

УДК 504.064.4

Д. А. ДОСТОВАЛОВА, Н. С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**МОНИТОРИНГ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ОТВАЛА ГОРНЫХ ПОРОД
ШАХТЫ ИМ. М. И. КАЛИНИНА**

Аннотация. В статье представлены результаты мониторинга теплового состояния действующего отвала горных пород шахты им. М. И. Калинина ГП «Макеевуголь», выполнен сравнительный анализ с данными о температурной съемке за 2012 год, предложены мероприятия по тушению отвала горных пород. Результаты исследования могут быть использованы для достижения экономического эффекта от рециклинга накопленных техногенных отходов, а также для повышения экологической безопасности промышленных регионов.

Ключевые слова: отвал горных пород, температурная съемка, инфракрасный термометр, самовозгорание.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В современном мире все большую значимость приобретает проблема экологической деформации территорий под воздействием антропогенного фактора. Технология добычи каменного угля предусматривает выемку вмещающих угольные пласты горных пород и выбракованного угля на поверхность, вследствие чего формируются антропогенные ландшафты (отвалы горных пород), которые приводят к нарушению целостности и динамики естественных природных экосистем.

Отвалы горных пород являются одной из главных составляющих в структуре загрязнителей окружающей среды Донбасса. При этом большинство породных отвалов с течением времени самовозгораются, что практически исключает возможность их переработки, а также способствует значительному изменению состава атмосферного воздуха, выделению в атмосферу оксида углерода, сернистого ангидрида, сероводорода, оксидов азота и других продуктов горения.

Мониторинг теплового состояния отвалов горных пород позволяет предупредить самовозгорание и минимизировать негативное воздействие на окружающую природную среду.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В статье «Мониторинг теплового состояния породных отвалов с использованием дистанционных методов контроля», С. П. Высоцким и Д. А. Козырем предложен метод мониторинга теплового состояния поверхности действующих и неэксплуатируемых, горящих и негорящих породных отвалов с использованием беспилотных летательных аппаратов для выявления очагов самонагревания на начальной стадии горения породных отвалов [1].

В работах М. П. Зборщика и В. В. Осокина установлено, что горение отвальной породы происходит вследствие биохимического и химического окислительного выщелачивания пирита с выделением им паров элементарной серы и ее воспламенением на воздухе, при этом одним из основных направлений предупреждения самовозгорания отвалов горных пород является контроль теплового состояния породного отвала [2, 3].

ЦЕЛЬ

Мониторинг теплового состояния действующего отвала горных пород шахты им. М. И. Калинина ГП «Макеевуголь», разработка мероприятий по тушению отвала горных пород.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Отвал горных пород ОП «Шахта им. М. И. Калинина» ГП «Макеевуголь» расположен на северо-востоке от промплощадки шахты. Отвал плоский, эксплуатируется с 1962 года, площадь основания породного отвала по проекту составляет – 260 000 м²; фактически – 213 188 м²; высота породного отвала по проекту – 100 метров; фактически – 82 м [4].

Порода доставляется автотранспортом, выгружается плотно прилегающими друг к другу конусами. Обнаруживаемые при этом горючие материалы (отходы леса, куски угля, обрезки транспортной ленты и др.) отбираются и удаляются из отвальной массы. Из выгруженной породы бульдозером формируется слой с частичным перемещением породы и ее планировкой [4].

По откосу ограждающей призмы с наружной стороны отсыпается и формируется изолирующий слой из инертного материала толщиной 0,8 м. Формирование слоя внутри ограждающей призмы производится в направлении от призмы к середине отвала в том же порядке, что и формирование самой призмы. Уплотнение породы при этом происходит естественным образом, колесами автомобилей и гусеницами бульдозера. Формирование следующего слоя производится аналогичным способом, начиная с ограждающей призмы [4].

Для проведения мониторинга была выполнена температурная съёмка в некоторых точках очагов горения, выявленных по результатам контроля теплового состояния в 2012 году [4], а также в предполагаемых (видимых) очагах горения.

