

УДК 622.822

Серегин Евгений Алексеевич, аспирант  
Протасов Сергей Иванович, профессор, к.т.н.  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Seregin Evgeniy Alekseevich, postgraduate student  
Protasov Sergey Ivanovich, professor  
(KuzSTU, Kemerovo)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОЧАГЕ  
САМОВОЗГОРАНИЯ ПОРОДНОГО ОТВАЛА  
TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE FOCUS OF SELF-  
COMBUSTION  
OF THE ROCK DUMP

Анализ аварийности свидетельствует, что пожары являются наиболее распространенной аварией на горных предприятиях [1]. Длительность пожаров существенно затягивается во времени, если их причиной является процесс самовозгорания. На предприятиях отмечены случаи самовозгорания руды и породы с большим содержанием серы [2], а углесодержащие породы способны самовозгораться на породных отвалах [3,4]. Эндогенные пожары фиксируются на угольных складах [5-7],, а их причиной является длительное хранение угля из-за неравномерности потребления угля в течение года. Изученные особенности процесса самовозгорания, рассмотренные в ряде работ [8-10], позволили усовершенствовать методы обнаружения очагов самовозгораний [11,12], способы борьбы с эндогенными пожарами [13,14].

Большой ущерб окружающей среде наносят эндогенные пожары, возникающие в породных отвалах. Для повышения эффективности борьбы с такими пожарами необходимо исследовать распределение температуры породы в зоне очагов самовозгорания. Оценка параметров очага самовозгорания проводилась с учетом требований п. 12 "Инструкции..." [15]. Для исследования был использован экспериментальный полигон породного отвала размером 20 x 20 м, на котором были пробурены 14 скважин (рисунок 1). Две скважины, как видно на рисунке 1 пробурены вблизи откоса отвала. С целью изучения закономерностей изменения температуры породы в насыпном массиве отвала часть скважин пробурены по сетке чаще, чем через 20 м, в частности через 5 м и 10 м. При этом скважины 13 и 14 пробурены в непосредственной близости от откоса уступа отвала. Измерение температуры породы осуществлялось на глубинах 0,5 м, 1,5 м и 2,5 м, а также на поверхности отвала.

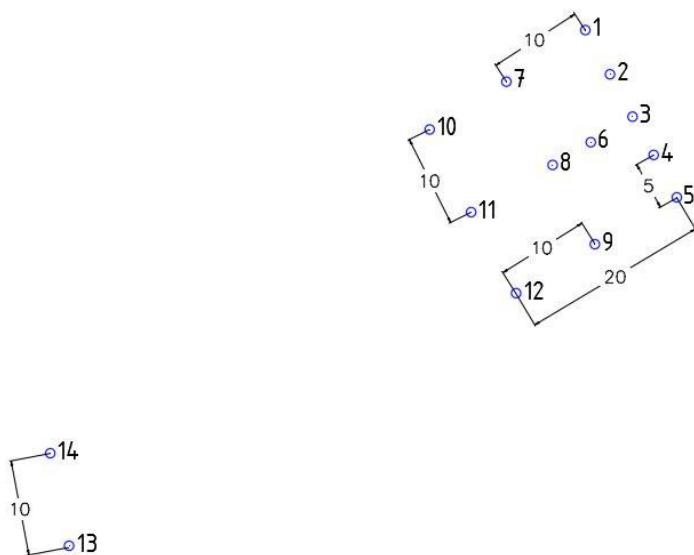


Рисунок 1. Расположение скважин на экспериментальном полигоне для измерения температуры породы на различных глубинах

Скважины обсажены металлической трубой с внутренним диаметром 125 мм. Для удобства измерения температуры на глубинах 0,5 м, 1,5 м и 2,5 м от поверхности отвала в трубе вырезаны окна размером 4x15 см. Для измерения использован контактный термометр ТК5.06 с зондами ЗПГУ длиной 1,0 м, 1,5 м и 2,5 м, а также пирометр СЕМ DT-9860S с погружным зондом КТХА 02/01-270-к1-И-Т310-4,5-250/3500 длиной 3,5 м.

Измерение температуры в пробуренных скважинах выполнялось один раз в месяц в течение трех месяцев (с сентября по ноябрь), что позволило определить динамику изменения температуры на глубине до 2,5 м. Учитывая, что измерения проводились в период снижения температуры окружающей среды, удалось также оценить влияние на процесс горения пород такого параметра, как температура атмосферного воздуха. Распределение температуры в породах, полученное в сентябре, приведено на рис. 2. На рис. 3 и 4 приведены результаты замеров температуры соответственно в октябре и ноябре.

