

Секція 1

Спеціальна хімічна технологія, виробництво боєприпасів та вибухові роботи в горнорудній промисловості

УДК 662.62:547.143

ВЛИЯНИЕ ФЕРРОЦЕНСОДЕРЖАЩИХ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА КИНЕТИКУ ОТВЕРЖДЕНИЯ КАРБОКСИЛАТНОГО КАУЧУКА

Е.Ю.Нестерова, И.В.Саламаха, Ю.В.Судакова

Днепропетровский национальный университет имени О.Гончара,

49010, Днепропетровск, пр. Гагарина,72

kafedra_vms@mail.ru

Смесевое твердое ракетное топливо (СРТТ), которое используется для снаряжения ракетных двигателей состоит, как правило, из неорганического окислителя и металлического горючего распределенных в горючем связующем. Последнее представляет собой смесь низкомолекулярного синтетического каучука (например, бутадиенового или дивинилнитрильного с функциональными гидроксильными или карбоксильными группами – СКД-КТР, СКН-КТР, НТРВ, РВАН и др.), пластификатора и отвердителя. В качестве различного количества технологических добавок также могут присутствовать катализатор горения, поверхностно-активные вещества и т.д. [1,2]

Нами было предложено использовать в качестве катализатора горения с пластифицирующими свойствами синтезированный ряд веществ, содержащих ферроценильный фрагмент, которые за счет повышения термодинамической совместимости могли бы удерживаться олигомерным горюче-связующим. Исследование пластифицирующей способности данных веществ позволило выделить в качестве наиболее перспективного катализатора - пластификатора ферроценсодержащее модифицированное касторовое масло (ФМКМ).

Целью данной работы является исследование влияния катализатора с пластифицирующими свойствами ФМКМ на процесс отверждения карбоксил содержащего каучука СКН-10-КТР под действием эпоксидной смолы ЭД-20 при различных температурах и различном стехиометрическом соотношении функциональных групп.

В ходе работы было изучено поведение бинарной системы – эпоксидная смола ЭД-20 - карбоксилатный каучук СКН-10-КТР в температурном интервале 80-100⁰ С при соотношениях их функциональных групп 1:1, 2:1, 3:1 и 3:1. Исследовано влияние на процесс отверждения таких пластификаторов как диоктилсебацат, ФМКМ и их смеси в количестве 4-7% от общей массы.

В ходе работы показано, что реакция взаимодействия карбоксилсодержащего каучука СКН-10-КТР с эпоксидной смолой подчиняется уравнению второго порядка, а наибольшая скорость реакции наблюдается при мольном соотношении СООН:эпокси-группа-1:2.

Найдено, что катализатор горения ФМКМ оказывает наибольшее влияние на реакционную способность каучука и практически не влияет на процесс раскрытия эпоксидных групп.

Литература:

1. Паушкин Л.М. Жидкие и твердые химические ракетные топлива. М.:Наука, 1978.- 195 с.
2. Сарнер С. Химия ракетных топлив. М.:Мир, 1969.- 450 с.

УДК 504.064.47

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ КОМПОЗИЦИЙ

А.Ю. Рыбалко, Э.А. Спорягин

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

49050, г. Днепропетровск, пр. Гагарина 72

alexander.rybalko7@gmail.com

В условиях постоянного развития пищевой, химической и других областей промышленности возникает необходимость в создании высокоэффективного технологического оборудования. Привлечение к этому процессу методов математического и компьютерного моделирования обеспечивает возможность контролирования, прогнозирования и корректирования тех или иных параметров уже на стадии его разработки.

Широкое применение в указанных областях нашли материалы полимерного состава реологические параметры которых зависят от кинематических характеристик течения, которое усложняет разработку оборудования сложной формы и проведение тепловых расчетов процессов их переработки.

Реология дает ключ к пониманию многих явлений, которые возникают при переработке полимеров. Переработка полимерных материалов – это совокупность технологических приемов, методов и процессов, с помощью которых исходный полимер превращают в разные изделия с заданными эксплуатационными характеристиками.

В ходе выполнения исследований было рассмотрено течение неньютоновской жидкости через конический коаксиальный канал.

Определены реологические характеристики модельных композиций на примере высоконаполненных каучуков марок СКН-10 КТР и СКДМ-80 [1],[2]. Практические опыты проводились на ротационном вискозиметре марки “РЕОТЕСТ”.

Построена объемная модель течения высоконаполненной композиции в коническом коаксиальном канале, которая позволяет определить основные параметры течения системы при разных скоростях течения через исследуемый канал, и проанализировано распределение скоростных полей и расходных характеристик при течении высоконаполненных композиций через вышеуказанный канал.

Результаты работы могут быть применены для расчетов экструзионных головок и при проектировании двигателей на пастообразном топливе.

Литература:

1. Рыбалко О.Ю., Суровцев О.Б., Спорягин Е.О. Визначення реологічних характеристик високонаповнених полімерних пастоподібних систем // Вопросы химии и химической технологии – 2010. – №3. – С.107-111

2. Рыбалко О.Ю., Гузій Н.О., Спорягин Е.О. Течія неньютонівських рідин у вісесиметричних каналах // Вопросы химии и химической технологии – 2010. – №5. – С.53-56.

УДК 666.942

ОСОБЛИВОСТІ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ЦЕМЕНТУ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ СаО

Богатирьов А.А., Біломеря М.Й., Горбатко С.В.
Донецький національний технічний університет,
83000, м. Донецьк, вул. Артема 58,
sergio_sv8@bigmir.net

В технології цементу найважливішим процесом є випал сировинної суміші та одержання клінкеру [1,2]. У процесі випалу в сировинній шихті відбувається ряд фізико-хімічних перетворень, в результаті яких утворюється клінкер, він представляє собою гранули що спеклися, темного кольору діаметром 1-2,5 см. Мінералогічний склад клінкеру та вхідних сировинних матеріалів докорінно відрізняється.

Підвищений вміст в клінкері оксиду кальцію, пов'язаного в мінерали, дозволяє отримати цемент з високою активністю і швидкістю росту міцності в часі. Вміст вільного СаО в клінкері коливається від 0 до 2%, зазвичай прагнуть звести його до мінімуму за рахунок повного проходження реакцій клінкероутворення. Вільний оксид кальцію, що залишився в клінкері, викликає нерівномірність зміни об'єму і знижує міцність цементного каменю.

У процесі випалу сировинної шихти відбувається хімічна взаємодія основного оксиду СаО з кислотними оксидами. Спочатку реакції взаємодії відбуваються в твердій фазі, потім при підвищенні температури випалу з'являється рідка фаза та утворення більших частинок клінкерних мінералів відбувається за допомогою ріднофазної реакції.

Були проведені дослідження впливу швидкості охолодження на вміст вільного СаО в цементному клінкері. В результаті проведених досліджень було встановлено, що умови охолодження клінкеру впливають на структуру клінкеру, мінералогічний склад і размолодібність. При повільному охолодженні клінкеру в інтервалі температур 1300 - 1200 °С рідка склоподібна фаза майже повністю кристалізується, вміст C_3S збільшується і утворюються мінерали C_3A і C_4AF . При подальшому повільному охолодженні від 1200 до 1000 °С C_3S частково розкладається, кількість його зменшується, в результаті чого збільшується вміст вільного оксиду кальцію. Повільно охолоджені клінкери мають крупнокристалічну структуру і важче розмелюються. Було встановлено, що цементи на основі таких клінкерів, відрізняються зниженою активністю і повільно твердіють. При швидкому охолодженні в клінкері спостерігається підвищений вміст склоподібної фази, так як процес кристалізації розплаву не встигає завершитися і більша його частина твердне у вигляді скла. У швидкоохолодженому клінкері утворюється менша кількість мінералів C_3A і C_4AF . За даними петрографічного аналізу СаО в основному залишається в склі, лише невелика її кількість знаходиться в дрібнокристалічному стані.

На основі даних досліджень встановлені технологічні параметри охолодження клінкеру до температури 1200 °С в печі з наступним швидким охолодженням до нормальної температури в холодильниках. Найбільш різкому охолодженню піддаються клінкери з підвищеними значеннями глиноземного і силікатної модулів.

1. Беседин П.В., Трубаев П.А. Исследование и оптимизация процессов в технологии цементного клинкера. - Белгород: изд. БеГТАСМ, БИЭИ, 2004. - 420с.

2. Трубаев П. А. Расчет теплового эффекта клинкерообразования для различных видов сырья и клинкера / П. А. Трубаев // Известия вузов. Химия и химическая технология. - 2009. - Т. 52, вып: вып. 4. - С. 64-68.

УДК 622.235.53

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ШАХТАХ

К.Н. Лабинский, С.А. Калякин

Донецкий национальный технический университет

83001, Украина, г. Донецк, ул. Артема, 58

bootor@gmail.com

Одной из важнейших остается проблема повышения эффективности взрывного разрушения горных пород в глубоких угольных шахтах Донбасса. Анализ последних исследований показал, что для решения этой проблемы необходимы четкие критерии, позволяющие оптимизировать параметры взрывных работ при разрушении горных пород на больших глубинах. Целью работы является исследование влияния факторов, определяющих параметры взрывных работ в зависимости от свойств горных пород и показателей шпурового заряда ВВ.

Известно, что коэффициент использования шпура – К.И.Ш. (η) является надежным критерием оценки эффективности взрывных работ при проведении горных выработок.

Установлено, что величина К.И.Ш. зависит от диаметра применяемых патронов- d_n , энергии взрыва ВВ, коэффициента заполнения шпура ВВ - $k_{зан}$, плотности сетки шпуров в забое $\frac{N}{S_{св\ u}}$ и разрушающего действия взрыва $\frac{R}{r_{зар}}$, зависящего от прочности

породы. Обоснование эффективных параметров шпурового заряда ВВ при взрывных работах заключается в определении его разрушающего действия $\frac{R}{r_{зар}}$ (при $\gamma = \text{const}$ и

$d_n = \text{const}$) на горные породы с учетом их динамической прочности и энергетических характеристик ВВ. В этом случае критерий эффективности взрывных работ η должен стремиться к своему максимальному значению: $\eta \rightarrow 1$.

