К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ефремовцев Н.Н.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук»
г. Москва, Россия, E-maik: noee7@mail.ru

Целью проводимых исследований является создание способа приготовления промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) и их составов на основе гранулированной аммиачной селитры и жидкого горючего, обеспечивающего повышение площади контакта и однородности распределения в их объеме гранулированного окислителя и горючего, что позволит повысить эффективность применения таких ПВВ как за счет повышения полноты и скорости детонации, так и улучшения восприимчивости к инициирующему импульсу.

Связь несовершенств кристаллической структуры с возбудимостью твердых взрывчатых веществ при механическом воздействии рассмотрена в работе [1]. Одним из путей решения задачи является применение акустической и магнито-имульсной обработки гранул аммиачной селитры и жидкого горючего [2,3,4]. Смешение и пропитку гранул аммиачной селитры жидким горючим осуществляют в сплошной суспензионной фазе одновременно с операцией разрушения микроструктуры кристаллов аммиачной селитры, ее «поризации» путем ультразвукового воздействия на суспензию, чем достигается интенсификация взаимосвязанных процессов образования дефектов (дислокации и трещин) в кристаллической структуре селитры и проникновения в нее жидкой фазы. Это приводит к ускоренной «поризации» и увеличению однородности впитывания гранулами селитры жидкого горючего вследствие образования в гранулах селитры микропористой структуры. При этом удерживающая жидкое топливо способность гладкой аммиачной селитры может увеличиться до 20% за счет ее интенсивной поризации.

Проведение последующей операции отжима требуется для удаления несвязанных излишков жидкого горючего. Операцию отжима гранул аммиачной селитры от избытка жидкого топлива также осуществляют при ультразвуковом воздействии на суспензию. Это позволяет избавиться от излишков жидкой горючей фазы и обеспечить требуемый кислородный баланс взрывчатой смеси. Таким образом, например, достигается оптимальное содержание дизельного топлива в смеси с аммиачной селитрой (3-6% об.).

В результате проведенных исследований установлено [2,5], что физические воздействия на кристаллическую структуру твердых ВВ типа магнито-импульсного, СВЧ или ультразвукового воздействия различной интенсивности могут как способствовать развитию структурных несовершенств кристаллической решетки в виде дислокаций, так и возникновению обратного процесса аннигиляции отдельных дислокации (с антипараллельными векторами Бюргера) с восстановлением совершенной структуры. Таким образом, воздействие на кристаллы твердого ВВ физическими полями различной интенсивности могут привести как к сенсибилизации кристаллического ВВ, приводящей к повышению его чувствительности к внешним воздействиям (например, инициирующему импульсу), так и ее снижению (флегматизации).

Установлено, что после акустической обработки смесей аммиачной селитры с дизельным топливом скорость выделения тепла при термическом разложении возрастает на 10-20%. Проведены рентгенографические исследования плотности хаотически распределенных структурных несовершенств обработанных ультразвуком поликристаллов аммиачной селитры. Пределы применимости метода следующие: регистрируемая плотность распределения дислокации $5\cdot10^{9}$ см$^{-2}$≤ρ≥10^{13} см$^{-2}$, размеры микроблоков 2 нм≤D≥200 нм. Съемку производили на рентгеновском дифракторе ДРОН-4. При приготовлении образцов для анализа полученные гранулы аммичной селитры (форма 4 орторомбической кристаллической структуры с табличными

значениями периодов решетки a=5,441 Å, b=5,753 Å, c=4,929 Å), частично пропитанные дизельным топливом, растирали в порошок между двумя листами кальки. Фазовый анализ полнопрофильной дифрактограммы в угловом диапазоне 20-120° с шагом 0,1° проводили методом уширения линий по профилю линий (200)-(400) с шагом 0,03°.

Исследуемые параметры ведения процесса разрушения микроструктуры поликристаллов аммиачной селитры в дизельном топливе при ультразвуковом воздействии на полученную суспензию варьировались в диапазоне расхода удельной энергии воздействия в пределах от 100 до 500 кДж/м^3 при времени обработки порядка 2-140 с и частоте воздействия 18-50 кГц. В результате ультразвукового воздействия на суспензию аммиачной селитры с дизельным топливом интенсивностью порядка 350 кДж/м^3 при времени воздействия 15-120 с плотность распределения дислокационных несовершенств возрастала в 7,5 раза в сравнении со стандартным образцом, не подвергаемым физическому воздействию.

