

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Козыря Дмитрия Александровича** на тему *«Совершенствование систем мониторинга экологической безопасности породных отвалов с использованием дистанционных методов»*, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Рецензируемая работа содержит 192 страницы, в том числе 124 страницы основного текста, 31 полная страница с рисунками и таблицами, 19 страниц списка источников литературы и 18 страниц приложений.

### **Актуальность избранной темы.**

Все угледобывающие страны мира – Россия, Австралия, Китай, Германия, Индия, Индонезия, Южная Африка и США сталкиваются с проблемой горящих породных отвалов на протяжении десятилетий. Исследователями установлено, что отвалы после окончания эксплуатации горят еще от 7 до 12 лет. Их горение сопровождается выбросом токсичных газов, загрязнением почв и поверхностных водоемов.

На Донбассе значительная часть всех породных отвалов находится в черте горнопромышленных агломераций. В ряде случаев в пределах их санитарно-защитной зоны находится селитебная территория. Мероприятия по переселению населения жилой застройки, находящейся в санитарно-защитной зоне породных отвалов, не проводятся. Размеры зон влияния породных отвалов в несколько раз превышают их площади. Зона влияния горящего породного отвала шахты «Октябрьский рудник» в Донецке достигает 10 км. В экологически вредных и опасных для здоровья и жизни условиях вынуждены находиться жители населенных пунктов, проживающие в пределах зоны влияния горящих породных отвалов.

Помимо воздействия на здоровье населения, горящие породные отвалы являются проблемой глобальных масштабов - они способствуют глобальному потеплению, загрязняют окружающую среду.

С целью выявления очагов самонагревания и своевременного принятия мер по предупреждению самовозгорания пород, должен проводиться мониторинг теплового состояния отвалов (регулярная температурная съемка). Согласно применяемому в настоящее время методу, температурная съемка проводится с помощью контактных термометров и забитых в отвальную массу на глубины от 0,5 до 2,5 м термопар. Процесс съемки трудоемкий, длительный, опасный и дорогой.

Существующая методика проведения температурной съемки породных отвалов имеет ряд существенных недостатков - часть очагов тепловыделений размерами менее 10 м, особенно без явных признаков горения, попадает

между точками измерения температур и не фиксируется; в очагах горения, из-за их недоступности, невозможно провести измерения температуры контактным способом; по регламентированным схемам расположения точек замеров (по горизонтали - через 20 м, по вертикали - слои с высотой 10 м, на конических поверхностях - секторами через 45<sup>0</sup>) на породных отвалах различной формы невозможно точно определить количество, форму и площадь очагов тепловыделений.

Диссертация направлена на решение актуальной задачи - повышение уровня экологической безопасности породных отвалов горнопромышленных агломераций. Актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнения. Использование современных дистанционных методов теплового контроля с применением тепловизионной техники и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет обеспечить безопасные условия температурной съемки поверхности породных отвалов, повысить точность и достоверность полученных результатов, обеспечить необходимую периодичность контроля, снизить затраты на выполнение этих работ. Использование дистанционных методов контроля позволит в течение года провести контроль теплового состояния всех горящих породных отвалов Донецкой Народной Республики (140 отвалов).

Диссертационная работа выполнялась в рамках госбюджетной научно-исследовательской темы Н6-14 (№ госрегистрации 0114U000405).

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Результаты диссертационного исследования базируются на всестороннем анализе исследований, посвященных повышению экологической безопасности породных отвалов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в диссертационном исследовании, подтверждается результатами лабораторных и натуральных экспериментов и согласованием их с теоретическими предположениями.

Результаты исследований статистически обработаны и не вызывают сомнений. Все положения, выносимые на защиту, теоретически обоснованы и подтверждены лабораторными и натурными исследованиями, и, следовательно, являются адекватными и обоснованными.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования подтверждается использованием поверенных контрольно-измерительных приборов и хорошей сходимостью результатов лабораторных и натуральных исследований.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Обоснована оптимальная периодичность (1 раз в месяц) дистанционного мониторинга теплового состояния поверхности породных отвалов при помощи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

2. Впервые получено уравнение в критериальном виде, описывающее влияние теплофизических характеристик отвальной массы и атмосферы на отвод тепла от очага самовозгорания на отвалах горной породы.

