CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

The following conclusions can be withdrawn from the previous results: PET can be depolymerized with DEG and TEG at equal weight ratios.

1. Percentages of glycolysis of PET with DEG and TEG were16 and 20%, respectively.
2. Analysis indicates that low molecular weight difunctional epoxy resin is produced after reaction of GD oligomers with epichlorohydrine.
3. New vinyl ester resins based on recycled PET were prepared from its oligomers with tetraethylene glycol.
4. TEG was incorporated in the vinyl ester so as to increase the miscibility of the synthesized resins with styrene monomers.
5. Up was obtained from GD oligomers after reaction with MA and EG.
6. Amino ethyl piprazine, AEP, is used as polyamine hardner for the prepared epoxy resins at temperatures between 40 and 60°C.
7. The curing exotherms of GTE have greater t_{max} and lower T_{max} values than GDE when cured with AEP hardener at different temperatures. This can be related to the effect of molecular weight of the epoxide resin on the ease of curing process.
8. The increase of temperatures for curing of all prepared epoxy with polyamine hardeners, from 40 to 60°C decreases t_{max} of curing.

9. The curing of the vinyl ester resins with unsaturated polyester resins in presence of styrene indicates that the curing times were reduced and the cure exothermic temperatures were increased by the incorporation of VE into the cross-linked networks.
10. The compression strength of the cured resins was improved by the incorporation of vinyl ester resins.
11. The young's modulus and compression strength were higher when vinyl ester resins were given acrylate rather than methacrylate end groups.
12. It is convenient to add VE to UP resins, and it is better to use acrylate than methacrylate resins.
13. Epoxy resins based on GDE have superior adhesion properties with steel. This can be attributed to the high epoxy functionality of resins and presence of terminal glycol groups as indicated from hydroxyl numbers of the prepared epoxy binders based on GDE. The data of acid and alkali chemical resistance for cured GDE and GTE epoxy resins indicate that these networks possess high resistance to alkaline and acidic aqueous solutions, although they have ester groups. The high alkaline and acidic resistance can be referred to high cross-link density of networks due to high epoxy functionalities. This can be attributed to high cross-link density of network decreases their exposure to environment.
14. The results of salt spray indicate the strong adhesion of coatings by increase of epoxy functionalities. This was observed from the improvement in coating performance from 75 to 95% for GDE after 646h of exposure to the salt spray environment.
15. Epoxy resins based on both GDE and GTE can be used in linings for petroleum tanks and tankers, salt barges and ships.

general chemical tankers, as well as exterior coatings for the bottoms, boot-topping, and decks.

16. It was found that the cross-linking conversion (%) increases as the amount of VE increases and it have much pronounced effect on conversion (%). The increment of conversion (%) with increasing contents of both GTA and GTM cross-linkers suggests that the obtained networks contain either highly cross-linked copolymer or more of the linear copolymer chains are linked into the gel network.
17. Conversion data indicate that CUP has greater conversion percentage than RUP. This can be referred to the presence of more curable maleic double bonds in CUP structure than RUP, which increase probability to react with VE and styrene. It was also observed that UP/GTM has a low conversion (%) values than that determined for cross-linked copolymers with GTA.

REFERENCES

REFERENCES

- Abdel-Azim, A.A., ***"4th International Conference on Polymer Characterization"***, University of North Texas (UNT), Denton, TX 76203-5308, USA, Junuary 10-14, (1996).
- Abdel-Azim, A.A., Mahmoud, B.H. and Farhat, M.S., ***Polym. Adv. Technol.***, **5**, 269 (1994).
- Abdel-Azim, A.A., Mekewi, A.M. and Gouda, R.S., ***Polym. Recycl.***, **3(3)**, (1998).
- Abdel-Azim, A.A., Moustafa, S.S., El-Dessouky, M.M., Abdel-Rehim F. and Hassan, S.A., ***Polym.***, **27**, 1406 (1986).
- Abdel-Azim, A.A., ***Polym. Bull.***, **35**, 229 (1995).
- Achilias, DS, Karayannidis, GP. ***"Proceedings of the International Conference", "Protection and Restoration of the Environment VI"***, Skiathos, 925–36, 1–5 July (2002).
- Adak, SC., In: ***"Proceedings of National Seminar on Recycling and Plastics Waste Management"***, 157-162, 24-26 Sept (1997).
- Adams, MC. and Gannon, J. A.,"Epoxy Resins," In: ***"Encyclopedia of Polymer Science and Engineering"***, 2nd Ed, Wiley-Interscience, New York, **6**, 322- 382 (1986).
- Albertson, A.C., ***J. Mol. Sci. Pure Appl. Chem.*** **A30**, 757 (1993).
- Alter, H., In: ***"Encyclopedia of Polymer Science and Engineering"***, Wiley-Interscience, New York, **5**, 103 (1986).
- Anderson, D.A. and Freeman, E.S., ***J. Polym. Sci.***, **54**, 253 (1961).

- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D3363-92a]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1992).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D609-95]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1995).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D1005-95]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1995).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D1654-92]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1992).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D2794-93]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1993).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D522-93a]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1993).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D870-92]***, Philadelphia PA, **6:1**, (1992).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D695-44T]***, Philadelphia PA, (1944).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM B117-94]***, Philadelphia PA, **3:2**, (1994).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM C581-94]***, Philadelphia PA, (1994).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D2792-69]***, Philadelphia PA, **6:2**, 104 (1969).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D4541-95]***, Philadelphia PA, **6:2**, (1995).
- Annual Book of ASTM Method, ***[ASTM D1647-89]***, Philadelphia PA, **6:3**, (1989).
- Anon, ***Eur. Polym. News***, **37**, Dec. (1996).
- Armstromg, J., In: ***"Proceedings of Conference on Designing***

PET Plastic Containers for Recyclability", Geneva, 21, 31 Jan. (1995).

