

объем газообразных продуктов взрыва) исследуемых ВВ. Увеличивая содержание инертных добавок можно получить составы, которые будут представлять собой смесь инертных веществ с небольшим количеством сенсibilизатора. Такие составы будут иметь наивысшую степень безопасности, но обеспечение надежной детонации этих составов — трудная задача. Рекомендуется использовать предохранительные ВВ с содержанием в составе соли NaCl от 20 до 30%. При таком содержании соли в составе теплота взрыва (ПЖВ-20 — 3352 кДж/кг, ПЖВ-30 — 2933 кДж/кг) и скорость детонации (ПЖВ-20 — 3950 м/с, ПЖВ-30 — 3850 м/с) являются достаточными для обеспечения наиболее полного взрывчатого превращения и практической эффективности. Такие ВВ выдерживают испытания в опытном штреке.

Полученные в работе результаты исследований могут быть в дальнейшем использованы при разработке новых высокопредохранительных и экологически чистых ВВ.

### Литература

- 1 **Сургай А.Н., Манжос Ю.В.** Обеспечение безопасности взрывных работ в угольных шахтах // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах / Сб. научных трудов МакНИИ. — Макеевка-Донбасс, 2000. — 295 с.
- 2 **Светлов Б.Я., Яременко Н.Е.** Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ. — М.: Недра, 1973. — 320 с.
- 3 **Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов А.И.** Промышленные взрывчатые вещества. — М.: Недра, 1973. — 320 с.
- 4 **Шевцов М.Р., Таранов П.Я., Левит В.В., Гудзь О.Г.** / Під заг.ред. М.Р. Шевцова Руйнування гірських порід вибухом: Підручник для вузів. — 4-е видання перероб. і доп. — Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2003. — 272 с.
- 5 **Матвейчук В.В., Чурсалов В.П.** Взрывные работы: Учебное пособие. — М.: Академический Проект, 2002. — 384 с. — (Серия «Gaudeamus»).
- 6 **Кукиб Б. Н., Росси Б.Д.** Высокопредохранительные взрывчатые вещества. — М.: Недра, 1980. — 176 с.
- 7 **Вайнштейн Б.И.** Оптимизация свойств предохранительных ВВ // Безопасность взрывных работ, улучшение проветривания в угольных шахтах / Сб. научных трудов МакНИИ. — Макеевка-Донбасс, 1983. — 89 с.

*О Подоваленко Ю.В., Манжос Ю.В., Галиакберова Ф.Н., 2007*

УДК 662.215

**Бида Н.Ю., Галиакберова Ф.Н., Манжос Ю.В. (ДонНТУ)**

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВОДНОГЕЛЕВЫХ ВВ

*В статье представлены некоторые этапы исследования предохранительного водонаполненного взрывчатого вещества марки Гелекс, которое относится к IV классу, применяемому для подрывания в шахтах, опасных по газу и пыли.*

Угольные шахты, опасные по газу и пыли, еще недостаточно обеспечены разнообразными по взрывчатым и антигризутным свойствам предохранительными взрывчатыми веществами (ПВВ). Это значительно снижает безопасность, эффективность и экономичность взрывных работ. Необходимы высококачественные ПВВ, различные по энергетическим характеристикам и предохранительным свойствам, с устойчивой и надежной

детонационной способностью, предотвращающей выгорание шпуровых зарядов ВВ.

Совершенно новым видом промышленных ВВ является группа водонаполненных ВВ, обладающих некоторыми существенными преимуществами по сравнению с порошкообразными ВВ. Безопасность их изготовления и ведения взрывных работ достигается за счет значительного содержания в системе воды, обеспечивающей взрывчатым смесям низкую чувствительность к механическим и тепловым воздействиям. Преимуществами водосовмещенных ВВ по сравнению с порошкообразными являются: высокая плотность, подвижность, простота изготовления, низкая чувствительность к механическим воздействиям и максимальная безопасность, что обеспечило этим ВВ широкое распространение.

