



پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد: اعظم افشارصدر، ۱۳۹۶

## تهیه نانو کامپوزیت های رزین اپوکسی با استفاده از نانو ذرات $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ مغناطیسی با پوشش سیلیسیکاژل و گروهی و بررسی سینتیک پخت خواص فیزیکی و شیمیایی آنها

رزین های اپوکسی به علت ویژگی های مکانیکی، الکتریکی و حرارتی منحصر به فرد آنها به عنوان یک پلاستیک مهندسی به شدت مورد استفاده قرار گرفته اند. انواع مختلفی از عوامل پخت وجود دارد که به خصوصیات رزین در سیستم های پخت بستگی دارد. هر کدام از انواع سیستم های پخت موجب می شود که رزین های اپوکسی با یکدیگر تشکیل شبکه ی کراسلینک دهند. معمولاً در تهیه ی نانو کامپوزیت های رزین اپوکسی با استفاده از نانوذرات  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  مغناطیسی دو مسئله ی اساسی وجود دارد: اول اینکه پراکنده نمودن نانو ذرات  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  ها در ماتریکس اپوکسی مشکل است، زیرا  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  به طور خود به خودی تجمع یافته و پراکنده نمی شود، و دوم اینکه چسبندگی بسیار ضعیف بین  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  و ماتریکس رزین اپوکسی، اثر تقویت کنندگی  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  را به شدت تحت تاثیر قرار می دهد. با عامل دار کردن  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  ها به وسیله ی زنجیره های جانبی که توانایی ایجاد پیوندهای کوالانسی با ماتریکس پلیمر را دارند می توان این دو مشکل اساسی را در تهیه ی نانو کامپوزیت های رزین اپوکسی  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  بر طرف نمود. در این پروژه ابتدا  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  توسط گروه های عاملی اپوکسی با استفاده از روش های شیمیایی در چهار مرحله عامل دار شد. در هر مرحله ترکیب سنتز شده با استفاده از تکنیک FT-IR مورد شناسایی قرار گرفت. نمونه های اپوکسی نانو کامپوزیت با مخلوط کردن رزین اپوکسی بر پایه ی بیس فنل (5، 10، 15، 20) A و (1، 5، 10، 15، 20) درصد تهیه شدند. از تکنیک اولتراسونیک برای پراکنده نمودن نانو ذرات و تهیه ی مخلوط هموزن کاملاً یکنواخت استفاده شد. مقدار اپتیمم نانو ذرات (5 درصد) با استفاده از گرمای حاصل از واکنش پخت، از روی ترموگرام های DSC تعیین شد. سینتیک واکنش پخت برای سیستم های اپوکسی نانو کامپوزیت در حضور 4 و 4- دی آمین دی فنیل سولفون (DDS) به عنوان عامل پخت، با استفاده از تکنیک دینامیک DSC مورد مطالعه قرار گرفت و پارامترهای سینتیکی مختلف از جمله انرژی اکتیواسیون، با استفاده از ترموگرامهای DSC حاصل و هم چنین با استفاده از مدل های سینتیکی موجود، محاسبه شدند و در نهایت ساختار نانو کامپوزیت و هم چنین نحوه ی توزیع نانوذرات در ماتریکس پلیمر، با استفاده از تکنیک SEM مورد بررسی قرار گرفت.

**کلیدواژه‌ها:**  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ، رزین اپوکسی، نانو کامپوزیت، سینتیک پخت

شماره‌ی پایان‌نامه: ۱۲۷۳۰۳۰۸۹۵۲۰۰۲

تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۰۶/۳۰

رشته‌ی تحصیلی: شیمی - شیمی آلی



دانشکده: علوم پایه

استاد راهنما: دکتر محمد مهرشاد

استاد مشاور: دکتر سیدهاشم اخلاقی

### **M.A. Thesis:**

Nano Kampyvzyt resin produced Apo CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> someone uses magnetic nanoparticles coated with cooking Sylyskazhl group and kinetics of physical and chemical properties of

Epoxy resins have been used very extendedly as an engineering plastic due to Their unique mechanical, electrical and thermal properties. There are different types of curing agents where the properties of cured resin deponed on the curing systems. Which ever types of curing systems used they all cause the molecules of epoxy resin to crosslink together.

In preparing epoxy resin/ CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanocomposites, usually two fundamental issues are: first spread The CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> in the epoxy matrix is difficult, because the CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> are spontaneous aggregation and are not distribution, and second, the very weak adhesion between the CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ad the epoxy matrix, can be influenced the effect of strengthening of CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> . Surface functionalization of CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> with side chains that are capable of covalent bonding with the polymer matrix can be resolved two basic problems in the preparation of nanocomposite of epoxy resin/ CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> .In first stage of this project, the CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> were epoxy- functionalized ( E- CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ) with chemical method . at each stage the synthesized compound was characterized using FT-IR technique. Epoxy nanocomposites sample were prepared by mixed pf epoxy resin based on bis phenol A with different percentages of E- CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ( 1 , 5, 10, 15, 20 % ) .

Ultrasonic techniques was used to disperse the nanoparticles and produce a completeiy homogeny uniform mixture. The optimum ratio of the reacting components ( 5%) was investigated by total enthalpy of the curing reaction from differential scanning calorimetry (DSC) thermograms. The kinetics of the curing reaction for epoxy nanocomposite system with 4,4'- diamin diphenyl solphone (DDS) as a curing agent was studied by means of a DSC non- isothermal techniques. The Kinetic parameters such as activation energy, pre-exponential factor, rate constant and reaction orders and also thermodynamic parameters of curing reaction were obtained fom DSC thermogram data and with use different kinetics model. The thermal and chemical resistance of cured resin was also investigated. It was found that sample. Which cured with DDS, hed better resistance to thermal oxidation than DDS+ E+CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> . Both thermoset polymers absorbed approximately equal amounts of distilled water. The resistance of cuved samples with DDS in acetone was better than samples cured with DDS. The chemical resistanceof the samples in 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 50% NaOH were approximately identical. The structure of the nanocomposites and dispersion of the E- CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> in the nanocomposites were observed using SEM