

**И.Ю. Маслов
С.А. Горинов**

**НИЗКОПЛОТНЫЕ
ЭМУЛЬСИОННЫЕ
ВЗРЫВЧАТЫЕ
ВЕЩЕСТВА:
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ
И ПРИМЕНЕНИЯ**

ПРЕПРИНТ

**МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ГОРНАЯ КНИГА»
2014**



УДК 622.235
М 31

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых» СанПиН 1.2.1253-03, утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124—94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 77.99.60.953.Д.014367.12.13

Маслов И.Ю., Горинов С.А.

М 31 Низкоплотные эмульсионные взрывчатые вещества: технологические аспекты изготовления и применения: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). — 2014. — № 10. — 52 с. — М.: издательство «Горная книга»

ISSN 0236-1493

Получено выражение для определения плотности ЭВВ с учетом массовой доли изопентана в суспензионном полистироле, коэффициента вспенивания, отношения насыпного объема гранул пенополистирола к объему матричной эмульсии при изготовлении ЭВВ, технологии смешивания эмульсии с гранулами пенополистирола и химического состава эмульсии. Показано, что в низкоплотных эмульсионных взрывчатых веществах, полученных при смешении эмульсии со значительным объемом гранул пенополистирола (или подобными им гранулами), возможно устойчивое распространение взрывчатого процесса. Данный процесс происходит в виде детонационно-подобной волны горения капель эмульсии в струях взрывных газов, истекающих из области высокого давления зоны реакции. Химическая реакция в данных ЭВВ происходит в форме поверхностного горения частиц эмульсии, взаимодействующих с потоком газа. Разработана методика определения параметров взрывчатого разложения низкоплотных ЭВВ и показано, что при взрыве данных ЭВВ происходит постепенное возрастание давления в продуктах разложения ВВ. Получены аналитические критерии для оценки устойчивости распространения данного процесса. Полученные сведения позволяют получить полезные с практической точки зрения результаты для обоснования технологии осуществления щадящего взрывания с применением низкоплотных ЭВВ.

УДК 622.235

ISSN 0236-1493

© И.Ю. Маслов, С.А. Горинов, 2014
© Издательство «Горная книга», 2014
© Дизайн книги. Издательство
«Горная книга», 2014

УЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ВСПЕНИВАНИЯ ГРАНУЛ ПОЛИСТИРОЛА ПРИ РАСЧЕТЕ ПЛОТНОСТИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ, СЕНСИБИЛИЗИРОВАННЫХ ЭТИМИ ГРАНУЛАМИ

Получено выражение для определения плотности ЭВВ с учетом массовой доли изопентана в суспензионном полистироле, коэффициента вспенивания, отношения насыпного объема гранул пенополистирола к объему матричной эмульсии при изготовлении ЭВВ, технологии смешивания эмульсии с гранулами пенополистирола и химического состава эмульсии.

Ключевые слова: ЭВВ, сенсibilизированные гранулами пенополистирола, коэффициент вспенивания, плотность ЭВВ.

Актуальность работы. В связи с увеличением глубины горных работ на угольных разрезах Кузбасса все большая часть вскрышных пород является обводненными. При этом длина взрывных скважин на данных разрезах изменяется в диапазонах 10-50м, что обусловлено принятыми системами отработки месторождений. Таким образом, применяемое ВВ должно быть, как водоустойчивым, так и способным к стабильной детонации вертикальных зарядов длиной до 50 метров. Использование для отбойки ЭВВ, сенсibilизированных газовыми пузырьками, в данных условиях приводит к значительному расходу ЭВВ, обусловленному его уплотнением в нижней части скважинного заряда из-за уменьшения размеров газовых пор от действия гидростатического давления колонки заряда ЭВВ. Помимо этого, уплотнение ЭВВ приводит к снижению его чувствительности и затруднению протекания полноценной детонации. Таким образом, применение в длинных скважинных зарядах ЭВВ, сенсibilизированных газовыми порами, ведет к необоснованным материальным затратам и не всегда обеспечивает надежность детонации этих ЭВВ. Применение ЭВВ, сенсibilизированных стеклянными или пластиковыми мономикросферами ухудшает экономические показатели взрывных работ вследствие дороговизны данных сенсibilизато-

ров. Использование в качестве сенсibilизаторов микрогранул перлита или продуктов переработки зол не обеспечивает надежной детонации вследствие неконтролируемости наличия в них микрогранул со значительной открытой пористостью.

