NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO KHUÔN ÉP ĐÁ CO_2 DẠNG VIÊN NÉN

RESEARCH DESIGN, MANUFACTURING OF MOLDS TO MAKING CO_2 ICE

Phùng Xuân Sơn
Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo này, trình bày các kết quả nghiên cứu tính toán thiết kế khuôn tạo đá CO_2 dạng viên, cho phép làm tăng chất lượng đá, tăng năng suất và giảm giá thành sản phẩm đá CO_2.

Từ khóa: *CO_2 ice; Khuôn; Năng suất; Chất lượng; Giá thành.*

ABSTRACT

This paper presents the research results generated design calculations mold to making CO_2 tablets of stone increases the quality, increase productivity and reduce product cost of CO_2 ice.

Keywords: *CO_2ice; Mold; Productivity; Quality; Price.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình tính toán thiết kế, chế tạo máy sản xuất đá CO_2 (đá khô) quan trọng nhất là tính toán buồng phun tuyết, tính toán bộ khuôn ép đá làm việc trong điều kiện lực ép tác động lên khuôn tạo đá rất lớn, làm việc trong điều kiện nhiệt độ âm sâu (-79,5°C). Nghiên cứu tối ưu hóa về vật liệu, ứng suất, hình dạng lỗ khuôn...của bộ khuôn, góp phần nâng cao năng suất, chất lượng của đá CO_2.

Công suất máy tính toán thiết kế: 80 - 120 kg/giờ; Hiệu suất tạo đá 3kg lỏng được 1kg đá CO_2.

Đá CO_2 viên nén: Đường kính 3; 6; 10; 15mm ứng với chiều dài lỗ khuôn l(mm). Khối lượng riêng của đá ρco_2 = 160 kg/m^3 ≅ 16.10^{-7} kg/mm^3.

Bảng 1: Quan hệ đường kính và chiều dài lỗ khuôn

d (mm)	3	6	10	15
l (mm)	40	40	80	80

2. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ LÀM VIỆC CỦA KHUÔN TẠO ĐÁ

2.1. Lựa chọn vật liệu chế tạo khuôn

Có nhiều giải pháp chọn vật liệu như thép inox 304, hợp kim nhôm, chế tạo bằng thép SKD11 (nhiệt luyện và mạc rôm); Hợp kim đồng,v.v...chúng tôi thấy rằng, với điều kiện làm việc âm sâu, chịu mài mòn và không bị ôxi hóa, chúng tôi chọn vật liệu là hợp kim nhôm 7075 có thành phần hóa học và đặc tính cơ học như trong bảng 1.2.

Bảng 1: Hợp kim và thành phần hoá học

HỢP KIM	Thành phần hoá học(%)											
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Zr, V, Ga, Zr+Ti	Ti	Thành phần khác		Thành phần khác
										Riêng	Tổng	
A7075	0.40 max.	0.50 max.	1.2 to 2.0	0.30 max.	2.1 to 2.9	0.18 to 0.28	5.1 to 6.1	Zr+Ti 0.25 max.	0.20 max.	0.05 max.	0.15 max.	Phần còn lại

Bảng 2: Đặc tính cơ học

Số hợp kim	Độ cứng	Độ bền			
		Độ dày (mm)	Độ căng kgf/mm² (N/mm²)	Sức bền kgf/mm² (N/mm²)	Độ giãn %
A7075P	T651	6.5 - 13	55 (539) min	47 (461) min.	9 min.
		> 13 - 25	55 (539) min	48 (471) min.	7 min.
		> 25 - 50	54 (530) min	47 (461) min.	6 min.
		> 50 - 60	53.5 (525) min	45 (441) min.	5 min.
		> 60 - 80	50.5 (495) min	43 (422) min.	5 min.
		> 80 - 90	50 (490) min	41 (402) min.	5 min.
		> 90 - 100	47 (461) min	37.5 (368) min.	3 min.

