

# NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU COMPOSIT TRÊN CƠ SỞ NHỰA EPOXY ED-20, ỨNG DỤNG BỊT, BỌC CÁC CHI TIẾT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ DƯỚI ĐÁY BIỂN PHỤC VỤ CHO NGÀNH KHAI THÁC DẦU KHÍ

STUDY MANUFACTURING OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON ED-20 EPOXY RESIN, SEALING APPLICATIONS, ELECTRICAL AND ELECTRONIC COMPONENTS ON THE SEABED FOR OIL AND GAS EXPLOITATION INDUSTRY

Dương Quang Tuấn<sup>1</sup>, Cao Duy Đạt<sup>1</sup>,  
Đặng Hữu Trung<sup>2,\*</sup>

## TÓM TẮT

Ngành khai thác dầu khí đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, việc chế tạo vật liệu phục vụ cho ngành khai thác dầu khí là rất cần thiết. Hiện nay các thiết bị điện - điện tử hoạt động trong môi trường nước biển cần phải được cách ly với môi trường nước biển, tránh hiện tượng hư hỏng hay ăn mòn. Đã chế tạo được vật liệu polymer composit trên cơ sở nhựa epoxy ED-20 sử dụng chất đóng rắn Fujicure 822 ở các tỷ lệ khác nhau. Kết quả cho thấy vật liệu ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure/Epoxy = 50/100 PKL cho mức độ đóng rắn lớn nhất, tính chất cơ học cao nhất và độ thấm nước bé nhất.

**Từ khóa:** Dầu khí, ăn mòn, độ thấm nước.

## ABSTRACT

Oil and gas exploitation industry plays an important role in the national economy, the production of materials to serve the oil and gas exploitation industry is very necessary. Currently, electric-electronic devices operating in seawater environment need to be isolated, avoiding damage or corrosion. Fabricated polymer composites based on ED-20 epoxy resin using Fujicure 822 curing agent in different part. Results showed that the material at the rate of curing agent Fujicure / Epoxy = 50/100 (wt,%) gives the best cure level, highest mechanical properties and smallest seawater permeability.

**Keywords:** Oil and gas, corrosion, seawater permeability.

<sup>1</sup>Lớp CNH3 - K13, Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: trungsms.02@gmail.com

## 1. MỞ ĐẦU

Với nhiều tính chất nổi bật như độ bền cơ học cao, khả năng bám dính tốt trên nhiều bề mặt vật liệu, cách điện tốt, không bị co ngót, nóng chảy và hòa tan ở trong môi trường khắc nghiệt nên nhựa epoxy được sử dụng rộng rãi trong ngành keo dán kết cấu, sơn chống ăn mòn, vật liệu bịt bọc linh kiện điện - điện tử [1-3]. Theo báo cáo của thị trường tiêu thụ toàn cầu về nhựa epoxy [4, 5] cho thấy,

lĩnh vực sử dụng nhựa epoxy lớn nhất chính là sơn phủ, chúng chiếm 43% [4,5]. Chủ yếu được dùng để bảo vệ cho các kết cấu và thiết bị bằng thép trong các nhà máy hoá chất, lọc dầu, thực phẩm, giấy và cầu thép. Lượng nhựa epoxy tiêu thụ đứng thứ nhì là công nghiệp điện - điện tử và chiếm 35%, chúng chủ yếu được phủ cách điện, bịt bọc các bảng vi mạch điện - điện tử... Do vậy, nhựa epoxy ngày càng trở thành một trong những loại vật liệu quan trọng được các nước trên thế giới sử dụng rộng rãi hiện nay [6,7]. Trong nước có nhiều công trình sử dụng vật liệu polymer epoxy ứng dụng cho nhiều mục đích khác nhau như tổng hợp sơn điện di catot bảo vệ bề mặt kim loại, sơn phủ cách điện khô hay chế tạo vật liệu composit ứng dụng cho hệ thống bay không người lái từ nhựa epoxy gia cường với sợi thủy tinh [8-11]. Từ những bức tranh về nhựa epoxy ở trên cho thấy vật liệu được chế tạo từ nhựa epoxy có rất nhiều chức năng như: bám dính tốt, cách điện, cách nhiệt tốt, bịt bọc được các thiết bị điện tử chịu được môi trường hóa chất và nước...

