

**Секция 1.**  
**РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА,  
НАРУШЕННОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

УДК 550.8.08, УДК 622.45

**СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРОВ  
НА ТЕРРИТОРИЯХ ГОРНЫХ ОТВОДОВ  
УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Достовалова А.В., Быкадоров В.Д.**

Научные руководители: старший преподаватель Кузин Е.Г.,  
доцент к.т.н. Шахманов В.Н.  
КузГТУ, филиал КузГТУ в г. Прокопьевске

Аннотация. В данной работе приведены сведения о современных способах обнаружения и локализации пожаров на территориях угольных предприятий. Выявление очагов возгорания при помощи беспилотных летательных аппаратов с установленной инфракрасной камерой, позволяет оценить площади возгорания быстро и безопасно для операторов. Локализация очагов и распространение по глубине производится с использованием метода георадиолокации. Таким образом, возникает полная картина по объемам разогретой горной массы, что позволяет оценить объемы охлаждающих веществ.

Ключевые слова: пожары на угольных предприятиях, породные отвалы, угольные склады, инфракрасная термография, беспилотные летательные аппараты, георадиолокация.

Проблема борьбы с возгораниями горной массы на угольных складах, действующих и недействующих породных отвалах в последнее время является весьма актуальной. Места возгорания выделяют вредные и ядовитые газы, которые разносятся воздушными потоками и достигают жилых районов (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Выделение газов на недействующем отвале

Известны способы контроля температуры при помощи контактного термометра, для которого необходимо провести тепловую съемку на глубине 2,5 м согласно инструкции [1]. Непонятно, чем вызваны подобные требования, с одной стороны появление высокой температуры на поверхности (более 45 градусов по Цельсию) уже подтверждают наличие возгорания. С другой стороны, измерение контактным термометром покажет температуру только в точке, в отличие от съемки тепловизором, отражающим минимальную и максимальную температуру в области (см. рисунок 2). Причем отвал относится к категории горящих, если на нем имеется хотя бы один очаг горения с температурой пород на глубине до 2,5 м более 80°C [1].

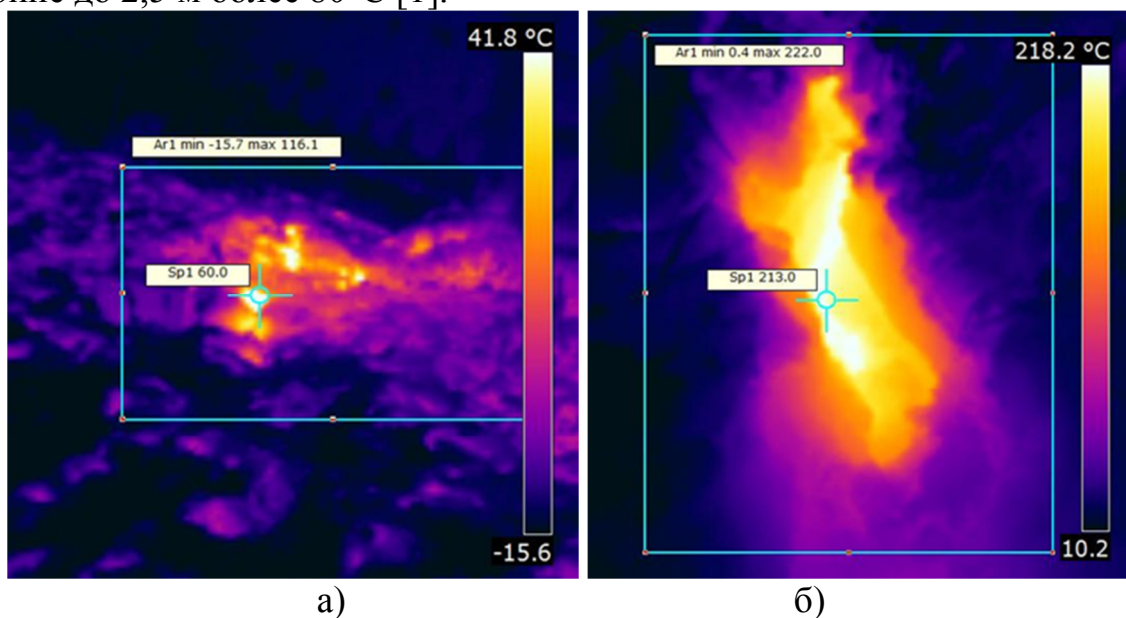


Рисунок 2 – Термограмма места возгорания отвала: а) – обзорная с расстояния 10 м, б) – приближенно с расстояния 1 м