Chiều dầy khuôn có 3 loại: Khuôn đá 15mm là 80mm; khuôn 3, 6...là 40mm.

2.2. Thời gian một hành trình ép đá

$T = T_{đ} + T_{về} + T_{phun} = 3,5 + 3,5 + 1 = 8$ (s) $\approx$ 0,133 phút.

ISSN 0866 - 7056
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 5 năm 2016
www.cokhivietnam.vn

Số hành trình ép trong một phút: $K = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,133} = 8$ htk/ph

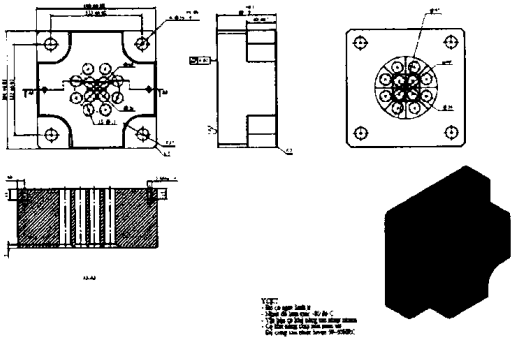
2.3. Đường kính lỗ xi lanh ép D (mm)

Với $D \geq 4d$; Chọn $d \rightarrow 15 \geq D \geq 4.15 = 60$mm. Chọn D = 80mm.

2.4. Khối lượng đá trong một lần ép

$$m = \frac{N}{K} = \frac{2,67}{8} = 0,3 \text{ kg/htk}$$

2.5. Tính số lỗ khuôn z (lỗ)



Hình 1: Bố trí lỗ khuôn làm đá kiểu hướng tâm (khuôn d = 15mm)

Ta có: $N_m = Z.K.\rho_{đá}.\pi.\frac{d^2}{4}.l$ (kg/ph)

Trong đó:

N_m: Công suất của máy tạo đá (kg/ph); k:Số lần ép của piston trong 1 phút (htk/ph) (trong quá trình làm việc ổn định); m: Khối lượng đá 1 lần ép (kg/htk); z: Số lỗ khuôn; ρ: Khối lượng riêng của đá CO_2 (kg/mm^3); d: Đường kính viên đá (đường kính lỗ khuôn) (mm); l: Chiều dài lỗ khuôn (chiều dày khuôn) (mm).

Từ đó, ta có: $Z = \frac{4N_m}{K.\rho_{đá}.\pi.d^2.l}$ (lỗ)

Bảng 3: Quan hệ số lỗ và đường kính khuôn

d (mm)	3	6	10	15
l (mm)	40	40	80	80
z (lỗ)	590	74	27	12

Cách sắp xếp lỗ khuôn: Tạo dạng vòng tròn hướng tâm và so le nhau giữa các hàng.Nếu Z chẵn các lỗ bố trí đối xứng qua tâm, Z lẻ các lỗ đối xứng nhau qua tâm và có một lỗ qua tâm khuôn. Do đó, số lỗ trên khuôn thực tế còn phụ thuộc vào các sắp xếp. Khi thiết kế khuôn thực với khuôn d = 15mm, z = 12 lỗ. Tuy nhiên, với khuôn d = 3mm số lỗ trên khuôn có sự thay đổi nhiều, z = 394 lỗ.

2.6. Thể tích tuyết một lần ép

$V_t = \eta . V_{da}$ (mm³/htk); (hiệu suất tạo đá từ tuyết $\eta = 3$)

Ta có: $V_t = \eta.\pi.l.Z\frac{d^2}{4} = 3.\pi.\pi.80.12\frac{15^2}{4} = 5.10^5 mm^3/htk$

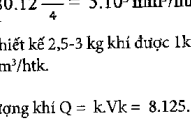
Với hệ số tạo tuyết của máy thiết kế 2,5-3 kg khí được 1kg đá. Vậy, thể tích khí $V_k = 2,5.Vt = 2,5.5.10^5 = 125.10^4$ mm³/htk.