Теоретические и практические исследования позволили установить:

$$\frac{N_u}{S_{св\ u}} = \frac{0,637 [\sigma]_u (n + 1) \left(1 + \frac{\rho_{ВВ} D_{ВВ}}{\rho_n D_n} \right)}{\rho_{ВВ} D_{ВВ}^2 \times d_n^2 \times k_{зан}}, \text{ шт/м}^2,$$
$$\frac{R}{r_{зар}} = \left(1 + \left[1 - \left(\frac{[\sigma]_u}{P_n} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right] \times \frac{P_n}{K} \times \left(\frac{[\sigma]_u}{P_n} \right)^{\frac{1+\gamma}{\gamma}} \right)^{0.333},$$

где n – показатель политропы продуктов детонации ВВ;

γ – показатель в уравнении, описывающем состояние горной породы при динамическом сжатии;

$[\sigma]_u$ – критическая энергоплотность пород, при которой наступают необратимые деформации, приводящие к их разрушению;

$\rho_{ВВ}, \rho_n$ – плотность ВВ в заряде и плотность разрушаемой породы;

$D_{ВВ}, D_n$ – скорость детонации ВВ и скорость ударной волны в горной породе;

P_n – начальное давление в горной породе на границе раздела сред “ВВ – горная порода”;

K – модуль всестороннего сжатия горной породы.

В результате проведенных исследований удалось обосновать эффективные параметры взрывных работ при разрушении горных пород в угольных шахтах.

УДК 622.236

О ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА ПРОСТЕЙШИХ ВВ
Ю.В. Манжос, Т.Н. Праздникова, Ф.Н. Галиакберова, М.И. Рогатко
 Донецкий национальный технический университет
 83001, Украина, г. Донецк, ул. Артема, 58
 info@dgtu.donetsk.ua

Цель работы: определение возможности повышения энергии взрыва промышленных взрывчатых веществ типа AN-FO.

Промышленные взрывчатые вещества типа АС-ДТ нашли широкое применение в горнодобывающей промышленности. Основные преимущества смесей АС-ДТ заключаются в следующем: 1) они являются дешевым источником удельной энергии взрыва; 2) они намного безопаснее при производстве и эксплуатации по сравнению с аммонитами. 3) простота технологии производства.

К недостаткам смесей АС-ДТ можно отнести их недостаточную физическую стабильность и относительно невысокие энергетические характеристики.

Для повышения энергетических характеристик простейших взрывчатых веществ в их состав вводят металлические горючие [1]. Однако введение металлического горючего приводит к значительному удорожанию ВВ.

С целью определения возможности повышения энергии взрыва ВВ типа AN-FO без применения металлических горючих были рассчитаны энергетические характеристики и идеальная работоспособность составов стехиометрических смесей АС-ДТ с добавлением нитрата калия, нитрата натрия и нитрата кальция. Расчеты проводились в соответствии с [1,2]. В таблице 1 приведены результаты проведенных расчетов.

Таблица 1. Результаты расчетов энергетических характеристик ВВ

Состав, %			Q _v , кДж /кг	V _г , л/кг	Т, К	η	А, кДж /кг
NH ₄ NO ₃	KNO ₃	C ₁₈ H ₃₈					
94,5	-	5,5	3938	975,3	2781	0,94	3702,2
94,12	0,038	5,5	3897,6	969,92	2847,12	0,929	3620,15
74,49	19,00	6,5	3861,42	841,12	2912,35	0,909	3510,57
64,68	28,32	7,0	3825,21	776,4	2941,46	0,897	3430,43
NH ₄ NO ₃	NaNO ₃	C ₁₈ H ₃₈	Q _v , кДж /кг	V _г , л/кг	Т, К	η	А, кДж /кг
94,22	0,028	5,5	3947,91	967,9	2865,35	0,93	3662,4
86,96	7,04	6,0	3978,37	931,17	2894,2	0,92	3666,87
79,70	13,80	6,5	4001,41	884,58	2924,3	0,91	3654,9
72,44	20,56	7,0	4020,61	842,24	2949,4	0,905	3637,8
65,18	27,31	7,5	4058,00	828,8	3000	0,904	3666,8
45,57	45,57	8,85	4096,40	673,12	3073	0,86	3522,27
NH ₄ NO ₃	Ca(NO ₃) ₂	C ₁₈ H ₃₈	Q _v , кДж /кг	V _г , л/кг	Т, К	η	А, кДж /кг
94,24	0,026	5,5	3944,5	973,9	2793,28	0,924	3645,02
87,45	6,55	6,0	4009,4	931,4	2692,19	0,905	3629,51
73,86	19,14	7,0	4126,59	848,96	2483,7	0,857	3536,87
45,45	45,45	9,09	4424,13	682,08	2195	0,727	3217,41

Выводы. При незначительном увеличении содержания углеводородного горючего и введении для поддержания нулевого кислородного баланса добавки в виде нитрата натрия наблюдается небольшой рост теплоты взрыва и идеальной работоспособности. При дальнейшем увеличении содержания углеводородного горючего энергия взрыва растет, а идеальная работоспособность уменьшается.

УДК 621.002:661.666

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ПРОПАНА ПРИ УПЛОТНЕНИИ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ В ПЛОСКОМ РЕАКТОРЕ

В.А. Скачков, В.И. Иванов, Ю.В. Мосейко

Запорожская государственная инженерная академия

69006, г. Запорожье, пр. Ленина, 226

colourmet@zgia.zp.ua

Распределение пор в углерод-углеродных композитах характеризуется порограммой, имеющей четыре характерные группы: первая группа пор – размер эффективных радиусов в диапазоне от 0,001 до 0,03 мкм; вторая группа – 0,03...2,50 мкм; третья группа – 2,50...10,0 мкм; четвертая группа – 10...200 мкм. Доля пор первой группы составляет 38 %, второй – 32 %, третьей – 19 % и четвертой – 11 %.

Рассматривают плоский реактор шириной B_p и длиной L . В центральной его части, между боковыми стенками располагают плоскую пластину углерод-углеродного композита шириной B_n и толщиной $2h$. Реакционный газ (пропан) равномерно обтекает данную пластину с обеих сторон и разлагается на нагретых поверхностях с осаждением пироуглерода в соответствии с уравнением



Из уравнения (1) следует:

$$C_{C_3H_8} = C_{ex}^{C_3H_8} \cdot (1 - \alpha) ; C_{H_2} = C_{ex}^{C_3H_8} \cdot 4\alpha ; U = U_{ex} \cdot (1 + 3\alpha) ,$$

где $C_{ex}^{C_3H_8}$ – концентрация пропана на входе в реактор; α – удельная степень его разложения по длине реактора; U_{ex} – скорость подачи пропана на входе в реактор.

Учитывая приведенные соотношения, уравнение переноса пропана по длине реактора с учетом его разложения можно записать как

$$\frac{2(1 - 3\alpha)}{1 - \alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dx} + \gamma = 0 \quad (2)$$

где x – координата, направленная по длине реактора от входа пропана в реактор;

$$\gamma = \frac{k \cdot \beta}{U_{ex}} \cdot \left[\frac{B_p}{\beta + k} + \frac{B_n}{\beta + k \cdot (1 - q_n) + q_n \cdot \pi \cdot \sum_{i=1}^N \Omega_i} \right] ; k - \text{константа скорости гетерогенного}$$

разложения пропана; β – константа скорости диффузии; q_n – пористость поверхности композита;

$$\Omega_i = r_i^2 \cdot D_i \cdot z_i \cdot p_i \cdot \left[\frac{\exp(-2z_i \cdot h) - \exp(2z_i \cdot h)}{2 + \exp(2z_i \cdot h) + \exp(-2z_i \cdot h)} \right] ; z_i - \text{корень}$$

характеристического уравнения $z_i = (2k / r_i \cdot D_i)^{0.5}$; D_i – коэффициент диффузии в i -той характерной группе пор; r_i, p_i – средний эффективный радиус и относительная доля i -той характерной группы пористой структуры композита соответственно; N – число характерных групп пор ($N = 4$).

Решение задачи диффузии реакционного газа (пропана) в модельной поре с эффективным радиусом r при его разложении на ее поверхности имеет вид:

$$C(\ell) = C_0'' \cdot \left[\frac{\exp(z \cdot \ell)}{1 + \exp(2z \cdot h)} + \frac{\exp(-z \cdot \ell)}{1 + \exp(-2z \cdot h)} \right] \quad (3)$$

где C_0'' – концентрация пропана на пористой поверхности композита; ℓ – координата по длине поры.

УДК:678.744.322+661.185.1:541.182.6

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Бардадым Ю.В., Спорягин Э.А.

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

49050, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72

ferocen@i.ua

В большинстве экструзионных технологий качество конечного продукта зависит от процессов плавления, течения и смешения компонентов. Совершенствование оборудования и процесса производства, как это делается сегодня, требует больших затрат времени и средств. Часто необходимо построить сложное оборудование для визуализации потока, например экструдеры с прозрачными корпусами, чтобы понять, как осуществляется течение полимеров во время их переработки. Количественная оценка массо- и теплопереноса представляется еще более сложной задачей. Кроме того, воспроизвести свойства конкретной смеси в каждом эксперименте исключительно сложно. Неудивительно, что эти препятствия сделали численное моделирование реальной альтернативой для оптимизации и анализа процесса смешения пластических масс, эластомеров и энергонасыщенных композиций на основе полимерных материалов.

Новым перспективным направлением для смешения спецкомпозиций стало использование комбинированных экструдеров. В работе был рассмотрен процесс смешения спецматериалов в дисковой зоне комбинированных экструдеров.