3. Установлены предельные расстояния дистанционного мониторинга теплового состояния поверхности породных отвалов, образованных при добыче углей разной степени метаморфизма.

4. Теоретически обосновано и подтверждено экспериментально влияние расстояния, ракурса съемки и формы очагов самовозгорания на фиксируемую энергетическую светимость и температурный контраст при дистанционных методах контроля.

5. Обоснован метод определения стадии горения породных отвалов по соотношению концентраций диоксида углерода к оксиду углерода и степени использования кислорода.

6. Раскрыт процесс генерации сероводорода на поверхности горящих породных отвалов, обусловленный реакцией сернистой кислоты с пиритом породы, при этом увеличение относительной влажности атмосферы сопровождается повышением степени генерации сероводорода.

7. Обосновано образование элементарной серы на поверхности породных отвалов по известному процессу Клауса.

### **Основное содержание работы.**

Во **введении** приводится информация, раскрывающая объект и предмет научных исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, а также степень апробации работы.

**Первый раздел** посвящен современным проблемам оценки негативного воздействия породных отвалов. В разделе рассмотрены причины самовозгорания породных отвалов. Проведен анализ существующих методов контроля их теплового состояния и результатов газового состава выбросов горящих породных отвалов.

**Во втором разделе** выполнен анализ теоретических основ определения теплового состояния породных отвалов с помощью дистанционных методов. Обоснованы основные факторы дистанционного контроля, которые влияют на фиксируемую дистанционными методами энергетическую светимость.

В работе установлено, что значение критерия Нуссельта от очага самовозгорания в атмосферу, характеризующее отвод тепла излучением, пропорционально квадратному корню из критерия Нуссельта, характеризующего отвод тепла к породе и, соответственно, зависит от теплопроводных свойств породы и атмосферы.

**Третий раздел** посвящен результатам лабораторных исследований дистанционного температурного состояния объекта

тепловыделения. Лабораторными исследованиями подтверждено, что влияние ракурса дистанционной съемки и турбулентности воздуха на энергетическую светимость согласуется с теоретическими принципами. Установлено, что при увеличении расстояния дистанционной съемки энергетическая светимость объекта тепловыделения снижается.

**В четвертом разделе** приведены результаты натурных исследований температурного состояния породных с помощью дистанционных методов контроля. Автором установлено, что температурный контраст между очагом самовозгорания и тепловизором, определенный при натурных и лабораторных исследованиях обратно пропорционален расстоянию в степени 1,8.

Экспериментально установлено, что выбросы в атмосферу от низкотемпературных зон эрозии на поверхности породных отвалов, занимающие площадь 20-25% их поверхности, составляют до 50% от общего вклада в загрязнение по всем загрязняющим веществам.

По соотношению концентраций диоксида углерода к оксиду углерода и по степени использования кислорода автором предложен метод определения стадии горения породных отвалов. В результате натурных исследований установлено, что увеличение относительной влажности атмосферы в 2 раза сопровождается повышением степени генерации наиболее токсичного компонента газовых выбросов - сероводорода в 3 раза в низкотемпературных зонах на поверхности горящих породных отвалов.

**В пятом разделе** приведены рекомендации по дистанционному контролю теплового состояния породных отвалов.

Автором установлено влияние стадии метаморфизма угля на предельные расстояния дистанционного контроля температуры поверхности породных отвалов. Для породных отвалов, образованных при добыче углей высокой стадии метаморфизма расстояние дистанционного контроля больше, чем для породных, образованных при добыче углей низкой стадии метаморфизма.

Обоснована периодичность мониторинга теплового состояния ПО - 1 раз в месяц. Предлагаемая технология дистанционной температурной съемки и определения выбросов токсичных газов с поверхности ПО позволяет снизить стоимость работ в 5 раз, по сравнению с существующей.

