

Пожары в угольных шахтах и их экологические последствия

Введение

Пожары в угольных шахтах по всему миру являются глобальной экологической катастрофой. Во время них выделяются токсичные газы, тяжелые частицы и другие побочные продукты горения, опасные для человечества. Подземные пожары, спровоцированные человеческим фактором или природными явлениями, загрязняют воздух, окисляют в нем влагу, вызывают кислотные дожди, опасные оседания почвы и разрушают естественные среды обитания различных организмов. Старейшие пожары в угольных шахтах располагаются в Китае, США и Индии.

Существует множество способов с ними бороться: например, гашение пеплом, залитие огнетушащей пеной. Но, к сожалению, многие подземные пожары до сих пор не прекращаются, нанося огромные финансовые убытки и забирая жизни.

Пожары в угольных месторождениях могут возникать без влияния человека. Примером этому служит ситуация в Урумчи (Синьцзянский автономный регион северо-западного Китая), где находятся частично обгорелые горные породы возрастом в несколько тысячелетий. Исследования показывают, что температура в этих местах во время воспламенения достигала 1000 °С.

Однако, несмотря на то, что такие пожары происходили и происходят сами по себе, человеческий фактор послужил их многократному усилению и распространению. Пожары на угольных месторождениях могут послужить причиной возникновения лесного пожара, что широко обсуждается в СМИ, и, очевидно, наносит колоссальный вред экологии, ведь, выделения углекислого газа, как минимум, неминуемо приближают глобальное потепление.

Эта работа посвящена анализу причин возникновения пожаров и краткому рассмотрению методов, используемых для борьбы с ними.

Объемы горнодобывающей промышленности

Уголь добывают уже в течение более тысячи лет в качестве горючего топлива.

Крупномасштабная кампания по его добыче началась после промышленной революции в XIX веке [1]. В 1995 году нефть перегнала уголь в качестве основного источника энергии [2], но, до тех пор, пока уголь активно используется для генерации электроэнергии и обработки стали, существует риск возникновения неуправляемых пожаров. Ниже приведена таблица со статистикой по производству угля, электричества и стали [3]. (“нд” - нет данных).

Таблица 1. Статистика производства угля, электричества и стали

Страна	Производство угля	Генерация электричества, % от производства	Производство стали, Мт
Китай	1294,0	78,0	152,3
США	945,0	52,0	90,1
Индия	312,5	77,0	27,3
Австралия	257,0	77,0	нд
Южная Африка	225,5	88,0	нд
Россия	168,0	нд	59,0
Польша	104,0	96,0	нд
Индонезия	92,5	нд	нд
Украина	82,0	нд	нд
Казахстан	73,0	нд	33,1
В сумме	3553,5	нд	нд

Причины возникновения пожаров.

Большинство пожаров вызывают:

1. Горнодобывающие работы, включающие, например, взрывы для разлома пород и использование электрических приборы.
2. Молнии, лесные пожары, сжигание мусора.
3. Спонтанные самовозгораниями, подхваченными сухим деревом, тканью.

Приведем пример экзотермической реакции окисления, приводящей к возникновению возгорания [4].



Эта реакция демонстрирует, что в некоторых реакциях влага поглощается во время горения. Таким образом, чрезмерное увлажнение не предотвращает, а, напротив, провоцирует возгорание.

Часто к пожарам приводит длительное складирование угля, в ходе которого протекают экзотермические реакции окисления. Спонтанные возгорания в хранилищах нивелируются после инъекции N₂ или CO₂. Также используется вода, но с особой осторожностью из-за опасности паровых взрывов. Департамент Энергетики США опубликовал указания для предотвращения взрывов в угольных хранилищах [5].

Выделения газов при пожарах

Концентрации монооксида углерода (CO), водорода (H₂), этилена (C₂H₄), пропилена (C₃H₆) и ацетилена (C₂H₂) измеряются в качестве индикаторов возникновения пожара. Они начинают активно выделяться при температурах около 110 (CO), 170 (H₂), 240 (C₂H₄) и 300 (C₃H₆) °C. Возгорание начинается при 110-170 °C. Температура пламени достигает 200 °C.

Также наблюдаются другие газы при воспламенении:

1. Азот, аргон и другие благородные газы (преимущественно из воздуха).
2. Кислород (преимущественно из воздуха, частично из угольных пор).
3. Сульфид водорода, оксиды серы (из окисления).
4. Алканы: этан, пропан, метан (из угольных пор при повышении температуры).

Метан - самый взрывоопасный газ из выделяемых углем. Он накапливается в подземных шахтах, особенно в плохо вентилируемых. Кислород участвует во взрыве, и его необходимая концентрация - функция отношения пропорций метана к другим газам.

Например, уже при содержании 10% метана в воздухе происходит детонация.

Побочные продукты горения оседают в окрестностях угольных шахт или неиспользуемых месторождений. Это способствует образованию минералов на поверхности горных пород. Неконденсированная же часть поглощается атмосферой. С помощью аналитической модели [6] строится P-T диаграмма, характеризующая процент оседающей и поглощаемой воздухом части продуктов горения. Также эта диаграмма описывает состав газовых выделений. Существуют некоторые данные по выделениям конденсатов после пожаров в России. На их основе необходимо построить такие P-T диаграммы для дальнейшего анализа выделяемых веществ и масштаба пожаров в месторождениях

Заключение

Вне зависимости от причин их появления, пожары в угольных шахтах могут привести к глобальному потеплению, выделяя огромное количество углекислого газа. В работе были обозначены токсичные газы, выделяемые при таких пожарах. К сожалению, в СМИ умалчивается об этом факторе загрязнения окружающей среды - упоминаются лишь выбросы с различных производств. Необходимо более широко обозначить проблему горения угля для глобального создания решений, предотвращающих всемирную экологическую катастрофу.

Список литературы

1. World Coal Institute, 2000. Coal-power for progress, 4th edition. London, England.

2. U.S. Department of Energy, 1995. International energy outlook 1995. Energy Information Administration E1-84, Office of Integrated Analysis and Forecasting, Washington, D.C. (November 2003).
3. World Coal Institute. Coal facts. Ecoal, 44 (2002), p. 8
4. D. Limacher. A propos de la formation de minéraux lors de la combustion des Charbons. Societe Geologique du Nord. Annales, 83 (Part 4) (1963), pp. 287-288
5. U.S. Department of Energy. The fire below. Spontaneous Combustion in Coal, Environmental Safety and Health Bulletin, No. EH-93-4, Washington, D.C (1993), pp. 1-5
6. G.B. Stracher. The anthracite smokers of eastern Pennsylvania: PS₂(g) stability diagram by TL Analysis. Mathematical Geology, 27 (4) (1995), pp. 499-511