Определяющее значение для процесса смешения имеет обобщенная деформация в зоне сдвига. Тогда критерием оценки качества смешения перерабатываемого материала выступает толщина полос l . В работе показаны зависимость l от положения слоя материала в зазоре между дисками. При малых зазорах и малой частоте вращения диска деформации растяжения – сжатие оказывают незначительное влияние на процесс смешения. Однако с увеличением частоты вращения рабочего органа экструдера и зазора между дисками картина резко меняется. В случае малых скоростей сдвига и малых зазоров, будет наблюдаться наименьшая толщина полосы, в то время как при больших скоростях и больших зазорах есть две области, в которых толщина полосы является наименьшей.

Были получены графики зависимости интегральной обобщенной деформации сдвига G_o и давления от различных технологических параметров экструдера. На их основании сделаны выводы, что интенсивность смешения, выраженная через G_o , будет возрастать при уменьшении величины зазора между дисками и увеличении частоты вращения диска. Давление имеет тенденцию возрастать от периферии к центру вращающегося диска, что способствует качеству смешения.

Литература

1. Спорягин, Э.А. Динамика процессов переработки термопластов в дисковых и комбинированных экструдерах: Дис. ... докт. тех. наук. 28.01.82.– Москва, 1982. – 350 с.
2. Бардадым Ю.В. Оцінювання якості змішування полімерних композицій / Ю.В. Бардадым, Е.О. Спорягин // Вопросы химии и хим. технологии – 2011–№ 6.–С.72-74.

УДК 623.45

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ БОЕПРИПАСОВ

К.В.Гапоненко

Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов
41100, Сумская обл., г. Шостка, ул.Ленина, 59
desna_2003@mail.ru

Основным направлением совершенствования современных артиллерийских боеприпасов (АБ) является повышение их могущества и эффективности действия у цели, увеличение дальности и точности стрельбы. В последние десятилетия приняты на вооружение управляемые, корректируемые, касетные и активно-реактивные АБ. Для данных изделий по сравнению с традиционными АБ (осколочными, фугасными, кумулятивными, бронебойными и др.) характерно более сложное структурное построение и более высокая стоимость. Стоимость разработки традиционных АБ последних лет также заметно превосходит стоимость своих предшественников, что можно проследить на примерах эволюции бронебойных подкалиберных снарядов.

Таким образом, для оценки выполнения высоких требований к надежности провести стрельбовые испытания АБ в полной боевой комплектации в достаточном объеме при ограничении на стоимость разработки (модернизации) не всегда возможно. Актуальной становится задача более полного использования всей имеющейся у разработчика экспериментальной информации для оценки надежности АБ.

Экспериментальная отработка АБ происходит в несколько подэтапов, и это скорее правило, чем исключение. Результаты испытаний на отдельном подэтапе служат основанием для проведения доработок конструкции с целью устранения причин отказов. Эффективность проведенных доработок проверяется испытаниями на последующем подэтапе, а оценка надежности АБ производится по результатам испытаний на заключительном подэтапе.

Если принять допущение о том, что доработки изделий изделия носят неухудшающий характер с точки зрения надежности (что, впрочем, и имеет место), то оценку надежности АБ возможно проводить на основании модели роста надежности [1-3], где используется информация об испытаниях на всех подэтапах. Применение данной модели позволяет существенно повысить точность оценок надежности по сравнению с тем случаем, когда используется информация об испытаниях только на заключительном подэтапе.

Другой способ учета дополнительной информации заключается в следующем. Наряду с испытаниями АБ, как правило, проводятся и автономные испытания всех его составных частей. На основании модели надежности АБ в функции надежности его составных частей (обычно последовательной схемы) и объединения результатов испытаний АБ и его составных частей обоснован метод эквивалентных испытаний [4, 5]. Применение данного метода также позволяет повысить точность оценок надежности по отношению к тому случаю, когда результаты автономных испытаний составных частей АБ не учитываются.

1. Ллойд Д.К., Липов М. «Надежность: организация исследования, методы, математический аппарат», М., «Советское радио», 1964.

2. Тейер Т., Липов М. «Надежность программного обеспечения», М., «Мир», 1981.

3. Шабалин А.Н. «Построение модели роста надежности обрабатываемых изделий»/ «Надежность и контроль качества», 1981, №9, с. 21-26.

4. Волков Е.Б., Судаков Р.С., Сырицын Т.Н. «Основы теории надежности ракетных двигателей», М., «Машиностроение», 1974.

УДК 623.451

**ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ТА
ГАРАНТІЙНОГО ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ
ГАЗОГЕНЕРАТОРІВ 9П-1028**

Лазаренко Р. М., Петров О. О.

Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів
(ДержНДІХП)
41100, м. Шостка, вул. Леніна, 59
desna_2003@mail.ru

Терміни служби й гарантійні строки зберігання, установлені виробниками у величезного масиву різних боєприпасів минули або близькі до закінчення. Одним з напрямків рішення цієї проблеми – це продовження терміну служби боєприпасів, що може підтримувати боєготовність збройних сил а також забезпечити бойові навчання військ Одним зі способів продовження терміну служби боєприпасів – перевірка технічних характеристик після фізико-механічних випробувань матеріалів, компонентів та бойових елементів, що входять до складу цих боєприпасів.

У процесі виконання робіт по подовженню терміну використання та зберігання ракет Р-73Л проведено роботи з оцінки наявних технічних характеристик газогенераторів ГГ 9П-1028, які входять до складу вказаних ракет. Також проведено дослідні роботи з моделювання факторів які впливають на зміну якісного стану газогенераторів при транспортуванні та зберіганні ракет Р-73Л. Приведені зрівняльні характеристики газогенераторів шляхом прямого використання – до та після проведених випробувань з імітування процесів транспортування, зберігання та інших факторів.

Проаналізовано отримані результати та зроблено висновки, щодо можливості подовження строків служби та зберігання елементів ракет Р-73Л.

Література:

1. Програма і методика проведення випробувань №21-06/12 ДержНДІХП 2012 р;
2. Технічний опис «Авиационные управляемые ракеты Р-73Л и Р-73К, Часть 2, Ю.0000-0 ТО1»;
3. ОСТ В84-1855-86.

УДК 662.352;543

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В БАЛЛИСТИНЫХ СОСТАВАХ

В.А. Роботько, М.Ф. Буллер, д.т.н., Г.В. Межевич

Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов
41100, г. Шостка, ул. Ленина, 59
desna_2003@mail.ru

Период эксплуатационной пригодности боеприпасов ограничивается старением баллистических порохов и топлив, входящих в их состав. В ходе старения баллистических составов происходят различные процессы, влияющие на баллистические свойства и сроки безопасного хранения боеприпасов. Период эксплуатационной пригодности включает: безопасный срок хранения и баллистический срок хранения. Безопасный срок хранения – это период времени, на протяжении которого баллистические пороха и топлива можно хранить без угрозы самовоспламенения. Он ограничивается процессами старения – разложением нитроэфиров, реакциями продуктов разложения со стабилизаторами химической стойкости, кислородом воздуха и влагой. Баллистический срок хранения – это период времени, при котором порох или топливо может безопасно использоваться и сохранять свои баллистические свойства. Основные факторы, ограничивающие баллистический срок хранения – это химические процессы разложения нитратов целлюлозы, при которых происходит снижение ее молекулярной массы и физические процессы миграции жидких пластификаторов и других компонентов баллистных составов.

Основными компонентами баллистических составов являются нитраты целлюлозы и труднорастуемый растворитель – нитроглицерин, диэтиленгликольдинитрат или их смеси. В зависимости от применения баллистические пороха и топлива также могут содержать добавки, изменяющие их энергетическую (динитротолуол, дибутилфталат, гексоген, октоген и другие), стабилизаторы химической стойкости (дифениламин, диметилдифенилмочевину и их производные), ингибиторы, катализаторы, стабилизаторы горения, пламягасящие добавки и другие компоненты.

Нами начаты работы по изучению процессов миграции основных органических компонентов баллистических порохов и топлив в процессе их хранения.

Для изучения процессов миграции по сечению порохового элемента производилось снятие слоев с последующим определением содержания таких компонентов баллистных составов как нитроглицерин, динитротолуол, дибутилфталат и диметилдифенилмочевина. Снятие слоев осуществлялось путем рассверливания внутреннего канала порохового элемента сверлами различного диаметра.

Анализ химического состава снятых слоев баллистических порохов и топлив проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе «Миличром-6» со спектрофотометрическим детектором и колонкой наполненной обращенно-фазовым сорбентом Silasorb C18. Определение компонентов проводилось при длине волны $\lambda=230$ нм.

Первые результаты показывают, что концентрация нитроглицерина, дибутилфталата, динитротолуола и диметилдифенилмочевины по радиусу порохового элемента (шашки) не постоянна. Максимум наблюдается на поверхности порохового элемента.

УДК 623.45

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ДЕТОНАТОРЫ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОГО БАЛЛИСТИТНОГО ТОПЛИВА

к.т.н. В.В. Щербань, А.В. Симонов, А.З. Маргарян

Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов
(ГосНИИХП)

41100, г. Шостка, ул.Ленина, 59

desna_2003@mail.ru

Известно что, общий объем использования конверсионных взрывчатых материалов (ВМ) в качестве промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) не превышает 20 % от получаемого при утилизации боеприпасов. В связи с этим, расширение номенклатуры ВМ, используемых при изготовлении ПВВ является актуальной задачей.

Установлено, что дробление БТРТ ведет к снижению его взрывчатых характеристик. Исходя из этого, делается вывод о том, что наиболее оптимальным является использование БТРТ в качестве взрывчатых материалов без нарушения их целостности. С экономической точки зрения наиболее выгодным является изготовление на основе извлекаемых при утилизации твердотопливных изделий промежуточных детонаторов (ДПБ).