Основной целью исследований было сравнение Гелекса-340 и Гелекса-350 с импортными ВГВВ: Дантекс-230; Дантекс-330; Дантекс-650; Манджекс; Данкоул и Сиамекс по их взрывчатым характеристикам.

В данной работе исследованы некоторые марки зарубежных ВГВВ, которые, как известно, относятся к I и II классам по условиям применения, а из отечественных — Гелекс-340 и Гелекс-350 IV класса предохранительности, изготовленные на научно-производственном объединении «Павлоградский химический завод». Гелексы представляют собой водногелевые взрывчатые вещества, патронированные в полимерную оболочку, которые являются водостойкими гелеобразными суспензиями высокой плотности. Изготавливаются на основе насыщенных водных растворов аммиачной и натриевой селитры и сенсibiliзируются нитратом монометиламина.

Основными компонентами, входящими в состав гелексов, являются: аммиачная селитра; натриевая селитра; нитрат монометиламина; алюминиевый порошок; гуаргам; адипиновая кислота; стеариновая кислота; нитрит натрия; пиросульфат калия; тиомочевина; вода. В качестве пламегасящей добавки использовался хлористый натрий.

В ходе экспериментов были получены следующие взрывчатые характеристики ВГВВ: полнота детонации ВВ, критический диаметр, фугасность на большом баллистическом маятнике и скорость детонации ВВ марки Гелекс и некоторых импортных аналогов.

Критический диаметр является одним из важнейших свойств взрывчатых веществ, определяющий их пригодность к использованию для взрывных работ в шахтах разных категорий. В процессе исследований были получены критические диаметры Гелекса-340 в сравнении с импортными аналогами (табл.1). Диаметры определяемых патронов близки к критическим диаметрам детонации. При проведении двух параллельных испытаний получены следующие результаты.

Для ВВ марки Дантекс-230  $d_{кр}$  составляет 25 мм и 23 мм, при которых данное ВВ способно к устойчивой детонации;  $d_{кр}$  для Дантекс-330 равен 25 мм;  $d_{кр}$  для ВВ марки Дантекс-650 составляет 40 мм при диаметре существующего патрона 50 мм.

ВВ марки Манджекс способны к устойчивой детонации при 28 мм и 31 мм, что составляет  $d_{кр}$  исследуемых патронов. Водногелевые ВВ марки Сиамекс показали  $d_{кр} = 28$  мм и 31 мм. ВВ марки Данкоул способны к устойчивой детонации при 30 мм и 36 мм.

Исследуемые в данной работе ВВ марки Гелекс-340 имеют  $d_{кр}$ , которые равны 28 мм и 32 мм, при диаметре существующих патронов 36 мм. Из таблицы 1 видно, что критические диаметры исследуемых ВГВВ близки по

значению и их величина соизмерима с применяемыми для взрывания в шахтах порошкообразными ВВ, имеющими диаметр патронов 32 и 36 мм.

**Таблица 1.** Определение критического диаметра водонаполненных ВВ

Название ВВ	$d_{\text{патр 1, мм}}$	$d_{\text{патр 2, мм}}$	$d_{\text{патр 3, мм}}$	$d_{\text{патр, при котором была детонация, мм}}$	$d_{\text{патр, при котором отсутствовала детонация, мм}}$
Дантекс-230	25 (+)	20 (-)	15 (-)	25	20
Дантекс-230	25 (+)	23 (+)	20 (-)	23	20
Дантекс-330	36 (+)	31 (+)	25 (+)	25	-
Дантекс-330	25 (+)	20 (-)	17 (-)	25	-
Дантекс-650	36 (-)	31 (-)	25 (-)		
Дантекс-650	40 (+)	36 (-)		40	36
Манджекс	36 (+)	31 (+)	25 (-)	31	25
Манджекс	36 (+)	31 (+)	28 (+)	28	-
Сиамекс	36 (+)	31 (+)	25 (-)	31	25
Сиамекс	36 (+)	31 (+)	28 (+)	28	-
Данкоул	36 (+)	30 (+)		30	-
Данкоул	36 (+)	28 (-)	20 (-)	36	28
Гелекс-340	32 (+)	30 (+)	28 (+)	28	-
Гелекс-340	32 (+)	30 (-)	28 (-)	32	30

В ходе определения скорости детонации водонаполненных ВВ (табл.2) получены опытные данные некоторых импортных ВВ, таких как Дантекс-230, Дантекс-650, Сиамекс, Манджекс, которые относятся ко II классу и предназначены для подрыва в шахтах, не опасных по газу и пыли. Для сравнения выбраны водонаполненные ВВ марок Гелекс-340 и Гелекс-350, которые относятся к IV классу предохранительности.

