

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXIII SỐ 5-2023



- » HỘI NGHỊ KHOA HỌC KỸ THUẬT MỎ TOÀN QUỐC LẦN THỨ XXVIII VỚI CHỦ ĐỀ “KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG CÔNG NGHIỆP MỎ VIỆT NAM”
- » ĐỊNH HƯỚNG KHAI THÁC, SỬ DỤNG VÀ KINH DOANH ĐẤT ĐÁ THẢI TRONG QUÁ TRÌNH KHAI THÁC VÀ CHẾ BIẾN THAN THUỘC TKV TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH QUẢNG NINH ĐẾN NĂM 2030, DỰ BÁO SAU NĂM 2030
- » PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH BỜ MỎ LỘ THIÊN VỚI ĐỒNG BỘ ỨNG DỤNG TIN HỌC

MỤC LỤC

TIN NỔI BẬT

- ❖ Hội nghị Khoa học Kỹ thuật Mỏ toàn quốc lần thứ XXVIII với chủ đề "Kinh tế tuần hoàn trong Công nghiệp Mỏ Việt Nam" Kiều Kim Trúc 5

TIÊU ĐIỂM

- ❖ Định hướng khai thác, sử dụng và kinh doanh đất đá thải trong quá trình khai thác và chế biến than thuộc TKV trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh đến năm 2030, dự báo sau năm 2030 Đặng Thanh Hải 7

KHAI THÁC MỎ

- ❖ Giải pháp khai thác khu vực chân lò chợ khi vượt qua lò xuyên vỉa cúp tại vỉa V6 Đông cánh Bắc - Công ty Than Mạo Khê - TK Phạm Đức Hưng 13

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

- ❖ Về kết cấu neo giảm áp chống giữ cho các đường lò đào qua khối đá mềm yếu Đào Viết Đoàn 18

TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ❖ Nghiên cứu thu hồi apatit trong bãi thải của Nhà máy tuyển quặng apatit Bắc Nham Sơn, Lào Cai Trần Văn Được 24 và nnk

CƠ KHÍ, CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng một số thông số công nghệ đúc ly tâm cánh quạt hướng trục đến đặc tính khí động học cánh quạt Đặng Vũ Đình 30 và nnk

ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ❖ Phương pháp tính toán ổn định bờ mỏ lộ thiên với đồng bộ ứng dụng tin học Kiều Kim Trúc 39
- ❖ Bản chất quặng hóa vàng gốc khu vực Sakai, nước CHDCND Lào Lê Thị Thu 49

CÔNG NGHIỆP DẦU KHÍ

- ❖ Triển vọng thu, sử dụng và lưu giữ CO₂ (CCUS) ở Việt Nam Nguyễn Hồng Minh, Nguyễn Thu Hương 58

KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Tiềm năng phát triển sản phẩm du lịch đá quý ở Việt Nam Phạm Thị Thanh Hiền 65 và nnk

SÁNG KIẾN - CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

- ❖ Sản xuất titan xốp từ xỉ titan Nguyễn Thành Sơn 74

TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Công ty Nhiệt điện Na Dương - TKV và Công ty Nhiệt điện Cao Ngạn - TKV kỷ niệm 20 năm ngày thành lập Đoàn Văn Kiển 81
- ❖ Hội nghị Khoa học Công nghệ Tuyển khoáng toàn quốc lần thứ VI Ngọc Kiên 83
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 85
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới Kiều Kim Trúc 95

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

THƯ KÝ KIỂM TRỊ SỰ
PGS. TS. KIỀU KIM TRÚC

BAN BIÊN TẬP
TS. TRẦN TỬ BA
TS. NGUYỄN BÌNH
TS. NGUYỄN TIẾN CHÍNH
PGS.TS. NHỮ THỊ KIM DUNG
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG
PGS.TS. LƯƠNG QUANG KHANG
TS. NGUYỄN THÚY LAN
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
TS. LÊ ĐỨC PHƯƠNG
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS.NGUT. HỒ SĨ GIAO
PGS.TS.NGUT. TRẦN XUÂN HÀ
TS. TRẦN XUÂN HÒA
TS. PHÙNG QUỐC HUY
GS.TS.NGUT. VÕ CHÍ MỸ
GS.TS.NGUT. BÙI XUÂN NAM
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
TS. PHAN NGỌC TRUNG

TÒA SOẠN

Số 226 Đường Lê Duẩn,
Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Giấy phép xuất bản số:
376/GP-BTTTT

của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1. Nhà máy Nhiệt điện than Na Dương
cạnh mỏ than Na Dương (Ảnh Trần Hòa)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436

* Nộp lưu chiểu: Tháng 11 năm 2023

CONTENTS

CHIEF EDITOR IN CHARGE

Dr. TA NGOC HAI

EDITORIAL SECRETARY & MANAGER

Assoc. Prof. Dr. KIEU KIM TRUC

EDITORIAL BOARD

Dr. TRAN TU BA
Dr. NGUYEN BINH
Dr. NGUYEN TIEN CHINH
Assoc. Prof. Dr. NHU THI KIM DUNG
Prof. Dr. VO TRONG HUNG
Assoc. Prof. Dr. LUONG QUANG KHANG
Dr. NGUYEN THUY LAN
Dr. NGUYEN HONG MINH
Dr. LE DUC PHUONG
Dr. DAO DAC TAO
Eng. TRAN VAN TRACH

EDITORIAL COUNCIL

Assoc. Prof. Dr. PHUNG MANH DAC
Dr.Sc. DINH NGOC DANG
Assoc. Prof. Dr. HO SI GIAO
Assoc. Prof. Dr. TRAN XUAN HA
Dr. TRAN XUAN HOA
Dr. PHUNG QUOC HUY
Prof. Dr. VO CHI MY
Prof. Dr. BUI XUAN NAM
Assoc. Prof. Dr. NGUYEN CANH NAM
Dr. PHAN NGOC TRUNG

EDITORIAL OFFICE

226 Le Duan Rd., Dong Da Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

*License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and Communications, issued on July 13 th, 2016

* Printed at Tran Gia Printing and Trading Company Ltd.024
Phone: 02437326436

*Legally deposited: in November 2023

REMARKABLE NEWS

- ❖ The 28th National Mining Science and Technology Conference with the theme "Circular Economy in Vietnam Mining Industry" Kieu Kim Truc 5

