

Т а б л и ц а 8

Образец эмульсии	Температуры термоанализа, °С				Давление паров (Торр) при t , °С				Время задержки теплового взрыва, мин
	По кривым ДТА		По кривым ТГА		140	130	160	170	
	Начало экзоэффекта	Интенсивное разложение	Диапазон температур	Потеря массы, %					
Эмульсия на масле	203—206	260—265	25—161 155—265	7,8 16,3	700	870	1080	1350	260—270
Эмульсия на мазуте	205—208	261—266	25—157 160—265	7,9 21,1	655	840	1060	1310	255—265
Шведский состав	04—207	260—265	25—160 160—265	8,2 23,6	750	900	1170	1410	260—265

ном техническом сырье и на компонентах шведского производства, позволяют сделать заключение, что термостойкость этих образцов находится на одном уровне. Замена масла на мазут также не приводит к снижению уровня термостойкости эмульсии порэмита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chan S.K. Quantitative Hazard Testing Techniques for Water based Explosives // Int. Sump. on Pyrotechnics and Explosives, Beijing, China. — 1987.

606007, г. Дзержинск,
ГосНИИ "Кристалл"

Поступила в редакцию
7/II 1994

УДК 662.215.4

Л.В. Дубнов, О.Л. Жуковский

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСРЕДНЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Предложены два подхода к оценке чувствительности ВВ к внешним воздействиям. Один из них связан с оценкой опасности той или иной технологической операции в процессе изготовления или переработки ВВ. Второй определяет обобщенную степень опасности обращения с данным ВВ. Рассмотрены методы оценки усредненной чувствительности. Дана классификация промышленных ВВ по их усредненной чувствительности.

Для оценки безопасности производства, транспортирования и хранения ВВ большое значение имеет их чувствительность к внешним воздействиям. Существуют различные физические модели возникновения и развития взрыва при локальных внешних воздействиях. Для не слишком чувствительных ВВ наибольшее признание получила тепловая модель, согласно которой механические и некоторые другие виды воздействия в результате диссипативных процессов, сопровождающих деформацию заряда ВВ, приводят к разогреву вещества. При критической величине разогрева в ВВ возникает тепловой взрыв, развивающийся по очаговому механизму. Критические размеры очага, достаточные для самораспространения взрывного процесса зависят от физико-химических и теплофизических свойств ВВ.

Имеются две основные задачи, связанные с оценкой опасности производства, транспортирования ВВ и обращения с ним. Первая сводится к определению опасности конкретной технологической операции, например

© Л.В. Дубнов, О.Л. Жуковский, 1994

ВВ	Чувствительность к удару, %						Чувствительность к трению, кгс/см ²		Передача детонации при d = 36 мм		Минимальный инициирующий импульс*		Температура вспышки, °С		Σ b	B = $\frac{\Sigma b}{n}$	d _{кр}
	Стандартный прибор		Прибор № 2		Большой копер												
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b					
Динамит 62 %	100	1,0	14	0,14	100	1,0	885	1,0	12	0,75	0,14	1,0	215	1,0	589	84,1	—
Детонит М	58	0,58	100	1,0	64	0,64	1525	0,70	16	1,0	0,14	1,0	270	0,53	545	77,8	6
Победит ВП-4	32	0,32	36	0,36	88	0,88	1750	0,59	14	0,86	0,14	1,0	265	0,53	454	64,8	8
Скальный аммонит № 3	42	0,42	55	0,55	80	0,80	1260	0,82	10	0,63	0,15	1,0	350	0,10	432	61,7	7
Аммонит 6ЖВ	24	0,24	0	0	24	0,24	2400	0,28	9	0,56	0,18	0,99	335	0,20	251	35,9	11,5
Аммонал	30	0,30	28	0,28	12	0,12	1950	0,50	10	0,63	0,25	0,99	340	0,16	298	42,6	11
Аммонит ПЖВ-20	12	0,12	12	0,12	28	0,28	2150	0,40	7	0,44	0,28	0,99	365	0,0	234	33,6	13
Гранулатол	10	0,10	0	0	24	0,24	3000	0	0	0	7,5	0,82	310	0,37	143	20,4	70
Алюматол	20	0,20	0	0	84	0,84	2100	0,43	0	0	7,5	0,82	315	0,30	259	37,0	75
Граммонит 79/21	18	0,18	0	0	48	0,48	2500	0,24	0	0	2,5	0,94	330	0,23	207	29,6	50
Гранулит АС-8	10	0,1	0	0	12	0,12	3000	0,0	0	0	7,5	0,82	260	0,70	174	24,6	85
Игданиг	0	0,0	0	0	0	0	3000	0,0	0	0	25	0,38	220	0,97	135	19,2	130
Акватол	0	0,0	0	0	0	0	3000	0,0	0	0	40	0,0	340	0,17	17	2,4	110

