XÁC ĐỊNH TỶ LỆ CÁC CHẤT PHỤ GIA KHÁNG UV VÀ OXY HÓA CHO HỖN HỢP VẬT LIỆU POLYPROPYLEN BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH THỰC NGHIỆM TRỰC GIAO VÀ TỐI ƯU HÓA HÀM ĐA MỤC TIÊU

Nguyễn Đình Chinh*, Trần Phương Chiến, Nguyễn Thành Nhân

Tóm tắt: *Nhằm tăng độ bền môi trường cho lớp vỏ ngoài của túi chứa nước mềm được chế tạo từ hỗn hợp vật liệu polypropylen, các chất phụ gia kháng UV và ô xy hóa bao gồm bột than đen, chất chống oxy hoá và chất chống UV được sử dụng. Việc xác định một tỷ lệ thích hợp các phụ gia nêu trên là mục tiêu chính của nghiên cứu này. Báo cáo này trình bày quá trình xác định tỷ lệ các chất phụ gia bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm trực giao và tối ưu hóa hàm đa mục tiêu. Kết quả thu được đã tìm ra tỷ lệ tối ưu bột than đen, chất kháng UV và chất chống ô xy hóa theo phần khối lượng tương ứng là 3:3,8:0,6.*

Từ khóa: Polypropylen; Bột than đen; Chất chống UV; Chất chống Oxy hoá; Quy hoạch thực nghiệm trực giao; Tối ưu hóa hàm đa mục tiêu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thuật ngữ bể mềm (*flexible tanks*) hay túi mềm (*flaxible bladder*) dùng để chỉ các phương tiện để tích chứa và vận chuyển chất lỏng được chế tạo từ vật liệu linh động cơ học (mềm) không thấm nước/khí. Túi mềm được sử dụng đầu tiên để chứa nhiên liệu cho máy bay trong chiến tranh thế giới lần thứ II. Sau chiến tranh, túi mềm được nghiên cứu chế tạo bằng các loại vật liệu mới và gia cường để có thể đựng được tất cả các lại chất lỏng từ formaldehyde đến nước hoa quả và có thể tích trữ an toàn mọi thứ chất lỏng từ a-xít đến nước uống [1]. Túi mềm được dùng ngày càng phổ biến do ưu điểm là nhẹ và giá thành rẻ.

Trong nước, túi mềm chứa nước là sản phẩm của Viện Khoa học và Công nghệ quân sự từ những năm 2004 và được ứng dụng trong nhiều hoạt động Quân sự quốc phòng như trữ nước, trữ dầu … cho Bộ đội đóng quân ngoài Hải đảo hay dùng trong huấn luyện sẵn sàng chiến đấu, cũng như sử dụng nhiều cho dân sự như tích trữ nước ngọt phục vụ tưới tiêu, sinh hoạt tại vùng chịu hạn hán và xâm nhập mặn vùng Tây Nam Bộ [2].

Sản phẩm túi mềm chứa nước sinh hoạt ngày càng được sử dụng rộng rãi do tính tiện lợi và giá thành chấp nhận được của loại phương tiện này. Đặc biệt công nghệ vật liệu phát triển cung cấp các loại vải tráng phủ nhựa nhiều lớp có độ bền cơ lý cao và an toàn về môi trường và sức khỏe đã tạo thuận lợi cho nhà sản xuất chế tạo và đưa ra thị trường nhiều chủng loại túi mềm có chất lượng tốt. Trong quá trình sản xuất và sử dụng túi mềm trữ nước, chúng tôi đã không ngừng nghiên cứu cải tiến kỹ thuật, công nghệ sản xuất vật liệu để nâng cao chất lượng, đáp ứng nhu cầu tuổi thọ sử dụng tại nhiều khu vực, môi trường, điều kiện làm việc khác nhau. Hai trong số những yêu cầu quan trọng đó là độ bền của túi mềm nói chung và lớp vỏ ngoài nói riêng trước ảnh hưởng của tia UV và quá trình Oxy hoá nhiệt.

