

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**





**LUẬN VĂN THẠC SĨ
TRẦN NGỌC THIÊN**

**NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN MỎI CỦA SẢN PHẨM
PHUN ÉP NHỰA KHI CHỊU TẢI TRỌNG**

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ – 8520103



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 10/2019



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

-----o0o-----

LUẬN VĂN THẠC SĨ
TRẦN NGỌC THIỆN



NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN MỎI
CỦA SẢN PHẨM PHUN ÉP NHỰA KHI CHỊU TẢI TRỌNG

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ – 8520103

Hướng dẫn khoa học:

PGS.TS PHẠM SƠN MINH

TP. Hồ Chí Minh, tháng 10/2019



QUYẾT ĐỊNH

**Về việc giao đề tài luận văn tốt nghiệp và người hướng dẫn năm 2019
HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH**

Căn cứ Quyết định số 426/TTg ngày 27 tháng 10 năm 1976 của Thủ tướng Chính phủ về một số vấn đề cấp bách trong mạng lưới các trường đại học và Quyết định số 118/2000/QĐ-TTg ngày 10 tháng 10 năm 2000 của Thủ tướng Chính phủ về việc tổ chức lại Đại học Quốc gia Thành Phố Hồ Chí Minh, tách Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh trực thuộc Bộ Giáo dục và Đào tạo;

Căn cứ Quyết định số 70/2014/QĐ-TTg ngày 10 tháng 12 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Điều lệ trường Đại học;

Căn cứ Quyết định số 937/QĐ-TTg ngày 30 tháng 6 năm 2017 về việc phê duyệt đề án thí điểm đổi mới cơ chế hoạt động của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh;

Căn cứ Thông tư số 15/2014/TT-BGDĐT ngày 15/5/2014 của Bộ Giáo dục và Đào tạo về việc Ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ vào Biên bản bảo vệ Chuyên đề của ngành Kỹ thuật cơ khí vào ngày 23/02/2019;

Xét nhu cầu công tác và khả năng cán bộ;

Xét đề nghị của Trưởng phòng Đào tạo,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Giao đề tài Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ và người hướng dẫn Cao học năm 2019 cho:

Học viên : *Trần Ngọc Thiện*

MSHV: 1820410

Ngành : *Kỹ thuật cơ khí*

Tên đề tài : *Nghiên cứu độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng*

Người hướng dẫn : *PGS.TS. Phạm Sơn Minh*

Thời gian thực hiện: *Từ ngày 28/02/2019 đến ngày 28/8/2019*

Điều 2. Giao cho Phòng Đào tạo quản lý, thực hiện theo đúng Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ của Bộ Giáo dục & Đào tạo ban hành.

Điều 3. Trưởng các đơn vị, phòng Đào tạo, các Khoa quản ngành cao học và các Ông (Bà) có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành quyết định này.

Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký./.

Nơi nhận :

- BGH (để biết);
- Như điều 3;
- Lưu: VT, SDH (3b).

KT. HIỆU TRƯỞNG
HIỆU TRƯỞNG

PGS.TS. Lê Hiếu Giang

BIÊN BẢN HỘI ĐỒNG

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

BIÊN BẢN CHẤM LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ NĂM 2019 NGÀNH: Kỹ thuật Cơ khí_KHÓA 2018-2020

Hội đồng chấm LVTN theo QĐ số: 2168/QĐ-ĐHSPKT-SĐH, ngày 09/10/2019

Có mặt : *04* Vắng mặt: *01*

Chủ tịch Hội đồng : PGS.TS. Nguyễn Trường Thịnh

Thư ký Hội đồng : TS. Phạm Thị Hồng Nga

Học viên bảo vệ LVTN : **Trần Ngọc Thiện**

MSHV: 1820410

Giảng viên hướng dẫn : PGS.TS. Phạm Sơn Minh

Giảng viên phản biện : PGS.TS. Thái Thị Thu Hà

PGS.TS. Phạm Huy Tuấn

Tên đề tài LVTN : **NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN MÔI CỦA SẢN PHẨM PHUN ÉP NHỰA KHI CHỊU TẢI TRỌNG**

I. KẾT QUẢ BẢO VỆ:

| TT | Thành viên hội đồng | Kết quả bảo vệ | Ghi chú |
|------------------------|-------------------------------------|----------------|---------|
| 1 | PGS.TS. Nguyễn Trường Thịnh | 7.5 | |
| 2 | TS. Phạm Thị Hồng Nga | 8.5 | |
| 3 | PGS.TS. Thái Thị Thu Hà | — | |
| 4 | PGS.TS. Phạm Huy Tuấn | 8.0 | |
| 5 | TS. Nguyễn Thanh Hải <i>Đức Nam</i> | 7.0 | |
| Tổng điểm | | 31.0 | |
| Điểm trung bình | | 7.8 | |

II. KẾT LUẬN:

(Thư ký hội đồng ghi rõ các ý kiến của thành viên hội đồng về việc chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì trong LVTN)

- Sửa theo ý kiến của 02 phản biện
- Nội dung đề tài quá đơn giản; chú ý các vấn đề tải trọng bên ngoài vào es hệ
- Cần bổ sung thêm mô hình của hệ thống tải
- Cần chỉnh sửa phân tích quan, bổ sung thêm các nghiên cứu liên quan
- Các số liệu học của các thông số thí nghiệm cần phải giải thích rõ

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 26 tháng 10 năm 2019

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

(Ký, ghi rõ học hàm, học vị & họ tên)


PGS.TS. Nguyễn Trường Thịnh

THƯ KÝ HỘI ĐỒNG

(Ký, ghi rõ học hàm, học vị & họ tên)


TS. Phạm Thị Hồng Nga

NHẬN XÉT PHẢN BIỆN 1



HCMUTE

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHIẾU NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SĨ - HƯỚNG ỨNG DỤNG (Dành cho giảng viên phản biện)

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: **NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN MỎI CỦA SẢN PHẨM PHUN ÉP NHỰA KHI CHỊU TẢI TRỌNG**

Tên tác giả: **Trần Ngọc Thiện**

MSHV: **1820410**

Ngành: **Kỹ thuật cơ khí**

Khóa: **2018-2020**

Họ và tên người phản biện: **PGS.TS. Thái Thị Thu Hà**

Chức danh: Phó Giáo sư

Học vị: Tiến Sĩ

Cơ quan công tác: Cơ Khí Chế Tạo Máy

Điện thoại liên hệ:

I. Ý KIẾN NHẬN XÉT

1. Về hình thức & kết cấu luận văn.

Hình thức luận văn trình bày đạt yêu cầu. Kết cấu luận văn hợp lý

2. Về nội dung

2.1 Nhận xét về tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.

Luận văn viết không mạch lạc, đôi khi thừa nhưng lại thiếu. Tính khoa học có

2.2 Nhận xét đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

Luận văn không có trích dẫn khoa học

2.3 Nhận xét về mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.

Mục tiêu và phương pháp NC trong luận văn đáp ứng yêu cầu

2.4 Nhận xét Tổng quan của đề tài.

Tổng quan còn thiếu (Vì vấn đề này theo người phản biện có rất nhiều nhà khoa học trong nước đã NC).

2.5 Nhận xét đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.

Nội dung và chất lượng đảm bảo yêu cầu của luận văn Thạc sĩ

2.6 Nhận xét đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.

Khả năng ứng dụng cần tiếp tục NC để có những kết luận xác đáng.

2.7 Luận văn cần chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì (thiết sót và tồn tại).

- Phần tổng quan chỉ đưa những công trình NC trong và ngoài nước dùng vật liệu như của tác giả mà thôi. Như vậy các đề tài trong nước chưa NC đến độ bền mỏi nên chỉ đưa ra ngay từ đầu là chưa NC.

- Nên lấy các gián đồ mỏi của nhựa, ở đây tác giả chủ yếu sử dụng nhựa ABS cho các đồ chơi chứ không phải các chi tiết cơ khí.

- Trong phần các yếu tố ảnh hưởng đến công nghệ ép phun nên bổ xung các hình vẽ từ

các NC của các tác giả trước đây (phần này rất sẵn trong các tài liệu).

- Tiêu chuẩn ASTM D7774 – 12 (trình bày trang 18) chỉ dùng thử uốn vậy trình bày làm gì? nên đi cụ thể vào kiểm tra môi.

- Thiếu hình ảnh của mẫu khi ép xong và mẫu khi thử môi.

II. CÁC VẤN ĐỀ CẦN LÀM RÕ

(Các câu hỏi của giảng viên phản biện)

1. Tại sao tác giả lại chọn 5 mức tải 500g; 600g; 700g; 800g; 900g ?Có thể tăng giá trị tải lên không.

2. Các giải thích của tác giả trong kết quả thí nghiệm là khi các thông số : tải tác động, nhiệt độ nóng chảy của nhựa, áp suất duy trì, Thời gian duy trì áp khi tăng đều là cho độ bền môi tăng, nếu tăng quá mức sẽ là độ bền môi giảm và tác giả đều giải thích đó là do hình thành ứng suất dư tại đường hàn có hợp lý K? cần giải thích rõ.

3. Cơ sở nào để chọn mỗi thí nghiệm được thực hiện 4 lần, kết quả là trung bình của 4 lần kiểm tra. Số lượng thí nghiệm: $15 \times 5 \times 4 = 300$ quá lớn và chưa chắc càng nhiều TN càng tốt.

III. ĐÁNH GIÁ

| TT | Mục đánh giá | Đánh giá | |
|----|---|----------|-----------|
| | | Đạt | Không đạt |
| 1 | Tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn. | x | |
| 2 | Đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ. | | x |
| 3 | Mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN. | x | |
| 4 | Tổng quan của đề tài. | x | |
| 5 | Đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN. | x | |
| 6 | Đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài. | x | |

Đánh dấu chéo (x) vào ô muốn Đánh giá

IV. KẾT LUẬN

(Giảng viên phản biện ghi rõ ý kiến "Tán thành luận văn" hay "Không tán thành luận văn")

Cho phép bảo vệ. Đánh giá 7,5

TP Hồ Chí Minh, ngày 18 tháng 10 năm 2019

Người nhận xét

(Ký & ghi rõ họ tên)

PGS.TS. Thái Thị Thu Hà

NHẬN XÉT PHẢN BIỆN 2



HCMUTE

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHIẾU NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SỸ - HƯỚNG ỨNG DỤNG (Dành cho giảng viên phản biện)

Tên đề tài luận văn thạc sỹ: **NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN MÔI CỦA SẢN PHẨM PHUN ÉP NHỰA KHI CHỊU TẢI TRỌNG**

Tên tác giả: **Trần Ngọc Thiện**

MSHV: **1820410**

Ngành: **Kỹ thuật cơ khí**

Khóa: **2018-2020**

Họ và tên người phản biện: **PGS.TS. Phạm Huy Tuân**

Chức danh: Phó Giáo sư - Giảng viên Cao cấp

Học vị: Tiến Sĩ

Cơ quan công tác: Cơ Khí Chế Tạo Máy - ĐH Sư phạm kỹ thuật TpHCM

Điện thoại liên hệ: 0919636515

I. Ý KIẾN NHẬN XÉT

1. Về hình thức & kết cấu luận văn.

- Hình thức và kết cấu đạt yêu cầu.

2. Về nội dung

2.1 Nhận xét về tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.

- Luận văn được trình bày rõ ràng, có tính khoa học cao

2.2 Nhận xét đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

- Quá trình trích dẫn kết quả nghiên cứu của người khác rất chi tiết, đúng yêu cầu

2.3 Nhận xét về mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.

- Có mục tiêu nghiên cứu rõ ràng, phương pháp nghiên cứu hợp lý

2.4 Nhận xét Tổng quan của đề tài.

- Tổng quan đề tài tốt

2.5 Nhận xét đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.

- Nội dung và chất lượng của LVTN khá tốt.

2.6 Nhận xét đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.

- Đề tài có tính thực tiễn và khả năng ứng dụng cao

2.7 Luận văn cần chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì (thiết sót và tồn tại).

- Các biểu đồ biểu diễn kết quả thí nghiệm phải sử dụng tiếng Việt

II. CÁC VẤN ĐỀ CẦN LÀM RÕ

(Các câu hỏi của giảng viên phản biện)

1. Nguyên tắc xây dựng bảng thông số thí nghiệm (Bảng 3.4) là gì? Tác giả có tham

khảo phương pháp quy hoạch thực nghiệm nào không?

2. Trong quá trình phân tích kết quả thí nghiệm để tìm hiểu ảnh hưởng của các thông số thí nghiệm đến độ bền mỏi của sản phẩm nhựa ép phun, tác giả đều liên hệ đến kết cấu của đường hàn. Tại sao? Tác giả có tìm hiểu vị trí phá hủy của mẫu không?

3. Trong cả 3 kết quả thí nghiệm về mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ nhựa, áp suất duy trì, thời gian duy trì áp suất, làm thế nào tác giả có thể kết luận được độ bền mẫu mỏi sẽ đạt giá trị cao nhất ở một bộ thông số thí nghiệm nào đó trong khi các giá trị này là rời rạc. Để có một kết luận chính xác hơn theo tác giả mình cần phải làm gì?

4. Cả 3 thông số thí nghiệm đều được khảo sát mức độ ảnh hưởng đến độ bền mỏi một cách rời rạc. Theo tác giả các thông số này có sự ảnh hưởng qua lại không? Và làm sao chúng ta có thể biết được liệu chúng có phải là các thông số độc lập?

III. ĐÁNH GIÁ

| TT | Mục đánh giá | Đánh giá | |
|----|---|----------|-----------|
| | | Đạt | Không đạt |
| 1 | Tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn. | x | |
| 2 | Đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ. | x | |
| 3 | Mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN. | x | |
| 4 | Tổng quan của đề tài. | x | |
| 5 | Đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN. | x | |
| 6 | Đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài. | x | |

Đánh dấu chéo (x) vào ô muốn Đánh giá

IV. KẾT LUẬN

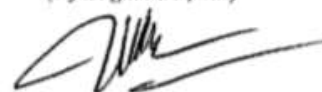
(Giảng viên phân biệt ghi rõ ý kiến "Tán thành luận văn" hay "Không tán thành luận văn")

Tán thành luận văn

TP Hồ Chí Minh, ngày 23 tháng 10 năm 2019

Người nhận xét

(Ký & ghi rõ họ tên)



PGS.TS. Phạm Huy Tuấn

LÝ LỊCH KHOA HỌC

I. LÝ LỊCH SƠ LƯỢC:

Họ & tên: Trần Ngọc Thiện

Giới tính: Nam

Ngày, tháng, năm sinh: 26-06-1991

Nơi sinh: Vĩnh Long

Quê quán: Vĩnh Long

Dân tộc: Kinh

Chỗ ở riêng hoặc địa chỉ liên lạc: 30 Đường 6, Khu Phố 5, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh

Điện thoại cơ quan:

Điện thoại nhà riêng: 0345788922

Fax:

E-mail: thien.tranngoc1991@gmail.com

II. QUÁ TRÌNH ĐÀO TẠO:

1. Trung học chuyên nghiệp:

Hệ đào tạo: Thời gian đào tạo từ/..... đến/.....

Nơi học (trường, thành phố):

Ngành học:

2. Đại học:

Hệ đào tạo: Chính Quy Thời gian đào tạo từ ...09/2009 đến ...09/2014

Nơi học (trường, thành phố): Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM

Ngành học: Kỹ Thuật Công Nghiệp

Tên đồ án, luận án hoặc môn thi tốt nghiệp: “Xây dựng khung dữ liệu thép không gỉ dùng cho đào tạo và sản xuất thực tế”

Ngày & nơi bảo vệ đồ án, luận án hoặc thi tốt nghiệp: 14/01/2014, trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM.

Người hướng dẫn: Th.S Nguyễn Thanh Tân

3. Thạc sĩ:

Hệ đào tạo: Chính Quy Thời gian đào tạo từ : 04/2018 đến 10/2019

Nơi học (trường, thành phố): Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Thành Phố Hồ Chí Minh.

Ngành học: Kỹ Thuật Cơ Khí

Tên luận văn: Nghiên Cứu Độ Bền Mỗi Của Sản Phẩm Phun Ép Nhựa Khi Chịu Tải Trọng

Ngày & nơi bảo vệ luận văn: Ngày 26/10/2019 tại Trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM.

Người hướng dẫn: PGS.TS Phạm Sơn Minh

4. Tiến sĩ:

Hệ đào tạo: Thời gian đào tạo từ/..... đến/

Tại (trường, viện, nước):

Tên luận án:

Người hướng dẫn:

Ngày & nơi bảo vệ:

III. QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CHUYÊN MÔN KÊ TỪ KHI TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC:

| Thời gian | Nơi công tác | Công việc đảm nhiệm |
|----------------|---|---------------------------|
| 08-2014 | Trường Cao đẳng Kỹ thuật Thiết bị Y tế Miền Nam | Kỹ thuật viên |
| 8-2016 đến nay | Trường Cao đẳng Kỹ thuật Thiết bị Y tế Miền Nam | Giảng viên |
| | | Chuyên viên phòng đào tạo |

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 07 tháng 10 năm 2019

(Ký tên và ghi rõ họ tên)

TRẦN NGỌC THIỆN

LỜI CẢM TẠ

Qua quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn, học viên kính gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc đến:

- ✓ **Thầy PGS.TS Phạm Sơn Minh** đã trực tiếp hướng dẫn, tận tình chỉ dạy, tạo điều kiện và động viên học viên trong suốt quá trình thực hiện.
- ✓ Th.s Trần Minh Thế Uyên, đã giúp đỡ trong suốt quá trình thực hiện đề tài.
- ✓ Quý thầy, cô giáo đã tham gia công tác giảng dạy các thành viên trong lớp Cao học chuyên ngành Kỹ Thuật Cơ khí 2018A trong toàn bộ khoá học.
- ✓ Kính gửi lời cảm tạ tới BGH Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện thuận lợi cho cho các học viên tại trường được học tập và nghiên cứu.

Kính chúc Quý thầy, cô thật nhiều sức khỏe.

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 07 tháng 10 năm 2019

Học viên

Trần Ngọc Thiện

TÓM TẮT ĐỀ TÀI

Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, ngành công nghiệp nhựa ngày càng có vai trò quan trọng trong đời sống cũng như sản xuất của các quốc gia, theo báo cáo chuyên sâu ngành nhựa, doanh số tiêu thụ ngành nhựa trong 6 tháng đầu năm 2018 đạt 9.3 tỉ đô [23], qua đó cho thấy nhu cầu sử dụng sản phẩm nhựa ngày càng tăng. Để có thể phát triển ngành nhựa không chỉ dừng lại trong nước mà còn phát triển ra cả nước ngoài, thì điều cần thiết của ngành nhựa là nâng cao mẫu mã và chất lượng của các sản phẩm. Khi yêu cầu về chất lượng của sản phẩm tăng thì yêu cầu về độ bền của các sản phẩm nhựa cũng được người tiêu dùng quan tâm hàng đầu. Độ bền mỗi là một yếu tố cơ bản để đánh giá chất lượng sản phẩm.

Đề tài “NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN MỖI CỦA SẢN PHẨM PHUN ÉP NHỰA KHI CHỊU TẢI TRỌNG” được thực hiện tại trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành Phố Hồ Chí Minh. Nội dung đề tài tập trung giải quyết các vấn đề:

- Tìm hiểu tổng quan về vật liệu nhựa.
- Tìm hiểu về công nghệ ép phun
- Ép mẫu và tiến hành thí nghiệm đo độ bền mỏi của mẫu

Công trình nghiên cứu đã đánh giá được sự ảnh hưởng của giá trị tải tác động và thông số ép phun: nhiệt độ nhựa, áp suất duy trì, thời gian duy trì áp đối với độ bền mỏi của nhựa ABS.

ABSTRACT

Along with the development of science and technology, the plastics industry is playing an increasingly important role in the life and production of nations, according to the in-depth report of plastic industry, Plastic consumption in 6M/2018 is estimated at \$ 9.3 billion, showing that the demand for plastic products is increasing. In order to develop the plastic industry not only in the domestic but also international, the necessity of the plastic industry is to improve the design and quality of the products. As the requirements for the quality of products increase, the durability requirements of plastic products are also of primary concern to consumers. Fatigue strength is a basic factor to evaluate product quality.

Thesis "Study on the effect of loading stress on fatigue strength of injection molding product" was made at the Ho Chi Minh City University of Technical and Education. The thesis's content focus on

- Researching overview about plastic material
- Researching overview about injection molding technology
- Injecting specimens and testing the fatigue strength of them

The study has evaluated the impact of impact loading stress and injection molding parameters: melt temperature, packing pressure, packing time for the fatigue strength of ABS plastic.

MỤC LỤC

| Trang tựa | Trang |
|--|-------------|
| LÝ LỊCH KHOA HỌC | vii |
| LỜI CAM ĐOAN | ix |
| LỜI CẢM TẠ | x |
| TÓM TẮT ĐỀ TÀI | xi |
| ABSTRACT | xii |
| MỤC LỤC | xiii |
| DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT | xvi |
| DANH MỤC CÁC HÌNH | xvii |
| DANH MỤC CÁC BẢNG | xix |
| Chương 1 | 1 |
| TỔNG QUAN | 1 |
| 1.1. Tổng quan hướng nghiên cứu..... | 1 |
| 1.1.1. Các đề tài nghiên cứu trong nước | 1 |
| 1.1.2. Các đề tài nghiên cứu ngoài nước..... | 4 |
| 1.2. Tính cấp thiết của đề tài..... | 10 |
| 1.3. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn | 10 |
| 1.3.1. Ý nghĩa khoa học | 10 |
| 1.3.2. Ý nghĩa thực tiễn..... | 10 |
| 1.4. Mục đích nghiên cứu, khách thể nghiên cứu, đối tượng nghiên cứu | 11 |
| 1.4.1. Mục đích nghiên cứu | 11 |
| 1.4.2. Khách thể nghiên cứu | 11 |
| 1.4.3. Đối tượng nghiên cứu | 11 |
| 1.5. Nhiệm vụ nghiên cứu và giới hạn đề tài..... | 11 |
| 1.5.1. Nhiệm vụ nghiên cứu..... | 11 |
| 1.5.2. Giới hạn đề tài..... | 11 |
| 1.6. Phương pháp nghiên cứu | 11 |
| Chương 2 | 13 |

| | |
|---|-----------|
| CƠ SỞ LÝ THUYẾT..... | 13 |
| 2.1. Vật liệu nhựa ABS..... | 13 |
| 2.1.1. Cấu tạo..... | 13 |
| 2.1.2. Kỹ thuật gia công..... | 13 |
| 2.1.3. Tính chất..... | 14 |
| 2.1.4. Thế mạnh của nhựa ABS..... | 15 |
| 2.1.5. Ứng dụng..... | 16 |
| 2.2. Độ bền của vật liệu..... | 17 |
| 2.2.1. Độ bền..... | 17 |
| 2.2.2. Độ bền uốn của vật liệu..... | 17 |
| 2.2.3. Độ bền kéo..... | 17 |
| 2.2.4. Độ bền mỏi..... | 17 |
| 2.2.5. Độ bền nén..... | 18 |
| 2.2.6. Độ dẻo của vật liệu..... | 19 |
| 2.3. Công nghệ ép phun..... | 19 |
| 2.3.1. Khái niệm công nghệ ép phun..... | 19 |
| 2.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến công nghệ ép phun..... | 19 |
| 2.4. Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho các đặc tính mỏi uốn của nhựa: ASTM D7774 – 12..... | 24 |
| 2.4.1. Phạm vi..... | 24 |
| 2.4.2. Tài liệu tham khảo..... | 25 |
| 2.4.3. Thuật ngữ..... | 26 |
| 2.4.4. Tóm tắt các phương án..... | 26 |
| 2.4.5. Ý nghĩa và sử dụng..... | 27 |
| 2.4.6. Dụng cụ..... | 28 |
| 2.4.7. Lấy mẫu, mẫu thử và đơn vị..... | 30 |
| 2.4.8. Số lượng mẫu thử..... | 31 |
| 2.4.9. Hiệu chuẩn và tiêu chuẩn hóa..... | 31 |
| 2.4.10. Điều kiện..... | 31 |
| 2.4.11. Tiến hành thí nghiệm..... | 31 |
| 2.5. Phương pháp đo mỏi..... | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.1. Mẫu thử :..... | 35 |
| 2.5.2. Phương pháp đo: | 36 |
| Chương 3..... | 38 |
| LẬP KẾ HOẠCH VÀ THỰC NGHIỆM | 38 |
| 3.1. Các yếu tố ảnh hưởng | 38 |
| 3.2. Thành lập các điều kiện tiến hành thí nghiệm..... | 38 |
| 3.2.1. Tính toán tải trọng tác động..... | 38 |
| 3.2.2. Điều kiện đầu vào của quá trình ép phun | 40 |
| 3.2.3. Tính toán số lượng thí nghiệm..... | 41 |
| 3.3. Quy trình tiến hành thí nghiệm..... | 42 |
| 3.4. Thực hiện thí nghiệm..... | 43 |
| 3.4.1. Dụng cụ thí nghiệm..... | 43 |
| 3.4.2. Điều kiện thí nghiệm..... | 46 |
| 3.4.3. Kết quả thí nghiệm..... | 47 |
| Chương 4..... | 52 |
| PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM..... | 52 |
| 4.1. Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng trong trường hợp thay đổi nhiệt độ nóng chảy nhựa..... | 52 |
| 4.2. Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng trong trường hợp thay đổi áp suất duy trì..... | 53 |
| 4.3. Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng trong trường hợp thay đổi thời gian duy trì áp..... | 55 |
| Chương 5..... | 57 |
| KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ..... | 57 |
| 5.1. Kết luận..... | 57 |
| 5.2. Khuyến nghị..... | 58 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 59 |
| BÀI BÁO | 64 |