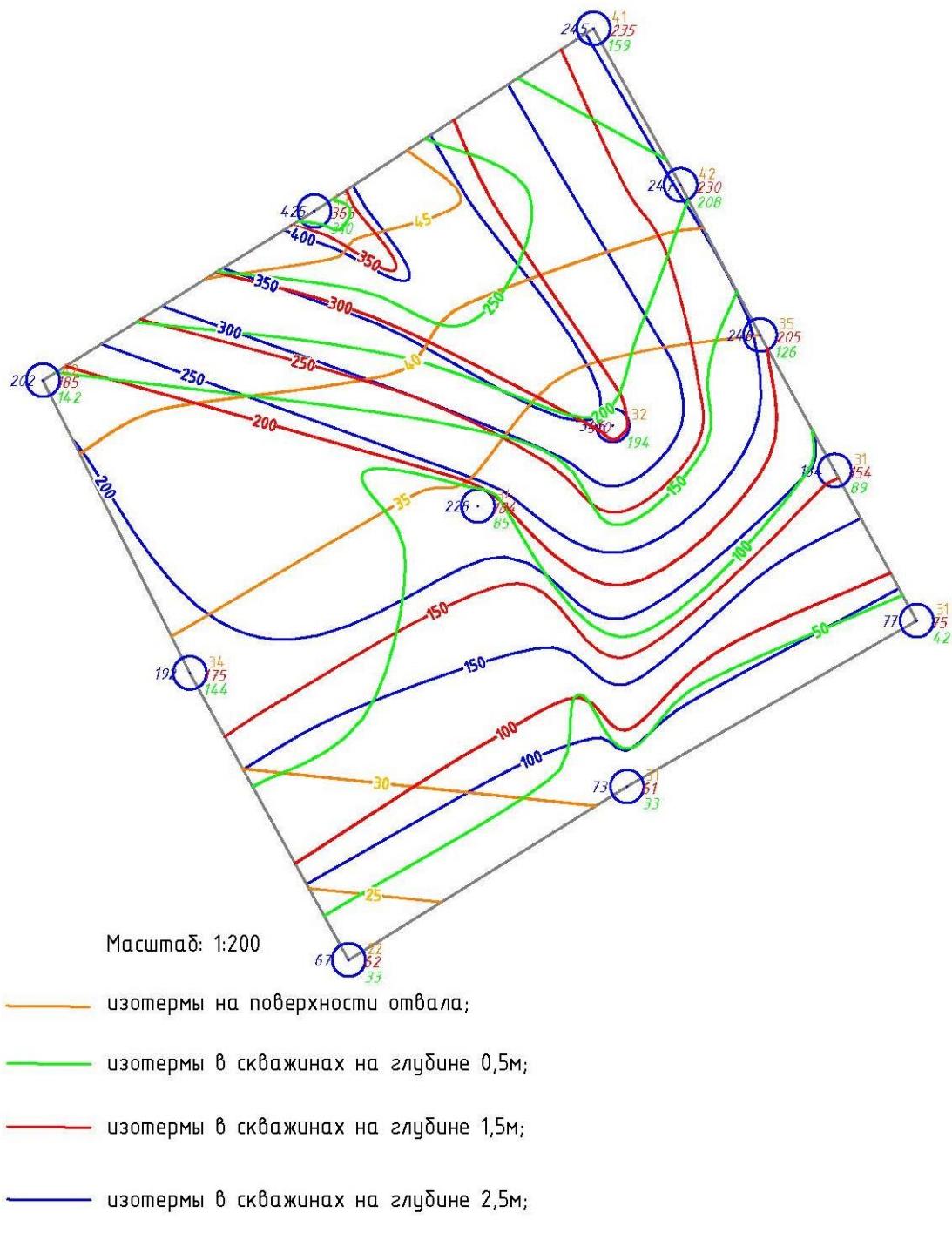


Рисунок 2. Результаты температурной съемки пород в скважинах на экспериментальном полигоне на различных глубинах