Hỗn hợp vật liệu Polypropylen được dùng làm lớp vỏ ngoài túi mềm chứa nước; để nâng cao tuổi thọ của vật liệu, các phụ gia bột than đen, chất chống UV, chất chống Oxy hoá được đưa vào đơn phối trộn. Nghiên cứu này nhằm tìm ra tỷ lệ sử dụng tối ưu của các phụ gia trên để đạt được hiệu quả cao nhất về độ bền Oxy hoá nhiệt và độ bền kháng UV cho hỗn hợp vật liệu [3].

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thực nghiệm

2.1.1. Nguyên vật liệu sử dụng

Hỗn hợp vật liệu Polypropylen được lựa chọn để khảo sát chế tạo vật liệu làm lớp ngoài cho túi chứa nước mềm có thành phần cơ bản như sau:

Bảng 1. *Thành phần hỗn hợp vật liệu từ PP*

TT	Tên vật liệu	PKL
1	Hạt nhựa PP 1102 K	100
2	Bột $CaCO_3$: Taical mã PP (*80 % $CaC0_3$*)	6
3	Chất trợ tương hợp: PA 222	4
4	Chất bôi trơn ecuramide: PE wax	1
5	Chất trợ gia công PPA	2
6	Bột than đen chống tia cực tím: Black raven P5 utra (Z_1)	1-9
7	Chất chống UV: UV 783 (Z_2)	1-5
8	Chất chống oxy hóa Irganox 1010 (Z_3)	0,1-0,7
9	Một số phụ gia hóa chất khác	Vừa đủ

2.1.2. Chế tạo mẫu vật liệu

Nguyên vật liệu được sấy ở nhiệt độ 80 ^{0}C trong vòng 5 giờ. Cân định lượng các thành phần và trộn đều rồi đưa vào thiết bị trộn hợp Brabender với các thông số: Nhiệt độ trộn 190 ^{0}C, tốc độ trộn 40 vòng/phút và thời gian trộn 6 phút.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đo đạc

Vật liệu sau khi trộn xong được ép định hình ở nhiệt độ 180 ^{0}C với lực ép 15 Mpa trong thời gian 3 phút. Mẫu được làm nguội và để ổn định ở nhiệt độ phòng, sau 24 giờ tiến hành đo đạc các chỉ tiêu:

- Lão hóa gia tốc ở 95 ^{0}C, môi trường không khí đối lưu, trong 100 giờ. Sau đó, mẫu được đo hệ số già hóa theo tiêu chuẩn TCVN 2229:2013.

- Gia tốc UV bằng máy Q-sun Xenon test chamber với chế độ: Nhiệt độ buồng chứa mẫu 68 ^{0}C, bức xạ 0,51 W/m^2/340 nm, kính lọc Daylight với gian chiếu xạ 120 giờ. Sau đó, mẫu được đo hệ số lão hóa UV theo tiêu chuẩn TCVN 8482-2010.

2.2.2. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

a) Phương pháp quy hoạch trực giao cấp I [4]:

Tổ chức thí nghiệm TYT2^k với 2 mức của các yếu tố, k là các yếu tố ảnh hưởng.

Phương trình quy hồi (PTQH) đầy đủ chứa các hệ số tương tác là mô hình tuyến tính:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_{12} + b_{13}x_{13} + b_{23}x_{23} + b_{123}x_{123} \quad (1)$$

Với: b_0 là hệ số tự do; b_1, b_2, b_3 là hệ số tuyến tính; b_{12}, b_{13}, b_{23} là hệ số tương tác đôi; b_{123} là hệ số tương tác ba.

b) Tối ưu hoá hàm mục tiêu riêng lẻ bằng phương pháp dốc đứng của Box và Wilson [4]

- Xác định miền biến thiên:

$$Z_j^{min} < Z_j < Z_j^{max} \quad (2)$$

- Mức cơ sở của quy hoạch thí nghiệm:

$$Z_j^0 = 0.5(Z_j^{min} + Z_j^{max}) \quad (3)$$

- Khoảng biến thiên của các yếu tố:

$$\Delta Z_j = 0.5(Z_j^{max} - Z_j^{min}) \quad (4)$$

- Chuyển hệ trục tự nhiên sang hệ mã hoá không thứ nguyên:

$$x_j = \frac{Z_j - Z_j^0}{\Delta Z_j} \quad (5)$$

- Các công thức tính toán quy hoạch thực nghiệm có thí nghiệm lặp lại:

+ Tính giá trị trung bình $\overline{y_i}$ của y ở mỗi TN:

$$\overline{y_i} = \frac{\sum_{u=1}^{m} y_{iu}}{m};\ \mathrm{i} = 1 \div \mathrm{N} \tag{6}$$

+ Tính phương sai ở mỗi thí nghiệm:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{u=1}^{m} (y_m - \overline{y_i})^2}{m-1};\ \mathrm{i} = 1 \div \mathrm{N} \tag{7}$$

+ Kiểm định sự đồng nhất các phương sai theo tiêu chuẩn Cochran:

$$\mathrm{G} = \frac{S_{max}^2}{\sum_{i=1}^{N} {S_i}^2} \tag{8}$$

+ So sánh giá trị tính được với giá trị bảng $G_{(1-p)}(f_1, f_2)$ với p là mức ý nghĩa, f_1 = m−1; f_2 = N, nếu G < $G_{(1-p)}(f_1, f_2)$ ta có phương sai đồng nhất.

+ Tính phương sai tái hiện:

$$S_{th}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} {S_i}^2}{N};\ f_{th} = \mathrm{N}.(\mathrm{m}-1) \tag{9}$$

+ Tính các hiệu ứng tương tác:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_{ji} \overline{y}_i}{\mathrm{N}} \tag{10}$$

+ Vì $\overline{y}$ nhận được theo mẫu số có số lượng m nên $S_{\overline{y}}^2 = \frac{S_{th}^2}{m}$ do đó:

$$S_{bj}^2 = \frac{S_{th}^2}{N.m} \tag{11}$$

+ Kiểm định ý nghĩa các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn t:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S_{bj}} \tag{12}$$

Nếu $t_j < t_p(f)$; f=N.(m-1) thì b_j bị loại khỏi phương trình quy hồi.

+ Kiểm định sự tương thích của PTQH:

$$F = \frac{S_{tt}}{S_{tt}^2}; S_{tt} = \frac{m \sum_{i=1}^{N} (\overline{y_i} - \widehat{y_i})^2}{N-l} \tag{13}$$

với l là hệ số có ý nghĩa trong PTHQ.

Nếu $F < F_{(1-p)}(f_1, f_2)$ thì phương trình tương thích với thực nghiệm.

Nếu $F > F_{(1-p)}(f_1, f_2)$ thì phương trình không tương thích với thực nghiệm và phải tăng bậc đa thức.

c) Tối ưu hoá hàm đa mục tiêu bằng chập tuyến tính

Xây dựng từng hàm mục tiêu;
Tìm nghiệm tối ưu cho từng hàm mục tiêu;
Chọn hệ số quan trọng a (trọng số) cho từng hàm mục tiêu;
Thực hiện thí nghiệm leo dốc cho hàm chấp tuyến tính và tìm nghiệm tối ưu.

3. KẾT QUẢ, TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

Với mục tiêu là xác định thành phần bột than đen, chất chống UV, chất chống Oxy hoá trong đơn pha chế với tỷ lệ phù hợp để hàm đa mục tiêu (là khả năng chống Oxy hoá nhiệt và khả năng

kháng lão hoá UV) đạt giá trị tốt nhất, tối ưu hoá được thực hiện bằng các tiến hành đối với từng hàm mục tiêu riêng biệt sau đó tối ưu hoá hàm 2 mục tiêu chập tuyến tính.

