

CẢI TIẾN ĐỘ BÓNG BỀ MẶT KÍNH QUANG HỌC SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH BÓNG BẰNG DUNG DỊCH HẠT MÀI

Phạm Hữu Lộc*, Trịnh Tiên Thọ

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: locpham80@gmail.com

Ngày nhận bài: 27/6/2017; Ngày chấp nhận đăng: 07/3/2018

TÓM TẮT

Độ bóng bề mặt đóng vai trò quan trọng đối với chất lượng của sản phẩm. Do đó, cải tiến để tăng độ bóng bề mặt là một nhu cầu cần thiết trong các sản phẩm công nghiệp. Để cải tiến độ bóng bề mặt của kính quang học, một vài phương pháp thông dụng đã được sử dụng như: mài, mài nghiền. Tuy nhiên, độ bóng bề mặt của kính quang học vẫn không cải thiện đáng kể khi sử dụng các phương pháp trên. Vì vậy, nghiên cứu quá trình đánh bóng kính quang học bằng dung dịch hạt mài là rất cần thiết. Dựa vào kết quả thí nghiệm theo phương pháp Taguchi và tỷ số S/N, các thông số đánh bóng tối ưu được xác định, gồm vật liệu hạt mài là nhôm oxit (Al_2O_3), nồng độ hạt mài 20%, góc tác động là 40° , khoảng cách từ vòi phun đến bề mặt mẫu đánh bóng là 12 mm, áp suất phun là 5 kgf/cm^2 , thời gian đánh bóng là 45 phút. Độ nhám bề mặt (R_a) của mẫu thí nghiệm được cải tiến từ $0,35 \mu\text{m}$ đến $0,018 \mu\text{m}$ khi sử dụng các thông số đánh bóng tối ưu.

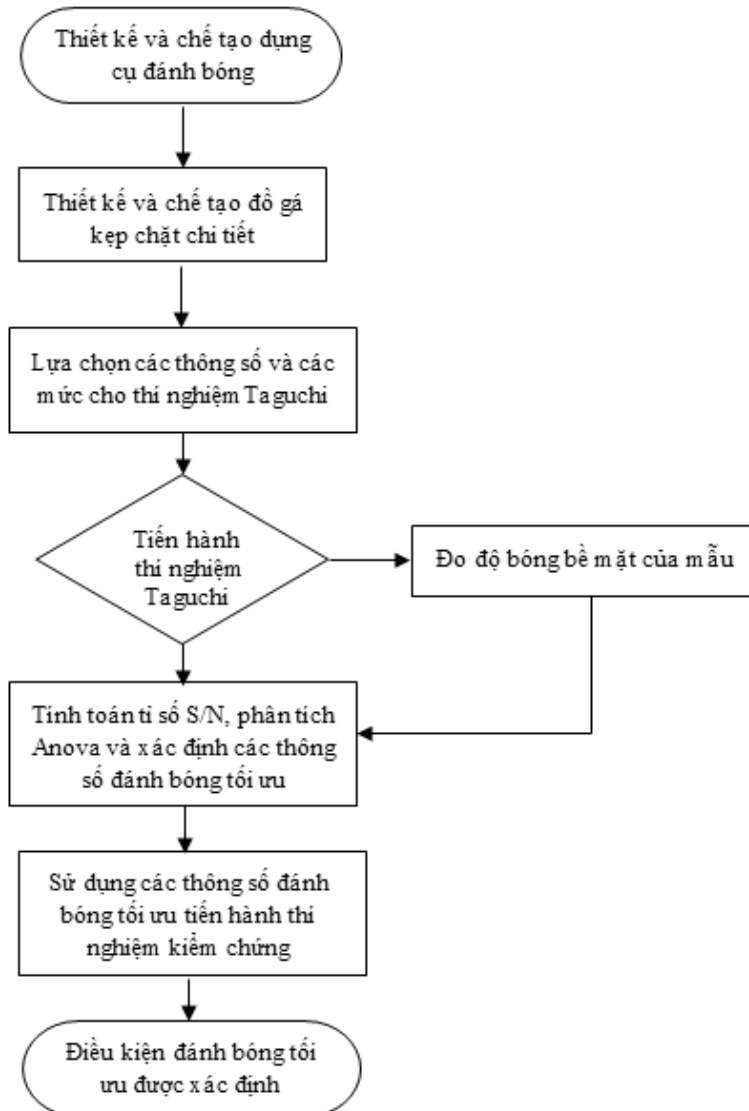
Từ khóa: Đánh bóng, độ nhám bề mặt, phương pháp Taguchi, Anova, kính quang học.