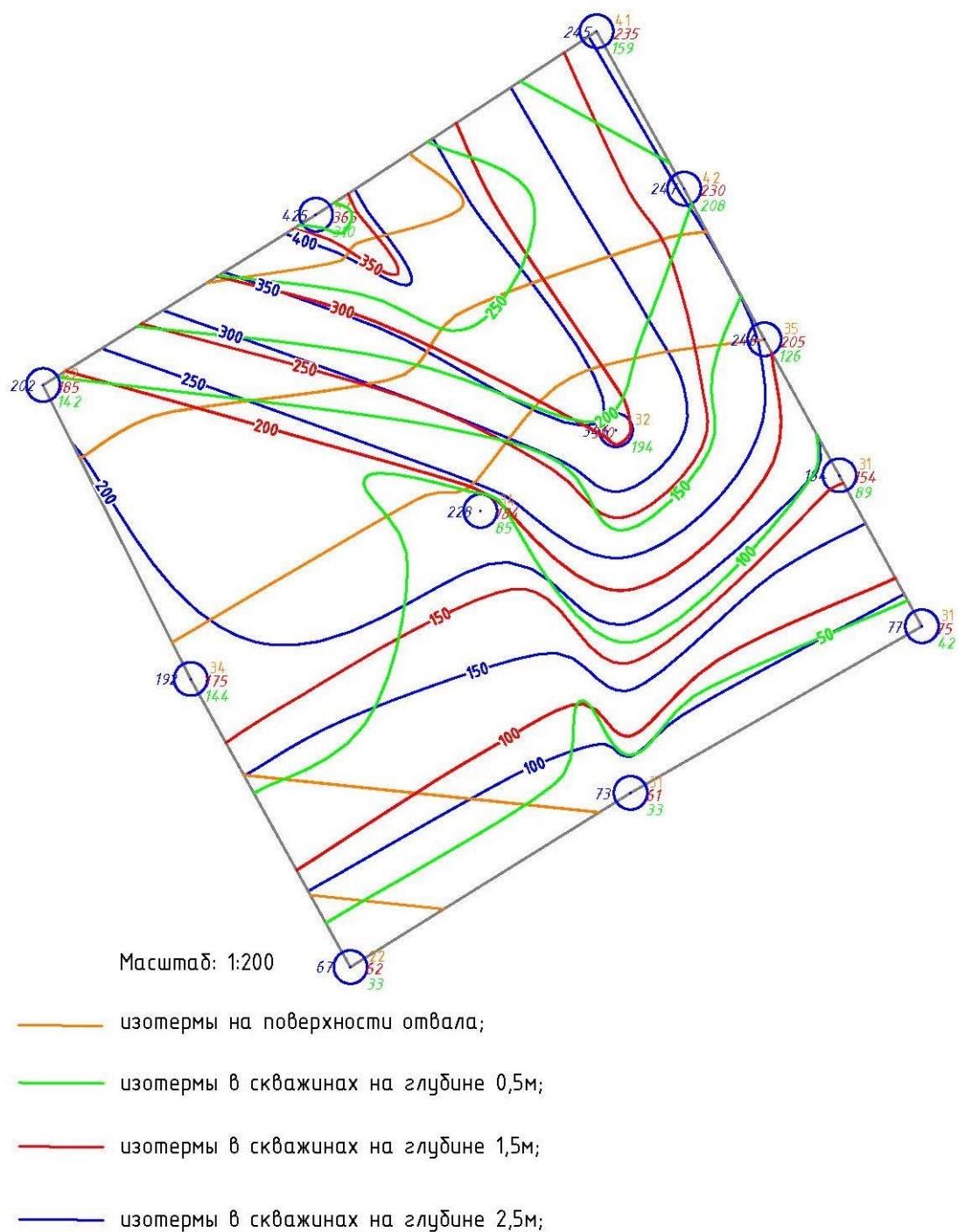


Рисунок 3. Результаты второй серии температурной съемки пород в скважинах на экспериментальном полигоне на различных глубинах