3.1. Tối ưu hoá các hàm mục tiêu riêng lẻ

- Mức cơ sở được tính theo (3);
- Khoảng biến thiên ΔZ_j được tính theo (4);
- Từ hệ toạ độ Z_1, Z_2, Z_3 ta chuyển sang hệ toạ độ mới không thứ nguyên x_1, x_2, x_3 bằng biến đổi tuyến tính theo (5), ta có các số liệu ban đầu:

Bảng 2. *Các số liệu ban đầu.*

Điều kiện quy hoạch	Các yếu tố		
	Z_1 (Bột than đen)	Z_2 (Chất chống UV)	Z_3(Chất chống Oxy hoá)
Mức cơ sở (tâm phương án)	5	3	0,4
Khoảng biến thiên ΔZ_j	4	2	0,3
Mức trên	9	5	0,7
Mức dưới	1	1	0,1

- Tiến hành thực nghiệm yếu tố toàn phần $TYT2^k$, số yếu tố k = 3, số tổ hợp (số thí nghiệm) có thể có từ 3 yếu tố ở mức 2 là $N = 2^k = 8$;

- Hàm mục tiêu của nghiên cứu là độ bền Oxy hoá nhiệt (y_1, %) và khả năng kháng UV (y_2, %) của vật liệu.

3.1.1. Xây dựng mô tả toán học và tối ưu hoá hàm mục tiêu Y_1

Ma trận quy hoạch thực nghiệm có thí nghiệm lặp, kết quả thí nghiệm và tính giá trị trung bình $\overline{y_i}$ ở mỗi điểm thí nghiệm theo (6), tính phương sai S_i^2 ở mỗi thí nghiệm theo (7) cho các kết quả:

Bảng 3. *Các kết quả thí nghiệm đối với hàm đáp ứng y_1.*

Các yếu tố theo tỷ lệ xích tự nhiên				Các yếu tố trong hệ mã hoá				Hàm đáp ứng y_1 (%)				
TN	Z_1	Z_2	Z_3	x_0	x_1	x_2	x_3	$y_{1.1}$	$y_{1.2}$	$y_{1.3}$	$\overline{y_i}$	S_i^2
1	9	5	0,7	+	+	+	+	79,1	78,8	81,1	79,7	1,56
2	1	5	0,7	+	-	+	+	90,8	90,1	88,4	89,8	1,52
3	9	1	0,7	+	+	-	+	77,1	83,0	78,5	79,5	9,50
4	1	1	0,7	+	-	-	+	87,3	84,6	85,2	85,7	2,01
5	9	5	0,1	+	+	+	-	84,0	79,5	81,6	81,7	5,07
6	1	5	0,1	+	-	+	-	85,6	82,7	81,7	83,3	4,10
7	9	1	0,1	+	+	-	-	70,6	68,9	73,7	71,1	5,92
8	1	1	0,1	+	-	-	-	82,2	77,6	80,0	79,9	5,29
										$\sum_{i=1}^{8} =$	650,7	34,99

- Kiểm định sự đồng nhất của các phương sai theo tiêu chuẩn Cochran (8):

$$G_{tính} = \frac{S_{max}^2}{\sum_{i=1}^{8} S_i^2} = \frac{9,50}{34,99} = 0,2716$$

Tra bảng phân vị phân bố Cochran với: độ tin cậy 1-p = 0,95; f_1 = m-1 = 3-1 = 3; f_2 = N = 8, ta được: $G_{1-p}(f_1, f_2) = 0,5157$

- Ta có $G_{tính} = 0{,}2716 < G_{1-p}(f_1, f_2) = 0{,}5157$, các phương sai đồng nhất.
- Tính các hệ số PTHQ b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123} theo (10).
- Tính phương sai tái hiện theo (9):

$$S_{th}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{8} {S_i}^2}{8} = \frac{34{,}99}{8} = 4{,}37$$

- Độ lệch quân phương hệ số thứ j theo (11):

$$S_{bj} = \sqrt{\frac{S_{th}^2}{N.M}} = \sqrt{\frac{4{,}37}{8x3}} = 0{,}43$$

Kiểm định ý nghĩa các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student (12), ta được các giá trị của t_j:

Bảng 4. *Các giá trị t_j theo tiêu chuẩn Student hàm y_1.*

t_0	190,53	t_{12}	0,97
t_1	-7,84	t_{13}	-1,69
t_2	5,34	t_{23}	-2,88
t_3	-5,46	t_{123}	-3,27

Tra bảng $t_p(f)$ với mức ý nghĩa p = 0,05, bậc tự do f = N.(M-1) = 8x(3-1) = 16, ta được $t_p(f)$ = 2,12.

