

УДК 622.8

ВЫДЕЛЕНИЕ ОПАСНЫХ ГАЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ИЗ НАГРЕВАЕМОГО УГЛЯ

Скударнов Д.Е., аспирант

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Ведение добычи угля открытым способом приводит к генерации различных опасных и вредных факторов, угрожающих здоровью и жизни сотрудников горных предприятий. Наиболее опасным на разрезах является автомобильный транспорт, способствующий травматизму [1, 2] на предприятии. Автомобили представляют наибольшую опасность при движении. Так, они могут сталкиваться при движении по дорогам, падать с бортов разреза, откосов породных отвалов. Снизить травматизм позволит многофункциональная система безопасности [3].

Одной из наиболее распространенных аварий на разрезах являются пожары. Так, скопления угля при определенных условиях могут самовозгораться, выделяя токсичные для человека продукты [4-7]. Самовозгораются также руды, содержащие серу [8]. Особенно часто горят породные отвалы, содержащие в своем составе включения угля и углесодержащих пород [9-11]. Наблюдаются очаги самовозгорания и на штабелях хранимого угля [12, 13]. Опасность самовозгорания увеличивается для скоплений угольной пыли [14].

Вредные факторы на разрезах возникают от шума двигателей, вибрации, возникающей при движении автомобиля. Токсичным действием обладают и выхлопные газы работающего двигателя. Однако самосвалы, перевозящие уголь и породу могут способствовать и дополнительному выделению токсичных газов из перевозимой породы. Способствовать этому процессу будет нагрев этих пород во время транспортирования от места загрузки до места разгрузки.

Выделение токсичных газов из угля происходит в процессе его окисления кислородом воздуха. Основным токсичным газом окисления угля является оксид углерода. Выделение этого опасного газа возрастает при нагреве угля. Согласно правилу Вант-Гоффа, при повышении температуры на каждые 10^0 скорость реакции увеличивается в 2-4 раза.

Причиной нагревания угля и углесодержащих пород при транспортировании являются продукты сгорания топлива в двигателе. Выхлопные газы проходят по каналам в кузове для его разогрева и предотвращения налипания перевозимой горной массы в зимний период. Однако в летний период кузов также продолжает нагреваться, а его температура может достигать 100°C .

Изучение газовыделения из нагреваемого угля проводилось на установке, схема которой изображена на рис. 1. Установка состояла из электронагревательной печи, в которую помещалась реторта с навеской угля массой 60 г.

Подача воздуха к нагреваемому углю осуществлялась через ротаметр из баллона. Замер температуры производился термометром, а скорость разогрева регулировалась автотрансформатором. Пробы газа, прошедшего через уголь, очищались от пыли и жидкой фазы фильтром и отбирались в пипетки для последующего анализа.

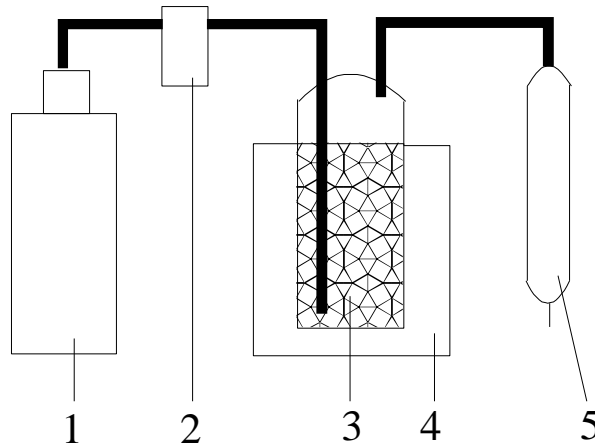


Рис. 1. Схема установки для изучения газообразных продуктов нагрева угля: 1 – баллон с воздухом; 2 – ротаметр; 3 – реторта с углем; 4 – печь нагревательная; 5 – пипетка газовая

Пробы угля для исследования на установке отбирались на разрезах в герметичные сосуды со свежееобнаженной поверхности забоя. Время от набора пробы до исследования не превышало суток. В лаборатории пробы измельчали до фракции 1-3 мм. Расход воздуха в течение опыта поддерживался постоянным, равным 0,5 л/мин. Отбор проб газа осуществлялся с интервалом в 20 градусов. Результаты исследований отобранной пробы угля приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав газов, выделяющихся при нагревании угля

Температура, °С	Содержание газов, % (об.)								
	CO ₂	O ₂	CH ₄	CO	H ₂	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆
25	0,0	20,8	0,000	0,0000	0,0003	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
45	0,0	20,8	0,000	0,0006	0,0004	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
70	0,0	20,7	0,001	0,0030	0,0004	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
85	0,0	20,5	0,004	0,0077	0,0006	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000

