

УДК 622.822.2

Протасов С.И., Серегин Е.А.
Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»

Protasov S.I., Seregin E.A.
KUZBASS-NIIODR Innovative Company

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОЧАГА САМОВОЗГОРАНИЯ НА ПОРОДНОМ ОТВАЛЕ

RESEARCH OF THE SPONTO-COMBUSTION TEMPERATURE AT A ROCK DUMP

Значительную опасность представляют пожары, возникающие на разрезах, шахтах, углеобогатительных фабриках и породных отвалах. Уголь и углесодержащие породы способны окисляться кислородом воздуха, что вызывает в конечном итоге их самовозгорание [1]. Самовозгораться могут и многие руды, содержащие серу [2, 3].

Горящие и разогретые углесодержащие породы выделяют газы, способствующие развитию парникового эффекта, вызывающие кислотные дожди и т.п. Возникающие в шахтах, на разрезах и на отвалах обогатительных фабрик пожары представляют серьезную угрозу здоровью и жизни людей из-за образования токсичных газов, опасности провалов в выгорающие полости, возможности взрыва в случае попадания воды в высокотемпературные области очагов пожаров.

Учитывая опасность эндогенных пожаров для угольных предприятий (шахты, разрезы и обогатительные фабрики), проводятся широкие исследования условий, способствующих развитию процесса самовозгорания. Внедрение разработанных способов профилактики позволило в последние годы существенно снизить количество эндогенных пожаров на угольных шахтах России. Продолжается изучение особенностей возникновения очагов самовозгорания в породных отвалах угольных карьеров [4, 5]. Отмечаются большие площади температурных аномалий на породных отвалах, вызванных эндогенными пожарами, что существенно затрудняет тушение таких очагов самовозгорания.

В целях снижения ущерба окружающей среде от породных отвалов применяют методы обнаружения и контроля очагов пожаров по выделению радона [6], проводится тепловизионная съемка [7], используются геофизические методы [8]. Для борьбы с очагами самовозгорания используется изоляция глиной или суглинком [9, 10], применяются вспененные суспензии, в том числе из отходов флотации [1]..

Введенная в действие 1 января 2021 г. "Инструкция по предупреждению экзогенной и эндогенной пожароопасности на объектах

"ведения горных работ угольной промышленности" также предусматривает проведение регулярных измерений температуры породных отвалов для выявления очагов самовозгорания. Точки замера температуры, согласно данному нормативному документу, располагаются на всей поверхности отвала, включая откосы, через каждые 20 м. При этом температуру горных пород предписывается определять на глубинах 0,5, 1,5 и 2,5 м от поверхности отвала.

Температурные съемки должны проводиться:

- на действующих негорячих отвалах 3 раза в год (май, июль и сентябрь);
- на действующих горячих отвалах 2 раза в год (май и сентябрь);
- на недействующих горячих отвалах 1 раз в год (сентябрь).

Для оценки эффективности рекомендуемых параметров температурной съемки породных отвалов для обнаружения очагов самовозгорания и контроля эндогенной пожароопасности на протяжении четырех лет проведены исследования температурных аномалий на породном отвале № 2 Вахрушевского поля филиала АО "УК "Кузбассразрезуголь" Краснобродский угольный разрез". Для этой цели была пробурена скважина глубиной 2,5 м. Измерение температуры породы выполнялось на глубинах 0,5 м, 1,5 м и 2,5 м.

Одновременно с замером температуры в скважинах выполняли измерения содержание газов, представляющих опасность для людей и являющимися индикаторами процесса самовозгорания:

- метан (CH_4);
- оксид углерода (CO);
- диоксид серы (SO_2) или сернистый ангидрид;
- сероводород (H_2S);
- кислород (O_2).

Вахрушевское поле филиала АО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" расположено на Абинских геологических участках углеразведки (Северном, Южном и Западном) в Юго-Западной части Киселевского месторождения Прокопьевско-Киселевского геолого-экономического района Кузбасса и по административному делению входит в состав Киселевского городского округа Кемеровской области.