Do vậy, nghiên cứu chế tạo vật liệu polyme trên cơ sở nhựa epoxy ED-20 và chất đóng rắn Fusicure FXD 822, ứng dụng bảo vệ các chi tiết điện - điện tử dưới đáy biển phục vụ cho ngành khai thác dầu khí trong nước là quan trọng, góp phần thúc đẩy phát triển ngành công nghiệp dầu khí.

## 2. HOÁ CHẤT VÀ THỰC NGHIỆM

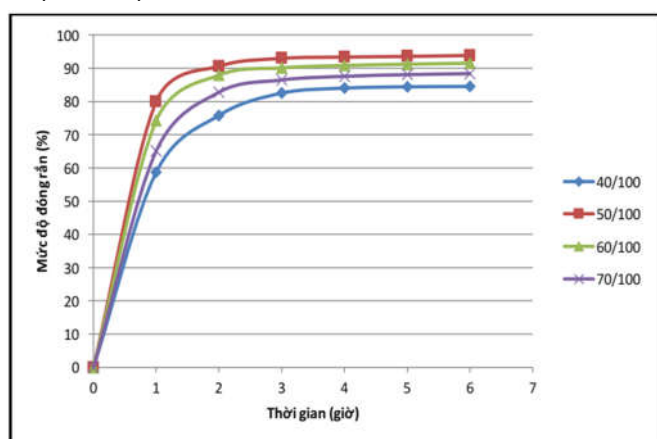
- Nhựa epoxy ED-20 của (Nga), khối lượng phân tử 390g/mol.
- Chất đóng rắn Fujicure FXD 822 (Đài Loan).
- Axeton (Trung Quốc).
- Hệ thống Soxhlet thủy tinh.
- Máy xác định độ bền kéo, độ bền uốn INSTRON (Hoa Kỳ).

• Máy xác định độ bền va đập Izod có khía Tinius Olsen (Hoa Kỳ).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Khảo sát mức độ phản ứng của nhựa epoxy và chất đóng rắn

Để đánh giá mức độ phản ứng của nhựa epoxy với chất đóng rắn có nhiều phương pháp khác nhau, tuy nhiên phương pháp xác định mức độ đóng rắn bằng cách trích ly trong bộ Soxhlet, sử dụng dung môi axeton được nhiều công trình áp dụng [12]. Mục tiêu của nghiên cứu này là tìm tỷ lệ phản ứng tối ưu giữa nhựa epoxy ED-20 với chất đóng rắn Fujicure FXD 822. Đã trộn hợp nhựa epoxy với chất đóng rắn theo các tỷ lệ chất đóng rắn/nhựa epoxy: 40/100; 50/100; 60/100 và 70/100 phần khối lượng. Ở mỗi tỷ lệ trộn đến khi hỗn hợp đồng nhất (khoảng 10 phút). Sau đó phết lên giấy lọc và cho hỗn hợp phản ứng ở nhiệt độ 60°C trong tủ sấy. Cứ cách mỗi giờ lấy mẫu ra để xác định mức độ khâu mạch giữa nhựa epoxy và chất đóng rắn nhờ trích ly bằng axeton trong bộ Soxhlet với thời gian 16 giờ. Kết quả nhận được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Mức độ phản ứng giữa nhựa epoxy và chất đóng rắn

Kết quả trên hình 1 cho thấy, ở tỷ lệ chất đóng rắn/nhựa epoxy là 40/100 PKL, sau 1 giờ mức độ đóng rắn chỉ đạt 58,7% và sau 3 giờ mới ổn định và chỉ đạt mức độ đóng rắn lớn nhất 84,5 % sau 6 giờ. Ở tỷ lệ 50/100 PKL sau 1 giờ mức độ đóng rắn đạt 80% và sau 2 giờ đã ổn định và đạt mức độ đóng rắn lớn nhất đạt 94% sau 6 giờ. Ở tỷ lệ 60/100 PKL sau 1 giờ mức độ đóng rắn đạt 74,2% và sau 2 giờ đã ổn định và đạt mức độ đóng rắn lớn nhất đạt 91,5% sau 6 giờ. Ở tỷ lệ còn lại 70/100 PKL sau 1 giờ mức độ đóng rắn đạt 65,1% và sau 3 giờ mới ổn định và đạt mức độ đóng rắn lớn nhất đạt 88,4% sau 6 giờ. Xảy ra điều đó là do khi tỷ lệ phản ứng giữa chất đóng rắn/nhựa không phù hợp thì một trong hai chất đó sẽ dư và bị rửa trôi trong quá trình soxhlet nên mức độ đóng rắn sẽ thấp, còn khi tỷ lệ đó phù hợp thì giữa chúng đều tham gia phản ứng khâu mạch và không dư nên không bị rửa trôi trong quá trình soxhlet.

