

УДК 622.7

К ПРОБЛЕМЕ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНАХ УГЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Ершова О.В.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: ovyr_58@mail.ru

Статья посвящена актуальному вопросу защиты экологии районов углепользования от серосодержащих выбросов в атмосферу. Показано негативное воздействие, оказываемое предприятиями угольной промышленности на биосферу и здоровье человека. Установлено, что удаление серосодержащих примесей в углях на стадиях, предшествующих термической переработке экономически эффективно и существенно снижает экологическую нагрузку в районах углепользования. Дана характеристика серосодержащих примесей углей. Рассмотрены способы удаления серы на этапах разработки месторождений. Показана эффективность применения реагентов-модификаторов при флотации углей для снижения сернистости угольных концентратов. Установлена целесообразность использования метода электрохимической десульфурации угля в водной среде при воздействии тлеющего разряда. Показана возможность получения качественных угольных продуктов как мокрыми, так и сухими методами высокоградиентной магнитной сепарации.

Ключевые слова: вредные выбросы, высокосернистые угли, десульфурация, сернистость, флотация, высокоградиентная магнитная сепарация

TO THE PROBLEM OF IMPROVEMENT OF THE ECOLOGICAL SITUATION IN UGLEPOLZOVANIYA'S REGIONS

Yershova O.V.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: ovyr_58@mail.ru

Article is devoted to topical issue of protection of ecology of regions of an uglepolzovaniye against sulfur-containing emissions in the atmosphere. The negative impact made by the entities of the coal industry on the biosphere and health of the person is shown. It is established that removal of sulfur-containing impurity in coals at the stages preceding thermal conversion cost-efficient and significantly reduces an environmental pressure in regions of an uglepolzovaniye. The characteristic of sulfur-containing impurity of coals is this. Methods of removal of sulfur at development stages of fields are considered. Efficiency of use of reagents modifiers in case of flotation of coals for decrease in sulfur content of coal concentrates is shown. Feasibility of use of a method of an electrochemical desulfuration of coal in the water environment in case of impact of the smoldering category is established. The possibility of receipt of quality coal products is shown by both wet, and dry methods of high-gradient magnetic separation.

Keywords: harmful emissions, high-sulphurous coals, desulfuration, sulfur content, flotation, high-gradient magnetic separation

Защита атмосферного воздуха является одной из наиболее актуальных проблем для всех промышленных регионов, поскольку экологические ограничения препятствуют развитию и расширению мощностей промышленных и энергетических предприятий.

Главной проблемой, которая возникает в связи с наличием в атмосфере вредных выбросов, является прямое или косвенное воздействие их на биосферу и здоровье человека.

В настоящее время промышленными предприятиями мира в атмосферу выбрасывается свыше 1 млрд т вредных веществ, что свидетельствует о несовершенстве технологий, применяемых при переработке минерального сырья и сжигании органического топлива. При этом каждые 10 лет выбросы отходов и вредных выбросов удваиваются, что в конечном итоге может привести к нарушению принципа самовосстановления природы.

По негативному воздействию на окружающую среду угольная промышленность

занимает одно из ведущих мест среди отраслей топливно-энергетического комплекса, что обусловлено большим объемом добычи и потребления углей с высоким содержанием золы, влаги и серы, а также несовершенством существующих технологий. Сернистые соединения, выбрасываемые в атмосферу при сжигании углей, наносят вред не только здоровью людей, растительному и животному миру, а также технологическому оборудованию, поскольку вызывают ускоренную сернокислотную коррозию [4].

Серосодержащие выбросы (диоксид серы, сероуглерод, сероводород и т.д.), попадая в верхние слои атмосферы образуют весьма реакционно-способную серную кислоту. Экологические исследования показывают, что в настоящее время количество выбросов диоксида серы уже превышает возможность их природной нейтрализации и как следствие значительно увеличивается потребность в серьезных мерах для существенного уменьшения этих выбросов.

Помимо этого, было установлено, что тропосферный аэрозоль, образующийся при гидратации оксидов серы атмосферным водяным паром, способен значительно влиять на тепловой баланс планеты и, следовательно, на глобальный климат. При этом самая существенная часть эмиссии серы в атмосферу связана с сжиганием органического серосодержащего топлива. Проведенные расчеты показывают, что соответствующая доля эмиссии в течение последних 80 лет устойчиво находится на уровне $(91 \pm 2\%)$ общей [5].