Число пластов в границах разреза составляет 23, а работы ведутся по 22 пластам мощностью от 1 до 27 метров. Общая суммарная мощность пластов: геологическая – 65,7 м, рабочая – 54,3 м. Основными рабочими пластами являются: Мощный (мощностью от 19 до 27 м), II, III, IV, II^{бис} Внутренние (от 3,3 до 8,7 м), Подспорный (от 6,2 до 7,2 м), Ударный (от 6,5 до 7,5 м), Двойной (от 3,6 до 6,4 м), Горелый (от 4,3 до 5,1 м), Прокопьевский I и Прокопьевский II (от 1,5 до 3,2 м).

Протяженность карьерного поля 5 км. Продукция – уголь энергетический марок СС и ДГ (влага до 7,9-9,5 %, зола до 8,0-11,2 %, сера - 0,3 %, теплота сгорания 6400-7000 Ккал/кг).

Породный отвал № 2 Вахрушевского поля филиала АО "УК

"Кузбассразрезуголь "Краснобродский угольный разрез" является внутренним отвалом, находится в восточной части карьерного поля.

С юга и запада отвал ограничен технологической автодорогой и участком горных работ, с севера и востока отвал отсыпан до границ земельного отвода предприятия. Восточнее отвала находятся жилые районы города Киселевск, АБК Вахрушевского поля и обогатительная фабрика "Вахрушевская". Схема расположения породного отвала №2 приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Обзорная схема расположения отвала № 2

Отвал № 2 Вахрушевского поля филиала АО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" сформирован в выработанном пространстве I блока. Его отсыпка вылась тремя ярусами (гор. +265, гор. +335, гор. +370) с 2012 по 2014 гг. В настоящее время отвал отсыпан в южной части до отметки +335 м, в центральной +360 м, в северной +375 м. Согласно проектной документации отметка отвала на конец отработки месторождения должна составлять +400 м, а общий объем породы, размещаемый в отвале, составляет около 50 100 тыс. м³.

Замеры температуры отвальных пород в скважине экспериментального полигона на отвале № 2 на всех исследуемых глубинах выполнен с 2016 по 2019 год. Измерения проводились раз в квартал и всего за четыре года выполнено 16 серий замеров.

На рис. 2 приведены показания изменения температуры в скважине.