FOCUS

- ❖ Orientation for exploitation, use and trading of waste rocks in the process of coal mining and processing of Vinacom in Quang Ninh province until 2030, forecast after 2030 Dang Thanh Hai 7

MINING

- ❖ Solution to mining face near maingate when advancing through crosscut at seam V6 east of North wing - TKV Mao Khe coal mine Pham Duc Hung 13

UNDERGROUND AND MINING CONSTRUCTION

- ❖ Regarding the yielding bolt structure to support the roadway driven in the soft and weak rock mass Dao Viet Doan 18

MINERAL BENEFICIATION AND PROCESSING

- ❖ Research for apatite recovery in the tailing pond of Bac Nhat Son apatite beneficiation plant, Lao Cai Tran Van Duoc et al 24

MECHANICAL ENGINEERING, MINING ELECTROMECHANICS

- ❖ Research into the influence of some technological parameters centrifugal casting to manufacture of axial propellers on its aerodynamic characteristics Dang Vu Dinh et al 30

GEOMECHANICS, GEOMATICS, GEOLOGY, GEODESY

- ❖ Pit slope stability analysis methods with overall application of computer Kieu KimTruc 39
- ❖ Nature of the original gold ore in Sakai area, Laos PDR Le Thi Thu 49

OIL AND GAS INDUSTRY

- ❖ Prospects for CO₂ capture, use and storage (CCUS) in Vietnam Nguyen Hong Minh, Nguyen Thu Huong 58

ECONOMY, MANAGEMENT

- ❖ Potential for developing gemstone tourism products in Vietnam Pham Thi Thanh Hien et al 65

INNOVATION- NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

- ❖ Production of titanium sponge from titanium slag Nguyen Thanh Son 74

NEWS AND EVENTS

- ❖ Na Duong Thermal Power Company - TKV and Cao Ngan Thermal Power Company - TKV celebrate their 20th anniversary of establishment Doan Van Kien 81
- ❖ The 6th National Conference on Mineral processing Science and Technology Ngoc Kien 83
- ❖ Vietnam Mining industry's news CNM 85
- ❖ World Mining industry's news Kieu Kim Truc 95



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐÚC LY TÂM CÁNH QUẠT HƯỚNG TRỰC ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC CÁNH QUẠT

Đặng Vũ Đình, Nguyễn Văn Xô, Nguyễn Thế Hoàng
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Email: dangvudinh@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Mục đích nghiên cứu này để đánh giá ảnh hưởng của một số thông số trong quy trình đúc ly tâm đến hiệu suất của quạt hướng trục. Có thể thấy rằng, chất lượng trạng thái bề mặt, đặc tính vật liệu và thiết kế cánh quạt có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất của quạt. Việc sử dụng phương pháp đúc ly tâm thông thường là một cải tiến sáng tạo và rất phù hợp để chế tạo những quạt cánh rỗng. Với phương pháp này có thể giảm chi phí và sản xuất tương đối dễ dàng. Ngoài ra, các đặc tính rỗng của cánh quạt mang lại cho quạt nhiều lợi thế, đặc biệt là trong điều khiển chủ động dòng tổn thất tại vị trí biên cánh quạt với vỏ hộp và khả năng hấp thụ âm thanh. Trong nghiên cứu này, vật liệu được sử dụng là polyetylen mật độ thấp (LDPE). Các thông số của quy trình được nghiên cứu bao gồm: khối lượng bột (Polyetylen), nhiệt độ và thời gian gia nhiệt trong lò. Một chiếc quạt có thông số kích thước hình học tương tự được gia công từ nhôm thổi đóng vai trò là quạt đối chứng. Hiệu suất khí động học của các quạt được thử nghiệm trên bộ thử nghiệm tiêu chuẩn ISO 5801. Các phân tích và so sánh được thực hiện dựa trên các thông số được lựa chọn cho quá trình chế tạo quạt. Kết quả cho thấy, sự lựa chọn tối ưu các biến số của quy trình sản xuất là cần thiết để đạt được hiệu suất cơ khí mong muốn cho cánh quạt được chế tạo bởi công nghệ này.

Từ khóa: quạt, quạt hướng trục rỗng, đúc ly tâm, động lực học, polyetylen

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ đúc ly tâm được phát triển từ những năm 1950. Hiện nay, ngày càng có nhiều nghiên cứu, ứng dụng, cải tiến công nghệ này: nghiên cứu thiết kế, cải thiện hiệu suất của cánh quạt rỗng đạt được bằng cách đúc ly tâm [1] và tối ưu hóa quy trình đúc này đã được xem xét [2]. Crawford và cộng sự [3, 4] đã nghiên cứu phương pháp làm nguội và điều chỉnh áp suất bên trong khuôn để giảm sự co ngót của sản phẩm đúc, tăng độ láng mịn bề mặt sản phẩm. Về cơ bản, công nghệ đúc ly tâm thông thường chỉ phù hợp với các chi tiết đơn giản, không có nhiều góc cạnh, không gian bên trong khuôn lớn... Nhưng với phương pháp này, các chi tiết có cấu trúc phức tạp là một thách thức, hạn chế. Các nghiên cứu ứng dụng liên quan đến lĩnh vực ô tô, đặc biệt là quạt làm mát ô tô trong thời gian gần đây [5, 6, 7]. Các nghiên cứu này sử dụng