Термодинамический расчет энергетических и взрывчатых характеристик для БТРТ [1] показывает, что оптимальными являются ДПБ массой не менее 800 г и диаметром более 70 мм. При изготовлении ДПБ использовались утилизированные баллиститные шашки РСИ-12 диаметром 90-100 мм.

Для увеличения чувствительности ДПБ к инициирующему детонацию импульсу, в специальное гнездо запрессовывался столбик передаточного заряда из взрывчатого вещества. Проведенными испытаниями установлено [2], что надежная и полная детонация ДПБ от электродетонатора ЭД-8 происходит при массе передаточного заряда от 1,5 до 2,0 г. Проведена проверка эксплуатационных характеристик ДПБ, в частности, их способность сохранять полноту детонации после выдержки в воде.

Разработанный промежуточный детонатор из баллиститного топлива удовлетворяет требованиям надежности и безопасности при его использовании. Предложенная конструкция ДПБ позволяет использовать для его изготовления шашки из баллиститного топлива диаметром от 70 до 95 мм с различной формой сечения, что существенно увеличивает перечень конверсионных взрывчатых веществ для производства ПВВ.

Литература:

1. Жегров Е.Ф., Телепченков В.Е., Текунова Р.А. Утилизация артиллерийских порохов и ракетных топлив в промышленные ВВ // Труды I Российской научно-технической конференции. – Красноармейск. – 1995. – С. 84-93.
2. Акт контрольных испытаний детонаторов промежуточных баллиститных ТУ У 24.6-14015318-216, Шостка, ГосНИИХП, 2011 г.

УДК 623.45

ВЫБОР МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СРОКОВ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАРЯДОВ ИЗ БАЛЛИСТИТНОГО ТОПЛИВА ПОСЛЕ 30 ЛЕТ ХРАНЕНИЯ

В.Н. Уваров

Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов
(ГосНИИХП)

41100, г. Шостка, ул. Ленина, 59

E-mail: desna_2003@mail.ru

При проведении работ по продлению сроков хранения боеприпасов выявлено, что при хранении происходит закономерное уменьшение стабилизатора (централит и ДФА) и к 30 годам хранения его количественное значение в два раза ниже уровня, установленного в НД на эти марки топлива [1]. Это означает, что запас химстойкости уменьшился и после 30 лет хранения контрольные проверки химстойкости необходимо проводить чаще. Констатация факта уменьшения запаса химической стойкости не отвечает на вопрос о предельных безопасных сроках хранения зарядов, необходимы дополнительные исследования.

При исследованиях предполагаем, что основным фактором, определяющим скорость «старения» баллиститного топлива является температура. Работы предполагается проводить, руководствуясь следующее универсальное уравнение

$$S = ke^{-m/T},$$

где S – величина (параметр), характеризующая процесс;

k, m – постоянные для данного материала, процесса и условий;

T – абсолютная температура

Предлагаются к рассмотрению методики исследования:

1. Определение безопасных температурно-временных режимов эксплуатации с определением момента самовоспламенения заряда. Явление самовоспламенения сложное явление, $T_{кр}$ зависит от большого числа параметров (габаритные размеры, масса и др.), при этом под самовоспламенением понимается вспышка, свечение, повышение давления с разрушением изделия.

Испытания проводятся на модельных образцах, имитирующих плотность заряжения реальных изделий, но имеющих в три и более раз меньшие габариты и в десять раз меньшую массу заряда. При этом необходимо найти наиболее высокую критическую температуру ($T_{кр}$), при которой самовоспламенение не происходит.

Планирование эксперимента и обработку полученных результатов предполагается проводить с применением теории теплового взрыва Н.Н. Семенова [2].

2. Для случая, когда исследуется малое количество массы заряда, возникновению теплового взрыва можно содействовать, помещая в сосуд дополнительные источники тепла нехимического происхождения (например, электрическая нить накаливания) [2].

Литература

1 Научно-технический отчет о выполнении работ с составными частями изделий 9М311, инв. 818-0, ГосНИИХП, 2011.

2 Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980.

УДК 623.46

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ БОЄПРИПАСІВ ПІСЛЯ 30 РОКІВ ЗБЕРІГАННЯ

Щербань В.В., к.т.н. Уваров В.М.

Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів

(ДержНДІХП)

41100, м. Шостка, вул. Леніна, 59

desna_2003@mail.ru

В Українській Армії на озброєнні знаходяться боєприпаси з вичерпаним терміном зберігання, з якими в ДержНДІХП проводяться роботи з оцінки можливості їх використання за прямим призначенням після 30 років зберігання. Боєприпаси в загальному випадку складаються з засобу ініціювання, системи запалювання та заряду. В деяких боєприпасах використовується імпульсна система запалювання, в якій для запалювання зарядів застосовується тільки засіб ініціювання (без системи запалювання). Ця система характеризується нестабільними параметрами на початку роботи і значними розбігами ($\pm 50\%$) характеристик ініціюючих систем, при цьому ці розбіги закономірно розширюються після тривалого зберігання.

На даний час дослідження вищеназваних систем проводяться окремо на відповідність вимогам технічної документації, при цьому не враховується різна швидкість зміни фізико-хімічних характеристик та зміна взаємного впливу їх під час тривалого зберігання.

Для ретельного аналізу стану СЧ боєприпасів після тривалого зберігання в ДержНДІХП розроблено комплект обладнання, призначений для функціональних випробувань СЧ боєприпасів та вивчення фізико-хімічної стабільності матеріалів спецхімії, а саме:

- установка для дистанційного відбору проб матеріалів спецхімії (вибухові речовини, палива та ін.);
- ротаційна машина для створення широкого спектру механічних перевантажень потрібної величини і тривалості при дослідженні ЗВМ;
- стенди для вогневих випробувань ракетних двигунів, порохових газогенераторів та піротехнічних засобів запалення;
- обладнання для дослідження систем запалювання разом з запалювачем;
- інформаційно-вимірвальна система та програмне забезпечення.

Проведені в ДержНДІХП дослідження керованих та некерованих боєприпасів показали, що боєприпаси та їх СЧ в основному зберігають свої характеристики протягом 30 років, крім засобів ініціювання (є відмови в роботі електрокапсульних втулок та піропатронів).

Проведеними дослідженнями виявлено тенденції зменшення показника стабілізатора хімічної стійкості (централіту, ДФА) і теплоти згоряння баліститного палива, а також зменшення запалюючої здатності засобів ініціювання (піропатрони, електрозапалювачі), що містять піротехнічні суміші.

Тому після 30 років зберігання боєприпасів необхідно продовжити дослідницькі роботи в напрямках: прогнозування збереженості балістичних характеристик палива з проведенням випробувань при граничних умовах експлуатації та вимірюванням тяги або тиску порохових газів; вивчення процесів для встановлення причин зменшення запалюючої здатності систем ініціювання та визначення граничного терміну, коли даний засіб ініціювання зберігає свою працездатність на достатньому рівні; проведення прискорених кліматичних випробувань (ПКВ) СЧ боєприпасів з імітацією зберігання до 35-40 років.

УДК 678

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ І ПОЛІАМІДУ, МОДИФІКОВАНОЇ АКТИВНИМИ КОМПЛЕКСОУТВОРЮЮЧИМИ ІОНАМИ

А.А. Павленко, Ю.С. Костенко

Шосткинський інститут Сумського державного університету
41100, м. Шостка, вул. Інститутська, 1
pavlenko@sm.ukrtel.net

З метою направленою регулювання властивостей вторинних полімерних матеріалів останнім часом досить широко використовують полімерні композиції на їх основі. Отримана полімерна композиція на основі вторинного поліетилентерефталату і поліаміду з задовільними фізико-механічними, електричними властивостями. Відомо, що покращення фізико-механічних властивостей полімерної композиції можна досягти додаванням регуляторів процесу кристалізації, які призводять до зміни структури полімерів і покращенню фізико-механічних властивостей. У якості модифікатора використовували ацетилацетонати перехідних металів (AcAcMe)[1].

Встановлено, що додавання ацетилацетонатів перехідних металів при екструзії, в результаті плавлення при високих температурах, відбувається розклад ацетилацетонатів з одночасним відновленням іонів металів до вільних металів, що підтверджується мікрофотографією зразка, на якій видно вкраплення металів(дослідження поверхні проводили на растровому електронному мікроскопі РЕММА-102)[2]

З метою оцінки структурних особливостей модифікованої полімерної композиції використовували рентгенографічний аналіз, як основний для вивчення кристалітів. Дослідження проводили на стандартному дифрактометрі «Дрон-2». Дослідження проводили в діапазоні кутів від 8 до 50, довжина кроку вимірювання 0,2°.

Найбільш ефективні зміни ступеню кристалічності спостерігалися при вмісті ацетилацетанату заліза до 5%, коли данні частинки вели себе як штучні зародиші структуроутворення.

Таблиця 1.Результати РГА модифікованої полімерної композиції

Композиція	Ступінь кристалічності, %	Розмір кристалітів, нм
ПК(ПЕТФ +ПА-6)	48	30,2
ПК(ПЕТФ+ПА-6)+AcAcFe	58	34,1

Як показали дослідження (табл.1) ступінь кристалічності у модифікованих полімерних композицій зростав від 43% до 58%. Це підтверджує здатність ацетилацетонатів перехідних металів бути регуляторами процесу кристалічності.

Список літературних джерел

1. Миронович Л.М., Павленко А.А Вивчення структури полімерної композиції на основі полікапроаміду і поліетилентерефталату методом рентгеноструктурного аналізу/ Матеріали науково-технічної конференції «Сучасні технології в промисловому виробництві – Суми, 18-22 квітня 2011 року-С.17

2. Павленко А.А., Миронович Л.М.Модификация полимерной композиции на основе полиэтилентерефталата и поликапроамида соединениями, имеющими активные комплексообразующие ионы металлов.