Như vậy, t_{12}, $t_{13} < t_p(f)$ do đó các hệ số b_{12}, b_{13} không có ý nghĩa, loại ra khỏi PTHQ. Vậy PTHQ có dạng:

$$\widehat{y_1} = \mathbf{81,34 - 3,35x_1 + 2,28x_2 + 2,33x_3 - 1,23x_{23} - 1,40x_{123}} \quad (14)$$

Kiểm định sự tương thích của phương trình hồi quy với thực nghiệm theo tiêu chuẩn Fisher:

Bảng 5. *Số liệu kiểm định sự tương thích của PTHQ hàm y_1.*

STT	$\overline{y_i}$	$\widehat{y_i}$	$(\overline{y_i} - \widehat{y_i})^2$
1	85,4	79,97	0,0920
2	88,1	89,47	0,0880
3	78,9	80,67	1,2920
4	81,0	84,57	1,2769
5	76,2	80,57	1,2769
6	78,4	84,47	1,2920
7	72,4	70,75	0,1003
8	73,4	80,25	0,1003
	$\sum =$	650,72	5,52

Theo (13) ta có: $S_{tt}^2 = \frac{M \sum_{i=1}^{N} (\overline{y_i} - \widehat{y_i})^2}{N - l}$

Với l=5 là số hệ số có ý nghĩa của PTHQ, M=3 là số thí nghiệm lặp lại, như vậy ta được:

$$S_{tt}^2 = \frac{3x5{,}52}{8 - 5} = 5{,}52$$

Với $S_{th}^2 = 4{,}37$ tính ở trên, ta được:

$$F = \frac{S_{tt}^2}{S_{th}^2} = \frac{5{,}52}{4{,}37} = 1{,}26$$

Giá trị bảng của tiêu chuẩn Fisher với: mức ý nghĩa p = 0,05; f_1 = N-l = 8-4 = 4; f_2 = N(m-1) = 8x(3-1) = 16 ta có: $F_{1\text{-}p}(f_1,f_2)$ = 3,0 > F =1,26.

Như vậy, PTHQ tương thích với thực nghiệm.

***Tối ưu hoá thực nghiệm được thực hiện bằng phương pháp đường dốc nhất, bắt đầu chọn từ tâm phương án.**

+ Chọn bước chuyển động của yếu tố Z_1 là $б_1$ = -1, các bước chuyển động còn lại được tính theo biểu thức:

$$б_j = б_1 . \frac{b_j \, \Delta \, Z_j}{b_1 \, \Delta \, Z_1}$$

+ Các kết quả thực nghiệm tối ưu hoá được trình bày:

Bảng 6. *Kết quả thực nghiệm tối ưu hoá theo phương pháp đường dốc nhất hàm* y_1.

Tên	Z_1	Z_2	Z_3	y_1, %
Mức cơ sở	5	3	0,4	89,2
Hệ số b_j	-3,35	2,28	2,33	
Khoảng biến thiênΔZ_j	4	2	0,3	
$b_j \Delta Z_j$	-13,38	4,56	0,70	
Bước $б_j$	-1	0,34	0,05	
Bước làm tròn	-1	0,3	0,1	
TN1	4	3,3	0,5	92,5
TN2	**3**	**3,6**	**0,6**	**95,9**
TN3	2	3,9	0,7	93,6
TN4	1	4,2	0,8	90,1

Nhận xét: Từ bảng trên cho thấy, kết quả tốt nhất nhận được ở thí nghiệm 2, thông số tối ưu hoá thoả mãn yêu cầu nghiên cứu.