Положительный эффект способа приготовления взрывчатой смеси аммиачной селитры с дизельным топливом достигается также выбором интенсивности N/V и времени т ультразвукового воздействия на суспензию как в процессе разрушения структуры селитры и ее пропитки жидким топливом, так и на стадии отжима. За комплексный параметр оценки эффективности осуществления этих процессов можно, следовательно, выбрать удельную энергию ультразвукового воздействия К, вводимую на стадии приготовления взрывчатой смеси для достижения требуемого технологического эффекта: К=(N/V)×т=р×т, где N - средняя за период мощность ультразвукового излучения; V - полезный объем аппарата смешения; р - среднее акустическое давление в обрабатываемой среде. Установлено, что процесс разрушения микроблочной структуры аммиачной селитры может быть осуществлен при частоте ультразвуковых колебаний порядка 18 кГц, удельном расходе энергии порядка 350 кДж/м^3 при времени обработки порядка 15-30 с.

Результаты выполненных научных исследований и многолетних экспериментальных работ по совершенствованию способов изготовления и составов энергонасыщенных материалов для горной промышленности с применением «поризующих» гранулы аммиачной селитры эмульсий и акустического воздействия, усиливающего эффект Рейбиндера, представлены в заявке на группу изобретений [6].

На рисунке 1 показана структура гладкой аммиачной селитры до и после акустической обработки в среде «поризующей» водно-углеводородной эмульсии.

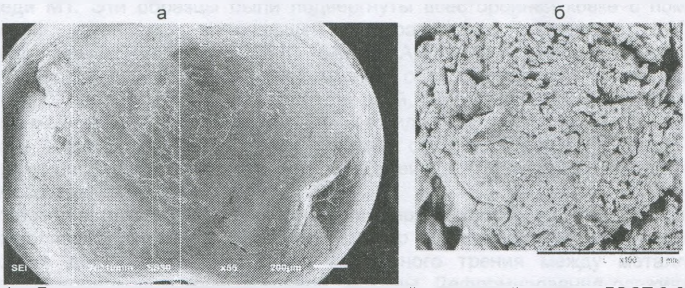

Рисунок 1 – А и Б – структура поверхности гранулы гладкой аммиачной селитры ГОСТ 2-85 до и после акустической обработки в среде водно-углеводородной эмульсии, разработанной для производства Гранулита «ЕФ-П» (ТУ 7276-002-94120064-2009)

Список литературы:

1. Дубнов Л.Б., Сухих В.А., Тимошевич И.И. О связи несовершенств кристаллической решетки с возбудимостью твердых взрывчатых веществ при механическом воздействии. В кн.: Взрывное дело. 1973, – =с.191-198.

2. К вопросу применения нанотехнологий для управления термодинамическими характеристиками промышленных взрывчатых веществ. Ефремовцев Н.Н., Ефремовцев П. Н. Труды четвертой научной конференции ,18-22 октября 2004г., ИПКОН РАН, Москва.

3 Ефремовцев Н.Н. Ефремовцев П.Н. Способ приготовления промышленного взрывчатого вещества. Патент РФ № 2262498. 20.10.2005.

4. Ефремовцев Н.Н., Белин В.А. и др. Гранулированный или порошкообразный кристаллический продукт для производства промышленных взрывчатых веществ. Патент РФ № 2354635. 12.29.2006.

5.Ефремовцев Н.Н., Ефремовцев П.Н. Использование нано- и микротехнологий для повышения безопасности и эффективности производства и применения промышленных взрывчатых веществ. Експлозив. №7. The Official Publication of the BULGARIAN SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS. 2008. – С 5-7.

6. Ефремовцев Н.Н., Квитко С.Н. Составы взрывчатых смесей и способы их изготовления. Заявка на изобретение № 2014133961/05 (054885).