

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ II

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
12 – 14 мая 2021 г.*

выпуск 25

Под общей редакцией профессора Н.А. Козырева

**Новокузнецк
2021**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
д-р геол.- минерал. наук, профессор Гутак Я.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.,
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,
д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. Н.А. Козырева – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. II. Технические науки. – 373 с., ил.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

ОБЕССЕРИВАНИЕ УГЛЕЙ

Карасев Б.Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: bogdan.karasev.97@bk.ru*

Анализируется обессеривание углей — процесс (или совокупность процессов), способствующий снижению содержания серы в углях.

Ключевые слова: сернистость угля, обессеривание угля, магнитные методы разделения минералов, качество кокса, органическая и неорганическая сера.

Иногда под обессериванием углей понимают процессы образования газообразных соединений серы при термообработке (коксовании, сжигании, газификации и т.д.) углей. Повышенные содержания серы в углях ухудшают их качество, обуславливают при энергетическом использовании значительное увеличение расходов и опасность загрязнения среды токсичными оксидами серы, а при коксовании — ухудшение качества кокса и увеличение его расхода при выплавке чугуна. Например, увеличение сернистости угля на 0,1 % приводит к снижению производительности доменной печи и росту расхода кокса (на 1,8 %). С другой стороны, угли представляют один из главных потенциальных сырьевых источников серы. Обессеривание углей рассматривается как способ решения этих двух задач.

Эффективность обессеривания углей определяется составом и распределением соединений серы в углях. В угле присутствуют неорганическая (в основном дисульфиды железа — пирит, марказит, с небольшим количеством сульфатов), иногда элементарная сера и органические соединения. Соотношения между неорганической (пиритной) и органической серой зависят от содержания общей серы. Угли классифицируют в зависимости от содержания общей серы на низкосернистые (до 1,5 %), среднесернистые (от 1,5 до 2,5 %), сернистые (от 2,5 до 4 %) и высокосернистые (свыше 4 %). При содержании серы в пределах этих групп соотношения между неорганической и органической серой примерно постоянны для углей одного месторождения. В малосернистых углях преобладает сера органическая.

При термообработке углей сера распределяется между твёрдыми (жидкими) и газообразными продуктами. При газификации и сжигании углей основное количество содержащейся в них серы переходит в газообразные соединения (соответственно H_2S или SO_2 с небольшой примесью SO_3). Полукоксование и коксование характеризуются меньшей степенью удаления серы в виде газообразных продуктов (до 45 % от исходного количества).

Для обессеривания углей применяют разделение на фракции, отлича-

ющиеся по плотности, магнитным, электростатическим, флотационным свойствам (физические методы), химическую обработку, бактериальное выщелачивание, а также сочетание этих методов. Физические методы обеспечивают снижение содержания серы до 60 % в концентратах преимущественно за счёт удаления пиритной серы. Эффективность физических методов обессеривания углей при обогащении определяется природой соединений серы в угле (соотношением органических и неорганических соединений серы, размером пиритных включений и др.), уровнем техники и технологии, применяемых на обогатительных фабриках (глубиной дробления, точностью разделения, аппаратурным оформлением и т.д.).

Если в угле сера сосредоточена в виде крупных конкреций пирита (например, угли некоторых месторождений Подмосковского угольного бассейна), то разделением по плотности (сепараторы с магнетитовой суспензией, пневматические сепараторы и др.) достигается существенное (до 60 %) снижение содержания серы (по средней с исходной) в концентрате (плотность менее 1800 кг/м³). При этом в тяжёлой фракции (плотность от 2200 до 2400 кг/м³) содержание серы составляет от 35 до 40 %, и её используют как пиритный концентрат в химической промышленности при производстве серной кислоты, а также в металлургии как серосодержащую добавку при переработке окисленных никелевых руд. Углесодержащая глинистая фракция (плотность от 1800 до 2200 кг/м³) представляет собой эффективное топливно-минеральное сырьё для производства строительных материалов (кирпич, пористые заполнители и др.). Это определяет возможность комплексного использования всей горной массы, добываемой на месторождениях сернистых (высокосернистых) углей, в которых основное количество серы содержится в виде крупных пиритных включений. В углях большинства месторождений, например Донбасса, преобладающее количество пирита представлено зёрнами размером от 10 мк до 15 мк. Поэтому при обогащении подобных углей физическими методами, используемыми в промышленном масштабе (отсадка, тяжелосредние сепараторы, гидроциклоны, противоточная сепарация и др.) снижение содержания серы в концентратах невелико (от 4 до 22% по отношению к содержанию серы в исходном угле). Особенно низка степень обессеривания углей мелких классов, для повышения которой используют комбинирование нескольких типов сепараторов, например тяжелосредних гидроциклонов и концентрации столов. Обычно при флотации содержание серы в концентрате либо снижается не более, чем от 11 до 22 %, либо остаётся равным содержанию серы в исходном угле. Более эффективное обессеривание углей достигается при сепарации в центробежном поле в средах с плотностью, большей 1000 кг/м³ (органические жидкости, растворы солей).

