نام خانوادگی دانشجو: فرشی ازهر **نام**: فهیمه

عنوان پایان نامه: تهیه بلند اپوکسی با کامپوزیت پلی آنیلین/ پلی (بوتیل اکریلات- وینیل استات) و بررسی برخی خواص مکانیکی و الکتریکی آن

استاد راهنما: دکتر عبدالرضا میرمحسنی

استاد مشاور: دکتر علیقلی نیایی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: شیمی کاربردی **گرایش**: تکنولوژی پلیمر

دانشگاه: دانشگاه تبریز **دانشکده**: دانشکده شیمی **تاریخ فارغ التحصیلی**: بهمن 1386

تعداد صفحه: 145

کلید واژه ها: اپوکسی، کامپوزیت پلی آنیلین/ پلی (بوتیل اکریلات- وینیل استات)، فرایندپذیری، خواص مکانیکی، هدایت الکتریکی.

چکیده:

رزین های اپوکسی از مهمترین پلیمرهای مهندسی می باشند که به دلیل خواص ذاتی، تنوع و فراگیری عملا درهر صنعت مهمی وارد شده اند. در سالهای اخیر اصلاح و تعدیل رزین های اپوکسی برای اهداف خاص مورد توجه زیادی قرار گرفته است. یکی از این اهداف، تهیه مواد پلیمری با خواص مکانیکی خوب و با قابلیت فرایند پذیری همراه با هدایت الکتریکی است که این هدف با بهره گیری از پلیمرهای هادی در آمیزه و ساختار پلیمرهای متداول میسر می گردد.

در پروژه حاضر پلی آنیلین به عنوان پلیمر هادی انتخاب و برای غلبه بر مشکل فرایند پذیری آن، کامپوزیت پلی آنیلین/ پلی (بوتیل اکریلات- وینیل استات) سنتز گردید. کوپلیمر امولسیونی (بوتیل اکریلات- وینیل استات) به عنوان پلیمر میزبان، بستری را برای پلی آنیلین فراهم می آورد که واجد فرایند پذیری مطلوب می باشد. بنابراین تهیه بلندی از این کامپوزیت با اپوکسی ضمن القاء خواص الکتریکی به این رزین های مهندسی، می تواند با بهبود خواص آنتی استاتیک آنها کاربردهای مختلفی نیز از قبیل پوششهای ضد خوردگی، کف های آنتی استاتیک مقاوم برای مکانهای صنعتی داشته باشد.

ادامه چکیده

در فاز اول پروژه بیس فنل A (به عنوان یکی از مواد اولیه در تهیه رزین اپوکسی) و رزین اپوکسی مایع با جرم مولکولی پایین (EEW=215) از آن سنتز شد. سپس شرایط بهینه برای فرمولاسیون سیستم اپوکسی طراحی گردید. لذا بعد از انتخاب رزین اپوکسی مایع (EEW=198) به عنوان پایه فرمولاسیونها، دمای 35°C به عنوان دمای پخت و تعیین مقدار سایرافزودنیها، به بررسی اثر مقدار عوامل پخت پلی آمینی (EDA) و نرم کننده دی اکتیل فتالات (DOP) برای بهبود شکنندگی سیستم اپوکسی پخت شده، اقدام گردید. خواص مکانیکی مختلفی از قبیل خواص کششی (از قبیل استحکام کششی، مدول یانگ و انرژی شکست)، خواص تراکمی (از قبیل استحکام تراکمی و مدول بالک)، سختی، چسبندگی و دانسیته برای تعیین مقادیر بهینه هاردنر و نرم کننده اندازه گیری شدند. از ارزیابی نتایج حاصل از مطالعه این خواص، مقدار 10 phr برای DOP و 5 phr برای EDA بعنوان مقادیر بهینه بدست آمد.