- Aslan, S., Immirzi, B., Laurienzo, P., Malinconico, M., Martuscelli, E. and Volpe, MG et al., ***J. Mater. Sci.*, 32**, 2329 (1997).
- Atta, A.M. and Arndt, K.F., ***Polym. Int.*, 50**, 1360 (2001).
- Atta, A.M., ***Progr. Rub. Plast. Recyc. Technol.*, 19(1)**, 17 (2003).
- Baliga, S. and Wong, W.T., ***J. Polym. Sci., Part A: Polym Chem*, 27**, 2071 (1989).
- Batch, GL. and Macosko, CW., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 44(10)**, 1711–29 (1992).
- Bauer, R.S., ***Chemtech*, 10**, 692 (1980).
- Ben, S., Baud, G., Jacquet, M. and Pichon, N., ***Surf. Coat. Technol.*, 102(1-2)**, 63 (1998).
- Bendas, M.E., Day, M., Ho, K., Sander, R., and Wiles, D.M., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 26**, 277 (1981).
- Bhatnagar, R. and Varma, I.K., ***J. Therm. Anal.*, 35**, 1241 (1989).
- Billiau, L., Durand, G. and Tersac, G., ***Polym.*, 43(1)**, 21 (2002).
- Billmeyer, F.W., Jr. ***"Textbook of Polymer Science"*** 2nd Ed. Wiley-Interscience, New York, Chapters 2&3 (1971).
- Bisi, M., Nicolella, C., Palazzi, E., Rovatti, M. and Ferraiolo, G., ***Chem. Eng. Technol.*, 17**, 67 (1994).
- Bisio, A. and Xanthos, M., ***"How to Manage Plastics Waste"***, Hanser Gardner: Cincinatti, OH, Chapter 5 (1994).

- Bowen, R.A., ***U.S. Patent 3179623, CA: 2955d,*** (1965).
- Boyd, J., Parkinson, C. and Sherman, P.J., ***Coll. Inter. Sci.*, 41,** 359-370 (1972).
- Brandrup, J., Bittner, M., Menges, G. and Michaeli, W., ***"Recycling and Recovery of Plastics"***, Hanser Gardner: Cincinatti, OH, Chapter 6 (1996).
- Brown, J.R. and Mathys, Z., ***Composites,* 28A(7),** 675 (1997).
- Bruck, S.D., ***J. Polym. Sci.*, 1,** 384 (1958).
- Brydson, JA, ***Plastic Materials, 6th Ed.***, Butterworth Heinemann, Oxford, Chapters 8 & 25 (1995).
- Bucknall, C.B., Partridge, I.K. and Philips, M.j., ***Polym.*, 32,** 786 (1991).
- Buffa, F. and Borrajo, J., ***2na SIAP/4 SLAP/6 IMC*, 1,** 434 (1994)
- Bullett, T., ***"Symposium on Painting of Steel Organized by Zinc Development Assoc"***, Sutton Cold field, (1968).
- Bullett, T.R. and Prossor, J.L., ***Adhes. Fund. Pract.***, 1666m, 37 (1969).
- Campanelli, JR., Kamal, MR. and Cooper, DG, ***J Appl. Polym. Sci.*, 54,** 1731 (1994).
- Campanelli, JR., Kamal, MR. and Cooper, DG, ***J Appl. Polym. Sci.*, 48,** 443 (1993).
- Campanelli, JR., Kamal, MR. and Cooper, DG, ***J Appl. Polym. Sci.*, 53,** 985 (1994).
- Capp, J.A., ***Proc. Amer. Soc. Test. Mater.*, 14,** 474 (1914).
- Challa, G., ***Makromol. Chem.*, 38,** 105 (1960).
- Challa, G., ***Makromol. Chem.*, 38,** 123 (1960).
- Challa, G., ***Makromol. Chem.*, 38,** 138 (1960).

- Chang, E.P. and Salovey, ***J. Polym. Sci.*, 12**, 2927 (1974).
- Chen, C.H., Chen, C.Y., Lo, C.W., Mao, C.F. and Liao, W.T., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 80**, 943 (2001).
- Chen, JY., Ou, CF., Hu, YC., and Lin, CC., ***J Appl. Polym. Sci.*, 42**, 1501 (1991).
- Chiellini, E., Corti, A., Giovannini, A., Narducci, P., Paparella, M. and Solara, R., ***J. Environ. Polym. Degrade.*, 4**, 37 (1996).
- Chiu, S.J. and Cheng, W.H., ***Polym. Degrade. Stabil.*, 63**, 407 (1999).
- Clausen, K., Kops, J., Rasmussen, K., Rasmussen, KH. and Sonne, J., ***Macromol.*, 20**, 2660 (1987).
- Clayton, A.M. and Howey, H.A., ***20th ANTEC, SPI***, Feb. (1965).
- Collins, MJ., Zeronian, SH., and Marshall, ML., ***J. Macromol. Sci.* A28**, 775 (1991).
- Conix, A., ***Makromol. Chem.*, 26**, 266 (1958).
- Cook, W.D., ***Polym.*, 33**, 2159 (1992).
- Cornell, D.D., ***"Depolymerization of PET for Food Packaging"***, In: ***"Proceeding of a Conference on Recycling RETEC"***, Society Engineers, London, June (1993).
- Cunliffe, A.V., Huglin, M.B., Pearce, P.J. and Richards, D.H, ***Polym.*, 16**, 654 (1975).
- Cunliffe, A.V., Huglin, M.B., Pearce, P.J. and Richards, D.H., ***Polym.*, 16**, 659 (1975).
- Datye, K. and Raje, H., ***Resour. Conserv.*, 11**, 136 (1984).
- David, C., Lefire, C., Mathieu, C., Tidjani, A., Dupret, I.,

Vander Wauven, C. and De Winter, W., ***Polym. Degrade. Stabil.*, 64(1)**, 9 (1999).

