

flow, the filter from the high pressure region. When this chemical reaction occurs to form the combustion surface of the emulsion particles interacting with gas flow. The analytical criteria to assess the conditions of jet detonation. The findings provide useful from a practical point of view, the results for the study of the gentle blasting technology using low-density EE.

Key words: low-density EE, connected pellet-air system, high enthalpy gas stream, transmission of detonation explosive gas jets.

REFERENCES

1. Kolganov E.V., Sosnin V.A. Emulsion explosives industry. 1-st book (Composition and properties). Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod region, Publishing Institute "Crystal", 2009. 592 p.
2. Gorinov S.A., Maslov I.Y. Evaluation parameters of detonation of emulsion explosives sensitized plastic polimikrosferami: Individual articles Mining information-analytical bulletin (scientific and technical journal). - 2011. - № 7. - pp. 53-63. (M.: Publishing house "Mountain book ." - 2011).
3. Maslov I.Y. Improving the efficiency of explosive training enclosing rocks in sections Kuzbass using emulsion explosives sensitized polystyrene beads / Diss. on soisk . academic degree ... kand.tehn . Sciences, spec. 25.00.20, M., 2013. - pp. 132.
4. Andreev V.V., Ershov A.P., Lukyanchikov L.A. Porous low-speed two-phase detonation of explosives / Combustion, Explosion, 1979, v.15, № 1, pp.89 - 93.
5. Vlasov O.E. Fundamentals of the theory of action of the explosion. M. ed. MEA, 1957. - 408 p.
6. Krysin R.S., Novinsky V.V. Model of the explosive rock crushing. - Dnepropetrovsk, ART-PRESS, 2006 - 144 p.

Стаття надійшла 05.05.2014

УДК 661.52:662.2

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АММИАЧНОСЕЛИТРЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С АКТИВИРОВАННЫМИ ПОРОШКАМИ ПИРИТА

И. Л. Коваленко

ГБУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»
просп. Гагарина, 8, г. Днепропетровск, 49000, Украина.

E-mail: il-kovalenko@mail.ru

В. П. Куприн

ООО «Экком»

ул. В. Дубинина, 69, г. Днепропетровск, 49000, Украина.

E-mail: kuprinvp@mail.ru

О. В. Колтунов

ПАО „ППП „Кривбассвзрывпром”

ул. Каховская, 40, г. Кривой Рог, 50005, Украина. E-mail: olaf1961@yandex.ru

Показано, что параметры термодеструкции аммиачной селитры при контакте с пиритом зависят от окисленности поверхности и способа подготовки порошка

Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. Випуск 1/2014(13).

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

пирита. Активация поверхности измельченного пирита приводит к снижению температуры начала деструкции аммиачной селитры на 70–90 градусов, увеличивает скорость тепловыделения термодеструкции в 6–10 раз. Показано, что использование порошка пирита с окисленной поверхностью в испытаниях термостабильности может давать ложные выводы о степени чувствительности взрывчатого вещества к действию агрессивных сульфидных пород.

Ключевые слова: аммиачная селитра, пирит, активация поверхности.

ПРО ВЗАЄМОДІЮ АМІАЧНОСЕЛІТРЕНИХ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН З АКТИВОВАНИМИ ПОРОШКАМИ ПІРИТУ

І. Л. Коваленко

Державний ВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
просп. Гагарина, 8, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна.

E-mail: il-kovalenko@mail.ru

В. П. Купрін

ТОВ «Екком»

вул. В. Дубиніна, 69, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна.

E-mail: kuprinvp@mail.ru

О. В. Колтунов

ВАТ „ППП „Кривбасвибухпром”

вул. Каховська, 40, м. Кривий Ріг, 50005, Україна. E-mail: olaf1961@yandex.ru

Показано, що параметри термодеструкції аміачної селітри при контакті з піритом залежать від ступеня окисленості поверхні і способу підготовки порошку піриту. Активація поверхні подрібненого піриту призводить до зниження температури початку деструкції аміачної селітри на 70–90 градусів, збільшує швидкість тепловиділення термодеструкції в 6–10 разів. Показано, що використання порошку піриту з окисленої поверхнею у випробуваннях термостабільності може давати неправдиві висновки про ступінь чутливості вибухової речовини до дії агресивних сульфідних порід.