Ta cũng xác định được lưu lượng khí Q = k.Vk = 8.125.104 mm³/ph = 0,01 m³/ph.

Lưu lượng Q là cơ sở để tính toán và lựa chọn van điện từ của buồng phun khí máy tạo đá.

3. KIỂM NGHIỆM BỀN ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC CÁC CHI TIẾT CHÍNH CỦA MÁY TẠO ĐÁ CO_2

Các bản vẽ các chi tiết, cụm chi tiết của máy được thiết kế bằng phần mềm thiết kế inventor 2014. Tính toán và kiểm nghiệm lại điều kiện bền của vật liệu với các chi tiết đã được thiết kế theo các đường kích đã tính toán. Việc kiểm nghiệm bền của chi tiết và kiểm nghiệm quá trình làm việc của khuôn bằng phần mềm Ansys.

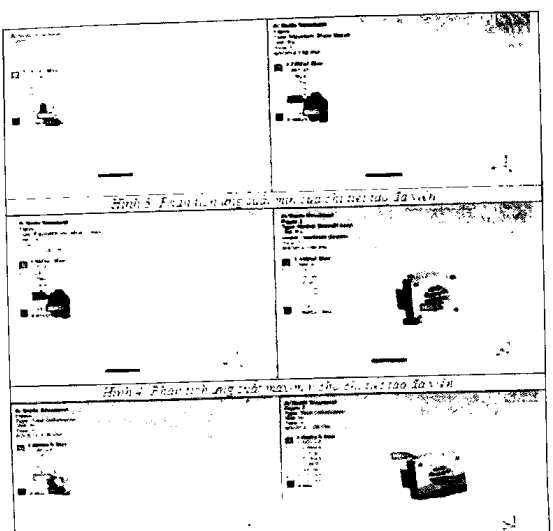


Hình 2: Phân tích kiểm bền cho chi tiết tạo đá viên.

ISSN 0866 - 7056
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 5 năm 2016
www.cokhivietnam.vn

Bảng 4: Kết quả phân tích chi tiết khuôn tạo đá viên

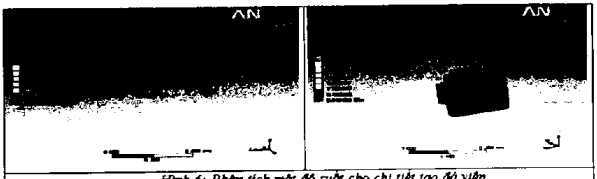
Object Name	Minimum Principal Stress	Maximum Shear Stress	Equivalent Stress	Normal Stress	Total Deformation
State	Solved				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Geometry	All Bodies				
Definition					
Type	Minimum Principal Stress	Maximum Shear Stress	Equivalent (von-Mises) Stress	Normal Stress	Total Deformation
By	Time				
Display Time	Last				
Calculate Time History	Yes				
Identifier					
Suppressed	No				
Orientation				X Axis	
Coordinate System				Global Coordinate System	
Integration Point Results					
Display Option	Averaged				
Results					
Minimum	-5.5766e+007 Pa	8.2476e-003 Pa	1.4325e-002 Pa	-1.9595e+007 Pa	0. m
Maximum	1.7537e+007 Pa	2.7492e+007 Pa	4.9471e+007 Pa	2.1402e+007 Pa	2.8666e-005 m
Minimum Occurs On	Solid				
Maximum Occurs On	Solid				
Information					
Time	1. s				
Load Step	1				
Substep	1				
Iteration Number	1				



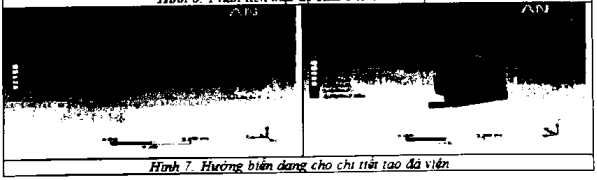
Bảng 5: Thông tin tính toán chạy mô phỏng