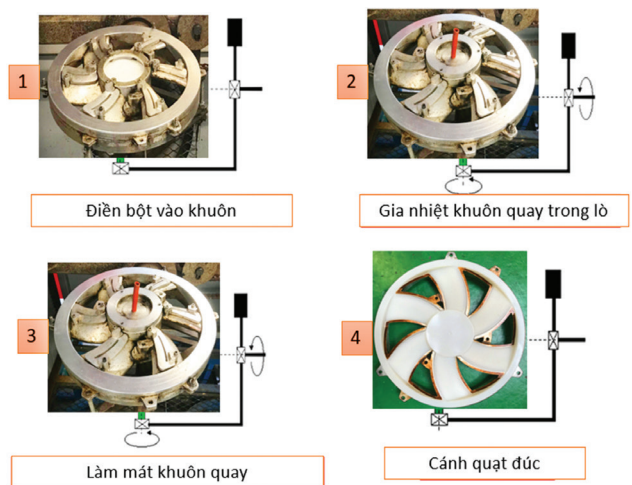
phương pháp đúc ly tâm để tạo ra các phiên bản quạt hướng trục, ứng dụng trong lĩnh vực quạt làm mát ô tô để cải thiện hiệu suất, tiếng ồn. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chưa đề cập sâu đến vấn đề ảnh hưởng các thông số chế tạo đến chất lượng của quạt nhận được. Do đó, trong nghiên cứu này sẽ tập trung đề cập đến các yếu tố tác động trong quá trình chế tạo ảnh hưởng đến chất lượng, đặc tính động lực học của cánh quạt hướng trục thu được. Quạt hướng trục có đặc điểm hình dạng hình học phức tạp, nhưng mang lại cho chúng các lợi thế về đặc tính khí động học và âm thanh. Thông thường, quạt hướng trục cho phép dùng các cánh quạt mỏng. Nhưng để có thể chế tạo quạt bằng phương pháp đúc ly tâm, độ dày của cánh quạt phải tương đối lớn [8, 9]. Tuy nhiên, độ dày của cánh quạt cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến các đặc điểm này [8]. Quá trình đúc ly tâm cho phép tạo ra các cánh quạt dày và

rỗng. Đặc tính này mang lại cho cánh quạt những lợi thế hữu ích mà chắc chắn không thể đạt được bằng các phương pháp thông thường khác. Để đánh giá ảnh hưởng của các thông số trong quy trình đúc ly tâm, các mẫu của quạt sẽ được chế tạo. sau đó được kiểm tra trên bộ thử nghiệm để xác định các đặc tính khí động học của các quạt thu được bằng quy trình này. Ngoài ra, để so sánh các đặc tính khí động học của các cánh quạt đúc bằng phương pháp ly tâm, một cánh quạt với các với cùng thông số hình học bằng nhôm được chế tạo bằng phương pháp gia công (quạt này chỉ khác phương pháp chế tạo). Cánh quạt bằng nhôm sử dụng trong nghiên cứu này được coi là cánh quạt đối chứng.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Giới thiệu công nghệ đúc ly tâm

Hiện nay có hai phương pháp đúc ly tâm áp dụng để chế tạo cánh quạt hướng trục: phương pháp đúc ly tâm thông thường và phương pháp đúc ly tâm phản ứng [2, 6]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này sử dụng quy trình đúc ly tâm thông thường, quy trình này gồm 4 bước chính (Hình H.1): 1 - Điền bột vào khuôn; 2 - Gia nhiệt khuôn quay trong lò; 3 - Làm mát khuôn quay; 4 - Cánh quạt đúc. Khuôn được đặt trên hai trục quay vuông góc, tốc độ quay của hai trục là độc lập và có thể tùy chỉnh. Điều này cho phép tính linh hoạt khi sản xuất các bộ phận đúc có hình dạng phức tạp hoặc các sản phẩm yêu cầu chất lượng cao [10, 11]. Thông thường, tốc độ quay được giữ không đổi trong quá trình gia nhiệt trong lò và quá trình làm mát.



H.1. Các bước của quá trình đúc cánh quạt

Ưu điểm chính của công nghệ đúc này cho phép tạo ra các cánh dày và rỗng. Đặc tính này của các cánh mang lại cho cánh quạt những lợi thế hữu ích mà không thể đạt được bởi các phương pháp thông thường khác (Hình H.3).



H.2. Mặt cắt của quạt chế tạo (quạt rỗng ở giữa)

2.2. Đặc tính vật liệu chế tạo cánh quạt

Hiện tại, khoảng 90% cánh quạt được sản xuất bằng phương pháp đúc ly tâm được làm từ polyetylen (PE), thích hợp cho các ứng dụng phi kỹ thuật (bảng chỉ dẫn đường cao tốc, đồ chơi, thuyền kayak...) và sử dụng ở nhiệt độ đủ thấp [11]. Ngoài ra, giá thành sản xuất và giá thành của vật liệu PE không đắt so với vật liệu làm khuôn thông thường. Vì vậy, việc sản xuất quạt bằng khuôn quay rất có triển vọng và có cơ hội thực sự để phát triển. Trong nội dung nghiên cứu này, bột polyetylen mật độ thấp được sử dụng để chế tạo cánh quạt. Loại bột này có khối lượng nóng chảy theo thời gian 3,3 g/10 min, khối lượng riêng 938 kg/m³ và kích thước hạt khoảng 125-250 μm.

2.3 Lựa chọn một số thông số của quá trình đúc

Ảnh hưởng của các yếu tố liên quan quá trình đúc ly tâm được nghiên cứu là: khối lượng bột, nhiệt độ và thời gian gia nhiệt trong lò. Trong quá trình chế tạo cánh quạt, nếu thời gian gia nhiệt hoặc nhiệt độ không đủ, sự nóng chảy của polymer không hoàn toàn, bột khí không được hòa tan. Điều này làm giảm độ cứng của cánh quạt nhận được. Mặt khác, nếu thời gian gia nhiệt hoặc nhiệt độ quá cao, vật liệu sẽ xuống cấp, thay đổi màu sắc và cánh quạt trở nên giòn, dễ vỡ. Bên cạnh đó, khối lượng bột cũng ảnh hưởng đến chất lượng của cánh quạt: như độ dày, độ bền,... Ngoài ra, nếu ta đổ quá nhiều bột vào khuôn có thể dẫn

đến bột không di chuyển được trong khuôn (do bị chèn ép hoặc khoảng trống quá ít), biên dạng của cánh quạt không đều do thiếu bột... Do vậy, trong nghiên cứu này chúng ta sẽ xem xét các yếu tố (khối lượng bột, nhiệt độ lò, thời gian trong lò...):

Ta có mã chế tạo cánh quạt như sau: PEL - m - $T_{lò}$ - $\Delta t_{lò}$

- PEL - Vật liệu sử dụng là Polyetylen tỷ trọng thấp;

- Khối lượng vật liệu m = (300, 400; 500), g ;

- Nhiệt độ của lò : $T_{lò}$ = (250; 285; 330), °C ;

- Thời gian gia nhiệt: $\Delta t_{lò}$ = (12; 15; 20), min;

- Phương pháp làm mát khuôn đúc: làm mát bằng quạt gió trong 20 min.

