

TƯƠNG QUAN GIỮA TỐC ĐỘ SINH KHÍ NO_2 CỦA THUỐC PHÓNG KEO VỚI CẤP CHẤT LƯỢNG CỦA CHÚNG

Đến Tòa soạn 30-7-2007

PHẠM MẠNH THẢO¹, ĐỖ NGỌC KHUÊ², TRẦN VĂN CHUNG²

¹Học viện Kỹ thuật quân sự

²Trung tâm KHK&CNQS

SUMMARY

The natural and heated accelerating agings of single-base (12/1-Tp) and double-base (HBJ-50) propellants were studied. The kinetics of agings of the propellants were described in form of rate equations in different humid conditions. The results showed that released rate of NO_2 closely related to the stability of propellants. The first order autocatalytic model reproduced very well the measured data and was able to predict the safe storage lifetime of the propellants in different storage conditions. The study showed the possibility of using released rate of NO_2 as a new criterion to assess stability of propellants.

I - GIỚI THIỆU

Thuốc phóng keo (TPK) với thành phần chủ yếu là nitrat cellulose (NC) là chất kém bền nhiệt động [4]. Trong quá trình bảo quản nó tự phân hủy, giải phóng khí NO_2 gây ra phản ứng tự xúc tác làm cho tốc độ phân hủy của TPK tăng lên rất nhanh làm biến đổi thành phần hoá học của TPK dẫn đến làm thay đổi tính năng thuật phóng, giảm hiệu quả sử dụng và có thể tự cháy nổ gây mất an toàn trong sử dụng và bảo quản [3, 5, 6]. Việc kiểm tra xác định mức độ lão hoá của thuốc phóng (TP) nói chung và TPK nói riêng là nhiệm vụ quan trọng thường xuyên nhằm đảm bảo sức chiến đấu cao của quân đội. Cho đến nay có nhiều phương pháp đánh giá chất lượng và dự báo tuổi thọ TPK dựa trên lượng khí NO_2 sinh ra. Theo các phương pháp này chất lượng TP được xác định bởi thời gian cần thiết để lượng NO_2 sinh ra đủ làm đổi màu của chất chỉ thị (phương pháp Viây, Bergman-Junk, metyl tím ...) hoặc áp suất khí đạt đến giá trị tối hạn (phương pháp Vulcan) tại nhiệt độ nhất định. Vì vậy thời gian để xác định chất

lượng của một mẫu TP có thể phải mất nhiều giờ thậm chí nhiều ngày.

Ở Việt Nam cho đến nay vẫn chưa có công trình nào nghiên cứu một cách hệ thống về sự biến đổi tốc độ sinh khí NO_2 trong quá trình bảo quản và mối liên quan định lượng giữa chúng với mức độ lão hoá của TPK cũng như khả năng phân cấp chất lượng và dự báo tuổi thọ TPK dựa trên tốc độ sinh khí.

Trong công trình này chúng tôi thiết lập phương trình động học của quá trình lão hoá gia tốc nhiệt TPK dựa trên hàm lượng khí NO_2 thoát ra và sử dụng các phương trình đó để dự báo thời gian bảo quản an toàn của TPK. Đồng thời so sánh tốc độ sinh khí NO_2 của các mẫu TPK khác nhau đã được phân cấp chất lượng bằng các phương pháp truyền thống nhằm đánh giá khả năng sử dụng tốc độ thoát khí NO_2 như một chỉ tiêu mới phân cấp chất lượng TPK nhằm rút ngắn thời gian xác định chất lượng mẫu.

II - THỰC NGHIỆM

Đối tượng nghiên cứu được chọn là các mẫu

TPK 1 gốc loại 12/1-Tp và hai gốc loại HBJ-50 thuộc diện còn đang bảo quản do Liên Xô (trước đây) sản xuất, đã được kiểm tra phân cấp chất lượng tại Trung tâm Thí nghiệm lưu mẫu T62-Cục Quân khí bằng các phương pháp phân cấp chất lượng TPK hiện hành như: phương pháp Viây (theo tiêu chuẩn ngành 06TCN 418-92), trắc quang (TQSA 588: 2003 và TQSA 644: 2003) và sắc ký lỏng cao áp (06 TCN 754: 1999 và 06 TCN 755: 1999).