Object Name	*Stress Intensity*	*Directional Deformation*	*Stress Intensity 2*
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Stress Intensity	Directional Deformation	Stress Intensity
By	Time		

Display Time	Last		
Calculate Time History	Yes		
Identifier			
Suppressed	No		
Orientation		X Axis	
Coordinate System		Global Coordinate System	
Integration Point Results			
Display Option	Averaged		Averaged
Results			
Minimum	1.6495e-002 Pa	-5.7021e-007 m	1.6495e-002 Pa
Maximum	5.4983e+007 Pa	7.6437e-006 m	5.4983e+007 Pa
Minimum Occurs On	Solid		
Maximum Occurs On	Solid		
Information			
Time	1. s		
Load Step	1		
Substep	1		
Iteration Number	1		



Hình 6: Phân tích mật độ suất cho chi tiết tạo đá viên



Hình 7. Hướng biến dạng cho chi tiết tạo đá viên

Nhận xét:

- Từ biểu đồ và các bảng phân tích ta nhận thấy rằng, ứng xuất min- max của chi tiết đều nhỏ hơn giới hạn bền cho phép. Độ biến dạng $2.5x10^{-5}$ mm không ảnh hưởng đến khả năng làm việc của chi tiết.
- Chi tiết khuôn hoàn toàn đảm bảo và đáp ứng được điều kiện bền làm việc.

4. CHẾ TẠO BỘ KHUÔN TẠO ĐÁ VIÊN

Trong quá trình nghiên cứu, chúng tôi đã gia công chế tạo thành công các bộ khuôn tạo đá như trên hình 8. Do có nhiều loại đá được sử dụng trong thực tế tùy thuộc vào nhu cầu, sẽ có nhiều máy và dạng khuôn tạo đá khác nhau (lỗ khuôn).

Hình 8: Các loại khuôn ép đá viên: Khuôn đường kính 3mm (a); Khuôn 9mm (b),15mm (c)

Khuôn đá 3mm hình 8.a, được sử dụng nhiều nhất và thường xuyên. Do đó, không thể thiếu được bộ khuôn này khi mua máy.

5. KẾT LUẬN

Để đảm bảo tối ưu hóa các thông số của khuôn tạo đá, phải nghiên cứu lựa chọn vật liệu phù hợp (hợp kim nhôm 7075), số lỗ khuôn, các bố trí lỗ khuôn, mô phỏng kiểm tra ứng suất, biến dạng và phân bố lực tác động lên bề mặt làm việc của khuôn cho phép tuổi thọ khuôn cao nhất.❖

Ngày nhận bài: **12/4/2016**
Ngày phản biện: **10/5/2016**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Phùng Xuân Sơn, Phạm Văn Đông, Nguyễn Xuân Yên (trang 635-661(2015); *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến độ sạch bề mặt khuôn mẫu bằng phương pháp phun đá khô CO_2 đến độ sạch bề mặt khuôn ép đùn cao su, nhựa*; Hội nghị Khoa học và Công nghệ Toàn quốc về Cơ khí lần thứ IV.
[2]. Phùng Xuân Sơn, Bùi Quang Toàn (số 11/2015); *Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến năng suất, độ sạch khi làm sạch một số chất bẩn bằng phương pháp phun đá CO_2*; Tạp chí Cơ khí Việt Nam.
[3]. Phùng Xuân Sơn (2015); *Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến năng suất, độ sạch khi làm sạch bụi xi măng trên tấm ghi nhà lạnh nhà máy xi măng bằng phương pháp phun đá CO_2*; Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.
[4] Bạch Thanh Bắc (Luận văn Thạc sĩ 2014); *Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ khi phun đá CO_2 đến độ sạch bề mặt khuôn ép đùn cao su, nhựa*; Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.
[5]. Bùi Quang Toàn (Luận văn Thạc sĩ 2015); *Nghiên cứu làm sạch một số chất bẩn thông dụng bằng phương pháp phun đá CO_2*.Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.