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

| | |
|--------------|---|
| ABS | <u>A</u>crylonitrin <u>B</u>utadien <u>S</u>tyren |
| ASTM | <u>A</u>merican <u>S</u>ociety for <u>T</u>esting and <u>M</u>aterials |
| CFRP | <u>C</u>arbon <u>F</u>iber <u>R</u>einforced <u>P</u>olymer Composites |
| cpm | <u>C</u>ycles <u>P</u>er <u>M</u>inute |
| DH | <u>Đ</u>ại <u>H</u>ọc |
| FRP | <u>F</u>ibre <u>R</u>einforced <u>P</u>lastic |
| GF | <u>G</u>lass <u>F</u>iber |
| PA | <u>P</u>oly <u>A</u>mid |
| PC | <u>P</u>oly <u>C</u>arbonate |
| PP | <u>P</u>oly <u>P</u>ropylen |
| TPHCM | <u>T</u>hành <u>Ph</u>ố <u>H</u>ồ <u>Ch</u>í <u>M</u>inh |

DANH MỤC CÁC HÌNH

| HÌNH | TRANG |
|--|-------|
| Hình 1. 1: Mối quan hệ giữa nhiệt độ nhựa, thời gian phun và áp suất phun đến độ bền kéo (a), (b), độ bền uốn (c) ,(d) | 2 |
| Hình 1. 2: Sự ảnh hưởng của nhiệt độ nhựa và áp suất phun đến độ bền uốn | 2 |
| Hình 1. 3: Ảnh hưởng của áp suất phun độ bền đường hàn dưới các kích thước hệ thống thông hơi khác nhau với vật liệu PA66 (a) Pa66 +30% GF (b)..... | 3 |
| Hình 1. 4: Mối quan hệ giữ lực mồi và nhiệt độ nóng chảy | 4 |
| Hình 1. 5: Mối quan hệ giữa nhiệt độ và tần số góc | 5 |
| Hình 1. 6: Số chu kỳ dựa vào giảm 10% độ cứng uốn..... | 5 |
| Hình 1. 7: So sánh tốc độ lan truyền vết nứt của 3 điều kiện phun ép..... | 7 |
| Hình 1. 8: Đường cong S-N của ABS theo thang đo log-log cho ba tỷ lệ R khác nhau (0,1, 0,4 và 0,7)..... | 8 |
| Hình 1. 9: Chu kỳ mồi tại tần số tải 1 Hz (a) 10 Hz (b) 50 Hz (c) and 100 Hz (d) . | 9 |
| | |
| Hình 2. 1: Cấu trúc phân tử nhựa ABS | 13 |
| Hình 2. 2: Nguyên lý ép phun | 14 |
| Hình 2. 3: Hạt nhựa ABS | 14 |
| Hình 2. 4: Ứng dụng của nhựa ABS | 16 |
| Hình 2. 5: Biểu đồ mồi | 18 |
| Hình 2. 6: Hướng lực nén lên vật liệu..... | 19 |
| Hình 2. 7: Sản phẩm bị cong vênh | 20 |
| Hình 2. 8: Sản phẩm bị thiếu nhựa..... | 22 |
| Hình 2. 9: Thông số quá trình (a) áp suất duy trì, (b) nhiệt độ khuôn, (c) nhiệt độ nóng chảy và (d) thời gian duy trì áp | 23 |
| Hình 2. 10: Ảnh hưởng của nhiệt độ nóng chảy, áp suất, khối lượng đến sự co ngót của nhựa ABS..... | 24 |
| Hình 2. 11: Cơ cấu uốn 3 điểm | 29 |
| Hình 2. 12: Cơ cấu uốn 4 điểm | 29 |
| Hình 2. 13: a) Uốn xoay, b) Tấm phẳng dẹt (c) trục xương chó nút, (d) trục xương chó, (e) xoắn, (f) ứng suất kết dính, (g) nứt tấm, (h) nứt một phần, (i) mẫu kéo căng nhỏ và (j) ba điểm uốn. | 36 |
| Hình 2. 14: Mô hình thử mồi uốn 3 điểm theo tiêu chuẩn D7774 -12..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Hình 3. 1: Mô hình 3d mẫu thử theo tiêu chuẩn ASTM D790 | 39 |
| Hình 3. 2: Hình dáng thực tế mẫu thử theo tiêu chuẩn ASTM D790 | 41 |
| Hình 3. 3: Máy ép nhựa Shine Well SW – 120B | 43 |
| Hình 3. 4: Máy tạo mối theo tải | 45 |
| Hình 3. 5: Máy đo độ bền mối theo tải tác động | 46 |
| Hình 3. 6: Mẫu thử sau trước khi thử mối và sau khi thử mối | 46 |
| Hình 3. 7: Mẫu số 1.47: lực 500g chuyển vị 0.88 mm | 47 |
| Hình 3. 8: Mẫu số 1.47: chuyển vị 0.92 mm sau khi tác động tải 500g 3000 lần | 47 |
| | |
| Hình 4. 1: Biểu đồ mối khi thay đổi nhiệt độ nóng chảy nhựa | 52 |
| Hình 4. 2: Biểu đồ mối khi thay đổi áp suất duy trì | 54 |
| Hình 4. 3: Biểu đồ mối khi thay đổi thời gian duy trì áp | 55 |

DANH MỤC CÁC BẢNG

| BẢNG | TRANG |
|---|--------------|
| Bảng 3. 1: Tính chất cơ lý của nhựa ABS Kumho 750 | 39 |
| Bảng 3. 2: Khoảng khảo sát..... | 40 |
| Bảng 3. 3: Các thông số giữ cố định | 41 |
| Bảng 3. 4: Ma trận thí nghiệm..... | 42 |
| Bảng 3. 5: Thông số kỹ thuật của máy ép phun SW – 120B | 43 |
| Bảng 3. 6: Bảng kết quả tổng hợp chu kỳ mỗi 15 trường hợp | 48 |
| Bảng 3. 7: Biểu đồ mỗi 15 trường hợp..... | 48 |
| | |
| Bảng 4. 1: Kết quả thí nghiệm bền mỗi khi thay đổi nhiệt độ nóng chảy nhựa | 52 |
| Bảng 4. 2: Kết quả thí nghiệm bền mỗi khi thay đổi áp suất duy trì..... | 53 |
| Bảng 4. 3: Kết quả thí nghiệm bền mỗi khi thay đổi thời gian duy trì áp | 55 |

Chương 1

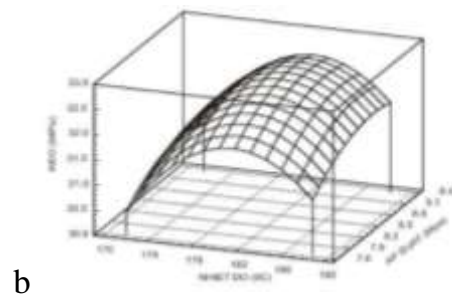
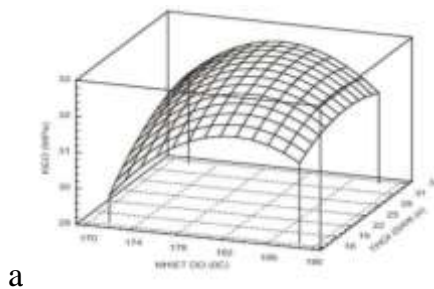
TỔNG QUAN

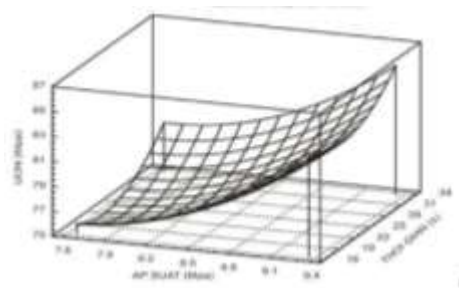
1.1. Tổng quan hướng nghiên cứu

1.1.1. Các đề tài nghiên cứu trong nước

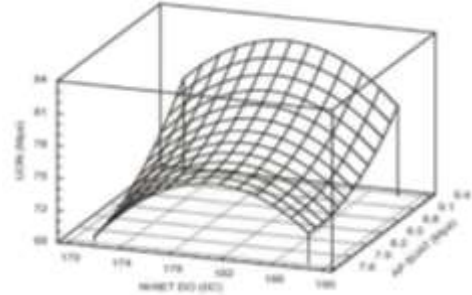
Đối với các đề tài nghiên cứu trong nước, cơ tính của vật liệu nhựa được xem xét từ khá nhiều khía cạnh như bền kéo, bền uốn,... Trong đó có một số nghiên cứu nổi bật sau:

- Đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng chế độ ép tới độ bền kéo và độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa” năm 2013 – Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp số 4 (kỳ I). [3]
- Theo tác giả Trần Văn Chứ, Quách Văn Thiêm: Khi nhiệt độ đầu vòi phun quá cao hoặc quá thấp thì độ bền kéo và bền uốn đều không tốt. Khi áp suất ép và thời gian ép tăng thì độ bền kéo và độ bền uốn tăng và ngược lại, giai đoạn đầu tăng nhanh và giai đoạn sau tăng chậm được thể hiện ở hình 1.1
- Tác giả đã chỉ ra rằng với nhiệt độ ép $T_1 = 180^\circ C$, áp suất ép $P_1 = 9.3 MPa$, thời gian ép $T_g = 33s$ thì đạt độ bền kéo là 33.66 MPa, độ bền uốn là 84.71 MPa





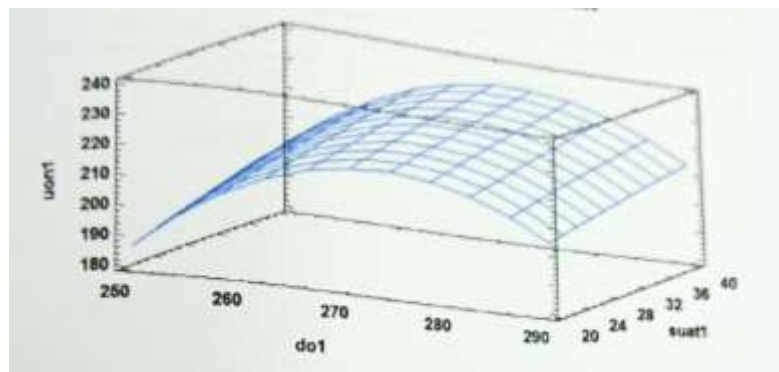
c



d

Hình 1. 1: Mối quan hệ giữa nhiệt độ nhựa, thời gian phun và áp suất phun đến độ bền kéo (a), (b), độ bền uốn (c), (d)

- Đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số ép phun tới độ bền uốn của vật liệu nhựa PA66” năm 2016 – ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM. [5]
 - Đề tài được thực hiện bởi Vũ Viết Chuyên – trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM. Nghiên cứu chỉ ra rằng nhiệt độ nhựa làm cho độ bền uốn giảm, áp suất phun làm cho độ bền uốn tăng. Nhưng ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ bền uốn cao hơn áp suất phun thể hiện ở hình 1.2.

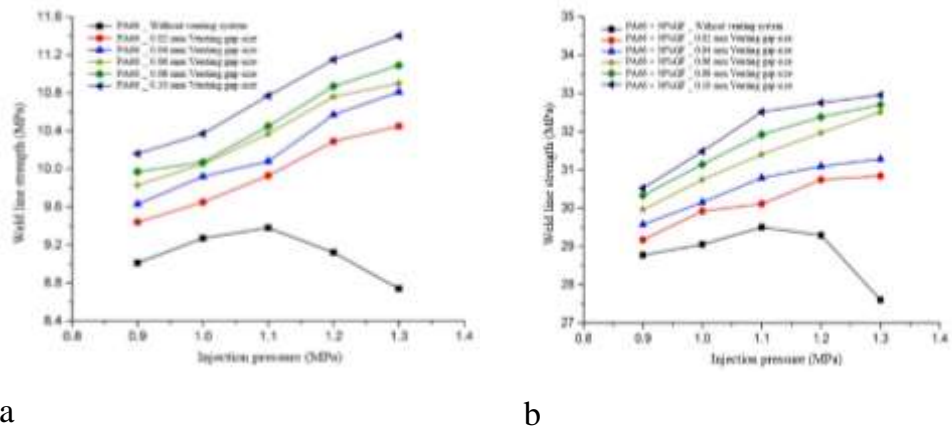


Hình 1. 2: Sự ảnh hưởng của nhiệt độ nhựa và áp suất phun đến độ bền uốn

- Đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số phun ép đến độ bền kéo của sản phẩm composite sợi thủy tinh nền polyme” năm 2016 – ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM. [1]
 - Tác giả Lê Tiến Thành – trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM đã nghiên cứu độ bền kéo của sản phẩm PA6 + 30% Glass Fiber khi thay đổi 3 thông số ép đó là nhiệt độ khuôn, nhiệt độ nhựa và áp suất phun. Kết quả nghiên

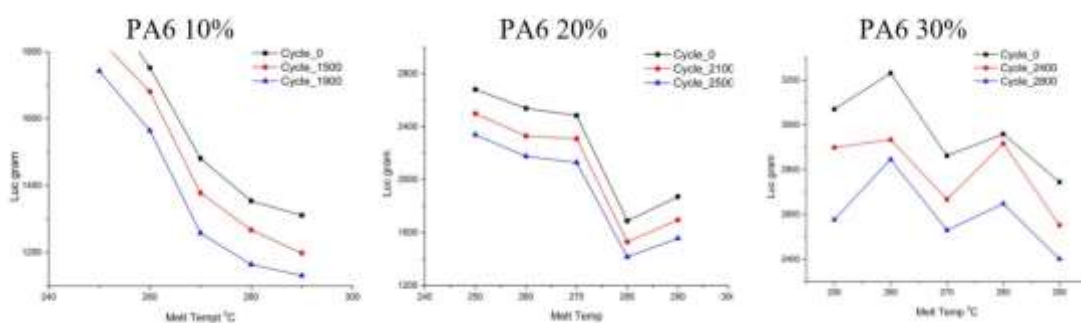
cứ: Nhiệt độ khuôn tăng từ 40⁰C đến 70⁰C độ bền kéo được cải thiện rõ rệt. Nhiệt độ nhựa càng tăng thì độ bền kéo càng tăng, tới lúc nhiệt độ nhựa đạt 270⁰C thì độ bền kéo giảm xuống đạt giá trị 370.36 MPa. Áp suất phun càng tăng thì độ bền kéo càng tăng đạt giá trị lớn nhất 443.21 MPa.

- Đề tài “ *A study on the welding line strength of injection molding product with various venting systems*” (Nghiên cứu về độ bền đường hàn của sản phẩm ép phun với các hệ thống thông hơi khác nhau) năm 2017. [17]
 - Đề tài được thực hiện bởi Phạm Sơn Minh, Đỗ Thành Trung và Trần Minh Thế Uyên – trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM. Nhóm tác giả đã nghiên cứu sự ảnh hưởng của hệ thống thông hơi đến độ bền đường hàn trên các mẫu thử kéo theo tiêu chuẩn ISO 527.
 - Kết quả nghiên cứu là: Nếu không có hệ thống thông hơi, khi áp suất phun tăng từ 0,9 MPa lên 1,1 MPa, độ bền đường hàn tăng với cả hai vật liệu PA66 và PA66 + 30% GF. Tuy nhiên, khi áp suất phun cao hơn 1,1 MPa, độ bền đường hàn giảm khoảng 6% cho cả hai vật liệu. Khi hệ thống thông hơi được sử dụng, hiện tượng giảm độ bền đường hàn khi tăng áp suất phun đã được loại bỏ. Kích thước hệ thống thông hơi 0.10 mm là tốt nhất trong nghiên cứu này được thể hiện ở hình 1.3.



Hình 1. 3: Ảnh hưởng của áp suất phun độ bền đường hàn dưới các kích thước hệ thống thông hơi khác nhau với vật liệu PA66 (a) Pa66 +30% GF (b)

- Đề tài “Enhancing the Fatigue Property of Nylon 6 by Using Glass-fiber Reinforcement and Injection Molding” (Nghiên cứu độ bền mỏi của vật liệu composite với các thông số phun khác nhau) năm 2019. [13]
 - Đề tài được thực hiện bởi nhóm tác giả Huỳnh Đỗ Song Toàn, Lê Hiếu Giang và các cộng sự - Trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP HCM. Nhóm tác giả đã nghiên cứu độ bền mỏi uốn của nhựa PA6 gia cố sợi thủy tinh với các biến độc lập: Thành phần sợi thủy tinh, nhiệt độ nhựa, áp suất giữ khuôn, thời gian giữ khuôn, áp suất phun và thời gian phun. Tuy nhiên, đối với 250 ° C, 270 ° C thể hiện ở hình 1.4.
 - Kết quả nghiên cứu: Thông qua phân tích phương sai (ANOVA) tác giả cho rằng tỷ lệ sợi thủy tinh cùng nhiệt độ nóng chảy là hai yếu tố làm dịch chuyển mỏi. Càng nhiều phần trăm sợi thủy tinh trong PA6 thì độ dịch chuyển của mẫu thử càng nhỏ. Khi phân tích ANOVA một chiều để tìm mối liên hệ giữa các thành phần chất độn sợi thủy tinh và các thông số phun nhận thấy rằng không có mối liên hệ giữa lực mỏi và áp suất giữ, thời gian giữ, áp suất phun, thời gian bơm.

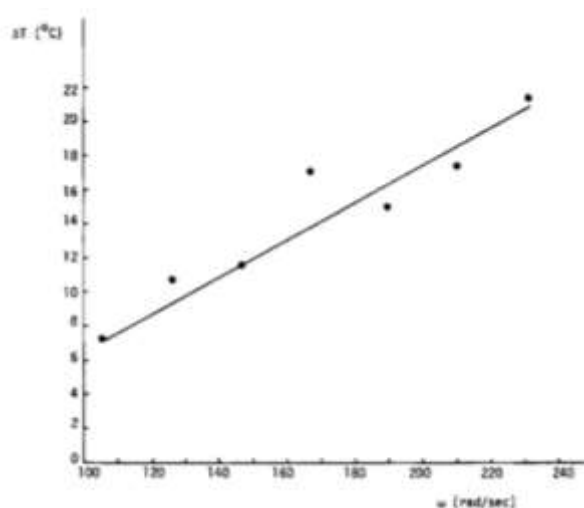


Hình 1. 4 Mối quan hệ giữ lực mỏi và nhiệt độ nóng chảy

1.1.2. Các đề tài nghiên cứu ngoài nước

Độ bền mỏi là một khía cạnh được các tác giả nước ngoài quan tâm và nghiên cứu. Sau đây là một số bài nghiên cứu về độ bền mỏi của vật liệu nhựa.

- Đề tài “*Temperature Increase of Sheet Molding Compound (SMC-R65) in Flexural Fatigue Test*” (Tăng nhiệt độ của hợp chất đúc tấm (SMC-R65) trong thử nghiệm độ mỏi uốn) – năm 1983 [19]
 - Tác giả S. V. HOA and Q. B. NGUYEN đã nghiên cứu sự gia tăng nhiệt độ trong thử nghiệm mỏi uốn của hợp chất đúc tấm SMC-R65 trong phạm vi tần số thử nghiệm từ 1000 cpm đến 2200 cpm. Sự thay đổi tần số thử nghiệm ảnh hưởng đến sự tăng nhiệt độ (Hình 2.5). Dựa trên việc giảm 10% độ cứng uốn (Hình 1.6) cho thấy không có sự ảnh hưởng của tần số đối với tuổi thọ mỏi.



Hình 1. 5 Mối quan hệ giữa nhiệt độ và tần số góc

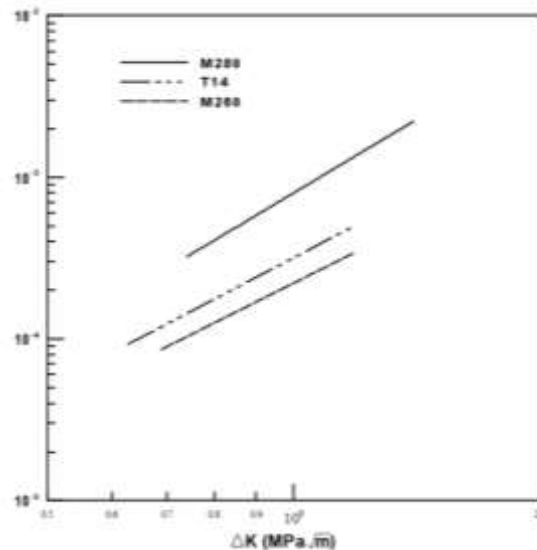
| Uninsulated Specimens | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Frequency of Testing (cpm) | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 |
| Number of Cycles | 11000 | 11000 | 10000 | 11000 | 11000 | 1200 | 12000 |
| Insulated Specimens | | | | | | | |
| Frequency of Testing (cpm) | 1000 | 1400 | 1800 | 2200 | | | |
| Number of Cycles | 6000 | 5000 | 4400 | 5600 | | | |

Hình 1. 6: Số chu kỳ dựa vào giảm 10% độ cứng uốn

- Đề tài “*Flexural Fatigue of Short Glass Fiber Reinforced a Blend of Polyphenylene Ether Ketone and Polyphenylene Sulfide*” (Độ mỏi uốn của sợi thủy tinh tăng cường Polyphenylene Ether Ketone và Polyphenylene Sulfide) - năm 1994 [15]

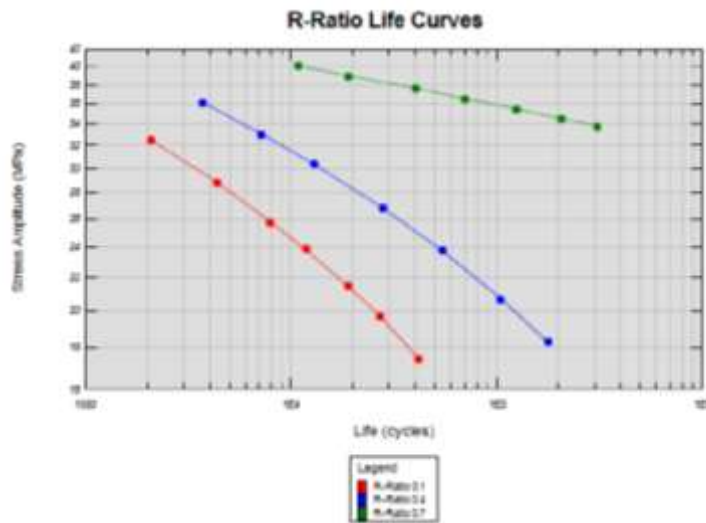
- Tác giả Jiang Zhou và các đồng nghiệp đã thử nghiệm mỗi uốn 4 điểm đối với vật liệu sợi thủy tinh gia cố hỗn hợp polyphenylene ether ketone và polyphenylene sulfide với các tỷ lệ ứng suất khác nhau và tần số khác nhau. Kết quả cho thấy có sự thay đổi độ dốc của biểu đồ mỏi S – N. Tần số tải từ 0,89 – 7,0Hz không ảnh hưởng đáng kể đến số chu kỳ mỏi.
- Đề tài “*The Effect of Temperature on Fatigue Strength and Cumulative Fatigue Damage of FRP Composites*” (Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ bền mỏi và thiệt hại mỏi tích lũy của vật liệu tổng hợp FRP) – năm 2010 [11]
 - Đề tài được thực hiện bởi H. Mivehchi, A. Varvani-Farahani. Trong nghiên cứu này, mô hình thiệt hại mỏi tích lũy của Varvani-Farahani được phát triển thêm dựa trên các thông số phụ thuộc nhiệt độ của độ bền kéo tới hạn $\sigma_{ult}(T)$ và Modul đàn hồi $E(T)$ để đánh giá thiệt hại mỏi của vật liệu tổng hợp FRP ở nhiều mức nhiệt độ khác nhau. Và kết quả cho thấy nhiệt độ tăng thì thiệt hại mỏi tích lũy tăng và ngược lại.
- Đề tài “*Examining the Abrasion Behaviour of PA66 Gears in Different Cycles*” (Kiểm tra hành vi mài mòn của bánh răng PA66 trong các chu kỳ khác nhau) - năm 2014 [18]
 - Rifat Yakut và Hayrettin Düzcükoglu đã thiết kế thử độ mỏi bánh răng chất liệu nhựa PA66 với sợi thủy tinh. Để có được điều kiện làm việc lý tưởng với bánh răng loại nhựa, tải trọng răng và chu kỳ phải được chọn phù hợp.
- Đề tài “*Research on Fatigue Fracture Characterization of PC/ABS Blend*” (Nghiên cứu đặc tính vết nứt mỏi của hỗn hợp PC/ABS) – năm 2015 [16]
 - Tác giả Ming-Hsiung Ho và đồng nghiệp đã nghiên cứu các vết nứt mỏi của hỗn hợp PC/ABS. Đây là hỗn hợp nhựa được sử dụng nhiều trong nội thất xe ô tô, các bộ phận điện tử. Những mẫu thử được tạo ra trong các điều kiện ép phun khác nhau như nhiệt độ nóng chảy nhựa, nhiệt độ khuôn, thời gian phun.

- Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng thông số ép phun cho tốc độ lan truyền vết nứt mỗi thấp nhất là nhiệt độ nóng chảy 260°C, nhiệt độ khuôn 80°C, thời gian phun là 2 giây. Thông số ép phun cho tốc độ lan truyền vết nứt mỗi nhanh nhất là nhiệt độ nóng chảy 280°C, nhiệt độ khuôn 80°C, thời gian phun là 2 giây. Thể hiện ở hình 1.7.



Hình 1. 7: So sánh tốc độ lan truyền vết nứt của 3 điều kiện phun ép

- Đề tài “*Fatigue properties of abs thermoplastics used in exterior lighting*” (Đặc tính mỏi của nhựa nhiệt dẻo ABS được sử dụng ngoài trời) – năm 2016. [9]
 - Tác giả Samet Caliskan và cộng sự đã thực hiện thử nghiệm mỏi đơn trục cho mẫu nhựa ABS hình 1.8 với mẫu có lỗ với ba tỷ số R khác nhau ($\sigma_{\min} / \sigma_{\max} = 0,1, 0,4$ và $0,7$) được thực hiện với tần số 5 Hz. Đối với mỗi tỉ lệ R, có sáu mức tải tác động khác nhau được áp dụng và kết quả thí nghiệm được thu thập dựa vào tiêu chuẩn ASTM D7791 - 17. Kết quả cho thấy giá trị tải tăng thì chu kỳ mỏi giảm và hệ số R = 0,7 cho kết quả tốt nhất.

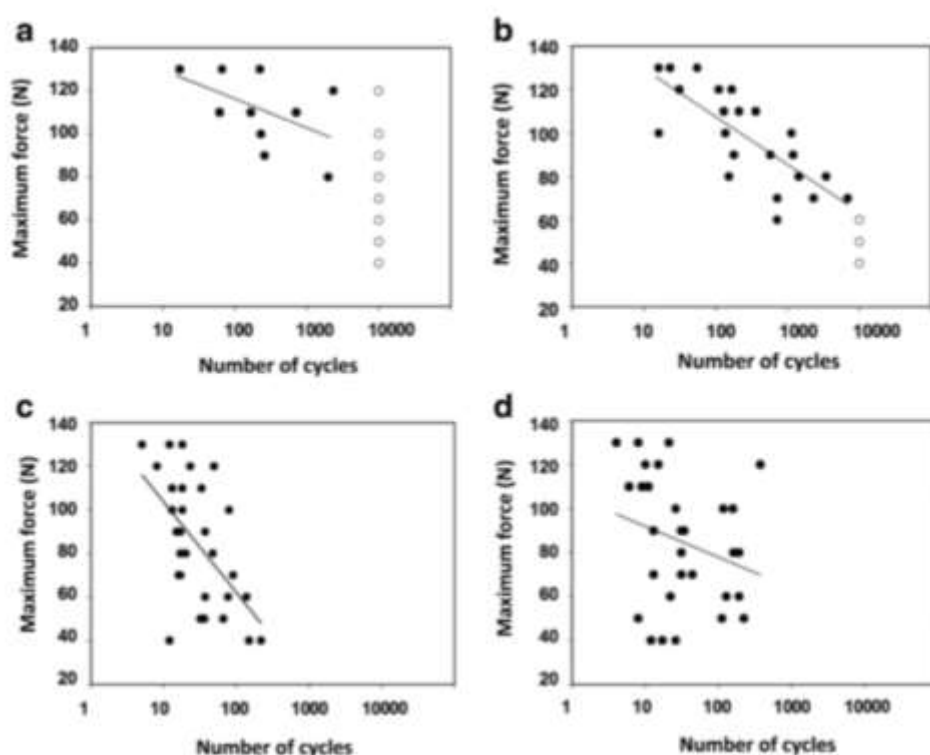


Hình 1. 8: Đường cong S-N của ABS theo thang đo log-log cho ba tỷ lệ R khác nhau (0,1, 0,4 và 0,7).

- Đề tài “*Quantification of flexural fatigue life and 3D damage in carbon fibre reinforced polymer laminates*” (Định lượng tuổi thọ mỏi uốn và thiệt hại 3D của tấm nhựa gia cường sợi carbon) – Năm 2016 [21]
 - Tác giả đã nghiên cứu với vật liệu polymer cốt sợi carbon với bộ cục đối xứng trình tự [+ 45 / -45 / 0] 2s, đây là vật liệu thường được sử dụng ở các turbin gió.
 - Tuổi thọ mỏi uốn có thể được xác định một cách định lượng theo chu kỳ khi mô đun tiếp tuyến theo dõi suy giảm 21%. Tuổi thọ mỏi của tấm CFRP được thể hiện qua hàm phân phối hai tham số Weibull. Kết hợp với mô hình Sigmoidal, phương pháp phân tích Weibull đáng tin cậy dự đoán tuổi thọ mỏi.
- Đề tài “*Fatigue strength of bovine articular cartilage-on bone under three-point bending: the effect of loading frequency*” (Độ bền mỏi của khớp xương sụn dưới uốn ba điểm: ảnh hưởng của tần số tải) – năm 2017 [12]
 - Tác giả H. Sadeghi và nhóm nghiên cứu đã nghiên cứu sự ảnh hưởng của tần số tải tác động đến độ bền mỏi của mẫu khớp xương sụn. Trong đó tải trọng nén tối đa thay đổi trong phạm vi từ 40N đến 130 N và tần số nghiên

cứ là 1, 10, 50 và 100 Hz. Thử nghiệm thực hiện kết thúc khi mẫu bị gãy hoàn thành 10.000 chu kỳ

- Kết quả của nghiên cứu thể hiện ở hình 1.9: Số chu kỳ mỗi giảm khi tăng lực lên tối đa. 67% và 27% mẫu vật đạt được 10.000 chu kỳ khi khảo sát ở tần số tương ứng là 1Hz và 10 Hz. Tuy nhiên, 0% số mẫu vật đạt 10.000 ở tần số tải 50Hz và 100 Hz. Số lượng chu kỳ thất bại nằm trong khoảng từ 5 đến 217 lần và 6 đến 374 lần tương ứng với tần số lần lượt là 50 và 100 Hz.



Hình 1. 9:Chu kỳ mỗi tại tần số tải 1 Hz (a) 10 Hz (b) 50 Hz (c) and 100 Hz (d)

Kết luận: Qua phân tích tổng quan thấy rằng: Ở nước ngoài, độ bền mỏi đã được nghiên cứu ở nhiều khía cạnh khác nhau như là ảnh hưởng thông số ép phun, tần số tác động, kết cấu vật liệu, nhiệt độ,... Nhưng ở trong nước, tác giả nhận thấy chưa có nhiều nghiên cứu độ bền mỏi của vật liệu nhựa đặc biệt là độ bền mỏi khi chịu tác động bởi tải. Cho nên tác giả chọn đề tài nghiên cứu của mình là “*Nghiên cứu độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng*”. Với đề tài nghiên cứu này, tác giả tiến hành thực nghiệm ép mẫu nhựa theo những thông số ép khác nhau, đo độ bền

mỗi theo từng giá trị tải khác nhau nhằm lấy số liệu thực nghiệm và xây dựng biểu đồ thực nghiệm.

1.2. Tính cấp thiết của đề tài

- Bằng cách quan sát một cách thông thường nhất, có thể thấy rằng từ những đồ dùng đơn giản như dụng cụ học tập của học sinh như thước, bút..., đồ chơi trẻ em cho đến những đồ dùng phức tạp hơn như bàn, ghế, vỏ tivi, đồng hồ...đều là sản phẩm của công nghệ phun ép nhựa. Điều này cũng đồng nghĩa với việc sản phẩm nhựa mà phần lớn tạo ra bằng công nghệ phun ép đã trở thành một phần không thể thiếu trong cuộc sống. Khi nhu cầu sử dụng của thị trường về sản phẩm phun ép tăng thì những tiêu chí về mẫu mã, màu sắc, kiểu dáng, chất lượng sản phẩm,...đều phải tăng. Trong các tiêu chí này thì tiêu chí về chất lượng sản phẩm là một tiêu chí quan trọng, nó được thể hiện qua nhiều yếu tố như độ bền, khả năng chịu nhiệt, độ cứng,... Nhưng đặc biệt là độ bền mỗi là một yếu tố quan trọng.
- Trong công nghệ phun ép, các thông số phun ép giữ vai trò rất quan trọng đến chất lượng của sản phẩm ép ra. Nhưng các thông số phun ép hiện nay chủ yếu được ép theo kinh nghiệm để cho ra sản phẩm mà không đánh giá được chất lượng độ bền của sản phẩm. Để có thể đánh giá được ảnh hưởng của các thông số phun ép đến độ bền mỗi của vật liệu và tăng hiệu quả cho quá trình phun ép thì cần thiết phải có một công trình nghiên cứu cụ thể sự ảnh hưởng của các thông số phun ép tới độ bền mỗi của vật liệu nhựa.

1.3. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn

1.3.1. Ý nghĩa khoa học

- Từ kết quả thí nghiệm, biểu đồ thực nghiệm có thể đánh giá được sự ảnh hưởng tải, thông số ép phun ảnh hưởng thế nào đến chất lượng sản phẩm của ngành phun ép nhựa.

1.3.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Từ biểu đồ thực nghiệm giúp ép ra những sản phẩm có độ bền mỗi mong muốn.

1.4. Mục đích nghiên cứu, khách thể nghiên cứu, đối tượng nghiên cứu

1.4.1. Mục đích nghiên cứu

- Đánh giá ảnh hưởng của giá trị tải và những thông số ép tác động tới độ bền mỏi của vật liệu nhựa.
- Đưa ra được biểu đồ thực nghiệm về ảnh hưởng của tải tác động và các thông số phun ép khác nhau đối với độ bền mỏi của vật liệu.

1.4.2. Khách thể nghiên cứu

- Vật liệu nhựa
- Giá trị tải tác động lên vật liệu nhựa
- Các thông số phun ép: Nhiệt độ nhựa, áp suất duy trì, thời gian duy trì áp

1.4.3. Đối tượng nghiên cứu

- Độ bền mỏi của vật liệu nhựa

1.5. Nhiệm vụ nghiên cứu và giới hạn đề tài

1.5.1. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Nghiên cứu về tiêu chuẩn thí nghiệm đo độ bền mỏi.
- Ép sản phẩm trên máy ép nhựa SHINE WELL SW – 120B.
- Thí nghiệm, xử lý số liệu và vẽ biểu đồ thực nghiệm độ bền mỏi.

1.5.2. Giới hạn đề tài

Đề tài nghiên cứu sẽ tập trung giải quyết các vấn đề sau:

- Thí nghiệm trên vật liệu nhựa ABS Kumho 750.
- Thực hiện nghiên cứu trên mẫu thử theo tiêu chuẩn đo độ bền mỏi uốn ASTM D7774 -12
- Chỉ thay đổi các thông số phun ép: nhiệt độ nhựa, áp suất duy trì và thời gian duy trì áp.
- Sử dụng phương pháp ép phun trực tiếp để tạo ra sản phẩm.

1.6. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Các phương pháp nghiên cứu lý thuyết:
 - Phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết: thu thập các thông tin có liên quan đến đề tài và tổng hợp theo từng phần cụ thể.
- Các phương pháp nghiên cứu thực tiễn:
 - Phương pháp giả thuyết khoa học: Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa thay đổi khi thay đổi thông số phun ép và tải tác động lên sản phẩm.
 - Phương pháp thực nghiệm khoa học: tiến hành các thí nghiệm thực nghiệm nhằm đánh giá ảnh hưởng các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền mỏi của vật liệu nhựa.

Chương 2

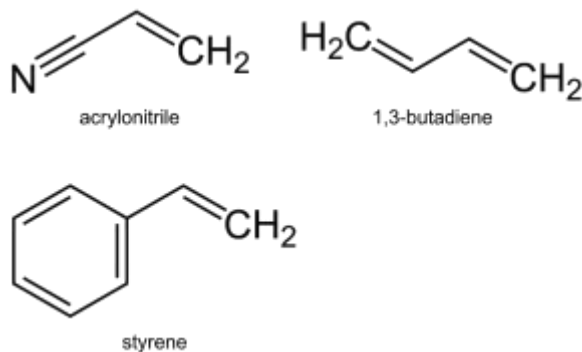
CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Vật liệu nhựa ABS

2.1.1. Cấu tạo.

Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) [22] có công thức hóa học là $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$ thể hiện ở hình 2.1. ABS được cấu tạo từ ba monomer: Acrylonitrile (15%-35%), Butadien (40%-60%) và Styrene (3%-30%). Nhựa ABS là một loại nhựa nhiệt rất dẻo dai, chịu được sự va đập mạnh.

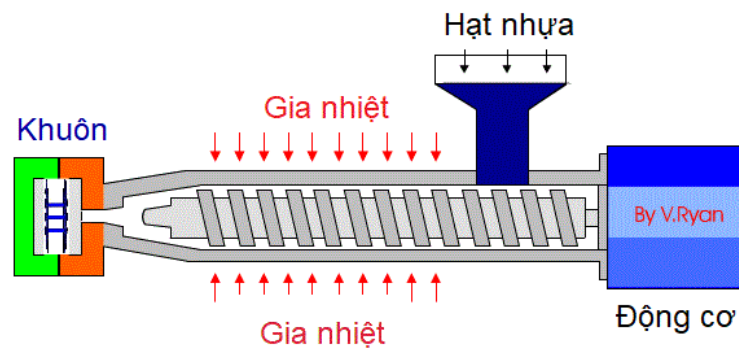
Các đơn phân tử này ảnh hưởng đến tính chất của nhựa ABS: tính cứng, tính bền với nhiệt độ và hoá chất là do acrylonitrile; tính dễ gia công, tính bền của styrene; tính dẻo, độ dai và đập là của butadiene.



Hình 2. 1: Cấu trúc phân tử nhựa ABS [22]

2.1.2. Kỹ thuật gia công

Thường sử dụng phương pháp phun ép [33] (Hình 2.2) để gia công vì độ co ngót thấp nên sản phẩm rất chính xác. Nhựa ABS có thể làm dạng tấm, profile đùn và màng. Nhựa ABS có gia cường sợi thủy tinh thích hợp cho đùn thổi.



Hình 2. 2: Nguyên lý ép phun [37]

Thông số gia công:

- Nhiệt độ nguyên liệu: 200-280°C.
- Nhiệt độ khuôn: 40 – 85°C
- Áp suất phun: 60 – 180 MPa.

2.1.3. Tính chất

Nhựa ABS rất cứng [36], rắn nhưng không giòn, cân bằng tốt giữa độ bền kéo, va đập, độ cứng bề mặt, độ rắn, độ chịu nhiệt các tính chất ở nhiệt độ thấp và các đặc tính về điện trong khi giá cả tương đối rẻ. Hình 2.3 thể hiện hình ảnh hạt nhựa ABS thông thường.



Hình 2. 3:Hạt nhựa ABS [36]

Tính chất đặc trưng của nhựa ABS là độ chịu va đập và độ dai. Có rất nhiều loại nhựa ABS biến tính khác nhau nhằm cải thiện độ chịu va đập, độ dai và khả năng chịu nhiệt. Khả năng chịu va đập không giảm nhanh ở nhiệt độ thấp. Độ ổn định dưới tải trọng rất tốt, nhựa ABS chịu nhiệt tương đương hoặc tốt hơn Acetal, PC.. ở nhiệt độ phòng. Khi không chịu va đập, sự hư hỏng xảy ra do uốn nhiều hơn giòn. Tính chất vật lý ít ảnh hưởng đến độ ẩm mà chỉ ảnh hưởng đến sự ổn định kích thước của nhựa ABS.

2.1.4. Thế mạnh của nhựa ABS

Nhựa ABS kế thừa những ưu điểm của vật liệu nhựa thông thường và cả của kim loại như tính cứng, tính bền với nhiệt độ và hóa chất. Bên cạnh đó, vật liệu nhựa ABS còn tỏ ra ưu việt hơn rất nhiều khi mà chất lượng gia công của nhựa ABS không thua kém gì với sắt thép – kim loại.

Nhựa ABS bền màu và trơ với hầu hết các chất ăn mòn, ít bị oxi hóa nên vật liệu Composite được ứng dụng nhiều trong các ngành công nghiệp hóa chất để dùng làm thùng – bồn đựng hóa chất, thùng rác hay bục bể chống ăn mòn...

Với ưu điểm dễ gia công, tạo hình, tạo màu giống như các sản phẩm nhựa ABS còn được dùng để làm các sản phẩm đồ gia dụng hay các vật liệu xây dựng như ống nước, mái che.

Không những thế do tính dẻo dai và chất lượng không kém gì kim loại mà lại nhẹ hơn rất nhiều nên composite còn được dùng làm các thiết bị vệ sinh và vỏ bọc sản phẩm.

Ngoài ra, cách điện, cách âm tốt và tổng hợp những ưu điểm của cả nhựa và kim loại nên nhựa ABS đang dần thay thế các loại vật liệu khác trong xây dựng và công nghiệp.

Nhựa ABS rất nhẹ, chỉ bằng 40% so với nhôm nếu cùng thể tích. Nhờ ưu điểm này, gần đây vật liệu ABS đã được sử dụng để thay thế kim loại trong các sản phẩm của ngành cơ khí, chế tạo máy, đóng xuồng...

Người ta có thể phủ lên mặt ABS một lớp nhũ có ánh kim để tạo cảm giác giống kim loại.

2.1.5. Ứng dụng

Nhựa ABS kết hợp đặc tính về điện và khả năng ép phun không giới hạn và giá cả phải chăng, được ứng dụng trong các sản phẩm cách điện, trong kỹ thuật điện tử và thông tin liên lạc (vỏ và các linh kiện bên trong).

Nhựa ABS được sử dụng xung quanh cuộc sống của chúng ta, ngoài những vật dụng hàng ngày vỏ màn hình máy tính, tivi, xe máy... ABS còn được sử dụng trong kỹ thuật nhiệt lạnh, trong công nghiệp xe và bao bì. Đặc biệt dùng cho thực phẩm, các sản phẩm ép phun: thùng chứa và màng, mũ bảo hiểm, đồ chơi... Hình 2.4 thể hiện một số ứng dụng của nhựa ABS trong đời sống hằng ngày.



(a) Đồ chơi [28]



(b) Bàn ghế [27]



(c) Ống nhựa [30]



(d) Vỏ hộp [28]

Hình 2. 4: Ứng dụng của nhựa ABS

2.2. Độ bền của vật liệu

2.2.1. Độ bền

Độ bền [24] là đặc tính cơ bản của vật liệu. Người ta định nghĩa độ bền như là khả năng chịu đựng không bị nứt, gãy, phá hủy dưới tác động của ngoại lực lên vật thể. Độ bền có thể hiểu rộng hơn, vì vậy người ta chia ra thành các đặc tính về độ bền theo cách tác động ngoại lực khác nhau: độ kéo, độ bền nén, độ bền cắt, độ bền uốn, độ bền mỏi, độ bền va đập, giới hạn chảy...

2.2.2. Độ bền uốn của vật liệu

Độ bền uốn [28] của vật liệu hay là điểm cong vênh là khái niệm để chỉ trạng thái giới hạn bị cong vênh khi vật liệu đó chịu ứng suất uốn. Trước khi đến giới hạn uốn, vật liệu sẽ biến dạng đàn hồi, và trạng thái đó trở lại trạng thái ban đầu khi mà tải trọng bị loại bỏ. Khi vượt qua điểm cong vênh, một vài tổ chức nhỏ xuất hiện biến dạng vĩnh viễn, không thể phục hồi trạng thái ban đầu khi tải trọng bị loại bỏ.

2.2.3. Độ bền kéo

Độ bền kéo [25] có thể được hiểu như là khi một lực tác động tăng dần đến khi vật liệu dạng sợi hay trụ bị đứt. Ở giá trị lực kéo giới hạn cho sự đứt của vật liệu được ghi lại được ký hiệu σ_k . Độ bền kéo được ứng dụng rất nhiều cho các vật liệu trong các lĩnh vực như thiết kế chế tạo máy, xây dựng, khoa học vật liệu.

2.2.4. Độ bền mỏi

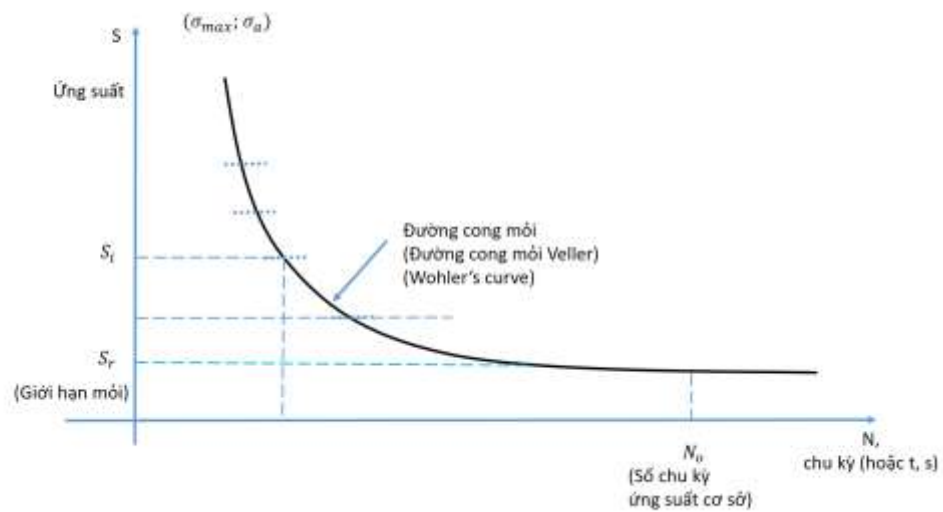
Theo tác giả Ibrahim Burhan [14]: Mỏi là một hiện tượng gây ra thiệt hại lũy tiến cho các vật liệu theo tải chu kỳ. Các thiệt hại vật lý bao gồm các vết nứt và biến dạng. Cuối cùng nó dẫn đến sự phá hủy cuối cùng của vật liệu.

Theo tác giả Ngô Văn Quyết [2] Hiện tượng mỏi (hay sự mỏi) là quá trình tích lũy dần dần sự phá hỏng trong bản thân vật liệu của ứng suất thay đổi theo thời gian.

Quá trình phá hủy mỏi xảy ra khi chi tiết máy chịu ứng suất thay đổi. Quá trình phá hủy mỏi bắt đầu từ những vết nứt rất nhỏ (vết nứt tế vi) sinh ra từ vùng chi tiết máy chịu ứng suất tương đối lớn. Khi số chu trình làm việc của chi tiết tăng lên

thì các vết nứt này cũng mở rộng dần, chi tiết máy ngày càng bị yếu và cuối cùng xảy ra gãy hỏng chi tiết máy. Nó giải thích các hiện tượng mỏi trong các vật liệu có tính đàn hồi cao, cụ thể là kim loại và một số loại nhựa nhiệt rắn như nhựa polyester và nhựa epoxy.

Độ bền mỏi đó là tính chất của vật liệu chống lại quá trình phá hủy mỏi.



Hình 2. 5: Biểu đồ mỏi [2]

Đường cong mỏi là đường cong biểu diễn mối liên hệ giữa các ứng suất thay đổi với các chu kỳ ứng suất tương ứng. Hình 2.5 thể hiện đường cong mỏi cổ điển $S=f(N)$ còn gọi là đường cong mỏi Veller (Wohler's Curve). Trong đó σ_{max} là ứng suất thay đổi lớn nhất; σ_a – biên độ ứng suất; N – số chu kỳ ứng suất. Từ đồ thị hình 2.5 ta thấy ứng suất càng cao thì tuổi thọ càng giảm. Ứng suất càng giảm thì số chu kỳ ứng suất càng tăng. Khi ứng suất giảm đến giá trị S_r thì đường cong mỏi gần như nằm ngang tức là số chu kỳ ứng suất có thể tăng lên rất lớn mà chi tiết không bị gãy hỏng.