Из пористых органических веществ наибольший интерес для использования их в качестве сенсibilизатора в ЭВВ представляют гранулы вспененного полистирола (гранулы пенополистирола). Данные гранулы характеризуются низкой величиной открытой пористости и, являясь продуктом устойчивого и управляемого органического синтеза, характеризуются повторяемостью внутренней структуры [1]. Кроме этого данный материал доступен как по цене, так по стабильности поставок.

Выполненные теоретические, полигонные и опытно-промышленные работы [2—5] показали, что работоспособность ЭВВ, сенсibilизированных гранулами пенополистирола, в зависимости от их химического состава, структуры гранул и матричной эмульсии, способов смешивания и плотности, изменяются в широких пределах: от дымного пороха до граммонита 79/21. Следовательно, данные ЭВВ имеют широкую область применения на открытых горных работах. Однако, в настоящее время отсутствует методика расчета технологической плотности данных ЭВВ с учетом сортности исходных гранул полистирола и коэффициента вспенивания их, что осложняет работу взрывников-технологов и снабженцев. Решению данного вопроса посвящена настоящая работа.

Результаты исследований. Гранулы пенополистирола образуются путем нагревания гранул суспензионного вспенивающегося полистирола в пароводяной среде. Суспензионный вспенивающийся полистирол получают из эмульсии изопентана в стироле при полимеризации стирола и гранулировании полимеризующейся массы [1].

Введем обозначения:

$r_{гр}^0$, $R_{гр}$ — начальный радиус гранулы суспензионного вспенивающегося полистирола и радиус этой гранулы после вспенивания, соответственно;

$r_{пор}$ — средний радиус поры в грануле после вспенивания;

$\rho_{пс}^0$, $\rho_{ин}$ — плотность полистирола и изопентана, соответственно;

$\chi_{ин}$ — содержание изопентана в суспензионном полистироле до вспенивания («изопентанная пористость»);

$\rho_{оо}^{сnc}$ — плотность вещества гранулы суспензионного вспенивающегося полистирола;

δ — средняя толщина перегородки между внутренними порами в грануле пенополистирола;

$K_{вспен.}$ - коэффициент вспенивания (отношение объема вспененной гранулы к начальному);

$k_{упак.}$ - коэффициент упаковки (отношение общего объема, занимаемого гранулами, к собственному объему гранул) при свободной засыпке вспененных гранул полистирола.

Плотность вещества гранулы суспензионного вспенивающегося полистирола в рамках принятых обозначений равна

$$\rho_{оо}^{сnc} = \chi_{ин} \rho_{ин} + (1 - \chi_{ин}) \rho_{nc}^o. \quad (1)$$

Учитывая, что согласно исследованиям структуры гранул пенополистирола [6] в области коэффициентов вспенивания, представляющих практический интерес ($K_{вспен.} > 6$), выполняется условие $\delta \ll r_{пор}$, имеем следующее из условия сохранения массы полистирола в грануле до и после вспенивания уравнение

$$\frac{4\pi}{3} (r_{сп}^o)^3 \rho_{nc}^o (1 - \chi_{ин}) \cong \frac{1}{2} \cdot 4\pi r_{пор}^2 \delta N_{пор} \rho_{nc}^o, \quad (2)$$

$$\text{где } N_{пор} \approx \left(\frac{R_{сп}}{r_{пор}} \right)^3 - \text{количество пор в грануле}. \quad (3)$$

$$\text{По определению } K_{вспен.} = \left(\frac{R_{сп}}{r_{сп}^o} \right)^3. \quad (4)$$

На основании (1)-(4) имеем

$$\frac{\delta}{r_{пор}} \cong \frac{2}{3K_{вспен.}} \cdot \frac{\rho_{оо}^{сnc} - \rho_{ин}}{\rho_{nc}^o - \rho_{ин}}. \quad (5)$$

Введем в рассмотрение насыпную плотность гранул пенополистирола $\rho_{nn}^{нас}$. Тогда для массы полистирола в грануле имеем следующее равенство