القای خواص الکتریکی به سیستم اپوکسی بهینه از طریق تهیه بلند اپوکسی با کامپوزیت PANI/Poly (BuA-VAc) انجام گرفت. اندازه گیری هدایت الکتریکی فیلم های تهیه شده از کامپوزیت PANI/Poly (BuA-VAc)، هدایت الکتریکی در محدوده 0/9 S/cm را نشان داد. اندازه گیری مقاومت حجمی نمونه های بلند تهیه شده از این کامپوزیت با اپوکسی نشان داد که کامپوزیت هادی تهیه شده خواص الکتریکی را به اپوکسی القا کرده است. آستانه نفوذ کامپوزیت هادی در بلند برای داشتن هدایتی در رنج آنتی استاتیک برابر با 12/5 phr تعیین گردید. برای بلند با این مقدار از کامپوزیت هادی، هدایت الکتریکی $1/85\times10^{-6}$ S/cm بدست آمد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

1-1- مقدمه 1

2-1- تعریف رزین های اپوکسی 2

3-1- انواع رزین های اپوکسی 4

4-1- کاربردهای اصلی رزین های اپوکسی 5

5-1- روشهای تهیه رزین های اپوکسی بر پایه بیس فنل A.....9

1-5-1- نگرشی بر روشهای سنتز و تخلیص بیس فنل A 10

1-5-1-1- بیس فنل A 10

1-5-1-2- روشهای مختلف تهیه بیس فنل A با استفاده از عوامل تراکم مختلف 11

1-5-1-3- تخلیص بیس فنل A 12

6-1- ویژگیها و خواص رزین های اپوکسی 14

7-1- مکانیسم و عوامل پخت برای رزین های اپوکسی..... 16

8-1- اصلاح رزین های اپوکسی.....18

9-1- نرم کننده ها و عملکرد آنها در بهبود شکنندگی.....21

1-9-1- مکانیزم تأثیر نرم کننده بر روی T_g پلیمرها 22

1-9-2- بروز حالت ضد نرم کنندگی در نرم کننده ها 23

1-9-3- اثر نرم کننده ها بر مدول الاستیسیتی و استحکام 24

1-10- تعریف بلند پلیمرهای رسانا 26

1-11- اساس عملکرد پلیمرهای رسانا.....27

1-12- روشهای تهیه بلند پلیمرهای رسانا..... 29

1-12-1- تهیه بلند به روش الکتروشیمیایی.....29

1-12-2- تهیه بلند به روشهای شیمیایی.....31

1-13- استفاده از پلی آنیلین در بلند پلیمرهای رسانا.....33

1-14- روشهای بهبود فرایندپذیری پلی آنیلین.....35

1-14-1- کامپوزیت های فرایند پذیر پلی آنیلین.....36

1-15- اساس عملکرد کامپوزیت PANI/ Poly(BuA-VAc).....37

1-16- اهمیت القای خواص الکتریکی به رزین اپوکسی.....39

1-17- روشهای مطالعه خواص مکانیکی و الکتریکی بلند پلیمرهای رسانا.....44

1-18- خواص آنتی استاتیک پلیمرها 45

1-19- تقسیم بندی مواد بر اساس مقاومت سطحی آنها.....45

1-20- عوامل ایجاد کننده خاصیت آنتی استاتیک 47

1-20-1- سورفکتانتها 47

1-20-2- مواد هادی 48

1-20-3- پلیمرهای هادی 48

1-21- اهمیت استفاده از پلیمرهای هادی برای ایجاد خاصیت آنتی استاتیک.....49

1-22- اهداف پروژه حاضر.....50

فصل دوم: بخش تجربی

2-1- مواد مصرف شده 52

2-2- دستگاهها و تجهیزات بکار گرفته شده 53

2-2-1- دستگاه اندازه گیری خواص مکانیکی 53

2-2-2- دستگاه اندازه گیری سختی 54

2-2-3- دستگاه اندازه گیری چسبندگی 55

2-2-4- دستگاه اندازه گیری رسانایی الکتریکی.....56