Ключові слова: аміачна селітра, пірит, активація поверхні.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Известно, что контакт пирита с аммиачноселитренными взрывчатыми веществами (ВВ) может привести к несанкционированному разложению скважинных зарядов. При этом агрессивными считаются обводненные породы, содержащие более 20 % сульфидной серы с рН скважинных вод менее 2,5 [1].

Существующие методики лабораторного прогнозирования поведения ВВ в пиритсодержащих породах предполагают термостатирование образца ВВ с порошком измельченного пирита как в присутствии имитатора кислой рудничной воды, так и без нее.

Однако зафиксированы случаи внестатных ситуаций саморазогрева и разложения скважинных зарядов эмульсионных взрывчатых веществ, которые достаточно успешно прошли лабораторные испытания и показали инертность по отношению к порошку пирита. При этом в ряде случаев разложение зарядов ВВ происходило в сухих скважинах при содержании серы 2,1–3,2 %.

Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. Випуск 1/2014(13).

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

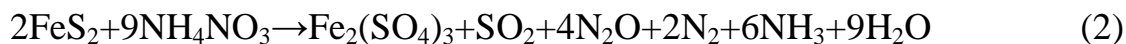
Недостаточная точность прогнозирования поведения ВВ в сульфидных породах по лабораторным испытаниям связана, очевидно, с активностью различных образцов порошка пирита.

Цель работы – исследовать влияние образцов измельченного пирита различной активности на термическое разложение аммиачной селитры как основного компонента промышленных ВВ, проанализировать возможность самопроизвольного разложения зарядов эмульсионных ВВ в сухих скважинах сульфидсодержащих пород.

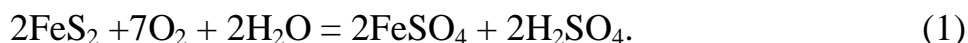
МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. *Методика эксперимента и материалы.* Термический анализ осуществляли с помощью установки для дифференциально-термического анализа TERMOSKAN–2 (НПП «Аналитприбор», г. Санкт-Петербург) при скорости развертки 20 град/мин. Газовый анализ осуществляли с помощью газоанализатора-сигнализатора Дозор–СМ (НПО «Орион», г. Харьков). Дифференциальную температуру при термостатировании ЭВВ определяли с помощью мультиметра UNM161С, коммутированного с ПЭВМ. Для исследований использован измельченный на воздухе природный пирит полифракционного состава дисперсностью 44–74 мкм.

Минерал пирит характеризуется несоответствием структурных, оптических, магнитных и прочих параметров для различных образцов этого минерала [2].

Пирит (персульфид железа) способен проявлять активные восстановительные свойства и легко окисляется при контакте с аммиачной селитрой и кислотами с выделением значительного количества тепла [3, 4]:



Практически полная пассивация сульфидов железа происходит лишь в нейтральных и слабощелочных средах, когда их поверхность покрыта не только серой, но и оксидами железа(III) [5]. Как и большинство сульфидных минералов, пирит склонен к окислению в воздушной и водно-воздушной среде [6]. Один из процессов, протекающих при контакте пирита с воздухом, может быть представлен следующим уравнением:



В водно-воздушной среде образовавшиеся соли феррума (II) частично окисляются и подвергаются гидролизу:



Естественно, реакция (1) реализуется на поверхности минерала. При этом процесс значительно интенсифицируется при измельчении пирита как за счет увеличения поверхности контакта с окислителем, так и за счет разогрева материала при измельчении.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Известная методика лабораторных испытаний термостабильности ВВ на основе аммиачной селитры при контакте с сульфидной породой Уральского НИИ и проектного института медной промышленности (УНИПРОМЕДЬ), приведенная в [7], предполагает термостатирование при температурах 50–70 °С навески из 40 г ВВ, 7,5 г пирита (фракция 44–74 мкм) и 2,5 г имитатора рудничной воды с рН<1,5. При этом считается, что ВВ является инертным по отношению к пириту и может безопасно применяться в сульфидных породах, если на протяжении семи часов термостатирования не фиксируется повышение температуры смеси ВВ с пиритом или выделение оксидов азота.

Бесспорно, что результаты испытаний ВВ определяются, в числе прочих, химической активностью пирита, которая существенно зависит от времени контакта тонкодисперсного (50–100 мкм) порошка пирита с воздухом, т.е. от степени окисленности поверхности пирита.

Оценить активность порошка пирита можно по его воздействию на термическое поведение аммиачной селитры.

