

*Пыхтин Н.И.,
студент, напр. «Горное дело»,
ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова*

*Посемейнова А.С.,
студент, напр. «Химическая технология»,
ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова*

*Улесов А.А.,
студент, напр. «Горное дело»,
ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова*

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗНЫХ КЛАССОВ НА ВЕРОЯТНОСТЬ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ В ПРОЦЕССЕ ГОРНЫХ РАБОТ

Аннотация: В реальных условиях ведения взрывных работ состав продуктов взрыва весьма разнообразен и сильно отличается от идеальных условий. Продукты детонации – химически более активные, чем кислород воздуха – могут вступать во взаимодействие с породой, в частности с углем, находящимся в активированном состоянии. При этом возрастает вероятность возгорания угля. К подобному результату приводит и наличие продуктов неполного окисления горючих добавок или тринитротолуола, которые также обладают повышенной химической активностью. Результаты наблюдений и исследований в разные периоды отработки угольных месторождений Монголии показывают, что пожары наиболее часто возникают в блоках угольного уступа в горной массе, отработанной с применением БВР. При рыхлении пород взрывом время инкубационного периода угольных масс до воспламенения меньше, чем при разработке без использования буровзрывных работ. Переход на угольных разрезах Монголии на применение гранулированных крупнодисперсных взрывчатых веществ

привел к созданию разбалансированной по кислородному балансу системы и выделению при взрыве большого количества окислов азота.

Ключевые слова: Горнодобывающая промышленность, горнодобывающий комплекс, горнодобывающие предприятия, цифровизация экономики, горнодобывающая отрасль, инновационное развитие.

Abstract: *Under real-world blasting conditions, the composition of explosion products varies greatly and differs significantly from ideal conditions. Detonation products, which are more chemically active than atmospheric oxygen, can interact with rock, particularly activated coal. This increases the likelihood of coal ignition. A similar result is caused by the presence of incomplete oxidation products of combustible additives or trinitrotoluene, which also exhibit increased chemical activity. Observations and studies from various periods of coal deposit development in Mongolia show that fires most frequently occur in coal bench blocks in rock masses mined using blasting and drilling. When loosening rock by blasting, the incubation period of coal masses before ignition is shorter than when mining without drilling and blasting. The transition to the use of granulated coarse explosives in Mongolian open-pit coal mines has led to the creation of an oxygen imbalance in the system and the release of large quantities of nitrogen oxides during explosions.*

Keywords: *Mining industry, mining complex, mining enterprises, digitalization of the economy, mining sector, innovative development.*

Добыча угля неразрывно связана с применением взрывных работ. Используемые разные типы взрывчатых веществ (ВВ) могут отличаться как составом компонентов, так и детонационными характеристиками. В реальных условиях ведения взрывных работ состав продуктов взрыва весьма разнообразен и сильно отличается от идеальных условий. Окислы азота могут быть представлены во всех возможных формах с разной степенью восстановления азота от значения +5 до нулевого, соответствующего

нейтральному и наиболее устойчивому состоянию азота N_2 . Важно отметить, что все продукты неполного превращения, такие как окислы азота, отличаются высокой химической активностью и при контакте с окружающей средой вступают в химические реакции с преобразованием одного состояния в другое [1]. Например, при взрывании в лабораторных условиях в вакуумированном сосуде

(бомбе Бихеля) [2] образуется бесцветная моноокись азота NO , которая при контакте с воздухом переходит в окрашенные окислы: азотистый ангидрид N_2O_3 , двуокись азота NO_2 , четырехокись азота N_2O_4 . В шахтных условиях образуются одновременно и примерно в равных количествах NO_2 и NO . Моноокись азота может

сохраняться в разрыхленной породе в течение довольно долгого времени и постепенно переходит в двуокись. Двуокись азота легко растворяется в воде с образованием азотистой кислоты. Эти соединения, химически более активные, чем кислород воздуха, могут вступать во взаимодействие с породой, в частности с углем,

находящимся в активированном состоянии. При этом увеличивается вероятность возгорания угля. К подобному результату приводит и наличие продуктов неполного окисления горючих добавок или тринитротолуола (ТНТ), которые также обладают повышенной химической активностью.

Таким образом, одной из причин образования токсичных газов – окиси углерода и окислов азота – является избыток или недостаток кислорода в составе ВВ. Однако и ВВ с близким к нулевому кислородному балансу также образуют при взрыве некоторое количество ядовитых газов. Так, хорошо изготовленный аммонит 6ЖВ в патронах диаметром от 32 до 36 мм образует при взрыве около 30 л/кг окиси углерода и до 5 л/кг окислов азота. Наличие этих газов в продуктах взрыва ВВ с нулевым кислородным балансом является следствием того, что окислы азота, первоначально образовавшиеся при взрывном разложении селитры, и окись углерода, образовавшаяся при

разложении тротила и других нитросоединений, при быстром охлаждении продуктов взрыва не успевают полностью прореагировать между собой с образованием нетоксичной двуокиси углерода, часть веществ остается в первоначальном виде. Процесс образования продуктов неполного превращения ВВ по описанному механизму становится более интенсивным при уменьшении однородности смеси, в частности в смесях АС + ТНТ (АС – аммиачная селитра) при увеличении размера частиц АС и ТНТ, т. е. при переходе от тонкодисперсных систем к крупнодисперсным.

