

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРОФИЛАКТИКИ САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ В ЗОНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПЛАСТОВ

Костенко В.К., Завьялова Е.Л.

Донецкий национальный технический университет

Наведено класифікацію способів профілактики і придушення вогнищ самонагрівання вугілля в зонах геологічних порушень, що пересічено підготовчими гірничими виробками. В основу класифікації покладений удосконалений механізм зародження і розвитку вогнищ самонагрівання вугілля, в якому враховано вплив прискорюючих ефузійних процесів у тріщинуватому пласті.

Эндогенные пожары в пересекающих зоны геологических нарушений выработках участились с переходом на отработку пластов в тектонически-сложных горно-геологических условиях. Это объясняется тем, что в связи со сложным финансовым состоянием отрасли в течение последнего десятилетия угледобывающие предприятия резко снизили объемы проходческих работ. Они вынуждены отрабатывать ранее оставленные запасы. Число геологических нарушений, приходящихся на единицу площади шахтопласта, увеличилось. Кроме того, с увеличением глубины возрастает область влияния горной выработки на окружающий массив, что ведет к изменению напряженно-деформированного состояния и физико-механических свойств в большем, чем на малых глубинах объеме окружающих пород. Снизился тепловой диапазон между температурой горного массива и критической температурой самовозгорания угля. Это способствовало увеличению эндогенной пожароопасности горных выработок.

Разборка участков самонагревания позволила установить, что большинство случаев было расположено на удалении 1,5...2,5 м от обнаженной поверхности. Однако причины зарождения тепловых источников в бескислородной среде не выяснены до конца. В качестве рабочей гипотезы нами рассмотрено параллельное течение химических и биохимических реакций в угле и рассеянной в нем породе (табл. 1). Процесс самонагревания угля условно разделен на следующие этапы: инициирование, обусловленное измельчением

угля; эффузионные процессы; нагревание при низкотемпературном окислении и биогеохимическом выщелачивании содержащих пирит включений; сушка и диффузионное самонагревание угля, переходящее в возгорание. При этом биохимические процессы в горных выработках носят подчиненный характер, так как для развития бактерий необходимы диоксид углерода и вода, которые в горной массе появляются только после окисления угля или пород, кроме того, не всегда самовозгорание происходит в пиритосодержащих породах.

Таблица 1. Физико-химические процессы, происходящие при самонагревании угля в подземных горных выработках

Этапы	Состав трехфазной системы	Физико-химические процессы в системе
Инициирование при материнской температуре массива	-углерод (уголь) -пирит -вода пластовая -метан	-механическая деструкция пласта (разрушение меж- и внутримолекулярных связей, образование радикалов, трещин) -разрыхление угля -дренирование метана -эффект Джоуля-Томсона
Эффузионные процессы	-то же и: -кислород -вода внешняя (атмосферная) -бактерии	-поступление в уголь воздуха, воды, бактерий -формирование областей с повышенным содержанием кислорода
Биохимическое и химическое самонагревание до 60...70 °С	-то же и: -продукты окисления радикалов (в т.ч. H ₂ O, CO ₂)	-окисление радикалов -размножение бактерий -выщелачивание пирита (химическое и биохимическое) -нагревание и окисление угля
Диффузионное самонагревание до критической температуры самовозгорания	-то же и: -продукты реакций (газ, жидкость, твердые вещества) -десорбированный метан	-прекращение деятельности бактерий -увеличение скорости диффузионных процессов -испарение влаги
Возгорание	-то же	-возгорание серы, пирита метана и угля

Таким образом, на первый план выходит предположение о влиянии эффузии на процесс окисления угля [1], суть которого состоит в образовании в глубине горного массива зон с повышенным содержанием кислорода, что ведет к интенсивному окислению угольной пыли, содержащейся в трещинах и, как следствие, появлению очагов самонагрева. Основным фактором, определяющим формирование этих зон, является сложившаяся определенным образом система макро- и микро трещин во вмещающих горную выработку породах.

Исходя из результатов исследований, подтвердивших рабочую гипотезу о иницирующем влиянии геомеханических и термодинамических (в частности эффузионных) процессов при параллельном воздействии на уголь химических и биогеохимических факторов, приводящих к самонагреванию и самовозгоранию угля, была разработана классификация способов предупреждения и ликвидации очагов самонагрева и горения угля в пересеченных подготовительными выработками зонах геологических нарушений (табл.2). Она является инструментом, который позволяет не только классифицировать известные способы профилактических и аварийных работ по тушению эндогенных пожаров, но модернизировать их или разрабатывать новые.