### **Замечания к работе.**

1. Дистанционное определение теплового состояния породных отвалов дает качественную характеристику очагов самовозгорания и не позволяет определить потенциальные выбросы загрязняющих веществ, которые обусловлены увеличением влажности атмосферы. Это связано с тем, что газовые выделения над отвалами, зависят от происходящих в них процессов. Анаэробные условия обуславливают восстановительную среду, а аэробные – окислительную. При этом поле устойчивости всех соединений

серы зависит от окислительно-восстановительного потенциала и pH среды. Отсутствие информации о состоянии соединений серы в координатах Eh и pH делают представленный способ мониторинга только качественным.

2. Непонятно, как координируются данные, полученные на отвалах металлургического цинкового и золотоизвлекательного заводов с данными по угольным отвалам (стр.35)?

3. Эмиссии сероводорода, согласно приведенным результатам работы, учитываются только при повышении влажности атмосферы. Выделяется ли сероводород при минимальной влажности атмосферы (в сухую погоду)?

4. Распространение загрязнения в сухую погоду и при наличии осадков существенно отличается. Это влияет на концентрацию загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной зоны. Целесообразно было бы учесть это в расчете рассеивания.

5. Из раздела 2.6 неясно, учитывается ли степень черноты объекта исследования.

6. При расчете величины температурного контраста между очагом самовозгорания и тепловизором использовался усреднённый коэффициент теплопроводности для породных отвалов Донбасса, хотя для различных углей и пород он отличается.

7. Таблицу 4.12 «Характеристика стадий окисления ПО» целесообразно дополнить информацией о соответствии каждой стадии окисления породного отвала определенному цвету, что повысит наглядность при нанесении результатов экологического мониторинга на карту породного отвала.

8. Снижение стоимости работ предлагаемым методом дистанционной съемки в 5 раз дешевле по сравнению с традиционной технологией. Однако увеличение частоты мониторинговых исследований с 1 в год до 1 в месяц, как предлагает автор, вероятно, будет экономически не эффективно, т.к. это приведет к росту годовых затрат на исследования более чем в два раза ( $41000 \times 5 = 205000$  руб в сравнении с  $41000 \times 12 \text{ мес.} = 492000$  руб).

9. Использование БПЛА в дистанционном мониторинге породных отвалов носит скорее декларативный характер, т.к. в работе очень мало сведений о применении аппарата, его характеристиках, параметрах съемки и особенностях применения.

10. В научной новизне необходимы более аккуратные и корректные формулировки, так:

Пункт 6- *предложен один из механизмов генерации сероводорода на поверхности породных отвалов, обусловленный реакцией сернистой кислоты..... (процесс может идти и по другой схеме через серную кислоту с гораздо более высокими скоростями);*


Пункт 7 - вместо «Обосновано образование элементарной серы...», вероятно, более правильно было бы « Установлено (или подтверждено) образование элементарной серы... по известному циклу Клауса».

### Общее заключение о диссертационной работе.

Несмотря на указанные замечания, считаю, что диссертация «Совершенствование систем мониторинга экологической безопасности породных отвалов с использованием дистанционных методов» является завершённой научной работой, содержит научное решение актуальной проблемы, отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Козырь Дмитрий Александрович, заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Настоящим, я, Дрозд Геннадий Яковлевич, даю согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры промышленного,  
гражданского строительства и  
архитектуры Института строительства,  
архитектуры и ЖКХ Луганского  
национального университета имени  
Владимира Даля

 Г.Я. Дрозд

Подпись д.т.н., профессора  
Дрозд Г.Я. заверяю:  
Ученый секретарь ГОУ ВПО  
«Луганский национальный университет  
имени Владимира Даля»



 И. Г. Дейнека

91034, г. Луганск, квартал Молодежный,  
20-а, тел.: +38(0642) 34-48-18,  
факс: +38(0642) 34-48-48,  
E-mail: [dahl.univer@yandex.ru](mailto:dahl.univer@yandex.ru)