

А.Ю. Чебан

СПОСОБ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ ДЛЯ МАЛЫХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО КАРЬЕРНОГО КОМБАЙНА

Аннотация. В северных районах с децентрализованным энергообеспечением на первое место выходит социальная значимость энергоснабжения. На данных территориях имеется множество малых рассредоточенных потребителей энергии, вырабатывающих тепло и электроэнергию от автономных энергоустановок, при этом уголь является одним из ключевых видов топлива. Доставка угля отдаленным арктическим потребителям осуществляется с двумя, тремя и более перевалками и хранением в пути, в результате чего возникает его значительная убыль из-за просыпей, выдувания, вымывания на всех этапах транспортирования, снижаются качественные характеристики угля вследствие его переизмельчения, окисления и засорения остатками других грузов. Предложено осуществлять транспортировку угля мелким потребителям в мягких контейнерах, обеспечивающих сохранность качественных и количественных характеристик полезного ископаемого. Разработку мелких угольных разрезов предлагается вести с помощью карьерного комбайна оборудованного сортировочной установкой для выделения мелких фракций угля, системой пневмотранспортирования мелких фракций и автоматическим упаковочным агрегатом для дифференцированной фасовки крупных и мелких фракций добываемого угля в мягкие контейнеры. Способ позволяет вести добычные работы с одновременно сортировкой и упаковкой угля минимальным количеством горного оборудования, что особенно важно при освоении малых разрезов.

Ключевые слова: мелкие потребители угля, транспортировка, потери угля, карьерный комбайн, сортировка, мягкие контейнеры, производительность.

DOI: 10.25018/0236-1493-2019-02-0-36-42

Введение

В зависимости от способа тепло и электроснабжения арктические районы России можно разделить на территории с централизованным и децентрализованным обеспечением. Централизованная энергетика получила развитие в промышленно развитых районах с относительно высокой плотностью населения и развитой промышленностью, обычно ориентированной на добычу и переработку природных минеральных ресурсов. В районах с децентрализованным энергообеспечением обычно отсутствуют круп-

ные промышленные потребители и на первое место выходит социальная значимость энергоснабжения. На данных территориях плотность населения крайне невелика, здесь имеется множество малых рассредоточенных потребителей энергии, тепло и электроэнергия вырабатываются от малых автономных энергоустановок, топливо для которых поставляется в рамках «северного завоза» [1]. Уголь является одним из ключевых видов топлива для производства тепла и электроэнергии, так общий объем потребления топливно-энергетических ре-

сурсов для нужд основного производителя тепловой энергии ГУП ЖКХ Республики Саха (Якутия) в 2014 г. распределен следующим образом: уголь — 52%; нефть — 27%; газовый конденсат — 9%; дизельное топливо — 7%; дрова — 3%; электроэнергия — 2% [2]. Северные районы республики Якутия и Магаданской области снабжаются углем месторождений Зырянское и Джебарики-Хая.

Постановка проблемы

Высокая стоимость топлива поступающего в арктические районы обусловлена, прежде всего, большими расстояниями и высокой стоимостью перевозки до потребителей, так в Якутии стоимость доставки угля с месторождения Джебарики-Хая до потребителей бассейна реки Яна в пять раз превышает затраты на приобретение угля у поставщика. При этом доставка угля осуществляется с двумя, тремя и более перевалками и хранением в пути, в некоторых случаях на второй год навигации [1]. Естественная убыль угля на всех этапах транспортирования, достигающая согласно нормативным документам до 8—12%, возникает из-за просыпей, выдувания, вымывания, увлажнения, оставления в «подушках» открытых складов. Кроме того, снижаются качественные характеристики угля вследствие его переизмельчения (в результате погрузочно-разгрузочных работ), окисления и засорения остатками других грузов. Важным направлением повышения эффективности теплоснабжения арктических районов является обеспечение необходимых качественных параметров в процессе добычи угля, а также снижение потерь количества и качества угля при его транспортировке от мест добычи до районов потребления [3].