УДК 662.72

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТКОЛА БЛОКОВ ПРИРОДНОГО КАМНЯ НЕДЕТОНАЦИОННЫМ СПОСОБОМ

С.В.Тимофеев, С.О.Дудка

Шосткинский институт Сумского государственного университета
41100, г. Шостка, ул. Институтская,1
shi_nir@sm.ukrtel.net

Основанием для проведения работ явилась необходимость создания новых недетонационных средств добычи блочного камня для удовлетворения потребностей карьеров, повышения безопасности при проведении буровзрывных работ.

В качестве окислителя для газогенерирующих смесей выбран хлорат калия, как наиболее доступный и обеспечивающий стабильное горение.

В качестве горючего было выбрано дизельное топливо. Оно доступно, пиротехнические смеси с ним наименее чувствительны к механическим воздействиям. Но основным аргументом в пользу дизельного топлива является то, что его можно легко, безопасно и качественно смешать с окислителем на месте применения путем заливки необходимого количества топлива, дозируемого по объему.

Разработана конструкция элемента воспламенения газогенерирующей смеси, состоящего из стального колпачка длиной 15 мм с центральным отверстием диаметром 4 мм с запрессованным в два приема зажигательным составом в количестве $0,75 \pm 0,05$ г до высоты утопания не более 0,5 мм. Колпачок вставляется в трубку длиной 48 мм, изготовленную из стальной гильзы путем обрезки ее дна, и переталкивается на прессу в один уровень с обрезом трубки. В противоположный конец трубки вставляется электровоспламенитель ЭВЖ и обжимается на цанговом устройстве.

Предложенная конструкция газогенерирующего заряда представляет собой полиэтиленовую трубу диаметром 25 мм, толщина стенки 1 мм (для шпуров 32 мм), заглушенную с двух сторон торцевыми внутренними крышками из бензомаслостойкой резины толщиной 10 мм и заполненную газогенерирующей смесью. Длина трубки зависит от количества смеси. С одной стороны в резиновой крышке сделано центральное отверстие для элемента воспламенения. Резиновые крышки обеспечивают надежную герметичность устройства. Оно водоустойчиво при нахождении в воде на глубине 2 м в течении 6 часов.

Были проведены работы по подбору добавок сенсibiliзирующих и стабилизирующих горение. В качестве сенсibiliзатора был предложен ферроцианид железа $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$. Оптимальное количество сенсibiliзатора устанавливалось по результатам испытаний заряда в манометрической бомбе. В качестве рецептуры окислительной композиции выбрана смесь, содержащая 90% бертолетовой соли и 10 % ферроцианида железа.

Определено максимальное содержания дизельного топлива в газогенерирующей смеси - до 12% по массе. Уменьшая содержание дизельного топлива до 6%, давление уменьшается примерно на 30%. Это позволяет в одной конструкции устройства, изменяя количество добавляемого дизельного топлива в определенных границах, изменять работоспособность устройства в зависимости от прочности откалываемой породы.

Представлены расчеты некоторых параметров горения газогенерирующей смеси.

УДК 662.46:678.742.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБУХОВОЇ СУМІШІ НІТРОМЕТАНУ ТА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

Р.В. Закусило к.т.н., В.Р. Закусило к.т.н.

Шосткинський інститут Сумського Державного університету
41100, м. Шостка, вул. Інститутська, 1
shi_nir@sm.ukrtel.net

В останні роки, в зв'язку з розвитком неелектричних систем ініціювання свердловинних зарядів, встає питання створення ефективних та безпечних проміжних детонаторів (ПД). Відомо, що для підривання свердловинних зарядів на відкритих родовищах корисних копалин України, та країн СНД, найчастіше використовуються шашки тротиліві Т-400Г, які виготовляють шляхом пресування тротилу. Транспортування, зберігання та використання таких шашок небезпечне.

В закордонній практиці знайшли використання пентолітові (тен-тротил) шашки ПД конічної форми. Наприклад, компанія «Trojan Corporation» виготовляє пентолітові шашки трьох типорозмірів діаметром 60мм, 86мм та 117мм і масою 280 г, 570г та 900г з щільністю 1,6 г/см² і швидкістю детонації 7 800 м/с

Таким чином, при виготовленні проміжних детонаторів для свердловинних зарядів в основному використовують потужні вибухові речовини. З підвищенням потужності застосовуваних для виготовлення ПД вибухових речовин підвищується небезпечність при їх виготовленні та використанні.

Нітрометан, CH_3NO_2 - має низьку чутливість до удару (0-8% для вантажу 10кг і висоти 25см) та тертю. Аміачна селітра NH_4NO_3 має низьку чутливість до удару та тертя, вона використовується в сільському господарстві як мінеральне добриво, а також як компонент вибухових сумішей грамонітів. Ні нітрометан, ні аміачна селітра, при звичайних умовах вибуховою речовиною не являються. Суміш можна приготувати безпосередньо в умовах кар'єрів.

На основі вище приведеного викликає інтерес розробки та дослідження сумішей нітрометану та аміачної селітри в різних співвідношеннях в якості вибухового матеріалу. Для перевірки складу в якості ПД були розглянуті конструкції зарядів. В якості конструкцій зарядів вибрані поліетиленовий рукав та спеціальний стакан з кришкою, виготовлений з допомогою термопластавтомата.

Випробування показали, що склад на основі аміачної селітри і нітрометану у співвідношенні НМ:АС від 5:95 до 25:75 чутливий до штатних засобів ініціювання промислових ВР: детонуючого шнура ДШС-12 та електродетонатора ЕД-8.

Висновки: Запропонований підхід по виготовленню вибухових сумішей шляхом змішування двох або більше невибухових речовин. Скомпонована рецептура вибухової суміші на основі аміачної селітри та нітрометану. Показана можливість використання розробленої вибухової суміші в якості проміжного детонатора для свердловинних зарядів, та запропоновані їх конструкції.

Список літературних джерел

1. ТУ 3.50-14314452-061-96. Шашки-детонатори для промислових підричних робіт.
2. Щукин Ю.Г., Лютиков Г.Г., Поздняков З.Г. Средства инициирования промышленных взрывчатых веществ: Учеб. для техникумов. - М.: Недра, 1996.
3. Нові проміжні детонатори на основі нітрометану та аміачної селітри для ініціювання свердловинних зарядів. // А.А. Желтоножко, В.Р. Закусило, Р.В. Закусило, П.В. Швидько / ВІСНИК Національного технічного університету України "КПІ". Серія "Гірництво": Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ "КПІ": ЗАТ "Техновибух", 2008. - №17. - С. 92-97.

УДК 662.235

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОКРЫТИЙ

А.А. Ефименко, В. Р. Закусило

Шосткинский институт Сумского государственного университета
41100, Украина, г. Шостка, ул. Институтская, 1
shi_nir@sm.ukrtel.net

Промышленные взрывчатые вещества (ПВВ) на основе аммиачной селитры широко применяются при добыче полезных ископаемых взрывом. Однако они имеют низкую водостойкость. Одним из путей повышения водостойкости гранулированной аммиачной селитры (АС) является нанесение на ее поверхность нитроцеллюлозных (НЦ) покрытий. Это позволит повысить водоустойчивость, а также энергетические характеристики нового ПВВ аммопор-В.

В данной работе приведены результаты исследований водопроницаемости нитроцеллюлозных пленок. Детальное определение водостойкости НЦ покрытия аммопора-В непосредственно на гранулах АС не представляется возможным. Эту проблему удалось решить путем получения пленок НЦ на металлических или стеклянных пластинах-подложках необходимых размеров при технологических режимах получения ПВВ. Плотность НЦ покрытия аммопора-В и изготовленных НЦ пленок одинакова и составляет $1,43(+0,01)$ г/см³. Практически не отличаются структуры НЦ пленок и покрытия, представленных на рис.1.

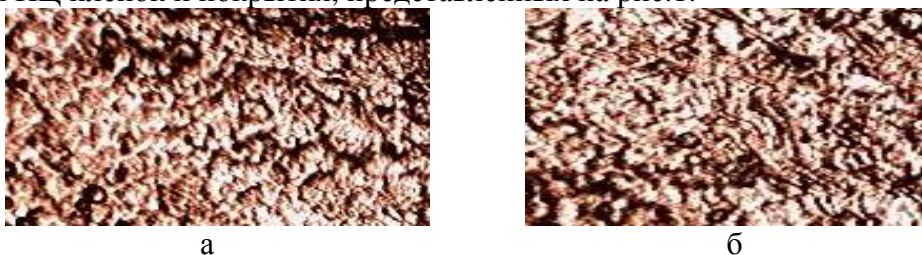


Рис.1 Структура НЦ пленок: а) полученных на подложке; б) на гранулах АС

Для определения водостойкости (водопроницаемости) нитроцеллюлозных пленок разработан специальный метод. Сущность метода заключается в определении массы воды, прошедшего через единицу площади элементарной пробы за определенное время. Элементарную пробу (пленку) герметично закрепляли на пустой стаканчик диаметром 25мм и помещали в емкость с водой на заданную глубину и выдерживали на протяжении 1...5 суток. Количество воды, которое прошло через пленку в стаканчик, определяли гравиметрическим методом. Водостойкость определяли по формуле $V=V/St$, где V - количество воды, прошедшей через элементарную пробу, мг; t -время испытаний, ч; S - площадь элементарной пробы см². Водостойкость НЦ пленок составила $0,05\text{мг/см}^2\cdot\text{ч}$.

Водопоглощение нитроцеллюлозной пленки определяли весовым методом количества влаги, которая впитывается элементарной пробой при определении водостойкости. Водопоглощение НЦ пленки составило 1,2 %.

Выводы: для исследования водостойкости отработан метод получения НЦ покрытий на пластинах-подложках. Разработана методика определения водостойкости НЦ пленок-покрытий. Результаты испытаний показали, что водостойкость аммопора-В составляет $0,05\text{мг/см}^2\cdot\text{ч}$ или 0,8% в сутки.