1. MỞ ĐẦU

Ngày nay, kính quang học được sử dụng rộng rãi và được ứng dụng trong nhiều sản phẩm công nghiệp, như kính lúp, kính hiển vi, kính thiên văn, kính đeo mắt và các thấu kính ứng dụng trong vũ trụ. Ngoài ra, nhiều máy hiện đại sử dụng thấu kính như máy tính, máy chụp hình kỹ thuật số và trong ngành công nghiệp ô tô. Độ bóng bề mặt là một trong những thông số quan trọng để đánh giá chất lượng thấu kính cũng như chất lượng kính quang học. Các quá trình gia công tinh như mài, mài nghiền, đánh bóng thông thường được thực hiện để cải tiến độ bóng bề mặt của sản phẩm.

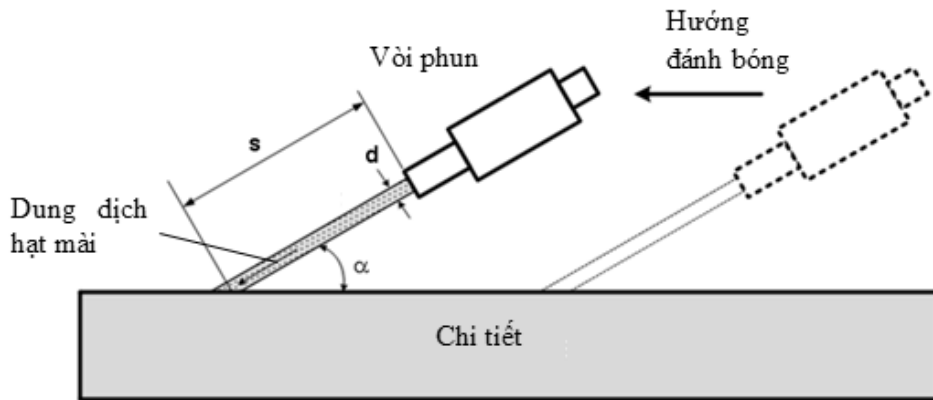
Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để cải tiến độ bóng bề mặt kính quang học. Fahnle *et al.* đã phát triển kỹ thuật đánh bóng bằng dòng chất lỏng để giảm độ nhám bề mặt của BK7 từ 350 nm xuống 25 nm [1]. Nghiên cứu của họ chứng minh rằng có thể sử dụng phương pháp đánh bóng bằng dòng chất lỏng cho vật liệu kính BK7. Booji đã khảo sát đánh bóng bằng dòng chất lỏng trên vật liệu thủy tinh [2]. Năm 2010, Li *et al.* đã nghiên cứu lý thuyết để phân tích và mô phỏng quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài trên vật liệu kính BK7, nghiên cứu cho thấy biên dạng của quá trình bóc tách vật liệu phụ thuộc vào góc tác động và quá trình quay của mẫu thí nghiệm [3]. Thiết bị được sử dụng trong quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài là máy CNC 3 trục [4-5]. Vật liệu được sử dụng trong phương pháp đánh bóng bằng dung dịch hạt mài là CVD diamond films, kính quang học, gốm, thép không rỉ, thép làm khuôn và hợp kim Titan [6-7]. So sánh với các kỹ thuật đánh bóng truyền thống thì đánh bóng bằng dung dịch hạt mài có nhiều ưu điểm, như: ít ăn mòn hệ thống, không tiếp xúc giữa dụng cụ và bề mặt chi tiết, có khả năng đánh bóng các chi tiết có bề mặt phức tạp, dụng cụ đánh bóng được làm mát, loại bỏ các mảnh vụn phoi

trong quá trình đánh bóng, giảm chi phí gia công và chi phí môi trường [6]. Tuy nhiên, có rất ít các nhà nghiên cứu khảo sát về mối quan hệ giữa các thông số đánh bóng và độ bóng bề mặt kính quang học. Do đó, bài báo này nhằm mục đích khảo sát các thông số đánh bóng tối ưu dùng kỹ thuật đánh bóng bằng dung dịch hạt mài sử dụng phương pháp Taguchi để làm tăng độ bóng bề mặt kính quang học.