Các mẫu TPK 1 gốc có cấp chất lượng từ an định cao (AĐ cao) - mẫu 1G-1, an định khá (AĐ khá) - mẫu 1G-2, còn an định (còn AĐ) - mẫu 1G-3,4 và không an định (không AĐ) - mẫu 1G-5,6. Các mẫu TPK 2 gốc có cấp chất lượng AĐ khá (mẫu 2G-1,2), còn AĐ (mẫu 2G-3,4) và không AĐ (mẫu 2G-5,6).

Phương pháp nghiên cứu quá trình lão hoá tự nhiên của TPK. Cân 500 gam ($\pm 10^{-2}$ g) các mẫu TPK cho vào trong các bình thủy tinh có nắp kín thể tích 5 lít. Sau 150 ngày toàn bộ khí trong bình được chuyển sang các bình hấp thụ NO_2 . Xác định NO_2 trong dung dịch hấp thụ bằng phương pháp trắc quang ở bước sóng 520 nm với thuốc thử Griss. Kết quả được tính toán và quy đổi ra γ_N /gam TP trong 1 giờ ($\gamma_N \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; $1\gamma = 10^{-6}$ gam).

Việc nghiên cứu sự lão hóa tự nhiên của TPK được tiến hành theo 2 đợt. Đợt 1: 5 tháng, từ tháng 10 đến tháng 2. Trong thời gian này nhiệt độ trung bình là 21°C và độ ẩm tương đối trung bình: $W = 75\%$. Đợt 2: 5 tháng, từ tháng 5 đến

tháng 9, nhiệt độ trung bình là 29°C và độ ẩm tương đối trung bình: $W = 80\%$.

Phương pháp gia nhiệt TPK. Các mẫu TPK, mỗi mẫu có khối lượng $10 \pm 0,001$ gam được cho vào các ống nghiệm bằng thủy tinh pyrex và đặt vào trong thiết bị gia nhiệt. Một đầu của các ống nghiệm được nối với bộ phận nạp khí. Không khí có độ ẩm thấp (độ ẩm tương đối $< 40\%$) hoặc không khí có độ ẩm cao (độ ẩm tương đối $> 90\%$), để đơn giản chỉ gọi là không khí khô và không khí ẩm, được đưa vào một đầu của các ống nghiệm pyrex đựng TP, đầu còn lại của các ống nghiệm được nối với hệ thống bình hấp thụ khí. Sau những khoảng thời gian nhất định, tiến hành phân tích hàm lượng NO_2 trong dung dịch hấp thụ bằng phương pháp trắc quang.

III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Thiết lập phương trình động học của quá trình phân hủy nhiệt TPK

Ở nhiệt độ bảo quản, các mẫu có an định cao hoặc khá có tốc độ sinh khí rất nhỏ, không phát hiện được. Trong bảng 1 trình bày kết quả đo tốc độ thoát khí NO_2 của các mẫu còn AĐ và không AĐ. Các số liệu trong bảng 1 cho thấy tốc độ sinh khí phụ thuộc nhiệt độ và độ ẩm. Các mẫu không an định có tốc độ sinh khí rất cao so với mẫu còn an định. Đây có thể là dấu hiệu quan trọng để phát hiện TP kém phẩm chất cần loại bỏ để đảm bảo an toàn.

Bảng 1: Tốc độ sinh khí NO_2 V_{NO_2} của TPK trong điều kiện tự nhiên

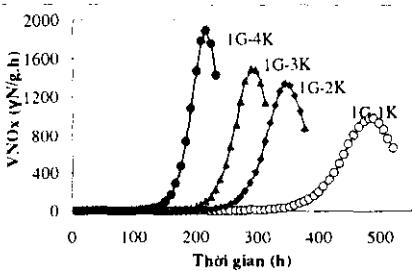
Mẫu	$V_{\text{NO}_2}, \gamma_N \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$		Mẫu	$V_{\text{NO}_2}, \gamma_N \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	
	$t^\circ = 21^\circ\text{C}; W = 75\%$	$t^\circ = 29^\circ\text{C}; W = 80\%$		$t^\circ = 21^\circ\text{C}; W = 75\%$	$t^\circ = 29^\circ\text{C}; W = 80\%$
1G-4	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$6,5 \cdot 10^{-7}$	2G-4	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
1G-5	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$	2G-5	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$