Пиритные включения имеют низкую магнитную восприимчивость, которая может резко увеличиваться при температурной обработке и окислении в результате структурных изменений и образований новых соединений. Для выделения из углей тонких включений пирита применяют высокоградиент-

ную магнитную сепарацию, а также предварительно проводят "магнетизирующий" обжиг (скоростная паровоздушная термообработка, нагрев в ВЧ и СВЧ-полях, обработка газообразным пентакарбонилем железа и др.).

Экологически чистые магнитные методы разделения минералов имеют высокую технико-экономическую эффективность. Внедрение их в технологию обогащения углей (с учетом того, что все серосодержащие минералы в углях обладают магнитными свойствами) - это реальный путь повышения степени обессеривания углей при минимальных затратах.

Сера в углях только на одну треть представлена органическими соединениями, а до 70 % ее входит в соединения от пирита до троилита или марказита и сульфосоли. Эти соединения обладают магнитными свойствами, поэтому в оптимальных условиях высокоградиентная сепарация более, чем в два раза снижает содержание серы в углях, что доказано экспериментально на углях различных марок. В магнитный продукт при этом извлекается не только сера, но и более 60 % породных минералов.

В Московском и Днепропетровском горных институтах разработаны высокоградиентные сепараторы и оптимальные параметры режима сепарации углей. На этой основе рекомендована комбинированная технологическая магнитно-гравитационная схема обогащения и обессеривания углей, которая позволяет выделять в отвальные магнитные продукты 65 % серы при зольности последних до 70 %. В магнитные отвальные продукты при этом попадает до 70 % таких вредных и токсичных элементов, как Аз, РЬ, V и Мп.

Экспериментально проверенные технико-экономические расчеты показывают, что в сравнении с известным методом очистки дымовых газов от сернистого ангидрида путем известкования, предлагаемая технология позволяет снизить эксплуатационные расходы почти в 20 раз, капитальные затраты - в 8,5 раз, а общий экономический эффект от внедрения только на одном энергоблоке мощностью 300 МВт.

Благодаря высокой производительности оборудования, по предлагаемой технологии можно строить региональные обогатительные фабрики, обслуживающие целую сеть теплоэлектростанций в Кузбассе.

Библиографический список

1. Канторович, Б.В. Введение в теорию горения и газификации твердого топлива / Б.В. Канторович. – Москва : Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1991. - 356 с.

2. Кузнецов, Б.Н. Новые подходы в химической переработке ископаемых углей / Б.Н. Кузнецов // Соросовский Образовательный Журнал. - 1996. - № 6. - С. 50-58.

3. Липович, В.Г. Химия и переработка угля / В.Г. Липович [и др.]. – Москва : Химия, 1988. - 336 с.

4. Обессеривание углей. Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — <http://www.mining-enc.ru/o/obesserivanie-uglej>

СОДЕРЖАНИЕ

I ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	2
СОЦИАЛЬНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ Герасимова Ю.В., Матвеев А.В., Курдюков М.О., Лобанова О.О.....	3
ПРИМЕР РАСЧЕТА СТОИМОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ Яфясов Д.А., Курдюков М.О., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	7
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ, ЗАНЯТОГО ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ Курдюков М.О., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	11
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА ПРИ ПРИЕМЕ ГОРНО МАССЫ НА АВТООТВАЛЕ Курдюков М.О., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	15
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОГРЕЙДЕРА НА ОБСЛУЖИВАНИИ ВНУТРИКАРЬЕРНЫХ АВТОДОРОГ Курдюков М.О., Матвеев А.В., Наймушина С.А.	18
ОБЕССЕРИВАНИЕ УГЛЕЙ Карасев Б.Г.....	21
АНТРОПОГЕННЫЙ ТИП РЕЛЬЕФА ЗАПАДНОЙ (ПРИСАЛАИРСКОЙ) ЧАСТИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ Андропова В.С.	24
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТРАНСПОРТА ДЛЯ ЭКСКАВАТОРА БОЛЬШОЙ ЕДИНИЧНОЙ МОЩНОСТИ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «ТАЛДИНСКИЙ» Зозуля М.Ю.	28
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОВРЕМЕННУЮ СЕЙСМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АЛТАЯ Колпаков В.Е.....	31
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА ООО «РЕСУРС» УЧАСТОК «КЫРГАЙСКИЙ СРЕДНИЙ» Миллер Э.А.....	35
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ УГОЛЬНЫХ КОМБАЙНОВ НА ПОЛОГИХ И НАКЛОННЫХ ПЛАСТАХ ШАХТ КУЗБАССА Курдюков М.О.	41
РАСЧЁТНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ Мысак Е.А.	44

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть II

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Выпуск 25

Под общей редакцией

Н.А. Козырева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 11.05.2021 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 21,6 Уч.-изд. л. 24,0 Тираж 300 экз. Заказ № 102

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