Описанный механизм образования ядовитых газов позволяет объяснить зависимость этого процесса от качества изготовления смесового ВВ, диаметра патронов, величины инициирующего импульса, дисперсности ВВ и других факторов, влияющих на полноту химических реакций при взрыве, а также зависимость образования продуктов взрыва от свойств взрывааемых горных пород. Так, по данным Б. Я. Светлова [3], в лабораторных условиях крупнодисперсный аммонит 6ЖВ (размер частиц от 0,2 до 0,5 мм) образовывал почти в пять раз больше окислов азота, чем тонкодисперсный (размер частиц менее 0,2 мм). Им же установлено, что некоторые вещества способны снижать образование ядовитых газов при взрыве ВВ, каталитически воздействуя на вторичные реакции в продуктах взрыва с участием окислов азота. Свойства горных пород также могут влиять на конечный состав продуктов взрыва: химическое воздействие вещества породы на продукты реакции, их связывание или растворение (грунтовыми водами), физическое воздействие на процесс охлаждения газов, закалку и установление ложного равновесия в охлажденных газах. В связи с этим Б. Д. Росси [4] предложил классифицировать горные породы по признаку их влияния на образование ядовитых газов при взрыве ВВ. К группе I отнесены апатиты, нефелины, калийные руды, молибденовые руды, некоторые медные и полиметаллические руды, при взрывании которых аммонитом 6ЖВ количество ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода (для

окислов азота переводной коэффициент равен 6,5) составляет менее 40 л/кг ВВ. К группе II отнесены угли и вмещающие породы, свинцово-цинковые, мармитовые железные и золотоносные руды, в которых аммонит бЖВ образует при взрыве от 40 до 100 л/кг ядовитых газов. К группе III отнесены джеспилитовые железные руды, в которых образуется более 100 л/кг ядовитых газов. Естественно предположить, что породы, характерные для угольных месторождений, особенно сам уголь, склонные к возгоранию, будут еще более «активными» по способности к взаимодействию с продуктами взрыва.

Результаты наблюдений и исследований в разные периоды отработки угольных месторождений, в том числе на разрезе «Шарыngoл» (Монголия), показывают, что пожары наиболее часто возникают в блоках угольного уступа в горной массе, отработанной с применением буровзрывных работ (БВР). В реальных условиях это проявляется в том, что при рыхлении пород взрывом наблюдается уменьшение времени инкубационного периода угольных масс до воспламенения по сравнению с

разработкой месторождения без использования БВР.

Самовозгорание угля (эндогенный пожар) – это физико-электрохимический процесс, приводящий к возгоранию скоплений угля и углесодержащих пород вследствие того, что выделение тепла превышает теплоотдачу в окружающую среду. Соответственно, эндогенная пожароопасность – это совокупность природных свойств угля и углесодержащих пород, геологических и горнотехнических условий, а также климатических факторов, которые обуславливают потенциальную возможность возникновения эндогенных пожаров по истечении инкубационного периода.

В заключение необходимо отметить, что отработка месторождений угля, склонного к самовозгоранию, требует учета природных факторов,

горно-геологических условий и генезиса месторождения, а также применения соответствующих взрывчатых веществ и технологий взрывания.

Применение разработанной технологии изготовления смесей АСДТ практически исключает самовозгорание углей после взрыва, что существенно повышает эффективность и безопасность добычи угля на разрезах Монголии.

Список литературы:

1. Балашов А.М. Внедрение современных цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях // Горная промышленность. 2022. № 6. С. 83-86.

2. Забайкин Ю.В., Лунькин Д.А. Специфика инновационной деятельности на предприятиях горнодобывающего комплекса // Russian Economic Bulletin. 2022. Т. 5. № 4. С. 155-159.

3. Заернюк В.М. Влияние цифровизации на ключевые процессы деятельности предприятий горнодобывающей промышленности: проблемы, риски // OpenScience. 2022. Т. 4. № 3. С. 69-78.

4. Каримова М.Т., Шарифзода Ш.Р. Роль промышленности в развитии национальной экономики (на примере горнодобывающего сектора) // Экономика Таджикистана. 2023. № 3. С. 79-85.

5. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровая трансформация и технологическая независимость горнодобывающей отрасли // Горная промышленность. 2022. № 5. С. 74-78.

6. Моттаева А.Б. Перспективы цифровой трансформации горнодобывающей промышленности // Кузнечно - штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2024. № 6. С. 91-107.

7. Мышлецов А.И., Авруцкая С.Г. Внедрение цифровых технологий в горнодобывающей отрасли // Успехи в химии и химической технологии. 2022. Т. 36. № 1 (250). С. 70-73.