Совершенствуются техника и технологии разработки угольных месторождений открытым способом [4—7]. Для

повышения качества угля проводится его сортировка, которая может осуществляться как в специальном участке вне карьера, так непосредственно в забое разреза. В работе [6] предлагается совместно с выемочной машиной циклического действия использование в забое перерабатывающего звена и дополнение транспортного звена технологическим автотранспортным средством с установленными на нем специализированными контейнерами. Перерабатывающее звено включает дробильную и сортировочную установки, аккумулирующий бункер и конвейерные линии. Использование контейнеров с полученным сортовым углем обеспечивает сохранность его качественных и количественных характеристик. В связи с большим количеством горного оборудования и производственного персонала данную схему нецелесообразно применять на малых угольных разрезах, особенно в условиях Заполярья, куда транспортировка оборудования связана со значительными затратами. Кроме того, металлические контейнеры, в которых предполагается транспортировка угля, имеют сравнительно большую массу и стоимость, также потребуются значительные дополнительные расходы для возвращения порожних контейнеров назад для их повторного использования.

Для навалочных и насыпных грузов широкое применение получили мягкие контейнеры из полимерных материалов представляющие собою складывающуюся закрытую емкость с круглым или квадратным поперечным сечением [8]. В мировой практике применяются мягкие контейнеры грузоподъемностью от 0,5 до 12,0 т. В Российских портах в основном перегружаются мягкие контейнеры грузоподъемностью 0,5—2,0 т. Погрузочно-разгрузочные операции осуществляются кранами или погрузчиками. Так мягкий контейнер для навалоч-

ных и насыпных грузов МК-1,5Л имеет диаметр поперечного сечения 1,45 м, высоту 1,2 м, вместимость до 2,0 т, данные контейнеры можно штабелировать на складах в два-три яруса.

Расширяется область использования карьерных комбайнов, применение которых на горных работах позволяет получать горную массу, не требующую крупного дробления [9–12], которую возможно сразу отправлять на сортировку. Известна технологическая схема добычи угля карьерными комбайнами с одновременной сортировкой горной массы, при этом отделенная угольная мелочь транспортируется в герметичные бункеры специального транспортного средства, а сортовой уголь грузится в автосамосвалы [7]. Недостатком данной схемы является то, что для упаковки угля в контейнеры требуется дополнительная производственная линия, а также требуется специальный автомобиль для сбора угольной мелочи.

Целью работы является создание технологии с применением агрегата обеспыливающего одновременную выемку, сортировку и упаковку угля в мягкие контейнеры при разработке малых угольных разрезов для снабжения мелких потребителей в районах с децентрализованным энергообеспечением.

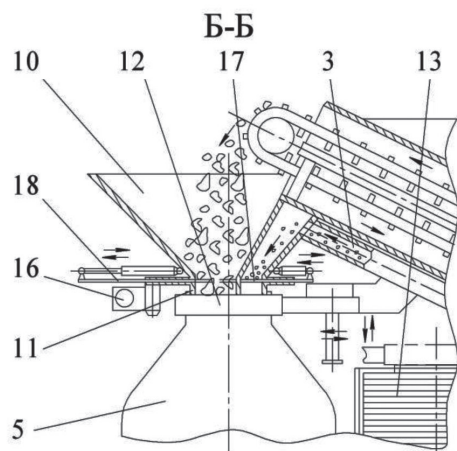
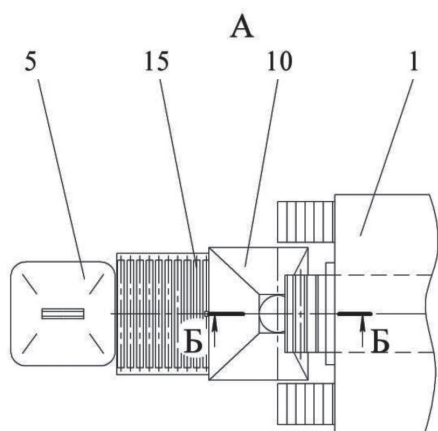
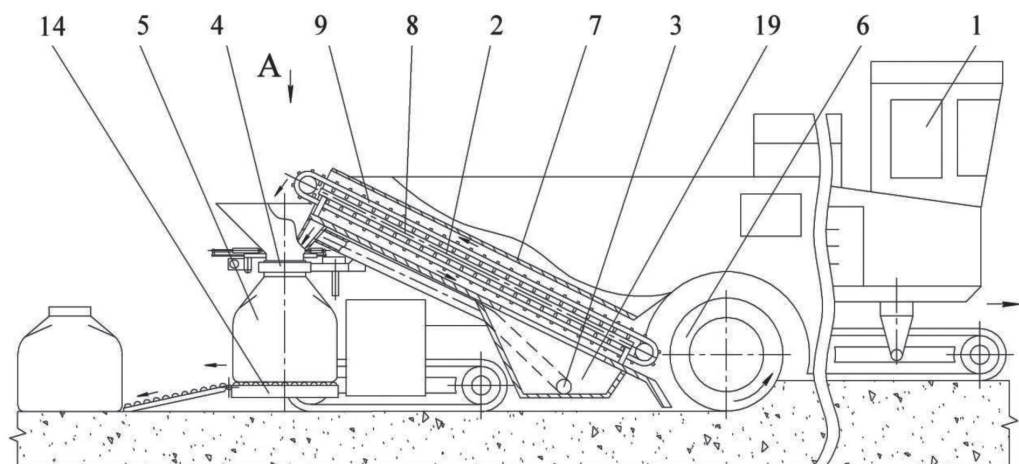
Результаты исследований и их обсуждение