Bảng 1 giới thiệu 09 cánh quạt được chế tạo, tương ứng 500g bột PE cho mỗi cánh quạt. Khối lượng bột được sử dụng là một thông số quan trọng vì lý do kinh tế, cũng như thời gian một chu kỳ chế tạo bao gồm thời gian gia nhiệt và làm mát. Nếu các biến này là tối thiểu, việc sản xuất cánh quạt sẽ mang lại hiệu quả hơn.

Bảng 1 - Đặc điểm chế tạo quạt được xem xét sử dụng 500g bột PE, làm mát bằng không khí với thời gian là 20 min

Công thức chế tạo	Khối lượng bột (g)	Nhiệt độ trong lò $T_{lò}$ (°C)	Thời gian gia nhiệt $\Delta t_{lò}$ (phút)
PEL-500-250-12	500	250	12
PEL-500-250-15	500	285	15
PEL-500-250-20	500	330	20
PEL-500-285-12	500	250	12
PEL-500-285-15	500	285	15
PEL-500-285-20	500	330	20
PEL-500-330-12	500	250	12
PEL-500-330-15	500	285	15
PEL-500-330-20	500	330	20

2.4 Phương pháp phân tích FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy)

Quang phổ hồng ngoại (FTIR) là một kỹ thuật phân tích hóa lý nhằm phát hiện các liên kết giữa các hạt nhân nguyên tử và sự sắp xếp của chúng. Phương pháp này cho phép truy cập trực tiếp vào thông tin phân tử, bản chất hóa học, tổ chức và cấu trúc của vật liệu cần phân tích. Dưới tác dụng của bức xạ hồng ngoại, các phân tử của mẫu phân tích trải qua các dao động thay đổi trạng thái ở tần số đặc trưng của phân tử [12]. Quang phổ hồng ngoại

giúp xác định bản chất hóa học của vật liệu cần phân tích bằng cách phát hiện các dao động đặc trưng trong liên kết phân tử.

Mỗi nhóm liên kết (hoặc nhóm chức năng) tương ứng với một khu vực trên quang phổ thu được. Do đó, dễ dàng cho phép xác định các thay đổi trong phổ, hay chính xác hơn là sự xuất hiện của các tương tác của nhóm chức trong mỗi vùng [13], Bảng 2.

Bảng 2. Đặc điểm của một số nhóm hóa học

Đặc tính nhóm	Loại liên kết	Dải tần số sóng (cm ⁻¹)
Cétone $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{R} \end{matrix}$	C = O	1705 – 1725
Aldéhyde $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \end{matrix}$	C = O C - H	1720 - 1740 2650 - 2930
Acide carboxylique $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \end{matrix}$	C = O O - H	1730 3200 - 3400
Ester $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OR} \end{matrix}$	C = O	1750
Anhydride $\begin{matrix} \text{O} & \text{O} \\ & \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \end{matrix}$	C = O	1760 - 1800 900 -1300
Acide halide $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ \text{C}-\text{C}-\text{X} \end{matrix}$	C = O	1800
Amide $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \end{matrix}$	C = O N - H N ≡ C	1680 1650 3350

2.5 Cánh quạt nhôm gia công (quạt đối chứng)

Để xác định những ưu điểm hoặc nhược điểm của quy trình đúc quay chế tạo cánh quạt hướng trục, một cánh quạt nhôm gia công tham chiếu được thiết kế với cùng thông số kỹ thuật đối với cùng một điểm thiết kế và chỉ khác nhau về quá trình chế tạo, (Hình H.3).



H.3. Hình ảnh (a) quạt đúc ly tâm và (b) quạt đối chứng

2.6 Bảng thử đặc tính khí động lực học cánh quạt

Bảng thử được chế tạo theo tiêu chuẩn ISO

5801 [14], có kích thước (1,3 x 1,3 x 1,8) m (Hình H.4). Đặc tính động lực học của quạt được xác định bằng cách thay đổi lưu lượng tại cửa hút

(đường đặc tính được xác định bằng 11 điểm tương đương 11 đường kính khác nhau) như trong Bảng 3.

Bảng 3. Đường kính cửa hút

d (mm)										
121	135	169	190	220	238	267	300	336	375	475

Áp suất tĩnh Δp được đo tại 4 lỗ xung quanh hộp với độ chính xác tuyệt đối $\pm 0.1 Pa$. Một tấm đục lỗ với đường kính 50mm được đặt bên trong hộp để tránh hiện tượng xoáy của dòng chất khí. Lưu lượng dòng khí Q_v được xác định theo công thức (1):

$$Q_v = \frac{\alpha \varepsilon \pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}} \quad (1)$$

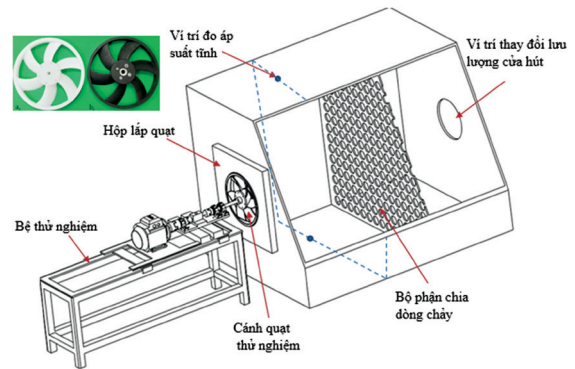
Trong đó: α và ε là hằng số ($\alpha \cdot \varepsilon = 0,6$); d - đường kính cửa hút, mm; Δp - áp suất tĩnh, Pa; ρ - mật độ không khí, kg/m^3 . Giá trị mô-men xoắn C trên trục lắp quạt được xác định bởi cảm biến HBM T20WN với sai số bằng 0,1% giá trị tối đa. Máy đo vận tốc góc ω với độ chính xác $\pm 0,2\%$. Hiệu suất tĩnh η_s , được xác định công thức (2):

$$\eta_s = \frac{\Delta p \cdot Q_v}{C \cdot \omega} \quad (2)$$

Hệ số lưu lượng (ϕ) và hệ số áp suất tĩnh (ψ) được xác định với độ sai số tương ứng bằng $\pm 0,5\%$ và $\pm 0,3\%$.