На рис. 1 приведены результаты термического анализа поведения сухой соли аммоний нитрат марки «ч» (аммиачная селитра) в присутствии 5 % масс. различных образцов порошка пирита, что моделирует содержание серы в системе 2,5–2,65 %.

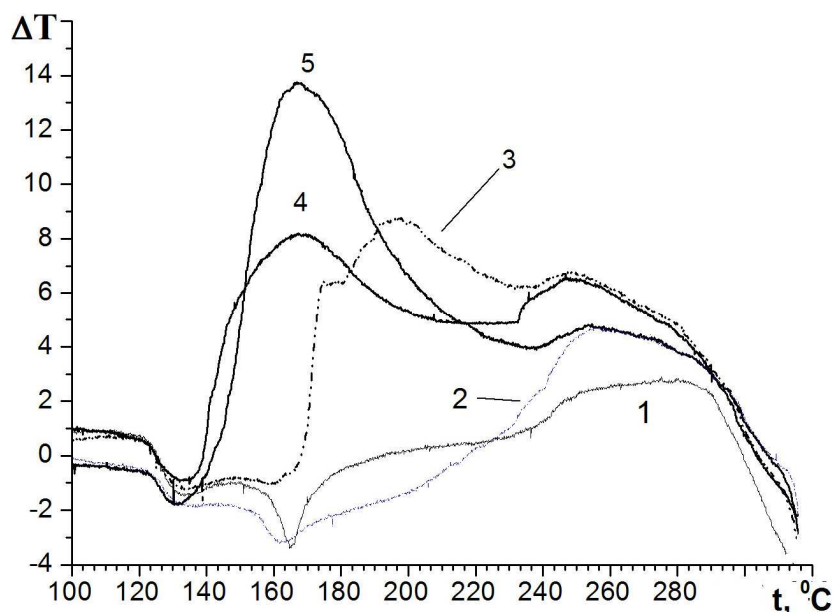


Рисунок 1 – Термограммы разложения систем АС/пирит (5% масс.):

1 – аммиачная селитра (АС); 2 – АС/пирит (обр. № 1); 3 – АС/пирит (обр. № 2);
4 – АС/пирит (обр. № 3); 5 – АС/пирит (обр. № 5)

Образцы пирита представляли собой:

– образец № 1: свежемельченый порошок природного пирита, фракция 44–74 мкм;

– образец № 2: исходный порошок пирита (обр. № 1) отмыт дистиллированной водой до рН 7 и высушен на воздухе при 20 °С;

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

- образец № 3: исходный порошок пирита (обр. № 1) отмыт дистиллированной водой до pH 7 и прокален при 180–200 °С в течение одного часа;
- образец № 4: измельченный порошок пирита после длительного хранения (более шести месяцев).

Степень воздействия образцов пирита на термолиз аммоний нитрата можно оценить по температуре начала интенсивного экзотермического разложения (t_n) и скорости развития дифференциальной температуры (v_t), характеристической температуре экзотермического пика ($t_{\text{пика}}$) и его интенсивности ($h_{\text{пика}}$). Интенсивность экзотермического пика ($h_{\text{пика}}$) определялась как разность дифференциальных температур вершины пика и температуры базовой линии, т.е. температуры (t_n).

По площади экзотермического пика на термограммах (рис. 1) были определены тепловые эффекты и относительный коэффициент тепловыделения системы (К), который рассчитывался как отношение площади экзотермического пика смеси аммиачной селитры с пиритом к площади пика аммоний нитрата. Результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1–Параметры термической деструкции аммиачной селитры в присутствии различных образцов пирита (5 % масс.)

Система	t_n , °С	v_t , град/(мин)	$t_{\text{пика}}$, °С	$h_{\text{пика}}$, °С	К
Аммиачная селитра (АС)	230	0,99	276	2,13	1
АС-пирит обр. № 1	165	6,09	195	9,14	18,3
АС-пирит обр. № 2	140	6,15	168	8,61	19,8
АС-пирит обр. № 3	138	10,19	167	14,77	23,2
АС-пирит обр. № 4	187	1,86	254	6,24	6,6

Анализ данных термического анализа (рис. 1, табл. 1) показывает, что скорость тепловыделения, температура начала разложения и экзотермичность взаимодействия аммиачной селитры при контакте с пиритом существенно зависит от степени окисленности порошка пирита. Так, использование для лабораторных испытаний свежемолотого порошка пирита (обр. № 1) в три раза увеличивает общее количество теплоты реакции взаимодействия с аммиачной селитрой и скорость тепловыделения в системе (табл. 1) по сравнению с порошком пирита, который хранился в тонкодисперсном состоянии более шести месяцев (обр. № 4). При этом взаимодействие свежемолотого пирита (обр. № 3) с селитрой происходит на 20–22 градуса раньше (табл. 1).