* При a < 1 в 1 г гремучей ртути, при a > 1 в 1 г тротила.

измельчения, прессования, сверления и т.п. Для ее решения необходимо установить чувствительность исследуемого ВВ к данному виду воздействия в модельных лабораторных условиях, реже — в натуральных устройствах. При этом определяют опасны ли заданные параметры технологической операции или же находят допустимый уровень нагрузки, не вызывающей воспламенения или взрыва ВВ.

Вторая задача имеет вероятностный характер. Она должна определить обобщенную степень опасности в обращении с данным ВВ без привязки к конкретным видам воздействия. Обычно сравнивают с хорошо известным ВВ, принимаемым за эталон. Речь, таким образом, идет о некотором усредненном показателе чувствительности к различным, возможным на практике видам воздействия.

Один из методов определения усредненной чувствительности ВВ состоит в том, что фиксируются все случаи производственных аварий с данным ВВ. Подсчитывают количество этих случаев, отнесенных к величине выпуска ВВ за контрольный отрезок времени. Полученные величины и служат показателем усредненной чувствительности [1], по которому ВВ можно расставить в некоторый ряд, являющийся хорошим ориентиром для оценки сравнительной опасности в обращении с различными ВВ. Естественно, что данный метод пригоден только для тех ВВ, которые длительное время производятся и применяются.

Второй метод предназначен для новых ВВ. Он состоит в том, что ВВ подвергается комплексу лабораторных испытаний на чувствительность к различным видам внешних воздействий. По совокупности полученных данных вещество сравнивают с эталоном и определяют на сколько оно более или менее чувствительно, чем последнее. Недостаток этого метода в том, что оценки носят экспертный, т.е. субъективный и качественный характер, нет обобщенного показателя. Указанный недостаток проявляется особенно рельефно, когда по отдельным показателям ВВ меняются местами в ряду чувствительности.

Недостатки второго метода могут быть устранены тем, что показатели различных проб на чувствительность выражаются не в абсолютных, а в относительных безразмерных величинах, что позволяет их суммировать или выводить средний показатель.

В качестве примера приведем оценку усредненной чувствительности ряда отечественных промышленных ВВ по материалам работ [2, 3]. В таблице приведены значения абсолютных a и относительных b значений по ряду показателей чувствительности, определенных по стандартным лабораторным методикам.

Относительные показатели b вычислялись по формулам

$$b_i = \frac{a_{\text{тmax}} - a_i}{a_{\text{max}} - a_{\text{min}}} \cdot 100, \quad b_i = \frac{a_i - a_{\text{min}}}{a_{\text{max}} - a_{\text{min}}} \cdot 100$$

в зависимости от характера функции. Таким образом, все показатели b находятся в пределах от 0 до 100. Усредненный показатель чувствитель-

ности находился как среднеарифметическая величина $B = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{n}$, где n — число испытаний. Результаты обработки экспериментальных данных по указанной методике приведены в таблице.