Do ở nhiệt độ thường tốc độ sinh khí NO_2 của TPK rất nhỏ nên để thiết lập phương trình động học đã tiến hành lão hóa gia tốc nhiệt các mẫu TPK ở các nhiệt độ 90°C , 100°C , 110°C , 120°C và 130°C . Trong các bảng số liệu, các mẫu thử nghiệm trong không khí khô và ẩm được ký hiệu thêm các chữ cái K và A tương

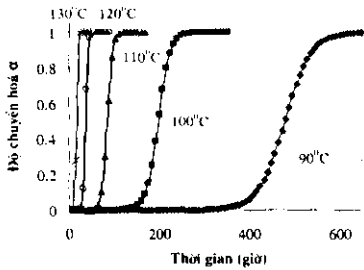
ứng.

Hình 1 biểu diễn sự biến đổi của tốc độ sinh khí NO_2 theo thời gian khi gia nhiệt 4 mẫu TPK 1 gốc ở 90°C trong không khí khô. Đồ thị sự phụ thuộc của độ chuyển hoá α theo thời gian ($\alpha = x/a$, với x là lượng NO_2 thoát ra từ 1 gam TP cho đến thời điểm t , a là tổng lượng NO_2 thoát ra

khí phân hủy hoàn toàn 1 gam TP). Đồ thị $\alpha = f(t)$ (hình 2) có dạng chữ S đi qua điểm uốn đặc trưng của phản ứng tự xúc tác.



Hình 1: Tốc độ sinh NO₂ của TPK 1 gốc ở 90°C trong không khí khô



Hình 2: Đồ thị $\alpha = f(t)$ ở các t° khác nhau. Mẫu 1G-1K

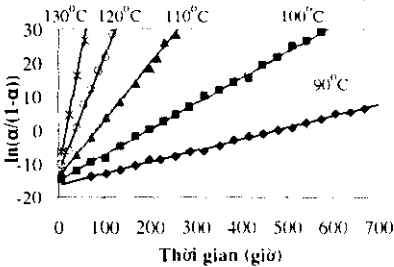
Để xác định các hằng số tốc độ phản ứng bậc một (k_1) và hằng số tốc độ phản ứng tự xúc tác (k_2) đã xây dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc $\ln[(\alpha/(1-\alpha)) = f(t)$ (hình 3), đó là những

đường thẳng có hệ số góc bằng $a.k_2$. Trên cơ sở các số liệu đó xác định được k_1 và k_2 [1].

Các giá trị k_1 và k_2 ở 5 nhiệt độ thử nghiệm cho phép tính được năng lượng hoạt hoá E_1 và thừa số trước lũy thừa A_1 (đối với giai đoạn bậc 1) và E_2 , A_2 (giai đoạn tự xúc tác). Từ đó thiết lập được phương trình động học của quá trình phân hủy nhiệt mẫu 1G-1K và tương tự với các mẫu khác. Kết quả được đưa ra trong bảng 2. Phương trình động học bậc một tự xúc tác có dạng tổng quát như sau [1, 2]:

$$\frac{dx}{dt} = A_1 \exp\left(-\frac{E_1}{RT}\right) (a - x) + A_2 \exp\left(-\frac{E_2}{RT}\right) (a - x).x$$

Trong đó A_1 , E_1 và A_2 , E_2 lần lượt là thừa số trước lũy thừa và năng lượng hoạt hóa của giai đoạn bậc một và bậc hai tương ứng.



Hình 3: Đồ thị $\ln(\alpha/(1-\alpha)) = f(t)$ ở các t° khác nhau. Mẫu 1G-1K

Bảng 2: Phương trình động học của quá trình lão hoá gia tốc nhiệt TPK trong không khí khô và không khí ẩm

