

Epoksi Reçinelerin Kaplama Özelliklerinin İncelenmesi

Alaaddin CERİT¹ 

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Kemal Akman MYO, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Konya, Türkiye, acerit@erbakan.edu.tr (Corresponding Author/Sorumlu Yazar)

Makale Bilgileri

ÖZ

Makale Geçmişi

Geliş: 01.06.2023

Kabul: 07.06.2023

Yayın: 21.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Epoksi reçine,
Kaplama,
Polistiren.

Metal yüzeyleri korozyona karşı koruma ve verimliliğini artırma kimya sektörü açısından önemli konulardan birisidir. Günümüzde, hızlı teknolojik gelişimin bir sonucu olarak, makineler daha zorlu şartlar altında çalışmakta, özellikle aşınım, korozyon, erozyon, yorulma, oksidasyon, ısıl dayanım gibi önemli kriterleriyeterli düzeyde karşılayamamaktadır. Genel anlamda epoksi reçineler mükemmel yapıya, ısıl ve kimyasal direnç, çok iyi fiziko-mekaniksel ve elektrik yalıtım özelliklerine sahiptir. Epoksi reçineler yaygın olarak endüstri kaplamalarında, diş hekimliğinde, protez üretiminde, fiber destekli plastiklerde, sert köpüklerde, çok amaçlı yapııştırıcılarda, elektrik izolatörlerinde, elektronik bileşenlerde, müzik aletlerinde, otomotiv, uzay ve havacılık sanayisinde kullanılır. Epoksilerin bahsedilen özellikleri modifikasyon ile daha da geliştirilebilir. Bu çalışmada farklı molekül kütleli (200, 300, 400 x10³ g/mol) polistirenler epiklorhidrin ile modifiye edilerek, modifikasyon il birlikte polimere bağlanmış olan epiklorhidrin sayısına bağlı olarak adezyon özellikleri ve asit, baz, tuz gibi çeşitli çözeltilerdeki korozyon özellikleri mukayese edilmiştir. Sonuç olarak daha düşük molekül kütleli polimere (200 x10³ g/mol) daha çok epoksi grup bağlandığı (%7,5) ve daha iyi adezyon (%84) ve korozyon özellikleri gösterdiği, daha yüksek molekül kütleli polimere (400 x10³ g/mol) ise daha az epoksi grup bağlandığı (%4,9) ve daha kötü adezyon (%58) ve korozyon özelliklerine sahip olduğu tesbit edilmiştir.

Evaluation of Coating Properties of Epoxy Resins

ArticleInfo

ABSTRACT

Article History

Received: 01.06.2023

Accepted: 07.06.2023

Published: 21.06.2023

Keywords:

Epoxy resin,
Coating,
Polystyrene.

Protecting metal surfaces against corrosion and increasing efficiency is one of the important issues for the chemical industry. Today, as a result of rapid technological development, machines work under difficult conditions, especially not have important criteria such as abrasion, corrosion, erosion, fatigue, oxidation, thermal resistance at a sufficient level. Generally, epoxy resins have excellent adhesion, thermal and chemical resistance, better physico-mechanical and electrical insulation properties. Epoxy resins are widely used in industrial coatings, dentistry, prosthetic manufacture, fiber-reinforced plastics, non-slip coatings, rigid foams, general purpose adhesives, electrical insulators, electronic components, musical instruments, aerospace and automotive industries. Many properties of epoxies such as insulation, conductivity and coating can be improved. In this study, polystyrenes with different molecular masses (200,000, 300,000, 400,000 g/mol) were modified with epichlorhydrin and their adhesion and corrosion properties in sodium chloride, hydrochloric acid and sodiumhydroxide solutions were compared according to the number of epichlorhydrin attached to the polystyrene by modification. As a result, lower molecular mass polystyrene (200,000 g/mol) binds more functional groups (7.5%) and they show higher adhesion (84%) and corrosion properties, whereas higher molecular mass polystyrene (400,000 g/mol) binds fewer functional groups (4.9%) and they show lower adhesion (58%) and corrosion properties.

Atıf/Citation: Cerit, A. (2023). Epoksi Reçinelerin Kaplama Özelliklerinin İncelenmesi, Five Zero, 3(1), 192-201.