Список литературных источников

1 Патент 72202 України, МПК С06В31/28. Промислова вибухова речовина/Купрін В.П., Закусило В.Р., Єфименко А.О., Купрін О.В.; заявл. 02.02.2012; опубл. 10.08.2012, бюл.№15.

УДК 631.8

ВОДРАСТВОРИМЫЕ СОПОЛИМЕРЫ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРОЛАНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Л.В.Лысенко, Т.Н. Вовк, Е.Н. Никонов

Шосткинский институт Сумского государственного университета
41100, г. Шостка ул. Институтская, 1
shi_nir@sm.ukrtel.net

Для пролонгации действия минеральных удобрений в настоящее время применяется покрытие (капсуляция) гранул минеральных удобрений полимерными оболочками. За рубежом используется различные специальные комплексные микроэлементные удобрения, содержащие полимерную оболочку типа «Аквадон-микро», «Зеленит» для корневых и внекорневых подкормок сельскохозяйственных культур [1, с.51-55].

К недостаткам известных решений относительно покрытия гранул удобрений известными полимерными оболочками является недостаточность времени пролонгации их растворения в почве и использование для этих целей преимущественно зарубежных образцов.

Нами предлагается для нанесения на гранулы минеральных удобрений использовать сополимер поливинилового спирта с калиевой солью акриловой кислоты.

Сырье для синтеза сополимера не является дефицитным, сополимер хорошо растворяется в воде и не оказывает вредного воздействия на растения (рН = 6,5 ÷ 7,0). Сополимер полностью растворяется в воде при нагревании до температуры 60°C.

Нанесение слоя сополимера на гранулы аммиачной селитры проводилось методом сушки водного раствора сополимера в аппарате с псевдооживленным слоем.

Далее, методом капельного полива было изучено растворения гранул аммиачной селитры с полимерной оболочкой и без оболочки. Скорость капельного полива составила 1 капля / с. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2.

№ п/п	Концентрация водного раствора сополимера, %	Толщина полимерной оболочки, мкм	Время растворения гранул аммиачной селитры, с
1	5% водный раствор сополимера	60-70 (±5)	180
2	7% водный раствор сополимера	70-80 (±5)	320
3	Аммиачная селитра без оболочки (прототип)	-	100

Из таблицы 2 видно, что при растворении гранул аммиачной селитры с нанесенной полимерной оболочкой в 1,5-2 раза больше по сравнению с гранулами без полимерной оболочки.

Таким образом, гранулы аммиачной селитры с полимерной оболочкой на основе сополимера поливинилового спирта с калиевой солью акриловой кислоты обеспечивают пролонгированное действие минерального удобрения.

Список литературных источников

1. Быкин А. и др. «Оптимизация питания сельскохозяйственных растений путем пролонгации действия минеральных удобрений».

УДК 628.544

НАСЫЩЕНИЕ НИТРАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ГРАНУЛИРОВАННЫХ ЛАКОВЫМ СПОСОБОМ, АКТИВНЫМ ПЛАСТИФИКАТОРОМ

Лукашев В.К., Онда В.И., Веренич А.А.

Шосткинский институт Сумского государственного университета

41100, г. Шостка, ул. Институтская, 1

ondavita@yandex.ua

Современное развитие различных отраслей промышленности основано на широком использовании полимерных материалов. Спектр областей их применения требует создания материалов, обладающих новыми физико-химическими свойствами и повышенными эксплуатационными характеристиками. Одним из направлений решения этой задачи является поверхностное насыщение пластификаторами.

В данной работе рассматривается возможность модификации нитратов целлюлозы, гранулированных лаковым способом, путем насыщения их поверхности активным пластификатором. Такой подход позволяет повысить эксплуатационные характеристики указанных нитратов целлюлозы. В качестве активного пластификатора использовали нитроэфир, извлекаемый из конверсионных материалов. Процесс насыщения проводили в воде при температуре 20 °С, при этом варьировали такие параметры как время насыщения, массовое отношение воды и насыщающего состава - m_3 . Полученные образцы анализировали на содержание в них нитроэфира методом жидкостной хроматографии, проводили оценку физического состояния с использованием оптического микроскопа.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлены кинетические закономерности процесса насыщения нитратцеллюлозных гранул активным пластификатором. Из этих зависимостей следует, что в процессе насыщения достигается равновесное состояние, а соответствующее ему значение равновесного содержания нитроэфира в гранулах зависит от величины отношения воды и насыщающего состава. С увеличением этого отношения значение равновесного содержания нитроэфира уменьшается. Анализ микрофотографий срезов насыщенных нитроэфиром гранулированных нитратов целлюлозы, представленных на рис. 1, позволяет сделать вывод, что физическое состояние, а соответственно структура исследуемых гранул изменяется в зависимости от величины отношения воды и насыщающего состава и времени насыщения.

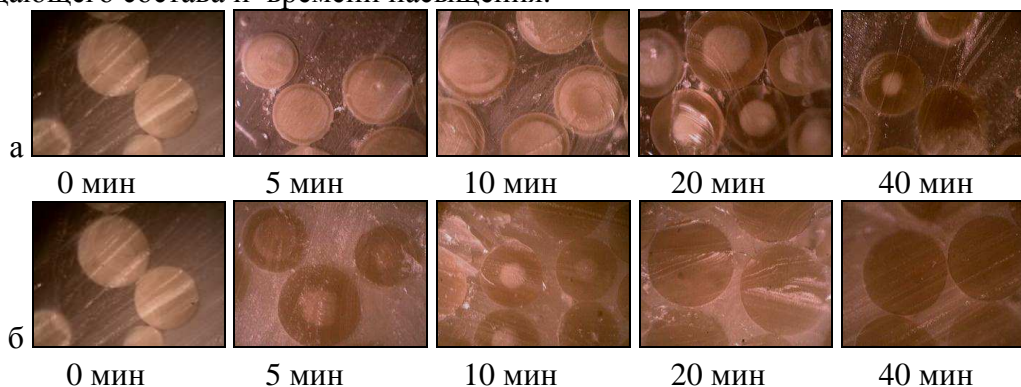


Рисунок 1 – Микрофотографии срезов гранул: а- $m_3=15$; б- $m_3=10$.

На основании экспериментальных исследований предложены эмпирические зависимости, позволяющие рассчитать количество нитроэфира, сорбированного полимерной основой гранулы. По этому количеству могут определяться эксплуатационные характеристики гранулированных нитратов целлюлозы.

УДК 662,351+543,544

О СВЯЗИ ЦВЕТА ПОВЕРХНОСТИ ПОРОХОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТЬЮ

Т.В.Романько, М.Ф. Буллер, д.т.н., Г.В.Межевич

Шосткинский институт Сумского государственного университета

41100, г. Шостка ул. Институтская, 1

shi_nir@sm.ukrtel.net

В настоящее время вновь проявился интерес [1.2] к исследованию причин различного цвета поверхности пороховых элементов одной партии пироксилинового пороха. При этом исследователям хотелось бы связать цвет со сроками хранения и, исходя из этого, по цвету пороховых элементов судить о дальнейшей пригодности партии при утилизации боеприпасов.

Исходя из сказанного, представляет интерес исследовать химическую стойкость порохов с различным цветом поверхности пороховых элементов. По полученным результатам можно было бы найти взаимосвязь между цветом поверхности и химической стойкостью.

Для исследования были взяты пироксилиновые пороха марок 12/1, 9/7, 4/1. В работе использовался измерительно-вычислительный комплекс «Вулкан-В», принцип работы которого основан на измерении давления газообразных продуктов термического разложения пороха в герметично закрытом реакционном стакане при температуре $125,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в течение 4,5 ч. На рисунке представлены результаты зависимости давления газовой выделения (параметр химической стойкости порохов) со светлыми и темными элементами пороха 9/7 от времени.

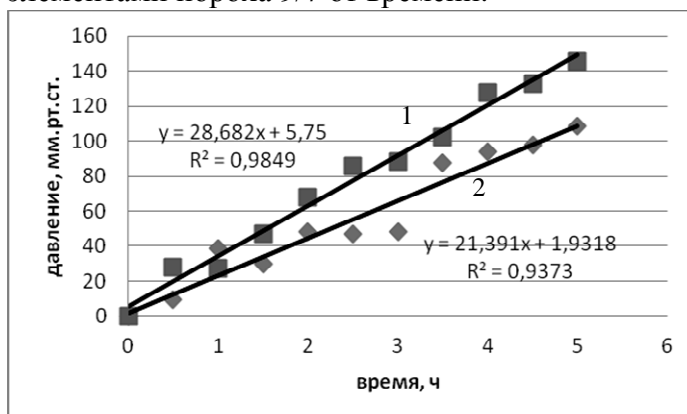


Рисунок – зависимость давления газовой выделения пороха 9/7 от времени:
1 – пороховые элементы с темной поверхностью; 2 – пороховые элементы со светлой поверхностью.

Аналогичные зависимости получили и для других марок порохов. Проведенные исследования показывают, что химическая стойкость пороховых элементов со светлой поверхностью несколько выше, чем у пороховых элементов с темной поверхностью.

Список литературных источников.

1. Анипко О.Б., Хайков В.Л., Четырин С.П. Цветометрия пороховых элементов метательных зарядов артиллерийских боеприпасов // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2011. – № 1. – С. 28 – 35.

2. Межевич Г.В., Буллер М.Ф., Роботко В.А., Романько Т.В. О цвете отдельных элементов пироксилиновых порохов // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2012. – № 1. – С. 29 – 34.

УДК 675.08.675.02

СТРУМОПРОВІДНІ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ КОМПОЗИЦІЇ, ОТРИМАНІ ЕКСТРУЗІЙНИМ МЕТОДОМ

Д. С. Новак, О. В. Пахаренко, В. О. Пахаренко

Київський національний університет технологій та дизайну

01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2

Novak.KNUTD@gmail.com

Для виробництва струмопровідних полімерних матеріалів на основі поліетилену високого тиску марки 16803-070 та наповнювачів – обмідненого графіту, ВНТ, графітізованої сажі та їх сумішей використано екструзійний метод.