Mẫu	Phương trình động học
1G-1K	$\frac{dx}{dt} = 10^{24,1} \exp\left(-\frac{54320,6}{RT}\right) (a_1 - x) + 10^{6,6} \exp\left(-\frac{21777,5}{RT}\right) (a_1 - x).x$
1G-2K	$\frac{dx}{dt} = 10^{22,2} \exp\left(-\frac{50720,2}{RT}\right) (a_2 - x) + 10^{5,9} \exp\left(-\frac{20368,7}{RT}\right) (a_2 - x).x$
1G-3K	$\frac{dx}{dt} = 10^{18,8} \exp\left(-\frac{44316,1}{RT}\right) (a_3 - x) + 10^{5,6} \exp\left(-\frac{19863,2}{RT}\right) (a_3 - x).x$
1G-4K	$\frac{dx}{dt} = 10^{14,3} \exp\left(-\frac{35877,3}{RT}\right) (a_4 - x) + 10^{4,8} \exp\left(-\frac{18316,2}{RT}\right) (a_4 - x).x$
2G-1K	$\frac{dx}{dt} = 10^{16,5} \exp\left(-\frac{40061,9}{RT}\right) (a_1 - x) + 10^{6,2} \exp\left(-\frac{21032,4}{RT}\right) (a_1 - x).x$
2G-2K	$\frac{dx}{dt} = 10^{15,2} \exp\left(-\frac{37572,2}{RT}\right) (a_2 - x) + 10^{5,5} \exp\left(-\frac{19610,1}{RT}\right) (a_2 - x).x$
2G-3K	$\frac{dx}{dt} = 10^{11,2} \exp\left(-\frac{30309,7}{RT}\right) (a_3 - x) + 10^{3,2} \exp\left(-\frac{19077,4}{RT}\right) (a_3 - x).x$
2G-4K	$\frac{dx}{dt} = 10^{8,1} \exp\left(-\frac{24402,3}{RT}\right) (a_4 - x) + 10^{3,8} \exp\left(-\frac{16437,3}{RT}\right) (a_4 - x).x$

Mẫu	Phương trình động học
1G-1A	$\frac{dx}{dt} = 10^{21,3} \exp\left(-\frac{49017,3}{RT}\right) \cdot (a_1 - x) + 10^{6,0} \exp\left(-\frac{20543,6}{RT}\right) \cdot (a_1 - x) \cdot x$
1G-2A	$\frac{dx}{dt} = 10^{18,1} \exp\left(-\frac{42964,9}{RT}\right) \cdot (a_2 - x) + 10^{5,5} \exp\left(-\frac{19585,1}{RT}\right) \cdot (a_2 - x) \cdot x$
1G-3A	$\frac{dx}{dt} = 10^{15} \exp\left(-\frac{37196,6}{RT}\right) \cdot (a_3 - x) + 10^{5,2} \exp\left(-\frac{19040,2}{RT}\right) \cdot (a_3 - x) \cdot x$
1G-4A	$\frac{dx}{dt} = 10^{12,5} \exp\left(-\frac{32392,1}{RT}\right) \cdot (a_4 - x) + 10^{4,7} \exp\left(-\frac{18017,5}{RT}\right) \cdot (a_4 - x) \cdot x$
2G-1A	$\frac{dx}{dt} = 10^{14,2} \exp\left(-\frac{35597,1}{RT}\right) \cdot (a_1 - x) + 10^{5,1} \exp\left(-\frac{19196,2}{RT}\right) \cdot (a_1 - x) \cdot x$
2G-2A	$\frac{dx}{dt} = 10^{13,3} \exp\left(-\frac{33959,8}{RT}\right) \cdot (a_2 - x) + 10^{4,7} \exp\left(-\frac{18049,7}{RT}\right) \cdot (a_2 - x) \cdot x$
2G-3A	$\frac{dx}{dt} = 10^{11,0} \exp\left(-\frac{29733,5}{RT}\right) \cdot (a_3 - x) + 10^{4,1} \exp\left(-\frac{16890,1}{RT}\right) \cdot (a_3 - x) \cdot x$
2G-4A	$\frac{dx}{dt} = 10^{7,1} \exp\left(-\frac{22570,3}{RT}\right) \cdot (a_4 - x) + 10^{3,5} \exp\left(-\frac{15817,7}{RT}\right) \cdot (a_4 - x) \cdot x$

(Các giá trị $a_1, a_2, \dots$ là tổng lượng NO_2 thoát ra khi phân hủy hoàn toàn 1 gam các mẫu TP).

