольного продукта;

– складирование обезвоженного угольного продукта совместно с фракцией +3 мм предварительного грохочения в штабель;

– магнитная сепарация, полученного в результате винтовой сепарации породного продукта;

– обезвоживание немагнитной фракции породного продукта;

– складирование обезвоженной немагнитной фракции породного продукта в штабель;

– сгущение магнитной фракции;

– складирование и обезвоживание магнитной фракции.

Принципиальная схема переработки (последовательность операций) представлена на *рис. 1*.

По мнению разработчиков, обогатительные комплексы для переработки угольных отвалов должны состоять из передвижных установок и агрегатов.

Каждая установка должна иметь металлическую раму с полозьями, на которых смонтировано оборудование, площадки обслуживания, трубопроводы обвязки оборудования, электрооборудование, включая щит управления, систему освещения.

При масштабировании обогатительных комплексов для переработки угольных отвалов подача исходного материала может меняться. Возможна подача экскаватором либо земснарядом. Окончательное решение осуществляют на стадии проектирования.

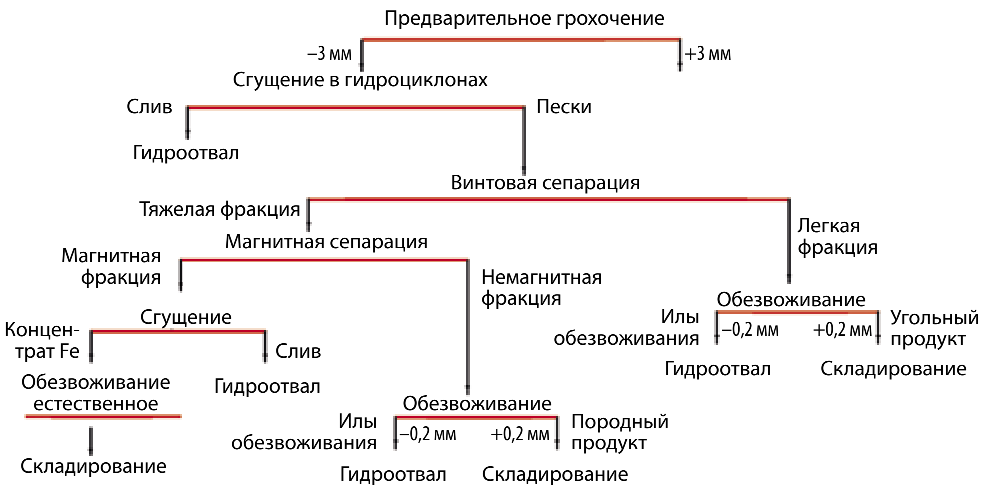

Рис. 1. Принципиальная схема переработки угольного отвала

Fig. 1. Basic process flow diagram for processing coal spoil

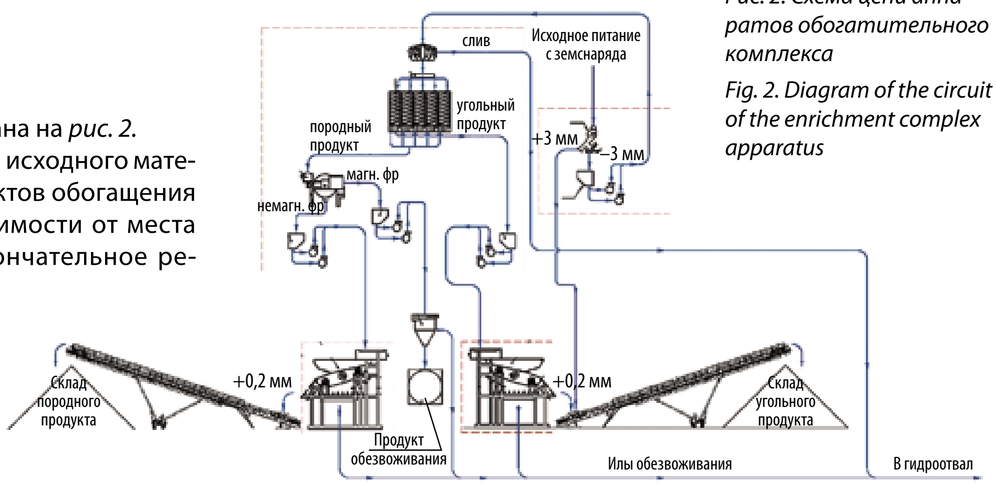

Рис. 2. Схема цепи аппаратов обогатительного комплекса

Fig. 2. Diagram of the circuit of the enrichment complex apparatus

Схема цепи аппаратов показана на *рис. 2.*

Производительность, подача исходного материала и складирование продуктов обогащения могут варьироваться в зависимости от места эксплуатации комплекса. Окончательное решение осуществляют на стадии проектирования. Однако основные технологические операции, приведенные в принципиальной схеме и схеме цепи аппаратов, должны оставаться неизменными.

При выборе оборудования использован принцип унификации: использование, по возможности, идентичного или схожего оборудования для упрощения процесса эксплуатации и ремонтных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, гравитационно-магнитная технология переработки лежалых хвостов углеобогащения показала свою эффективность. В ходе промышленных испытаний получены следующие результаты:

– получен угольный концентрат с выходом 20,81%. Зольность концентрата составила 18,9%;

– получен угольный продукт (надрешетный продукт) с показателем зольности 20,60%, выходом – 1,78%;

– извлечен железосодержащий концентрат с массовой долей железа 64,9%, выход продукта – 0,66%.

Список литературы • References

1. Проблемы отработки месторождений руд цветных металлов и золота с предварительным обогащением / А.В. Конев, С.П. Киселева, К.А. Штреслер. и др. // Записки Горного института. 2013. Т. 205. С. 179-184.
   Konev A.V., Kiseleva S.P., Shtresler K.A., Mironova Zh.V. Problems of processing deposits of non-ferrous metals and gold with preliminary enrichment. *Notes of the Mining Institute*. 2013;(205):179-184. (In Russ.).
2. Антипенко Л.А. Проблемы развития обогащения углей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. № S14. С. 524-530.
   Antipenko L.A. Problems of coal enrichment development. *Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2009;(S14):524-530. (In Russ.)

Authors Information

Prokopyev S.A. – PhD (Engineering), Head of the Department of Integrated Use of Mineral Raw Materials, Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: sapr100@mail.ru

Prokopyev E.S. – Head of the Assay and Analytical Research Department at the Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: prokopyeves@mail.ru

Alekseeva O.L. – Senior Engineer of the Department of Integrated Use of Mineral Raw Materials, Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: rssm38@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 3.10.2025
Поступила после рецензирования: 15.11.2025
Принята к публикации: 28.11.2025

Paper info

Received October 3, 2025
Reviewed November 15, 2025
Accepted November 28, 2025