Институтом горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук предлагается способ добычи работ на малых угольных разрезах и усовершенствованный карьерный комбайн для его осуществления. Карьерный комбайн 1 оборудован сортировочной установкой 2 для выделения мелких фракций угля, системой пневмотранспортирования 3 мелких фракций и автоматическим упаковочным агрегатом 4 для дифференцированной фасовки крупных и мелких

фракций добываемого угля в мягкие контейнеры 5 (рисунок).

Сортировочная установка 2 комбайна располагается за фрезерным рабочим органом 6 в кожухе 7, исключающем пыление и выдувание мелких фракций угля, и состоит из просеивающей решетки 8 и скребкового конвейера 9. Автоматический упаковочный агрегат 4 состоит из бункера 10 с патрубком 11, поворотного механизма 12, кассеты 13 со сложенными мягкими контейнерами 5 весового устройства 14 с приводными роликами, эстакады 15 и маркирующего устройства 16. В нижней части бункера располагаются заслонки 17, 18 для перекрытия подачи соответственно мелких и крупных фракций угля через патрубок в мягкий контейнер 5. Взаимодействие элементов автоматического упаковочного агрегата и других элементов карьерного комбайна осуществляется посредством автоматической системы управления.

Карьерный комбайн 1 ведет послую отработку угольного пласта, горная масса поступает от фрезерного рабочего органа 6 на сортировочную установку 2, где посредством скребкового конвейера 9 перемещается вдоль просеивающей решетки 8. При этом мелкие фракции угля (–13 мм) в качестве подрешетного продукта по нижней части кожуха 7 сыплются в накопитель 19, а крупные фракции угля (+13 мм) в качестве надрешетного продукта перемещаются в бункер 10, на патрубок 11 которого посредством поворотного механизма 12 установлен и удерживается мягкий контейнер 5. Через открытую заслонку 18 крупные фракции поступают из бункера 10 в мягкий контейнер 5 и наполняют его до тех пор, пока не срабатывает датчик весового устройства 14, рассчитанный на номинальную массу заполненного мягкого контейнера 5. Автоматическая система управления по-



Отработка угольного пласта усовершенствованным карьерным комбайном: 1 – карьерный комбайн; 2 – сортировочная установка; 3 – система пневмотранспортирования; 4 – автоматический упаковочный агрегат; 5 – мягкий контейнер; 6 – фрезерный рабочий орган; 7 – кожух; 8 – отсеивающая решетка; 9 – скребковый конвейер; 10 – бункер; 11 – патрубок; 12 – поворотный механизм; 13 – кассета со сложенными мягкими контейнерами; 14 – весовое устройство; 15 – эстакада; 16 – маркирующее устройство; 17, 18 – заслонки; 19 – накопитель