Анализ термограммы (рисунок 2, а) показывает наличие максимальной температуры в области около 116°C, детальное изучение участка показывает максимальную температуру 222°C (рисунок 2 б).

Работа тепловизором, как показано в работах [2 - 4] может вестись на расстоянии от объекта, что повышает безопасность ведения съемки. При этом следует учитывать расстояние до объекта.

На породном отвале, ликвидированной шахты было проведено обследование инфракрасным тепловизором, участки, имеющие превышение температуры, были дополнительно обследованы на наличие окиси углерода, метана и объемной активности радона. Содержание газов, измеренное в местах нагревания, подтверждает различную интенсивность возгорания и достаточно хорошо коррелирует со значениями температуры на поверхности отвала (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Результаты тепловой и газовой съемок по отвалу

Номер точки	Максимальная температура $T_{max}$ , °C	Окись углерода $CO$ , млн <sup>-1</sup>	Метан $CH_4$ , %	Объемная активность радона-222 $RoA$ , Бк·м <sup>-3</sup>	Количество распадов торона-220 $ThA$ , распадов
T1	269,0	235	0,09	104	25
T2	285,4	475	0,13	130	28
T3	175,5	175	0,04	43	20
T4	340,4	731	0,45	230	36
T5	154,5	703	0,4	190	28

Структурировав данные получены зависимости содержания газов в зависимости от температуры поверхности отвала (см. рисунок 3).

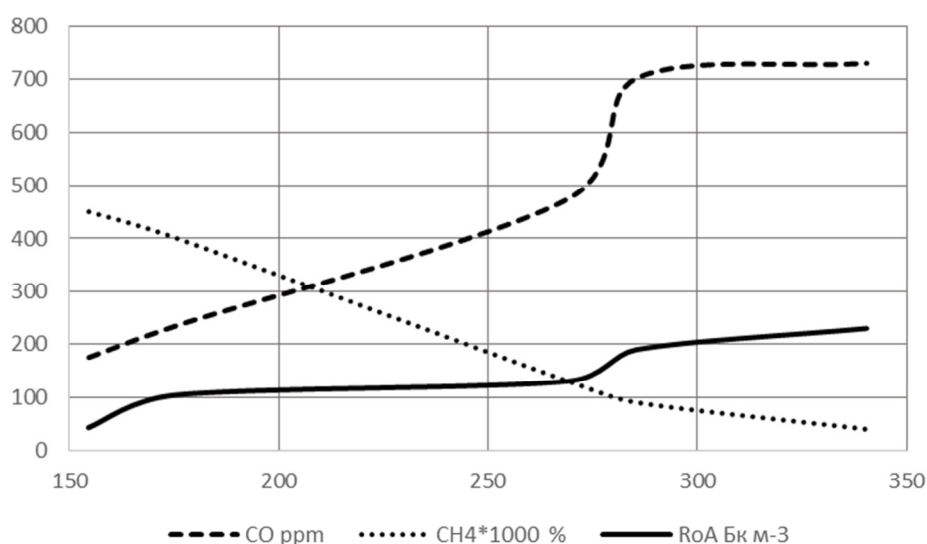


Рисунок 3 – Зависимости выделяемых газов от температуры отвала

Анализ данных показывает наличие опасной концентрации окиси углерода уже при обнаруживаемой температуре в 200 градусов.