$$\phi = \frac{Q_v}{\pi \cdot \omega \cdot R_{max}^3} \quad (3)$$

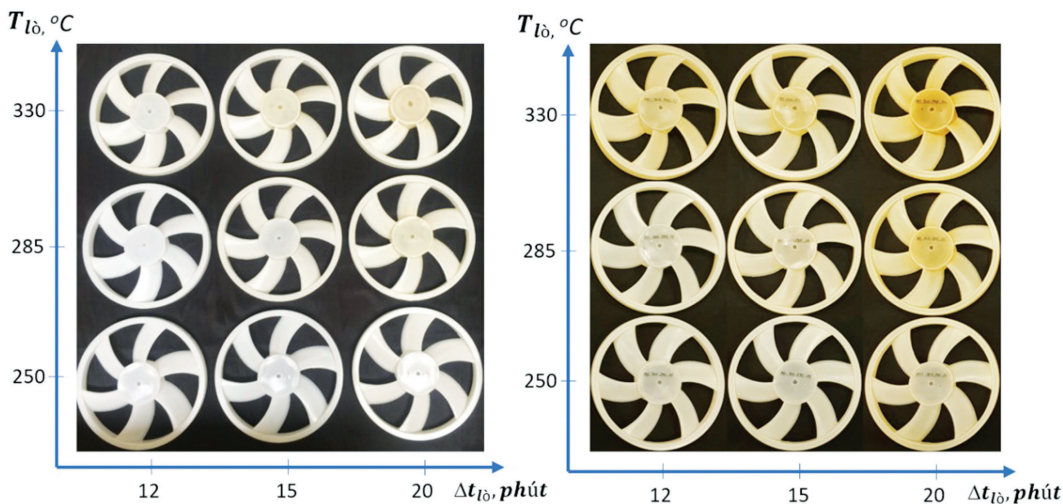
$$\psi = \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho \cdot \omega^2 \cdot R_{max}^2} \quad (4)$$



H.4. Băng thử đặc tính khí động lực học (ISO 5801)

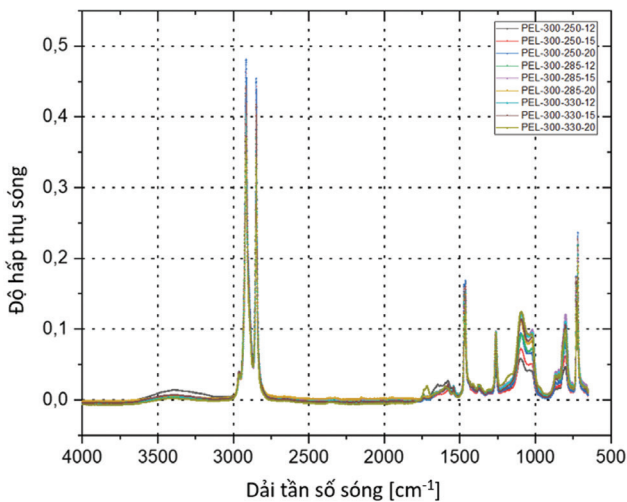
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Cánh quạt chế tạo

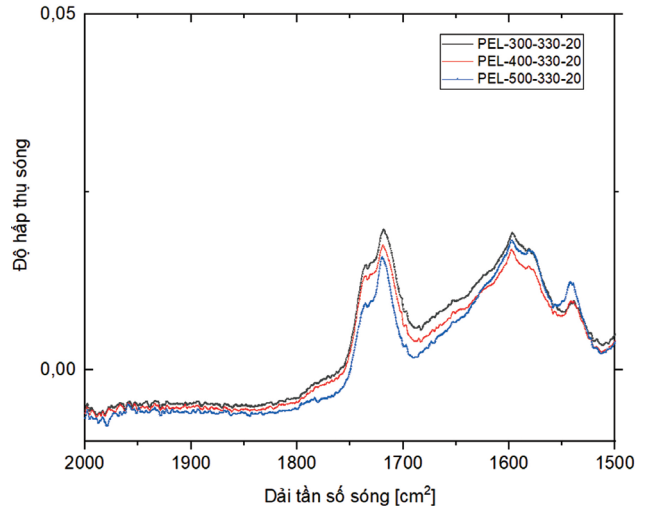


H.5. Hình ảnh quạt được chế tạo: (a) 500 g và (b) 300 g bột PE và các nhiệt độ trong lò ($T_{lò}$) và thời gian lò khác nhau ($\Delta t_{lò}$).

Các cánh quạt được chế tạo với khối lượng bột 500 g và 300 g, (Hình H.4) và các thông số chế tạo trong Bảng 2. Có thể thấy, hình ảnh của các cánh quạt và đặc biệt đối với khối lượng $m = 300\text{g}$ (Hình H.5b), màu của quạt bị thay đổi và chuyển thành màu vàng khi T_{10} và/hoặc Δt_{10} tăng. Do đó, có thể thấy các điều kiện nhiệt độ và thời gian gia nhiệt trong lò có ảnh hưởng đến các tính chất cơ học của quạt. Khi nhiệt độ trong lò lớn hơn 285°C và thời gian gia nhiệt trong lò 15 min, chúng ta có thể quan sát thấy sự thay đổi rõ rệt về màu sắc của quạt. Điều này có thể được giải thích bởi quá trình oxy hóa của vật liệu. Quá trình oxy hóa dẫn đến mất tính dẻo và tăng độ cứng, và cuối cùng polyme trở nên giòn hơn.



Kết quả phân tích phổ FTIR cho thấy, khu vực tần số sóng trong khoảng $(1600-1800)\text{ cm}^{-1}$ là dải đặc trưng cho liên kết cacbonyl (C=O). Vùng này được tạo thành từ các sản phẩm oxy hóa khác nhau như andehit, xeton, axit, este... Ta nhận thấy, với thời gian đun nóng $\Delta t_{10} = 20$ min và $T_{10} = 330^\circ\text{C}$ liên kết (C=O) đã xuất hiện tương ứng với tần số sóng 1720 cm^{-1} và 1735 cm^{-1} (Hình H.6b). Điều này có nghĩa là quá trình oxy hóa đã xảy ra và dẫn đến sự thay đổi của màu sắc của các cánh quạt thu được. Khi xuất hiện hiện tượng oxy hóa sẽ dẫn đến sự xuống cấp của vật liệu cũng như ảnh hưởng đến chất lượng cánh quạt thu được bởi công nghệ đúc ly tâm.