3.1.2. Xây dựng mô tả toán học và tối ưu hoá hàm mục tiêu Y_2

Tiến hành đo độ bền kháng UV với các mẫu đã chạy gia tốc UV, tính toán và xử lý số liệu tương tự với hàm y_1, ta được kết quả với hàm y_2, PTHQ có dạng:

$$\widehat{y_2} = 76,18 - 3,07x_1 + 2,43x_2 + 2,87x_3 - 1,09x_{13} - 1,85x_{23} - 1,33x_{123} \quad (15)$$

***Tiến hành tối ưu hoá thực nghiệm bằng phương pháp đường dốc nhất, bắt đầu chọn từ tâm phương án, kết quả thu được:**

- Với Z_1 = 3; Z_2 = 3,8; Z_3 = 0,6 (PKL) ta được kết quả tối ưu cho hàm y_2 = 92,9%.

Nhận xét: Ứng với 2 hàm mục tiêu là độ bền Oxy nhiệt và độ bền kháng UV, thu được 2 mô tả toán học là PTHQ, cực trị của hàm y_1 ứng với Z_1 = 3, Z_2 = 3,6; Z_3 = 0,6 và cực trị của hàm y_2 ứng với Z_1 = 3; Z_2 = 3,8; Z_3 = 0,6.

3.2. Tối ưu hoá hàm đa mục tiêu bằng phương pháp chập tuyến tính

Thực tế không thể có một nghiệm chung cho cả hai quá trình để đạt được Y_1max/min và Y_2max/min mà chỉ tìm được nghiệm thoả hiệp (x_1, x_2, x_3) để các giá trị Y_1, Y_2 nằm gần điểm cực trị. Trong trường hợp này cần giải bài toán đa mục tiêu để đạt được cực đại cho Y_1 và Y_2, ta tiến hành phương pháp chập tuyến tính.

Chọn mối quan hệ giữa hàm chập tuyến tính (Y_L) và các hàm đơn Y_1 và Y_2:

$$Y_L = \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_2 \quad (16)$$

Trong đó: α_1 là hệ số quan trọng ứng với hàm mục tiêu Y_1;

α_2 là hệ số quan trọng ứng với hàm mục tiêu Y_2.

Khi sử dụng túi mềm chứa nước ở môi trường ngoài trời, các yếu tố tác động của nắng (tia UV) và lão hoá nhiệt được đánh giá là quan trọng nhất và ảnh hưởng như nhau, do đó, chọn $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5$; thay vào (16) ta có phương trình chập tuyến tính hàm đa mục tiêu:

$$Y_L = 0,5Y_1 + 0,5Y_2 \quad (17)$$

Dựa vào 2 PTHQ của hàm y_1 (14) và y_2 (15), ta có PTHQ chập:

$$\widehat{y_L} = \mathbf{78,76 - 3,21x_1 + 2,36x_2 + 2,60x_3 - 1,09x_{13} - 1,54x_{23} - 1,37x_{123}} \quad (18)$$

Tiến hành tối ưu hoá hàm đa mục tiêu bằng phương pháp dốc đứng:

Chọn bước chuyển động của yếu tố Z_1 là $б_1 = -1$, các bước chuyển động còn lại được tính theo biểu thức:

$$б_j = б_1 . \frac{b_j \Delta Z_j}{b_1 \Delta Z_1}$$

Các kết quả thực nghiệm tối ưu hoá được trình bày:

Bảng 7. *Kết quả thực nghiệm theo đường dốc đứng hàm chập tuyến tính y_L.*

Tên	**Z_1**	**Z_2**	**Z_3**	**y_1, %**	**y_2, %**	**y_L, %**
Mức cơ sở	5	3	0,4	89,2	88,5	88,9
Hệ số b_i	-3,21	2,36	2,6			
Khoảng biến thiên ΔZ_i	4	2	0,3			
$b_i \Delta Z_i$	-12.84	4,72	0,78			
Bước $б_i$	-1	0,37	0,06			
Bước làm tròn	-1	0,4	0,1			
TN1	4	3,4	0,5	93,5	90,3	91,9
TN2	**3**	**3,8**	**0,6**	**95,1**	**92,9**	**94,0**
TN3	2	4,0	0,7	92,9	91,6	92,3
TN4	1	4,4	0,8	89,5	89,4	89,5

Nhận xét: Ở TN2 hàm mục tiêu y_L có giá trị cực đại. Tỷ lệ các chất phụ gia tương ứng sẽ là tỷ lệ trộn hợp được chọn, ở đó đáp ứng được đồng thời cả 2 hàm mục tiêu (tối ưu hai mục tiêu có điều kiện).