Development of a coal seam with an advanced mine operating combine: 1 – mine operating combine; 2 – sorting installation; 3 – pneumatic conveying system; 4 – automatic packaging unit; 5 – soft container; 6 – milling working body; 7 – casing; 8 – screening grid; 9 – scraper conveyor; 10 – bunker; 11 – pipe; 12 – swivel mechanism; 13 – cassette with folded soft containers; 14 – weight device; 15 – overpass; 16 – marking device; 17, 18 – flaps; 19 – drive

дает сигнал на перекрытие заслонки 18, отсоединение мягкого контейнера 5 от патрубка 11 бункера 10 и его запакровку посредством поворотного механизма 12. Включается привод роликов весового устройства и запакованный мягкий контейнер перекачивается с роликов весового 14 устройства на ролики

эстакады 15, по которым под действием силы тяжести скатывается на поверхность забоя. Одновременно с удалением заполненного мягкого контейнера 5 с весового устройства 14, поворотный механизм 12 вынимает из кассеты 13 сложенный мягкий контейнер и устанавливает его на патрубок 11 бункера.

После чего открывается затвор 18 и вновь осуществляется наполнение мягкого контейнера 5 крупными фракциями угля. Во время замены мягкого контейнера 5 крупные фракции угля, подающиеся скребковым конвейером 9 сортировочной установки 2, накапливаются в бункере 10, что обеспечивает безостановочную работу комбайна 1 при замене мягких контейнеров 5.

После того как в накопителе 19 будет собран объем угля мелких фракций достаточный для заполнения мягкого контейнера 5, карьерный комбайн 1 останавливается и посредством системы пневмотранспортирования 3 осуществляется заполнение очередного мягкого контейнера 5 угольной мелочью, после чего тот помечается маркировочным устройством 16.

Погрузку, оставленных на поверхности забоя, заполненных углем мягких

контейнеров можно осуществлять, например, с помощью транспортного средства с бортовой платформой и манипулятором.

Выводы

Предлагаемое технико-технологическое решение позволяет вести добычные работы с одновременно сортировкой и упаковкой угля минимальным количеством горного оборудования, что весьма важно для удаленных малых разрезов. Отделение угольной мелочи в процессе добычи значительно уменьшает пыление при погрузке угля. Доставка потребителям отдаленных районов угля в контейнерах обеспечивает сохранность его количественных и качественных характеристик, при этом применение мягких контейнеров для упаковки угля позволит минимизировать затраты на приобретение и транспортировку тары.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батугина Н. С., Гаврилов В. Л., Баракаева И. Д., Тарский Н. Д. Повышение энергобезопасности заполярных районов Республики Саха (Якутия) на основе освоения местных топливно-энергетических ресурсов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2014. — № 6. — С. 47–55.
2. Ткач С. М., Гаврилов В. Л., Батугина Н. С., Хоютанов Н. А., Федоров В. И. Геотехнологические требования к созданию малых угольных разрезов в Заполярной зоне Якутии // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № S30 — С. 152–162.
3. Головин Г. С., Бычев М. И., Москаленко Т. В., Петрова Г. И., Михеев В. А. Угольная база Республики Саха (Якутия) и основные направления ее использования // Химия твердого топлива. — 2007. — № 2. — С. 3–9.
4. Sasaoka T. Application of highwall mining system in weak geological condition // International Journal of Coal Science & Technology, 2016, Vol. 3, no 3, pp. 311–321.
5. Шемякин С. А., Матвеев Д. Н., Чебан А. Ю. Экономическое обоснование эффективности безвзрывной селективной выемки полезного ископаемого и вмещающих пород с использованием технико-технологических комплексов на основе фрезерных комбайнов // Горный журнал. — 2015. — № 2. — С. 43–46.
6. Демченко И. И., Муленкова А. О. О возможности размещения перерабатывающего оборудования в забое разреза для получения сортового угля // Известия вузов. Горный журнал. — 2017. — № 8. — С. 26–32.
7. Чебан А. Ю. Селективная разработка Эльгинского угольного месторождения с применением выемочно-сортировочного комплекса // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2017. — № 4. — С. 247–254.
8. Полярин Ю. Н. Мягкие контейнеры — транспортная тара XXI века // Склад и техника. — 2005. — № 1. — С. 10–14.
9. Mohd Im. Variation of production with time, cutting tool and fuel consumption of surface miner 2200 SM 3.8 // International Journal of Technical Research and Applications, 2016, no 1, pp. 224–226.