2-2-5- دستگاه اندازه گیری خواص آنتی استاتیک 58

2-2-6- سایر تجهیزات 58

2-3- روشهای بکار رفته 59

2-3-1- تهیه بیس فنل A و رزین اپوکسی.....59

2-3-2- تهیه کامپوزیت پلی آنیلین/ پلی (بوتیل اکریلات- وینیل استات).....63

2-3-3- تهیه فرمولاسیونهای اپوکسی خام و بلند اپوکسی با کامپوزیت.....67

2-3-3-1- روش تهیه قالب های سیلیکونی 67

2-3-3-2- روش تهیه فرمولاسیون های اپوکسی خام 68

2-3-3-3- روش تهیه فرمولاسیونهای بلند اپوکسی با کامپوزیت PANI /poly (BuA-VAc) 70

2-3-4- روشهای تعیین خواص مکانیکی و الکتریکی سیستم اپوکسی 71

2-3-4-1- روش تعیین خواص کششی (Tensile Properties) 71

2-3-4-2- روش تعیین خواص تراکمی (Compressive Properties) 72

2-3-4-3- روش تعیین سختی.....73

2-3-4-4- روش اندازه گیری چسبندگی 73

2-3-4-5- روش اندازه گیری دانسیته 75

2-3-4-6- روش تهیه فیلم کامپوزیت PANI /poly (BuA-VAc) 75

2-3-4-7- روش اندازه گیری هدایت الکتریکی کامپوزیت PANI /poly (BuA-VAc) 76

2-3-4-8- روش تهیه فیلم بلند اپوکسی با PANI /poly (BuA-VAc) 77

2-3-4-9- روش انجام تست آنتی استاتیک 77

فصل سوم: نتایج و بحث

3-1- بررسی نتایج حاصل از تهیه بیس فنل A و رزین اپوکسی.....78

3-1-1- کلیاتی در مورد روش انتخاب شده برای سنتز بیس فنل A و کیفیت اجرای آن.....78

3-1-2- نتایج حاصل از تخلیص فنل تجاری و سنتز بیس فنل A.....79

3-1-3- شناسایی بیس فنل A.....80

3-1-4- نتایج حاصل از تهیه رزین اپوکسی مایع.....81

3-2- اثر نوع و مقدار متغیرها در پخت و خواص مکانیکی سیستم اپوکسی 81

3-2-1- انتخاب دمای پخت.....81

3-2-2- انتخاب نوع رزین اپوکسی.....82

3-2-3- انتخاب نوع و مقدار هاردنر.....84

3-2-4- انتخاب نوع و درصد نرم کننده.....87

3-2-5- انتخاب نوع و درصد سایر مواد افزودنی.....88

3-2-6- تعیین زمان پخت 91

3-2-6-1- بررسی تأثیر مقدار DOP در زمان پخت.....91

3-2-6-2- بررسی تأثیر مقدار EDA در زمان پخت.....93

3-2-7- بررسی خواص کششی (Tensile properties).....96

3-2-7-1- بررسی تأثیر مقدار DOP در رفتار منحنی Stress-Strain تست کششی.....97

3-2-7-2- بررسی تأثیر مقدار DOP در مقدار استحکام کششی.....98

3-2-7-3- بررسی تأثیر مقدار DOP در سایر اطلاعات حاصل از تست کششی.....100

3-2-7-4- بررسی تأثیر مقدار EDA در رفتار منحنی Stress-Strain تست کششی.....102

3-2-7-5- بررسی تأثیر مقدار EDA در مقدار استحکام کششی.....104

3-2-7-6- بررسی تأثیر مقدار EDA در سایر اطلاعات حاصل از تست کششی.....106

3-2-8- بررسی خواص تراکمی (Compressive properties).....107

3-2-8-1- بررسی تأثیر مقدار DOP در مقدار استحکام تراکمی (فشاری).....107

3-2-8-2- بررسی تأثیر مقدار DOP در سایر اطلاعات حاصل از تست تراکمی.....109

3-2-8-3- بررسی تأثیر مقدار EDA در مقدار استحکام تراکمی (فشاری).....111

3-2-8-4- بررسی تأثیر مقدار EDA در سایر اطلاعات حاصل از تست تراکمی.....113