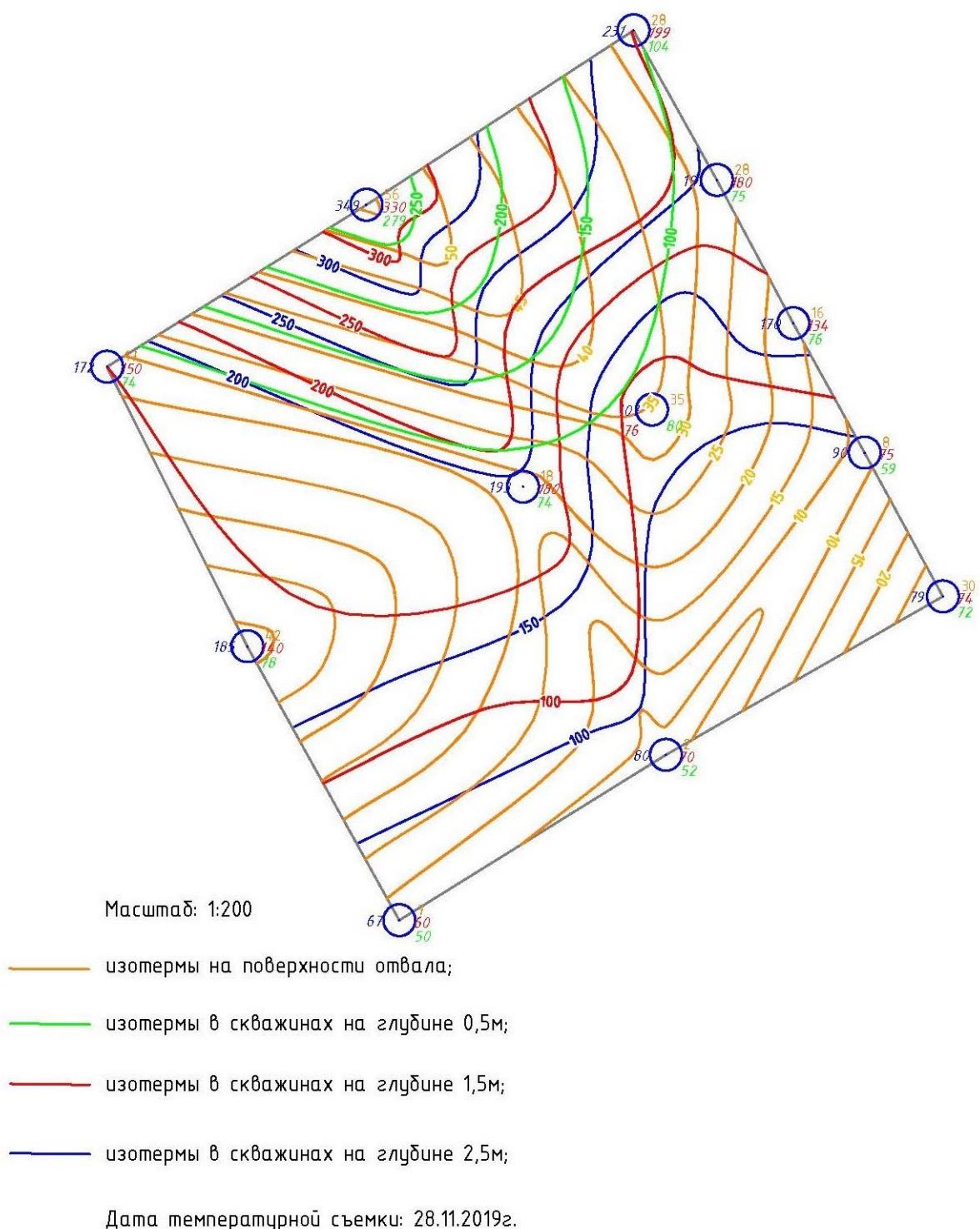


Рисунок 4. Результаты третьей серии температурной съемки пород в скважинах на экспериментальном полигоне на различных глубинах

Результаты исследований показывают, что при всех замерах температура поверхности контролируемого участка отличается от температуры окружающего воздуха, что позволяет использовать дистанционные приборы замера температуры (тепловизоры, пирометры) для обнаружения очагов самовозгорания на породных отвалах. Вместе с

тем температура поверхности отвала снижается с падением температуры атмосферного воздуха, хотя в некоторых точках отмечен существенный рост температуры пород на поверхности отвала (скважины 5, 6, 11, 12).

Замеры показывают, что практически во всех контролируемых скважинах наблюдается увеличение температуры пород с ростом глубины скважин, что свидетельствует о длительности развития процесса самовозгорания. За время существования очага самовозгорания произошло распространение температурной аномалии на большую глубину отвала. Максимальная температура на глубине 2,5 м достигала  $342\div425$  °С. Причем можно отметить перемещение высокотемпературных очагов в глубине отвала. Так, в конце ноября наблюдалось резкое повышение температуры в скважине № 7, в то время как в соседних скважинах №№ 6 и 8 происходило снижение температуры пород. Такое поведение очагов самовозгорания свидетельствует о существовании в породном отвале потоков воздуха, формирующихся под действием тепловой депрессии, развиваемой прогретыми зонами отвала.

Существенным является такой факт, как непрерывное увеличение температуры пород отвала до глубины 2,5 м. Исключение составила только одна скважина, в которой температуры на глубине 1,5 и 2,5 м практически одинаковы. Это свидетельствует о том, что эпицентр температурной аномалии находится ниже глубины 2,5 м, при этом размер температурной аномалии вглубь отвала может составлять 5 и более метров. Поэтому рекомендуемая глубина замера температуры в 2,5 м не позволяет определить реальные размеры очагов самовозгорания в породных отвалах.