10. Palei S., Karmakar N., Paliwal P., Schimm B. Optimization of productivity with surface miner using conveyor loading and truck dispatch system // *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2013, Vol. 2, no 9, pp. 393–396.

11. Панкевич Ю. Б. Влияние технологических особенностей горного производства на технико-экономическую оценку месторождений полезных ископаемых // *Рациональное освоение недр*. — 2014. — № 3. — С. 42–50.

12. Cheban A. Yu., Khrunina N. P. Intensification of Open Mining Operations with a Small Distance of Transportation of Rock Mass // *International Journal of Engineering Research in Africa*, 2018, Vol. 38, pp. 100–114. **ИИЭ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Чебан Антон Юрьевич — кандидат технических наук старший научный сотрудник, e-mail: chebanay@mail.ru, Институт горного дела Дальневосточного отделения РАН.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2019. No. 2, pp. 36–42.

Method of exercise work for small coal cuts with the application of an advanced mine operating combine

Cheban A. Yu., Candidate of Technical Science, Senior Researcher, e-mail: chebanay@mail.ru, Institute of Mining of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 680000, Khabarovsk, Russia.

Abstract. In the northern regions with decentralized energy supply, the social importance of energy supply comes out on top. In these areas there are many small dispersed energy consumers that generate heat and electricity from small autonomous power plants, while coal is one of the key fuels. Coal delivery to remote Arctic consumers is carried out with two, three or more transshipments and storage on the way, resulting in its significant loss due to spills, blowing, leaching at all stages of transportation, reducing the quality characteristics of coal due to its crushing, oxidation and clogging with residues other goods. The article proposes to carry out the transportation of coal to small consumers in soft containers, ensuring the safety of the qualitative and quantitative characteristics of the mineral. It is proposed to develop small coal mines using a mining combine equipped with a sorting plant to extract small coal fractions, a system of pneumatic transport of small fractions and an automatic packaging unit for differentiated packing of large and small fractions of coal produced into soft containers. The method allows mining operations at the same time sorting and packing of coal with a minimum amount of mining equipment, which is especially important when developing small cuts.

Key words: small consumers of coal, transportation, coal losses, mining combine, sorting, soft containers, productivity.

DOI: 10.25018/0236-1493-2019-02-0-36-42

REFERENCES

1. Batugina N. S., Gavrilov V. L., Barakaeva I. D., Tarskiy N. D. Povyshenie energobezопасnosti zapolyarnykh rayonov Respubliki Sakha (Yakutiya) na osnove osvoeniya mestnykh toplivno-energeticheskikh resursov [The improvement of energy security in the transpolar regions of the Republic of Sakha (Yakutia) based on the development of local fuel and energy resources], *Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie*. 2014, no 6, pp. 47–55. [In Russ].

2. Tkach S. M., Gavrilov V. L., Batugina N. S., Khoyutanov N. A., Fedorov V. I. Geotekhnologicheskie trebovaniya k sozdaniyu malykh ugol'nykh razrezov v Zapolyarnoy zone Yakutii [Geotechnical requirements for the creation of small-scale open-pits coal mines in Polar zone of Yakutia], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no S30, pp. 152–162. [In Russ].

3. Golovin G. S., Bychev M. I., Moskalenko T. V., Petrova G. I., Mikheev V. A. Ugol'naya baza Respubliki Sakha (Yakutiya) i osnovnye napravleniya ee ispol'zovaniya [Coal reserves of Republic of Sakha (Yakutia) and principal lines of their use], *Khimiya tverdogo topliva*. 2007, no 2, pp. 3–9. [In Russ].

4. Sasaoka T. Application of highwall mining system in weak geological condition. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2016, Vol. 3, no 3, pp. 311–321.