3-2-9- بررسی سختی.....114

3-2-9-1- بررسی تأثیر مقدار DOP در سختی.....114

3-2-9-2- بررسی تأثیر مقدار EDA در سختی.....116

3-2-10- بررسی چسبندگی.....117

3-2-10-1- بررسی تأثیر مقدار DOP در چسبندگی.....117

3-2-10-2- بررسی تأثیر مقدار EDA در چسبندگی.....119

3-2-11- بررسی دانسیته.....120

3-2-11-1- بررسی تأثیر مقدار DOP در دانسیته.....120

3-2-11-2- بررسی تأثیر مقدار EDA در دانسیته.....122

3-3- بررسی نتایج تهیه بلند اپوکسی با کامپوزیت و خواص الکتریکی آن.....123

3-3-1- محاسبه درصد وزنی مواد جامد در محلول امولسیونی کوپلیمر.....123

3-3-2- محاسبه نسبت وزنی پلی آنیلین به کوپلیمر جامد در کامپوزیت.....124

3-3-3- نتایج اندازه گیری هدایت الکتریکی کامپوزیت 125

3-3-4- نتایج اندازه گیری خواص آنتی استاتیک بلند اپوکسی با کامپوزیت.....125

نتیجه گیری.....128

پیشنهادات.....130

منابع.....131

ضمیمه 137

فهرست ضمیمه

خواص مکانیکی پلیمرها و طبقه بندی آنها 137

تست تنش- کرنش.....138

انواع منحنی های تست تنش- کرنش.....139

اطلاعات حاصل از تست کششی تنش- کرنش.....141

ویژگیها و اشکالات تست تنش- کرنش.....142

تست سختی.....143

تست تراکمی.....144

فهرست جداول

شماره **صفحه**

جدول (2-1)- اجزای ترکیبی واکنش کوپلیمریزاسیون وینیل استات- بوتیل آکریلات 64

جدول (2-2)- فرمولاسیون برای بررسی خواص مکانیکی نمونه های اپوکسی خام 68

جدول (2-3)- فرمولاسیون تهیه بلند اپوکسی با PANI/ poly (BuA-VAc).....70

جدول (3-1)- نتایج حاصل از تخلیص فنل تجاری و سنتز بیس فنل A.....79

جدول (3-2)- شرایط کاری و نتایج تهیه رزین اپوکسی مایع.....81

جدول (3-3)- فرمولاسیون بکار رفته برای انتخاب نوع رزین اپوکسی 82

جدول (3-4)- زمانهای پخت برای انتخاب نوع رزین اپوکسی 83

جدول (3-5)- رزین های اپوکسی تولیدی شرکتهای مختلف (EEW=185-208).....83

جدول (3-6)- اثر نوع و مقدار هاردنر در پخت سیستم اپوکسی در دما و زمان ثابت 85

جدول (3-7)- فرمولاسیون بکار رفته برای انتخاب نرم کننده در سیستم اپوکسی.....87

جدول (3-8)- اثر نرم کننده در میزان پخت سیستم اپوکسی در دما و زمان ثابت 87

جدول (3-9)- فرمولاسیون پایه بکار رفته در سیستم پخت رزین اپوکسی 90

جدول (3-10)- تأثیر مقدار DOP در زمان مراحل پخت فرمولاسونهای اپوکسی.....91

جدول (3-11)- تأثیر مقدار EDA در زمان مراحل پخت فرمولاسیونهای اپوکسی.....94

جدول (3-12)- تأثیر مقدار DOP در مقادیر استحکام کششی فرمولاسیونهای اپوکسی.....99

جدول (3-13)- تأثیر مقدار DOP روی خواص کششی سیستم اپوکسی.....101

جدول (3-14)- تأثیر مقدار EDA در مقادیر استحکام کششی فرمولاسیونهای اپوکسی.....104

جدول (3-15)- تأثیر مقدار EDA در خواص کششی سیستم اپوکسی.....106

جدول (3-16)- تأثیر مقدار DOP در مقادیر استحکام تراکمی فرمولاسیونهای اپوکسی.....108