Однако, в сложных экономических условиях работы угольных шахт Украины, эффективное применение этих результатов целесообразно лишь в комплексе технологических процессов подготовительных работ. На основе концепции управления процессом самонагрева угля в горных выработках появилась возможность оценить влияние технологических процессов проходки на пожаробезопасность горных работ. Для этого проведена систематизация технологических приемов, направленных на предотвращение самонагрева угля, вместе с технологическими операциями, выявлены новые пути и расширена область применения общетехнических методов профилактики эндогенных пожаров. Ограничение нагрева воздуха в трещинах и торможение кинетики окисления угля за счет уменьшения диффузного слоя достигают стабилизацией давления воздуха в сети горных выработок. Создание метановой атмосферы и ограничение доступа кислорода в зоны геологических нарушений обеспечивают возведением изолирующих сооружений, а пустот заполнением инертными материалами. Наибольший эффект дает комплексное применение приведенных мер и некоторых других.

Поэтому, на основе структурно-функционального анализа технологии проходческих работ синтезированы основы подходов к предотвращению эндогенных пожаров путем выбора рациональных параметров технологических процессов (табл. 3). Для этого проведена систематизация технологических приемов (совокупностей подчиненных одной цели операций) направленных на предотвращение самонагрева угля в увязке с операциями, выполняемыми в технологических зонах. Это открывает перспективу повышения безопасности горных работ, снижения себестоимости добываемого угля с одновременным повышением эффективности противопожарной защиты горных выработок.

Таблица 2. Классификация способов предотвращения самонагрева и самовозгорания угля в горных выработках, пересекающих геологические нарушения

Классиф. признак	Предмет профилактических действий														
	Уголь			Порода			Воздух		Метан		Вода				
Способ воздействия на объект	Уменьшение трещинной пустотности	Уменьшение диффузного слоя	Изменение химических свойств	Обработка антиоксидантами	Разбавление поровых растворов	Сокращение доступа кислорода	Изменение газового состава	Управление расходом и давлением	Изменение путей движения	Дегазация горного массива	Управление газоотдачей	Управление движением в полостях	Управление фильтрацией	Изменение химического состава	Изменение фазового состояния
Тактика	Дистанционно						Непосредственное воздействие								
Место осуществ.-	Угольный пласт			Вмещающие пласт породы			Крепь выработки								
Средство воздействия	Газ			Жидкость			Твердое вещество		Комбинации (пены, суспензии, аэрозоли)						

Не все из возможных способов профилактики самонагрева угля равноэффективны. Кроме того, при их выборе следует

руководствоваться экономическими соображениями и требованиями техники безопасности. Эти ограничения существенно сокращают количество возможных технологических приемов. Окончательный их выбор зависит от конкретных условий.

Таблица 3. Общетехнические меры обеспечения эндогенной пожаробезопасности подготовительной выработки

Совмещенные процессы		Способ реализации
Технологические операции	Ограничение самонагрева	
Предупреждение выбросов	Увлажнение угля, торможение эффузионных процессов	Нагнетание водных растворов ПАВ
Борьба с пылью	Уменьшение химической активности угля	Обработка угля осланцеванием стенок выработки
Отбойка горной массы	Снижение потерь угля в пожароопасных зонах	Выемка пласта на полную мощность
		Зачистка почвы выработки
Проветривание	Предотвращение эффузионных процессов, охлаждение угля	Управление режимом движения воздуха у стенок выработки и метана в зонах геологических нарушений
Крепление и ремонт выработки	Ограничение доступа кислорода к углю, торможение эффузионных процессов	Уплотнение разрушенного угля
		Заполнение пожароопасных полостей инертным материалом (закладка)
		Изоляция пожароопасных зон возведением изолирующих сооружений (литых, пенопластовых полос и «рубашек»)
Управление состоянием окружающего горного массива	Торможение процессов окисления угля	Подача инертных газов или паров в пласт
	Торможение кинетики окисления угля	Обработка угля связывающими растворами, газообразными ингибиторами

Литература:

1. Костенко В.К, Завьялова Е.Л. /Особенности самонагревания угля вблизи контура горной выработки в зонах геологических нарушений //«Форум гірників -2005», Матеріали міжнарод. конф. Т.3, -Дніпропетровськ. 2005. - С. 40 – 47.