105	0,0	20,4	0,005	0,0120	0,0007	0,00006	0,00002	0,00000	0,00000
125	0,0	20,3	0,007	0,0230	0,0010	0,00014	0,00005	0,00003	0,00002
145	0,0	19,8	0,009	0,0525	0,0016	0,00034	0,00014	0,00011	0,00006
165	0,3	19,4	0,011	0,0720	0,0017	0,00058	0,00026	0,00026	0,00013
185	0,2	18,2	0,014	0,1505	0,0028	0,00118	0,00070	0,00069	0,00035
205	0,4	16,8	0,014	0,2625	0,0036	0,00176	0,00105	0,00102	0,00053
225	0,6	14,8	0,018	0,4560	0,0041	0,00315	0,00205	0,00162	0,00121
245	1,6	10,8	0,029	0,8640	0,0054	0,00393	0,00513	0,00371	0,00310
270	2,5	9,1	0,046	1,2450	0,0053	0,00571	0,00722	0,00449	0,00422
290	4,9	5,8	0,064	2,2500	0,0069	0,00827	0,01628	0,00680	0,00835

Среди газов, выделяющихся из нагреваемого угля, наиболее опасным является оксид углерода. Предельно допустимая концентрация этого газа в воздухе рабочей зоны составляет 0,0017 %. Из проведенных исследований видно, что с повышением температуры концентрация оксида углерода в окружающем воздухе возрастает по экспоненте (рис.2)

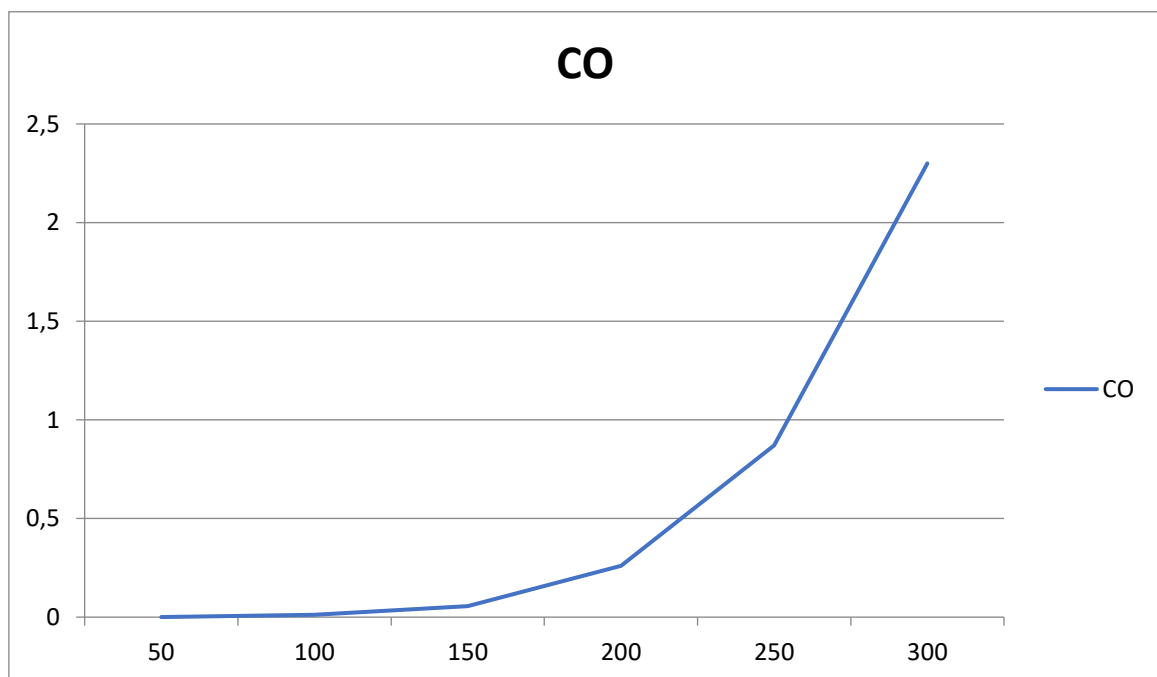


Рис. 1. Изменение концентрации оксида углерода при нагревании угля

Из полученных данных видно, что уже при нагреве до 100 градусов содержание оксида углерода в окружающем уголь воздухе достигает 0,01 %, что значительно превышает допустимые нормы.

1. Скударнов Д. Е., Портола В. А., Квасова А. А., Сачков А. В. Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами// Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2018. - №1. – С.33-39.

2. Скударнов Д.Е., Портола В.А. Предотвращение столкновения карьерных автосамосвалов. Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: Материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. [Электронный ресурс]/Под ред.: С.Г.Костюк. – Кемерово: КузГТУ, 2019.

3. Скударнов Д.Е., Портола В.А. Построение многофункциональной системы безопасности для обеспечения безопасных условий транспортировки горной массы карьерными автосамосвалами. Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 4. – С. 58–62.

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

5. 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.

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

7. 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.

8. 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.

9. Портола В.А., Бобровникова А.А., Протасов С.И., Серегин Е.А., Еременко А.А. Оценка склонности к самовозгоранию и газовой выделению углесодержащих пород отвалов и шламов угольных предприятий. Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 74–80.

10. Портола В. А., Скударнов Д. Е., Протасов С. И., Подображин С. Н. Оценка параметров очагов самовозгорания породных отвалов угольных карьеров и способов их тушения// Безопасность труда в промышленности. – 2017. - №11. – С.42-47.

11. 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.

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

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

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