Температурная съёмка выполнена в сентябре 2019 года при температуре окружающего воздуха от +18 до +22 °С, в соответствии с Методическими указаниями для проведения температурных съёмок на породных отвалах угольных шахт и обогатительных фабрик [5]. Измерение температуры производилось на глубине 0,5 м бесконтактным методом с помощью инфракрасного термометра GM 320 (рис. 1).



Рисунок 1 – Инфракрасный термометр GM320.

Технические характеристики инфракрасного термометра GM320

Диапазон контролируемых температур, °С	-50 ~ +380
Разрешение, °С	0,1
Погрешность измерения, °С	± 1
Спектральный отклик, μm	7 ~ 14
Расстояние: пятно	12 : 1
Излучательная способность	0,10 ~ 1,00 (регулируемая)
Время отклика, ms	500
Габаритные размеры, мм	155 × 95 × 43

В момент проведения температурной съёмки (рис. 2) отвал горных пород состоит из трех ярусов. На верхнем ярусе имеются подготовленные площадки для складирования породы.

Расположение очагов горения отвала горных пород, выявленных по результатам контроля теплового состояния в 2012 году, показано на рисунке 3 в масштабе 1:2 000.



Рисунок 2 – Фото с места (очаг № 1) проведения температурной съёмки на отвале горных пород ОП «Шахта им. М. И. Калинина» ГП «Макеевуголь» в сентябре 2019 года.

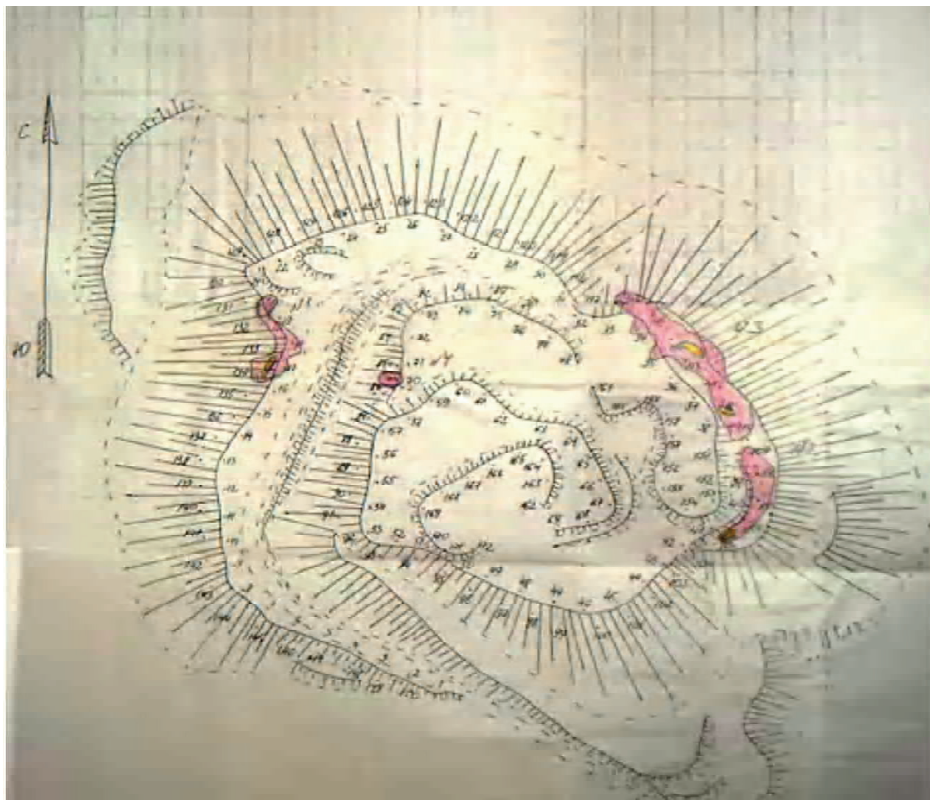


Рисунок 3 – Схема расположения очагов горения отвала горных пород ОП «Шахта им. М. И. Калинина» ГП «Макеевуголь» в сентябре 2012 года [4].