В ходе замеров обнаружены также существенные перепады температур в горизонтальном направлении между соседними скважинами. Так, перепад температуры между скважинами 4 и 5, находящимися в 5 м друг от друга, составил 107 °С, а между 5 и 6 (расстояние 12 м) достигает 167 °С. Поэтому рекомендуемое "Инструкцией..." [15] расстояние между точками контроля, равное 20 м, зачастую не позволит выявлять высокотемпературные очаги самовозгорания.

### Список литературы

1. Портола В. А., Овчинников А. Е., Жданов А. Н. Оценка мер по предупреждению эндогенных пожаров в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 12. – С. 205–214.
2. 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.
3. Портола В.А., Скударнов Д.Е., Протасов С.И., Подображен С.Н. Оценка параметров очагов самовозгорания породных отвалов угольных

карьеров и способов их тушения. Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 11. – С. 42–47.

4. Проблемы и пути снижения пожароопасности при добыче угля открытым способом / В.А. Портола, С.И. Протасов, С.Н. Подображин // Безопасность труда в промышленности. – 2004, № 11. – С.41-43.

5. Портола В.А., Жданов А.Н., Бобровникова А.А. Перспектива применения антипирогенов для предотвращения самовозгорания складов угля. Уголь. – 2019. – № 4. – С. 14-19.

6. Ютяев Е.П., Портола В.А., Мешков А.А., Харитонов И.Л., Жданов А.Н. Развитие процесса самонагревания в скоплениях угля под действием молекулярной диффузии кислорода. Уголь. – 2018. – № 10 (1111). – С. 42–46.

7. Портола В. А., Жданов А. Н., Бобровникова А. А. Исследование процесса самовозгорания в штабеле угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 10. – С. 155–162.

8. Портола В.А. Опасность самовозгорания угольной пыли. Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 6. – С. 36–39.

9. Portola V.A. Assessment of the effect of some factors on spontaneous coal combustion. Journal of Mining Science. 1996. 32(6). P. 536-541.

10. Портола В.А., Храмцов В.И. Влияние применяемых в шахтах составов на склонность угля к самовозгоранию. Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 2. – С. 56–59.

11. Portola V.A. Gas anomalies above underground gas sources. Journal of Mining Science. 1996. 32(3). P. 212-218.

12. Portola, V. Detection and location of places of spontaneous combustion of coal in mines due to gas anomalies on the earth's surface // V. Portola, A. Bobrovnikova, G. Shirokolobov, D. Paleev // E3S Web Conf., Vth International Innovative Mining Symposium, 174, 01061 (2020), P. 1-7.

13. Син С.А., Портола В.А., Игишев В.Г. Повышение эффективности применения азота для борьбы с самовозгоранием угля в шахтах. Уголь. – 2018. – № 5. – С. 51–57.

14. Син С.А., Портола В.А., Игишев В.Г. Повышение безопасности и эффективности использования азота для борьбы с самовозгоранием угля в выработанном пространстве шахт. Уголь. – 2019. – № 2. – С. 11–14.

15. Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов. Серия 05. Выпуск 27. – М.: Закрытое акционерное общество "Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности". – 2014. – 40с.

<p style="text-align: center;"><b>Заявка на участие в работе конференции СИБРЕСУРС-2020</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Фамилия, имя, отчество: Сергеев Евгений Алексеевич</b></p>

<b>1. Место работы, должность: аспирант кафедры АОТиП КузГТУ</b>	
<b>2. Ученая степень -</b>	
<b>3. Почтовый адрес: г. Кемерово, ул. Весенняя, 28</b>	
<b>4. Телефон 396370</b>	<b>Факс 396370</b>
<b>E-mail <a href="mailto:aotp2012@yandex.ru">aotp2012@yandex.ru</a></b>	
<b>5. Я намерен принять участие в работе конференции (нужное отметить):</b>	
а) с выступлением и публикацией доклада в Сборнике материалов конференции;	
б) в качестве слушателя без выступления, но с <u>публикацией</u> в Сборнике материалов конференции;	
в) в качестве слушателя без выступления и публикации в Сборнике материалов конференции;	
г) в качестве заочного участника, только с публикацией в Сборнике материалов конференции (без посещения конференции).	
<b>6. Название доклада РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОЧАГЕ САМОВОЗГОРАНИЯ ПОРОДНОГО ОТВАЛА</b>	
<b>6. Направление: 1. Добыча угля: технологические и экологические проблемы</b>	
<b>7. Требуется ли гостиница? НЕТ</b>	