Таким образом, необходимо применение беспилотных летательных аппаратов, оснащенных инфракрасной камерой, что позволит обеспечить еще большую производительность и безопасность для работников, проводящих съемку. Все это потребует изменений требований и пересмотр инструкции по разборке и тушению породных отвалов.

Еще одним новшеством по оценке объемов выгоревших пород может служить хорошо себя зарекомендовавший в горных условиях [5 - 8] метод георадиолокации. Георадиолокация проводится только после замера газов газоанализатором и при температуре, не превышающей 200 °С.

Радарограмма с выделенной областью возгорания приведена на рисунке 4.

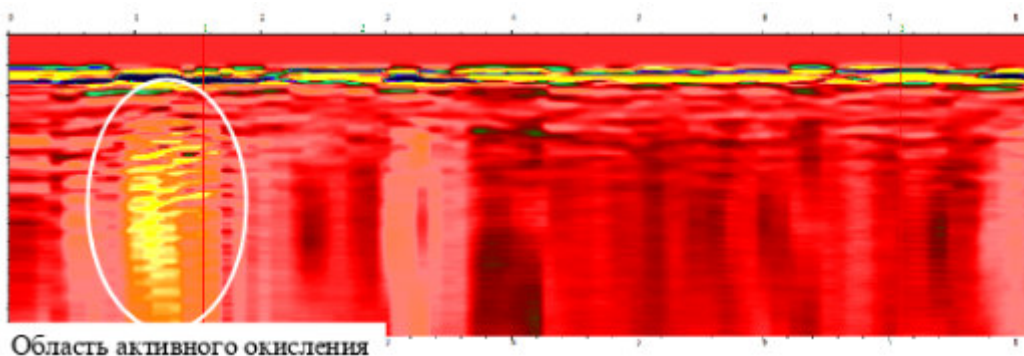


Рисунок 4 – Радарограмма с выделением области пожара

Применение георадиолокации позволяет определять области выгорания и направление трещиноватости. Направление трещиноватости позволит более эффективно распределять охлаждающие вещества при тушении породных отвалов. Исследования с применением современных методов обнаружения и локализации эндогенных пожаров продолжают-ся при участии сотрудников филиала КузГТУ в г. Прокопьевске.

### Список литературы

1. Приказ от 23 декабря 2011 года №738 Об утверждении Инструкции по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов.
2. Лунегов, М.В. Возможности инфракрасной термографии при оценке технического состояния элементов ленточных конвейеров / М.В. Лунегов, Е.Г. Кузин // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая", 2017. С. 14006.
3. Хорешок, А.А. Оценка энергоэффективности транспортных установок по результатам технической диагностики / А.А. Хорешок, Е.Г. Кузин, А.В. Шальков, и др. // Вестник Кузбасского

- государственного технического университета. 2017. № 5 (123). С. 79-85.
4. Диагностика технического состояния редукторов шахтных ленточных конвейеров / Е.Г. Кузин, Б.Л. Герике // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 8. С. 47-55.
  5. Георадарное исследование структуры блока для буровзрывных работ на разрезе "Заречный" / С.О. Марков, М.А. Тюленев, Е.А. Кузин // Техника и технология горного дела. 2018. № 1 (1). С. 56-64.
  6. Abramovich A. Prerequisites for the establishment of the automated monitoring system and accounting of the displacement of the roof of underground mines for the improvement of safety of mining work / Abramovich A., Pudov E., Kuzin E. // E3S Web of Conferences. The Second International Innovative Mining Symposium. 2017. С. 01011.
  7. Калинин, С.И. Определения состояния кровли шахтовых выработок методом георадиолокации и ультразвукового коротажа / С.И. Калинин, Е.Ю. Пудов, Е.Г. Кузин // В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России. Сборник трудов IV Международная научно-практическая конференция. 2014. С. 213-216.
  8. Кавардаков, А.А. Опыт применения георадиолокации в условиях шахты «Котинская» для оценки состояния подготовительных горных выработок / А.А. Кавардаков, Е.Г. Кузин, Е.Ю. Пудов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 12. С. 166-173.