Форма очагов горения и расположение точек замера показаны на рисунках 4, 5 в масштабе 1:500.

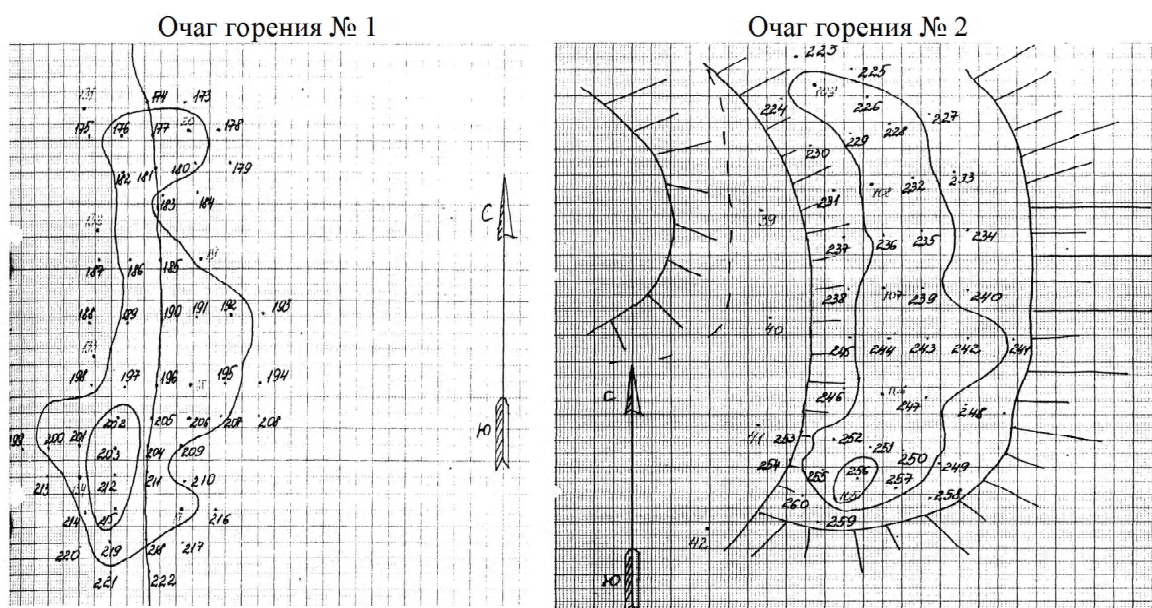


Рисунок 4 – Схема расположения очагов горения (№ 1, № 2) отвала горных пород ОП «Шахта им. М. И. Калинина» ГП «Макеевуголь» в сентябре 2012 года [4].