- De la Caba, K., Guerrero, P., Eceiza, A. and Mondragon, I., ***Polymer*, 37(2)**, 275-280 (1996).
- De Winter, W., Marien, A. and Verheijein, J., ***Macromol. Chem.***, Macromol. Symp., **57**, 253 (1992).
- Deank, Cook, W.D., Reyl, J., Galy, and Sautereau, H., ***Macromol*, 33**, 6623 (2000).
- Debruin, BR., Naujokas, AA. and Gamble, WL., ***US Patent 5432203, CA:229404r,*** (1995).
- Delahaye, N., Marais, S., Saiter, JM. and Metayer, M., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 67**, 695 (1998).
- Dibenedetto, M., ***J. Coat. Technol.*, 52**, 65 (1980).
- Dibenedetto, M., ***Mod. Paint Coat.*, 39**, 7180 (1980).
- Dima, I.T., Miura, S., Fukuda, W. and Tomoi, M., ***Eur. Polym. Chem., J.*, 29**, 1103 (1993).
- Dobinson, B., Hoffmann, W. and Stark, B., ***"The Determination of Epoxide Groups"***, Pergamon, Oxford, 189 (1996).
- Douglas, W.E. and Pritchard, G., In: ***"Developments in Reinforced Plastics"***, Pritchard G., Eds., Applied Science, London, **1**, 231-255 (1980).
- Dow Chemical, Technical Information, Thermoset Polymers; (1989).
- Dusek, K. and Spevarek, J., ***Polym.*, 21**, 750 (1979).
- Dusek, K., Galina, H. and Mikes, J., ***Polym. Bull.*, 3**, 19 (1980).

- Edge, M., Mohammadian, N., Allen, N., ***J. Mol. Sci. Pure Appl. Chem.,*** **A30**, 768 (1993).
- Edge, M., Wiles, R., Allen, N.S., McDonald, W.A. and Mortlock, S.V., ***Polym. Degrade. Stabil.,*** **53**, 141 (1996).
- Eisenberg, P., Lucas, JC. and Williams, RJ., ***J. Appl. Polym. Sci.,*** **65**, 755 (1997).
- Enns, J.B. and Gillham, J.K., ***J. Appl. polym. Sci.,*** **28**, 2567. (1983).
- Fann, D., Huang, S. and Lee, J., ***J. Appl. Polym. Sci.,*** **61**, 261(1996).
- Farahat, MS. and Nikles, DE., ***Macromol. Mater. Eng.,*** **287**, 353 (2002).
- Farahat, MS. and Nikles, DE., ***Macromol. Mater. Eng.,*** **286**, 695 (2001).
- Farahat, M.S., Abdel-Azim A.A. and Abdel-Raouf, M.E., ***Macromol. Mater. Eng.,*** **283**, 1 (2000).
- Farahat, MS., ***Polym. Int.,*** **51**, 183 (2002).
- Farr, M.P. and Harrison, I.R., ***J. Polym. Sci.,*** **24**, 257 (1986).
- Fechine, G.J., Rabello, M.S. and Souto-Maior, R.M., ***Polym. Degrade. Stabil.,*** **75(1)**, 153 (2002).
- Fechine, G.J., Rabello, M.S., Catalani, L.H. and Souto-Maior, R.M., ***Polym.,*** **45(7)**, 2303 (2004).
- Flory, J.P., ***"Principles of Polymer Chemistry"***, Cornell University Press, Ithaca, New York, Chapter 4 (1953).
- Flory, J.P. and Rhener, R.Jr., ***J. Chem. Phys.,*** **11**, 521 (1943).

- Fransco, P., Mantia, L. and Vinci, M., ***Polym. Degrad. Stabil.***, **45**, 121 (1994).
- Fujii, S., Jpn Kokai Tokkyo Koho. ***JP 2002030123 A2 20020131, CA: 119217t,*** (2002).
- Gelfer, D.U., ***"Comparison of Organic and Inorganic Systems as Protective Primers for Steel"***, ACS, Division of Organic Coating and Plastic Chemistry, Coating and Plastics Preprints, February (1958).
- Giannotta, G., Po, R., Cardi, N., Occhiello, E. and Garbassi, F., Characterization of Reprocessed PET Bottle Scraps, In: ***"Proceedings of an International Recycling Congress"***, Geneva, Switzerland, 124-132 (1993).
- Goodings, E.P., ***Proc. Soc. Chem. Ind. Chem. Eng.*** Group, Monogr., **B**, 211 (1961).
- Grentzer, TH., Rust, DA., Lo, SK., Spencer, CJ. and Hackworth, GW., ***Compos. Polym.***, **5**, 459-81 (1992).
- Griffin, JC, ***Plastic Film Sheeting***, **12**, 139 (1996).
- Guillaume, R., Norman, S., Michele, E., Teresa, C. and Fernando, C., ***Polym. Degrade. Stabil.***, **75(2)**, 237 (2002).
- Hag, N. and Harrison, P., ***Corr. Preven. Cont.***, **43**, 162 (1996).
- Hakala, K., Vatanparast, R., peinado, C., Bosch, P., Catalino, F. and Lemmelyiness, H., ***Macromol.***, **33**, 5954 (2000).
- Halacheva, N. and Novakov, P., ***Polym.***, **36(4)**, 867 (1995).
- Han, C.D. and Lem, K.W., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **29**, 1879 (1984).
- Han, C.D. and Lem, K.W., ***Polym. Engng. Sci.***, **24**, 175 (1984).