Таким образом, диоксид серы по массе выбросов занимает ведущее место среди других загрязнителей воздуха. Это вещество поступает в воздух при сжигании топлива на ТЭС, в котельных, печах, с выбросами металлургических, горнодобывающих и других производств, дизельных двигателей. Диоксид серы поражает, в первую очередь, органы дыхания, глаза, центральную нервную систему, кожу, угнетает окислительные процессы. Всасывание диоксида серы начинается сразу после контакта этого вещества со слизистыми полостями носа и глотки. Вероятностная оценка вредных эффектов от воздействия диоксида серы может осуществляться по таким показателям, как увеличение общей смертности, смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, увеличение числа приступов астмы у астматиков, увеличение госпитализации или обращаемости за скорой медицинской помощью по поводу респираторных заболеваний лиц в возрасте 65 лет и старше. Вторичный продукт присутствия этого вещества в воздухе – серная кислота оказывает влияние, в основном, на органы дыхания. Воздействие диоксида серы (до 3-х дней) приводит к возрастанию показателя общей смертности на 0,6% при увеличении его среднесуточной концентрации на 10 мкг/м³. В тех городах, где содержание диоксида серы в атмосферном воздухе превышает нормативные уровни, с учетом вышеприведенных критериев оценки эффектов острого воздействия этого вещества, можно ожидать, например, увеличение дополнительных случаев смертности над фоном до 2 – 3%.

Решение экологических задач, связанных со снижением серосодержащих выбросов в атмосферу, возможно при помощи глубокой очистки углей перед использованием. Очистка угля от золы и серы экономически эффективна и технически перспективна для любых технологий. Высокое содержание серы в углях приводит к ускорению коррозии оборудования котлов тепловых электростанций, ограничивает возможно-

сти использования в коксохимии некондиционных по сере углей.

В России значительная часть запасов углей относится к категории высокосернистых (Кизеловский, Подмосковский и др. угольные бассейны), причем они расположены в центральных индустриально развитых районах России. В связи с этим, на их территории, где проживает примерно 15 млн. человек наблюдается регулярное негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека [2].

Серу в углях содержится в сульфидах, органических соединениях, сульфатах и иногда в элементном виде. Сульфидная сера представлена, в основном, пиритом в количестве 60–70%. Серу органическая входит в состав структуры угля и механическим способом не может быть отделена. Сульфатная сера составляет не более 0,1–0,5%, присутствует в окисленных разностях углей и представлена, в основном, гипсом и сульфатами железа. Серу элементная содержится в углях крайне редко от 0,03 до 0,15% и приурочена к окисленным разностям.

В последние годы весьма актуальное значение приобретают методы и технологии обессеривания угольного сырья на стадиях, предшествующих термической переработке, среди которых наиболее эффективными являются физические методы (гравитационное обогащение, электрическое разделение, флотация, масляная агломерация), химические (химическими реагентами и растворителями) и микробиологическими (специальными бактериями и грибами).

В настоящее время существует возможность удаления серосодержащих примесей из угля до начала выемки методами, аналогичными тем, которые используются при разработке месторождений способом скважинной геотехнологии и рассматриваются в рамках концепции техногенного ресурсообеспечения минерального сырья. С этой целью пласт угля вскрывается скважинами, в которые нагнетаются специальные растворы (например, раствор соляной или других кислот или культуры бактерий и питательная среда). После этого скважина герметизируется на время, необходимое для растворения минералов, затем ее распечатывают и в пласт нагнетается раствор для удаления продуктов реакции и нейтрализации выщелачивающих растворов. Следовательно, обрабатывая угольный пласт различными реагентами через скважины, можно добиться снижения сернистости добываемого угля [6].

Среди обширного комплекса нормируемых показателей качества угольного концентрата в настоящее время наиболее

важным является именно показатель его сернистости. Это обусловлено тем, что кокс, полученный из высокосернистых углей снижает качество металлов, помимо этого наличие серы снижает теплоту сгорания топлива и как следствие повышает его расход в доменной печи. А также при переводе доменных печей на высококачественные угольные концентраты их производительность увеличивается в два раза и плавка идет с низким выходом шлака. Кроме того, очистка концентратов от примесей серы при обогащении обходится намного дешевле, чем при металлургическом процессе.

В связи с этим в настоящее время перед углеперерабатывающими предприятиями стоит задача максимального удаления соединений серы при наименьших затратах. И наиболее рациональным способом ее решения является использование флотационного обогащения углей за счет применения как высокоэффективных флотационных реагентов, так и модифицирующих добавок, улучшающих качественно-количественные показатели флотации [8, 10]. Так, использование в качестве реагентов – модификаторов сульфатов позволяет повысить извлечение серы в отходы флотации на 4 – 7%. Депрессия серосодержащих примесей углей происходит за счет гидрофиллизации модифицированной поверхности пирита посредством образования водородных связей между атомами кислорода сульфогрупп и молекулами воды флотационной пульпы, в результате чего закрепление пузырьков воздуха на пирите существенно затрудняется, а вероятность сохранения закрепившихся пузырьков снижается, что в свою очередь приводит к подавлению пирита в процессе флотации [1, 7].