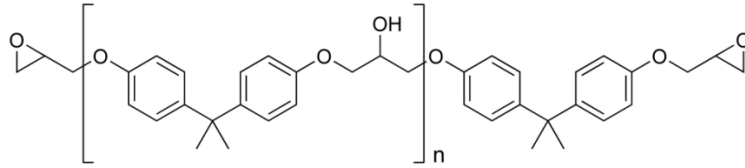


"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

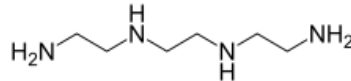
GİRİŞ

Malzemelerin kullanım sürelerini arttırmak ve çalışma ortamının kalitesini iyileştirmek, koşulların olumsuz etkilerini azaltmak ve malzemelerin bazı özelliklerini iyileştirmek için çeşitli kaplama yöntemleri geliştirilmiştir (May, 1987; Jin vd., 2015; Saba vd., 2016). Koruyucu kaplamalar genel anlamda 3 grupta incelenebilir. İlk olarak inorganik kaplamalar kimyasal işlemlerle üretilir. Fosfat, kromat ve oksit içeren kaplamalar, seramik ve cam kaplamalar bunlara örnektir. İkinci olarak metalik kaplamalar, sıcak daldırma kaplama, metal kaplama ve elektrolizle kaplama, elektrokimyasal olarak daha aktiftir ve çeliklere uygulanır. Üçüncü ve son olarak organik kaplamalar; boya, vernik ve emaye içeren kaplamalardır (Ellis, 1993; Mohan, 2013; Tian vd., 2009).

Epoksiler veya diğer adı ile poliepoksitler, bir epoksit reçinesinin bir sertleştirici polimer ile tepkimesiyle oluşan ve ısıyla sertleşen polimerlerdir. Epoksiler, güçlendirilmiş plastik polimerler ve yaygın olarak kullanılan yapıştırıcılar dahil olmak üzere birçok kullanım alanına sahiptir (O'Brien vd., 2001; Chikhi vd., 2002; Gibson, 2017). Epoksi iki farklı malzemeden oluşan bir kopolimer türüdür. Bu malzemelere reçine ve sertleştirici denir (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. Epoksi polimer reçinesi.
(n, alt birimlerin sayısı anlamına gelir ve 0-25 arasında değişir.)



Şekil 2. Trietilentetramin(TETA)

Aminler (NH), polimerizasyon yoluyla reçinenin epoksitleri ile reaksiyona girer. Reçine, her iki ucunda bir epoksit grubu olan monomerler veya kısa zincirli polimerler içerir. Yaygın olarak kullanılan epoksi reçineleri, epiklorohidrin ve bisfenol-A'nın reaksiyonuyla üretilir. Sertleştirici, trietilentetramin (TETA) gibi poliamin monomerleri içerir. Bu bileşikler birbirine karıştırıldığında, amin grupları epoksit gruplarıyla reaksiyona girerek bir kovalent bağ oluşturur. Her bir NH grubu, bir epoksit grubu ile reaksiyona girebilir, bu nedenle elde edilen polimer, yoğun bir şekilde çapraz bağlıdır ve bu nedenle sert ve güçlüdür. Polimerizasyon işlemine "kürleme" adı verilir ve sıcaklık, reçine ve sertleştirme bileşiklerinin seçimi ve söz konusu bileşiklerin oranı ile kontrol edilebilir; İşlem uzun sürebilir. Bazı formülasyonlar kürlenme süresi boyunca ısıtmadan fayda sağlarken, diğerleri sadece zaman ve ortam sıcaklıkları gerektirir (Ramos vd., 2005; Capricho vd., 2020).

Epoksi bazlı malzemelerin uygulamaları kapsamlıdır ve kaplamaları, yapıştırıcıları ve karbon

fiber ve cam fiber takviyeleri gibi kompozit malzemeleri içerir, ancak cam takviyeli plastikler için polyester, vinil ester ve diğerısıyla sertleşen reçineler de kullanılır (Uyaner ve Yar, 2019). Epoksilerin kimyası ve ticari olarak temin edilebilen varyasyonlarının aralığı, kütleme polimerlerinin çok geniş bir özellik yelpazesi ile üretilmesine olanak sağlar. Genel olarak, epoksiler mükemmel yapışma, kimyasal ve ısı direnci, mükemmel mekanik özellikleri ve çok iyi elektrik yalıtım özellikleri ile bilinirler. Diş hekimliğinde de kullanılmaktadır (Özden ve Demir, 2020; Gönder ve Öz, 2020). Epoksilerin birçok özelliği değiştirilebilir. Örneğin, epoksiler genelde elektriksel olarak yalıtıcıdır ancak iyi elektrik iletkenliğine sahip gümüş dolgululu epoksiler mevcuttur. Elektronik uygulamalar için ısı iletkenliği, ısı yalıtımı veya yüksek elektrik direnci sunan varyasyonlar mevcuttur (May, 1987; Jin vd., 2015).

