

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Шлапакова Павла Александровича «Определение параметров тепломассопереноса в угольном массиве, выработанном пространстве и атмосфере выемочных участков с очагами самонагревания», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

1. Оценка актуальности темы диссертации

В 2017 г. объем добычи угля в Кузбассе составил рекордное значение 241 млн. т, из них 85 млн. т угля добыто подземным способом с применением высокопроизводительных механизированных комплексов.

Проблемы развития добычи угля в Кузбассе подземным способом связаны, прежде всего, с высокой метаноносностью угольных месторождений. Так, из 60 эксплуатируемых в Кузбассе шахт 22 шахты относятся к сверхкатегорным с метаноносностью выше $15 \text{ м}^3/\text{т}$, в том числе 15 шахт относятся к опасным по внезапным выбросам угля и газа.

При подземной добыче угля в Кузбассе, несмотря на принятые меры по обеспечению безопасности шахтеров, периодически происходят крупные аварии, вызванные взрывами метановоздушной смеси, приводящие к многочисленным жертвам. Одной из причин происхождения на шахтах взрывов метановоздушной смеси является самонагревание и самовозгорание угля, остающегося в выработанном пространстве в виде потерь при ведении очистных работ, разрушении межлавных целиков и обрушении вышележащих, подработанных пластов и их спутников.

Теплофизический процесс самовозгорания угля и кинетика его горения хорошо изучены в лабораторных условиях, но специфика самонагревания и самовозгорания угля в шахтных условиях, приводящие к эндогенным пожарам, исследованы недостаточно. Очень важна при этом своевременная локализация очагов самовозгорания угля в выработанном пространстве. Поэтому диссертация Шлапакова П.А., посвященная исследованию процессов тепломассопереноса в угольном массиве, выработанном пространстве и рудничной атмосфере выемочных участков, а также локализации очагов самовозгорания угля является весьма актуальной.

2. Оценка обоснованности, достоверности и новизны научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором сформулированы в диссертации четыре научные положения.

В первом научном положении установлено, что температура очага самонагревания породоугольного скопления при изменении относительного электрического напряжения от 5 до 100 возрастает по логарифмической зависимости, а с изменением пористости скопления от 0,05 до 0,5 при постоянном относительном электрическом напряжении температура очага монотонно возрастает по вогнутой кривой.

Во втором научном положении изложен вывод о том, что при увеличении коэффициента теплообмена породоугольного скопления с 1,5 до 4 Вт/(м²К) в направлении от очага самонагревания к очистной выработке относительная температура скопления уменьшается на 12%, а в перпендикулярном направлении только на 1%, с ростом коэффициента теплопроводности от 0,25 до 0,75 Вт/(мК) относительная температура увеличивается на 11%, а с изменением удельной теплоемкости от 250 до 1200 Дж/кгК – всего на 0,4%.

В третьем научном положении установлено, что критическая температура зажигания микрогетерогенной пылегазовоздушной смеси представляет собой логарифмическую функцию от начальной температуры смеси, коэффициента теплообмена с окружающей средой и количества теплоты, выделяющейся при горении. При этом установлен нелинейный рост критической температуры зажигания смеси при увеличении начальной температуры смеси от 300 до 500 К и коэффициента теплообмена от 5 до 25 Вт/(м²К), а при увеличении количества теплоты и концентрации реагирующего газа соответственно с 15 до 50 МДж/(кгК) и с 0,12 до 0,5 кг/м³ происходит нелинейное снижение критической температуры зажигания смеси.

В четвертом научном положении утверждается, что стационарный процесс горения микрогетерогенной пылевоздушной смеси происходит только в том случае, если отношение скорости движения смеси к ее коэффициенту температуропроводности больше критического значения, определяемого параметрами смеси.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными и достоверными, так как они получены с использованием фундаментальных законов химической кинетики горения и теории тепломассообмена, решением дифференциальных уравнений и достаточным объемом аналитических расчетов и согласуются с результатами натурных и опытных испытаний в шахтных условиях, их глубоким анализом и синтезом.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сделанных в диссертации, подтверждается результатами теоретических расчетов и шахтных экспериментов, их сопоставимостью и результатами внедрения разработанных методов электроразведки на ряде шахт Кузбасса.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, заключается:

- а) в разработке соискателем методики применения экваториального дипольного электропросвечивания массива горных пород для локации и определения температуры очагов самовозгорания;
- б) в установлении ряда закономерностей процессов тепломассопереноса в породоугольных скоплениях выемочных участков шахт;
- в) в определении критической температуры зажигания микрогетерогенной пылегазовоздушной смеси, а также обнаружении критических значений параметров процесса горения в атмосфере шахтных выработок.

3. Научная и практическая значимость полученных автором результатов

Научная и практическая значимость полученных автором результатов заключается в выявлении новых закономерностей протекания физических, теплофизических и физико-химических процессов в атмосфере угольных шахт, позволяющие обнаруживать очаги самонагревания в угольных целиках и выработанных пространствах, определять критическую температуру зажигания и параметры стационарного горения микрогетерогенных пылегазовоздушных смесей в рудничной атмосфере.

4. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные положения диссертации реализованы автором в двух нормативных документах: «Инструкция по предупреждению эндогенных пожаров и безопасному ведению горных работ на склонных к самовозгоранию пластах угля» и стандарт организации СТО 00173769-001-2018 «Определение параметров горения пылегазо-воздушных смесей в горных выработках», утвержденный в АО НЦ ВОСТНИИ и введенный в действие с 01.06.2018 г.

5. Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Диссертация изложена на 121 странице машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы из 150 наименований.

В первой главе изложено состояние изученности процессов тепломассопереноса, горения и методов прогнозирования очагов самовозгорания на угольных шахтах. Автор провел обширный обзор и критический анализ опубликованных работ в области теории тепломассопереноса и кинетики горения, изучил существующие методы прогнозирования очагов самонагревания угля в выработанном пространстве и сделал соответствующие правильные выводы.

Во второй главе изложена методика определения местоположения и температуры очагов самовозгорания в угольных целиках и породоугольных скоплениях с помощью методов электроразведки, в частности с использованием экваториально-дипольного электропросвечивания. С помощью этого метода проведен анализ процессов самонагревания угольных целиков на ОАО «Разрез Инской», вблизи капитальных горных выработок на шахте им. С.Д.Тихова и шахте им. А.Д.Рубана. С помощью методов электроразведки проведен поиск очагов самовозгорания угля на шахте «Ольжерасская-Новая» и шахте «Заречная».

В третьей главе проведен анализ температурных полей в породоугольных скоплениях при наличии очагов самовозгорания на угольных шахтах, в частности, в выработанном пространстве лавы 21-1-9 шахты «Ольжерасская-Новая». Опреде-

лено время снижения температур и остывания породоугольных скоплений при воздействии профилактических мероприятий.

В четвертой главе исследованы процессы горения микрогетерогенных пылегазовоздушных смесей в рудничной атмосфере. Решены задачи определения основных параметров тепломассопереноса при стационарном процессе горения микрогетерогенных пылегазовоздушных смесей.

В заключении приведены основные научные положения, выводы и рекомендации, сделанные автором диссертации.

Основные положения и результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, включая один патент на изобретение, докладывались и обсуждались на семи Международных научно-практических конференциях в период с 2012 по 2017 гг.

На основании объема опубликованных работ и апробации диссертации следует сделать вывод о достаточной степени ее завершенности.

Таким образом, диссертация является завершенной научной работой, посвященной решению актуальной задачи исследования процессов тепломассопереноса в породоугольных скоплениях и горения микрогетерогенных пылегазовоздушных смесей в рудничной атмосфере.

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации и автореферата

Достоинствами диссертации является тщательный, подробный анализ существующих публикаций по поставленным задачам, обоснование и использование в шахтных условиях метода экваториально-дипольного электропросвечивания для установления местоположения очагов самовозгорания угля, а также теоретические обоснования основных закономерностей процессов тепломассопереноса в угольном массиве и стационарных процессов горения микрогетерогенных пылегазовоздушных смесей в рудничной атмосфере.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания:

– в третьей главе автор упрощает постановку задачи расчета теплового поля в породоугольном скоплении выработанных пространств, представляя эти скопления в виде «балок-полосок» квадратного сечения с размерами, равными мощности пласта, и длиной 130 м, равной расстоянию от лавы до очага самовозгорания. Это позволяет автору свести пространственную, трехмерную задачу расчета теплового поля к одномерной, с распределением теплового потока, главным образом, вдоль оси этих «балок-полосок», один конец которых находится в очаге самовозгорания, а другой – в очистном забое. При этом все используемые в задаче коэффициенты теплообмена, теплопроводности, теплоемкости и плотности приняты постоянными. На самом деле породоугольные скопления в выработанном пространстве шахт образуются в результате разрушения целиков угля, обрушения пород кровли и вышележащих угольных пластов и их спутников и представляют собой более сложную, трехмерную, неоднородную, анизотропную структуру, в которой все теплофизические коэффициенты являются переменными величинами, зависящими от координат и свойств этого техногенного углепородного массива;

– последние три вывода из восьми, приведенные в заключении диссертации и автореферате, носят аннотационный характер и характеризуют результаты внедрения работы, то есть научными выводами, как таковыми, они не являются и поэтому было бы лучше в заключении изложить результаты внедрения работы отдельно, без нумерации.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки диссертации.

7. Заключение по диссертации

Диссертация Шлапакова Павла Александровича является научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача по определению параметров тепломассопереноса в угольных целиках, выработанных пространствах и атмосфере выемочных участков, позволяющая определять местоположение очагов самонагревания, выполнять расчеты температурных полей и параметров пылегазовоздушных смесей, что вносит существенный вклад в развитие науки о Земле.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Шлапаков Павел Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент,
главный научный сотрудник лаборатории подземной разработки угольных месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, доктор технических наук



Ордин А.А.

Персональные данные Ордина А.А.:

630091, Новосибирск, Красный пр., 54, сот. тел. 8-913-910-5717, e-mail: ordin@misd.ru

Я, Ордин Александр Александрович, автор отзыва, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«8 » августа 2018 г.


(подпись)

Подпись официального оппонента, доктора технических наук удостоверяю:
Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, к.т.н.



Хмелинин А.П.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, 630091, Новосибирск, Красный пр., 54, e-mail: gora@misd.ru, www.misd.ru