

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по стратегическому и
инновационному развитию

Южного федерального университета,

кандидат химических наук

Евгений Леонидович Муханов

«07» декабря 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный
университет» о диссертации Красиловой Веры Алексеевны

«Обоснование и разработка методов определения состава угольной пыли для
оценки загрязнения окружающей среды при добыче и переработке углей»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.12

Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

1. Актуальность темы.

Актуальность предложенной диссертантом темы связана с оценкой
загрязнения окружающей среды при добыче и переработке углей взвешенной
пылью разного гранулометрического состава. Такая оценка позволит проводить
расчеты выбросов пыли в окружающую среду, оценивать риски загрязнения
почв и водных объектов на территориях, прилегающих к горным предприятиям,
а также планировать мероприятия, направленные на снижение выбросов
загрязняющих веществ. Следует отметить, что диссертационное исследование
выполнено при поддержке Российского научного фонда грантом «Образование
нано- и микроразмерной пыли при техногенных и природных воздействиях на

угли разных генетических типов» и в рамках Стратегического проекта НИТУ «МИСиС» «Технологии устойчивого развития» Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

2. Новизна исследования.

Автором установлено, что окисленность рядовых углей неоднозначно влияет на содержание в них взвешенной пыли и частиц менее 10 мкм (PM10). Для рядовых углей средней стадии метаморфизма окисленность приводит к увеличению содержания пылевой фракции, взвешенной пыли и частиц с размером менее 10 мкм. Обратная ситуация наблюдается для рядовых углей высокой стадии метаморфизма.

Диссертантом показано, что концентрирование Al, Fe, Ca, Mg, Na и K во взвешенной пыли, выделенной из рядовых углей, зависит от их зольности.

Установлено также, что рядовые антрациты одного месторождения Горловского бассейна, имеющие схожий петрографический состав и стадию метаморфизма, существенно различаются по содержанию пылевой фракции, взвешенной пыли и частиц с размерами менее 10 мкм.

Новизна исследования подкрепляется также весомым объемом собранного В.А. Красиловой фактического материала для дальнейших современных методов исследований: стандартными методами определения вещественного и химического состава углей и угольной пыли; выделением и улавливанием взвешенной пыли на специализированном испытательном стенде; определением гранулометрического состава взвешенной пыли методом лазерной дифракции; инструментальными методами определения макро- и микроэлементов в рядовых углях и выделенной из них взвешенной пыли: атомно-абсорбционной спектрометрией с пиролитической приставкой для определения содержания ртути; потенциометрическим титрованием с фтор-селективным электродом растворов для определения фтора; атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой для

определения макро- и микроэлементов; методом фракционного анализа углей для определения в них форм нахождения элементов.

3. Новизна полученных результатов состоит в разработке и аттестации «Методики измерений гранулометрического состава проб угольной пыли методом лазерной дифракции» (Свидетельство об аттестации методики измерений № 241.0032/RA.RU.311866/2022). Методика использована для разработки стандартного образца состава угля каменного Кузнецкого бассейна (УК-2 СО МИСиС) ГСО 12118-2023, в части аттестации объемной доли частиц размером 10-50 мкм. Методика и ГСО 12118-2023 используются ООО «Фритч Лабораторные приборы» для калибровки анализаторов размеров частиц и проведения измерений гранулометрического состава угольной пыли. Метод контроля содержания и гранулометрического состава пыли уже активно используется в АО «УК Кузбассразрезуголь» для выбора химических реагентов для пылеподавления и определения их оптимальных расходов.

4. Новизна выводов состоит в актуализации одной из проблем горной отрасли, связанной с оценкой негативного воздействия на окружающую среду таких загрязняющих веществ, как пыль каменного угля, взвешенных частиц размером менее 10 мкм. По современным отечественным и зарубежным литературным источникам диссертантом установлено, что склонность углей к образованию пыли (в том числе размером частиц менее 10 мкм) определяется, в первую очередь, механическими свойствами угольного вещества и степенью его неоднородности. Отмечено, что методики и руководящие документы для определения содержания угольной пыли применяются только к атмосферному воздуху. При этом для почв и водных объектов в настоящее время отсутствуют нормативные документы, позволяющие оценивать их загрязнение пылью каменного угля и взвешенными частицами мелких классов.