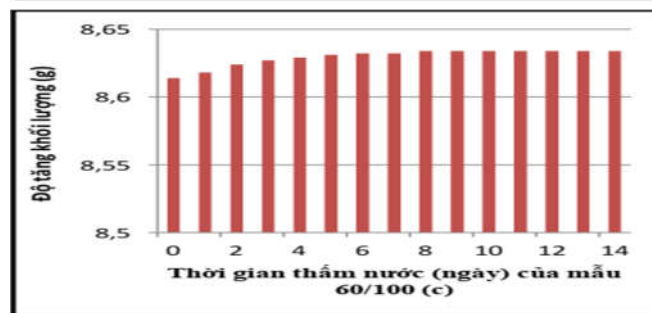
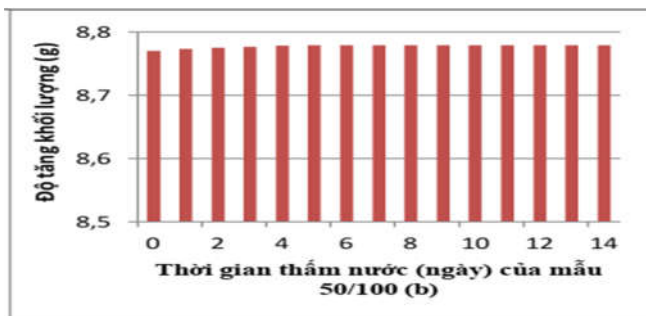
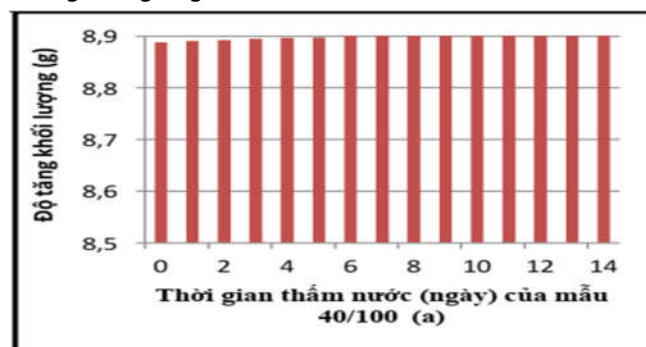
Như vậy, trong 4 tỷ lệ phản ứng ở trên ta chọn tỷ lệ phản ứng giữa chất đóng rắn/nhựa epoxy là 50/100 PKL là tối ưu.

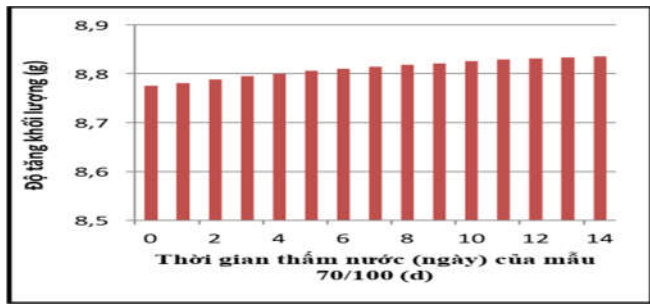
#### 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng chất đóng rắn đến khả năng thấm nước của các mẫu vật liệu

Chế tạo các mẫu để thử nghiệm trong khuôn kim loại ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure FXD 822/Epoxy ED-20 ở các tỷ lệ lần lượt là: 40/100 PKL, 50/100 PKL, 60/100 PKL và 70/100 PKL. Sau 1 tuần mẫu đóng rắn hoàn toàn và đem xác định mức độ thấm nước bằng cách ngâm mẫu vào trong môi trường nước biển nhân tạo. Cứ sau mỗi ngày mẫu được lấy ra và đem cân trên cân phân tích. Kết quả nhận được trình bày trên hình 2.