В настоящее время в технологиях обогащения, применяемых на углеобогажительных фабриках Украины, десульфурация угля является процессом, осуществляемым попутно с обогащением по золе, при этом его эффективность резко снижается при наличии соединений серы в виде органической составляющей или тонковкрапленных в угольное вещество зерен пирита. В работе [3] представлены результаты исследований метода электрохимической десульфурации угля в водной среде при воздействии тлеющего разряда с образованием активной перекиси водорода, способной эффективно окислять пиритную составляющую серы. При проведении экспериментальных исследований использовали питание ГЦ–1000 ЦОФ «Комсомольская», предварительно подвергнутое одностадийному разделению на стендовой установке винтового сепаратора. В результате электрохи-

мической десульфурации содержание серы в продукте снижалось на 10–20%.

Научные публикации последних лет свидетельствуют об интересе к магнитным методам обогащения каменных углей, в частности, о возможности применения высокоградиентной магнитной сепарации для расширения возможностей обогащения технологий путем извлечения слабомагнитных серосодержащих минеральных комплексов. Объективным условием применения метода высокоградиентной магнитной сепарации углей является различие в магнитных свойствах горючей массы и неорганических примесей, в том числе и пирита.

Исследования по обогащению и десульфурации методом высокоградиентной магнитной сепарацией проб энергетических углей различных марок и шихты наиболее крупных тепловых электростанций Украины выявили возможность извлечения магнитными методами до 70% золы и 65% общей серы. Анализ полученных результатов показал, что этим методом достаточно эффективно извлекается высокозольная порода и содержащиеся в ней серосодержащие соединения.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили возможность получения качественных угольных продуктов как мокрыми, так и сухими методами высокоградиентной магнитной сепарации. Однако, такая же эффективность десульфурации может быть получена и при гравитационном обогащении углей. Но магнитные технологии позволяют перерабатывать тонкодисперсные продукты, как мокрым, так и сухим методом, что делает их, при соответствующих экономических предпосылках, перспективными для использования в схемах углеобогащения и на тепловых электростанциях [9].

Анализ применяемых в настоящее время способов снижения сернистости углей свидетельствует не только об экономической целесообразности данных мероприятий, но и о возможности значительного улучшения экологической обстановки в районах углепользования в результате их применения.

Список литературы

1. Аглымова Э.Р. Повышение селективности флотации газовых углей с применением органических и неорганических соединений // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Магнитогорск, 2002.
2. Дмитриев А.П., Зильбершмидт М.Г., Шпирт М.Я. Высокосернистые отходы добычи и обогащения углей как источник минеральных ресурсов и причина экологического загрязнения окружающей среды // ГИАБ. – 2007. – № 11. – С. 373–378.

3. Кирнарский А.С., Гаевой В.В., Нестеренко А.Ф., Рудницкий А.Г. Электрохимическая десульфурация угля // ГИАБ. – 2002. – № 8. – С.237 – 240.
4. Крапчин И.П., Омарова Б.А. Влияние производственных процессов добычи, переработки и сжигания углей на экологическую обстановку в районах их существования // Вестник УГТУ. – 2007. – № 6. – С. 48 – 53.
5. Кудрявцев Н.Ю., Клименко В.В., Прохоров В.Б., Сныгин С.Ю. Перспективы снижения выбросов оксидов серы в атмосферу при сжигании органических топлив // Теплоэнергетика. – 1995. – № 2. – С. 6–11.
6. Мозолькова А.В. Повышение качества углей методом подземного выщелачивания минеральных примесей // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2006. – №1. – С. 47–52.
7. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Чупрова Л.В. Изучение влияния неорганических солей на извлечение серо-содержащих примесей при флотации углей низкой стадии метаморфизма // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 22. – С. 64–69. URL: www.science-education.ru/122-20619 (дата обращения: 24.10.2016).
8. Муллина Э.Р., Чупрова Л.В., Мишурина О.А. Исследование влияния химических соединений различного состава на процесс флотации газовых углей // Сборник научных трудов Sworld. – 2013. Т.12. – № 3. – С. 4– 8.
9. Пилов П.И., Мостыка Ю.С., Шутов В.Ю. Оценка магнитной десульфурации каменных углей // Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. –2013. – випуск 5. –С.125–136
10. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А. Влияние органических и неорганических соединений на флотацию углей низкой стадии метаморфизма // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 24. URL: <http://www.science-education.ru/110-9663> (дата обращения: 24.10.2016).