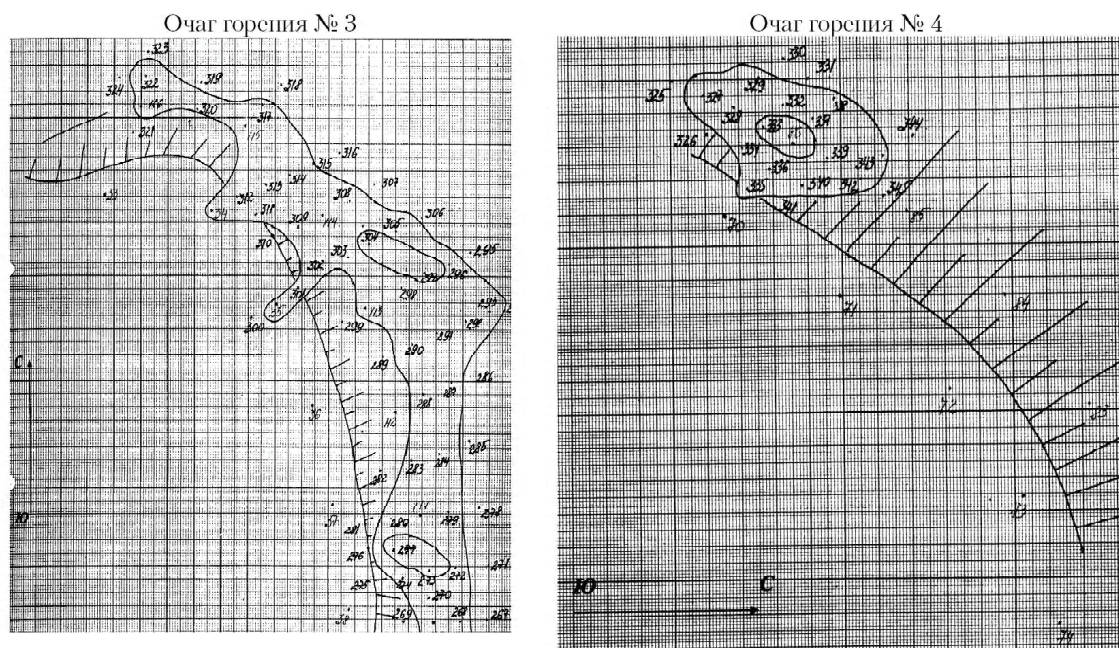


Рисунок 5 – Схема расположения очагов горения (№ 3, № 4) отвала горных пород ОП «Шахта им. М. И. Калинина» ГП «Макеевуголь» в сентябре 2012 года [4].

В таблицах 1, 2, 3, 4 представлены результаты измерений температуры в некоторых точках очагов горения, выполненных в 2012 году и в 2019 году.

На рисунках 6, 7, 8, 9 представлены распределения температуры в очагах горения в 2012 году и в 2019 году.

Таблица 1 – Результаты измерения температуры в очаге горения № 1

№ точки замера	176	185	190	192	201	202	203	206	211	212
Температура, измеренная в 2012 году, °С	87	108	87	85	125	311	159	80	105	156
Температура, измеренная в 2019 году, °С	48	143	83	95	154	214	106	87	78	139

Таблица 2 – Результаты измерения температуры в очаге горения № 2

№ точки замера	228	235	242	243	250	251	255	256
Температура, измеренная в 2012 году, °С	87	96	90	189	114	147	96	195
Температура, измеренная в 2019 году, °С	64	126	59	136	85	144	118	181

Таблица 3 – Результаты измерения температуры в очаге горения № 3

№ точки замера	264	273	288	291	292	297	298	304	305	313
Температура, измеренная в 2012 году, °С	96	180	110	172	144	156	105	182	90	163
Температура, измеренная в 2019 году, °С	51	164	120	176	117	161	111	145	94	142

Таблица 4 – Результаты измерения температуры в очаге горения № 4

№ точки замера	328	332	333	336	337	339
Температура, измеренная в 2012 году, °С	88	101	115	136	97	141
Температура, измеренная в 2019 году, °С	76	68	58	65	84	92