- Hay, J.N. and Holland, B.J., ***Polym.*, 43**, 1835 (2002).
- Heidemann, G., Kusch, P. and Nettelbeck, H., ***Anal. Chem.*, 212**, 401 (1965).
- Helloan Paper Presented at ***the Epoxy Resins Formulators Division of SPI Meeting***, Atlanta, Ga., the Society of Plastic Industry, New York, Nov. (1983).
- Hong, MS. and Chung, IJ., ***Polym J.*, 23**, 747 (1991).
- Horie, K., Mira, I. and Kambe, H., ***J.* Polym. Sci.,** ***A-1*, 8**, 2839 (1970).
- Howard, M.J., ***Int. Plast. Sect.***, Cordura Publications, California, (1977).
- Hsu, CP. and Lee, LJ., ***Polym.*, 32**, 2263 (1991).
- Hsu, CP. and Lee, LJ., ***Polym.*, 34**, 4496 (1993).
- Hunay, Y. and Less, LJ., ***Polym. Compos.*, 22(5)**, 668-79 (2001).
- Iglesias, M.T., Guzman, J. and Riande, E., ***J. Polym. Sci., Polym. Chem.*, 32**, 2565 (1994).
- Iglesias, M.T., Guzman, J. and Riande, E., ***J. Polym. Sci., Polym. Chem.*, 33**, 2057 (1995).
- Iglesias, M.T., Guzman, J. and Riande, E., ***Polym.*, 38(20)**, 5227 (1997).
- Ikladious, NE., ***J. Elast. Plast.*, 32(2)**, 140 (2000).
- Illuminati, G., Romano, U. and Tesei, R., ***Ger. Offen. 2528412, CA: 121495h***, (1976).
- Ishihara, Y., Nambu, H., Ikemura, T. and Takesue, T., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 38**, 1491, (1989).
- Ishii, Y. and Ryan, A.J., ***Macromol.*, 33**, 167 (2000).
- Jabarin, S.A. and Lofgren, E.A., ***Polym. Eng. Sci.*, 32**, 146

(1987).

- Jacobs, PM. and Jones, FR., ***Polym.*, 33**, 1418 (1993).
- Jenekhe, S.A. and Lin, J.W., ***Thermochimica Acta*, 61**, 287 (1983).
- Jojnson, P. and Teeters, D., ***Polym. Prepr. (Am Chem Soc, Div Polym. Chem.)*, 32**, 144 (1991).
- Joseph, EG., Wilkes, GL. and Baird, DG., ***Polym. Prepr.*, 25(2)**, 94 (1984).
- Jun, HS., Kim, BO., Kim, YC., Chang, HN. and Woo, SI., ***J. Environ. Polym. Degrade.*, 2**, 9 (1994).
- Jun, HS., Kim, BO., Kim, YC., Chang, HN. and Woo, SI., ***Stud. Polym. Sci.*, 12**, 498 (1994).
- Kant, K., Mishra, A. and Rai, J.S.P., ***Polym. Int.*, 28**, 189 (1992).
- Kao, C.Y., Cheng, W.H. and Wan, B.Z., ***Ind. Eng. Chem. Res.*, 37**, 1228 (1998).
- Kao, C.Y., Cheng, W.H. and Wan, B.Z., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 70**, 1939 (1998).
- Karayannids, G.P., Chatziavgoustis, A.P. and Achilias, D.S., ***Advan. Polym. Technol.*, 21(4)**, 250 (2002).
- Kawamura, C., Ito, K., Nishida, R., Yoshihara, I. and Numa, N., ***Progr. Org. Coat.*, 45(2-3)**, 185 (2002).
- Kay, R., In: ***"Fibre Composite Hybrid Materials"*** (edited by N.L. Hancox), Applied Science Publishers Ltd, London, 142 (1981).

- Kelly, M.E., In: ***"Unsaturated Polyester Technology"***, P.E. Bruins Ed., Gordon and Breach, New York, 343 (1976).
- Khemani, KC., (Eastman Chemical Company, USA) PCT ***Int. Appl., WO 9743329 A1, CA: 221459z***, (1997).
- Khemani, KC., (Eastman Chemical Company, USA) ***US patent 5661193 A2, CA: 294190u***, (1997).
- Kok, J.M. and Peijs, T., ***Compos.* 30A**, 917 (1999).
- Krzan, A., ***Polym. Adv. Technol.*, 10**, 603 (1999).
- Kucharski, M. and Lubczak, R., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 64**, 1259 (1997).
- Kurokawa, H., Ohshima, M., Sugiyama, K. and Miura, H., ***Polym. Degrade. Stabil.*, 79**, 529 (2003).
- Kuroki, K., Sawaguchi, T., Ikebayashi, N., Ikemura, T. and Sakikawa, N., ***Bull. Chem. Soc. Jpn***, 1766 (1976).
- La Que, F.L., ***Mater. Meth.*, 35**, 77 (1952).
- La Que, F.L., ***Proc. Amer. Soc. Test. Mater.*, 51**, 495 (1951).
- Lai, Y., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 66**, 1475 (1997).
- Landin, T.D. and Macosko, W.C., ***ACS Symposium Series 243*** Labana, S.S. and Dickie, A.R Eds., ACS, Washington, DC, 33 (1984).
- Launay, A., Thominette, F. and Verdu, J., ***Polym. Degrade. Stabil.*, 63**, 385 (1999).
- Launkitis, M.B., ***"Handbook of Composites"***, (edited by G. Luben), Van Nostrand, Reinhold Co., New York, 38 (1982).
- Lee, DS., Lee, SH. and Kim, JH., ***Polym. Int.*, 44**, 143 (1997).
- Lee, H. and Neville, K., In: ***"Handbook of Epoxy Resins"***,

McGraw-Hill, New York, Chapter 5 (1967).