Từ các trình động học thu được trong bảng 2 ta thấy khi lão hóa trong không khí ẩm năng lượng hoạt E_1 và E_2 đều nhỏ hơn so với trong không khí khô. Các số liệu thực nghiệm cũng đã cho thấy: khi lão hoá TPK trong không khí có độ ẩm cao tốc độ sinh khí NO_2 lớn hơn nhiều so với trong không khí khô. Thời gian cảm ứng (thời gian từ khi bắt đầu phân hủy cho đến khi bắt đầu giai đoạn tự xúc tác) khi lão hoá TPK trong không khí có độ ẩm cao giảm từ 1,5 đến 2 lần so với trong trường hợp không khí khô [5,

6]. Điều này có ý nghĩa quan trọng trong thực tiễn lưu trữ và bảo quản TPK.

Từ các phương trình động học thu được của các mẫu TPK (bảng 2) có thể tính được thời gian thử nghiệm tại nhiệt độ nhất định cho đến khi bắt đầu giai đoạn phân hủy tự xúc tác. Thời gian đó thường được gọi là thời gian cảm ứng (t_{cu}). Kết quả tính thời gian cảm ứng từ các phương trình động học $t_{cu}(\text{LT})$ và xác định được từ thực nghiệm $t_{cu}(\text{TN})$ được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3: Thời gian cảm ứng xác định từ thực nghiệm $t_{cu}(\text{TN})$ và từ các phương trình động học $t_{cu}(\text{LT})$

Mẫu	t_{cu} / $t^\circ\text{C}$	21	29	90	100	110	120	130
1G-1K	$t_{cu}(\text{TN})$			296(giờ)	120(giờ)	48(giờ)	20(giờ)	8(giờ)
	$t_{cu}(\text{LT})$	68,6(năm)	17,7(năm)	292,2	116,1	46,7	19,1	7,8
1G-2K	$t_{cu}(\text{TN})$			200	88	40	18	7
	$t_{cu}(\text{LT})$	27,5	7,7	199,9	84,1	35,8	15,5	6,8
1G-3K	$t_{cu}(\text{TN})$			160	72	32	14	7
	$t_{cu}(\text{LT})$	15,9	4,6	159,0	69,5	30,7	13,8	6,3
1G-4K	$t_{cu}(\text{TN})$			112	56	24	12	6
	$t_{cu}(\text{LT})$	4,5	1,4	106,1	50,4	24,2	11,9	6,0
2G-1K	$t_{cu}(\text{TN})$			176(giờ)	72(giờ)	32(giờ)	14(giờ)	6(giờ)
	$t_{cu}(\text{LT})$	30,3(năm)	8,2(năm)	171,6	71,6	31,1	13,7	6,2
2G-2K	$t_{cu}(\text{TN})$			128	56	24	12	6
	$t_{cu}(\text{LT})$	13,2	3,8	126,1	53,7	24,6	11,5	5,5
2G-3K	$t_{cu}(\text{TN})$			96	48	20	10	5
	$t_{cu}(\text{LT})$	6,5	2,0	97,1	45,3	21,7	10,7	5,4
2G-4K	$t_{cu}(\text{TN})$			56	32	16	9	5
	$t_{cu}(\text{LT})$	3,1	1,04	58,1	30,8	16,8	9,3	5,3

Từ bảng 3 cho thấy, các giá trị t_{cu} tính được từ các phương trình động học $t_{cu}(LT)$ khá phù hợp với t_{cu} xác định được từ thực nghiệm $t_{cu}(TN)$. Điều đó chứng tỏ mô hình động học bậc một tự xúc tác và các thông số động học tính được trên cơ sở các số liệu thực nghiệm là phù hợp với quá trình phân hủy nhiệt của TPK và mô phỏng khá chính xác tiến trình phản ứng.

2. Mối tương quan giữa tốc độ sinh khí NO_2 và chất lượng của TPK

Trong quá trình gia nhiệt mẫu TP, sau những khoảng thời gian xác định, đồng thời với việc phân tích hàm lượng khí thoát ra đã tiến hành xác định cấp chất lượng (CL) của mẫu bằng phương pháp sắc ký lỏng cao áp (HPLC) và trắc quang (TQ). Kết quả ghi trong bảng 4.