Hình 1. Quá trình xác định các thông số tối ưu của kỹ thuật đánh bóng bằng dung dịch hạt mài

Trình tự xác định các thông số đánh bóng trong nghiên cứu này được minh họa ở Hình 1. Thời gian đánh bóng, nồng độ hạt mài, vật liệu hạt mài, khoảng cách vòi phun (s), đường kính vòi phun (d) và góc tác động (α) là những thông số quan trọng trong quá trình đánh bóng bằng dòng hạt mài được minh họa ở Hình 2. Hướng đánh bóng từ phải sang trái.

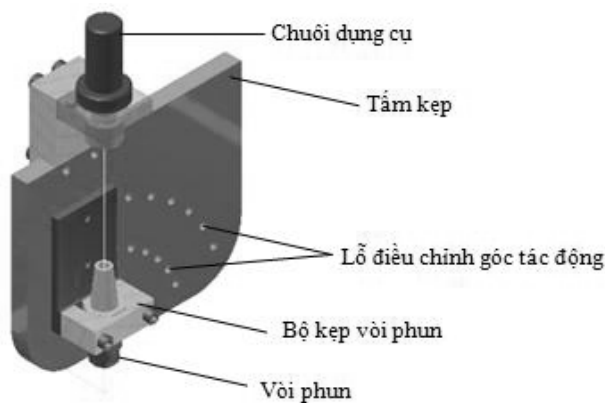


Hình 2. Sơ đồ nguyên lý quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài

2. NỘI DUNG THÍ NGHIỆM

2.1. Thiết kế và gia công dụng cụ đánh bóng

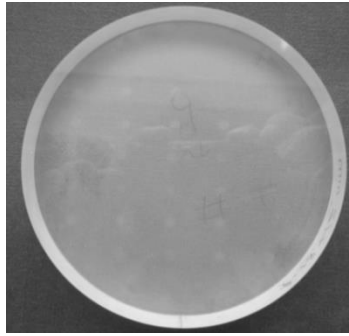
Trong nghiên cứu này, dụng cụ đánh bóng được thiết kế mới và gia công cho quá trình đánh bóng. Các bộ phận của dụng cụ đánh bóng, bao gồm: chuỗi dụng cụ, tấm kẹp, vòi phun, bộ kẹp vòi phun (Hình 3). Trong suốt quá trình đánh bóng, chuỗi dụng cụ được kẹp chặt trên trục chính máy trung tâm gia công. Để điều chỉnh góc tác động, tấm kẹp được thiết kế 2 hàng lỗ gồm 16 lỗ và các lỗ này được sử dụng để kẹp vòi phun bằng các bu lông. Như vậy dụng cụ đánh bóng dễ dàng điều chỉnh góc tác động từ 20° - 90° . Vị trí của vòi phun có thể điều chỉnh được trên bộ kẹp vòi phun, khoảng cách của vòi phun đến bề mặt mẫu thử có thể thay đổi từ 5 - 30 mm.



Hình 3. Hình ảnh các bộ phận của dụng cụ đánh bóng

2.2. Vật liệu

Kính quang học N-BK7 được sử dụng làm mẫu thí nghiệm (Hình 4). Kính thước của mẫu thử N-BK7 có đường kính $\phi 90$ mm và độ dày 12 mm. Thành phần hóa học và tính chất cơ học của mẫu thí nghiệm được minh họa trong Bảng 1 và 2. Ngoài ra, độ nhám bề mặt (R_a) trước và sau quá trình đánh bóng được đo bởi thiết bị Color 3D laser scanning microscope loại Keyence VK-9700. Độ nhám bề mặt (R_a) của mẫu thí nghiệm trước khi đánh bóng là $0,35 \mu\text{m}$.