جدول (3-17)- تأثیر مقدار DOP در خواص تراکمی سیستم اپوکسی 110

جدول (3-18)- تأثیر مقدار EDA درمقادیر استحکام تراکمی فرمولاسیونهای اپوکسی.....112

جدول (3-19)- تأثیر مقدار EDA در خواص تراکمی سیستم اپوکسی 113

جدول (3-20)- تأثیر مقدار DOP در میزان سختی فرمولاسیونهای اپوکسی..... 115

جدول (3-21)- تأثیر مقدار EDA در میزان سختی فرمولاسیونهای اپوکسی.....116

جدول (3-22)- تأثیر مقدار DOP در میزان چسبندگی فرمولاسیونهای اپوکسی.....118

جدول (3-23)- تأثیر مقدار EDA در میزان چسبندگی فرمولاسیونهای اپوکسی..... 119

جدول (3-24)- تأثیر مقدار DOP در مقادیر دانسیته فرمولاسیونهای اپوکسی.....121

جدول (3-25)- تأثیر مقدار EDA در مقادیر دانسیته فرمولاسیونهای اپوکسی.....122

جدول (3-26)- مقاومت و هدایت حجمی نمونه های بلند اپوکسی با کامپوزیت.....126

فهرست شکل ها

شماره **صفحه**

شکل (1-1)- ساختمان منومر رزین اپوکسی..... 3

شکل (1-2)- ساختمان منومر رزین اپوکسی برای محاسبه جرم مولکولی.....4

شکل (1-3)- مراحل تهیه رزین اپوکسی بر پایه بیس فنل A.....10

شکل (1-4)- ساختمان شیمیایی BPA.....11

شکل (1-5)- ساختار برخی از عوامل پخت و کاتالیزورها در سیستم های اپوکسی.....17

شکل (1-6)- نمودار تغییر شکل بر حسب دما، نمونه گرمانرم با مقادیر مختلف نرم کننده 22

شکل (1-7)- خواص مکانیکی پلیمر بر حسب غلظت نرم کننده با توجه به اثر دما 24

شکل (1-8)- اثر نرم کننده با غلظت کمتر و بیشتر از بحرانی بر تنش- کرنش پلیمر.....25

شکل (1-9)- ساختمان پلی آنیلین در حالت کلی.....34

شکل (1-10)- محدوده مقاومت سطحی مواد مختلف..... 46

شکل (2-1)- دستگاه اندازه گیری خواص کششی و تراکمی 54

شکل (2-2)- وسیله اندازه گیری سختی به روش Durometer 55

شکل (2-3)- دستگاه تست چسبندگی 56

شکل (2-4)- شمای دستگاه اندازه گیری هدایت الکتریکی به روش چهار نقطه ای 57

شکل (2-5)- دستگاه تعیین خواص آنتی استاتیک 58

شکل (2-6)- شمای سیستم تقطیرمنومرهای بوتیل اکریلات و وینیل استات.....64

شکل (2-7)- طرح شماتیک راکتور تهیه کوپلیمر (بوتیل اکریلات- وینیل استات).....65

شکل (2-8)- شمای سیستم تقطیر با بخار آب برای زدایش منومرهای باقی مانده کوپلیمر.....66