H.6. Phân tích phổ FTIR, (a) với khối lượng 300g; (b) liên kết cacbonyl (C=O) xuất hiện tại các đỉnh 1720 cm^{-1} , 1735 cm^{-1}

Trong nghiên cứu [7] đã đề cập đến việc xem xét trên quan điểm cơ học, nhiệt độ lò nung là 285°C là tốt nhất. Trên thực tế, trong những điều kiện này, các cánh quạt được tạo ra không bị oxy hóa. Người ta cũng quan sát thấy rằng thời gian nhiệt đủ dài trong lò là rất quan trọng để chế tạo một cánh quạt hoàn chỉnh. Nhưng nếu thời gian này tăng lên, vật liệu sẽ bị oxy hóa và có nguy cơ bị oxy hóa vật liệu. Do vậy, mục đích của phân tích khí động học là kiểm tra xem các thông số chế tạo này có gây ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất của cánh quạt thu được bởi công nghệ đúc ly tâm này hay không.

3.2 Ảnh hưởng của quá trình đúc quay đến hiệu suất khí động học

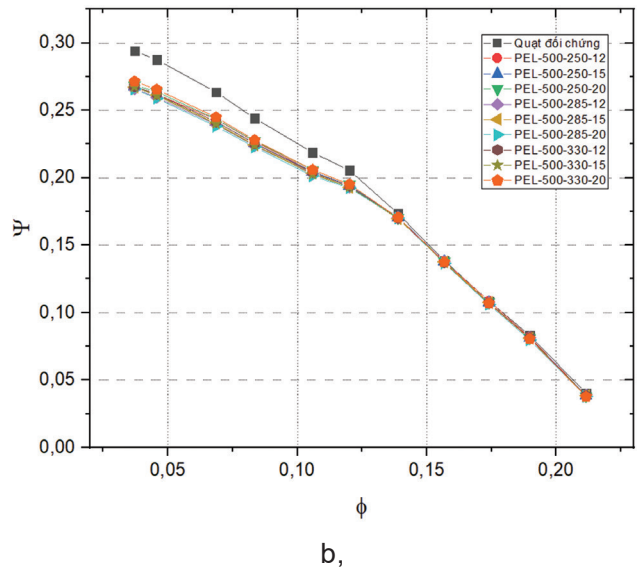
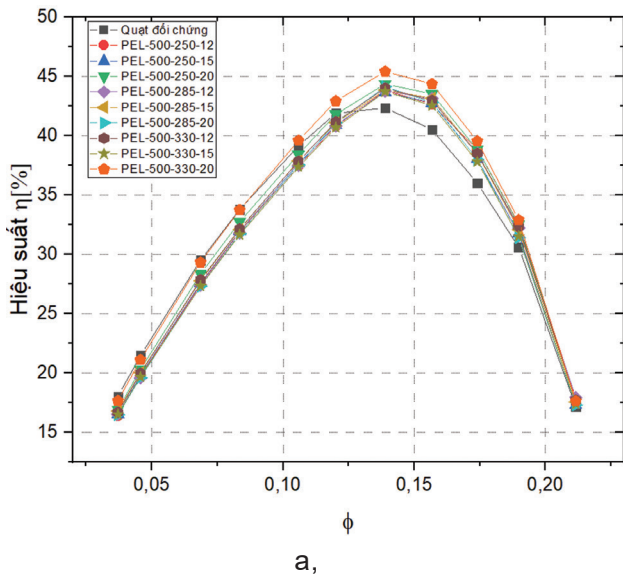
Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các tham

số được sử dụng trong quy trình đúc ly tâm, các phiên bản cánh quạt đã được thử nghiệm trên băng thử nghiệm tiêu chuẩn ISO 5801. Do các cánh quạt thu được bởi công nghệ đúc này rộng ở giữa, nên để đảm bảo cánh quạt không bị biến dạng khi quay, tốc độ quay được giới hạn ở 2000 vòng/min. Hình H.7, trình bày hiệu suất của 09 quạt với $m = 500\text{ g}$, hiệu suất tĩnh $\eta(\%)$ được biểu diễn theo hệ số lưu lượng ϕ . Kết quả cho thấy, đường cong thu được của các cánh quạt rất tương đồng, ngoài ra kết quả thử nghiệm cũng cho thấy sự khác biệt đáng kể về hiệu suất của các cánh quạt đúc ly tâm so với cánh quạt đối chứng. Tại điểm thiết kế ($\phi \approx 0,13$), giá trị hiệu suất đối với cánh quạt đối chứng bằng 42,4% tại 2000 vòng/ min và 45,4% đối với quạt PEL-500-

330-20 (cánh quạt có hiệu suất cao nhất với khối lượng 500 g).

Nói cách khác, chỉ có một chút ảnh hưởng của nhiệt độ lò hoặc thời gian làm nóng dẫn đến sự

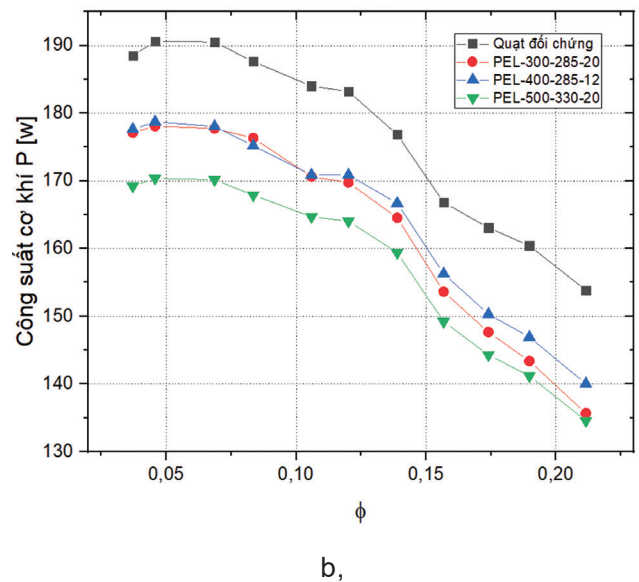
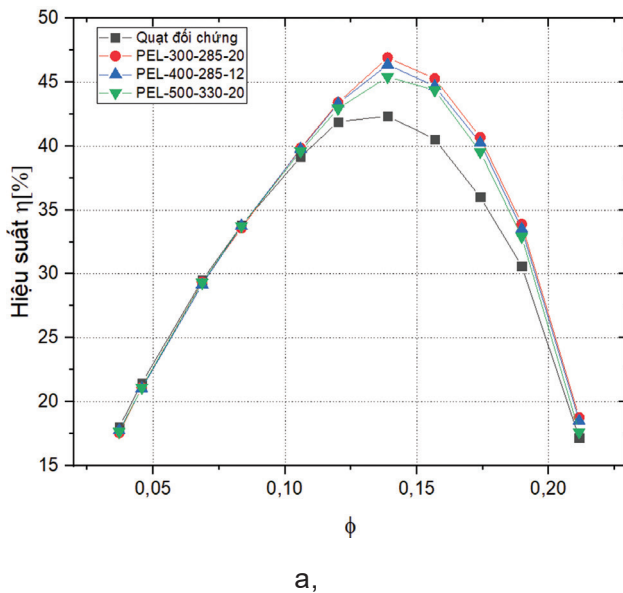
thay đổi màu sắc của quạt. Đối với $m = 500$ g, giá trị hiệu suất cao hơn đạt được với nhiệt độ nhiệt độ lớn, $T_{lò} = 330^{\circ}\text{C}$, và thời gian gia nhiệt lâu hơn, $\Delta t_{lò} = 20$ min .