- Lee, S.C., Sze, Y.W. and Lin, C.C., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 52,** 869 (1994).
- Leonard, F., Hattler, BG., Hegyeli, AF., Rew, F. and Ruderman, RJ., ***Trans. Am. Soc. Artif. Int. Organs*, 18**, 30 (1972).
- Li, L. and Lee, LJ., ***Polym. Eng. Sci.*, 41(1)**, 53-65 (2001).
- Li, L. and Lee, LJ., ***Polym. Compos.*, 23(6)**, 97-90 (2002).
- Li, L., Sun, X. and Lee, LJ., ***Polym. Eng. Sci.*, 39(4)**, 646-61 (1999).
- Liao, K., Altkorn, R.I., Mikovich, S.M., Fildes, J.M., Gomez, J., Schultheisz, C.R., Hunston, D.L. and Brinson, L.C., ***J. Adv. Mater.*, 28(3)**, 54 (1997).
- Liao, K., Schultheisz, CR., Hunston, DL. and Brinson, ***J. Adv. Mater.***, 3-40 (1998).
- Liska, V., ***Angew. Makromol. Chem.*, 22**, 95 (1973).
- Liu, S.B., Liu, J.L. and Yu, T.L., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 53,** 1165 (1994).
- Lotz, R., Wick, G. and Neuhaus, D., ***US Patent 3321510, CA: 18942g***, (1967).
- Lu, M. and Kim, S., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 80**, 1052 (2001).
- Lucas, JC., Borrajo, J. and Williams, RJ., ***Polym.*, 34**, 3216 (1993).
- Luciana, T.D., Evando, M.P., Jose, R.T. and Vanessa, F.C., ***Surfa. Coat. Technol.* 182**, 261 (2004).
- Luderwald, I. and Urrutia, H., ***Makromol. Chem.*, 177**, 2079

(1976).

- Luderwald, I., ***"Developments in Polymer Degradation"***, 2, Appl. Sci. Publishers, Englewood, NJ, 77 (1979).
- Lupinsky, J.H., ***In Applied polymer Science Eds.*** Tess R.W. and Pochlein G.W., ACS Symposium Series 285, ACS, Washington, DC, 22 (1982).
- Lyman, J.N., ***Rev. Mekromol chem.***, **1**, 131 (1966).
- Makhlouf, J., In: ***"Encyclopedia of Chemical Technology"***, Mark, H.F., Other, D.F., Overberger, C.G. and Seabort, G.T., Eds., Wiley-Interscience, New York, **18**, 575 – 594 (1983).
- Makimura, O. and Miyake, H., ***Jap. Patent 7809275, CA: 111200x,*** (1978).
- Malinsky, J., Klaban, J. and Dusek, K., ***J. Macromol. Sci. Chem.*** **(A), 5**, 1071 (1971).
- Mansfeld, F., ***Corr.***, **3(5)**, 301 (1981).
- Marathe, MN., Dabholkar, DA. and Jain, MK., ***GB Patent 2041916, CA: 111653j,*** (1980).
- Marshall, I. and Todd, A., ***Trans. Faraday Soc.***, **49**, 67 (1953).
- Masashi, K., Kazuhikon., Koichiro, O. and Takeshi, E., ***J. Ploym. Sci., Part A: Polym. Chem.,*** **37**, 3686 (1997).
- Matsuura, M., Habara, T. and Katagiri, Y., ***Jap, Kkokai Patent 7571639, CA: 178586x,*** (1975).
- Mayne, J. E. O., ***J. Oil Col. Chem. Ass.***, **3**, 183 (1957).
- McMahon, W., Birdsall, H.A., Johnson, G.R. and Camilli, C.T., ***J. Chem. Eng. Data***, **4**, 57 (1959).
- Meldrum, D.A. and Lin, C.T., ***J. Coat. Technol.***, **65(818)**, 47 (1993).

- Meyersen, K., "Solvents and Non Solvents for Polymers in Brandrup, J. and Immergut E.H. Eds., ***"Polymer Handbook Interscierce"***, New York, 185 (1966).
- Mijovic, J. and Tsay, L., ***Polym.* 22**, 903 (1981).
- Miyake, H., Makimura, O. and Tsuchida, T., ***Ger. Offen. Patent 2506744, CA: 206992x,*** (1975).
- Montaudo, G., Puglisi, C. and Samperi, F., ***Polym. Degrade. Stabil.*, 42**, 13 (1993).
- Mori, S., Iwasaki, S., Furusawa, M. and Takeuchi, T., ***J. Chromatogr.*, 62**, 109 (1971).
- Mouritz, A.P., Baini, C. and Herszberg, I., ***Compos.* A30**, 859 (1999).
- Murata, K. and Makino, T., ***Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 192**, 1975.
- Narasimhaswany, T., Sumathi, S.C. and Reddy, B.S., ***Polym.*, 32(18)**, 3426 (1991).
- Negata, M., Kiyotsukuri, T., Minami, S., Tsytsumi, N. and Sakai, W., ***Polym. Int.*, 39**, 83 (1996).
- Newman, RH. and Patterson, KH., ***Polym.*, 37(7)**, 1065-9. (1996).
- Ng, S.H., Hesham, H., Stanciulescu, M. and Sugimoto, Y., ***Energy and Fuels*, 9**, 735 (1995).
- Niekraszewicz, A., ***Polimery (Warsaw)*, 38**, 399 (1993).
- Nilgun, K., Oguz, M., Nurseli, U. and Ahmet, A., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 76(5)**, 648 (2000).
- O'Hearn, TP., ***"Engineering Plastics, Engineered Materials Handbook"***, USA: ASM International, 2, 272-5 (1988).