شکل (2-9)- نمونه دمبلی شکل اپوکسی جهت بررسی خواص کششی..... 71

شکل (2-10)- نمونه استوانه ای شکل اپوکسی جهت بررسی خواص تراکمی.....72

شکل (3-1)- مقایسه طیف IR بیس فنل A سنتز شده با بیس فنل A خالص.....80

شکل (3-2)- شمای مکانیسم واکنش اتیلن دی آمین با گروههای اپوکسید در اپوکسی.....86

شکل (3-3)- ساختار دی اکتیل فتالات.....88

شکل (3-4)- بررسی تأثیر مقدار DOP در زمان پخت Pot Life سیستم اپوکسی.....92

شکل (3-5)- بررسی تأثیر مقدار DOP در زمان پخت Touch Dry سیستم اپوکسی.....92

شکل (3-6)- بررسی تأثیر مقدار DOP در زمان پخت Hard Dry سیستم اپوکسی.....93

شکل (3-7)- بررسی تأثیر مقدار EDA در زمان پخت Pot Life سیستم اپوکسی.....94

شکل (3-8)- بررسی تأثیر مقدار EDA در زمان پخت Touch Dry سیستم اپوکسی.....95

شکل (3-9)- بررسی تأثیر مقدار EDA در زمان پخت Hard Dry سیستم اپوکسی.....95

شکل (3-10)- بررسی تأثیر مقدار DOP در رفتار منحنی تنش- کرنش کششی اپوکسی 97

شکل (3-11)- بررسی تأثیر مقدار DOP در استحکام کششی سیستم اپوکسی.....99

شکل (3-12)- بررسی تأثیر مقدار EDA در رفتار منحنی تنش- کرنش کششی اپوکسی.....102

شکل (3-13)- رفتار منحنی تنش- کرنش فرمولاسیون اپوکسی EP1 در تست کششی 103

شکل (3-14)- بررسی تأثیر مقدار EDA در استحکام کششی سیستم اپوکسی..... 105

شکل (3-15)- بررسی تأثیر مقدار DOP در استحکام تراکمی سیستم اپوکسی..... 109

شکل (3-16)- بررسی تأثیر مقدار DOP در رفتار منحنی تنش- کرنش تراکمی اپوکسی 110

شکل (3-17)- بررسی تأثیر مقدار EDA در استحکام تراکمی سیستم اپوکسی.....112

شکل (3-18)- بررسی تأثیر مقدار EDA در رفتار منحنی تنش- کرنش تراکمی اپوکسی 114

شکل (3-19)- بررسی تأثیر مقدار DOP در میزان سختی سیستم اپوکسی.....115

شکل (3-20)- بررسی تأثیر مقدار EDA در میزان سختی سیستم اپوکسی.....117

شکل (3-21)- بررسی تأثیر مقدار DOP در میزان چسبندگی سیستم اپوکسی.....118

شکل (3-22)- بررسی تأثیر مقدار EDA در میزان چسبندگی سیستم اپوکسی.....120

شکل (3-23)- بررسی تأثیر مقدار DOP در مقدار دانسیته سیستم اپوکسی.....121

شکل (3-24)- بررسی تأثیر مقدار EDA در مقدار دانسیته سیستم اپوکسی.....123

شکل (3-25)- تغییرات لگاریتم هدایت الکتریکی بلند اپوکسی بر اساس مقدار کامپوزیت..... 127

فهرست اختصارات

بوتیل اکریلات ..... BA

بوتیل بنزیل فتالات ..... BBP

بیس فنل A..... BPA

نوار هدایت ..... CB

دی بوتیل فتالات ..... DBP

دو دسیل بنزن سولفونیک اسید ..... DBSA

دی گلیسیدیل اتر بیس فنل A..... DGEBPA

دی اکتیل فتالات ..... DOP

دی اکتیل سباسات ..... DOS

مدول یانگ ..... E

اپی کلرو هیدرین ..... ECH

اتیلن دی آمین ..... EDA

جرم اکی والان اپوکسی ..... EEW

اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی ..... EIS

اپوکسی ..... EP

بار الکترو استاتیک ..... ESC

تخلیه بار الکترو استاتیک ..... ESD

پلیمرهای رسانای ذاتی ..... ICPs

شبکه در هم نفوذ کرده داخلی ..... IPN

پلی آنیلین ..... PANI

کامپوزیت پلی آنیلین/ پلی (بوتیل اکریلات- وینیل استات) ..... PANI/ poly (BuA- VAc)