Bảng 4: Kết quả xác định tốc độ sinh khí NO_2 của các mẫu TPK khi gia nhiệt trong không khí khô và cấp chất lượng (CL) của mẫu

TPK 1 gốc			TPK 2 gốc		
$t^0 (^{\circ}C)$	CL theo TQ và HPLC	$V_{NO_2}(\gamma_N \cdot g^{-1} \cdot h^{-1})$	$t^0 (^{\circ}C)$	CL theo TQ và HPLC	$V_{NO_2}(\gamma_N \cdot g^{-1} \cdot h^{-1})$
90	AD cao	$< 0,003$	90	AD cao	-
	AD khá	$0,003 \leq V_{NO_2} < 0,08$		AD khá	$< 0,15$
	Còn AD	$0,08 \leq V_{NO_2} < 6,37$		Còn AD	$0,15 \leq V_{NO_2} < 10,13$
	Không AD	$\geq 6,37$		Không AD	$\geq 10,13$
100	AD cao	$< 0,01$	100	AD cao	-
	AD khá	$0,01 \leq V_{NO_2} < 0,21$		AD khá	$< 0,24$
	Còn AD	$0,21 \leq V_{NO_2} < 15,82$		Còn AD	$0,24 \leq V_{NO_2} < 21,52$
	Không AD	$\geq 15,82$		Không AD	$\geq 21,52$
110	AD cao	$< 0,04$	110	AD cao	-
	AD khá	$0,04 \leq V_{NO_2} < 0,41$		AD khá	$< 0,79$
	Còn AD	$0,41 \leq V_{NO_2} < 31,69$		Còn AD	$0,79 \leq V_{NO_2} < 42,73$
	Không AD	$\geq 31,69$		Không AD	$\geq 42,73$
120	AD cao	$< 0,12$	120	AD cao	-
	AD khá	$0,12 \leq V_{NO_2} < 0,89$		AD khá	$< 1,89$
	Còn AD	$0,89 \leq V_{NO_2} < 58,52$		Còn AD	$1,89 \leq V_{NO_2} < 77,79$
	Không AD	$\geq 58,52$		Không AD	$\geq 77,79$
130	AD cao	$< 1,56$	130	AD cao	-
	AD khá	$1,56 \leq V_{NO_2} < 98,21$		AD khá	$< 2,41$
	Còn AD	$1,56 \leq V_{NO_2} < 98,21$		Còn AD	$2,41 \leq V_{NO_2} < 126,09$
	Không AD	$\geq 98,21$		Không AD	$\geq 126,09$

Từ bảng 4 cho thấy, bằng cách đo tốc độ sinh khí NO_2 của các mẫu TPK ở các điều kiện xác định (nhiệt độ và độ ẩm) có thể đánh giá được cấp chất lượng của mẫu đó. Sự tương ứng giữa tốc độ sinh khí NO_2 của các mẫu TPK với

cấp chất lượng của chúng cho thấy có thể sử dụng tốc độ sinh khí NO_2 như một chỉ tiêu định lượng phân loại chất lượng TPK.

Với mục đích kiểm tra lại độ chính xác của các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của TPK dựa

trên tốc độ sinh khí được nêu ở bảng 4, đã tiến hành xác định tốc độ sinh khí NO₂ trong không khí khô của các mẫu TPK đã biết cấp chất lượng.

Các mẫu TPK dùng trong thử nghiệm này cùng loại với các mẫu TPK đã được nghiên cứu ở trên, đó là các mẫu TPK 1 gốc loại 12/1-Tp (ký hiệu 1G-T1 có chất lượng AĐ khá, 1G-T2 - Còn AĐ và 1G-T3 - Không AĐ) và 2 gốc loại HБЛ-50 (ký hiệu 2G-T1 - AĐ khá, 2G-T2 - Còn

AĐ, và 2G-T3 - Không AĐ). Các mẫu TPK này đã được xác định cấp chất lượng tại Trung tâm Thử nghiệm lưu mẫu T62 - Cục Quản khí theo phương pháp Viây.