4. KẾT LUẬN

Từ mô hình toán học và tối ưu hàm đơn mục tiêu và chập tuyến tính hàm đa mục tiêu (khả năng kháng UV và kháng oxy hoá nhiệt), nhóm tác giả đã tìm được tỷ lệ sử dụng tối ưu các chất phụ gia Bột than đen (Z_1), Chất chống UV (Z_2) và Chất chống Oxy hoá (Z_3) cho đơn phối trộn hỗn hợp vật liệu Polypropylen là 3:3,8:0,6 (PKL), kết quả tối ưu tương ứng cho khả năng kháng UV và kháng Oxy hoá nhiệt của vật liệu là 95,1% và 92,9%.

Đây là cơ sở lý thuyết để áp dụng vào đơn pha chế sản xuất hàng loạt với quy mô công nghiệp cho sản phẩm lớp vỏ ngoài của túi mềm chứa nước phục vụ an ninh quốc phòng và dân sinh.

Tuy nhiên, có một khoảng cách nhất định giữa kết quả đo đạc tính toán trong phòng thí nghiệm với ứng dụng ngoài thực tế, vì thế sản phẩm cần được tiếp tục theo dõi và cải tiến (nếu cần) trong quá trình sử dụng hiện trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. *"Flexible Membrane Covers and Linings for Potable Water Reservoirs",* 3rd Edition, American Water Works Association. MANUAL OF WATER SUPPLY PRACTICES - M25 (2000), pp.1-2.
[2]. Nguyễn Thành Nhân và cộng sự, *"Nghiên cứu vật liệu, công nghệ chế tạo và lắp đặt túi mềm dự trữ nước từ hỗn hợp nhựa - cao su gia cường sợi phục vụ sinh hoạt và sẵn sàng chiến đấu cho bộ đội"* cấp sở KHCN TP.HCM, (2006).
[3]. Nguyễn Đình Chinh và cộng sự, *"Sản xuất túi dự trữ nước phục vụ sinh hoạt và sản xuất cho dân cư ở các vùng chịu thiệt hại xâm nhập mặn và thí điểm tại tỉnh Bến Tre"*, Dự án sản xuất thử nghiệm cấp quốc gia thuộc chương trình Tây Nam Bộ, (2021).
[4]. Nguyễn Cảnh, *"Quy hoạch thực nghiệm"*, NXB ĐHQG Tp.HCM (2004), tr. 34-42.

ABSTRACT

DETERMINING THE RATIO OF ANTI-UV AND ANTI-OXIDATION ADDITIVES FOR MIXED POLYPROPYLENE MATERIALS BY ORTHOGONAL EXPERIMENTAL PLANNING AND MULTI-OBJECTIVE FUNCTION OPTIMIZATION

In order to increase the environmental durability of the outer shell of the flexible water bag made from mixed polypropylene materials, anti-UV and anti-oxidation additives including black charcoal powder, anti-UV agent and antioxidants have been used. Determining an appropriate ratio of the above-mentioned additives is the main objective of this study. This report presents the process of determining the ratio of additives by orthogonal experimental planning method and multi-objective function optimization. The obtained results have found that the optimal ratio of carbon black powder, anti-UV agent and antioxidant by mass fraction is 3:3,8:0.6, respectively.

Keywords: Polypropylene; Black charcoal powder; Anti-UV agent; Antioxidants; Orthogonal experimental planning; Multi-objective function optimization.

Nhận bài ngày 15 tháng 9 năm 2021
Hoàn thiện ngày 20 tháng 10 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2021

Địa chỉ: Viện Nhiệt đới môi trường/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.
*Email: 2ndchinh@gmail.com.