Khả năng thấm nước của mẫu ở tỷ lệ 40/100 PKL được trình bày trên hình 2a. Mẫu trước khi ngâm có khối lượng 8,888g và cứ sau mỗi ngày ngâm trong môi trường nước biển nhân tạo rồi đem lên cân trên cân phân tích thấy khối lượng mẫu tăng dần và sau 9 ngày khối lượng của mẫu đã ổn định và đạt 8,910g, như vậy hàm lượng nước thấm vào mẫu là 0,022g tương ứng với 0,247%.

Còn đối với mẫu ở tỷ lệ 50/100 PKL được trình bày trên hình 2b. Mẫu trước khi ngâm có khối lượng 8,770g và cứ sau mỗi ngày ngâm trong môi trường nước biển nhân tạo rồi đem lên cân trên cân phân tích thấy khối lượng mẫu tăng dần và sau 5 ngày khối lượng của mẫu không thay đổi và đạt 8,779g, như vậy hàm lượng nước thấm vào mẫu là 0,009g tương ứng với 0,102%.





Hình 2. Mức độ thấm nước của các mẫu ở tỷ lệ khác nhau

Mẫu ở tỷ lệ 60/100 PKL được trình bày trên hình 2c, mẫu trước khi ngâm, có khối lượng 8,614g và cứ sau mỗi ngày ngâm trong môi trường nước biển nhân tạo rồi đem lên cân trên cân phân tích thấy khối lượng mẫu tăng dần và sau 8 ngày khối lượng của mẫu đã ổn định và đạt 8,634g, như vậy hàm lượng nước thấm vào mẫu là 0,02g tương ứng với 0,232%.

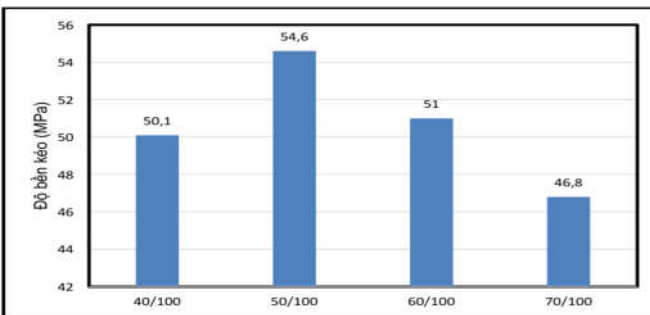
Tương tự đối với mẫu ở tỷ lệ 70/100 PKL được trình bày trên hình 2d. Mẫu trước khi ngâm có khối lượng 8,775g và cứ sau mỗi ngày ngâm trong môi trường nước biển nhân tạo rồi đem lên cân trên cân phân tích thấy khối lượng mẫu tăng dần và sau 14 ngày khối lượng của mẫu vẫn chưa ổn định và đạt 8,835g, như vậy hàm lượng nước thấm vào là 0,06g tương ứng với 0,683%.

Từ 4 mẫu được khảo sát mức độ thấm nước sau 14 ngày cho thấy, mẫu vật liệu có tỷ lệ Fujicure FXD 822/Epoxy ED-20 là 50/100 PKL cho khả năng thấm nước là thấp nhất và kết quả này hoàn toàn phù hợp với việc khảo sát mức độ đóng rắn ở phần trước, tức là ở tỷ lệ 50/100 PKL cho mức độ đóng rắn cao nhất. Xảy ra điều này là do ở các mẫu khác tỷ lệ chất đóng rắn và nhựa epoxy chưa phù hợp, tức là đang có một trong hai chất còn dư không tham gia phản ứng, chúng nằm trong khối vật liệu nên chưa hình thành được cấu trúc bền vững để che chắn nước xâm nhập vào.