Hình 4. Kính quang học N-BK7

Bảng 1. Thành phần hóa học của kính quang học N-BK7 [8]

Thành phần hóa học	Công thức hóa học	Hàm lượng (%)
Silicon dioxide	SiO ₂	60-70
Boron oxide	B ₂ O ₃	10-20
Potassium oxide	K ₂ O	5-15
Sodium oxide	Na ₂ O	1-15
Barium oxide	BaO	1-10
Antimony trioxide	Sb ₂ O ₃	< 1
Calcium oxide	CaO	< 1
Titanium oxide	TiO	< 1
Zinc oxide	ZnO	< 1

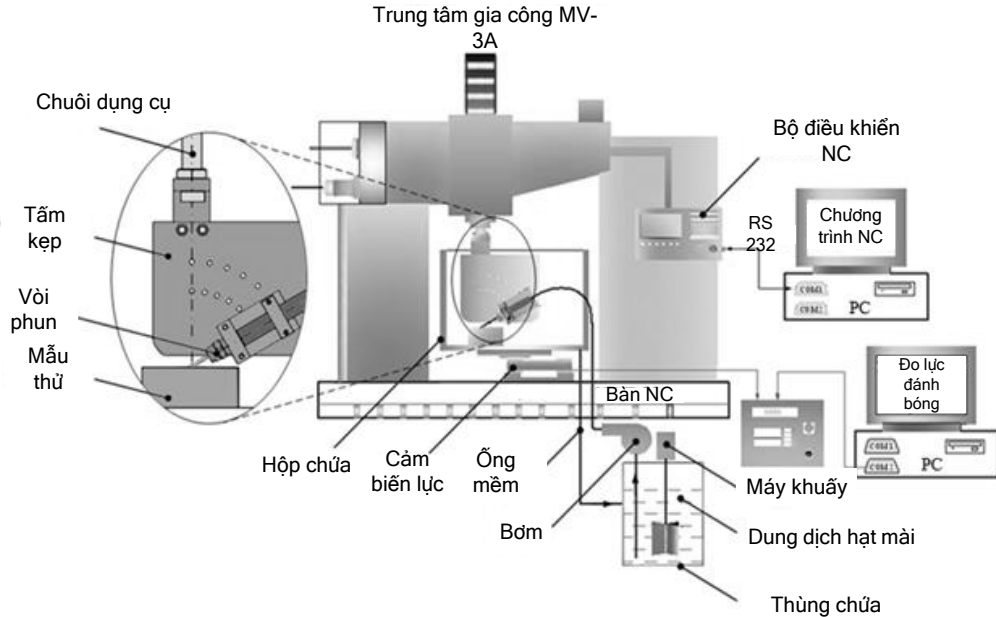
Bảng 2. Tính chất cơ học của kính quang học N-BK7 [8]

Tính chất cơ học	Giá trị
Phạm vi truyền (Transmission Range)	350 nm - 2,5 μm
Mật độ	2,51 g/cm ³
Điểm nóng chảy	557 °C
Mô đun Young (E)	82 GPa
Mô đun Bulk (K)	34 GPa
Cấu trúc	Thủy tinh vô định hình
Độ hòa tan	Không hòa tan trong nước
Độ cứng	610 Knoop

2.3. Thiết lập thí nghiệm

Hình 5 mô tả sơ đồ thí nghiệm của phương pháp đánh bóng bằng dung dịch hạt mài. Mẫu thí nghiệm được kẹp chặt trên đồ gá đặt trong hộp mica. Hệ thống cảm biến lực được kết nối với máy tính để đo lực đánh bóng trong suốt quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài. Dung dịch hạt mài bao gồm hạt mài và nước được khuấy đều trong một thùng chứa nhờ một máy khuấy. Một máy bơm có thể điều chỉnh áp suất phun được sử dụng để hút dung

dịch hạt mài từ thùng chứa. Dung dịch hạt mài được bơm từ thùng chứa và chảy qua đường ống đến vòi phun. Từ miệng vòi phun dòng dung dịch hạt mài phun lên bề mặt mẫu thử và sau đó quay lại thùng chứa để tái sử dụng. Mẫu thí nghiệm được đánh bóng trên máy trung tâm gia công, loại MV-3A được trang bị hệ điều khiển Fanuc. Chương trình điều khiển số được tạo và mô phỏng bởi phần mềm MasterCAM và sau đó chương trình này được đưa vào hệ điều khiển số của máy trung tâm gia công thông qua cổng giao tiếp RS232.