2.2.5. Độ bền nén

Độ bền nén [27] của vật liệu là sức chịu đựng của vật liệu khi chịu tác động của lực ép. Hình 2.6 thể hiện hướng lực nén của vật liệu



Hình 2. 6: Hướng lực nén lên vật liệu

2.2.6. Độ dẻo của vật liệu

Độ dẻo [28] là một đặc tính vật liệu khi chịu tác động của các lực làm biến dạng vật thể chất rắn mà không làm phá hủy khối chất rắn đó. Đối nghịch với độ dẻo là độ giòn.

Độ dẻo là giá trị thể hiện mức độ biến dạng dưới ứng suất trượt. Những vật liệu như vàng, bạc, nhôm... là những vật liệu có độ dẻo cao. Dưới tác động của lực gây biến dạng, vật liệu có độ dẻo cao có thể tự thay đổi hình thù với mức độ lớn mà không thể phá hủy.

2.3. Công nghệ ép phun

2.3.1. Khái niệm công nghệ ép phun

Công nghệ ép phun [38] là quá trình phun nhựa nóng chảy điền đầy lòng khuôn. Một khi nhựa được làm nguội và đông cứng lại trong lòng khuôn thì khuôn được mở ra và sản phẩm được đẩy ra khỏi khuôn nhờ hệ thống đẩy. Trong quá trình này không có bất cứ một phản ứng hóa học nào.

2.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến công nghệ ép phun

Theo giáo trình giáo trình Thiết kế và chế tạo khuôn phun ép nhựa [4] thì có một số yếu tố ảnh hưởng đến công nghệ ép phun như sau.

2.3.2.1. Nhiệt độ

a. Sự không đồng nhất của nhiệt độ

- Nhiệt độ của nhựa sẽ thay đổi trong suốt quá trình di chuyển từ đầu phun máy ép cho tới lòng khuôn.

- Quá trình thay đổi nhiệt độ là do ma sát giữa nhựa và khuôn; do nhiệt truyền ra các tấm khuôn và môi trường bên ngoài.

b. Ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình ép phun

- Nhiệt độ thay đổi làm thay đổi độ nhớt của nhựa.
- Nhiệt độ sẽ ảnh hưởng đến khả năng ép nén vật liệu vào khuôn.

Nhiệt độ ảnh hưởng đến thời gian làm nguội của sản phẩm. Nhiệt độ khuôn cao làm sản phẩm nguội chậm dẫn đến sản phẩm bị cong vênh. Hình 2.7 thể hiện sản phẩm phun ép nhựa bị cong vênh do nhiệt độ khuôn cao.



Hình 2. 7:Sản phẩm bị cong vênh [39]

2.3.2.2. Tốc độ phun

a. Tầm quan trọng của tốc độ phun

- Quyết định khả năng điền đầy khuôn.
- Đảm bảo tính đồng nhất của vật liệu tại vị trí đầu tiên đến vị trí sau cùng trong lòng khuôn.
- Các vùng chịu ảnh hưởng của tốc độ phun là: vùng xung quanh cổng phun, thành phần giao nhau và phần khuôn điền đầy sau cùng.

b. Các khuyết tật do tốc độ phun gây ra

- Hiện tượng tạo bọt khí, cong vênh do co rút.
- Hiện tượng sản phẩm bị biến màu.
- Bề mặt không tốt tại vùng gần cổng phun.

c. Các vùng thường tập trung bọt khí

- Những vùng tập trung bọt khí thường là những vùng điền đầy cuối cùng của lòng khuôn.
- Bọt khí cũng được hình thành tại những vùng dòng chảy bị nghẽn.

d. Các nguyên nhân dẫn đến hiện tượng tạo bọt khí

- Thiết kế hệ thống thoát khí không đúng.
- Phun với tốc độ phun quá cao nên không khí không thoát ra kịp.
- Vị trí cổng phun không thích hợp.

e. Phun với tốc độ phun quá cao

- Sự biến dạng của sản phẩm sẽ khác nhau khi phun với tốc độ quá cao qua các phần khác nhau của lòng khuôn.
- Phun với tốc độ cao, đòi hỏi lực ép khuôn lớn.
- Phun qua cổng phun với tốc độ cao sẽ dẫn đến hiện tượng phun tia, làm cho dòng chảy rối và bề mặt sản phẩm gần cổng phun xấu.

f. Phun với tốc độ khác nhau trên cùng một sản phẩm

Để tránh hiện tượng tập trung bọt khí cũng như sản phẩm điền khuôn tốt mà không kéo dài thời gian phun, nên thiết lập tốc độ phun khác nhau ở các vùng khác nhau.

g. Phun với tốc độ cao với các sản phẩm thành mỏng

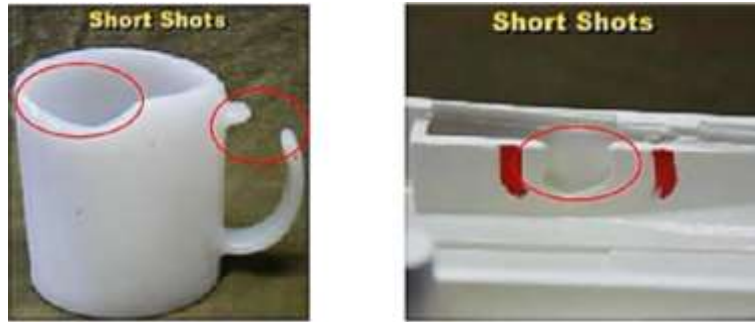
Với các sản phẩm thành mỏng thì phải phun với tốc độ phun càng nhanh nếu có thể, để tránh hiện tượng không điền đầy khuôn do nhựa bị nguội.

h. Cài tốc độ phun thay đổi

Không phải thay đổi tốc độ phun là có kết quả ngay, vì nó còn phụ thuộc vào quán tính của trục vít

2.3.2.3. Áp suất phun

Áp suất là một thông số chính trong quá trình ép phun, thông số này ảnh hưởng đến sự ổn định về mặt kích thước và cơ tính của sản phẩm. Hình 2.8 thể hiện sản phẩm bị thiếu nhựa khi áp suất phun thấp



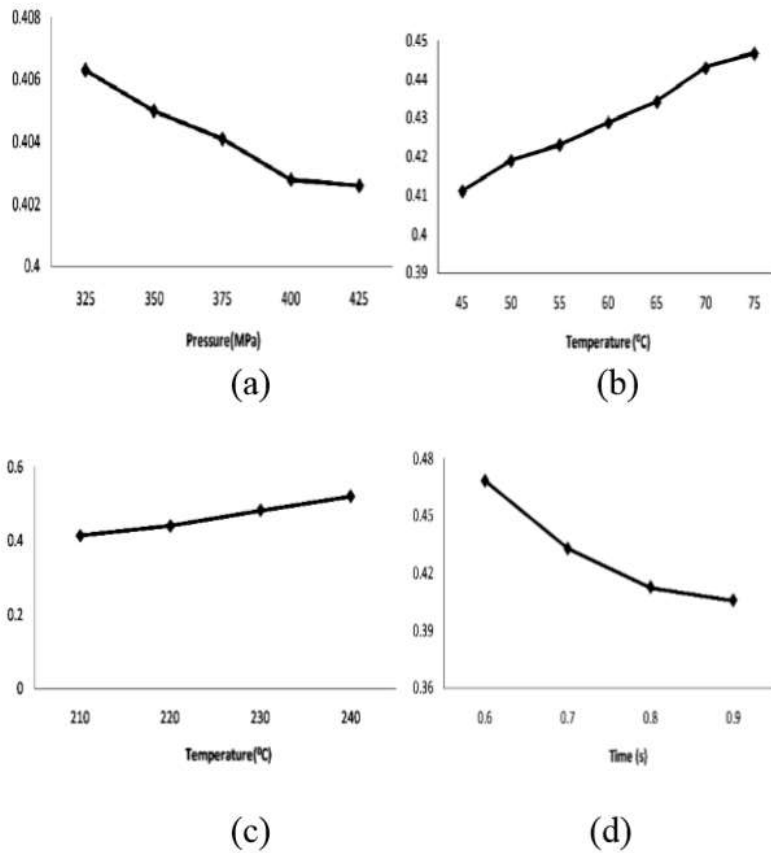
Hình 2. 8: Sản phẩm bị thiếu nhựa [4]

a. Áp suất nén (giữ)

- Áp suất nén là áp suất tăng lên trong khuôn sau khi khuôn được điền đầy. Nó ảnh hưởng đến tổng lượng vật liệu được ép vào khuôn.
- Lượng nhựa được nén vào trong khuôn sẽ bù vào sự co ngót trong quá trình làm nguội.
- Khối lượng sản phẩm sẽ phụ thuộc vào áp suất nén.

b. Áp suất duy trì và thời gian duy trì áp

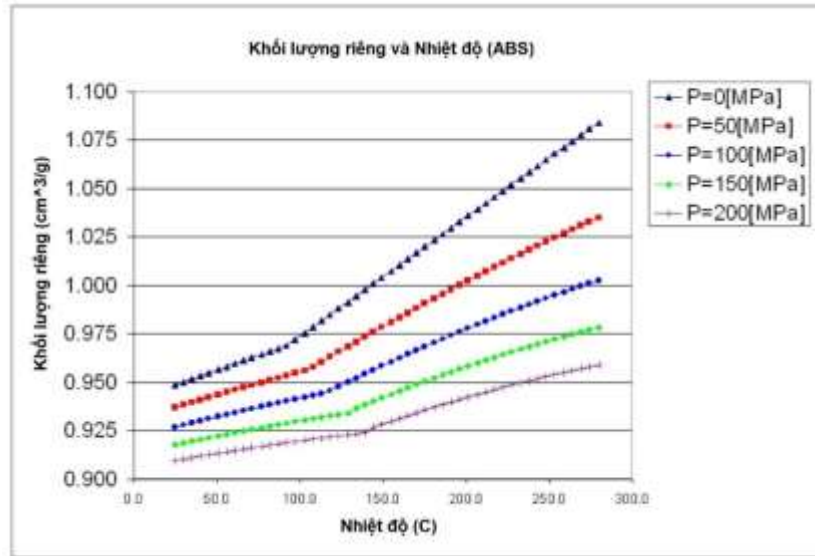
- Áp suất duy trì là áp suất trong giai đoạn duy trì áp, sau khi áp suất nén đạt được.
- Thời gian duy trì áp là thời gian từ lúc áp suất nén đạt cực đại đến khi cổng phun đông đặc.
- Hình 2.9 thể hiện sự ảnh hưởng của các thông số phun ép: áp suất duy trì, thời gian duy trì áp, nhiệt độ khuôn và nhiệt độ nóng chảy của nhựa đến sự co ngót của nhựa ABS. Được thực hiện bởi tác giả A. H. Ahmad và các công sự năm 2009.



Hình 2. 9: Thông số quá trình (a) áp suất duy trì, (b) nhiệt độ khuôn, (c) nhiệt độ nóng chảy và (d) thời gian duy trì áp [8]

c. Sự thất thoát áp suất trong khuôn

- Áp suất khuôn bị thất thoát là do dòng chảy bị giới hạn, rãnh dẫn cong và do ma sát.
- Nguyên nhân thứ 2 là do vật liệu bị nguội làm giảm khả năng chảy.
- Hậu quả là sự co ngót không đều. Hình 2.10 thể hiện sự ảnh hưởng của 3 yếu tố khối lượng, nhiệt độ và áp suất đến độ co ngót của nhựa ABS.



Hình 2. 10: Ảnh hưởng của nhiệt độ nóng chảy, áp suất, khối lượng đến sự co ngót của nhựa ABS [40]

d. Tầm quan trọng của áp suất khuôn.

- Việc xác định áp suất khuôn giúp kiểm soát được sự ổn định của sản phẩm.
- Kiểm soát được khả năng điền đầy khuôn và độ nén chặt của vật liệu.

2.4. Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho các đặc tính môi uốn của nhựa: ASTM D7774 – 12 [6]

2.4.1. Phạm vi.

Phương pháp kiểm tra này bao gồm việc xác định đầy đủ các đặc tính độ bền môi uốn của nhựa. Phương pháp này được áp dụng cho nhựa cứng và nhựa bán cứng. Mức độ ứng suất và biến dạng dưới mức giới hạn tương đối của vật liệu. Xác định tính chất môi uốn thông qua các hệ thống uốn ba điểm hoặc uốn bốn điểm.

Phương pháp kiểm tra này có thể được sử dụng với hai phương pháp:

- Phương án A: thiết kế cho các vật liệu sử dụng hệ thống lực ba điểm để xác định độ bền uốn, hệ thống lực ba điểm được sử dụng cho phương pháp này.
- Phương án B: thiết kế cho các vật liệu sử dụng hệ thống lực bốn điểm để xác định độ bền uốn, hệ thống lực bốn điểm được sử dụng cho phương pháp này.

Các thử nghiệm so sánh có thể thực hiện theo một trong hai phương án, điều kiện là các phương án phải phù hợp các vật liệu đang được thử nghiệm.

Tiêu chuẩn này không giải quyết tất cả các vấn đề an toàn. Đó là trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn này để thiết lập công việc an toàn và sức khỏe phù hợp và xác định các khả năng áp dụng trước khi sử dụng.

➤ ***Ghi chú*** – tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn ISO 13003 đều bàn về vấn đề giống nhau nhưng khác nhau về nội dung kỹ thuật và kết quả không thể so sánh trực tiếp giữa hai phương pháp thử nghiệm này.

2.4.2. Tài liệu tham khảo.

❖ Tiêu chuẩn ASTM.

D618 Điều kiện chất dẻo để thử nghiệm.

D618 Điều kiện chất dẻo để thử nghiệm

D638 Phương pháp thử nghiệm cho tính chất bền kéo của nhựa

D790 Phương pháp thử nghiệm tính chất uốn của nhựa cốt gia cố và nhựa không cốt gia cố và vật liệu cách điện

D792 Phương pháp thử nghiệm mật độ của khối lượng riêng của vật liệu nhựa bằng phép dời hình

D883 Phép gọi tên liên quan đến chất dẻo

D1505 Phương pháp thử nghiệm mật độ nhựa bằng kỹ thuật gradient tỷ trọng

D3479/D3479M Phương pháp thử nghiệm cho độ bền kéo – độ bền kéo mỗi của khuôn vật liệu phức hợp polymer

D4883 Phương pháp thử nghiệm mật độ của chất dẻo nhiệt bằng phương pháp siêu âm

D5947 Phương pháp thử nghiệm kích thước vật lý của khối mẫu thử vật liệu nhựa.

D6272 Phương pháp thử nghiệm đặc tính uốn của nhựa có cốt gia cố và không có cốt gia cố và vật liệu cách điện đối với cơ cấu uốn 4 điểm.

E83 Kỹ thuật kiểm tra và phân loại hệ thống dụng cụ đo lường độ giãn

E1942 Hướng dẫn đánh giá hệ thống thu thập dữ liệu sử dụng trong thử nghiệm chu kỳ mỏi và thử nghiệm cơ học

❖ **Tiêu chuẩn ISO.**

ISO 13003: Nhựa gia cố sợi - Xác định tính chất mỏi trong điều kiện tải theo chu kỳ

2.4.3. Thuật ngữ.

- **Defintions** – definitions áp dụng cho các phương pháp kiểm tra xuất hiện trong Terminology D883.

- **Mean strain** – trung bình đại số giữa biến dạng cực đại và biến dạng cực tiểu trong một chu kỳ

- **Mean stress** – trung bình đại số giữa ứng suất cực đại và ứng suất cực tiểu trong một chu kỳ

- **R Ratio** – tỉ lệ giữa ứng suất cực tiểu và ứng suất cực đại hoặc là tỉ lệ giữa biến dạng cực tiểu và biến dạng cực đại của mẫu khi chịu tải trọng.

- **Proportional limit** - ứng suất hoặc biến dạng cực đại được biểu hiện thông qua quan sát theo Test Methods D790 (cho phương án A) hoặc Test Methods D6272 (cho phương án B).

2.4.4. Tóm tắt các phương án.

❖ **Phương án A.**

Một mẫu thử hình chữ nhật được gia cố bởi cặp điểm tựa và chịu tải giữa các cặp điểm tựa. Tỷ lệ khoảng cách gối đỡ và chiều sâu là 16: 1. Các mẫu được đặt lực theo chu kỳ theo chiều âm và chiều dương với một tần số xác định cho đến khi vật mẫu bị phá huỷ hoặc bị cong. Từ những thử nghiệm, độ bền mỏi có thể được xác định từ cong chu kỳ. Ít nhất bốn mức độ ứng suất hay biến dạng khác nhau được thử nghiệm để xây dựng một đường cong giữa ứng suất so với số chu kỳ dẫn đến hư hỏng (S – N) hay một đường cong giữa biến dạng với số chu kỳ dẫn đến hư hỏng (r – N) để xác định giới hạn bền mỏi của vật liệu.

❖ **Phương án B.**

Một mẫu vật hình chữ nhật được gia cố bởi cặp điểm tựa và chịu tải với khoảng cách bằng nhau từ cặp điểm tựa. Tỷ lệ khoảng cách tải trọng và khoảng cách gối đỡ là 1: 2 hoặc 1:3. Các mẫu thử được đặt lực theo chu kỳ theo chiều âm và chiều dương với một tần số xác định cho đến khi vật mẫu bị phá huỷ hoặc bị cong. Từ những thử nghiệm, độ bền mỏi có thể được xác định từ số chu kỳ. Ít nhất bốn mức độ ứng suất hay biến dạng khác nhau được thử nghiệm để xây dựng một đường cong giữa ứng suất so với số chu kỳ dẫn đến hư hỏng ($S - N$) hay một đường cong giữa biến dạng với số chu kỳ dẫn đến hư hỏng ($r - N$) để xác định giới hạn bền mỏi của vật liệu.

2.4.5. Ý nghĩa và sử dụng.

Các kiểm tra độ bền mỏi được sử dụng để xác định hiệu quả của việc xử lý, điều kiện bề mặt, ứng suất, ..., độ kháng mỏi của vật liệu nhựa chịu ứng suất uốn liên quan đến số chu kỳ lớn. Các kết quả này có thể được sử dụng như một hướng dẫn cho việc lựa chọn nguyên liệu nhựa cho việc phục vụ trong điều kiện ứng suất uốn lặp đi lặp lại.

Đặc tính có thể thay đổi theo chiều dày mẫu và tần số kiểm tra. Tần số kiểm tra có thể từ 1- 25 Hz, nhưng tần số khuyến dùng là 5Hz hay ít hơn.

Kết quả thử nghiệm không đúng cho mọi loại nhựa. Nếu một loại nhựa không thể hiện một khu vực đàn hồi, nơi ứng suất có thể đảo ngược, biến dạng dẻo sẽ xảy ra trong quá trình kiểm tra độ bền mỏi, làm cho biên độ của tải được lập trình hoặc biến dạng thay đổi trong quá trình thử nghiệm. Trong tình hình này, thận trọng khi sử dụng các kết quả cho thiết kế bởi vì không thấy rõ đúng tính chất độ bền mỏi của vật liệu.

Các kết quả của thử nghiệm độ bền mỏi rất thích hợp cho các ứng dụng trong thiết kế chỉ khi các điều kiện mẫu thử mô phỏng thực tế ở các điều kiện của việc sử dụng hoặc một số phương pháp tính toán hoàn toàn có sẵn và xác định rõ ràng.

Phương án này chứa các kỹ thuật chuẩn bị mẫu vật khác nhau. So sánh các kết quả thu được từ các mẫu được chuẩn bị trong các cách khác nhau thì không được coi là có thể so sánh tương đương trừ khi đã được chứng minh.

2.4.6. Dụng cụ.

Máy thử - máy kiểm tra cơ bản đáp ứng các thông số kỹ thuật của Test Method D790 như mô tả dưới đây:

- Sai số hệ thống đo độ võng không quá $\pm 0.5\%$ của độ lệch tối đa. Máy sẽ có thể thực hiện các chương trình tải hoặc lệch hình sin hoặc vuông / hình thang ở tần số kiểm tra quy định và duy trì sai số $\pm 1\%$ hoặc ít hơn tải trọng hoặc độ lệch tối đa được lập trình.

Thiết bị ghi chép - thiết bị hiệu chuẩn được sử dụng để ghi lại các thông tin sau đây trong quá trình thử nghiệm ở một tỷ lệ thu thập dữ liệu và bộ lọc phù hợp với Guide E1942.

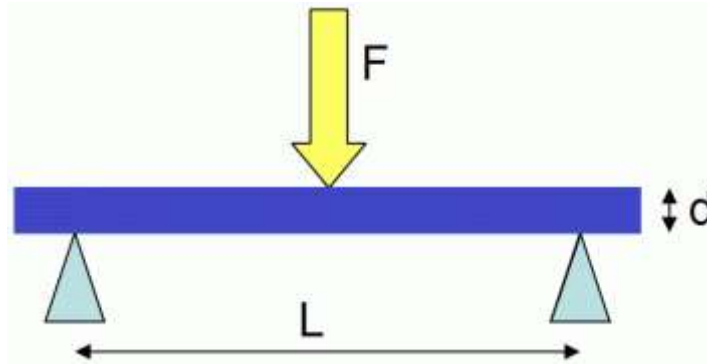
- Tải theo thời gian
- Lệch so với thời gian
- Số chu kỳ

Micromet - bộ máy áp dụng theo Test Method D5947 sẽ được sử dụng để đo độ rộng và độ dày của mẫu thử.

Cơ cấu uốn.

❖ Phương án A.

Sử dụng cơ cấu uốn cong ba điểm. Một cặp mũi tải, một cặp gối đỡ được yêu cầu cho phương án này. Một phía tải trọng, gối đỡ ở phía trên mẫu thử và các tải trọng, gối đỡ khác ở dưới mẫu thử. Các kích thước của cả hai bên sẽ được giống hệt nhau. Các bán kính của mũi tải và gối đỡ sẽ được phù hợp với Test Method D790. Một ví dụ về cơ cấu cố định cho Phương án A được thể hiện trong Hình 2.11. Cơ cấu này có phạm vi khoảng cách các gối đỡ 50,8 – 254 (2 đến 10 inch) tại khoảng 50.8mm.

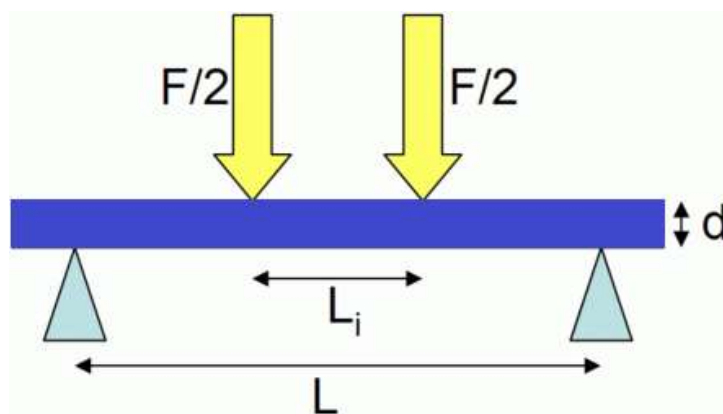


Hình 2. 11: Cơ cấu uốn 3 điểm

Việc hỗ trợ được thiết lập để hỗ trợ đơn giản mẫu thử sử dụng để tối thiểu áp lực để giữ mẫu vật tại chỗ. Mẫu vật phải đủ dài để không bị trượt khỏi gối đỡ trong quá trình thử nghiệm.

❖ **Phương án B.**

Sử dụng cơ cấu uốn cong bốn điểm. Hai cặp mũi tải, hai cặp gối đỡ được yêu cầu cho phương án này. Một bên tải trọng hoặc gối đỡ ở trên mẫu thử này và các tải trọng và gối đỡ khác ở phía dưới của mẫu thử. Các kích thước của cả hai bên sẽ giống hệt nhau. Các bán kính của mũi tải và gối đỡ sẽ được phù hợp với Test Method D6272. Tỷ lệ giữa khoảng cách tải trọng đến khoảng cách gối đỡ là 1: 2 hoặc 1: 3. Một ví dụ về tỷ lệ giữa khoảng cách tải trọng đến khoảng cách gối đỡ là 1: 3 trong Phương án B được hiển thị trong hình 2.12. Cơ cấu này có phạm vi khoảng cách tải từ 50,8 đến 101,6 mm và khoảng cách gối đỡ từ 101,6 đến 203.2mm, cả ở hai khoảng là 50.8mm.



Hình 2. 12: Cơ cấu uốn 4 điểm

- Việc hỗ trợ được thiết lập để hỗ trợ đơn giản mẫu thử sử dụng để tối thiểu áp lực để giữ mẫu vật tại chỗ. Mẫu vật phải đủ dài để không bị trượt khỏi gói đỡ trong quá trình thử nghiệm.