**3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng chất đóng rắn đến tính chất cơ học của vật liệu**

**3.3.1. Độ bền kéo**

Mẫu xác định độ bền kéo được đổ trong khuôn kim loại theo tiêu chuẩn ASTM D638, sau 1 tuần mẫu đóng rắn hoàn toàn được tháo ra và đem đi xác định độ bền kéo trên máy INSTRON 5582 - 100kN (Hoa Kỳ) tại Phòng thí nghiệm Trọng điểm Vật liệu Polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Kết quả nhận được trình bày trên hình 3.



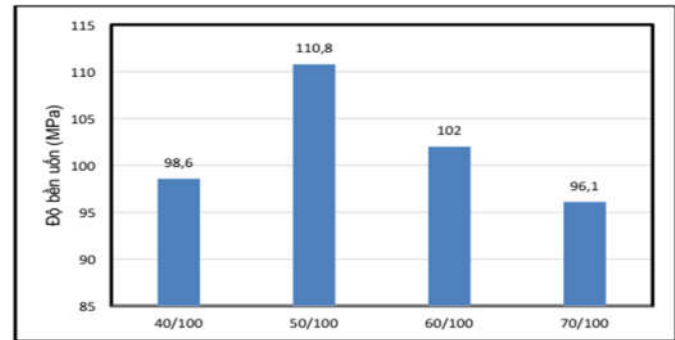
Hình 3. Ảnh hưởng của lượng chất đóng rắn đến độ bền kéo của mẫu vật liệu

Kết quả trên hình 3 cho thấy, mẫu ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure FXD 822/Epoxy ED-20 là 50/100 PKL cho độ bền kéo tốt nhất đạt 54,6MPa so với các tỷ lệ còn lại. Xảy ra điều này có thể là do ở các mẫu còn lại hai chất tham gia phản ứng không phù hợp tỷ lệ. Hay nói cách khác là sẽ có một trong hai chất đó sẽ dư và không tham gia vào mạng lưới cấu trúc nên làm cho độ bền kéo giảm.

**3.3.2. Độ bền uốn**

Mẫu xác định độ bền uốn được đổ trong khuôn kim loại theo tiêu chuẩn ASTM D790, sau 1 tuần mẫu đóng rắn hoàn toàn được tháo ra và đem đi xác định độ bền uốn trên máy INSTRON 5582 - 100kN (Hoa Kỳ) tại Phòng thí nghiệm Trọng điểm Vật liệu Polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Kết quả nhận được trình bày trên hình 4.

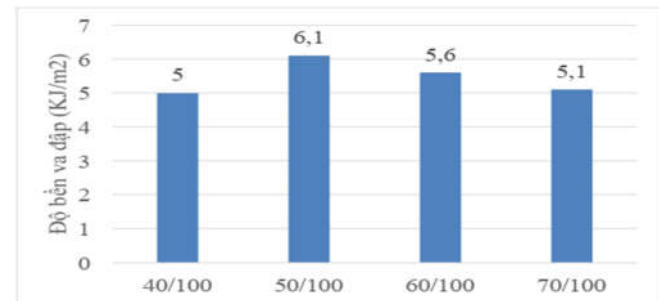
Tương tự như độ bền kéo, kết quả trên hình 4 xác định độ bền uốn cho thấy mẫu ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure FXD 822/Epoxy ED-20 là 50/100 PKL cho độ bền uốn tốt nhất và đạt 110,8MPa. Ở tỷ lệ này (50/100 PKL) cho thấy mẫu đạt độ cứng cao nhất, kết quả này hoàn toàn phù hợp với việc khảo sát mức độ đóng rắn của mẫu vật liệu.



Hình 4. Ảnh hưởng của lượng chất đóng rắn đến độ bền uốn của mẫu vật liệu

**3.3.3. Độ bền va đập**

Mẫu xác định độ bền va đập được đổ trong khuôn kim loại theo tiêu chuẩn ASTM D256, sau 1 tuần mẫu đóng rắn hoàn toàn được tháo ra và đem đi xác định độ bền va đập trên máy Tinius Olsen (Hoa Kỳ) tại Phòng thí nghiệm Trọng điểm Vật liệu Polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Kết quả nhận được trình bày trên hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của lượng chất đóng rắn đến độ bền va đập của mẫu vật liệu