Hình 5. Thiết lập thí nghiệm cho quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài

2.4. Cấu hình mảng trực giao Taguchi (Configuration of Taguchi's Orthogonal Array)

Ảnh hưởng của các thông số đánh bóng lên độ bóng của N-BK7 được xác định bằng cách thực hiện các thí nghiệm ma trận sử dụng mảng trực giao Taguchi [9]. Trong quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài, các thông số đánh bóng ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt của mẫu thí nghiệm đó là vật liệu hạt mài, nồng độ hạt mài, góc tác động, khoảng cách của vòi phun, áp suất phun và thời gian đánh bóng. Những thông số này được xác định sử dụng phương pháp Taguchi và phân tích Anova. Các thông số cố định và các thông số điều khiển được minh họa trong Bảng 3 và Bảng 4. 6 thông số và 3 mức được lựa chọn cho thí nghiệm đánh bóng, do đó mảng trực giao L_{18} được lựa chọn để thực hiện các thí nghiệm ma trận nhằm xác định các thông số đánh bóng tối ưu. Như vậy, 18 thí nghiệm riêng biệt được thực hiện dựa theo cấu hình của mảng trực giao L_{18} .

Bảng 3. Thông số cố định trong thí nghiệm đánh bóng

Thông số cố định	Giá trị
Đường kính vòi phun (Vật liệu: Đồng)	3 mm
Kích thước hạt mài	CeO ₂ (đường kính: 2 μm) Al ₂ O ₃ (đường kính: 2,7 μm)
Chất thêm vào	Nước
Phôi (mẫu đánh bóng)	Kính quang học N-BK7
Tốc độ quay cánh khuấy	100 (vòng/phút)
Diện tích đánh bóng	6 mm × 6 mm

Bảng 4. Các thông số điều khiển và các mức trong thí nghiệm đánh bóng

Thông số điều khiển	Mức		
	1	2	3
A. Vật liệu hạt mài	CeO ₂	Al ₂ O ₃	
B. Nồng độ hạt mài (%)	10	15	20
C. Góc tác động (°)	40	50	60
D. Khoảng cách vòi phun (mm)	6	9	12
E. Áp suất phun (kgf/cm ²)	3	4	5
F. Thời gian đánh bóng (phút)	15	30	45

Thiết kế thí nghiệm có thể được chia thành các loại sau: “Nhỏ hơn - tốt hơn” (the-smaller-the-better), “Trung bình - tốt nhất” (the nominal-the-best) và “Lớn nhất - tốt nhất” (the-larger-the-better) [10]. Tỷ số S/N (The signal-to-noise (S/N) ratio) được xem như hàm mục tiêu cho thiết kế quá trình. Độ nhám bề mặt (R_a) của mẫu thí nghiệm được đánh bóng phải nhỏ hơn giá trị ban đầu. Như vậy, quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài là một trường hợp của bài toán “nhỏ hơn - tốt hơn”. Tỷ số S/N (η) được tính toán bằng công thức sau [10]:

$$\eta = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (dB) \quad (1)$$

n : số các thí nghiệm trong 1 mẫu thử.

y_i : Giá trị độ nhám bề mặt của các thí nghiệm thứ i trong 1 mẫu thử.

Mục tiêu tối ưu của bài toán “nhỏ hơn-tốt hơn” là chọn giá trị lớn nhất của η cho mỗi thông số đánh bóng. Như vậy, điều kiện tối ưu cho quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài được xác định. Giá trị của tỷ số S/N trong điều kiện tối ưu kí hiệu là η_{opt} được tính bằng phương trình sau [9]:

$$\eta_{opt} = m + \sum (m_i - m) \quad (2)$$

η_{opt} : tỷ số S/N dưới điều kiện tối ưu; m : tổng các giá trị trung bình của tỷ số S/N (η); m_i : là giá trị tỷ số S/N dưới điều kiện tối ưu cho thông số thứ i . Nếu giá trị η_{opt} gần bằng giá trị tỷ số S/N của thí nghiệm kiểm tra (xấp xỉ 90%) thì có thể xem các thông số độc lập với nhau không ảnh hưởng tác động với nhau.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự kết hợp mức tối ưu cho mỗi thông số