5. Shemyakin S. A., Matveev D. N., Cheban A. Yu. Ekonomicheskoe obosnovanie effektivnosti bezvzryvnoy selektivnoy vyemki poleznogo iskopaemogo i vmeshchayushchikh porod s ispol'zovaniem tekhniko-

tekhnologicheskikh kompleksov na osnove frezernykh kombaynov [The economic rationale for the effectiveness of non-explosive selective extraction of mineral and host rocks using technical and technological systems based on milling combines], *Gornyy zhurnal*. 2015, no 2, pp. 43–46. [In Russ].

6. Demchenko I. I., Mulenkova A. O. O vozmozhnosti razmeshcheniya pererabatyvayushchego oborudovaniya v zaboe razreza dlya polucheniya sortovogo uglya [Concerning the possibility of placing the processing equipment in the face of an open pit to obtain sized coal]. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal*. 2017, no 8, pp. 26–32. [In Russ].

7. Cheban A. Yu. Selektivnaya razrabotka El'ginskogo ugol'nogo mestorozhdeniya s primeneniem vyemochno-sortirovochnogo kompleksa [Selective development of the El'ginsk coal deposit with using the excavating and sorting complex]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2017, no 4, pp. 247–254. [In Russ].

8. Polyarin Yu. N. Myagkie konteynery — transportnaya tara XXI veka [Soft containers — transport packaging of the XXI century]. *Sklad i tekhnika*. 2005, no 1, pp. 10–14. [In Russ].

9. Mohd Im. Variation of production with time, cutting tool and fuel consumption of surface miner 2200 SM 3.8. *International Journal of Technical Research and Applications*, 2016, no 1, pp. 224–226.

10. Palei S., Karmakar N., Paliwal P., Schimm B. Optimization of productivity with surface miner using conveyor loading and truck dispatch system. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2013, Vol. 2, no 9, pp. 393–396.

11. Pankevich Yu. B. Vliyaniye tekhnologicheskikh osobennostey gornogo proizvodstva na tekhniko-ekonomicheskuyu otsenku mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh [The impact of technological features of mining production on the technical and economic assessment of mineral deposits]. *Ratsional'noe osvoeniye nedr*. 2014, no 3, pp. 42–50. [In Russ].

12. Cheban A. Yu., Khrunina N. P. Intensification of Open Mining Operations with a Small Distance of Transportation of Rock Mass. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 2018, Vol. 38, pp. 100–114.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБОГАЩЕНИИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ РАЗЛИЧНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА

(2018, № 12, СВ 56, 56 с.)

Александрова Т.Н., Семенихин Д.Н., Потемкин В.А., Кузнецов В.В., Николаева Н.В., Яновский В.В., Ромашев А.О., Элбэндари А.М., Кучеренко Е.Ю., Александров А.В., Афанасова А.В., Крижановская Д.А., Кусов В.Б., Львов В.В.

В сборнике опубликованы избранные материалы, представленные на научных семинарах, проводимых кафедрой «Обогащение полезных ископаемых» Санкт-Петербургского горного университета. Работы посвящены широкому спектру проблем и задач, возникающих в горно-перерабатывающей отрасли в частности, рассматриваются современные подходы к моделированию технологических схем рудоподготовки и флотационного обогащения, представлены результаты термогравиметрического исследования упорных руд, а также оптимизации цикла обогащения апатит-нефелиновых и железных руд с учетом изученного минералогического и вещественного состава.

CURRENT TRENDS IN THE ENRICHMENT OF NATURAL AND MAN-MADE RAW MATERIALS OF DIFFERENT MINERAL COMPOSITION

Aleksandrova T.N., Semenikhin D.N., Potemkin V.A., Kuznetsov V.V., Nikolaeva N.V., Yanovskiy V.V., Romashev A.O., Elbendari A.M., Kucherenko E.YU., Aleksandrov A.V., Afanasova A.V., Krizhanovskaya D.A., Kusov V.B., L'vov V.V.

In the collection published selected materials presented at scientific seminars held by the Department of «mineral Processing» of St. Petersburg mining University. Work on a wide range of issues and challenges that arise in the mining and manufacturing industry in particular, are considered modern approaches to the modeling of technological schemes of ore dressing and flotation concentration, presents the results of thermogravimetric analysis of ores and optimization of the cycle of enrichment of Apatite-nepheline and iron ore, considering the studied mineralogical and lithological composition.