На основании полученных значений усредненной чувствительности промышленных ВВ из таблицы можно сгруппировать по степени их опасности в обращении следующим образом:

I — повышенной опасности, $B > 50$; все нитроглицериновые ВВ и состав (скальный № 3), содержащий гексоген;

II — опасные в обращении, $50 > B > 30$; порошкообразные аммониты и аммоналы;

III — умеренно опасные, $30 > B > 10$; гранулированные ВВ (исключение — алюматол, который следует отнести к группе II);

IV — малочувствительные ВВ с $B < 10$; водосодержащие ВВ.

Полученные результаты расчета усредненной чувствительности промышленных ВВ различного химического состава и структуры хорошо совпадают с практическими наблюдениями сравнительной опасности производства, транспортирования и обращения с этими ВВ. Оценки могут быть еще более надежными, если расширить круг частных определений чувствительности, включив в него, например испытания на чувствительность к разряду статического электричества, лучу огня и др.

Основной недостаток статистических методов определения усредненной чувствительности ВВ — их трудоемкость, необходимость выполнения большого числа испытаний. В этой связи интересны априорные методы. Один из возможных подходов к такой оценке излагается ниже.

Согласно тепловой модели возникновения взрыва при внешних воздействиях, в качестве критерия усредненной чувствительности можно выбрать количество тепловой энергии ϵ , необходимое и достаточное для возбуждения самораспространяющегося очага взрыва, т.е. очага критической массы. Точное решение задачи возможно на основе теории очагового теплового взрыва [4].

Для приближенных оценок примем, что для мгновенного взрыва количество вводимой извне энергии на единицу массы вещества пропорционально энергии активации реакции взрывного разложения ВВ E , а критическая масса пропорциональна $\rho d_{кр}^3$, где ρ — плотность ВВ, $d_{кр}$ — критический диаметр детонации.

Таким образом, энергетический показатель усредненной чувствительности ВВ $\epsilon = f(E, \rho, d_{кр})$. В записанной функции наиболее значима величина $d_{кр}$, которая может сильно отличаться для разных ВВ, вплоть до нескольких порядков. На значение этой характеристики при оценке чувствительности ВВ указывается во многих работах [5, 6].

Для индивидуальных ВВ прослеживается связь между $d_{кр}$ и теплотой взрывчатого превращения Q , для промышленных смесевых ВВ более сильная связь проявляется между $d_{кр}$ и физическими свойствами ВВ — его гранулометрическим составом, структурой, пористостью и др. Поэтому расчетным путем определить эту величину нельзя. Вместе с тем связь между показателем усредненной чувствительности B и экспериментальным значением $d_{кр}$ прослеживается достаточно четко, что видно из таблицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bayley A., Chapman D., Williams M.R., Whartan R. The handling and proceeding of explosives. Eighteenth International Pyrotechnics Seminar. Breckenridge, Colorado. — 1992. — P. 33—49.
2. Маурина Г.Д., Федосова Н.А., Рязанская В.С. Методы и результаты изучения чувствительности промышленных ВВ к механическим воздействиям // Взрывное дело. — 1970. — 68, № 25. — С. 149—157.
3. Поздняков З.Г., Росси Б.Д. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. — М.: Недра, 1977.
4. Мержанов А.Г., Барзыкин В.В., Гонтковская В.И. Задача об очаговом тепловом взрыве // Докл. АН СССР. — 1969. — 148, № 4. — С. 380—383.
5. Афанасьев Г.Т., Боболев В.К. Инициирование твердых взрывчатых веществ ударом. — М.: Наука, 1968.
6. Лисанов М.В., Дубовик А.В. Обобщенный показатель чувствительности к механическим воздействиям вязкотекучих, пастообразных и твердых взрывчатых систем. Детонация // Материалы X симпозиума по горению и взрыву. — Черногоровка, 1992. — С. 60—62.

142432, п. Черногоровка,
ЦНИИХМ

Поступила в редакцию
9/VII 1993