Bu çalışmada, farklı moleküler kütlelere sahip polistirenler epiklorhidrin ile modifiye edilmiş ve modifikasyon sonucunda polistirene bağlanan epiklorhidrin miktarına göre farklı koşullardaki adezyon ve korozyon özellikleri karşılaştırılmıştır.

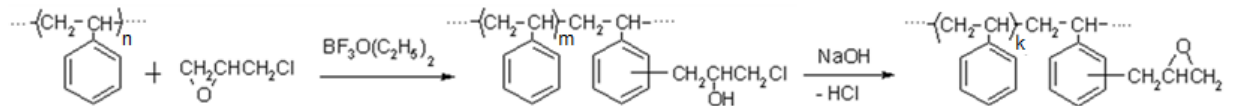
MATERYAL VE METOT

Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneyler için, ortalama moleküler kütlesi 200.000, 300.000 ve 400.000 olan blok polistirenler; Modifikasyon reaksiyonu için modifikatör olarak epiklorhidrin ve katyonik katalizör olarak $\text{BF}_3\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ kullanılmıştır. Çözücü olarak dikloroetan, kloroform, çöktürücü olarak metanol, ayrıca analizlerde kullanılan HCl, NaOH, KOH, NaCl ve diğer kimyasallar Merck ve Fluka firmalarından temin edilmiştir.

Polistirenin Epiklorhidrin ile Alkilenmesi

Polistiren ve propiklorhidrinin reaksiyonu ile epoksi gruplu modifiye polistiren elde etmek için alkillemeye reaksiyonunun kullanılabileceği çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Cerit, 2005; Mirzaoğlu vd., 1997; Kurbanova vd., 1997; Biswas ve Chatterjee, 1983).



Şekil 3. Polistirenin $\text{BF}_3\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ katalizörü varlığında Epiklorhidrin ile Kimyasal Modifikasyonu

Çalışmada polistiren önce epiklorhidrin ile Lewis katalizörü varlığında alkilenmiştir. Bu yöntemde, alkillemeye reaksiyonu, Şekil 3'te gösterildiği gibi polistirenin aromatik halkasının alkilenmesiyle ve epiklorhidrin homopolimerinin elde edilmesiyle gerçekleştirilmiştir (Ellis, 1993; Mohan, 2013; Tian vd., 2009, Crawford vd., 2001; Kurbanova vd., 1996).

Epoksi Grupların Belirlenmesi

Polistirene bağlı epoksi gruplarının miktarını bulmak için 250 ml'lik kaba 0,5 g modifiye polistiren ve 25 ml çözülmüş karışım (60 ml aseton + 1,5 ml HCl) ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 2 saat karıştırılmıştır [Cerit, 2005].

Numunedeki epoksi gruplarının sayısı HCl ile uzaklaştırıldıktan sonra kalan HCl 0.1N KOH ile titre edilmiştir. Epoksi grup sayısı Eş.1'e göre bulunmuştur:

$$\text{Epoksi grup sayısı, \%} = (V_1 - V_2) \times 0.0043 \times F \times 100 / m \quad (\text{Eş.1})$$

Burada, V_1 , kontrolün titrasyonu için kullanılan 0,1N KOH (ml)'dir, V_2 , numunenin titrasyonu için kullanılan 0,1N KOH'dir (ml), F, 0,1N KOH çözeltisi için bir titrasyon faktörüdür, m, analiz edilen numune miktarıdır (g) 0.0043, 1 ml 0.1N KOH'a karşılık gelen epoksi gruplarının sayısıdır. Elde edilen deneysel sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Modifiye Polistirenlerin Kaplama Özellikleri

Araştırmada çeşitli molekül kütlelerine sahip modifiye polistirenin optimum koşullarda kaplama özelliği araştırılmıştır. Polistirenin aromatik halkasına bağlı farklı grupların metallerin yüzeyine kaplanan fonksiyonel polimerlerin adezyon ve korozyon direnci üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve bu özelliklerin polistirenin molekül kütlelerine ve miktarına bağlanan fonksiyonel gruplara bağlı olarak değişimi bulunmuştur.