H.7. Hiệu suất η và hệ số áp suất Ψ là một hàm của hệ số lưu lượng ϕ (khối lượng $m = 500\text{g}$)

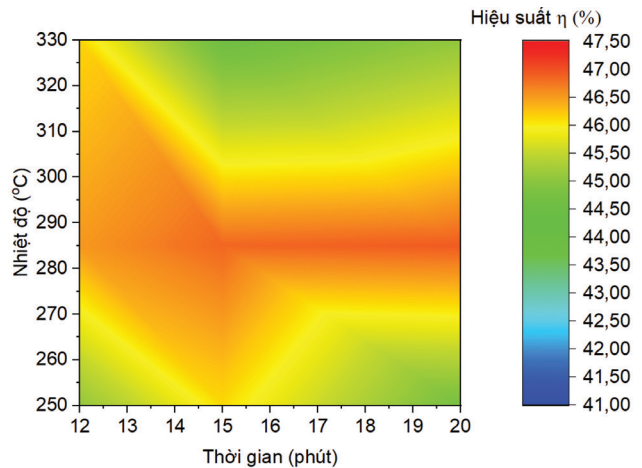
Đối với khối lượng khác, kết quả nhận được cũng khác biệt đáng kể: ví dụ: với $m = 400$ g ở 2000 vòng/min, giá trị hiệu suất lớn nhất là 46,4% đối với $T_{lò} = 285^{\circ}\text{C}$ và $\Delta t_{lò} = 12$ min hoặc với $m =$

300 g, giá trị hiệu suất lớn nhất khoảng 46,9 với $T_{lò} = 285^{\circ}\text{C}$ và $\Delta t_{lò} = 20$ min (Hình H.8a). Kết quả một lần nữa xác nhận kết luận của [7] về nhiệt độ gia nhiệt lớn hơn hoặc gần bằng 285°C .



H.8. a - so sánh giá trị hiệu suất lớn nhất tương ứng với từng khối lượng 300g, 400g, 500g và b - so sánh giá trị công suất có khí tương ứng so với quạt tham chiếu.

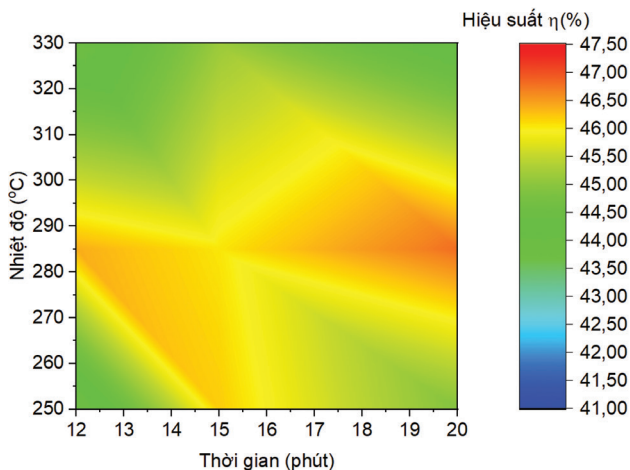
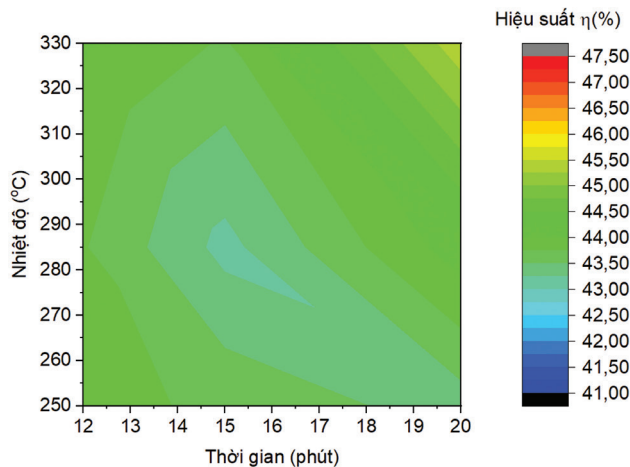
Ở một khía cạnh khác, Hình H.9 biểu diễn sự phân bố giá trị hiệu suất tương ứng với các khối lượng: m (g). Cụ thể, giá trị hiệu suất tốt nhất thường phân bố xung quanh nhiệt độ khoảng 285°C, với khối lượng 300 g và 400 g. Tuy nhiên, với khối lượng 500 g thì hiệu suất đạt giá trị lớn nhất ở nhiệt độ 330°C và thời gian gia nhiệt 20 min. Mặt khác, hiệu suất giữa các quạt có cùng khối lượng bột sử dụng m = (300 g, 400 g, 500 g) thì hiệu suất chênh lệch lớn nhất giữa các quạt trung bình khoảng 2,4% (Bảng 4). Ngoài ra, giá trị chênh lệch hiệu suất lớn nhất giữa quạt PEL-300-285-20 so với quạt đối chứng là khoảng 5%. Sự chênh lệch này là đáng kể trong giới hạn sai số của thiết bị đo. Vấn đề này có thể được giải thích bởi các yếu tố sau: nhờ tính chất rỗng nên quạt đúc phát huy được ưu thế nhẹ hơn, tiết kiệm được vật liệu, ngoài ra công suất cơ khí chênh lệch với quạt đối chứng gần 10% (Hình H.8b); do ảnh hưởng của hiện tượng co ngót cánh quạt có thể dẫn đến chiều dày cánh quạt giảm so với cánh quạt tham chiếu, điều này đã được chỉ ra trong nghiên cứu [8, 15].