Kết quả trên hình 5 cho thấy mẫu ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure FXD 822/Epoxy ED-20 là 50/100 PKL cho độ bền va đập tốt nhất đạt 6,1kJ/m<sup>2</sup> so với các tỷ lệ còn lại. Kết quả

này nhận được cũng hoàn toàn phù hợp khi xác định mức độ đóng rắn của tổ hợp nhựa và chất đóng rắn ở phần 3.1. Xảy ra điều này là do ở tỷ lệ này hai chất tham gia phản ứng vừa đủ, không để tồn dư trong bề mặt cấu trúc mẫu, các liên kết không gian trong cấu trúc mẫu đều đặn và chặt chẽ hơn nên cho độ bền và đập tốt hơn.

#### 4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này, nhóm tác giả đã:

- Khảo sát mức độ đóng rắn giữa chất đóng rắn với nhựa epoxy, kết quả cho thấy ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure FXD 822/Epoxy là 50/100 PKL cho mức độ đóng rắn cao nhất.

- Chế tạo được 4 loại mẫu vật liệu với các tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure 822/Epoxy lần lượt là: 40/100 PKL; 50/100 PKL; 60/100 PKL và 70/100 PKL.

- Khảo sát mức độ thấm nước của các mẫu vật liệu ở các tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure FXD 822/Epoxy là 40/100; 50/100; 60/100 và 70/100 PKL. Kết quả cho thấy mẫu vật liệu ở tỷ lệ 50/100 cho mức độ thấm nước nhỏ nhất.

- Xác định tính chất cơ học gồm độ bền kéo, độ bền uốn và độ bền va đập của 4 loại mẫu vật liệu chế tạo được, kết quả cho thấy mẫu vật liệu ở tỷ lệ chất đóng rắn Fujicure 822/Epoxy là 50/100 PKL cho độ bền cơ học cao nhất.

[9]. Trần Vinh Diệu, Nguyễn Phi Sơn, Lê Thị Phái, 1998. *Tính chất của sơn lót epoxy đóng rắn bằng adduct epoxy-amoniac EA<sub>1</sub> và EA<sub>2</sub>*. Tạp chí Hóa học, T.36, số 1, tr.26-29.

[10]. Đào Công Minh, 1996. *Nghiên cứu biến tính epoxy bằng dầu thực vật Việt Nam để chế tạo sơn điện di và sơn phủ cách điện khô nhanh bền nhiệt ẩm*. Luận án tiến sĩ.

[11]. Trần Vinh Diệu, 2012. *Nghiên cứu chế tạo vật liệu composit epoxy gia cường bằng sợi thủy tinh có độ bền va đập cao và trong suốt điện từ ứng dụng cho hệ thống bay không người lái*. Đề tài cấp bộ GD&ĐT MS:B2012-01-35

[12]. Trần Vinh Diệu, Vũ Mạnh Cường, 2012. *Nghiên cứu nâng cao tính chất cơ lý của màng polymer epoxy nhờ sử dụng chất đóng rắn xyanetyldietylen-triamin và biến tính bằng cao su tự nhiên lỏng epoxy hoá*. Tạp chí Hoá học, 50(3), tr 369-373.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. May CA. *Epoxy resins*, 1998. *Chemistry and technology*. Marcel Dekker, Inc. USA

[2]. Mallick PK, 2008. *Fiber-Reinforced Composites. Materials, Manufacturing and Design*. Third Edition. CRS Press. Taylor & Francis. Group Boca Raton London New York.

[3]. Copyright John Wiley & Sons, 2001. *Encyclopedia of polymer Science and Technology*. Inc All rights reserved. Vol.9

[4]. <http://www.transparencymarketresearch.com/epoxy-resins-market.html>.

[5]. <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/epoxy-resins-market-762.html>.

[6]. <http://en.wikipedia.org/wiki/EpoxyHistory>.

[7]. Trifunović Prvoslav, 2011. *Use of composite materials in oil industry*. *Underground mining engineering* 19, 157-164.

[8]. Nguyễn Duy Lôi, 2009. *Nghiên cứu chế tạo sơn điện di catot bảo vệ kim loại trên cơ sở vật liệu màng tổ hợp - nhựa epoxy biến tính*. Luận án tiến sĩ.