

На рисунку наведено залежність максимальної висоти викиду осколків від їх початкової швидкості і щільності повітряно-водяного середовища (маса осколка 2,6 кг, коефіцієнт лобового опору – 1, площа поперечного перерізу – $0,01 \text{ м}^2$).

Як видно з рисунка, створення над металевим коробом повітряно-водяного середовища дає змогу значно знизити максимальну висоту викиду осколків. Так, при щільності середовища 50 кг/м^3 і початковій швидкості осколка 30 м/с висота підйому зменшується майже в 4 рази, при швидкості 20 і 10 м/с – відповідно в 3 і 2 рази.

Формула (2) дозволяє визначити необхідну товщину водяної перешкоди, яка повністю виключає небезпеку вильоту осколків у атмосферу. Згідно з розрахунками, при початковій швидкості кусків 30 м/с товщина водяної перешкоди має становити 5 м, при швидкості 20 і 10 м/с – відповідно 3 і 1,5 м. Отримані результати свідчать, що при проведенні підривних робіт в умовах небезпечного виробництва застосування водяної завіси може бути ефективним способом зниження шкідливої дії вибуху.

1. *Богацкий В. Ф., Фридман А. Г.* Охрана инженерных сооружений и окружающей среды от вредного действия взрывов. – М.: Недра, 1982. – 162 с.

2. *Коренистов А. В., Давыдов А. В., Каменка Б. И. и др.* Техника безопасности при взрывных работах в энергетическом строительстве. – М.: Недра, 1980. – 87 с.

3. *Комир В. М., Литвиненко Я. С.* Методы управления действием взрыва при разрушении бетона и железобетона // Проблемы создания новых машин и технологий. Науч. тр. КТПИ. – Вып. 1/2000. – Кременчуг: КТПИ, 2000. – С. 502–504.

4. *Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю. и др.* Теоретическая механика в примерах и задачах. – М.: Наука, 1972. – 624 с.

5. *Покровский Г. И., Федоров И. С.* Действие удара и взрыва в деформируемых средах. – М.: Госстройиздат, 1957. – 276 с.

6. *Афонин В. Г., Гейман Л. М., Комир В. М.* Справочное руководство по взрывным работам в строительстве. – Киев: Будівельник, 1974. – 382 с.

УДК 622.235

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИНАМИТОВ ДЛЯ ТРОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

А. Воеводка, докт.-инж. (Силезский технический университет, РП)

В статті наводяться матеріали досліджень, спрямованих на покращення фізичних властивостей використовуваних у Польщі динамітів типу Nitroplex з метою забезпечення надійності їх роботи в умовах підвищеної вологості та температури.

Современные динамиты по составу существенно отличаются от своего прототипа, совершившего революцию в производстве взрывчатых материалов для горных работ. Изобретение взрывчатого желатина позволило заменить кизельгур в динамите Нобеля активными субстанциями, принимающими непосредственное участие в процессе детонации.

Основными компонентами нитроглицериновых взрывчатых веществ (ВВ) являются нитрозофиры, окислители и горючие вещества. Важнейшим и наиболее применяемым окислителем является аммиачная селитра. Кислородный баланс селитры, составляющий +20 %, позволяет вводить в состав динамитов большое количество горючих веществ [1]. В качестве окислителей в динамитах применяются также натриевая и кальциевая селитры [1].

Применение этих селитр позволяет модифицировать свойства динамитов. Особенно это касается кальциевой селитры, которая, примененная в виде водного раствора, пластифицирует состав и улучшает его кислородный баланс.

В качестве горючих компонентов (топлива) чаще всего используются тринитротолуол, динитротолуол, древесная мука [2, 4]. Кроме указанных веществ, в состав динамитов входят иногда стабилизаторы и пластификаторы. Чаще всего стабилизатором является централит-II (диметилдифенилмочевина). Его действие состоит в связывании окислов азота, выделяющихся при разложении ВВ.

Особое значение для производителей и потребителей взрывчатых веществ имеет пластичность нитроглицериновых ВВ. Во время смешивания пластичность компонентов определяет нагрузку на двигатель смесителя, поэтому измерение нагрузок амперметром может использоваться для определения пластичности динамита [3]. Пластичность влияет также на качество смешивания компонентов.

Сложной проблемой является патронирование динамитов на автоматах Koler. Идеальным при этом было бы поддержание пластичности ВВ на постоянном уровне. Однако это практически невозможно, поскольку на пластичность влияют такие факторы, как пора года, температура, влажность воздуха и сырья, вязкость динамитного хлопка, время желатинизации, степень смешивания.

Влияние первых четырех факторов тесно связано с гигроскопичностью аммиачной селитры. Однако повышенная температура также может ухудшить пластические свойства ВВ. В тропических условиях повышенные влажность и температура действуют совместно, оказывая негативное влияние на свойства патронированного динамита. Например, повышенная слеживаемость, как результат влияния этих факторов, существенно ухудшает условия заряжания шпуров и снижает коэффициент заполнения шпура, поскольку потерявшие пластичность патроны при досылке их в шпур не деформируются. При этом создаются условия для проявления канального эффекта, способствующего затуханию скорости детонации вдоль линейного заряда.

С целью адаптации динамитов к тропическим условиям исследованы возможности их дополнительной пластификации.

Натуральным пластификатором в динамитах является сам взрывчатый желатин. Однако увеличение его содержания ведет к росту стоимости ВВ. Если потребитель заказывает динамиты с низкими детонационными параметрами, целесообразно заменить желатин более дешевым компонентом. Одновременно, вводя другие добавки, можно улучшить водостойкость динамитов, уменьшить их склонность к экссудации, увеличить сроки хранения.