قسمت به ازای صد قسمت رزین ..... phr

صفحه مدارهای چاپی ..... PCB

پلی پیرول ..... PPy

پلی وینیل کلراید ..... PVC

دمای انتقال شیشه ای ..... T_g

دمای ذوب ..... T_m

دی اکسید تیتانیم ..... TiO_2

تترا برمو بیس فنل A ..... TBBA

تری کرسیل فسفات ..... TCP

فرابنفش ..... UV

وینیل استات ..... VA

نوار ظرفیت ..... VB

استرس یا تنش ..... σ

استرین یا کرنش ..... ε

دانسیته ..... ρ

جرم ..... M

حجم V

مقاومت حجمی ..... R

هدایت حجمی L

1-1- مقدمه

رزین های اپوکسی دسته ای از پلیمرهای مهندسی سنتزی هستند که با دارا بودن ویژگی های خاص از دیگر پلیمرها متمایز می باشند. این گروه از پلیمرها دارای قابلیت کاربردی بالایی در عرصه های مختلف بوده و ویژگی برجسته آنها، تلفیق دو خصوصیت "استحکام بالا" و "وزن کم" می باشد که اجازه می دهد تا این مواد با ارزش و تخصصی در بسیاری از کاربردهای خاص، جایگزین فلزات مرسوم و متداول شوند[1].

رزین های اپوکسی نمونه گرما سخت پلیمرهای مهندسی می باشند. امروزه ساختمان های بسیار متفاوتی از رزین اپوکسی، از بیس فنل A و اپی کلروهیدرین مشتق می شوند. بطور کلی این رزین ها با افزایش کاتالیزورها یا عوامل فعال سخت کننده تثبیت می شوند. آمینهای آروماتیک و آلیفاتیک و انیدریدهای اسیدی گوناگون برای پلیمریزه کردن زنجیره اپوکسید بکار برده می شوند. از خواص بارز این پلیمرهای ویژه، چسبندگی خوب به انواع سابستریت، سختی بالا، داشتن مقاومت بالای حرارتی، شیمیایی و خوردگی به همراه خواص الکتریکی قابل قبول (از قبیل ثابت دی الکتریک 6-3 در دمای اتاق، استحکام دی الکتریکی در حدود 120-180 kv/mm و مقاومت حجمی 10^{19} - 10^{12} Ωm)[2] و انعطاف پذیری در طراحی و شکل دهی است. این چنین خصوصیات ممتاز و با ارزشی سبب شده تا اپوکسی ها برای کاربردهای گوناگون در صنایع پیشرفته پوششها، هوا- فضا، اتومبیل سازی، الکترونیک، ساختمان و تولید محصولات و لوازم طبی، خانگی، صنعتی و بازرگانی مناسب باشند.

رزین های اپوکسی وقتی برای اولین بار در سال 1950 ارائه شدند، بعنوان ترکیبات پوششی عالی شناخته شده بودند. ولی امروزه به علت داشتن کاربردهای بسیار متنوع، در مقیاس جهانی با حجم بسیار بالایی تولید و مصرف می شوند. به عنوان مثال پوشش های با ویژگی های خاص و پر مصرف،

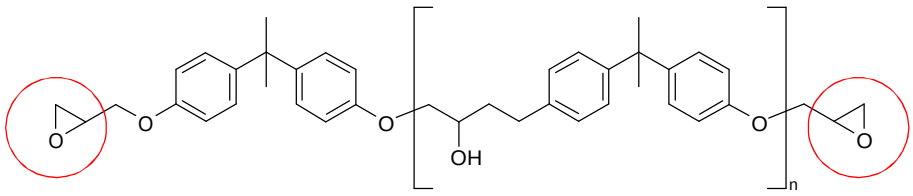
صنایع الکترونیک، چسب ها، کفپوش ها، کامپـوزیت ها و صنـایع اتومبیل سازی، قطعه سازی، تجهیزات اداری، بهـداشتی و ورزشی از عمـده زمینه های مصرف این نوع پلیمر مهندسی ارزشمند به شمار می روند[3].