- Odian, G.G., ***"Principles of Polymerization"***, 3rd Ed., Wiley-Interscience, New York, Chapter 6 (1991).
- Okay, O., Naghash, J.H. and Capek, I., ***Polym.***, **36**, 2413 (1995).
- Oku, A., Hu, L. and Yamada, E., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **63**, 595 (1997).
- Oku, A., Hu, L., Tomari, K. and Yamada, E., ***Polym. J.***, **29(9)**, 708 (1997).
- Oldring, P.K.T., (Ed.), ***"Tthe Chemistry and Application of Phenolic Resins or Phenoplasts"***, Wiley ISITA, London, Chapter 3 (1998).
- Omoto, Y., Konishi, T., Ichihara, S. and Murai, H., ***Jpn. Patent. Kokai 7773996: CA 152737e,*** (1977).
- Orbay, M., Ozgumus, S., Ozbudak, S., Kasgoz, A and Guclu, G., ***J. Appl. Polym. Sci.,*** **69**, 2311 (1998).
- Paci, M. and La Mantia, F., ***Polym. Degrad. Stabil.***, **61**, 417 (1998).
- Panl, E., ***"Industrial Maintenance Painting",*** NACE, Houston, Texas, Chapter 5 (1973).
- Papaspyrides, C. and Poulakis, J., In: ***"Encyclopedia of Polymeric Materials"***; Salamone, J.C. (Ed); CRC press: Boca Raton, FL, **10**, 7403 (1996).
- Park, D.J., Ha, C.S. and Cho, W., ***J. Appl. Polym. Sci.,*** **67**, 1345 (1998).
- Paszun, D. and Spychaj, T., ***Ind. Eng. Chem. Res.***, **36**, 1373 (1997).
- PETCORE Report, **4(4)**, (2002). Available at ***www. Petcore. Com.***

- Pohl, H.A., ***Anal. Chem.***, **26**, 1614 (1954).
- Rai, J.S. and Gaur, B., ***Eur. Polym. J.***, **29(8)**, 1149 (1993).
- Ramis, X. and Salla, J.M., ***J. Polym. Sci., Part B: Polym. Phys.***, **35**, 371 (1997).
- Rebeiz, K.S. and Fowler, D.W., ***Polym. Plast. Tech. Eng.***, **30(8)**, 809 (1991).
- Rebeiz, K.S., Fowler, D.W. and Paul D.R., ***"Mechanics of Polymer Composites" "Proceedings of the 3rd International Symposium"***, Institute of Theoretical and Applied Mechanics, Prague, 367, 16th - 18th April (1991).
- Rebeiz, K.S., Fowler, D.W. and Paul, D.R., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **44**, 1649 (1992).
- Rebeiz, K.S., Fowler, D.W. and Paul, D.R., ***Plast. Eng.***, **33** Feb. (1991).
- Rebeiz, K.S., Serhal, S.P. and Flower, D.W., ***Mater. Civil Eng.***, **6**, 150 (1994).
- Reed, AM., and Gilding, DK., ***Polym.***, **20**, 1454 (1979).
- Reed, AM., and Gilding, DK., ***Polym.***, **22**, 499 (1981).
- Rene, S., Thomas, J., Jacques, R. and Bernard, B., ***Polym.***, **44(12)**, 3437 (2003).
- Rey, L., Galy, J. and Sautereau, H., ***Macromol.***, **33(18)**, 6780-6 (2000).
- Ricciardi, F., Romanchick, W. and Joullie, M., ***J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.***, **21**, 1475 (1983).Robin, J.J., Lusinchi, J.M., Pietrasanta, Y. and Boutevin, B., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **69**, 657 (1998).

- Roskott, L. and Groenendaal, AAM., ***30th Annual Conference of Reinforced Plastics/Composites Institute***: The Society of Plastics Industry; Section **5B** (1978).
- Rossi, P., Kosior, E., Iovenitti, P., Massod, S. and Sbarski, I., ***Progr. Rub. Plas. Recyc. Technol.***, **19(1)**, 51 (2003).
- Rozenberg, B.A. and Enikolopyan, N.S., ***Polimery*** (*Warszawa*), **25**, 215 (1980).
- Rudakova, TE., Zaikov, GE., Voronkova, OS., Daurova, TT. and Degtyareva, SM., ***J. Polym. Sci., Polym. Symp.***, **66**, 277 (1979).
- Saalbrink, A., Lorteije, A. and Peijs, T., ***Compos.***, **29A**, 1243 (1998).
- Saint, L.R., Robin, J.J. and Boutevin, B., ***Macromol. Chem. Phys.***, **204(7)**, 970 (2003).
- Sako, T., Sugeta, T., O take, K., Nakazawa, N., Sato, M., Namiki, K. and Tsugumi, M., ***J. Chem. Eng. Jap.***, **30(2)**, 342 (1997).
- Sako, T., Sugeta, T., O take, K., Takebayashi, Y., Kamizawa, C., Hongo, M.N. and Tsugumi, M., ***Kobunshi. Ronbunshu.***, **55(11)**, 685 (1998).
- Samperi, F., Puglisi, C., Alicata, R. and Montaudo, G., ***Polym. Degrade. Stabil.***, **83**, 3 (2004).
- Sample, C.H., ***Bull. Amer. Soc. Test. Mater.***, **123**, 19 (1943).
- Sandner, B. and Schreiber, R., ***Makromol. Chem.***, **193**, 2763 (1992).