Fonksiyonel gruplarla sentezlenen farklı molekül kütlelere sahip polistirenlerin kaplama özelliklerini araştırmak için toluen içerisinde %10'luk polimer çözeltisi hazırlanmıştır. Çözelti 100 – 120 µm kalınlığında film şeklinde metal yüzeye (yüzey boyutları 50 x 100 x 1 mm olan orta karbon çeliği) uygulanmıştır. Film 70°C'de 1-2 saat kurutulmuştur (Mirzaoğlu vd., 1997).

Adezyon ve Korozyon Özelliklerinin Belirlenmesi

Modifiye edilmiş polistirenlerin yapışma özellikleri Kafes çentik yöntemi ile araştırılmıştır. Metale yapışma yeteneğini belirlemek için %0,2 C, %1,5 Mn, %0,1 Si, % 0,01 P, %0,008 S içeriğine sahip ve 50x100x1mm boyutlarında soğuk haddelenmiş karbon çeliği kullanılmıştır. Polimer çözeltisi, %10 toluen içinde hazırlanmış ve metal üzerinde bir tabaka (120-140 µm) halinde film şeklinde uygulanmıştır. Kaplama 50°C'de kurutulmuştur. (Kurbanova vd., 1997).

Kafes çentik yöntemine göre metal yüzey üzerinde ince bir polimer tabakası (120-140 µm) oluşturulmuş ve polimer tabakası bir jilet yardımıyla küçük karelere (1x1 mm) bölünmüştür. Bu karelerin üzerinden izolasyon bandı (10-100 mm) geçirilmiş ve bant aniden çekilmiştir. Bu işlemde küçük karelerin bir kısmı metal yüzeyden ayrılmış bir kısmı da yüzeyde kalmıştır. Daha sonra adezyon yüzdesi metal yüzey üzerinde kalan küçük karelerin sayısından Eş.2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\text{Adezyon, \%} = [(a - b) / a] \times 100 \quad (\text{Eş.2})$$

Burada; a, toplam çerçeve sayısı, b, alt tabakadan çıkarılan çerçeve sayısıdır.

Hazırlanan polimer çözeltilerinden metal yüzeyler üzerinde polimer kaplamalar (100-110 µm kalınlığında) oluşturulmuş ve 8 gün boyunca %3 NaCl, %10 NaOH, %10 HCl ve havaya maruz bırakılmıştır. Kaplanmış metallerin işlem yapılan çözeltilerden çıkarılmasından sonra çıplak gözle gözlemlenen bozunma miktarı korozyon direncinin bir ölçüsü olarak baz alınmıştır. Sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

SONUÇLAR

Tablo 1'de görüldüğü gibi, farklı moleküler kütlere sahip polistirenlerin kimyasal modifikasyonu sonucu polimerin aromatik halkasına bağlanan fonksiyonel grup miktarı, polimerin moleküler kütlelerine bağlıdır ve daha düşük moleküler kütleli polimere daha fazla fonksiyonel grup bağlanmaktadır.

Tablo 1. Polistirenlere bağlanan epiklohidrin miktarları

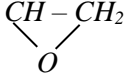
| No | Polistiren, M _n (x 10 ³) | $\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{O} \\ \text{mol \%} \end{array}$ |
|----|--|--|
| 1 | 200 | 7,5 |
| 2 | 300 | 6,7 |
| 3 | 400 | 4,9 |

Modifiye polistirenlerin adezyon ve diğer kaplama özellikleri, polimer yapısına ve yapısına bağlanan fonksiyonel grupların miktarına uygun olarak değişmiştir. Polimerin kaplamaların yapışma ve korozyon direnci özellikleri üzerindeki fonksiyonel etkisini anlamak için düşük moleküler kütleli polistirenlerin kimyasal modifikasyon reaksiyonlarını incelemenin gerekli olduğu belirlenmiştir. Polimere bağlanan fonksiyonel grup sayısına göre farklı adezyon ve korozyon özellikleri elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 2 ve 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Farklı molekül kütleli modifiye edilmiş polistirelerin adezyon özelliklerine fonksiyonel grupların etkisi

| Polistiren, M _n (x 10 ³) | $\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{O} \\ \text{mol \%} \end{array}$ | Adezyon % |
|--|--|--------------|
| 400 | 4.9 | 58 |
| 300 | 6.7 | 67 |
| 200 | 7.5 | 84 |
| Modifiye edilmemiş polistiren | - | 2 |