Как видно из рис. 1 и табл. 1, отмыв порошка пирита до нейтральных значений pH (обр. № 2) и прокаливание при 180–200 °С (обр. № 3) существенно повышает чувствительность аммиачной селитры к порошку пирита, сдвигая температуру начала интенсивной экзотермической реакции еще на 25–27 градусов, что доказывает частичную инактивацию поверхности пирита в процессе измельчения на воздухе. При этом прокаливание отмытого пирита (обр. № 3) практически не смещает температуру начала реакции с селитрой по сравнению с образцом № 2, однако приводит к увеличению интенсивности тепловыделения в 1,65 раза.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Таким образом, можно констатировать, что результаты лабораторных испытаний термостабильности ВВ на основе аммиачной селитры при контакте с сульфидной породой существенно зависят от степени окисленности поверхности и способа подготовки порошка пирита.

Считается, что эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), в отличие от простейших, малочувствительны к агрессивному действию сульфидных пород с низким содержанием серы. Это объясняют тем, что водный раствор селитр является дисперсной фазой эмульсии, т.е. закапсулирован топливной фазой, которая блокирует контакт с пиритом. В подтверждение таких выводов приводят результаты успешных экспериментальных испытаний эмульсионных ВВ по методике УНИПРОМЕДЬ.

Однако использование в испытаниях термостабильности эмульсионных систем по стандартной методике порошка пирита с окисленной поверхностью может давать ложно-положительные результаты термической стабильности испытываемого ВВ при контакте с сульфидсодержащими породами. При этом, подобные лабораторные испытания не позволяют уверенно прогнозировать стабильность скважинных зарядов ЭВВ в сульфидсодержащих породах.

В июне–июле 2013 г. на карьере ПАО «Центральный ГОК» при подготовке к массовому взрыву возникли нештатные ситуации, связанные с выделением газообразных продуктов из заряженных скважин и выгоранием части заряда ЭВВ марки Эмонит с нитритной сенсibiliзацией.

Взрываемый блок был представлен магнетит-силикатными и магнетитовыми кварцитами, графит-биотитовыми гнейсами. Содержание серы в магнетитовых кварцитах по *предварительным* данным геологической службы составляло 0,15–0,2 %.

Комиссия, расследовавшая причины возникновения нештатных ситуаций, установила, что скважины, где произошел процесс газовой выделения, приурочены к контактной зоне магнетитовых кварцитов и графит-биотитовых гнейсов. Образцы горных пород блока и шлама скважин были исследованы в лаборатории прикладной минералогии Криворожского национального университета. Как показали исследования, образцы были представлены породами двух разновидностей: рудными и малорудными железистыми кварцитами со средним содержанием $Fe_{\text{магн}}$ около 20–25 мас. % и слабо выветренными графитсодержащими кристаллическими сланцами, рудная составляющая которых представлена слабо выветренным магнетитом и сульфидами (пирит + пирротин) при суммарном содержании серы 2,3–3,04 %. Анализ шлама скважин показал, что сульфиды подверглись активному растворению с замещением легкорастворимым минералом, вероятно, мелантеритом ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), о присутствии которого свидетельствовали пленки гидроксидов железа в полостях замещения пирротина и пирита. В материалах проб зафиксированы газообразные оксиды серы.

В рамках мероприятий по предотвращению нештатных ситуаций было проведено систематическое измерение температуры в скважинах, выбуренных в приконтактных зонах. Проведенные измерения показали, что на 5–7 сутки после забуривания в некоторых скважинах приконтактной зоны наблюдалось повыше-

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

ние температуры с 12 до 22 °С. Также был зафиксирован единичный случай рост внутрискважинной температуры до 46 °С в короткой скважине длиной 8 м (скважина не заряжалась ВВ). При этом вода в скважины попадала с борта карьера по контактной зоне и не превышала 0,3–0,5 м.