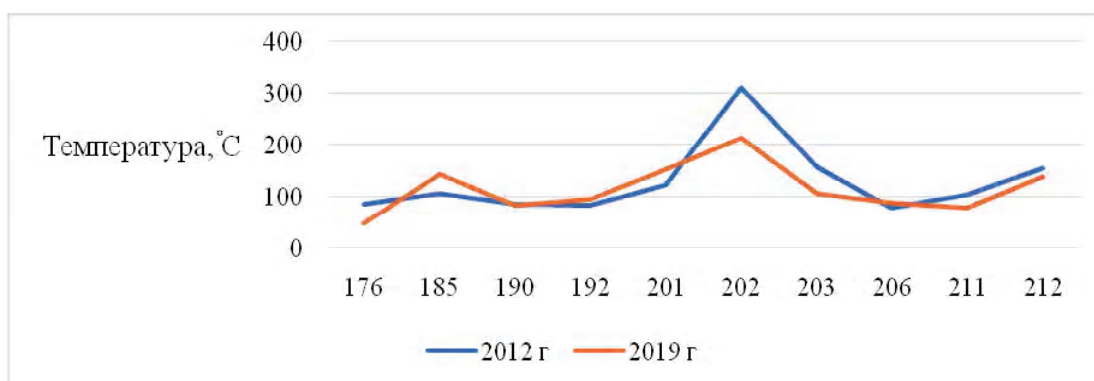


Рисунок 6 – Распределение температуры в очаге горения № 1.

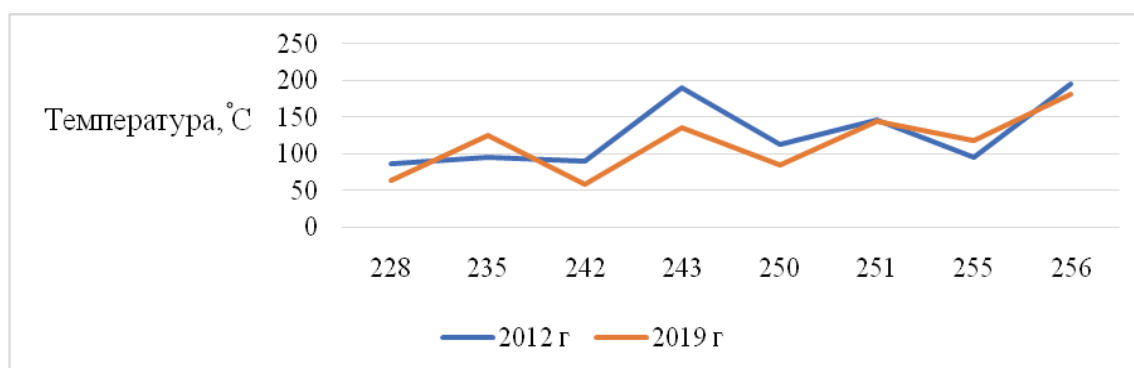


Рисунок 7 – Распределение температуры в очаге горения № 2.

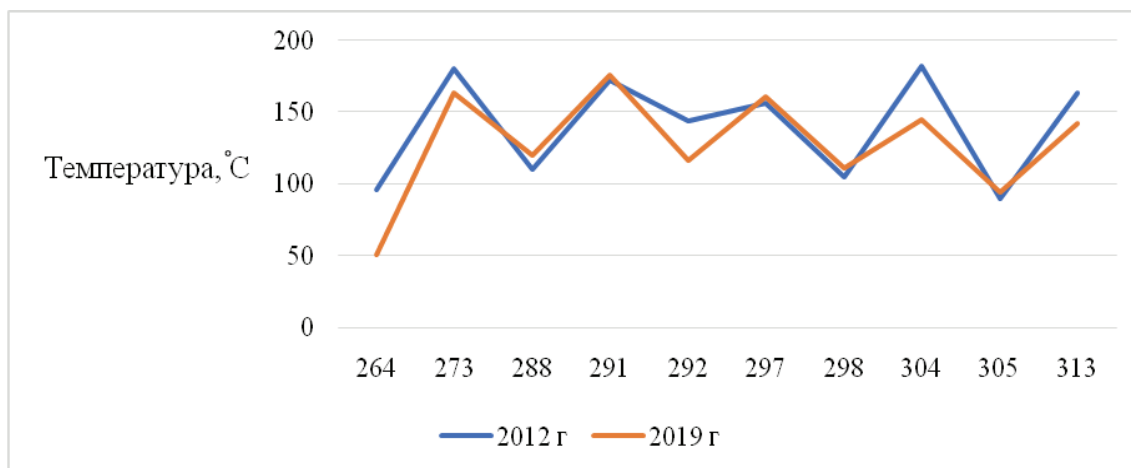


Рисунок 8 – Распределение температуры в очаге горения № 3.