Встановлено сферу можливого застосування поліетиленових композицій з вищезазначеними наповнювачами в якості антистатичних матеріалів, напівпровідників, екрануючих матеріалів від електромагнітних випромінювань та електропровідних матеріалів, є доцільним застосувати метод екструзії, який має низку переваг перед іншими методами, такими як пресування, лиття під тиском тощо. Для визначення раціональних параметрів режиму переробки зазначених композицій слід було оцінити вплив наповнювачів на реологічні властивості поліетиленової композиції при різних температурах і градієнтах швидкості, а для забезпечення застосування цих матеріалів у визначеній сфері – оцінити їх основні показники пожежної небезпеки.

Одержання полімерного композиційного матеріалу на основі поліетилену, що здатний проводити електричний струм, складається з двох операцій: 1) отримання концентрату наповнювачів для кращої якості змішування і розподілу наповнювачів в поліетилені; 2) введення до розплаву поліетилену концентрату наповнювача і одержання стренг.

Вміст наповнювача повинен коливатися від 5 до 30 % через те, що до 5 % наповнювача у композиції основні властивості матеріалу мають різкий характер перемін, а з 5 % до 30 % значення показників властивостей більш менш вирівнюються, але при збільшенні вмісту наповнювача (після 30 %) відбувається погіршення технологічності матеріалу при переробці, а кінцевий виріб стає крихким. Результати досліджень, які були проведені по даній роботі, показали, що при додаванні наповнювача у кількості 30 % виявлено найкращі струмопровідні властивості матеріалу.

Для отримання концентрату в технологічній лінії одержання струмопровідних стренг з композиції на основі поліетилену та наповнювачів – обмідненого графіту, графітізованої сажі, вуглецевих нанотрубок та їх сумішей, використовують черв'ячно-дисковий екструдер ЕКЧД-90/185. До бункеру завантаження цього екструдера завантажують гранули поліетилену, які розплавляються у диску, і крізь додатковий отвір корпусу до розплаву поліетилену подається наповнювач.

Швидкість оберту диска не повинна бути більше 500 об/хв тому, що при збільшенні цієї швидкості відбувається деструкція полімеру і в результаті одержуємо концентрат не у вигляді гранул, а крихкий матеріал.

Для кращої гомогенізації розплаву з поліетиленової композиції, що проводить електричний струм, та одержання стренг необхідного діаметру використовується у промислових умовах двохшнековий екструдер ZSK-83.

Встановлено параметри переробки вихідних композицій, які використовувалися при розробці технологічного процесу одержання стренг та плівки та обґрунтуванні і розрахунку конструктивно-технологічних параметрів обладнання для переробки пластмас.

УДК 622.817

СИСТЕМА ВИБУХОЗАХИСТУ

К.т.н., доцент Лєпiхов О.І.

Конотопський інститут Сумського державного університету

4160, м. Конотоп Сумської обл., вул. Садовая, 39

kisumdu@konotop.org

Вугільна промисловість має чимало сумних прикладів катастрофічних вибухів метану з масовими людськими жертвами. Вугільні родовища в Україні, особливо на Донбасі, характеризуються найбільш несприятливими умовами з усіх відомих басейнів вугледобувних країн. Забезпечити надійну вибухобезпечність персоналу шахт можна шляхом гасіння спалахів метану безпосередньо в зоні вогнищ. В шахтах Росії й Україні застосовуються автоматичні системи вибухозахисту АСВП-ЛВ та СЛВА.

Система АСВП-ЛВ складається з пристрою локалізації вибуху і автономного командного пристрою.

Основні недоліки цієї системи:

- Можливість відмов системи при "тихому" вибуху;
- Несанкціоноване спрацьовування системи внаслідок механічної дії на неї;
- Неповний викид порошку з бункера;
- Можливість прогину висувною штанги і приймального щита, що може привести до відмови системи.

Система СЛВА призначена для придушення вибухів метану і вугільного пилу на початковій стадії їх виникнення в гірських виробках вугільних шахт шляхом подачі пламегасящего речовини в зону вогнища займання. Система складається з пристрою придушення вибуху (УПВ), датчика полум'я і блоку сполучення з пускачем. Встановлюється в місцях найбільш вірогідного виникнення вибухів. [2].

При експлуатації СЛВА в шахтах були виявлені такі недоліки:

- Термін служби заряду всього один рік, що збільшує вартість робіт з обслуговування системи;
- Відсутня індикація наявності інгібітора в УПВ;
- Можливість помилкового спрацьовування датчика полум'я при неправильному підключенні або замиканні жил кабелю;
- Відсутність контролю запиленості вікна датчика.

Система СЛВА була розроблена понад 20 років тому і з цього часу не модернізувалася. Багато технічних рішень, закладених в конструкцію, до теперішнього часу застаріли.

На підставі вивчення та критичного аналізу робіт у цій області і в результаті спільних зусиль МакНДІ і КІСумДУ виготовлений експериментальний зразок і затверджено технічне завдання на комплекс вибухопридушуючий пневматичний шахтний КВПШ.1 Область застосування КВПШ.1 не обмежується тільки вугільними шахтами він може застосовуватися також і для локалізації вибухів в інших підземних спорудах та приміщеннях (в тунелях, рудниках, на газоперекачувальних станціях, в системах вентиляції, в метрополітені, на деревопереробних, борошномельних, лакофарбових та інших підприємствах, газо-, нафто-і спиртосховищах і т.п. об'єктах).

Конструктивні особливості комплексу забезпечують придушення вогнищ практично миттєво, що запобігає переходу спалахів у вибух і поширення полум'я по виробничому приміщенню.

УДК 622.817

МОДЕЛЮВАННЯ ВИБУХОЗАХИСНОГО ПРИСТРОЮ

Драч О.В.

Конотопський інститут Сумського державного університету
41600, вул. Садовая 39, м. Конотоп, Сумська обл., Україна

e-mail: kisumdu@konotop.org

Українська вугільна промисловість має нагальну потребу у високоякісних вибухозахисних пристроях. Існуюче на сьогодні обладнання вимагає суттєвого удосконалення. Комп'ютерне моделювання надає можливість значно прискорити і здешевити процес модернізації.

Моделювання вибухозахисного пристрою проводиться в 3 етапи. По – перше, обирається та моделюється в середовищі SOLID твердотіла модель. За її основу обрано пристрої локалізації вибуху системи СЛВА. Одним з недоліків СЛВА є те, що вона не усуває утворення в робочому положенні порожнини в верхній частині контейнеру, через яку викидаються продукти згорання газогенеруючого заряду. Це не забезпечує рівномірність витікання порошку з контейнеру, відсутність прориву продуктів згорання, випередження струменю газів і повноту викиду інгібітору з контейнеру. На усунення саме цього конструктивного недоліку і націлено представлену роботу. На другому етапі модель передається в програмне середовище ANSYS Workbench. При розбитті сітки враховуються особливості течії, встановлюються характерні початкові умови. Отримується результат розрахунку. Після опрацювання результату, так званого «постпроцесінгу» вносяться корективи в геометричну модель, процес повторюється. Автором розраховано базову модель зі змінною геометрією. Третій етап – опрацювання і порівняння отриманих результатів. На цьому етапі обрано найбільш ефективну модель. За критерій оцінки взято рівномірність витікання порошку і повнота викиду інгібітору з контейнеру.

Витікання в штрековий канал розраховувались за допомогою комп'ютерного математичного моделювання за двопараметричною напівемпіричною моделлю (Realizable $k - \epsilon$).

Ця модель широко використовується для вирішення практичних задач. Її прототип (стандартна $k - \epsilon$) був вперше запропонована Лаундером і Сполдінгом, який в подальшому набув багатьох модифікацій однією з яких є застосована в роботі версія Realizable $k - \epsilon$. Вона є помилкостійкою, економічною і достатньо точною для широкого діапазону турбулентних потоків. Realizable $k - \epsilon$ модель розв'язує деякі математичні обмеження рейнольдсових напружень, які мають місце в турбулентних течіях. Вона точніше у порівнянні з іншими моделями дозволяє розраховувати розподіл дисипації плоских і круглих струменів, дозволяє більш точно розраховувати течії, що обертаються, пограничні шари, що підлягають сильним градієнтам тиску, відривні та рециркуляційні течії. Realizable $k - \epsilon$ модель показує істотну перевагу перед стандартною $k - \epsilon$ моделлю турбулентності для викривлених, вихрових потоків і для течій, що обертаються.

Необхідна подальша експериментальна апробація моделі.

УДК 623.45

**ВИКОРИСТАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ
ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ТА БОЄПРИПАСІВ**

І.Б.Чепков, д.т.н., професор, С.В.Лапицький д.т.н., професор

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки
Збройних Сил України
03049, м. Київ, пр-т Повітрофлотський, 28.
cndi_ovt@mil.gov.ua

Для розв'язання практичних задач зі створення високоефективних засобів ураження та боєприпасів необхідно в достатньо стислі терміни без виготовлення дослідних зразків провести попередні дослідження за двома основними напрямками:

оцінки можливості одержання необхідних тактико-технічних характеристик засобів ураження та боєприпасів на основі аналізу фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час їх функціонування, визначення основних принципів дії засобів ураження та боєприпасів, формулювання вимог до матеріалів і комплектуючих виробів;

вибору критеріїв якості засобів ураження та боєприпасів (наприклад, максимальне бронепробиття, максимальна дальність пострілу й т.п.) і обмежень на їхні конструктивні рішення, що накладаються артилерійською системою тощо, і одержання на цій основі оптимальних проектних параметрів.