В Российской Федерации регламентирован ряд различных отраслевых методик и методических рекомендаций, позволяющих рассчитывать удельные и массовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Однако,

только в методических указаниях по перевалке сыпучих материалов (в том числе углей) при расчете выбросов учитываются коэффициенты, отражающие дисперсность материала. Эти коэффициенты для всех углей фиксированы, что не позволяет ранжировать угли и угольную продукцию по их способности к выделению пыли. Использование при расчете выбросов фиксированных коэффициентов, связано, прежде всего, с отсутствием надежных методов количественной оценки содержания в углях взвешенной пыли, в том числе частиц мелких классов крупности.

Диссертантом установлено, что в опубликованной литературе практически отсутствует информация о перераспределении макро- и микроэлементов (в том числе, потенциально опасных) между углем и угольной пылью, что не позволяет проводить обоснованные оценки источников загрязнения почв и других объектов окружающей среды на территориях, прилегающих к предприятиям по добыче и перевалке углей.

Автором отмечено, что для почв и водных объектов в настоящее время отсутствуют маркеры загрязнения угольной пылью. Это связано с отсутствием информации о содержании в углях взвешенной угольной пыли и ее составе, особенно о содержании и формах нахождения в ней потенциально опасных макро- и микроэлементов.

В.А. Красиловa показала возможность оценки форм нахождения элементов в угле методом фракционного анализа. Для оценки загрязнения окружающей среды угольной пылью при добыче и переработке углей ею разработан метод оценки и контроля содержания и гранулометрического состава пыли в рядовых и товарных углях, включающий в себя улавливание взвешенной пыли на специализированном испытательном стенде, определение ее количественного содержания и гранулометрического состава. Также была разработана и аттестована методика определения гранулометрического состава угольной пыли методом лазерной дифракции. Проведены экспериментальные

работы по обоснованию условий проведения измерений и метрологических характеристик результатов измерений.

Разработан метод оценки форм нахождения потенциально опасных элементов в углях по данным фракционного анализа, заключающийся в последовательном разделении пробы угля в тяжелых жидкостях различной плотности и определении зольности и содержания серы, фтора и ртути во всплывших фракциях и остатке после последнего расслоения.

Для определения количественного содержания взвешенной пыли в рядовых углях использован специализированный испытательный стенд, который имитирует процесс перевалки и позволяет улавливать и концентрировать угольную пыль, содержащуюся в рядовых углях и способную находиться во взвешенном состоянии.

Диссертантом показано, что окисленность углей разных стадий метаморфизма приводит к концентрированию в них ртути и стронция. Рассчитаны коэффициенты концентрирования, позволяющие оценивать перераспределение потенциально опасных элементов между углем и угольной пылью. Наибольшие коэффициенты концентрирования характерны для фтора (1,1-3,0), ртути (1,5-3,3), мышьяка (1,1-2,3) и цинка (1,2-3,6).

Показано, что данные о формах нахождения потенциально опасных элементов в пластовых пробах углей позволяют прогнозировать уже на стадии разведки месторождений возможное обогащение ими угольной пыли, образующейся при добыче и переработке углей.

5. Новизна рекомендаций, сформулированных в диссертации, заключается в использовании для достоверных расчетов выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду информации о количественном содержании взвешенной пыли в углях, в том числе частиц с размерами менее 10 мкм, полученной с использованием предложенного автором методического и инструментального обеспечения.

6. Значимость для науки полученных автором результатов.

На основании экспериментальных исследований установлено, что содержание пылевой фракции, взвешенной пыли, в том числе с размерами менее 10 мкм в рядовых углях, характеризуется значительным разбросом значений для углей близких стадий метаморфизма и не зависит от их петрографического состава.

Проведены исследования по определению влияния окисленности рядовых углей, отобранных от сближенных пластов в зоне окисления и вне ее, на содержание в них пылевой фракции, взвешенной пыли и частиц с размером менее 10 мкм. Установлено, что окисленность углей средней стадии метаморфизма приводит к увеличению содержания пылевой фракции, взвешенной пыли и частиц с размером менее 10 мкм в рядовом угле. Окисленность углей высокой стадии метаморфизма напротив, приводит к снижению содержания пылевой фракции в рядовом угле, взвешенной пыли и частиц с размером менее 10 мкм.

Показано, что концентрирование потенциально опасных микроэлементов в пробах взвешенной пыли в отличие от золообразующих элементов может свидетельствовать о разных формах нахождения этих элементов в углях.

7. Значимость для производства полученных автором результатов.