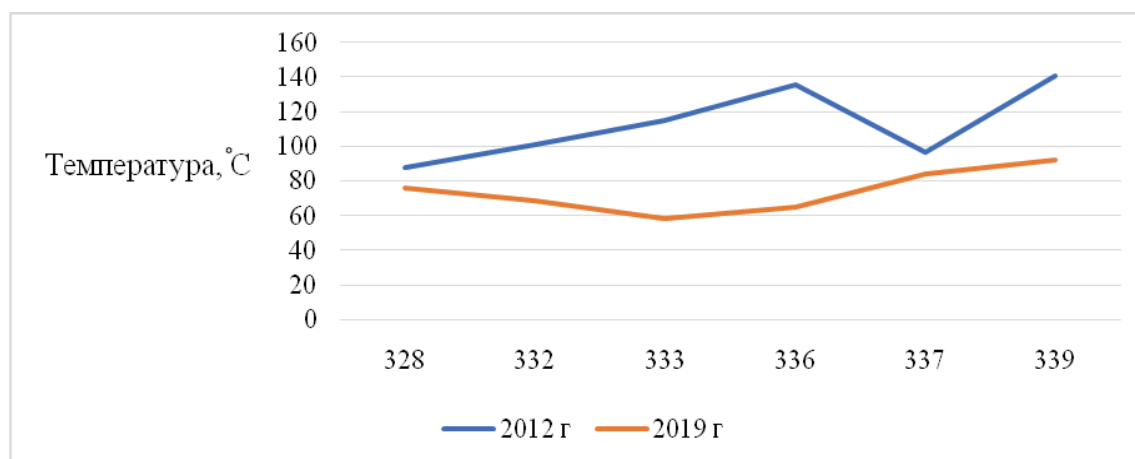


Рисунок 9 – Распределение температуры в очаге горения № 4.

ВЫВОДЫ

В результате мониторинга установлено, что количество очагов горения на отвале горных пород за временной промежуток с сентября 2012 года по сентябрь 2019 года не изменилось. В некоторых точках очагов горения, в частности очаг № 1 (точки 185, 201), очаг № 2 (точки 235, 255) наблюдается увеличение температуры, с максимальной температурой 154 °С. Отвал горных пород в настоящее время является горящим, а мероприятия по тушению, проводимые шахтой эффективны не на всей поверхности породного отвала.

Предлагаются следующие мероприятия по тушению отвала горных пород:

- предварительное выколаживание и террасирование откосов отвала;
- охлаждение поверхности очагов горения навесной струей гидромонитора;
- охлаждение глубинных пород путем подачи воды через иньекторы или скважины, обсаженные трубами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоцкий, С. П. Мониторинг теплового состояния породных отвалов с использованием дистанционных методов контроля [Текст] / С. П. Высоцкий, Д. А. Козырь // Вестник Академии гражданской защиты : научный журнал. – 2018. – Вып. 1(13). – С. 59–69.
2. Зборщик, М. П. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений [Текст] / М. П. Зборщик, В. В. Осокин. – Донецк : ДонГТУ, 1996. – 178 с.
3. Зборщик, М. П. Природа опасных и экологически вредных проявлений в пиритсодержащих породах [Текст] / М. П. Зборщик, В. В. Осокин // Уголь Украины. – 1998. – № 5. – С. 26–27.