- Sato, N., Ueno, N. and Hirata, Y., Proceedings of the 11th International Symp. On Polymer Analysis and Characterization, O. Chiantore (Ed.), Santa Margerita Ligure, 25-17 May, 133 (1998).
- Scheirs, J., ***Polym. Recycl.***, John Wiley & Sons, New York, Chapter 4 (1998).
- Schnabel, R., Straube, E., Muller, G. and Henining, S., ***Polym. Test.***, **21(6)**, 665 (2002).
- Schulze, U., Skrifvars, M., Reichelt, N. and Schmidt, H., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **64**, 527 (1997).
- Schwertassek, K. and Dvorak, J., ***Faserforsch Textiltech,*** **21**, 78 (1970).
- Schwertassek, K., and Dvorak, J., ***Faserforsch Textiltech***, **23**, 66 (1972).
- Scott, TF., Cook, WD. and Forsythe, JS., ***Eur. Polym. J.***, **38(4)**, 705–16 (2002).
- Selley, J., In: ***"Encyclopedia of Polymer Science and Engineering"***, Mark, H.F., Bikales, N.M., Overberger, C.G., Menges, G. and Kroschwitz, J.J., Eds., Wiley, New York, **12**, 256 – 290 (1985).
- Seo, KS. and Cloyd, JD., ***J. Appl. Polym. Sci.*** **42**, 845 (1991).
- Shechter, L. and Wynstra, J., ***Ind. Eng. Chem.***, **48**, 86 (1956).
- Shukla, SR. and Kulkarni, KS., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **85**, 1765 (2002).

- Simitzis, J., Zoumpoulakis, L. and Soulis, S., ***Polym. Int.*, 51**, 308 (2002).
- Singh, B.P., Jain, R.C. and Bhardwaj, I.S., ***J. Polym. Sci.*, 2**, 941 (1994).
- Sivaram, S., In: ***"Proceedings of National Seminar on Recycling and Plastics Waste Management"***, 24-26 Sept., 283-288 (1997).
- Slabaugh, W. and Chan, E.J., ***Off. Dig.* , 38**, 417 (1966).
- Slabaugh, W.H. and Kennedy, G.H., ***Amer. Chem. Soc., Org. Coat. Div.*, 26**, 1 (1966).
- Smith, A.L. and Lowry, J.R., ***Mod. Plast.*, 35**, 134 (1958).
- Smith, R., Oliver, C. and Williams, DF., ***J. Biomed. Mater. Res.*, 21**, 990 (1987).
- Socrate, C. and Vosa, R., ***Eur Patent 662466, CA: 257959u*** (1995).
- Songip, A.R., Masuda, T., Kuwahara, H. and Hashimoto, K., ***Appl. Catal.*, B2,** 153 (1993).
- Songip, A.R., Masuda, T., Kuwahara, H. and Hashimoto, K., ***Energy and Fuels*, 8**, 131 (1994).
- Songip, A.R., Masuda, T., Kuwahara, H. and Hashimoto, K., ***Energy and Fuels*, 8**, 136 (1994).
- Sonti, S.S. and Barbero, E.J., ***J. Reinf. Plast. Compos.*, 15(7)**, 701 (1996).
- Sorathia, U. and Dapp, T., ***Int. Sample Symp. Exhib.*, 42**, 1020 (1997).
- Sorenson, W.R. and Campbell, T.W., ***"Preparative Methods of Polymer Chemistry"***, Wiley-Interscience, New York, 155 (1968).

- Sorenson, W.R., Sweeny, W. and Campbell, T.W., ***"Preparative Methods of Polymer Chemistry"***, 3rd Ed., Wiley-Interscience, New York, 358 (2001).
- Spychaj, T. and Paszun, D., ***Macaromol. Symp.***, **135**, 137 (1998).
- Stockmayer, H.W., ***J. Chem. Phys.***, **11**, 45 (1945).
- Suh, DJ., Park, OO. and Yoon, KH., ***Polym.,*** **41**, 461 (2000).
- Suspene, L., Fourquier, D. and Yang, YS., ***Polym.,*** **32(9)**, 1593-604 (1991).
- Takao, M., Yasuo, M., Atsushi, T., Shin, R., Kenji, H. and Yuichi, I., ***Polym. Degrade. Stabil.***, **58**, 315 (1997).
- Takeyama, E. and Hokamura, S., ***26th ANTEC, SPI, Sect.*** **29-B**, (1971).
- Tate, S. and Narusawa, H., ***Polym.***, **37**, 1583 (1996).
- Tess R.W., In: ***"Epoxy Resins Chemistry and Technology"***, 2nd Ed., (C.A. May, ed.), Marcel Dekker, New York, 723 (1988).
- Tietz, RF., (E I du Pont de Nemours & Co USA), ***US patent 5097005A, CA: 28226r,*** (1992).
- Tietz, RF., Gallagher, FG., Hamiltom, CJ., Gray, DS. and Wallenberger, FT., (E I du Pont de Nemours & Co USA), PCT ***Int. Appl. WO 9514740, CA: 288377g,*** (1995).
- Tietz, RF., Gallagher, FG., Hamiltom, CJ., Hansen, SM. and Shin, H., (E I du Pont de Nemours & Co USA), ***US patent 5171308 A, CA: 113430t,*** (1992).