H.9. Giá trị hiệu suất của các quạt thu được tương ứng với khối lượng a-(500g); b-(400g); c-(300g)

Bảng 4. Giá trị hiệu suất lớn nhất, nhỏ nhất và khoảng cách lớn nhất với từng khối lượng bột chế tạo cánh quạt, m

m (g)	η_{min} (%)	η_{max} (%)	Khoảng cách (%)
300	44.51 ± 0.5	46.93 ± 0.5	2.42
400	43.69 ± 0.5	46.30 ± 0.5	2.61
500	43.17 ± 0.5	45.43 ± 0.5	2.26



4. KẾT LUẬN

➤ Trong công nghệ chế tạo đúc ly tâm cánh quạt hướng trục loại nhỏ từ bột Polyetylen tỷ trọng thấp, các thông số: khối lượng bột; nhiệt độ lò; thời gian và nhiệt độ gia nhiệt có ảnh hưởng tới đặc tính khí động học cánh quạt;

➤ Các thông số công nghệ đã xác định được là: đối với cánh quạt sử dụng lượng bột ít (300 và 400 g), nhiệt độ gia nhiệt tối ưu là 285°C; đối với cánh quạt sử dụng lượng bột nhiều hơn (500g), nhiệt độ gia nhiệt tối ưu là 330°C; thời gian gia nhiệt tối ưu là 15 min;

➤ Hiệu suất của cánh quạt hướng trục rỗng chế tạo từ bột polyetylen mật độ thấp bằng phương pháp đúc ly tâm có hiệu suất cao hơn 5% so với cánh quạt chế tạo bằng gia công cơ từ nhôm thời;

➤ Để nâng cao chất lượng cánh quạt hướng trục rỗng chế tạo bằng phương pháp đúc ly tâm cần có những nghiên cứu khác về biến dạng khi quay ở tốc độ cao, cân bằng quạt, ... và nghiên cứu khả năng áp dụng để chế tạo cánh quạt gió cục bộ dùng trong mỏ hầm lò □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Pellicer Sifres V. (2008), Design and qualification of rotomoulding cooling fans, Project final dissertation, Ensam.
2. Pérot E. (2006), Optimization and modelling of rotational moulding process, PhD Thesis, Arts et Métiers.
3. Crawford R et al. (2004), Mould pressure control in rotational moulding, Proc. Instn Mech. Engrs 218 Part B: J. Eng. Manufacture, 1683-1693.
4. Spence AG et al. (1996), The Effect of Processing Variables on the Formation and Removal of Bubbles in Rotationally Molded Products, Polymer eng. and science, 36, 993-1009.
5. Azzam T et al. (2017), Experimental investigation of an actively controlled automotive cooling fan using steady air injection in the leakage gap. Proc Inst Mech Eng Part A - J Power Energy, 231, 59–67.
6. Tarik Azzam. (2018), Aérodynamique et contrôle de l'écoulement de jeu dans un ventilateur axial obtenu par rotomoulage. Thèse Doctorat (PhD).
7. Albert Lucas et al. (2019), Conventional rotational molding process and aerodynamic characteristics of an axial-flow hollow blades rotor. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 104(1):1183–1194.
8. Sarraf C et al. (2011), Experimental study of blade thickness effects on the overall and local performances of a controlled vortex designed axial-flow fan. Experimental Thermal and Fluid Science, 35 684–693.
9. Marrero Md et al. (2014), Rotational molding applied to the manufacturing of blades of small wind turbine. ASME 2014 12th Bienn Conf Eng Syst Des Anal 3
10. Mark Kearns and RJ Crawford. (2003), Practical guide to rotational moulding.
11. Roy J Crawford. (2012), Practical guide to rotational moulding. Smithers Rapra.
12. Abdelkader AZIZI. (2016), Etude par spectroscopie infrarouge et raman de la transition de phase dans le picrate de pyridine, Thèse de doctorat, Université 08 Mai 1945 de Guelma.
13. John Coates. (2006), Interpretation of infrared spectra, a practical approach. Encyclopedia of analytical chemistry: applications, theory and instrumentation.
14. ISO, "Norme internationale ISO 5801. (2007), Ventilateurs industriels - Essais aérauliques sur circuits normalisés.", fr, p. 248.
15. Vu-Dinh DANG. (2021), Étude de l'influence des paramètres du procédé de rotomoulage sur les caractéristiques aérodynamiques de fonctionnement d'un ventilateur axial. Thèse Doctorat (PhD).

RESEARCH INTO THE INFLUENCE OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CENTRIFUGAL CASTING TO MANUFACTURE OF AXIAL PROPELLERS ON ITS AERODYNAMIC CHARACTERISTICS

Dang Vu Dinh, Nguyen Van Xo, Nguyen The Hoang

ABSTRACT

This study is to evaluate the influence of some parameters in the centrifugal casting process on the performance of the received axial fan. It has been found that the quality of the surface state, material characteristics and blade design method has a great influence on the performance of the fan. The use of conventional centrifugal casting is an innovation and is well suited for fabricating hollow-blade fans. With this method it is possible to reduce costs and fabricate relatively easily. In addition, the hollow characteristics of the fan give the fan many advantages, especially in the active control of the flow of losses on the blade tip position with the box housing and the ability to absorb sound. In this study, the



material used was low-density polyethylene (LDPE). The parameters of the studied process include: powder mass (Polyethylene), temperature and heating time in the oven. For comparison, a fan with similar geometric dimensional parameters machined with the aluminum serves as a reference fan. Aerodynamic performance of fans tested on test bench standard ISO 5801. Analyses and comparisons are made based on the parameters selected for the fan fabrication process. The results show that the optimal choice of manufacturing process variables is necessary to achieve the desired mechanical performance for the fans fabricated by this technology.

Keyword: axial fan, hollow-blade, centrifugal casting, aerodynamic characteristics, polyethylene

Ngày nhận bài: 21/4/2023;

Ngày gửi phản biện: 25/4/2023;

Ngày nhận phản biện: 20/5/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.