**Таблица 2.** Определение скорости детонации водонаполненных ВВ

Название ВВ	$d_{\text{патр, мм}}$	$l_{\text{зар, см}}$	$B, \text{ см}$	$\tau, \text{ мкс}$	$D, \text{ м/с}$	$D_{\text{ср, м/с}}$
Дантекс-230	25	40	20	76,30	2621	2615,5
Дантекс-230	25	42	22	84,29	2610	
Сиамекс	36	45	20	64,39	3106	3099,5
Сиамекс	36	44	19	61,43	3093	
Манджекс	36	45	20	62,97	3176	3140,5
Манджекс	36	44	19	61,19	3105	
Дантекс-650	50	44	12	49,66	2416	2427,5
Дантекс-650	50	44	12	49,20	2439	
Гелекс-340	36	40	15	50,88	2948	2860
Гелекс-340	36	43	18	64,93	2772	
Гелекс-350	46	42	12	44,53	2695	3019
Гелекс-350	46	45	15	48,40	3099	
Гелекс-350	46	44	14	42,90	3263	

Определение скорости детонации проводилось на стандартных диаметрах патронов, близких к критическому диаметру детонации. Средняя скорость детонации для Гелексов составляет 2860–3019 м/с, в то время как скорость детонации импортных аналогов — 2427,5–3140,5 м/с.

Для сравнения в таблице 3 приведены взрывчатые показатели порошкообразных аммонитов №6ЖВ, Т-19, Г-5 и граммонита 79/21. Аммониты №6ЖВ и граммонит 79/21 относятся ко II классу и имеют скорость детонации 3000–4800 м/с; а аммониты Т-19 и Г-5 относятся к IV классу, скорость детонации у них колеблется от 3600 м/с до 4300 м/с.

**Таблица 3.** Взрывчатые характеристики аммонитов №6ЖВ, Т-19, Г-5, граммонита 79/21

Название ВВ	Класс ВВ	Масса ВВ в патроне, г	$d_{\text{патр}}$ , мм	$\Phi$ , см <sup>3</sup>	$\Phi$ , отн. ед.	$D$ , м/с	$d_{\text{кр}}$ , мм	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
Аммонит №6ЖВ	II	250–300	32–36	360–380	1,00	4000–4800	10–13	1,0–1,2
Граммонит 79/21	II	-	100	360–370	1,00	3000–3600	50–60	0,8–0,85
Аммонит Т-19	IV	300	36	265–280	0,74	3900–4300	9–11	1,05–1,2
Аммонит Г-5	IV	300	36	260–280	1,74	3800–4100	9–11	1,05–1,2

Приведенные данные показывают, что водонаполненные ВВ выгодно отличаются от порошкообразных тем, что на диаметрах, близких к критическим, показывают устойчивую детонацию со скоростями более 2500 м/с. Порошкообразные ВВ достигают идеальной скорости детонации в диаметрах зарядов, превышающих критические в 3–4 раза, а водонаполненные — на 5–30%.

В ходе определения работоспособности водонаполненных ВВ были получены следующие данные (см. табл. 4): фугасность Гелекса-350 принята за 1, что в пересчете на 1 для зарубежных аналогов составляет значение работоспособности от 1,009 до 1,303.