4. Технический отчет о температурной съемке действующего породного отвала шахта М. И. Калинина ГП «Донецкая топливная энергетическая компания» [Текст] / ОП «Донецкое УТППОРЗ» ГП «ДУЭК». – Донецк : [б. и.], 2012. – 18 с.
5. Методические указания для проведения температурных съёмок на породных отвалах угольных шахт и обогатительных фабрик [Текст]. – Введ. 1968-01-01 / МакНИИ. – Донецк-Макеевка, 1968. – 27 с.
6. Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов к п. 652 «Правил безопасности в угольных шахтах» [Текст] : сборник инструкций к «Правилам безопасности в угольных шахтах». – К. : Основа, 1996. – 12 с.
7. Правила безопасности в угольных шахтах [Текст]. – Введ. 2016-04-18 / Госкомитет Гортехнадзора ДНР. – Донецк : [б. и.], 2016. – 162 с.
8. Scientific and practical results of monitoring of anthropogenic influence on mining-industrial territories environment [Text] / N. M. Kachurin, S. A. Vorobev, T. V. Korchagina, R. V. Sidorov // Eurasian Mining. – 2014. – № 2. – P. 44–48.

Получено 09.10.2019

Д. О. ДОСТОВАЛОВА, М. С. ПОДГОРОДЕЦЬКИЙ
МОНІТОРИНГ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ВІДВАЛУ ГІРСЬКИХ ПОРІД ШАХТИ
ІМ. М. І. КАЛІНІНА
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті представлені результати моніторингу теплового стану діючого відвалу гірських порід шахти ім. М. І. Калініна ДП «Макіїввугілля», виконано порівняльний аналіз з даними про температурне знімання за 2012 рік, запропоновано заходи щодо гасіння відвалу гірських порід. Результати дослідження можуть бути використані для досягнення економічного ефекту від рециклінгу накопичених техногенних відходів, а також для підвищення екологічної безпеки промислових регіонів.

Ключові слова: відвал гірських порід, температурне знімання, інфрачервоний термометр, самозаймання.

DARIA DOSTOVALOVA, NICHOLAS PODGORODETSKY
MONITORING THE THERMAL STATE OF THE ROCK DUMP OF M. I. KALININ
MINE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article presents the results of monitoring the thermal state of the existing rock dump of M. I. Kalinin mine State Enterprise «Makeevugol», a comparative analysis with data on temperature surveys for 2012 was carried out, and measures for extinguishing a rock dump were proposed. The results of the study can be used to achieve the economic effect of recycling accumulated industrial waste, as well as to improve the environmental safety of industrial regions.

Key words: rock dump, temperature survey, infrared thermometer, spontaneous combustion.

Достовалова Дарья Александровна – магистрант кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: анализ степени возникновения риска при подземных разработках полезных ископаемых; перспективные инновационные способы газоочистки; проблемы снижения производственного травматизма, совершенствование технологии обработки шахтных вод с перспективой повторного использования воды и утилизации угольного шлама в энергетических целях.

Подгородецкий Николай Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: охрана труда в строительстве; повышение энергоэффективности управления измельчительным переделом промышленного сырья в строительстве; повышение эффективности ультразвуковых методов контроля и диагностики для обеспечения безопасной эксплуатации строительных объектов.

Достовалова Дар'я Олександрівна – магістрант кафедри техносферної безпеки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: аналіз ступеня виникнення ризику при підземних розробках корисних копалин; перспективні інноваційні способи газоочистки; проблеми зниження виробничого травматизму, вдосконалення технології обробки шахтних вод з перспективою повторного використання води та утилізації вугільного шламу в енергетичних цілях.

Подгородецький Микола Сергійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри техносферної безпеки ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: охорона праці в будівництві; підвищення енергоефективності управління подрібнювальним переділом промислової сировини в будівництві; підвищення ефективності ультразвукових методів контролю і діагностики для забезпечення безпечної експлуатації будівельних об'єктів.

Dostovalova Daria – Master's student, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: analysis of the degree of risk in underground mining; promising innovative methods of gas treatment; problems of reducing industrial injuries, improving the technology of treatment of mine water with the prospect of re-use of water and utilization of coal sludge for energy purposes.

Podgorodetsky Nicholas – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labor safety in construction; improving management efficiency crushing redistribution of industrial raw materials in construction; improving the efficiency of ultrasonic methods for monitoring and diagnostics to ensure safe operation of construction projects.