Dựa vào kết quả thí nghiệm L_{18} cho quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài, Bảng 5 thể hiện giá trị độ nhám bề mặt (R_a) của các mẫu đánh bóng và tính toán giá trị tỷ số S/N dựa vào phương trình 2. Bảng 6 biểu thị kết quả trung bình tỷ số S/N cho mỗi mức của 6 thông số. Giá trị trung bình của tỷ số S/N được minh họa bởi Hình 6. Mức tối ưu cho mỗi thông số có giá trị tỷ số S/N (η) lớn nhất và sự kết hợp của các mức tối ưu cho 6 thông số là $A_2B_3C_1D_3E_3F_3$ được minh họa trong Hình 6. Như vậy các thông số tối ưu cho quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài là vật liệu hạt mài Al_2O_3 với đường kính hạt 2,7 μm , nồng độ hạt mài 20%, góc tác động 40°, khoảng cách vòi phun 12 mm, áp suất phun 5 kgf/cm^2 , thời gian đánh bóng 45 phút được minh họa trong Bảng 7.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm của bề mặt đánh bóng N-BK7

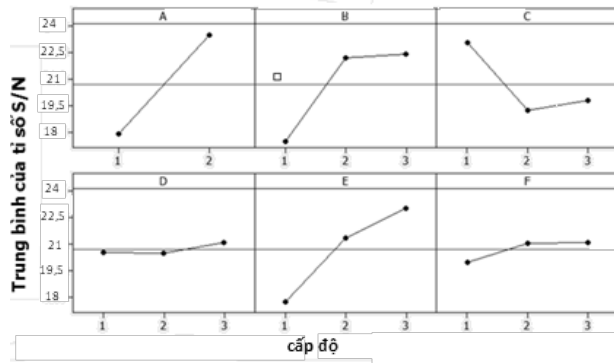
STT	Thông số điều khiển						Giá trị đo R_a (μm)			Tỷ số S/N (dB)	R_a trung bình (μm)
	A	B	C	D	E	F	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	0,177	0,148	0,145	16,0638	0,157
2	1	1	2	2	2	2	0,152	0,148	0,139	16,6871	0,146
3	1	1	3	3	3	3	0,125	0,126	0,120	18,1530	0,124
4	1	2	1	1	2	2	0,095	0,098	0,091	20,4721	0,095
5	1	2	2	2	3	3	0,102	0,105	0,099	19,8255	0,102
6	1	2	3	3	1	1	0,185	0,190	0,194	14,4385	0,190
7	1	3	1	2	1	3	0,137	0,131	0,145	17,2159	0,138
8	1	3	2	3	2	1	0,145	0,172	0,153	16,0778	0,157
9	1	3	3	1	3	2	0,079	0,075	0,081	22,1167	0,078
10	2	1	1	3	3	2	0,071	0,079	0,080	22,2959	0,077
11	2	1	2	1	1	3	0,191	0,208	0,196	14,0465	0,198
12	2	1	3	2	2	1	0,131	0,129	0,134	17,6314	0,131
13	2	2	1	2	3	1	0,035	0,028	0,030	30,1338	0,031
14	2	2	2	3	1	2	0,061	0,074	0,072	23,1933	0,069
15	2	2	3	1	2	3	0,054	0,058	0,056	25,0325	0,056
16	2	3	1	3	2	3	0,020	0,028	0,025	32,1968	0,024
17	2	3	2	1	3	1	0,057	0,050	0,053	25,4475	0,053
18	2	3	3	2	1	2	0,089	0,084	0,085	21,3073	0,086

Bảng 6. Trung bình tỷ số S/N bởi các mức thông số (dB)

Thông số	A	B	C	D	E	F
Mức 1	17,895	17,480	23,063	20,530	17,711	19,966
Mức 2	23,476	22,183	19,213	20,467	21,350	21,012
Mức 3	-	22,394	19,780	21,059	22,995	21,078
Trung bình	20,685					

Bảng 7. Thông số tối ưu của quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài

Thông số	Giá trị
A. Vật liệu hạt mài	Al_2O_3
B. Nồng độ hạt mài (%)	20
C. Góc tác động ($^\circ$)	40
D. Khoảng cách vòi phun (mm)	12
E. Áp suất phun (kgf/cm^2)	5
F. Thời gian đánh bóng (phút)	45



Hình 6. Tỷ số S/N của các thông số điều khiển trong quá trình đánh bóng

3.2. Thí nghiệm kiểm chứng

Để kiểm tra độ tin cậy của kết quả thí nghiệm Taguchi, 3 thí nghiệm kiểm chứng được thực hiện sử dụng các thông số đánh bóng tối ưu. Bảng 8 minh họa giá trị trung bình độ nhám bề mặt (R_a) của các mẫu thử sau thí nghiệm kiểm chứng là $0,018 \mu\text{m}$. Như vậy, độ nhám bề mặt của N-BK7 sau quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài được cải tiến xấp xỉ 94,8%.