**Таблица 4.** Определение работоспособности ВГВВ на большом баллистическом маятнике

Название ВВ	Масса, г	$\Delta l$ , мм	$l^*_{\text{сер}}$ , мм	$\Phi$
Манджеск	184	111	118,19	1,084
Манджеск	193	114		
Манджеск	190	110		
Данкоул	195	117	115,7	1,061
Данкоул	200	113		
Данкоул	198	113		
Сиамекс	200	118	117,25	1,076
Сиамекс	190	111		
Сиамекс	195	114		
Дантекс-330	195	108	110,01	1,009
Дантекс-330	193	106,5		
Дантекс-330	191	104		
Дантекс-650	200	139	137,3	1,260
Дантекс-650	200	135		
Дантекс-650	200	138		
Дантекс-230	200	142	142	1,303
Дантекс-230	200	142		
Гелекс-350	205	108	109	1,000
Гелекс-350	205	110		
Гелекс-350	200	109		

Отсюда, фугасность для ВВ IV класса несколько ниже, чем у зарубежных аналогов, которые относятся ко II классу. Это также можно отследить во время сравнения характеристик работоспособности водонаполненных ВВ с порошкообразными аммонитами, такими как аммониты №6ЖВ, Т-19, Г-5 и граммонит 79/21 (табл. 3).

Проведенные исследования дали положительные результаты, на основании которых ВГВВ марки Гелекс-340 и Гелекс-350 могут быть допущены для проведения контрольных испытаний с целью определения возможности их допуска к проведению испытаний в производственных условиях.

Водонаполненные ВВ более простые в изготовлении, для большинства компонентов не требуется особая подготовка сырья. Наличие воды во взрывчатой смеси обеспечивает безопасность их изготовления и низкую чувствительность их к механическим воздействиям. Существенным преимуществом водонаполненных взрывчатых систем является их низкая способность к поджиганию и горению.

Однако необходимо провести дополнительные исследования с целью определения количества продуктов взрыва и их состава для обеспечения экологической безопасности работающих.

### Литература

1. Поздняков З.Г., Росси Б.Д. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. — Изд. 2, перераб. — М.: Недра, 1997. — 253 с.
2. Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. — 3-е изд. Перераб. и доп. — М.: Недра, 1988. — 358 с.
3. Кутузова Б.Н., Абсатаров С.Х., Гончаров А.Г. Опыт применения водосодержащих ВВ местного изготовления // Горный журнал, 1996. — № 3. — С. 22–25.
4. Подозерский Д.С., Едигарев С.А., Вяткин Н.Л. Совершенствование составов взрывчатых веществ // Горный журнал, 1997. — № 9. — С. 24–27.
5. Кук М. Наука о промышленных взрывчатых веществах. — М.: Недра, 1980. — 455 с.

*О Буда Н.Ю., Галиакберова Ф.Н., Манжос Ю.В., 2007*

УДК 556.013

**Базаянц Г.В., Николаева Ю.А. (АДИ ДонНТУ)**

### ОЦЕНКА КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ ВОДЫ

*Выведены параметры уравнения Аррениуса для процессов самопроизвольной электролитической диссоциации молекул воды и рекомбинации образующихся ионов и оценена величина температурного коэффициента скорости этих процессов.*

Воду образуют два химических элемента — водород и кислород. Экспериментально это впервые установили Кавендиш и Лавуазье в 1780 г. Через 25 лет Гей-Люссак и Гумбольдт определили, что при образовании воды два объема водорода взаимодействуют с одним объемом кислорода, а в 1842 г. Дumas обнаружил, что весовое соотношение водорода и кислорода в этом веществе составляет 2:16. В такой хронологической последовательности стала известна химическая формула молекулы воды —  $H_2O$ . Однако после открытия в 1929 г. изотопов кислорода (в настоящее время их насчитывается шесть — от  $^{14}O$  до  $^{19}O$  [1]), а несколько позднее — и двух изотопов водорода (дейтерия D и трития T) стало ясно, что любая природная вода является смесью нескольких ее видов, существенно отличающихся не только молярной массой, но и физико-химическими свойствами. К настоящему времени установлено, что основную долю природной воды составляет вещество  $H_2^{16}O$ . Доля других видов очень мала: 0,20%  $H_2^{18}O$ ; 0,04%  $H_2^{17}O$ ; 0,03% HDO и т.д. Поскольку их фракционное разделение технически трудноосуществимо, то все экспериментальные