Все динамиты, у которых установлена экссудация (выделение на поверхности патрона жидких компонентов), подлежат уничтожению, а поверхности, с которыми они контактировали – химической очистке или уничтожению.

Склонность динамита к экссудации чаще всего определяется вихревой пробой, подогревом и английским тестом (Liquefaction test).

В настоящей работе применен английский тест, как наиболее часто используемый в странах с тропическим климатом. Взрывчатое вещество в виде цилиндров выдерживалось в течение 144 часов при влажности воздуха $50 \pm 10\%$. Уменьшение их высоты не должно составлять более 25 %, причем верхняя поверхность цилиндра после оседания должна остаться ровной и иметь острые края.

После лабораторного отбора исследовались два состава динамитов, которые в наибольшей степени удовлетворяли требованиям к детонационным свойствам ВВ – Nitronex-80 и Nitronex-85 (табл. 1).

Таблица 1. Состав исследуемых динамитов

Компоненты	Динамит	
	Nitronex-80	Nitronex-85
Аммиачная селитра	59,4	56,7
Нитроглицерин / нитроглицоль	22,0	35,0
Динитротолуол	9,0	4,0
Натриевая селитра	7,3	–
Древесная мука	1,3	3,0
Динамитный хлопок	1,0	1,3

Эти динамиты характеризуются следующими параметрами взрыва (табл. 2).

Таблица 2. Параметры взрыва исследуемых динамитов

Динамит Nitronex	Количество продуктов взрыва 1 кг ВВ, кг					Объем газов взрыва, дм ³	Температура взрыва, °С
	CO ₂	H ₂ O	N ₂	O ₂	Na ₂ O		
№ 80	0,312	0,352	0,276	0,034	0,026	902,45	3130
№ 85	0,335	0,364	0,270	0,031	–	1106,00	3065

Пластификаторы в ВВ вводились за счет аммиачной селитры в таком количестве:

динамит № 80 – 1 %;

динамит № 85 – 0,8 %.

Состав пластификаторов и их символы приведены в табл. 3.

Таблица 3. Характеристики пластификаторов, использованных в исследованиях

Символ	Состав пластификатора, %	
	гуаргам	гликоль
1	95	5
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
	гуаргам	ОБЭМЭГ*
E1	95	5
E4	70	30
	парафин	вода
P	50	50
	гуаргам	нитропропан
NP1	95	5
NP4	70	30
	парафиновая эмульсия	ОБЭМЭГ*
E 0,50 P	50	50
E 0,75 P	75	25

Примечание: *октан бутилового эфира моноэтиленгликоля.

Физические и детонационные свойства рассматриваемых динамитов оценивались как в их исходном состоянии (без добавок), так и с добавлением ряда перечисленных пластификаторов.

Для тестирования применялась проба Абля. Смесь 3,25 г динамита и 6,5 г талька растиралась в фарфоровой чашечке и помещалась в термостат с температурой 75 °С. В сосуд со смесью подвешивался йодокрахмальный листок, увлажненный глицерином, и измерялось время до появления на листке коричневой окраски.

Кроме того, были проведены испытания методом Трауцтля, испытания на передачу детонации, на водостойкость и чувствительность к удару, исследование скорости детонации методом Дотриша, испытания по английской пробе.

Эти исследования выполнялись сразу же после производства динамитов и после хранения их в течение трех месяцев (табл. 4).

Анализ полученных результатов позволяет сформулировать следующие выводы:

рассматриваемые пластификаторы заметно улучшают пластичность динамитов (английский тест). Наилучшие результаты были получены при применении октана бутилового эфира моноэтиленового гликоля, однако его кислотные примеси существенно ухудшают результаты теста Абля;

Таблица 4. Физико-химические и детонационные характеристики динамитов

Тип исследования	Срок хранения					
	0 месяцев			3 месяца		
	N-80-P*	N-85-P*	N-85-4*	N-80-P	N-85-P	N-85-4
Тест Абля, мин	>30	>30	23	>30	>30	23
Английский тест, %	3,50	4,85	3,85	3,50	4,43	3,95
Бомба Траугтля, см	341	388	403	351	397	412
Передача детонации, см	8	12	11	3	6	7
Водостойкость, см	5	7	7	2	4	4
Скорость детонации, м/с	4656	6087	5859	3340	6055	6013

Примечание: * символы пластификаторов согласно табл. 3.

наилучшим пластификатором является смесь гуара с гликолем;
равным по эффективности пластификатором для динамита Nitronex-85 является парафиновая эмульсия, однако для динамита Nitronex-80 она не обеспечивает соответствующей водостойкости;

влага, содержащаяся в динамитном хлопке, затрудняет процесс желатинизации, вследствие чего получаемые динамиты имеют более низкие физико-химические и детонационные параметры. •

1. *T. Urbanski. Chemia i technologia materialow wybuchowych.* – Т. 3. – MOM, Warszawa, 1955. – str. 246.

2. *Поздняков З., Росси Б. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания.* – М.: Недра, 1977. – С. 13.

3. *Berthman A. Explosivstoffe.* – 1960. – S. 180.

4. *Ostrowski T, Tesiorowski E. Technologia materialow wybuchowych PWT.* – Warszawa, 1957. – S. 227.

623.674:662.215.002.8

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ПОРОХОВ И ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

*М. Ф. Буллер, В. В. Банишевский, кандидаты технических наук
(ГосНИИХП, г. Шостка)*

Запропоновано методичний підхід до оцінки безпеки застосування утилізованих порохів та вибухових речовин. Показано необхідність оцінки безпеки процесів утилізації порохів та вибухових речовин за трьома показниками: чутливістю високоенергетичних матеріалів до механічних впливів, до теплових впливів, хімічною стійкістю. Наведено уточнені параметри цих методів для процесів утилізації.