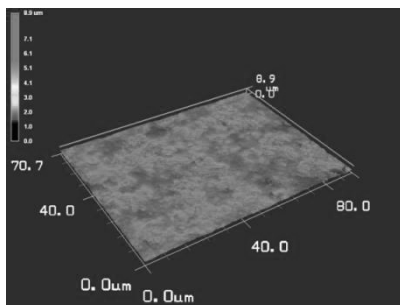
Bảng 8. Độ nhám bề mặt của các mẫu thử được đánh bóng sau thí nghiệm kiểm chứng

Số thứ tự	Giá trị R_a (μm)			Tỷ số S/N (dB)	Trung bình (μm)
	1	2	3		
1	0,017	0,019	0,019	34,724	0,018
2	0,018	0,020	0,019	34,417	0,019
3	0,018	0,017	0,019	34,886	0,018
Trung bình				34,675	0,018

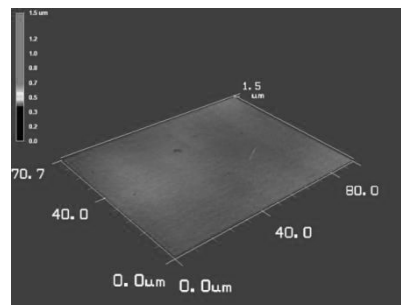
Hình 7 và 8 minh họa bề mặt của N-BK7 trước và sau quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài trong vùng diện tích đo $70,7 \mu\text{m} \times 80 \mu\text{m}$. Dựa vào Bảng 8, giá trị η_{opt} dưới điều kiện tối ưu được tính bằng phương trình (2) như sau:

$$\eta_{\text{opt}} = m + \sum(m_i - m) = 30,111 \text{ (dB)}$$

Giá trị $\eta_{\text{opt}} = 30,111 \text{ (dB)}$ rất gần với giá trị tỷ số S/N của thí nghiệm kiểm chứng $\eta = 34,675 \text{ (dB)}$ (Bảng 8). Do đó, có thể xem các thông số lựa chọn độc lập lẫn nhau.



Hình 7. Ảnh minh họa độ nhám bề mặt của N-BK7 trước quá trình đánh bóng



Hình 8. Ảnh minh họa độ nhám bề mặt của N-BK7 sau quá trình đánh bóng

3.3. Phân tích Anova

Dựa vào kết quả thí nghiệm Taguchi, phân tích Anova được tiến hành để nhận dạng các thông số điều khiển ảnh hưởng nhiều nhất đến độ nhám bề mặt của mẫu thử N-BK7. Bậc tự do của thông số là 2 và bậc tự do của độ sai lệch pool (pooled to error) là 10. Dựa vào bảng phân phối F [10], giá trị của $F_{0.05, 2, 10}$ là 4,1. Các thông số có giá trị F lớn hơn 4,1 được xem là thông số có ảnh hưởng đáng kể đến độ nhám bề mặt của N-BK7. Theo kết quả ở Bảng 9, vật liệu hạt mài, nồng độ hạt mài, góc tác động và áp suất phun là các thông số ảnh hưởng nhiều đến độ nhám bề mặt của mẫu thử N-BK7 trong quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài.