در سالهای اخیر اصلاح و تعدیل رزین های اپوکسی برای اهداف خاص مورد توجه زیادی قرار گرفته است. یکی از این اهداف، تهیه مواد پلیمری با خواص مکانیکی خوب و با قابلیت فرایند پذیری همراه با هدایت الکتریکی است که این هدف با بهره گیری از پلیمرهای هادی در آمیزه و ساختار پلیمرهای عایق متداول میسر می گردد. القای خواص الکتریکی به سیستم اپوکسی با استفاده از پلیمرهای هادی می تواند ضمن بهبود خواص آنتی استاتیک این رده مهم از رزین های مهندسی کاربردهای مختلفی نیز از قبیل پوششهای ضد خوردگی، کف های آنتی استاتیک مقاوم برای مکانهای صنعتی و... داشته باشد.

1-2- تعریف رزین های اپوکسی

عبارت رزین اپوکسی به طور عام در برگیرنده هر ماده پلیمری است که بطور متوسط حاوی یک یا چند گروه اپوکسی، اپوکسید، اکسیدان یا اتوکسیلین در هر مولکول باشد. این عبارت هم برای پیش پلیمرها (رزین های خام) و هم برای رزین های پخت شده اطلاق می شود. هر چند که در رزین های پخت شده تقریبا تمامی گروه های فعال از جمله گروه های اپوکسی وارد واکنش می شوند[1]. در شیمی واژه اپوکسی[1](EP) به معنی یک حلقه سه عضوی حاوی یک اتم اکسیژن و دو اتم کربن است. شکل (1-1) ساختمان مولکولی ساده ترین رزین اپوکسی را نشان می دهد:

[1]- epoxy



شکل(1-1)- ساختمان منومر رزین اپوکسی

این ترکیبات از شکل مایعات گرانرو تا جامدات با نقطه ذوب بالا در دسترس هستند. در بسیاری از موارد مصرف، این رزین ها باید شبکه ای شوند، یعنی به فرآورده هایی خنثی و پایدار تبدیل شوند. این فرآیند، پخت رزین[1] نام دارد و از واکنش رزین با یک عامل پخت[2] یا سخت کننده[3] حاصل می شود. برای اینکه سیستمی پخت شده محسوب گردد، باید تمام سایت های فعال رزین واکنش داده باشند و سیستم غیرقابل ذوب[4] شود. پخت رزین باعث بهبود خواص مکانیکی، شیمیایی، الکتریکی و گرمایی رزین می شود.

از مهمترین مشخصات رزین های اپوکسی می توان وزن اکی والان، محتوا و جرم مولکولی اپوکسی را نام برد که عواملی مانند حالت رزین از نظر مایع یا جامد بودن، ویسکوزیته و دانسیته اتصالات عرضی[5] مرتبط با آن مشخصات می باشند.

برای رزین های اپوکسی وزن اکی والان (اکی والان گرم اپوکسید[6]EEW)، مطابق استاندارد ASTM D1652 بر اساس واکنش رزین اپوکسی با هیدروژن برمید تعیین می شود. در این واکنش جفت الکترون آزاد اکسیژن در گروه اپوکسید با هیدروژن اسیدی HBr واکنش می دهد. بنابر تعریف اکی والان در واکنش اسید- باز، " وزن اکی والان هر واکنشگر به آن مقداری از واکنشگر اطلاق می

[1]- curing
[2]- curing agent
[3]- hardener
[4]- infusible
[5]- crosslink density
[6]- epoxy equivalent weight