Причинами подобного саморазогрева скважин еще до заряжания ВВ являются, вероятно, экзотермические реакции с участием пирита и графитсодержащих сланцев, материал которых выполняет роль горючего в окислительных процессах. Можно предположить, что вследствие проходящих в скважинах окислительно-восстановительных процессов, включения пирита обладают повышенной химической активностью, значительно увеличивая вероятность несанкционированного разложения скважинных зарядов при контакте с эмульсионной основой ЭВВ.

С целью проверки данного предположения были проведены испытания термостабильности эмульсионной основы ЭВВ Эмонит при контакте с образцами скважинного шлама контактной зоны и порошков неактивированного (обр. № 4) и активированного (обр. № 3) пирита. Термостатирование смеси 95 % масс. эмульсии и 5 % масс. шлама или пирита проводилось при 80 °С, что соответствует температуре применения ЭВВ Эмонит–Н–100, не содержащего гранулированной аммиачной селитры. При этом фиксировалось изменение дифференциальной температуры смеси и выделение газообразных продуктов реакции.

Как показали результаты испытаний, эмульсионная основа ЭВВ Эмонит является достаточно инертной по отношению к образцу шлама и неактивного пирита. Иная картина фиксировалась при контакте эмульсии с активированным порошком пирита (обр. № 3). Уже через шесть минут после начала термостатирования наблюдалось повышение дифференциальной температуры смеси и выделение оксидов азота (рис. 2), что свидетельствует о начале экзотермической реакции деструкции эмульсии.

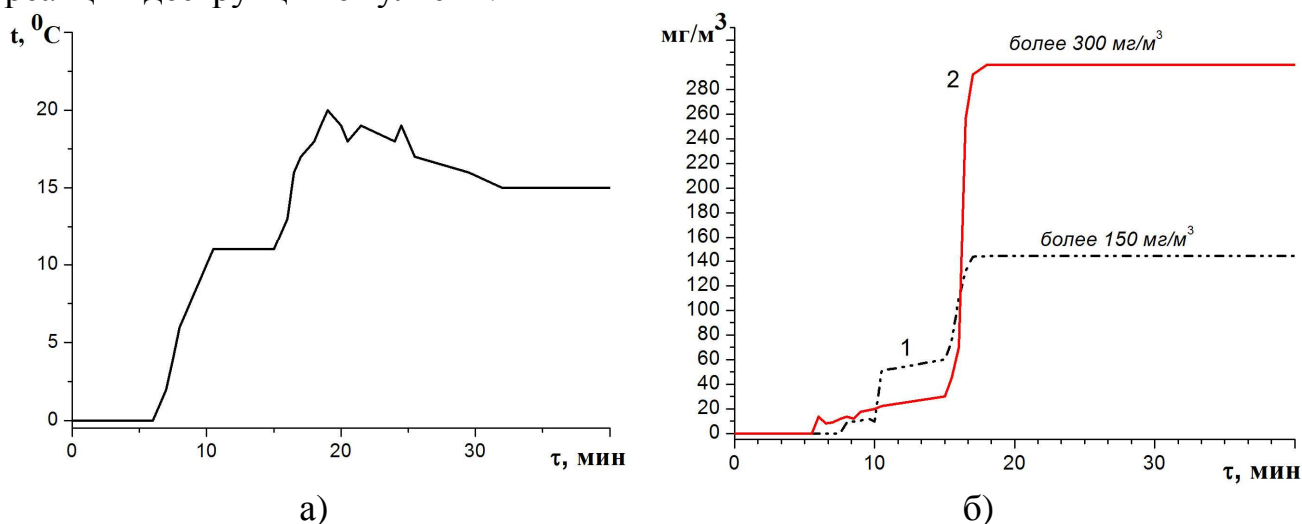


Рисунок 2 – Термостатирование смеси эмульсионной основы Эмонит–Н–100 и 5 % масс. активированного порошка пирита (обр. № 3) при 80 °С:

а) дифференциальная температура смеси; б) динамика газовыделения оксидов азота из смеси: 1 – NO , 2 – NO_2

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Таким образом, в скважинах приконтактной зоны, содержащей включения пирита и легкоокисляющиеся породы, за счет развития экзотермических окислительно-восстановительных процессов возможна химическая активация поверхности включений пирита. Контакт активированного пирита с ЭВВ, обладающих высокой кислотностью, приводит к развитию самоускоряющихся экзотермических процессов и деструкции зарядов ВВ.