Tablo 3. Modifiye polistirenin korozyon direncine fonksiyonel grupların etkisi (PS ($M_n=200 \times 10^3$))

| Fonksiyonel grup | Korozyon direnci | | | |
|---|------------------|----------|---------|------|
| | 3% NaCl | 10% NaOH | 10% HCl | Hava |
|  | ++ | ++ | ++ | + |
| Modifiye edilmemiş polistiren | + | -+ | = | + |

= direnç yok; -+ =direnç az ; + = direnç orta ; ++ = direnç yüksek

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Epiklorohidrin ile modifiye edilen düşük moleküler kütleli polistirenin daha fazla fonksiyonel gruba sahip olduğu, korozyona karşı daha kararlı olduğu ve daha yüksek adezyon özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 3). Daha yüksek moleküler kütleli polistiren ise daha az fonksiyonel grup bağlar ve daha düşük adezyon ve korozyon özellikleri göstermiştir.

Çalışmada kullanılan polistirenin kimyasal modifikasyondan önce kaplama özelliği yokken, yapıya bağlı fonksiyonel gruplar sayesinde kimyasal modifikasyondan sonra modifiye polistirenlerin metalik yüzeyler için daha yüksek kaplama özelliklerine sahip olması ve yeni kullanım alanlarının ortaya çıkması bu çalışmanın en önemli avantajıdır. Kimyasal modifikasyon ile polimerlerin kaplama özelliklerinin geliştirilmesi konusunda yeni yöntemlerin geliştirilmesi ileri imalat teknolojileri ve kimya sektörü açısından en önemli konulardan birisi olmaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

- [1] C. May. (1987). Epoxy Resins: Chemistry and Technology. 2nd ed. Marcel Dekker Inc. New York.
- [2] F.L. Jin, X. Li, S.J. Park. (2015). Synthesis and application of epoxy resins: A review. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 29, 1-11.
- [3] N. Saba, M. Jawaid, O.Y. Alothman, M.T. Paridah, A. Hassan. (2016). Recent advances in epoxy resin, natural fiber-reinforced epoxy composites and their applications. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 35(6), 447-470.
- [4] B. Ellis. (1993). Chemistry and technology of epoxy resins (1st ed., p. 72). Blackie Academic & Professional. London, UK.
- [5] P. Mohan. (2013). A critical review: the modification, properties, and applications of epoxy resins. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 52(2), 107-125.
- [6] Q. Tian, Y.C. Yuan, M.Z. Rong, M.Q. Zhang. (2009). A thermally remendable epoxy resin. Journal of Materials Chemistry, 19(9), 1289-1296.