Разработана и аттестована методика определения гранулометрического состава угольной пыли методом лазерной дифракции. Проведены экспериментальные работы по обоснованию условий проведения измерений и метрологических характеристик результатов измерений.

Разработан метод оценки форм нахождения потенциально опасных элементов в углях по данным фракционного анализа.

Для определения количественного содержания взвешенной пыли в рядовых углях использован специализированный испытательный стенд, имитирующий процесс перевалки угля и позволяющий улавливать и концентрировать угольную пыль. Конструкция стенда позволяет отбирать

представительные объемы взвешенной пыли для определения ее гранулометрического состава и содержания в ней макро- и микроэлементов.

Показано, что полученные данные о формах нахождения потенциально опасных элементов в пластовых пробах углей позволяют прогнозировать на стадии разведки и эксплуатации угольных месторождений возможное обогащение ими угольной пыли, образующейся при добыче и переработке углей.

8. Рекомендации ведущей организации по использованию результатов и выводов диссертационной работы с указанием предприятий и учреждений, где их целесообразно внедрить.

Разработанная и аттестованная при участии диссертанта «Методика измерений гранулометрического состава проб угольной пыли методом лазерной дифракции» (Свидетельство об аттестации методики измерений № 241.0032/RA.RU.311866/2022) была уже использована для разработки стандартного образца состава угля каменного Кузнецкого бассейна (УК-2 СО МИСиС) ГСО 12118-2023. Методика и ГСО 12118-2023 также используется ООО «Фритч Лабораторные приборы» для калибровки анализаторов размеров частиц и проведения измерений гранулометрического состава угольной пыли разного происхождения, но она может быть применена другими заводскими лабораториями производственных организаций угольной и металлургической промышленности. Метод контроля содержания и гранулометрического состава пыли также уже используется на АО «УК Кузбассразрезуголь» для выбора химических реагентов для пылеподавления и определения их оптимальных расходов. Этот метод тоже может быть применим на предприятиях угольной промышленности, особенно разрабатывающих угольные месторождения открытым способом.

9. Рекомендации ведущей организации с указанием научных коллективов, которым следует продолжить или развить соответствующие исследования:

НИТУ МИСиС, АО «Западно-Сибирский испытательный центр», ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет».

10. Замечания и пожелания по работе.

При обосновании актуальности работы автор обошел вниманием потенциальную опасность мелкой пыли, поступающей в легкие работающих и населения прилегающих территорий, хотя при этом ссылается на СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности **ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА** факторов среды обитания».

В первой главе диссертации при перечислении методов определения форм нахождения элементов в углях почему-то не упомянута оптическая микроскопия — пожалуй, старейший из существующих методов.

Обращает на себя внимание объем исследованных проб — 16 штук.

Вызывает опасения привязка окисленных углей к определенным маркам, сделанная автором во второй главе диссертации. Здесь же в таблице 6 для чего-то повторена таблица 5.

В третьей главе диссертации на рисунках 10, 12, 13 почему-то представлено содержание пылевой фракции в угле только для 14 проб. Где ещё две пробы? А на рисунке 11 представлено 13 проб. При этом на рисунках 14-17 представлены все 16 проб. Такая же загадка с 14-ю пробами представлена в таблице 14 и на рисунках 18-21.

В качестве пожеланий для дальнейшей работы рекомендуем автору провести подобные исследования для бурых углей России.

Суммируя все вышесказанное, считаем, что диссертация Красиловой Веры Алексеевны «Обоснование и разработка методов определения состава угольной пыли для оценки загрязнения окружающей среды при добыче и переработке углей» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, является научно-квалификационной работой, в

которой содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития горной науки, изложены научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны. Данная диссертационная работа полностью соответствует требованиям раздела 2 «Положения о порядке присуждении ученых степеней в НИТУ «МИСиС»».

Отзыв подготовлен Наставкиным Алексеем Валерьевичем, кандидатом геолого-минералогических наук (специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения), доцентом по кафедре месторождений полезных ископаемых, заведующим кафедрой месторождений полезных ископаемых Института наук о Земле федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» (344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, д. 40, каб. 110, тел./факс +78632225701, e-mail: nastavkin@sfedu.ru).

Отзыв коллективно обсужден и утвержден на заседании кафедры месторождений полезных ископаемых Института наук о Земле федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» 10 ноября 2023 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой месторождений полезных ископаемых
Института наук о Земле федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Южный
федеральный университет», кандидат геолого-минералогических
наук, доцент

Алексей Валерьевич Наставкин