2.4.7. Lấy mẫu, mẫu thử và đơn vị.

Vật mẫu được lấy mẫu đại diện cho chính xác những vật liệu hoặc thiết kế đang được thử nghiệm.

Mẫu vật có thể được cắt ra từ tấm, lá, hoặc khuôn mẫu, có thể được đúc để kích thước thành phẩm mong muốn. Các kích thước thực tế sử dụng cho tính toán phải được đo theo Test Methods D5947

Phương án A - kích thước mẫu vật, hình dạng, bề mặt, và những hạn chế phải phù hợp với Test Methods D790. Các mẫu vật phải đủ dài để cho phép nhô ra trên mỗi đầu tựa ít nhất 10% của gói tựa, nhưng trong mọi trường hợp không ít hơn 12,8 mm. Nhô ra có tác dụng để ngăn chặn các mẫu vật từ trượt ra khỏi gói đỡ.

Phương án B - Kích thước mẫu vật, hình dạng, bề mặt, và những hạn chế phải phù hợp với Test Methods D6272. Phương pháp thử nghiệm này chỉ bao gồm các mẫu vật với tỉ lệ khoảng cách các tải trọng và khoảng cách các gói đỡ là 1: 2 hoặc 1: 3. Mẫu vật phải đủ dài để cho phép nhô ra trên mỗi đầu của ít nhất 10% của gói đỡ, nhưng trong mọi trường hợp không ít hơn 12,8 mm. Nhô ra là đủ để ngăn chặn các mẫu vật từ rơi ra ngoài khỏi gói đỡ.

Mẫu vật có thể được làm mỏng hơn trong khu vực đo để thúc đẩy sự thất bại trong một khoảng tải. Việc giảm chiều rộng của mẫu thử được sử dụng để tính toán ứng suất và biến dạng.

Các mẫu được cắt từ các phần bộ phận đúc dày không đồng đều phải được gia công bằng nhau và tối thiểu ở cả hai bên để tạo độ dày đồng đều trong khoảng hỗ trợ. Cần lưu ý rằng gia công độ dày của nhựa có thể thay đổi các tính chất cơ học và phải thận trọng khi áp dụng các kết quả vào thiết kế

Khuyến cáo rằng các phép đo mật độ được lấy từ mỗi mẫu thử theo Test Method D792, Test Method D1505, Practice D2839, hoặc Test Method D4883 để

đảm bảo rằng quá trình sử dụng để chế tạo các mẫu vật tạo ra các tài liệu phù hợp và thống nhất.

2.4.8. Số lượng mẫu thử.

Ít nhất ba mẫu thử sẽ được kiểm tra tại một điểm để đo ứng suất hoặc biến dạng (tối thiểu mười hai mẫu cho mỗi lần kiểm tra). Cỡ mẫu tham khảo Table 1, Test Method D3479 / D3479M.

Trong trường hợp vật liệu dị hướng, một hướng duy nhất sẽ được lựa chọn và duy trì cho tất cả các mức ứng suất và biến dạng

2.4.9. Hiệu chuẩn và tiêu chuẩn hóa.

Tất cả các thiết bị phải được hiệu chỉnh phù hợp với thông số kỹ thuật của nhà sản xuất và Practice E4.

Mẫu vật cho mỗi lần kiểm tra phải được xử lý giống nhau và chuẩn bị sẵn sàng cho kết quả chính xác

2.4.10. Điều kiện.

Chuẩn hoá – điều kiện các mẫu thử nghiệm theo Phương án A của Practice D618 trừ trường hợp khác của hợp đồng hoặc các đặc điểm kỹ thuật vật liệu có liên quan của ASTM. Điều kiện được quy định ở mức tối thiểu. Dung sai nhiệt độ và độ ẩm phải phù hợp với Section 7 của Practice D618 trừ khi được quy định khác bởi hợp đồng hoặc đặc trưng của vật liệu.

Điều kiện thử nghiệm – Tiến hành các thử nghiệm ở cùng nhiệt độ và độ ẩm dùng để chuẩn hoá dung sai theo Section 7 của Practice D618 trừ trường hợp theo quy định của hợp đồng hoặc đặc điểm kỹ thuật ASTM tài liệu có liên quan.

2.4.11. Tiến hành thí nghiệm.

❖ Mẫu Đo

Thực hiện đo lường của tất cả các mẫu vật. Đo và ghi lại độ dày và chiều rộng của mẫu vật đến 0,03 mm gần nhất (0.001 in.) Ở trung tâm của nhịp hỗ trợ. Đối với mẫu vật ít hơn 2,54 mm (0,100 in.) Ở độ sâu, đo độ sâu đến 0.003 mm gần nhất

(0.0001 in.). Lấy số đo ba khác nhau của mỗi chiều tại điểm giữa của nhịp hỗ trợ và tính trung bình các phép đo kết quả. Các phép đo phải được thực hiện theo phương pháp thử D5947.

❖ **Cài đặt thiết bị.**

▪ **Phương án A:**

Xác định và thiết lập khoảng cách gối đỡ. Đo khoảng cách chính xác tới 0,1 mm gần nhất (0.004 in.) cho các khoảng cách dưới 63 mm (2.5 in.). Đối với khoảng cách lớn hơn hoặc bằng 63 mm (2.5 in.), Độ chính xác nhỏ hơn 0,3 mm (0.012 in.). Sử dụng các khoảng đo thực tế cho tất cả các tính toán.

Vị trí ba điểm uốn cong cố định để các điểm tải trọng và trục tải trọng của máy thử nghiệm là đồng trục.

Vị trí mẫu thử trên các gối đỡ để các mũi tải và trung điểm của mẫu thử được liên kết và mặt dưới của mẫu vuông góc với trục tải trọng.

▪ **Phương án B:**

Xác định và thiết lập khoảng cách gối đỡ và khoảng cách trục tải. Đo nhịp chính xác tới 0,1 mm gần nhất (0.004 in.) cho các khoảng cách ít hơn 63 mm (2.5 in.). Đối với các khoảng cách lớn hơn hoặc bằng 63 mm (2.5 in.), Đo chính xác đến gần 0,3 mm (0.012 in.). Sử dụng các khoảng cách đo thực tế cho tất cả các tính toán.

Vị trí bốn điểm uốn cong cố định để các đường tâm giữa các mũi tải và trục tải trọng của máy thử nghiệm đồng trục.

Vị trí mẫu thử trên các gối đỡ để các đường trung tâm giữa các mũi tải trọng và trung điểm của các mẫu thử được liên kết và mặt dưới của mẫu vuông góc với trục tải.

❖ **Thiết lập chương trình.**

Chương trình máy thử nghiệm theo một tải trọng động (hình sin, vuông, hoặc hình thang) hoặc dạng sóng với biên độ để chọn tải hoặc mức độ biến dạng. Trừ các quy định đặc biệt, các dạng sóng mặc định sẽ là hình sin. Mức độ chọn sẽ ở dưới giới hạn đàn hồi của vật liệu được xác định bởi Test Methods D790 (cho phương án A) hoặc Test Methods D6272 (đối với phương án B). Tỷ lệ R bằng -1 và có nghĩa là sức

căng(ứng suất) / biến dạng là bằng không vì cả hai phương án A và B sử dụng hoàn toàn đảo ngược loading. Đặt tần số kiểm tra (tối đa 25 Hz)

Lựa chọn mức độ ứng suất - ứng suất không được vượt quá các giới hạn đàn hồi của vật liệu. Tải trọng liên quan của việc chọn lựa một mức độ ứng suất có thể được xác định bằng các phương trình sau đây:

Phương án A:

$$P = \frac{2Sbd^2}{3L} \quad (2.2)$$

Phương án B, 1: 3 tải đến gối đỡ

$$P = \frac{Sbd^2}{L} \quad (2.3)$$

Phương án B, 1: 2 tải đến gối đỡ

$$P = \frac{4Sbd^2}{3L} \quad (2.4)$$

Trong đó:

P = tải trọng N,

S = ứng suất uốn (Mpa)

L = khoảng cách gối đỡ (mm)

b = chiều rộng của mẫu thử (mm)

d = chiều dày của mẫu thử (mm)

Mức lựa chọn biến dạng - Mức biến dạng không được vượt quá các giới hạn đàn hồi của vật liệu. Độ lệch liên quan đến một mức độ biến dạng xác định bởi phương trình sau:

Phương án A

$$D = \frac{rL^2}{6d} \quad (2.5)$$

Phương án B, 1: 3 tải đến gôi đỡ

$$D = \frac{rL^2}{4.70d} \quad (2.6)$$

Phương án B, 1: 2 tải đến gôi đỡ

$$D = \frac{rL^2}{4.36d} \quad (2.7)$$

Trong đó:

D = lệch điểm ở trung điểm (mm)

r = biến dạng (mm / mm)

L = khoảng cách gôi đỡ (mm)

d = độ sâu dầm (mm)

Thiết lập kết thúc thử nghiệm đến 10^7 chu kỳ

❖ **Kiểm tra.**

- Bắt đầu thử nghiệm với vật mẫu không có tải trọng.
- Kết quả thử nghiệm này được ghi liên tục bằng cách sử dụng một hệ thống ghi dữ liệu trên máy tính trong đó ghi các thông tin phản hồi lực và độ lệch.
- Tiếp tục thử nghiệm cho đến khi mẫu không theo một trong các tiêu chí sau:

- Mẫu thử bị phá huỷ như vỡ, gãy, nứt...
- Giới hạn - Đối với các thử nghiệm kiểm soát tải trọng, ngừng mẫu thử nếu độ biến dạng tăng hơn 10% trong thời gian thử nghiệm. Đối với các thử nghiệm kiểm soát biến dạng, ngừng thử nghiệm nếu tải trọng giảm hơn 10% trong thời gian thử nghiệm.
- Ngừng thử nghiệm khi đạt số chu kỳ yêu cầu (khoảng 10^7 chu kỳ).
- Lặp lại các bước trên, sử dụng mẫu vật chưa được kiểm tra, ít nhất là ba lần tại mỗi trong bốn mức độ ứng suất hoặc biến dạng. Đối với cỡ mẫu khác tham khảo Table 1 Test Methods D3479 / D3479M

❖ Thử nghiệm lại.

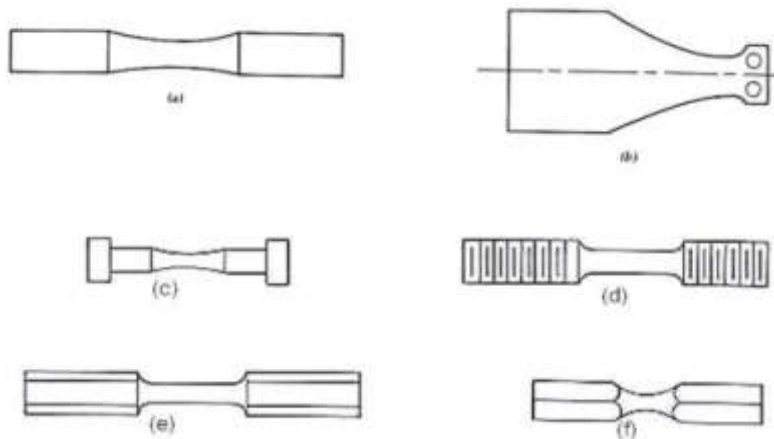
Thử nghiệm phải được lặp đi lặp lại nếu mẫu thử rơi ra bên ngoài khoảng cách gối đỡ hoặc nếu tần số hoặc biên độ không được duy trì ổn định trong suốt thời gian quá trình các thử nghiệm.

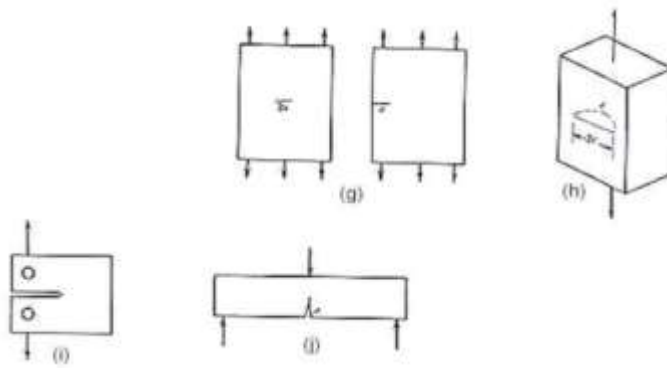
2.5. Phương pháp đo mỏi

2.5.1. Mẫu thử :

Thuật ngữ "mẫu thử" thường được sử dụng theo nghĩa của một mẫu thử có hình dạng đơn giản, được chuẩn hóa một cách tự nhiên, có kích thước nhỏ và được chuẩn bị cẩn thận và với bề mặt hoàn thiện tốt. Mục đích của việc đơn giản hóa không phải là làm cho nó rẻ hơn nhưng nhiều hơn để giảm sự biến đổi của sản phẩm và để giữ cho các yếu tố có ảnh hưởng khác nhau được kiểm soát.

Các mẫu thử loại này thường được dùng để thử nghiệm vật liệu và cho biết tính chất của nó; chúng cũng được sử dụng rộng rãi cho các mục đích nghiên cứu. Hình 2.13 thể hiện hình dáng các mẫu thử mỏi của vật liệu [43]





Hình 2. 13: a) Uốn xoay, b) Tấm phẳng dẹt (c) trục xương chó nút, (d) trục xương chó, (e) xoắn, (f) ứng suất kết dính, (g) nứt tấm, (h) nứt một phần, (i) mẫu kéo căng nhỏ và (j) ba điểm uốn [Fuch & Stephens, 1980].

2.5.2. Phương pháp đo:

Các thành phần của máy kiểm tra độ mỏi

Tất cả các loại máy kiểm tra độ mỏi bao gồm các thành phần cấu trúc sau:

2.5.2.1. Cơ chế sản xuất tải

Điều này tạo ra tải xen kẽ (chuyên đổi). Tải tác động uốn 3 điểm vào mẫu được thể hiện ở hình 2.14.

2.5.2.2. Bộ phận truyền tải

Điều này bao gồm kẹp, thiết bị dẫn hướng, các khớp nối uốn cong, vv .. do đó tải được tạo ra được truyền theo cách sao cho tạo ra sự phân bố ứng suất mong muốn.

2.5.2.3. Thiết bị đo lường

Điều này cho phép thiết lập giới hạn tải trọng trên và dưới danh nghĩa.

2.5.2.4. Thiết bị điều khiển

Thành phần này kiểm soát tải trong suốt thử nghiệm và đôi khi tự động thay đổi trong lực hoặc phát sinh trong quá trình thử nghiệm bằng cách sử dụng các kỹ thuật phản hồi.

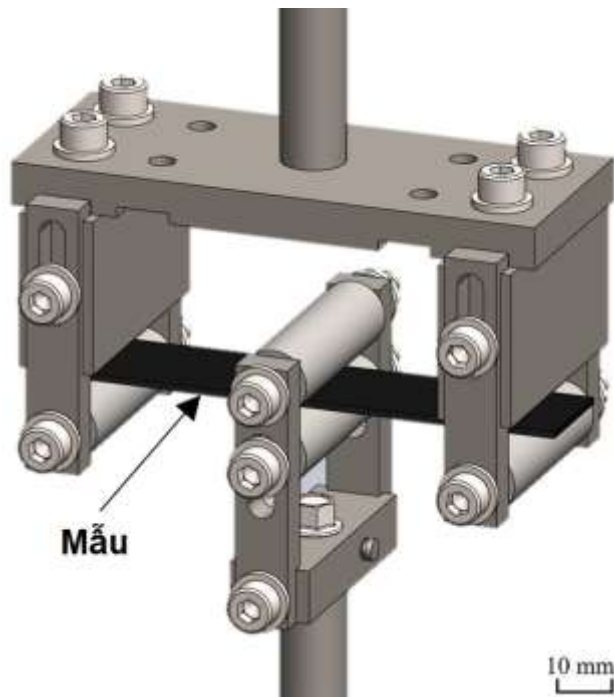
2.5.2.5. Bộ đếm và bộ phận ngắt

Điều này đếm số lần đảo chiều ứng suất trên mẫu và dừng máy thử sau một số chu kỳ nhất định, khi gãy hoàn toàn mẫu hoặc tại một số thay đổi được chỉ định trước về biến dạng hoặc tần số.

2.5.2.6. Khung

Nó hỗ trợ các bộ phận khác nhau của máy và nếu cần thiết được sắp xếp để giảm năng lượng rung được truyền tới bệ.

Tóm lại, mục đích của máy kiểm tra độ mỏi là áp dụng cho mẫu thử tải trọng xen kẽ tạo ra sự phân bố ứng suất được xác định rõ. Sự phân bố nên được tái sản xuất trong giới hạn hẹp, một yêu cầu bao gồm tải trọng cần được sao chép với độ chính xác đầy đủ và nó phải được truyền đến mẫu thử không phân tán quá mức. Do đó, việc hiệu chỉnh cẩn thận và chính xác và kiểm tra máy thử nghiệm là điều kiện không thể thiếu để thu được kết quả đáng tin cậy từ bất kỳ máy thử độ mỏi nào.



Hình 2. 14: Mô hình thử mỏi uốn 3 điểm theo tiêu chuẩn D7774 -12 [41]

Chương 3

LẬP KẾ HOẠCH VÀ THỰC NGHIỆM

3.1. Các yếu tố ảnh hưởng

- Trong công nghệ ép phun, rất nhiều các thông số cần thiết lập trong ép phun có ảnh hưởng đến các đặc tính lý, hóa của sản phẩm. Các thông số cần cài đặt trong quá trình ép phun:

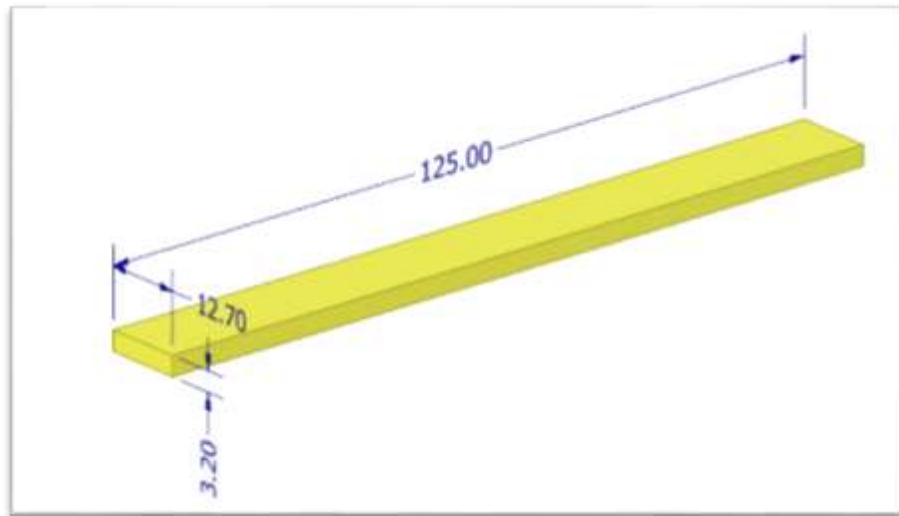
- Nhiệt độ sấy: Trước khi ép sản phẩm, các hạt nhựa cần được sấy để làm khô, thường nhiệt độ sấy khoảng 90 °C.
- Thời gian sấy: thường trong khoảng: từ 2 – 4 giờ.
- Nhiệt độ nhựa: Nhiệt độ nhựa từ vòi phun vào bạc cuống phun.
- Áp suất phun: áp suất tại vị trí vòi phun của máy ép đi vào khuôn.
- Nhiệt độ khuôn: nhiệt độ bề mặt lòng khuôn trong quá trình ép sản phẩm.
- Tốc độ phun trong khoảng: 80 – 240 mm/s.

- Hiện nay, các thông số ép phun chủ yếu được thiết lập theo kinh nghiệm hoặc theo phương pháp thử sai. Trong bài nghiên cứu chuyên đề này, tác giả nghiên cứu đội bền mỏi uốn của nhựa ABS khi chịu tải thay đổi khác nhau trong các trường hợp thay đổi thông số ép: nhiệt độ nhựa, áp suất duy trì và thời gian duy trì áp.

3.2. Thành lập các điều kiện tiến hành thí nghiệm

3.2.1. Tính toán tải trọng tác động

- **Mẫu thử:** ABS Kumho 750
- **Kích thước:** 125x 12.7 x 3.2 [6]



Hình 3. 1: Mô hình 3d mẫu thử theo tiêu chuẩn ASTM D790

- **Tính chất cơ lý của nhựa ABS Kumho 750** [10] được trình bày ở bảng 3.1

Bảng 3. 1: Tính chất cơ lý của nhựa ABS Kumho 750

| TÍNH CHẤT VẬT LIỆU CỦA ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE (ABS) | | | |
|--|--|------------|-----------|
| Công thức hóa học | (C ₈ H ₈ ·C ₄ H ₆ ·C ₃ H ₃ N) _n | | |
| Tính chất vật lý | | | |
| Nhiệt độ nóng chảy – Tốc độ dòng chảy | ASTM D1238 | 220°C/10kg | 35g/10min |
| Tính chất cơ học | | | |
| Độ bền kéo | ASTM D638 | 47 MPa | |
| Ứng suất uốn | ASTM D790 | 63.7MPa | |
| Modul Uốn | ASTM D790 | 2160MPa | |

- **Tải trọng tác động**

$$P = \frac{Sbd^2}{3L} \quad (3.1)$$

Trong đó:

P = tải trọng N.

b = chiều rộng của mẫu thử (mm)

S = ứng suất uốn (MPa)

d = độ dày của mẫu thử (mm).

L = khoảng cách gối đỡ (mm)

$$P = \frac{2Sbd^2}{3L} = \frac{2.63.7.12.7.3.2^2}{3.70} = 78.8957 (N) = 8045.122443 g$$

Biết: 1kg = 9.8067N

Do điều kiện thiết kế máy. Lò xo chịu tối đa tải là 1000g nên tác giả chọn tải tác động từ 500g – 900g

Kết luận: Chọn tải tác động thí nghiệm ở 5 mức: 500g; 600g; 700g; 800g; 900g

3.2.2. Điều kiện đầu vào của quá trình ép phun

- Thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các thông số: nhiệt độ nhựa, áp suất duy trì, thời gian duy trì áp tới độ bền mỏi uốn của vật liệu nhựa ABS khi chịu các giá trị tải nhất định. Như vậy số yếu tố đầu vào là 3 yếu tố.

Xác định khoảng khảo sát: việc lựa chọn khoảng khảo sát cần phải thiết kế các thí nghiệm thăm dò để xác định khoảng khảo sát phù hợp.

- Đối với thông số nhiệt độ nóng chảy nhựa [30]: Nhựa ABS nóng chảy ở nhiệt độ trong khoảng 210 - 280°C; vì thế lựa chọn khảo nằm trong khoảng 220 °C – 240°C.

- Đối với thông số áp suất duy trì : tiến hành ép thử để xác định khoảng áp suất hợp lý. Thông số lựa chọn: 40 – 46 MPa.

- Đối với thông số thời gian duy trì áp : Khoảng thay đổi lựa chọn: 0.2 – 1s.

Như vậy với đề tài này, các thông số đầu vào tác giả lựa chọn theo bảng 3.2.

Bảng 3. 2: Khoảng khảo sát

| Yếu tố | Khoảng khảo sát |
|---------------------------|-----------------|
| Nhiệt độ nóng chảy nhựa | 220 – 240 °C |
| Áp suất duy trì | 25 – 45 MPa |
| Thời gian duy trì áp [20] | 0.2 – 1.0 s |

- Các thông số khác trong quá trình ép phun sẽ được giữ cố định để có thể nghiên cứu chính xác ảnh hưởng các thông số trên tới độ bền mỏi của sản phẩm. Các thông số cố định được trình bày ở bảng 3.3.

Bảng 3. 3: Các thông số giữ cố định

| Thông số phun ép | |
|---------------------|--------|
| Áp suất ép | 40 MPa |
| Nhiệt độ khuôn | 30°C |
| Thời gian phun | 1s |
| Thời gian làm nguội | 20s |

3.2.3. Tính toán số lượng thí nghiệm

- Thiết kế thực nghiệm đơn biến đã được tác giả áp dụng để nghiên cứu sự ảnh hưởng thông số ép phun đến độ bền mỏi uốn của sản phẩm phun ép nhựa. Trong đó, thay đổi giá trị thông số đang nghiên cứu, các thông số còn lại sẽ giữ nguyên giá trị. Sau đó đánh giá xu hướng ảnh hưởng của từng thông số đến độ bền mỏi uốn.