По результатам работы ПАО «ППП «Кривбассвзрывпром» при участии авторов данных исследований были разработано «Руководство по предупреждению самопроизвольных реакций взаимодействия ВВ на основе нитрата аммония с сульфидсодержащими породами», которое среди прочих предполагает следующее:

использование для заряжания ЭВВ на основе холодных эмульсий с температурой не выше 40°C или ЭВВ на основе щелочных эмульсий с $\text{pH} > 7$;

размещение в скважине веществ (растворов) для нейтрализации и ингибирования реакций с участием пирита (при наличии таких реакций по данным замера температуры и наличия газовыделения);

минимизация времени нахождения заряда в таких скважинах (не более четырех часов);

оборка устья скважин от шлама до заряжания; подсыпка инертным материалом (песок, глина, мел) до 0,5 м;

изоляции заряда ВВ от контакта с породой и др.

ВЫВОДЫ. По результатам термического анализа установлено, что количество тепла, скорость тепловыделения и температура начала разложения аммиачной селитры при контакте с пиритом существенно зависит от степени окисленности поверхности и способа подготовки порошка пирита. Активация поверхности порошка пирита приводит к снижению температуры начала деструкции аммиачной селитры на 70–90 градусов, увеличивая скорость тепловыделения термодеструкции в 6–10 раз. Активация поверхности пиритных включений в забуренных скважинах возможна за счет экзотермических окислительно-восстановительных процессов с участием пирита и легкоокисляющихся графитсодержащих пород в воздушной и водно-воздушной среде. Использование порошка пирита с окисленной поверхностью в испытаниях термостабильности может давать ложные выводы о степени чувствительности испытываемого ВВ к действию агрессивных сульфидных пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Квитка В.В., Лемеш Н.И. Исследование и выявление условий безопасного применения на Николаевском карьере аммиачно-селитренных ВВ заводского и местного изготовления // Отчет о НИР 9-92-004. – Усть-Каменогорск: ВНИИЦВЕТМЕТ, 1994.

2. Подберезская Н.В., Магарилл С.А., Первухина Н.В., Борисов С.В. Кристаллохимия дихалькогенидов состава MX_2 // Журнал структурной химии. – 2001. – Т. 42, № 4. – С. 783–817.

НОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

3. Коваленко И.Л., Куприн В.П. Взаимодействие эмульсионных взрывчатых веществ и их компонентов с сульфидными минералами // Взрывное дело: науч.-техн. сбор. – М.: ЗАО «МВК по взрывному делу при АГН», 2010. – Вып. № 103/60. – С. 154–170.

4. Коваленко И.Л., Куприн В.П. Ингибирование взаимодействия пирита с аммиачноселитренными ВВ // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва: науково-виробничий збірник. – 2013.– Вип. 1/2013 (11). – С. 84–91.

5. Радюшкина К.А., Вигдергауз В.Е., Тарасевич М.Р., Чантурия В.А. Электрохимия сульфидных минералов. Электрохимические процессы на поверхности пирита и пирротина в водных растворах электролитов // Электрохимия. – 1986. – Т. XXII, вып. 10. – С. 1394–1398.

6. Прогноз и профилактика самопроизвольных загораний и взрывов аммиачно-селитряных взрывчатых веществ при производстве буровзрывных работ на предприятиях цветной металлургии Казахстана. Обзорная информация. Вып. 2. – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1988. – 48 с.

7. Пат. 2305674 RU Взрывчатый состав «Дитолан-С». МПК С 06В 31/38, С06В 25/08 /Абдрахманов И.А, Газизов М.Ф., Ибрагимов Р.А (RU) и др.; заявл. 08.12.2005; опубл. 05.11.2006.

ON THE INTERACTION BETWEEN AMMONIUM NITRATE BASED EXPLOSIVES AND ACTIVATED PYRITE POWDERS

I. Kovalenko

Ukrainian State University of Chemical Technology
prosp. Gagarin,8, Dnepropetrovsk, 49000, Ukraine. E-mail: il-kovalenko@mail.ru

V. Kuprin

Eccom Ltd
ul. Dubinina, 69, Dnepropetrovsk, 49000, Ukraine. E-mail: kuprinvp@mail.ru

O. Koltunov

PJSC Industrial and Production Enterprise "Krivbassvzryvprom"
ul. Kakhovskaya, 40, Krivoy Rog, 50005, Ukraine. E-mail: olaf1961@yandex.ru

It was shown that parameters of the thermal decomposition of ammonium nitrate in contact with pyrite depend on degree of surface oxidation and a method of the pyrite powder preparation. Surface activation of powdered pyrite reduces the temperature of beginning of ammonium nitrate decomposition by 70-90 degrees, increases the rate of heat release 6-10 times as much. It was shown that the use of the pyrite powder with the oxidized surface in thermal stability tests can give incorrect conclusions about the degree of the explosive sensitivity to corrosive sulfide rocks.