Kết quả kiểm tra được trình bày trong bảng 5 cho thấy, trong số 30 mẫu thử nghiệm có 24 mẫu (80%) có cấp chất lượng xác định theo chỉ tiêu tốc độ sinh khí phù hợp với cấp chất lượng xác định bằng phương pháp Viây. Số còn lại (20%) không phù hợp với cấp chất lượng xác

Bảng 5: So sánh kết quả đánh giá chất lượng TPK bằng phương pháp đo tốc độ sinh khí NO₂ trong không khí khô và phương pháp Viây

Mẫu	Giờ Viây	CL theo Viây	Nhiệt độ, °C	V _{NO₂} , γN.g ⁻¹ .h ⁻¹	CL theo V _{NO₂}
1G-T1	57	AĐ khá	90	0,02	AĐ khá
			100	0,12	AĐ khá
			110	0,34	AĐ khá
			120	0,79	AĐ khá
			130	1,93	Còn AĐ ^(*)
1G-T2	33	Còn AĐ	90	1,79	Còn AĐ
			100	5,21	Còn AĐ
			110	13,74	Còn AĐ
			120	32,93	Còn AĐ
			130	69,58	Còn AĐ
1G-T3	17	Không AĐ	90	7,83	Không AĐ
			100	20,12	Không AĐ
			110	35,85	Không AĐ
			120	52,47	Còn AĐ ^(*)
			130	109,77	Không AĐ
2G-T1	35	AĐ khá	90	0,03	AĐ khá
			100	0,15	AĐ khá
			110	0,83	Còn AĐ ^(*)
			120	0,94	AĐ khá
			130	2,68	Còn AĐ ^(*)
2G-T2	22	Còn AĐ	90	1,89	Còn AĐ
			100	4,87	Còn AĐ
			110	14,93	Còn AĐ
			120	32,79	Còn AĐ
			130	130,38	Không AĐ ^(*)
2G-T3	12	Không AĐ	90	11,58	Không AĐ
			100	24,33	Không AĐ
			110	53,62	Không AĐ
			120	71,68	Còn AĐ ^(*)
			130	138,73	Không AĐ

định theo Viây (ký hiệu^(*)), số này chủ yếu là các mẫu TPK 2 gốc (4 trong số 6 mẫu) và đều là các mẫu thử nghiệm ở nhiệt độ cao 110, 120 và 130°C. Tất cả các mẫu thử nghiệm ở 90°C và 100°C đều có sự trùng hợp giữa kết quả xác định cấp chất lượng theo chỉ tiêu tốc độ sinh khí và theo phương pháp Viây.

IV - KẾT LUẬN

Đã đưa ra được phương trình động học quá trình lão hoá của hai loại TPK trong các điều kiện độ ẩm khác nhau. Phương trình động học thu được mô phỏng tốt các giá trị thực nghiệm và cho phép dự báo thời hạn bảo quản an toàn thuốc phóng keo.

Trên cơ sở kiểm tra, so sánh tương quan giữa tốc độ thoát khí NO₂ và độ an định của TPK cho phép sơ bộ đề xuất chỉ tiêu tốc độ sinh khí tương ứng với cấp chất lượng của TPK.

Kết quả kiểm tra cho thấy, về nguyên tắc, việc sử dụng tốc độ sinh khí như một chỉ tiêu định lượng mới để phân cấp chất lượng TPK là hoàn toàn có thể thực hiện được. Các phép thử tiến hành ở nhiệt độ thấp 90 và 100°C cho kết quả tốt hơn ở nhiệt độ 120°C hay 130°C. Ưu điểm chính của việc phân loại chất lượng TPK dựa trên

tốc độ sinh khí là tiết kiệm được thời gian và nhiệt độ thử nghiệm (90°C, 100°C) thấp hơn một số phương pháp khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần văn Nhân. Hoá lý, Tr. 233 - 236, tập III, Nxb. Giáo dục, Hà Nội (1999).
2. Guo Peng-jiang, Hu Rong-zu, Ning Bin-ke, Yang Zheng-quan, Song Ji-rong, Shi Qi-zhen, Lu Gui-e, Jiang Jin-you. Chinese Journal of Chemistry, 22(1), 19 - 23 (2004).
3. Rajic Masa, Sucasca Muhamed. New Trends in Research of Energetic Materials, Proceedings of the Seminar, 5th, Pardubice, Czech Rep, Apr. 24 - 25. 271-9 (2002).
4. M. Sucasca, M. Rajic. International Annual Conference of ICT, 33rd (Energetic Materials), 98/1-98/17 (2002).
5. Андреев К. К., Термическое Разложение и Горение Взрывчатых Веществ, 15 - 18, Москва (1966).
6. Манелис Г. Б., Назин Г. М. И др., Термическое Разложение и Горение Взрывчатых Веществ и Порохов, Изд. "Наука", 92 - 96, Москва (1996).