-
- [7] D.J. O'Brien, P.T. Mather, S.R. White. (2001). Visco elastic properties of an epoxy resin during cure. *Journal of composite materials*, 35(10), 883-904.
- [8] N. Chikhi, S. Fellahi, M. Bakar. (2002). Modification of epoxy resin using reactive liquid (ATBN) rubber. *European Polymer Journal*, 38(2), 251-264.
- [9] G. Gibson. Epoxyresins. (2017). In *Brydson's Plastics Materials* (pp. 773-797). Butterworth-Heinemann. Oxford. UK.
- [10] V.D. Ramos, H.M. Da Costa, V.L. Soares, R.S. (2005). Modification of epoxy resin: a comparison of different types of elastomer. *Polymer Testing*, 24(3), 387-394.
- [11] J.C. Capricho, B. Fox, N. Hameed, N. (2020). Multifunctionality in epoxy resins. *Polymer Reviews*, 60(1), 1-41.
- [12] M. Uyaner, A. Yar. (2019). Nano Elyaf Takviyeli Nanokompozit Üretimi ve Karakterizasyonu. *Necmettin Erbakan University Journal of Science and Engineering*, 1(1), 10-19.
- [13] S. Özden, H. Demir. (2020). Polieter eter keton (peek) dış hekimliğinde yükselen materyal. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Dış Hekimliği Dergisi*. 2(2) 76-85.
- [14] H. Y. Gönder, C. Öz. (2020). Bulk-Fill Kompozit Rezinler. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Dış Hekimliği Dergisi*, 2(3), 117-123.
- [15] Cerit A. (2005). Research Of Derivatographic Thermal Destruction of Polyfunctional Polystyrenes. Master Thesis. Selcuk University Institute of Science. Chemical Engineering. Konya.
- [16] R. Mirzaoğlu, R. Kurbanova, M. Ersöz. (1997). Chemical Modification of Polystyrenes in Presence of Cationic Catalysis and Their Applications, *Handbook of Engineering Polymeric Materials*, USA.
- [17] R. Kurbanova, R. Mirzaoğlu, S. Kurbanov, I. Karatas, V. Pamuk, E. Özcan, A. Okudan, E. Güler. (1997). Functionalization of polystyrene and adhesion studies, *Journal Of Adhesion Science and Technology*, 11 (1), 105-112.
- [18] M. Biswas, S. Chatterjee. (1983). Chemical modification of polystyrene-IV. Electrophilic substitution of polystyrenewith *cis*-1,2,3,6 tetrahydrophthalicanhydride, *European Polymer Journal*, 19, 317-320.
- [19] D.M. Crawford, E. Napadensky, N. Beck, D.A. Reuschle, D.A. Mountz, K.A. Mauritz, K.S. Laverdure, S.P. Gido, W. Liu, B. Hsiao. (2001). Structure/Property Relationships in Polystyrene-Polyisobutylene-Polystyrene Block Copolymers, *Thermochimica Acta*, 367-368, 125-134.
- [20] R. Kurbanova, R. Mirzaoğlu, G. Akovalı, Z. Rzayev, I. Karatas, A. Okudan. (1996). Side-Chain Functionalization of Polystyrene with Maleic Anhydride in the Presence of Lewis Acids, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol.59. 235-241.

Not

Bu çalışma 1. Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi'nde (2021)

sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak yayınlanmıştır.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction:

Various coating methods have been developed to improve the working times of materials and the quality of the working environment, to reduce the negative effects of conditions and to improve some properties of materials [1-3]. Protective coatings can be examined in 3 groups. Firstly inorganic coatings are anodic and produced by chemical processes for example; phosphate, chromate and oxides containing coatings, ceramic and glass coatings. Secondly metallic coatings, hot dip coating, metal plating and coating containing electroplate, electrochemically more active, most steels are applied. Finally organic coatings for example paint, varnish and enamel containing coatings [4-6].

Applications of epoxy-based materials are coatings, adhesives, and composite materials. The chemistry of epoxies and the range of commercially available variations allow curing polymers to be produced with a wide range of properties. In general, epoxies are known for their good adhesion, chemical and heat resistance, mechanical properties, electrical insulating properties. And it is also used in dentistry [13,14]. Many properties of epoxies can be modified (for example, silver-filled epoxies with good electrical conductivity exist, but epoxies are typically electrically insulating). Variations are available that offer high thermal insulation or high electrical resistance combined with thermal conductivity for electronic applications [1,2].

Many properties of epoxies such as coating can be improved. In this study, polystyrenes with different molecular masses were modified with epichlorhydrin and their adhesion and corrosion properties in different conditions were compared according to the amount of epichlorhydrin bonded to the polystyrene as a result of the modification.

Materials and Methods:

Used Chemicals

For the experiments, block polystyrene with an average molecular mass of 200,000, 300,000 and 400,000; epichlorhydrin as a modifier and $\text{BF}_3\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ as a cationic catalyst for the modification reaction were used. Dichloroethane, chloroform as solvent, methanol as precipitator, as well as HCl, NaOH, KOH, NaCl and other chemicals used in the analyzes were obtained from Merck and Fluka companies.

Alkylation of Polystyrene with Epichlorohydrin

It has been shown that the alkylation reaction can be used for the chemical modification of PS to obtain epoxyolated and propylchlorhydrinated PS. [15-20].