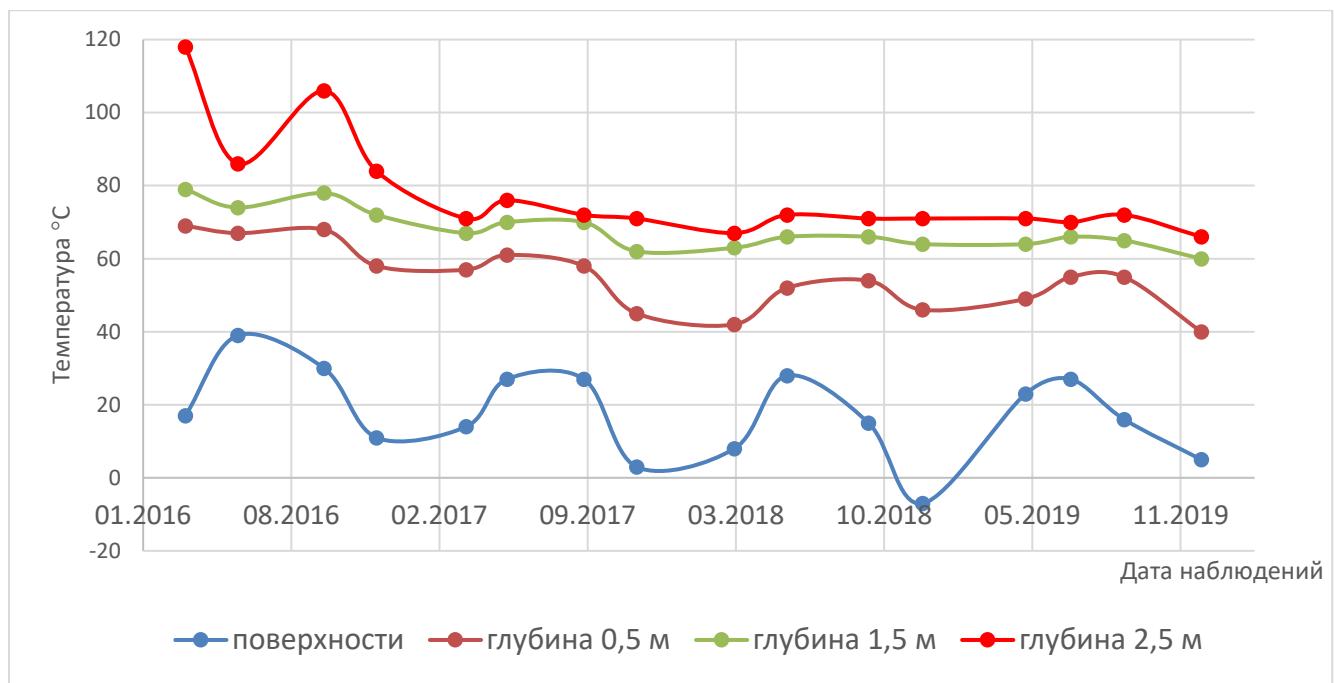


Рисунок 2. Изменение температуры в скважине

Из приведенных на рис. 2 результатов замеров видно, что температура поверхности полигона за период наблюдений изменялась от минус 7 °С до плюс 39°C, носит волнообразный характер, и это изменение связано с колебаниями температуры атмосферного воздуха в соответствие с временами года. За четыре контрольных года температура поверхности оставалась положительной даже в зимний период, кроме замера 09.12.2022, когда почва охладилась до температуры минус 7 градусов. На глубинах 0,5 и 1,5 м также наблюдаются сезонные колебания температуры пород, но в более сглаженном виде. В целом температура пород на этих глубинах за период наблюдений незначительно снизилась. Так, на глубине 1,5 м температура снизилась с 79 до 60 °С. На глубине 2,5 м температура пород в течение 2021÷2023 гг. почти не изменилась и была в пределах 67÷76 °С.

Список литературы

1. Скочинский А.А. Рудничные пожары /А.А. Скочинский, В.М. Огиевский. – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 375 с.
2. Еременко А. А., Дарбинян Т. П., Шапошник Ю. Н., Портола В. А., Цой П. А. Определение степени окисляемости и самовозгорания руд и горных пород в естественном и водонасыщенном состояниях. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2023. № 6. С. 81-90.
3. Портола В.А., Бобровникова А.А., Палеев Д.Ю., Еременко А.А., Шапошник Ю.Н. Исследование скорости сорбции кислорода самовозгорающимися сульфидными рудами. Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 1. – С. 57–62.

4. Качурин Н.М., Воробьев С.А., Рыбак Л.Л., Сидоров Р.П. Процессы тепломассообмена на породных отвалах шахт Кузбасса // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2015, № 2. – С. 48-56.
5. Протасов С.И., Серегин Е.А., Портола В.А., Бобровникова А.А. Исследование очагов эндогенных пожаров на породных отвалах угольных предприятий // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 8. С. 65-70.
6. Портола В. А., Тайлаков О. В., Ли Хи Ун. Обнаружение, локация и оценка состояния очагов подземных пожаров по аномалиям радона на земной поверхности // Уголь. 2021. № 5. С. 47–52.
7. Портола В.А., Черских О.И., Протасов С.И., Серегин Е.А., Шваков И.А. Особенности проведения тепловизионной съемки для обнаружения очагов самовозгорания на угольном разрезе // Горная промышленность. – 2023.– № 1. – С. 95-100.
8. Калайгорода В. В., Простов С. М., Шабанов Е. А. Инструментальный мониторинг при локации очагов эндогенных пожаров в борту угольного разреза // Известия вузов. Горный журнал. 2023. № 2. С. 124–135. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-2-124-135.
9. Портола В. А., Киренберг Е. А. Изолирующее свойство суглинка для профилактики самовозгорания угля и углесодержащих пород. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2025. № 3. С. 110-118.
10. Портола В.А., Храмцов В.И., Киренберг Е.А. Влияние слоя суглинка на самовозгорание скопления угля под действием ветрового напора // Уголь. 2025;(9):94-99.
11. Портола В. А., Бобровникова А. А., Киренберг Е. А. Исследование параметров вспененных отходов флотации угля для борьбы с самовозгоранием угля в шахтах. Кокс и химия. 2025. № 7. С. 22-27.