Key words: ammonium nitrate, pyrite, surface activation.

REFERENCES

1. Research and Detection the Conditions of Safe Use in the Nikolayevsk Career Ammonium Nitrate Based Explosives Factory and Local Making / Kvitka, V.V. and Lemesh, N.I. (1994) // Report no. 9-92-004. – Vostochnyi Nauchno-Issledovatel'skii Horno-Metallurgicheskii Institut Tsvetnykh metallov.– Ust-Kamenohorsk [in Russian].

Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. Випуск 1/2014(13).

2. Crystal Chemistry of Dichalcogenides MX_2 /Podberezskaia, N.V, Maharill, S.A., Pervukhina, N.V. and Borisov, S.V. (2001) // Journal of Structural Chemistry –Vol. 42.–no.4.– pp.783-817.

3. Kovalenko, I.L. and Kuprin, V.P.(2010), Reactions of Emulsion explosives and Their Components With Sulphidic Minerals // Vzryvnoe Delo – Moscow: ZAO MVK Po Vzryvnomu Delu pri AHN. - no. 103/60. – pp. 154-170. [in Russian].

3. Kovalenko, I.L. and Kuprin, V.P. (2013) Inhibition of reactions between pyrite and ammonium nitrate based explosives // Suchasni Resursoenergozberihaiuchi Tekhnolohii Hirnychoho Vyrobnystva.– Iss. 1 (11).–pp.84-91 [in Russian].

5.Electrochemistry of Sulphidic Minerals. Electrochemical Processes on a Pyrite's and Pyrrhotine's Surface in Water Solution of Electrolytes / Radyushkina, K.A., Vigdergauz, V. E., Tarasevich, M.R. and Chantury, V.A. (1986) // Elektrokhimiya. – Vol. XXII, no 10. –pp. 1394-1398 [in Russian].

6. Prognosis and Prevention of Spontaneous Ignitions and Explosions of Ammonium Nitrate Based Explosives in the Drilling and Blasting Operations of Non- Kazakhstan's Ferrous Metallurgy (1988).– Iss. 2.–Moscow: Tsentralnyi Nauchno-Issledovatel'skii Institut Tsvetnykh Metallov Ekonomiki i Informatsii.–48 p. [in Russian].

7. Pat 2305674 RU: C 06B 31/38, C06B 25/08 / Abdrakhmanov, I.A., Hazizov, M.F., Ibrahimov, R.A. et al. (2005) [in Russian].

Стаття надійшла 12.05.2014.

УДК 662.217

ОСОБЕННОСТИ ДЕТОНАЦИИ НИЗКОПЛОТНОГО ЭМУЛЬСИОННОГО ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА, СЕНСИБИЛИЗИРОВАННОГО ЛЕГКИМИ МАЛОПРОЧНЫМИ ГРАНУЛАМИ

С. А. Горинов, И. Ю. Маслов

ООО «Глобал Майнинг Эксплозив-Раша», г. Москва, Россия.

E-mail: akaz2006@yandex.ru; ilmaslov@mail.ru

Показано, что в низкоплотных эмульсионных взрывчатых веществах, полученных при смешении эмульсии со значительным объемом легких малопрочных гранул (в смеси возникает связная гранульно-воздушной система), возбуждение детонации происходит под действием высокоэнтальпийного газового потока, фильтрующегося из области высокого давления. При этом химическая реакция происходит в форме поверхностного горения частиц эмульсии, взаимодействующих с потоком газа. Установлены аналитические критерии для оценки условий возникновения струйной детонации. Полученные сведения являются полезными с практической точки зрения для обоснования технологии осуществления щадящего взрыва с применением низкоплотных эмульсионных взрывчатых веществ.

Ключевые слова: низкоплотные эмульсионные взрывчатые вещества, связная гранульно-воздушная система, высокоэнтальпийный газовый поток, передача детонации струями взрывных газов.