Bảng 9. Bảng phân tích Anova đối với tỷ số S/N

Thông số	Bậc tự do	Tổng bình phương	Bình phương trung bình	Giá trị F	$F_{0.05, 2, 10}$
A	1	51,85	51,85	7,15	4,10
B	2	140,20	70,10	9,67	4,10
C	2	92,62	46,31	6,39	4,10
D	2	1,27	-	-	4,10
E	2	87,75	43,88	6,05	4,10
F	2	4,68	-	-	4,10
Độ sai lệch	6	66,54			
Tổng	17	444,91			
Sai số	10	72,49	7,25		

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đề xuất quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài để cải tiến độ nhám bề mặt kính quang học N-BK7. Dựa vào kết quả thí nghiệm Taguchi L_{18} , các thông số đánh bóng tối ưu được xác định như sau: vật liệu hạt mài Al_2O_3 với đường kính hạt 2,7 μm , nồng độ hạt mài 20%, góc tác động 40°, khoảng cách vòi phun 12 mm, áp suất phun 5 kgf/cm², thời gian đánh bóng 45 phút. Ngoài ra, kết quả thí nghiệm cho thấy quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài trên máy trung tâm gia công có thể cải tiến đáng kể độ nhám bề mặt của kính quang học N-BK7 từ giá trị 0,35 μm xuống 0,018 μm sử dụng các thông số đánh bóng tối ưu. Ngoài ra, vật liệu hạt mài, nồng độ hạt mài, góc tác động và áp suất phun là các thông số ảnh hưởng nhiều đến độ nhám bề mặt của mẫu thử N-BK7 trong quá trình đánh bóng bằng dung dịch hạt mài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Föhnle O. W., Van Brug H., Frankena H. J. - Fluid jet polishing of optical surfaces, *Applied Optics* **37** (1998) 6771- 6773.
2. Booji S. M. - Fluid jet polishing possibilities and limitations of a new fabrication technique, Ph.D. Thesis, Technique University Delft, Netherlands, 2003.
3. Li Z., Li S., Dai Y., Peng X. Q. - Optimization and application of influence function in abrasive jet polishing, *Applied Optics* **49** (15) (2010) 2947-2953.
4. Walker D. D., Brooks D., Freeman R., King A., McCavana G., Morton R., Riley D., Simms J. - The first aspheric form and texture results from a production machine embodying the precession process, *Proceedings of SPIE* **4451** (2001) 267-276.

5. Walker D. D., Beaucamp A.T. H., Brooks D., Freeman R., King A., McCavana G., Morton R., Riley D., Simms, J. - Novel CNC polishing process for control of form and texture on aspheric surfaces, *Proceedings of SPIE* **4767** (2002) 99-105.
6. Liu H., Wang J., Huang C. Z. - Abrasive liquid jet as a flexible polishing tool, *International Journal of Materials and Product Technology* **31** (1) (2008) 2-13.
7. Tsai F. C., Yan B. H., Kuan C. Y., Hsu R. T., Hung J. C. - An investigation into superficial embedment in mirror-like machining using abrasive jet polishing, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* **43** (2009) 500-512.
8. <http://www.crystran.co.uk/optical-glass-nbk7-b270-and-others.htm>.
9. Roy R. K. - Design of experiments using the Taguchi approach: 16 steps to product and process improvement, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001.
10. Ross P. J. - Taguchi techniques for quality engineering, McGraw-Hill, New York, 1996, pp. 329.

ABSTRACT

SURFACE ROUGHNESS IMPROVEMENT OF OPTICAL GLASS USING ABRASIVE JET POLISHING

Pham Huu Loc*, Trinh Tien Tho

Ho Chi Minh City University of Food Industry

*Email: locpham80@gmail.com

Surface finish plays an important role in product quality due to its direct effects on product appearance. Hence, improvement of the surface finish is an essential requirement in industrial products. In an attempt to improve the surface finish of N-BK7 optical glass material, some common methods have been used, such as grinding and lapping. However, the N-BK7 optical glass surface finish has not yet been significantly improved by using these methods. Therefore, this study proposes abrasive jet polishing (AJP) process that can considerably improve the N-BK7 optical glass surface finish. In addition, this study also takes into account optimal parameters for the AJP. Based on the Taguchi's L_{18} orthogonal array experimental results and the signal-to-noise (S/N) ratio, the optimal parameters for the N-BK7 optical glass are found. These optimal parameters are to be as follows: a pressure of 5 kgf/cm^2 , an impact angle of 40° , a standoff distance of 12 mm, the abrasive material of Al_2O_3 , an abrasive concentration of 20%, and a polishing time of 45 min. The surface roughness (R_a) of specimen is improved from $0.350 \mu\text{m}$ to $0.018 \mu\text{m}$ by using the optimal AJP parameters.

Keywords: Abrasive jet polishing, surface roughness, Taguchi method, ANOVA, optical glass.