- Thông qua khuyến nghị của nhà cung cấp vật liệu nhựa ABS và quá trình thực nghiệm ép thử. Tác giả đã chọn được giá trị thông số phun ép đảm bảo được đúng yêu cầu về hình dạng của mẫu thử mỏi uốn theo tiêu chuẩn ASTM D790 hình 3.1 và hình ảnh thực tế sản phẩm phun ép thể hiện ở hình 3.2 đó là: Nhiệt độ nóng chảy nhựa: 220°C, 225°C, 230°C, 235 °C, 240°C. Áp suất duy trì: 38MPa, 40MPa, 42MPa, 44MPa, 46MPa. Thời gian duy trì áp là 0,2s, 0,4s, 0,6s, 0,8s, 1,0s. Khi thay đổi một thông số thì các thông số còn lại sẽ giữ nguyên ở giá trị trung gian. Số trường hợp thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3.4.



Hình 3. 2: Hình dáng thực tế mẫu thử theo tiêu chuẩn ASTM D790

Bảng 3. 4: Ma trận thí nghiệm

| TH | Nhiệt độ nóng chảy nhựa (°C) | Áp suất duy trì (MPa) | Thời gian duy trì áp (s) |
|----|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 220 | 42 | 0.6 |
| 2 | 225 | | |
| 3 | 230 | | |
| 4 | 235 | | |
| 5 | 240 | | |
| 6 | 230 | 38 | |
| 7 | | 40 | |
| 8 | | 42 | |
| 9 | | 44 | |
| 10 | | 46 | |
| 11 | | 42 | 0.2 |
| 12 | | | 0.4 |
| 13 | | | 0.6 |
| 14 | | | 0.8 |
| 15 | | | 1 |

- Thí nghiệm được thực hiện trong 5 trường hợp tải: 500g; 600g; 700g; 800g; 900g.
- Mỗi thí nghiệm được thực hiện 4 lần, kết quả là trung bình của 4 lần kiểm tra.

Kết luận: Số lượng thí nghiệm: $15 \times 5 \times 4 = 300$

3.3. Quy trình tiến hành thí nghiệm

- Bước 1: Ép mẫu trên máy ép với các thông số cài đặt đã thống kê ở trên.
- Bước 2: Tách sản phẩm ra khỏi kênh dẫn và đánh dấu mã hóa sản phẩm.
- Bước 3: Kiểm định chất lượng mẫu đảm bảo đặc tính hình học cho phép theo tiêu chuẩn ASTM D790
- Bước 4: Thí nghiệm đo độ bền mỏi trên máy thử độ bền mỏi theo lực tác động và máy tạo mỏi theo tải được thể hiện lần lượt ở hình 3.4 và 3.5

Trong bước 4 sẽ thực hiện trình tự như sau: Ví dụ xác định độ bền mỏi của mẫu dưới tải trọng 500g

- Bước 4.1: Xác định lượng chuyển vị ban đầu: Ghi nhận lượng chuyển vị của mẫu thí nghiệm khi chịu tải 500g bằng máy đo độ bền mỏi theo tải tác động.
- Bước 4.2: Tạo mỏi cho mẫu thí nghiệm: Đặt mẫu thử đã kiểm tra chuyển vị ở bước 4.1 vào máy tạo mỏi theo tải và cho lò xo tác động vào mẫu n lần với lực tác động là 500g.
- Bước 4.3. Xác định lượng chuyển vị của mẫu sau khi thực hiện bước 4.2 với giá trị tải 500g bằng máy đo độ bền mỏi theo tải tác động. Nếu mẫu chuyển vị 10% so với giá trị chuyển vị ghi nhận ở bước 4.1 thì thí nghiệm dừng lại. Nếu chưa đạt thì thực hiện lại bước 4.2.

3.4. Thực hiện thí nghiệm.

3.4.1. Dụng cụ thí nghiệm

3.4.1.1. Máy ép nhựa Shine Well W – 120B

Hình dáng thực tế máy ép nhựa được thể hiện ở hình 3.3 và thông số máy ép nhựa Shine Well SW-120B được trình bày ở bảng 3.5.



Hình 3. 3: Máy ép nhựa Shine Well SW – 120B

Bảng 3. 5: Thông số kỹ thuật của máy ép phun SW – 120B [35]

| | | | |
|-----------------|---|-------------------------------|----------------------|
| Thông tin chung | 1 | Khối lượng | 4,5 tấn |
| | 2 | Kích thước (dài – rộng – cao) | 4,8 x 1,3 x 1,65 (m) |
| | 3 | Tốc độ dòng chảy | 20 (l/m) |

| | | | |
|--------------|---|------------------------|----------------------------|
| | 4 | Dầu thủy lực | American ESSO – 68 (350L) |
| | 5 | Dầu bôi trơn | ESSO 3 – Mobil No.3 (2L) |
| | 6 | Hành trình mở khuôn | 380 (mm) |
| | 7 | Kích thước phiến | 595 x 595 (mm) |
| | 8 | Chiều cao khuôn | 140 ~ 440 (mm) |
| | 9 | Kích thước khuôn | 229 x 350 (mm) |
| Bộ phận phun | 1 | Đường kính trục vít me | 45 (mm) |
| | 2 | Áp suất phun | 1393 (kg/cm ²) |
| | 3 | Lưu lượng phun | 131 (cm ³ /s) |
| | 4 | Năng suất chảy dẻo | 74 (kg/hour) |
| | 5 | Tốc độ trục vít me | 0 ~ 200 (rpm) |
| | 6 | Năng suất phun | 267 (g/lần phun) |
| Bộ phận kẹp | 1 | Lực kẹp | 120 ton |
| | 2 | Hành trình mở khuôn | 380 (mm) |
| | 3 | Công suất bơm | 20 (HP/KW) |
| | 4 | Công suất nung | 4,6 (KW) |
| | 5 | Điều khiển nhiệt độ | 0 ~ 399 x 4 (set) |

3.4.1.2. Máy tạo môi theo tải

Hình ảnh thực tế máy tạo môi theo tải hình 3.4 được chế tạo tại – Đại học Sư phạm Kỹ thuật TPHCM theo tiêu chuẩn ASTM D7774 – 12.



Hình 3. 4: Máy tạo môi theo tải

Các bước cài đặt, vận hành.

- Bước 1: Đặt Load Cell vào vùng thử để xác định tải trọng ban đầu.
- Bước 2: Sau khi đã xác định được tải trọng ban đầu, lấy Load Cell ra khỏi vùng thử
- Bước 3: Đưa mẫu nhựa vào vùng thử.
- Bước 4: Cho động cơ hoạt động, điều chỉnh tốc độ quay của mô tơ bằng biến tần cho phù hợp.
- Bước 5: Theo dõi quá trình thử mẫu, lấy kết quả.

3.4.1.3. Máy đo độ bền môi theo tải tác động

Hình ảnh thực tế máy đo độ bền môi theo tải tác động hình 3.5 và máy được chế tạo tại – Đại học Sư phạm Kỹ thuật TPHCM theo tiêu chuẩn ASTM D7774 –

12.



Hình 3. 5: Máy đo độ bền mỏi theo tải tác động

Nguyên lý hoạt động: Tác dụng một giá trị tải nhất định vào mẫu bằng cách xoay trục vít thì giá trị lực tác động sẽ hiển thị trên màn hình (Load Cell). Đồng thời giá trị chuyển vị của mẫu sẽ được hiển thị thông qua thước cặp điện tử.

Hình 3.6 thể hiện mẫu thử hình dáng của mẫu 1.37 sau khi thử nghiệm độ bền mỏi uốn và xác định được chu kỳ mỏi là 3700. Mẫu thử 1.38 đang được đặt trên máy đo để xác định lượng chuyển vị ban đầu.



Hình 3. 6: Mẫu thử sau trước khi thử mỏi và sau khi thử mỏi

3.4.2. Điều kiện thí nghiệm

- Điều kiện thí nghiệm áp dụng theo tiêu chuẩn ASTM D7774 – 12 như sau:

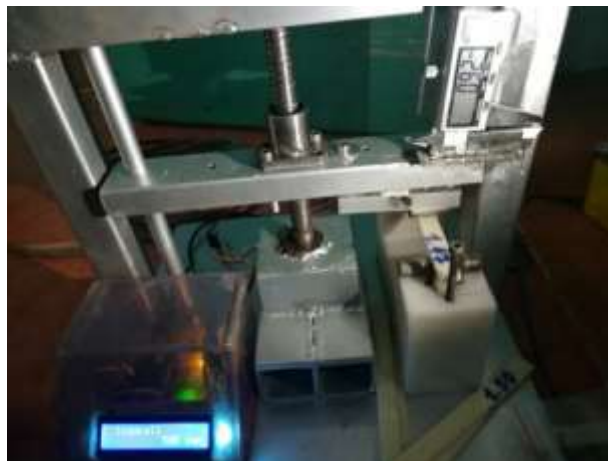
- Nhiệt độ môi trường: 25 °C
- Độ ẩm: 55 %.

3.4.3. Kết quả thí nghiệm

- Hình 3.7 thể hiện kết quả đo đầu tiên ở bước 4.1 với tải tác động ban đầu là 500g thì ta có kết quả chuyển vị là 0,88 mm. Hình 3.8 thể hiện lượng chuyển vị 0,92 mm sau khi tác động tải 500g 3000 lần.
- Kết quả trung bình của 15 trường hợp được thể hiện ở bảng 3.6.
- Biểu đồ mỗi của 15 trường hợp thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3.7.



Hình 3. 7: Mẫu số 1.47: lực 500g chuyển vị 0.88 mm

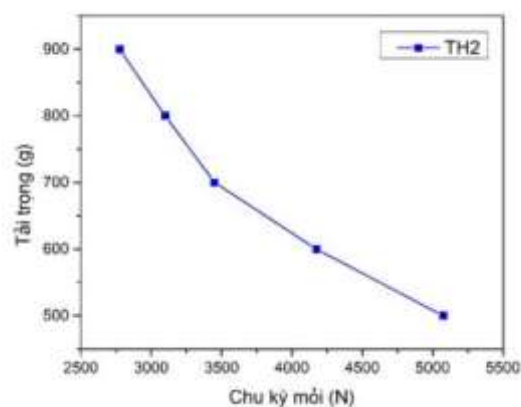
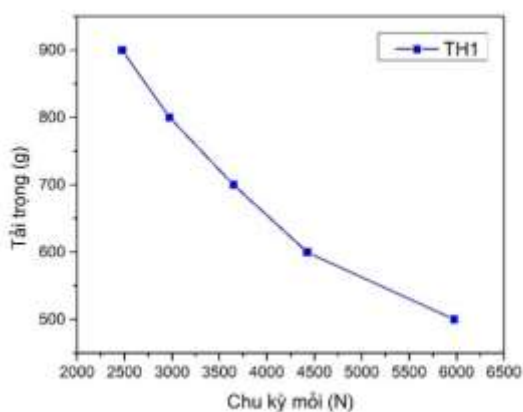


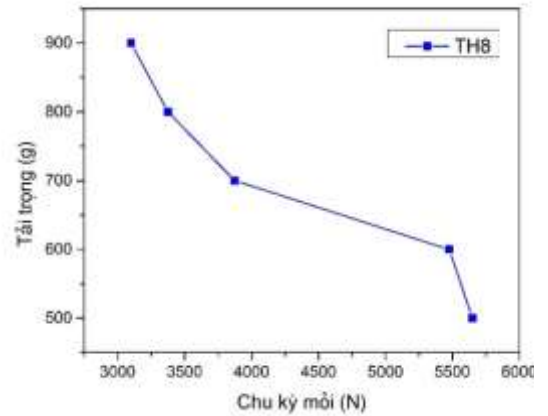
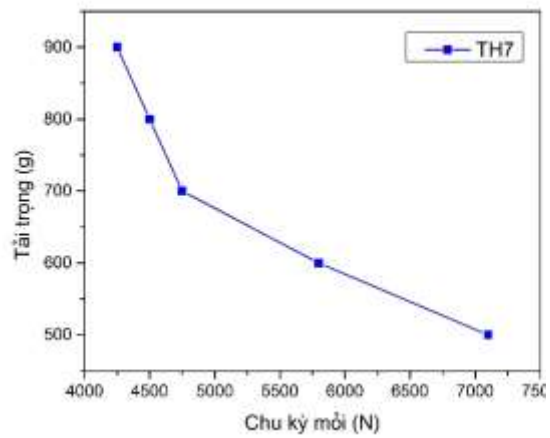
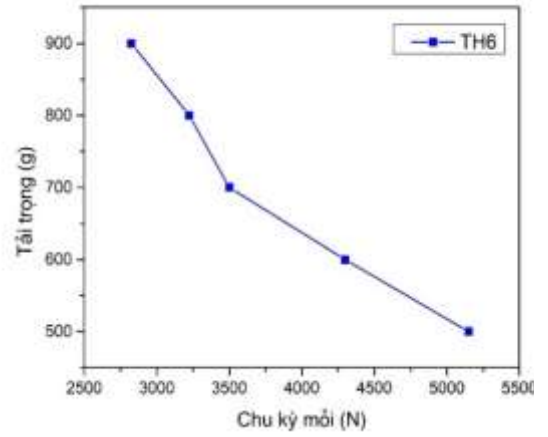
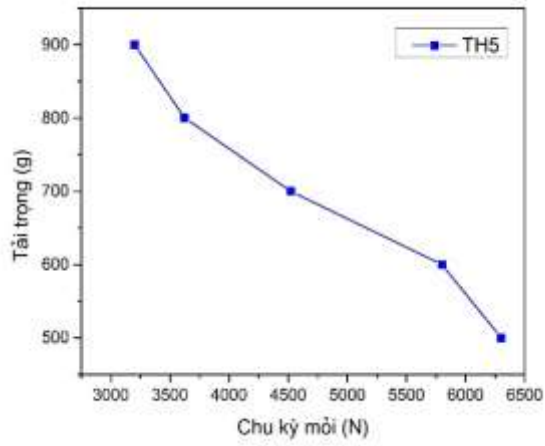
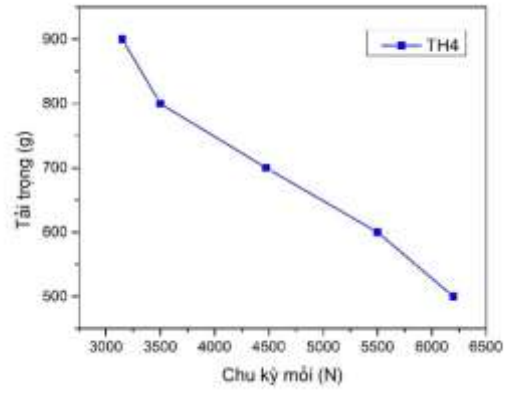
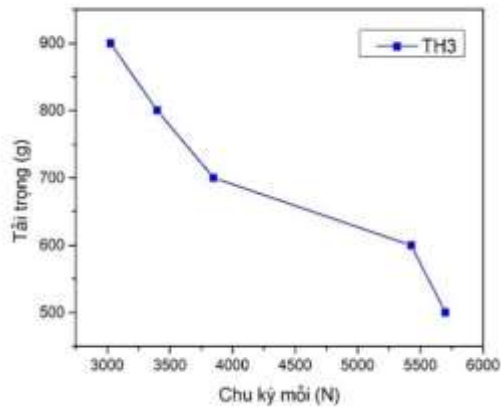
Hình 3. 8: Mẫu số 1.47: chuyển vị 0.92 mm sau khi tác động tải 500g 3000 lần

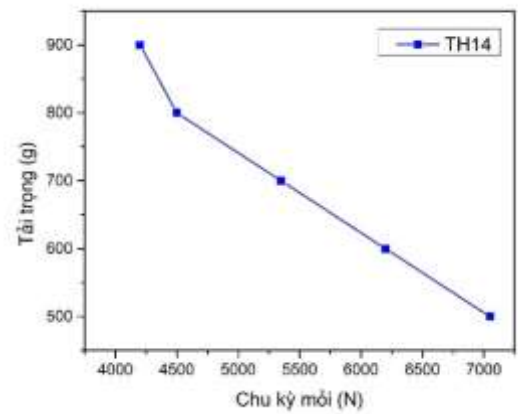
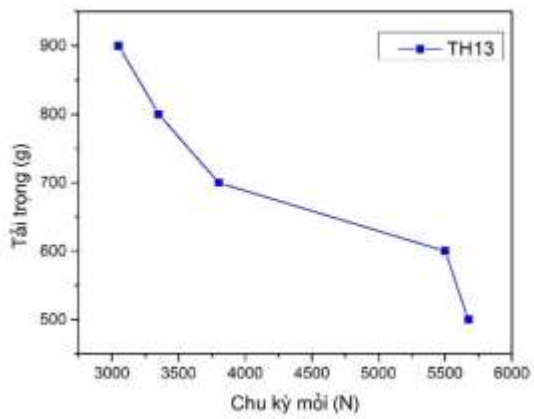
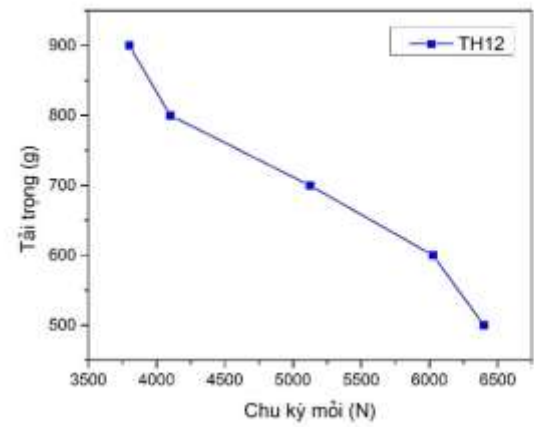
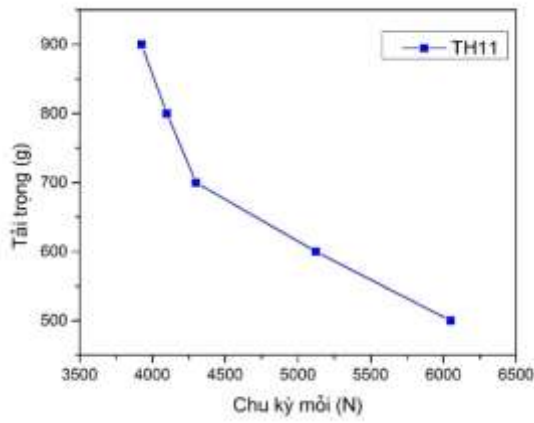
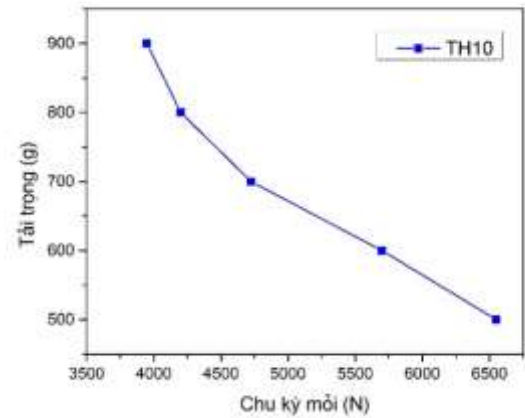
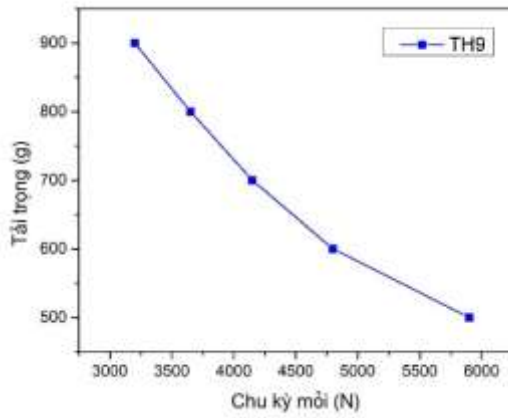
Bảng 3. 6: Bảng kết quả tổng hợp chu kỳ mỏi 15 trường hợp

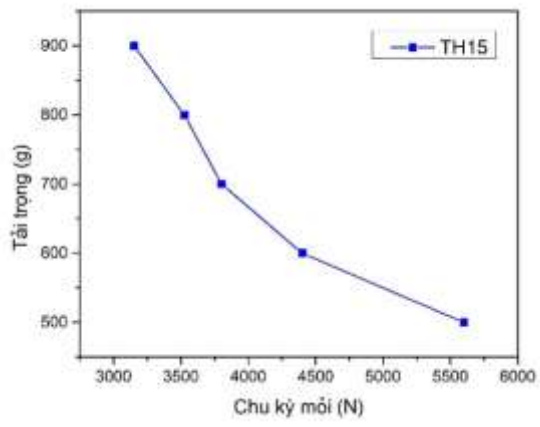
| TH | Nhiệt độ nhựa (°C) | Áp suất duy trì (MPa) | Thời gian duy trì áp (s) | Chu kỳ mỏi (N) | | | | | |
|----|--------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | | | | 500g | 600g | 700g | 800g | 900g | |
| 1 | 220 | 42 | 0.6 | 5975 | 4425 | 3650 | 2975 | 2475 | |
| 2 | 225 | | | 5075 | 4175 | 3450 | 3100 | 2775 | |
| 3 | 230 | | | 5700 | 5425 | 3850 | 3400 | 3025 | |
| 4 | 235 | | | 6200 | 5500 | 4475 | 3500 | 3150 | |
| 5 | 240 | | | 6300 | 5800 | 4525 | 3625 | 3200 | |
| 6 | 230 | 38 | | 5150 | 4300 | 3500 | 3225 | 2825 | |
| 7 | | 40 | | 7100 | 5800 | 4750 | 4500 | 4250 | |
| 8 | | 42 | | 5650 | 5475 | 3875 | 3375 | 3100 | |
| 9 | | 44 | | 5900 | 4800 | 4150 | 3650 | 3200 | |
| 10 | | 46 | | 6550 | 5700 | 4725 | 4200 | 3950 | |
| 11 | | 42 | 0.2 | 6050 | 5125 | 4300 | 4100 | 3925 | |
| 12 | | | | 0.4 | 6400 | 6025 | 5125 | 4100 | 3800 |
| 13 | | | | 0.6 | 5675 | 5500 | 3800 | 3350 | 3050 |
| 14 | | | | 0.8 | 7050 | 6200 | 5350 | 4500 | 4200 |
| 15 | | | | 1 | 5600 | 4400 | 3800 | 3525 | 3150 |

Bảng 3. 7: Biểu đồ mỏi 15 trường hợp









Chương 4

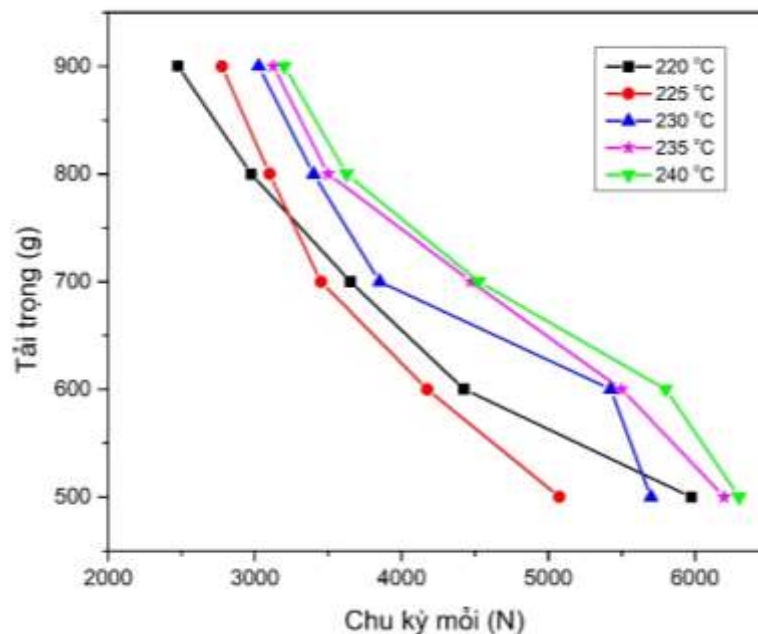
PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

4.1. Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng trong trường hợp thay đổi nhiệt độ nóng chảy nhựa

Bảng 4.1 thể hiện các kết quả thí nghiệm đo độ bền mỏi và hình 4.1 thể hiện biểu đồ mỏi mẫu nhựa ABS khi thay đổi thông số nhiệt độ nóng chảy từ 220°C đến 240°C dưới tải tác động từ 500g đến 900g.