Ці положення повинні стати основою для створення методології наукових досліджень з прогнозування реалізації розробок засобів ураження та боєприпасів. Для аналізу характеристик засобів ураження та боєприпасів прийняті рівняння механіки суцільного середовища, модифіковані для випадку, коли до складу системи входять вибухові речовини й порох, що виділяють енергію в результаті хімічних перетворень; чисельні методи для інтегрування рівнянь механіки суцільного середовища у двовимірній і тривимірній постановці; засоби відображення результатів розрахунків в графічному вигляді.

Використовуючи методи математичного моделювання одержали основні характеристики боєприпасів і оцінили можливість їх реалізації. За допомогою методів оптимального проектування вирішували задачу створення боєприпасів з максимальною можливою ефективністю дії.

Використовуючи викладений методичний підхід, були розроблені й впроваджені технічні рішення для вибору оптимальних проектних параметрів боєприпасів. При створенні бронебійних підкаліберних снарядів обґрунтована нова концепція використання нового суцільнокорпусного снаряду з великим подовженням осердя, що забезпечує можливість збільшення бронепробиття по перешкодах на 18...20 %, а для осколково-фугасних снарядів - концепція корпусу захисного заряду комплексу активного захисту бойових машин, що дозволяє забезпечити керування осколковим полем в залежності від типу засобів ураження, що атакують бойову машину. Для кумулятивних засобів ураження та боєприпасів обґрунтована оптимальна схема кумулятивного заряду, що дозволяє збільшити бронепробиття на 20% і розв'язати проблему подолання елементів динамічного захисту.

УДК 623.451.4.081.25

СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ БРОНЕБІЙНО-ПІДКАЛІБЕРНИХ СНАРЯДІВ

Лапицький С.В., д.т.н. проф., Ларін О.Ю. к.т.н.

ЦНДІ ОВТ ЗСУ

м. Київ, пр-т Повітрофлотський, 28

cndi_ovt@mil.gov.ua

Найбільш ефективним засобом ураження бронеоб'єктів вже багато років є, і у перспективі будуть залишатися, боєприпаси з кумулятивними бойовими частинами. Між тим у складі боєкомплекту танка, незважаючи на значний рівень здатності до бронепробиття танкових кумулятивних засобів ураження, бронебійно-підкаліберні снаряди (БПС) залишаються основним засобом ураження броньованих об'єктів та цілей які знаходяться під прикриттям бетонних і залізобетонних споруд. Застосування у захисті танків комбінованої броні та динамічного захисту різко зменшили ефективність дії по ним кумулятивних боєприпасів, БПС навпроти, демонструють відносно слабку "чутливість" до різного роду деструктивних впливів з їх боку. Так зниження здатності до бронепробиття сучасних бронебійно-підкаліберних снарядів на багат шарових структурах захисту у 3-5 разів менше, ніж у кумулятивних. Великі значення підлітної швидкості, а також міцність конструкції знижують ефективність дії по БПС систем активного захисту. Крім того бронебійно-підкаліберні снаряди мають більш потужну заброньову дію та практично не втрачають свою бронепробивну здатність при збільшенні кута зустрічі з бронею включно до 50° , що є особливо актуальним у зв'язку з застосуванням у конструкціях сучасних танків значних кутів нахилу бронедеталей корпусу та башти.

Тенденцією розвитку сучасних БПС вже досить тривалий час є збільшення відносного подовження l/d активної частини (l —довжина, d —діаметр) та застосування суцільних бронебійних сердечників великого подовження з матеріалів високої густини (зі сплавів на основі вольфраму $\rho=19300 \text{ кг/м}^3$ або збідненого урану $\rho=18950 \text{ кг/м}^3$). Збільшення довжини бронебійного сердечника при незмінному його діаметрі, забезпечує підвищення ефективності використання кінетичної енергії боєприпасу у процесі бронепробиття. Використання цього підходу чітко демонструє розвиток цього типу засобів ураження НАТО для 120 мм гладкоствольних гармат. Так наприклад у БПС DM33F1 (Німеччина, 1987р.) $l/d=19$, M829 (США, 1987р.) $l/d=22$, а у DM53 (Німеччина, 2001р.) $l/d=31$ та M829A1 (США, 1991р.) $l/d=32$. Підвищення могутності БПС для 125 мм радянської танкової гармати Д-81 та її наступних модернізацій за даним напрямком обмежується тим, що процес заряджання у танках автоматизовано. При цьому до боєприпасів що застосовуються висуваються жорсткі обмеження щодо максимальної довжини снаряда які обумовлені конструкцією конвеєру механізму (автомату) заряджання. Тому на відміну від БПС НАТО, відносне подовження найкращого БПС прийнятого на озброєння радянської армії ЗБМ-46 (1991р.) складає лише $l/d=22$.

Таким чином актуальним є забезпечення підвищення бронепробивної здатності БПС для танкових гармат в умовах габаритних обмежень. Світовий досвід досліджень у цьому питанні пропонує декілька напрямків. Одним з них є конструктивне рішення зі застосуванням форми перетину бронебійного сердечника відмінної від традиційної – круглої. Доведено також перспективність застосування сегментних сердечників. Досить привабливим на теперішній час вважається застосування активного боєприпасу, який дорозганяється на траєкторії завдяки реактивним прискорювачам. Таке конструктивне рішення дозволяє без заміни гармати отримати боєприпаси з принципово новими балістичними характеристиками та значною бронепробивною здатністю.

УДК 622.235

ВИБУХОВІ СКЛАДИ НА ОСНОВІ ПЕРХЛОРАТУ КАЛІЮ

В.Р.Закусило, А.М.Романченко

Шосткинський інститут Сумського державного університету

41100, м. Шостка, вул. Інститутська, 1

shi_nir@sm.ukrtel.net

При виконанні деяких промислових вибухових робіт, наприклад для відбійки блочного декоративного каменю, необхідні вибухові склади з низьким критичним діаметром та швидкістю детонації, невисокою теплотою вибуху і малим об'ємом газоподібних продуктів вибуху. Одним із напрямків розробки вибухових складів з такими характеристиками є використання піротехнічних сполук. При розгляді піротехнічних окислювачів NH_4NO_3 , KNO_3 , NH_4ClO_4 , KClO_3 , KClO_4 та ін. найбільший інтерес викликає перхлорат калію (ПХК) KClO_4 [1]. ПХК має кисневий баланс плюс 46%, розчинність в воді 1,7%, теплоту вибуху 103 ккал/моль, при розкладі виділяє 180 л/кг газоподібних продуктів. Однак ПХК трудно розкладається і потребує використання каталізаторів розкладу. На термограмі розкладу показано, що при використанні каталізатору температура розкладу ПХК знижується на 50°C .

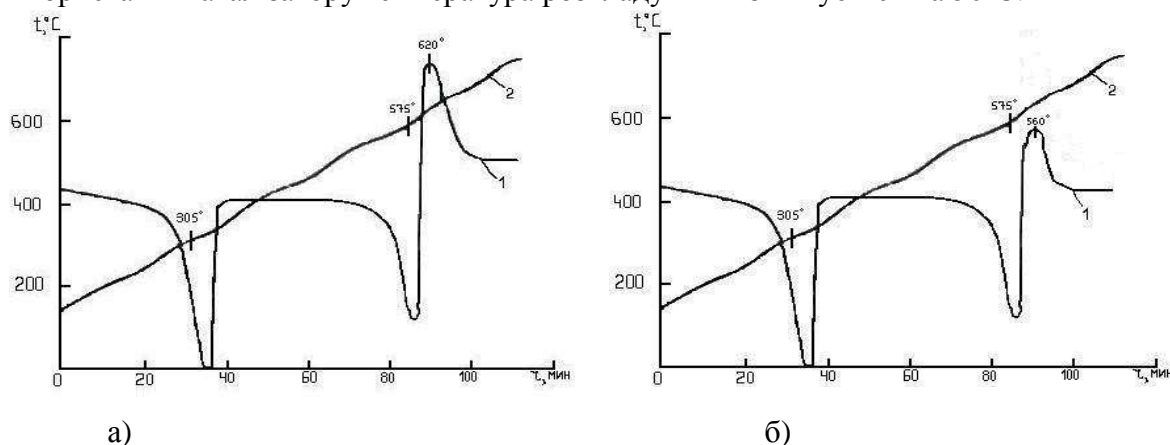


Рис. 1. Термограми розкладу ПХК: а) без каталізаторів; б) з каталізатором TiO_2 .

При компоновці рецептури в якості пального та для поліпшення органолептичних якостей, а також зменшення злежування в склад добавляли дизельне паливо (ДП) або мінеральні масла. Вибуховий склад з 4% ДП та каталізаторами розкладу окислами металів має швидкість детонації 1800 м/с при критичному діаметрі 20-21 мм і об'єм газів 175л/кг[2]. Заряди детонують від штатних засобів ініціювання ЕД-8 або детонуючого шнуру. З ціллю регулювання вибухових характеристик складу в нього вводили сенсibilізатори – конверсійні гексогенмісткі вибухові матеріали А- IX-1, ТГ-40, МС-1 та ін. Термодинамічними розрахунками показано можливість регулювання за рахунок сенсibilізаторів вибухових характеристик в необхідних параметрах для використання в різноманітних цілях. Встановлено, що введення в вибуховий склад до 8% сенсibilізатору дозволяє знизити критичний діаметр детонації до 10 мм.

При розкладі ПХК виділяється хлорид калію ($\text{KClO}_4 = \text{KCl} + 2\text{O}_2$), який являється інгібітором горіння. Тому склади на основі перхлорату калію являються перспективними при використанні у вугільних шахтах небезпечних по газу і пилу.

Список літературних джерел

1 Шидловский А.А. Основы пиротехники / А.А.Шидловский. -М.: Машиностроение, 1973. -320с.

2 Пат.68559 України, МПК С06В31/28. Вибуховий склад / Закусило В.Р., Ефименко А.О., Романченко А.М.; заявл. 17.10.2011; опубл. 26.03.2012, бюл.№6