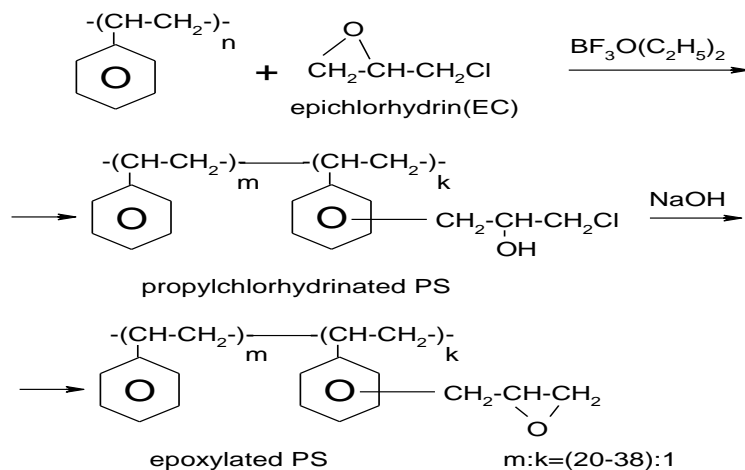


Figure 3. Chemical Modification of Polystyrene with Epichlorhydrin (EC) in the presence of $\text{BF}_3\text{O(C}_2\text{H}_5)_2$

Determination of Epoxy Groups

To find the amount of attached epoxy groups to PS, 0.25 g of modified PS was brought in a 125 ml bottle and 12 ml of solved mix (30 ml of acetone + 0,75 ml of HCl) was brought to it. It was stirred at room temperature for 2 hours [15]. Obtained experimental results are given in Table 1.

Coating Properties of Modified Polystyrenes

10% polymer in toluene was soluted to investigate the coating properties of polystyrenes with different molecular weights synthesized with functional groups. The 100 – 120 μm thick film was applied to the metal (medium carbon steel of surface sizes 50 x 100 x 1 mm). The film was dried at 700°C for 1-2 hours [16].

Determination of the adhesion and corrosion properties

The adhesion properties of the modified polystyrenes was defined by the "Lattice notch method". To determine the adhesion to metal (cold rolled carbon steel with C-0.2%, Mn-1.5%, Si-0.1%, P-0.01%, S-0.008 content and dimensions 50x100x1mm), the tested side was pured to apply the coating materials. The cache polymer solvent was prepared in 10% toluene and filmed as a layer (120-140 μm) on the metal. This material was dried at 50°C. [15]. The results are given in Table 3.

Findings:

As seen in Table 1, the amount of functional group attached to the aromatic ring of the polymer as a result of chemical modification of polystyrenes with different molecular weights depends on the molecular weight of the polymer, and more functional groups are attached to the lower molecular weight PS.

Table 1. Amount of boundepichlorohydrinopolystyrenes

| No | PS, M_n ($\times 10^3$) | $\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \\ \text{mol \%} \end{array}$ |
|----|--------------------------------|--|
| 1 | 200 | 7,5 |
| 2 | 300 | 6,7 |
| 3 | 400 | 4,9 |

The amount of functional groups attached to the aromatic ring of the polymer as a result of chemical modification of PS depends on the molecular mass of the polymer, so more functional groups were attached to PS of lower molecular mass. The results are given in Table 2 and 3.

Table 2. The effect of functional groups on the adhesion property of different molecular weight modified polystyrene

| PS, M_n ($\times 10^3$) | $\begin{array}{c} CH - CH_2 \\ \diagdown \quad / \\ O \\ mol \% \end{array}$ | Adhesion % |
|--------------------------------|--|---------------|
| 400 | 4.9 | 58 |
| 300 | 6.7 | 67 |
| 200 | 7.5 | 84 |
| Unmodified PS | - | 2 |

Table 3. The effect of the functional groups on the corrosion resistance of the modified PS ($M_n=200 \times 10^3$)

| Functional group | Corrosion Resistance | | | |
|--|----------------------|----------|---------|-----|
| | 3% NaCl | 10% NaOH | 10% HCl | Air |
| $\begin{array}{c} CH - CH_2 \\ \diagdown \quad / \\ O \end{array}$ | ++ | ++ | ++ | + |
| Unmodified PS | + | -+ | = | + |

= No resistance; -+ = little ; + = medium resistance ; ++ = high resistance

Discussion:

It was determined that, lower molecular mass polystyrene which modified by epichlorohydrin has more functional groups and more stability against to corrosion and has higher adhesion properties (Table 2 and 3). Whereas higher molecular mass polystyrene binds fewer functional groups and they show lower adhesion and corrosion properties. Before chemical modification of polystyrene which manufactured had no coating properties but after chemical modification by courtesy of functional groups bounded to structure, modified polystyrenes has higher coating properties for metallic surfaces and has new usage fields, finally this is the most important advantage of this study.