Bảng 4. 1: Kết quả thí nghiệm bền mỏi khi thay đổi nhiệt độ nhựa

| TH | Nhiệt độ nóng chảy nhựa (°C) | Áp suất duy trì (MPa) | Thời gian duy trì áp (s) | Chu kỳ mỏi (N) | | | | |
|----|------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|------|------|------|------|
| | | | | 500g | 600g | 700g | 800g | 900g |
| 1 | 220 | 42 | 0.6 | 5975 | 4425 | 3650 | 2975 | 2475 |
| 2 | 225 | | | 5075 | 4175 | 3450 | 3100 | 2775 |
| 3 | 230 | | | 5700 | 5425 | 3850 | 3400 | 3025 |
| 4 | 235 | | | 6200 | 5500 | 4475 | 3500 | 3150 |
| 5 | 240 | | | 6300 | 5800 | 4525 | 3625 | 3200 |



Hình 4. 1: Biểu đồ mỏi khi thay đổi nhiệt độ nhựa

Từ biểu đồ mỏi (Hình 4.1) ta nhận thấy thấy rằng:

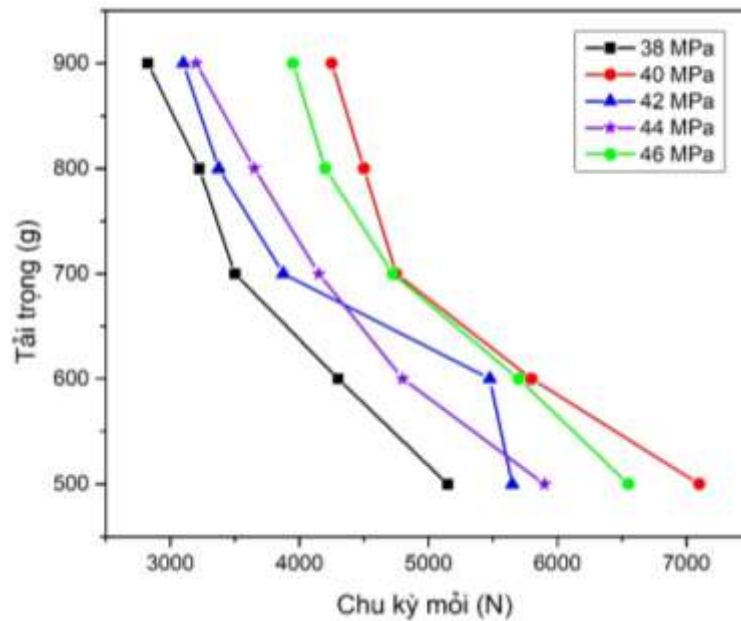
- Khi tải chu kỳ tăng lên thì độ bền mỏi uốn của nhựa giảm.
- Khi tăng nhiệt độ nóng chảy của nhựa làm cho nhựa chảy dễ dàng trong khuôn, dẫn đến sự sụt áp trong dòng chảy giảm xuống. Khi đó áp suất tại đường hàn tăng lên dẫn đến kết quả là độ bền mỏi tăng.
- Ở nhiệt độ nhựa 240°C là đạt được độ bền mỏi cao nhất.

4.2. Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng trong trường hợp thay đổi áp suất duy trì

Bảng 4.2 thể hiện các kết quả thí nghiệm đo độ bền mỏi và hình 4.2 thể hiện biểu đồ mỏi mẫu nhựa ABS khi thay đổi thông số áp suất duy trì 38 MPa đến 46 MPa dưới tải tác động từ 500g đến 900g.

Bảng 4. 2: Kết quả thí nghiệm bền mỏi khi thay đổi áp suất duy trì

| TH | Nhiệt độ nóng chảy nhựa (°C) | Áp suất duy trì (MPa) | Thời gian duy trì áp (s) | Chu kỳ mỏi (N) | | | | |
|----|------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|------|------|------|------|
| | | | | 500g | 600g | 700g | 800g | 900g |
| 6 | 230 | 38 | 0.6 | 5150 | 4300 | 3500 | 3225 | 2825 |
| 7 | | 40 | | 7100 | 5800 | 4750 | 4500 | 4250 |
| 8 | | 42 | | 5650 | 5475 | 3875 | 3375 | 3100 |
| 9 | | 44 | | 5900 | 4800 | 4150 | 3650 | 3200 |
| 10 | | 46 | | 6550 | 5700 | 4725 | 4200 | 3950 |



Hình 4. 2: Biểu đồ mỏi khi thay đổi áp suất duy trì

Dựa trên kết quả ở biểu đồ (Hình 4.2) ta thấy rằng:

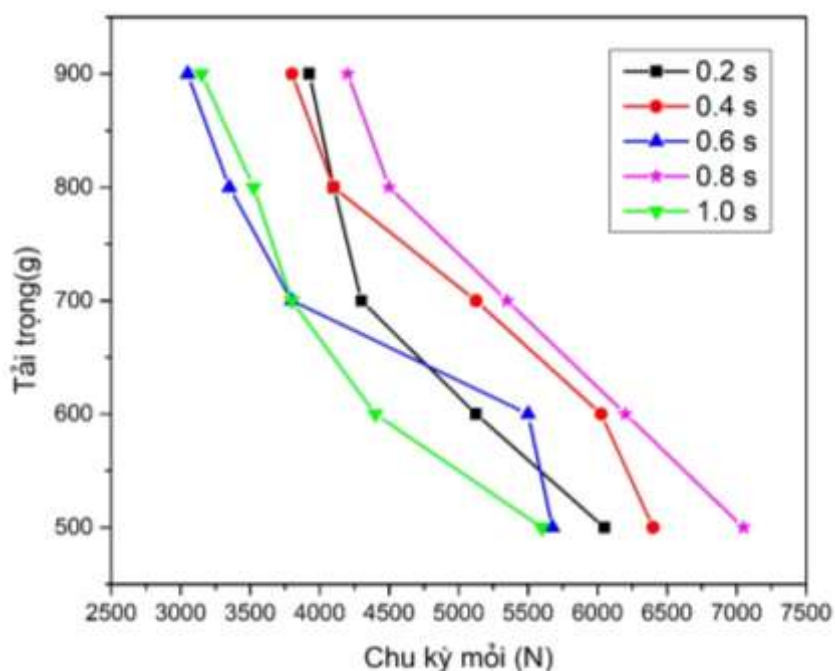
- Khi tăng giá trị tải tác động thì độ bền mỏi uốn của sản phẩm phun ép nhựa giảm.
- Có sự thay đổi về độ bền mỏi khi thay đổi thông số áp suất duy trì. Độ bền mỏi của mẫu nhựa ABS tăng dần và đạt giá trị cao nhất khi áp suất duy trì đạt 40 MPa và bắt đầu giảm xuống khi áp suất duy trì vượt qua 40 MPa. Nguyên nhân của sự thay đổi đó là khi tăng áp suất duy trì thì áp suất tại đường hàn tăng lên làm cho độ bền tại đường hàn tăng kết quả là độ bền của chi tiết tăng. Nhưng khi áp suất tại vị trí đường hàn tăng lên quá nhiều sẽ dẫn đến hình thành ứng suất dư đó là lý do giải thích tại sao độ bền mỏi của mẫu nhựa ABS lại giảm xuống.
- Giá trị áp suất duy trì cho được độ bền mỏi tốt nhất đó là 40 MPa.

4.3. Độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng trong trường hợp thay đổi thời gian duy trì áp

Bảng 4.3 thể hiện các kết quả thí nghiệm đo độ bền mỏi và hình 4.3 thể hiện biểu đồ mỏi mẫu nhựa ABS khi thay đổi thông số thời gian duy trì áp 0,2s đến 0,8s dưới tải tác động từ 500g đến 900g.

Bảng 4. 3: Kết quả thí nghiệm bền mỏi khi thay đổi thời gian duy trì áp

| TH | Nhiệt độ nóng chảy nhựa (°C) | Áp suất duy trì (MPa) | Thời gian duy trì áp (s) | Chu kỳ mỏi (N) | | | | |
|----|------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|------|------|------|------|
| | | | | 500g | 600g | 700g | 800g | 900g |
| 11 | 230 | 42 | 0.2 | 6050 | 5125 | 4300 | 4100 | 3925 |
| 12 | | | 0.4 | 6400 | 6025 | 5125 | 4100 | 3800 |
| 13 | | | 0.6 | 5675 | 5500 | 3800 | 3350 | 3050 |
| 14 | | | 0.8 | 7050 | 6200 | 5350 | 4500 | 4200 |
| 15 | | | 1 | 5600 | 4400 | 3800 | 3525 | 3150 |



Hình 4. 3: Biểu đồ mỏi khi thay đổi thời gian duy trì áp

Từ hình 4.3: Biểu đồ mỗi khi thay đổi thời gian duy trì áp ta thấy rằng:

- Độ bền mỗi uốn của sản phẩm phun ép nhựa giảm khi tăng giá trị tải chu kỳ tác động.
- Độ bền mỗi uốn của mẫu nhựa ABS tăng dần khi tăng thời gian duy trì áp, tức là tăng từ 0.2 đến 0.8s và đặc cực đại là 0.8s. Nhưng tiếp tục tăng thời gian duy trì áp lên 1s thì độ bền mỗi có xu hướng giảm. Nguyên nhân đó là khi thời gian duy trì áp tăng dẫn đến áp suất tại vị trí đường hàn tăng làm cho liên kết tại vị trí này tốt hơn kết quả là độ bền của mẫu thử tăng. Mặc khác, khi tiếp tục tăng thời gian duy trì áp thì tại vị trí đường hàn sẽ hình thành ứng suất dư dẫn đến độ bền của mẫu nhựa giảm xuống.
- Giá trị áp suất duy trì cho độ bền mỗi uốn tốt nhất trong các thí nghiệm này là 0.8s.

Chương 5

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

- Luận văn đã hoàn thành một số yêu cầu sau:
 - Thực nghiệm tìm ra được biểu đồ mỗi uốn của vật liệu nhựa ABS dưới các giá trị tải tác động khác nhau theo tiêu chuẩn ASTM D7774 - 12
 - Đánh giá được sự ảnh hưởng của 3 yếu tố: nhiệt độ nóng chảy của nhựa, áp suất duy trì và thời gian duy trì áp đến độ bền mỗi uốn của vật liệu nhựa ABS.
- Từ kết quả của thực nghiệm có thể thấy rằng:

- Đối với tải tác động:

Khi giá trị tải tăng thì độ bền mỗi uốn của vật liệu nhựa giảm.

- Xét sự ảnh hưởng của nhiệt độ nóng chảy nhựa

Khi tăng nhiệt độ nóng chảy của nhựa làm cho nhựa chảy dễ dàng trong khuôn, dẫn đến sự sụt áp trong dòng chảy giảm xuống. Khi đó áp suất tại đường hàn tăng lên dẫn đến kết quả là độ bền mỗi uốn tăng. Nhiệt nóng chảy của nhựa ở 240⁰C cho độ bền mỗi uốn của vật liệu nhựa ABS đạt cao nhất ở mọi giá trị tải tác động.

- Xét sự ảnh hưởng áp suất duy trì

Có sự thay đổi về độ bền mỗi khi thay đổi thông số áp suất duy trì. Độ bền mỗi của mẫu nhựa ABS tăng dần và đạt giá trị cao nhất khi áp suất bảo áo đạt 40 MPa và bắt đầu giảm xuống khi áp suất duy trì vượt qua 40 MPa. Đó là do sự hình thành ứng suất dư tại vị trí đường hàn do áp suất duy trì quá cao làm cho độ bền mỗi giảm xuống. Áp suất duy trì tốt nhất trong thí nghiệm là 40MPa.

- Xét sự ảnh hưởng thời gian duy trì áp

Khi tăng thời gian duy trì áp (tăng từ 0.2 đến 0.8s) độ bền mỗi của mẫu nhựa tăng, nhưng tiếp tục tăng thời gian duy trì áp lên 1s thì độ bền mỗi có xu hướng giảm. Nguyên nhân đó là khi thời gian duy trì áp tăng dẫn đến áp suất tại vị trí đường

hàn tăng làm cho liên kết tại vị trí này tốt hơn kết quả là độ bền của mẫu thử tăng. Mặc khác, khi tiếp tục tăng thời gian duy trì áp thì tại vị trí đường hàn sẽ hình thành ứng suất dư dẫn đến độ bền của mẫu nhựa giảm xuống. Thời gian duy trì áp tốt nhất trong thí nghiệm là 0.8s.

5.2. Khuyến nghị

- Do điều kiện về thiết bị nên tác giả chỉ có thể khảo sát giá trị tải từ 500g đến 900g. Các nghiên cứu tiếp theo có thể áp dụng những giá trị tải cao hơn và sử dụng các tiêu chuẩn kiểm tra độ bền mới khác để so sánh.
- Để tiếp tục phát triển đề tài nghiên cứu độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng thì đề tài có thể phát triển theo những hướng sau:
 - Nghiên cứu độ bền mỏi kéo của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải
 - Khảo sát ảnh hưởng thông số ép phun tới độ bền mỏi kéo của vật liệu ép phun.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

TRONG NƯỚC

- [1] Lê Tiến Thành. Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số phun ép đến độ bền kéo của sản phẩm composite sợi thủy tinh nền polyme. *Luận văn thạc sĩ*, 2016. Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM.
- [2] Ngô Văn Quyết. *Cơ sở lý thuyết môi*. NXB Giáo dục, tr 11. 2000
- [3] Trần Văn Chứ, Quách Văn Thiêm. Nghiên cứu ảnh hưởng thông số ép tới độ bền kéo và độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa. *Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp*, số 4. tr.52-59, 2013.
- [4] Phạm Sơn Minh, Trần Minh Thế Uyên. *Giáo trình Thiết kế và chế tạo khuôn phun ép nhựa*. NXB ĐH Quốc gia TP.HCM, tr 185 -186, 2014
- [5] Vũ Viết Chuyên. Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số ép phun tới độ bền uốn của vật liệu nhựa PA66. *Luận văn thạc sĩ*, 2016. Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM.

NGOÀI NƯỚC

- [6] ASTM Designation D790
- [7] ASTM Designation D77742 -12
- [8] A. H. Ahmad et al. Optimization of Warpage Defect in Injection Moulding Process using ABS Material. *Third Asia International Conference on Modelling & Simulation*, 2009, pp. 470 - 474
- [9] Caliskan and et al. Fatigue properties of abs thermoplastics used in exterior lighting. *Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi*, 2016.
- [10] Datasheet. Kumho ABS 750. Korea kumho petrochemical co. ltd
- [11] H. Mivehchi, A. Varvani-Farahani. The Effect of Temperature on Fatigue Strength and Cumulative Fatigue Damage of FRP Composites. *Published by Elsevier Ltd*, 2010, pp. 1877-7058

- [12] H. Sadeghi, D. M. Espino and D. E. T. Shepherd. Fatigue strength of bovine articular cartilage-on bone under three-point bending: the effect of loading frequency. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2017
- [13] Huynh Do Song Toan et al. Enhancing the Fatigue Property of Nylon 6 by Using Glass-fiber Reinforcement and Injection Molding. *Materials Science Forum*, Vol 971, pp. 85 – 90, 2019.
- [14] Ibrahim Burhan and Ho Sung Kim. S-N Curve Models for Composite Materials Characterisation: An Evaluative Review. *J. Compos. Sci*, 2018
- [15] J. Zhou, A. D'amore , Y. Yang , T. He , B. Li, L. Nicolais. Flexural Fatigue of Short Glass Fiber Reinforced a Blend of Polyphenylene Ether Ketone and Polyphenylene Sulfide. *Applied Composite Materials*, Vol. 1, No. 3, pp. 183–195, 1994.
- [16] M.H. Ho, P.N. Wang, J.P. Yeh. Research on Fatigue Fracture Characterization of PC/ABS Blend. *5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering*, 2015 pp. 1899 -1902
- [17] Pham Son Minh, Thanh Trung Do, and Tran Minh The Uyen. A study on the welding line strength of injection molding product with various venting systems. *Key Engineering Materials*, Vol 737, pp 70-76, June 2017
- [18] R. Yakut, H. Düzcükoglu. Examining the Abrasion Behaviour of PA 66 Gears in Different Cycles. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014, pp.1-5
- [19] S. V. Hoa and Q. B. Nguyen. Temperature Increase of Sheet Molding Compound (SMC-R65) in Flexural Fatigue Test. *Polymer Composites*, Vol. 4, No. 2, pp. 85-89, April 1983
- [20] S. M. Nasir, N. A. Shuaib, Z. Shayfull, M. Fathullah, R. Hamidon. Warpage Analysis on Thin Plate by Taguchi Method and Analysis of Variance (ANOVA) for PC, PC/ABS and ABS Materials. *International Review of Mechanical Engineering*, Vol. 5, No. 6, pp. 1125-1131, September 2011

[21] Zhe Liu et al. Quantification of flexural fatigue life and 3D damage in carbon fibre reinforced polymer laminates. *Applied Science and Manufacturing*, Vol. 90, 2016, pp. 778-785

INTERNET

[22] Acrylonitrile butadiene styrene. Internet

https://vi.wikipedia.org/wiki/Acrylonitrin_butadien_styren truy cập ngày 01/07/2019

[23] Báo cáo chuyên sâu ngành nhựa Việt Nam q3-2018. Internet

<https://viracresearch.com/industry/bao-cao-chuyen-sau-nganh-nhua-viet-nam-q3-2018> truy cập ngày 15/08/2019

[24] Độ bền của vật liệu: Internet

https://vi.wikipedia.org/wiki/S%E1%BB%A9c_b%E1%BB%81n_v%E1%BA%ADt_li%E1%BB%87u truy cập ngày 18/07/2019

[25] Độ bền kéo. Internet

https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%99_b%E1%BB%81n_k%C3%A9o truy cập ngày 18/07/2019

[26] Độ bền mỏi. Internet:

https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%99_b%E1%BB%81n_m%E1%BB%8Fi truy cập ngày 20/07/2019

[27] Độ bền nén. Internet

https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%99_b%E1%BB%81n_n%C3%A9n truy cập ngày 20/07/2019

[28] Độ bền uốn. Internet

https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%99_b%E1%BB%81n_u%E1%BB%91n truy cập ngày 20/7/2019

[29] Độ dẻo. Internet

https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90%E1%BB%99_d%E1%BA%BBo truy cập 23/07/2019

[30] Ghế nhựa chân gỗ

<https://www.noithatnhatbao.com/?product=ghe-nhua-chan-go> truy cập
07/09/2019

[31] Lego ABS. Internet

<https://www.hardiepolymers.com/knowledge/just-why-would-you-choose-abs/lego-abs/> truy cập ngày 25/07/2019

[32] Nhựa ABS. Internet

<http://altechvn.com/san-pham/Nhua-ABS-166> truy cập ngày 07/09/2019

[33] Nhựa ABS thông dụng. Internet

<http://idoplastic.com/nhua-abs-thong-dung.html> truy cập ngày 07/09/2019

[34] Nhựa ABS là gì, Thông số kỹ thuật của nhựa ABS. Internet

<https://daehandoor.com/nhua-abs-la-gi-thong-so-ki-thuat-cua-cua-nhua-abs/>
truy cập ngày 21/07/2019

[35] SW-B Series Plastic Injection Molding Machines (Toggle Clamping)

<http://www.albayanest.com/eng/Products/1Machines/5Plastic%20Machines/1Plastic%20Injection%20Molding%20Machines/SW-B/SW-B.htm> truy cập
ngày 08/09/2019

[36] Tính chất và ứng dụng của nhựa ABS. Internet

<http://kyduyenplastic.blogspot.com/2014/01/tinh-chat-va-ung-dung-cua-nhua-abs.html> truy cập ngày 21/07/2019

[37] Tổng quan về nhựa ABS được dùng để làm đồ gia dụng. Internet

<http://www.goldsun.vn/tong-quan-ve-nhua-abs-duoc-dung-de-lam-do-gia-dung.html> truy cập ngày 20/07/2019

[38] Thiết kế khuôn. Internet

<http://thietkekhupon.com/gioi-thieu-cong-nghe-khuong-ep-phun/> truy cập ngày
01/08/2019

[39] Warpare

<https://www.plastopialtd.com/warp/> Truy cập ngày 03/11/2019

[40] Dynamics that Affect the Shrinkage of Injection Molded Parts

<https://www.autodesk.com/industry/manufacturing/resources/injection-molding/shrinkage-dynamics> Truy cập ngày 3/11/2019

[41] Effects of Amount of Glass Fiber Laminate Skins in Sandwich Composite of Filled Core

https://www.researchgate.net/publication/328582314_Effects_of_Amount_of_Glass_Fiber_Laminate_Skins_in_Sandwich_Composite_of_Filled_Core/figures?lo=1 Truy cập ngày 3/11/2019

[42] Experiment: Fatigue Testing

<https://docplayer.net/21016354-Experiment-fatigue-testing.html>

BÀI BÁO

Hội nghị toàn quốc về Kỹ thuật Cơ khí và Chế tạo năm 2019 (NCMME2019)

Mã số bài báo: NCMME2019_97

STUDY ON THE EFFECT OF LOADING STRESS ON FLEXURAL FATIGUE STRENGTH OF INJECTION MOLDING PRODUCT

Pham Son Minh¹, Tran Ngoc Thien¹

¹*HCMC University of Technology and Education*

Abstract: In this paper, the the effect of loading stress on flexural fatigue strength was researched with specimens of ASTM D790. ABS materials were used in this study. In the study, the flexural strength of plastic injection molding products decreases when the impact cycle load value increases. When the melting temperature increases, the flexural fatigue strength increased. When the packing pressure was increased from 38 MPa to 40 MPa, the fatigue strength increased. However, when the packing pressure was higher than 40 MPa, the fatigue strength decreased. The flexural fatigue strength was only increased when the packing time varied from 0.2s to 0.8s, if continuously increasing the packing time, the fatigue strength will get the negative effect.

Keywords: injection molding, flexural fatigue, loading stress, molding parameter

1. INTRODUCTION

Injection molding is one of the techniques used in producing plastic and this process actually is the most practical and cost effective to produce plastic products [1]. For the general aspects of injection molding, the interested reader is referred to a few excellent reviews and articles that adequately cover much of the recent injection molding research on on injection mold design [2-8], injection moulding defects [9-12], mechanical properties of product [13-14].

Fatigue is a phenomenon that causes the progressive damage to materials under cyclic loading. The damage physically consists of cracks and deformation [15]. The fatigue strength of plastic were more research. Ho et al. [16] had studied fracture toughness of PC/ABS blend under various injections molding conditions. The fracture mechanisms were examined with a scanning electron microscopy. The injection molding condition of filling time 2 seconds, melting temperature 260°C and mold temperature 55°C had the slowest fracture crack propagation speed. Yakut [17] design gear fatigue test for PA66 with fiber glass plastic material. To acquire ideal working conditions with plastic-type gears, tooth load and cycle period must be selected appropriately. Zike Wang et al [18] The elevated temperature treatment only brings in slight degradation in the flexural properties of the BFRP. S. V.

Hoa and Q. B. Nguyen [19] the temperature increase in flexural fatigue testing of sheet-molding compound SMC-R65 is investigated within a range of testing frequencies from 1000 cpm to 2200 cpm. Variation of the testing frequency affects the temperature increase and, based on 10 percent reduction in flexural stiffness, the effects of changing frequency on the fatigue lives was not detected. H. Sadeghi [20] the number of cycles to failure decreased with increased maximum force at all loading frequencies. Jiang Zhou [21] There is a clear change in slope of S-N trend line as the cyclic stress is reduced and the influence of frequency on the cyclic lifetimes are not significant in the range 0.89-7.0 Hz.

Here the physical testing for fatigue strength and report the effects of stress and three injection molding parameters, namely melt temperature, packing pressure and packing time on the flexural fatigue properties of acrylonitrile butadiene styrene, it is conducted in accordance with the applicable ASTM standard.

2. EXPERIMENTAL SETUP

A series of experiments were conducted using a Shine Well W – 120B in order to collect data. The machine offers a clamping force up to 120 tons. The screw diameter is 45 mm, and the maximum injection mass is 250g. A mold temperature controller is used to prepare the mold temperatures. Under each set of process conditions, ten shots are made to ensure that the process is stable before samples are collected. If no significant variation is observed during these first ten cycles, the molded parts from the next five cycles are collected as the samples for product characterization.

In this work ABS Kumho 750 as a raw material is used to conduct experiment. The materials were preconditioned at 85 °C for 12 hours using a dehumidifying dryer before molding. Details of these materials are shown in Table 1.

Table 1. Physical and mechanical properties ABS Kumho 750

| MATERIAL PROPERTIES OF ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE (ABS) | | | |
|---|---|------------|-----------|
| Chemical composition of | $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$ | | |
| Physical Properties | | | |
| Melt Mass – Flow Rate | ASTM D1238 | 220°C/10kg | 35g/10min |
| Mechanical Properties | | | |
| Tensile strength | ASTM D638 | 47 MPa | |
| Flexural stress | ASTM D790 | 63.7 MPa | |
| Flexural modules | ASTM D790 | 2160 MPa | |

2.1. Flexural Fatigue Testing

Testing machine designed according to flexural fatigue test standards ASTM D7774 -12 at Ho Chi Minh city university of technology and education are show in Fig.1. Creates cycle fatigue machine and Fig.2. Fatigue testing machine according to impact load

The flexural properties of ABS plate samples were performed according to ASTM D790 (standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. The size of the samples is 125 mm length × 12.7 mm width × 3.2 mm thickness which obtained by injection molding process are show in Fig.3 Specimen dimensions for flexural test (ASTM D790).

The loads (P) during cyclic three-point bending tests were calculated from:

$$P = \frac{Sbd^2}{3L} \quad (1)$$

Where P is load, S is the flexural stress, L is the length, b is the width and d is the depth of test samples. Failure was determined according to the ASTM specification as the point at which the load on the sample decreased by 10% of the original load. Due to limited testing equipment. The load value applied in this experiment is 500g – 900g.

Experimental process. First, the sample is fed into a fatigue tester according to the impact load (Fig.2) to determine the original deformation. Next, insert the sample into the creates cycle fatigue machine (Fig.1) after that the spring impact on the sample with frequency of the spring is 3Hz, then return the sample to the fatigue testing machine according to impact load and determine the deformation. The experiment stopped when the sample tried to deform 10%. The number of times the spring affects the sample is the number of cycles for fatigue.

2.2. Injection molding parameter test

The five heating zones were set at 200°C, 225°C, 230°C, 235°C and 240°C respectively. All processing was done with the same equipment by the same setting parameters and level as shown in Table 2.

Table 2 : *Molding parameters*

| Molding parameters | Unit | Value |
|---------------------------|-------------|-------------------------|
| Melt temperature | °C | 220; 225; 230; 235; 240 |
| Packing pressure | MPa | 38; 40; 42; 44; 46 |
| Packing time | s | 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 |
| Mold temperature | °C | 30 |
| Injection pressure | MPa | 40 |
| Injection time | s | 1 |
| Drying time (85 °C) | Hour | 12 |
| Cooling time | s | 20 |

3. RESULT AND DISCUSSION

The results of cycles failure at different loading stress and molding parameter were shown in Table 3.

Table 3. Number of cycles failure for loading stress and molding parameter

| Exp.No | Melt temperature (°C) | Packing pressure (MPa) | Packing time (s) | Cycles to failure (N) | | | | | |
|--------|-----------------------|------------------------|------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | | | | 500g | 600g | 700g | 800g | 900g | |
| 1 | 220 | 42 | 0.6 | 5975 | 4425 | 3650 | 2975 | 2475 | |
| 2 | 225 | | | 5075 | 4175 | 3450 | 3100 | 2775 | |
| 3 | 230 | | | 5700 | 5425 | 3850 | 3400 | 3025 | |
| 4 | 235 | | | 6200 | 5500 | 4475 | 3500 | 3150 | |
| 5 | 240 | | | 6300 | 5800 | 4525 | 3625 | 3200 | |
| 6 | 230 | 38 | | 5150 | 4300 | 3500 | 3225 | 2825 | |
| 7 | | 40 | | 7100 | 5800 | 4750 | 4500 | 4250 | |
| 8 | | 42 | | 5650 | 5475 | 3875 | 3375 | 3100 | |
| 9 | | 44 | | 5900 | 4800 | 4150 | 3650 | 3200 | |
| 10 | | 46 | | 6550 | 5700 | 4725 | 4200 | 3950 | |
| 11 | | 42 | | 0.2 | 6050 | 5125 | 4300 | 4100 | 3925 |
| 12 | | | | 0.4 | 6400 | 6025 | 5125 | 4100 | 3800 |
| 13 | | | | 0.6 | 5675 | 5500 | 3800 | 3350 | 3050 |
| 14 | | | | 0.8 | 7050 | 6200 | 5350 | 4500 | 4200 |
| 15 | | | | 1 | 5600 | 4400 | 3800 | 3525 | 3150 |

3.1. Fatigue strength of product plastic injection molding when under load when change melt temperature

The flexural fatigue strength was compared with different load and melt temperature as shown in Figs.4. These results show that the melt temperature has a clear influence on the flexural fatigue strength. When the load increases, cycle flexural fatigue strength of the plastic reduces. When the melting temperature increases, the plastic flows easily in the cavity, leading to pressure drop in the flow reduction. Then the pressure at the welding line increased resulting in increased fatigue strength. At the plastic temperature 240 celsius degree is achieving the highest fatigue strength.

3.2. Fatigue strength of product plastic injection molding when under load when change packing pressure

When the impact load value increases, the flexural strength of the plastic - injected product decreases. There is a change in fatigue strength when changing the packing pressure. The fatigue strength of ABS plastic samples increases gradually and reaches the highest value when the packing pressure reaches 40 MPa and begins to drop when the packing pressure surpasses 40 MPa. The reason for this change is that when the packing pressure is increased, the pressure at the welding line increases,

making the strength at the welding line increasing as a result of the increased strength of the part. But when the pressure at the welding position increases too much, it will lead to the formation of residual stress which is the reason why the fatigue strength of ABS plastic is reduced. Pressurized pressure value for the best fatigue strength is 40 MPa. Figs.5 present the number of cycles for fatigue failure at various packing pressure.

3.3. Fatigue strength of product plastic injection molding when under load when change packing time

The flexural strength of plastic injection molding products decreases when the impact cycle load value increases. The flexural fatigue strength of ABS plastic samples increases gradually as the packing time increases, i.e. increasing from 0.2 to 0.8s and maximum setting of 0.8s. But continuing to increase the packing time to 1s, fatigue strength tends to decrease as shown in Figs.6 . The reason is that when the packing time increases, the pressure at the welding position increases, making the bond at this position better than the result that the strength of the test piece increases. On the other hand, when the packing time continues to increase, the weld line will form the residual stress, leading to a decrease in the durability of the plastic sample. Pressurized pressure value for flexural strength of flexural samples is 0.8s.

CONCLUSION

The effect of loading stress on flexural fatigue strength of injection molding product was studied. The fatigue behavior of this ABS plastic samples has been reported. Based on the results obtained from the study, the following conclusions may be drawn:

- There is a clear change in slope of S-N trend line as the cyclic stress is reduced. The flexural strength of plastic injection molding products decreases when the impact cycle load value increases.
- When the melting temperature increases, the flexural fatigue strength increased.
- When the packing pressure was increased from 38 MPa to 40 MPa, the fatigue strength increased. However, when the packing pressure was higher than 40 MPa, the fatigue strength decreased.
- The flexural fatigue strength increases gradually as the packing time increases from 0.2 to 0.8s. But continuing to increase the packing time to 1s, fatigue strength tends to decrease.

REFERENCES

- [1] A. H. Ahmad et al, Optimization of Warpage Defect in Injection Moulding Process using ABS Material. *Third Asia International Conference on Modelling & Simulation*, 2009, pp. 470 - 474
- [2] Z. Rutkauskas and A. Bargelis, Knowledge-based method for gate and cold runner definition in injection mold design, *Mechanis*, 66 (4), 2007, pp. 49-54.
- [3] C. G. Li, C. L. Li, L. Y, Y. Huang, A new C-space method to automate the layout design of injection mould cooling system, *Comput Aided Design*, 44(9), 2012, pp. 811-823.
- [4] L. Guangming, F. Hui, Z. Lixuan, Y. Bin, Research on optimal design of the injection mold parting direction based on preference relation, *Int J Adv Manuf Technol*, 79(5–8), 2015, pp. 1027-1034.
- [5] M. W. Fu, A.Y. C. Nee, J. Y. H Fuh, The application of surface visibility and moldability to parting line generation, *Comput. Aided Des*, 34(6), 2002, pp. 469-480.
- [6] C. L. Li, K. M. Yu, C. G. Li, A new approach to parting surface design for plastic injection moulds using the subdivision method, *Int. J. Prod. Res*, 43, 2007, pp. 537-561.
- [7] M. W. Fu, J. Y. H. Fuh, A. Y. C. Nee, Core and cavity generation method in injection mould design, *Int. J. Prod. Res*. 39, 2001, pp. 121-138.
- [8] Ming-Chang Jeng, Shia-Chung Chen, Pham Son Minh, Jen-An Chang, Chia-shen Chung, Rapid mold temperature control in injection molding by using steam heating, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 37, 2010, pp. 1295-1304
- [9] S. M. Nasir, N. A. Shuaib, Z. Shayfull, M. Fathullah, R. Hamidon, Warpage Analysis on Thin Plate by Taguchi Method and Analysis of Variance (ANOVA) for PC, PC/ABS and ABS Materials, *International Review of Mechanical Engineering*, 5(6), 2011, pp. 1125-1131
- [10] A. H. Ahmad, Z. Leman, M. A. Azmir, K. F. Muhamad, W.S.W. Harun, A. Juliawati, A.B.S. Alias, Optimization of Warpage Defect in Injection Moulding Process using ABS Material, *3rd Asia International Conference on Modelling and Simulation*, 2009, pp. 470-474
- [11] Radhwan Hussin et al, An optimization of Plastic Injection Molding Parameters Using Taguchi Optimization Method, *Asian Transactions on Engineering (ATE ISSN: 2221-4267)*, 2(5), 2012, pp. 75-80
- [12] D. Mathivanan, M. Nouby and R. Vidhya, Minimization of sink mark defects in injection molding process – Taguchi approach, *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2(2), 2010, pp.13-22
- [13] Yuanxin Zhou, P.K. Mallick, Effects of Melt Temperature and Hold Pressure on the Tensile and Fatigue Properties of an Injection Molded Talc-Filled Polypropylene, *Polymer engineering and science*, 2005, pp.754 -763
- [14] Gurjeet Singh, M. K. Pradhan, Ajay Verma, Effect of Injection Moulding Process Parameter on Tensile Strength Using Taguchi Method, *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 9(12), 2015, pp.1844 -1849
- [15] Ibrahim Burhan and Ho Sung Kim, S-N Curve Models for Composite Materials Characterisation: An Evaluative Review, *J. Compos. Sci*, 2(3), 38, 2018

<https://www.mdpi.com/2504-477X/2/3/38/htm> 07/08/2019

[16] M.H. Ho, P.N. Wang, J.P. Yeh, Research on Fatigue Fracture Characterization of PC/ABS Blend, *5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering*, 2015 pp. 1899 -1902

[17] R. Yakut, H. Düzcükoglu, Examining the Abrasion Behaviour of PA 66 Gears in Different Cycles, *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014, Article ID 721731, pp.1-5.

[18] Z.Wang, Z.Yang, Y.Yang, G.Xian, Flexural fatigue behavior of a pultruded basalt fiber reinforced epoxy plate subjected to elevated temperatures exposure, *Polymer composites*, 39(5), 2016, pp. 1731-1741

[19] S. V. Hoa and Q. B. Nguyen, Temperature Increase of Sheet Molding Compound (SMC-R65) in Flexural Fatigue Test, *Polymer Composites*, 4(2), 1983, pp. 85-89

[20] H. Sadeghi, D. M. Espino and D. E. T. Shepherd, Fatigue strength of bovine articular cartilage-on bone under three-point bending: the effect of loading frequency, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18 , 2017

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5379738/> 07/08/2019

[21] J. Zhou, A. D'amore , Y. Yang , T. He , B. Li, L. Nicolais, Flexural Fatigue of Short Glass Fiber Reinforced a Blend of Polyphenylene Ether Ketone and Polyphenylene Sulfide, *Composite Materials*, 1(3), 1994, pp. 83-195

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Phạm Sơn Minh

Đơn vị: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Điện thoại: 0938226313

Email: minhps@hcmute.edu.vn

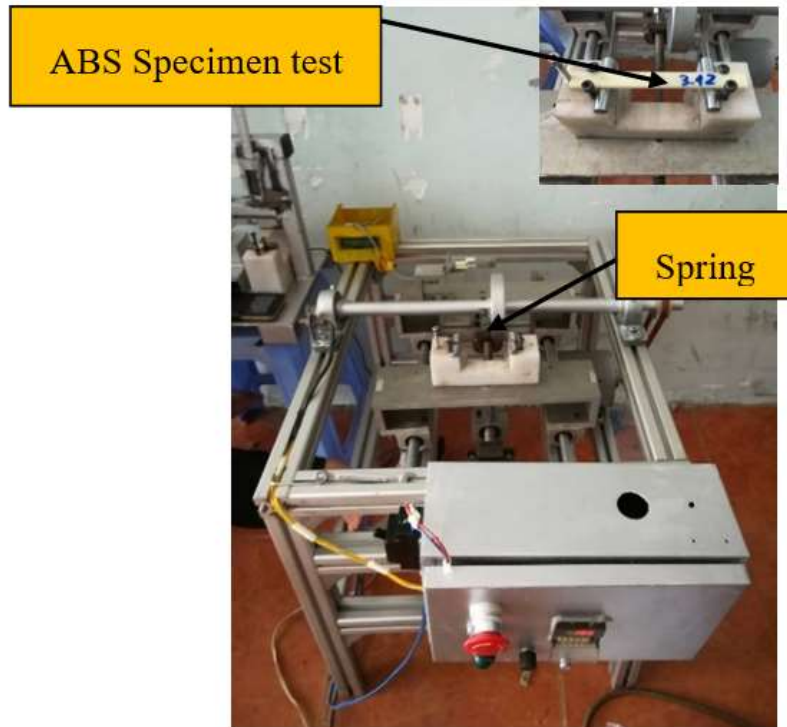


Fig.1.Creates cycle fatigue machine

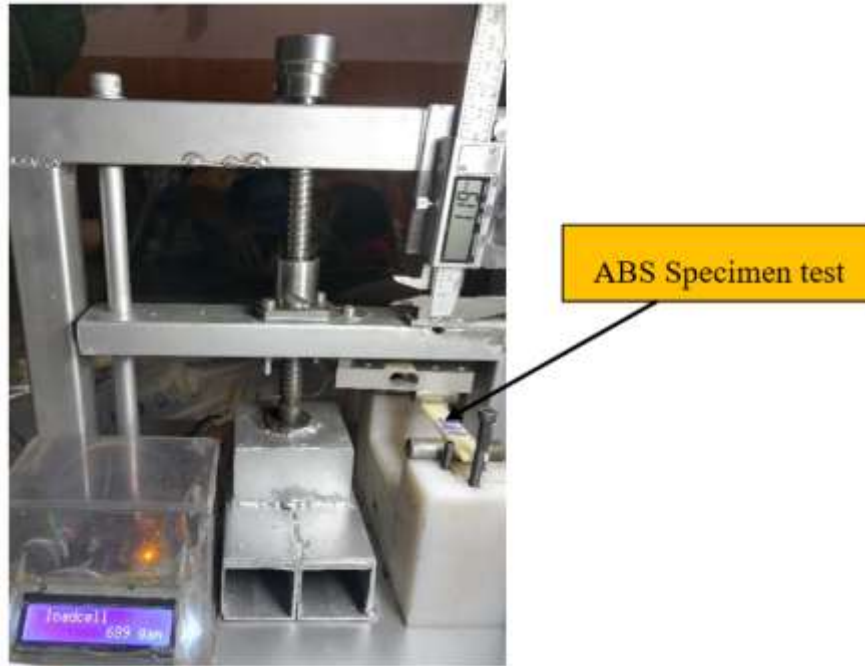


Fig.2. Fatigue testing machine according to impact load

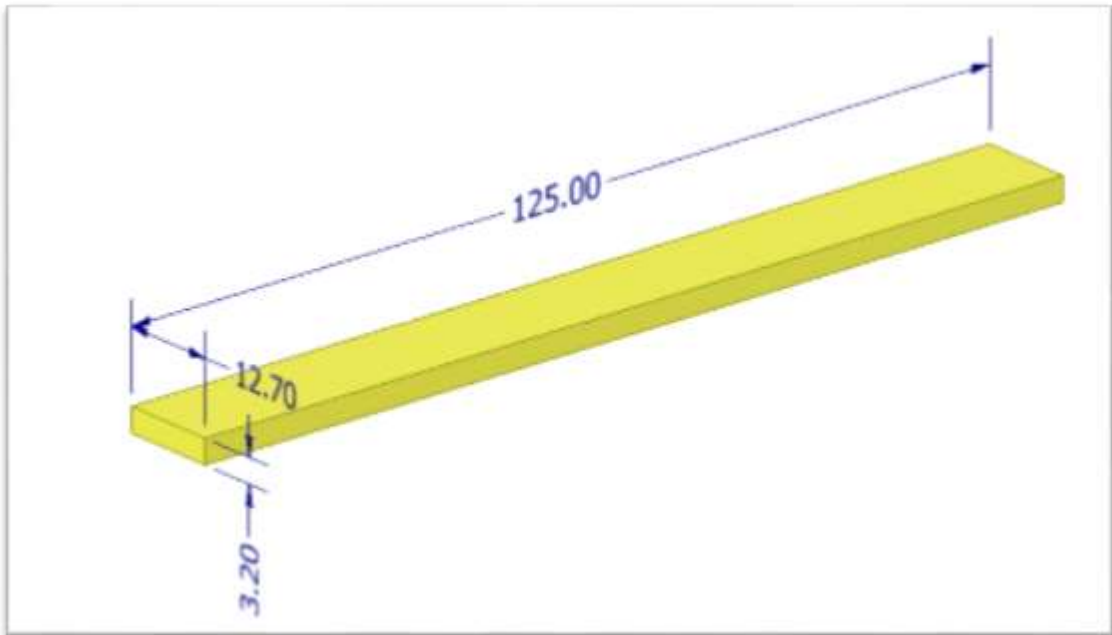


Fig.3. Specimen dimensions for flexural test (ASTM D790)

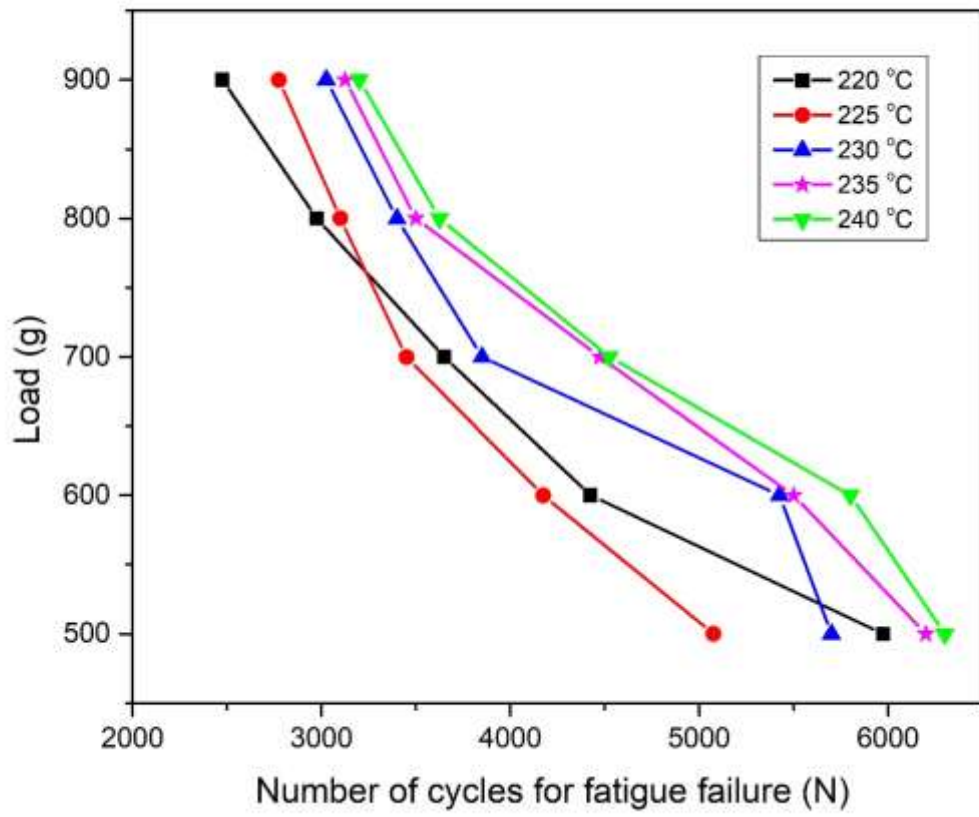


Fig.4. S – N curve of flexural fatigue when changing melt temperature

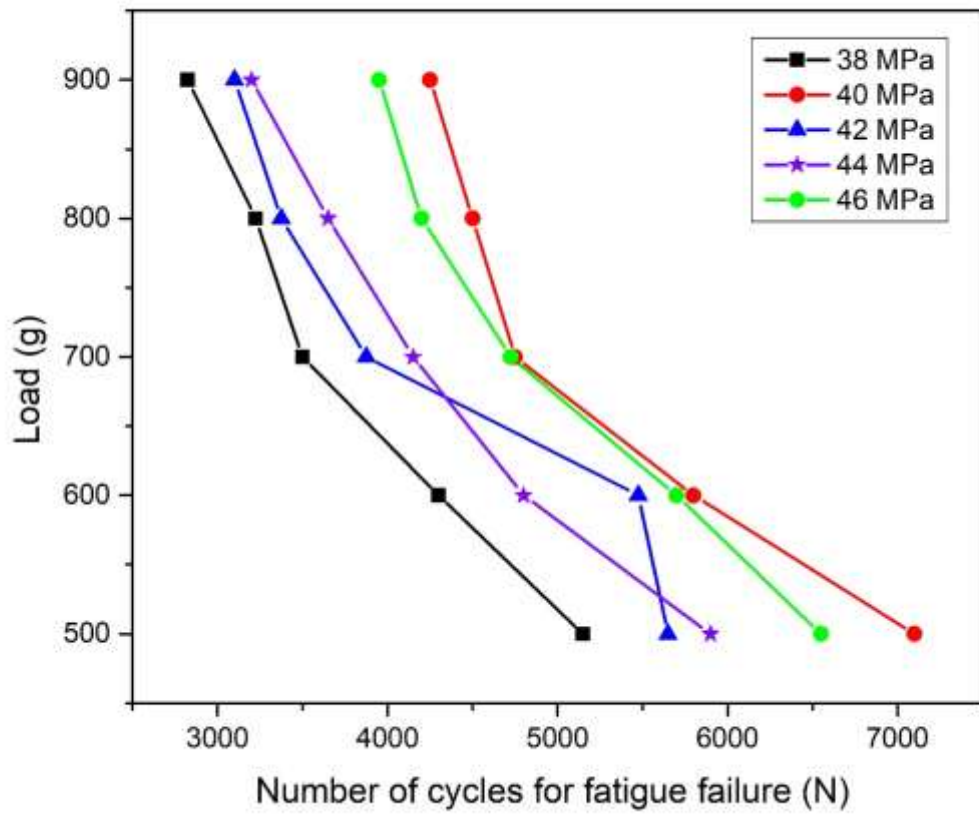


Fig.5. S – N curve of flexural fatigue when changing packing pressure

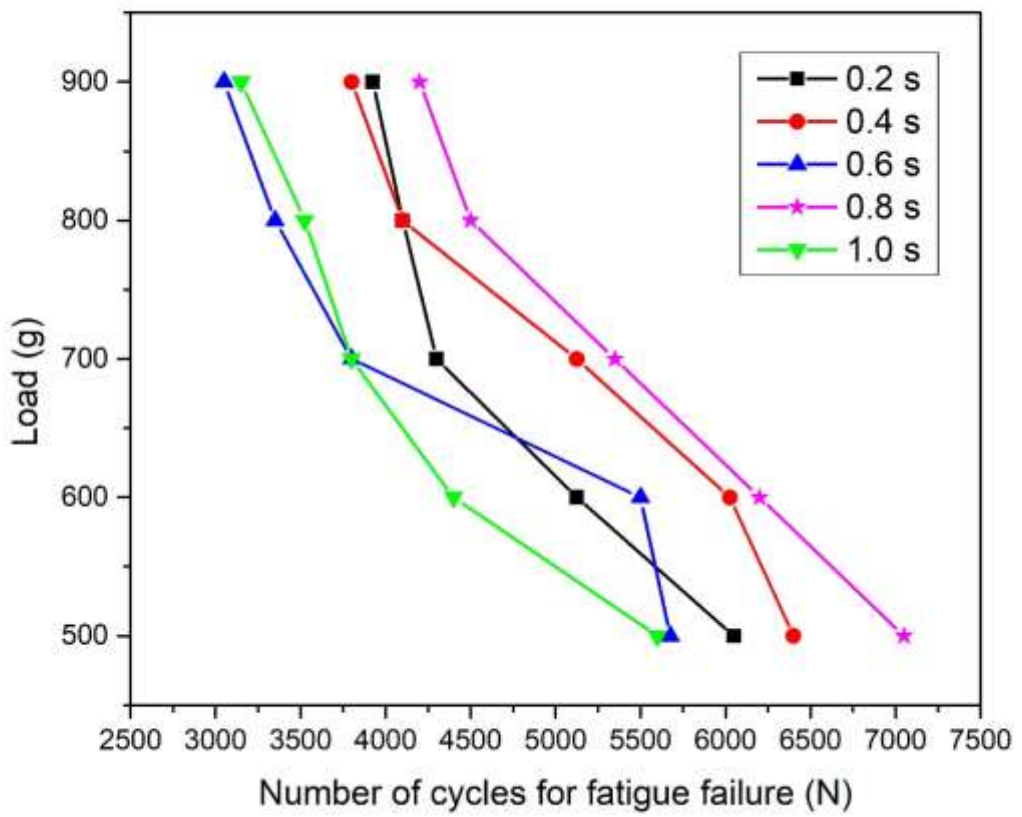


Fig.6. S – N curve of flexural fatigue when changing packing time