- Tokiwa, Y. and Iwamoto, A., ***Polym. Degrade. Stabil.***, **45**, 205 (1994).
- Tokiwa, Y. and Suzuki, T., ***Agric. Biol. Chem.***, **41**, 265 (1977).
- Tokiwa, Y. and Suzuki, T., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **26**, 441 (1981).
- Tokiwa, Y., Ando, T. and Suzuki, T., ***J. Ferment Technol.***, **54**, 603 (1976).
- Tokiwa, Y., Ando, T., Suzuki, T. and Takeda, T., ***Polym. Mater. Sci. Eng.***, **62**, 988 (1990).
- Tong, S.N., Chen, D.S., Chen, C.C. and Chung, L.Z., ***Polym.***, **24**, 469 (1983).
- Toshima, H., ***Jap. Kokai Patent 7564382, CA: 116076x,*** (1975).
- Urban, M.W, Gaboury, S.R. and Provder, T., ***Polym. Commun.***, **32**, 171 (1991).
- Vaidya, U.R. and Nadkarni, V.M., ***Ind. Eng. Chem. Res.***, **26(2)**, 194 (1987).
- Vaidya, U.R. and Nadkarni, V.M., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **34**, 235 (1987).
- Vaidya, U.R. and Nadkarni, V.M., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **35**, 775 (1988).
- Vaidya, U.R. and Nadkarni, V.M., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **38**, 1179 (1989).

- Verchere, D., Sauterean, H., Pascanlt, J.P., Riccardi, C.C., Moschiar S.M. and Williams, R.J., ***Macromol.***, **23**, 725 (1990).
- Verschueren, K., ***Mater. Environ. Data Sheets***, Van Nostrand Reinhold, New York, Chapter 6 (1996).
- Viksne, A., Kalnins, M., Rence, L. and Berzina, R., ***Polym. Recycl.***, **5(1)**, 15 (2000).
- Vilas, J., Laza, JM., Garay, MT., Rodriguez, M. and Leon, LM., ***J. Appl. Polym. Sci.***, **79**, 447 (2001).
- Villain, F., Coudane, J. and Vert, M., ***Polym. Degrade. Stabil.***, **43**, 431 (1994).
- Wallington, R.H., ***Br. Corrosion J.***, **2**, 72 (1974).
- Weidner, St., Kuhn, G. and Just, U., ***Rapid Commun. Mass Spectrom.***, **9**, 697 (1995).
- Weidner, St., Kuhn, G., Friedrich, J. and Schroder, H., ***Rapid Commun. Mass Spectrom.***, **10**, 40 (1996).
- Weidner, St., Kuhn, G., Werthmann, B., Schroder, H., Just, U., Borowski, R., Decker, R., Schwarz, B., Schmuecking, I. and Seifert, I., ***J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.***, **35**, 2183 (1997).
- Whinfield, JR. and Dickson, JT., ***Br Pat 578079*** (1946).
- Wu, C.H., Chang, C.Y., Hor, J.L., Shih, S.M. and Chen, L.W., ***Chem. Eng. J.***, **72**, 644 (1994).
- Wu, C.H., Chang, C.Y., Hor, J.L., Shih, S.M. and Chen, L.W., ***Chem. Eng. J.***, **55**, 87 (1994).
- Yalcinyuva, T., Guclu, G., Saadet, O. and Murat, O., ***Polym.***, **44(25)**, 7609 (2003).
- Yalcinyuva, T., Guclu, G., Saadet, O. and Murat, O., ***Thermochimica Acta***, **404**, 193 (2003).

- Yang, YS. and Lee, LJ., ***Macromol.*, 20(7),** 1490-5. (1987).
- Yeh, H.Y. and Yang, S.C., ***J. Reinf. Plast. Compos.*, 16(5),** 414 (1977).
- Yoshioka, T., Okuwaki, A. and Okayama, N., ***Ind. Eng. Chem. Res.*, 37,** 336 (1998).
- Yoshioka, T., Sato, T. and Okuwaki, A., ***J. Appl. Polym. Sci.*, 52,** 1353 (1994).
- Zahn, H. and Krzilla, R., ***Makromol. Chem.*, 31,** 23 (1957).
- Ziaee, S. and Palmese, G.R., ***J. Polym. Sci., Part B: Polym. Phys.*, 37,** 725 (1999).
- Ziaee, S. and Paul, D.R., **J. *Polym. Sci., part B: Polym. Phys.*, 35,** 831(1997).

ARABIC SUMMARY

تدوير مخلفات البولي إيثلين تيرفثالات الي لدائن قابلة للتصلد

رسالة
للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة
فى العلوم (كيمياء)

مقدمة من
شيماء محمد السعيد
ماجستير كيمياء
جامعة القاهرة
٢٠٠٢

إلى
قسم الكيمياء
كلية العلوم – جامعة عين شمس
(٢٠٠٥)

جامعة عين شمس

كلية العلوم

قسم الكيمياء

رسالة دكتوراه

أسم الطالبة: شيماء محمد السعيد حمودة

عنوان الرسالة: " تدوير مخلفات البولى إيثلين تيرفثالات الى لدائن قابلة للتصلد"

اسم الدرجة: دكتوراه

لجنة الإشراف:

أ.د.السيد إبراهيم النجدى	استاذ الكيمياء العضوية بعلوم عين شمس
أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم	استاذ كيمياءالبوليمرات ورئيس قسم الإستخدامات بمعهد بحوث البترول
أ.د. أيمن محمدى السيد عطا	استاذ كيمياءالبوليمرات بمعهد بحوث البترول
د.منار السيد عبد الرؤف	باحث بمعهد بحوث البترول

تاريخ البحث: ٢٠٠٣/٤/١٤

الدراسات العليا

ختم الإجازة **اجيزت الرسالة بتاريخ:** / / ٢٠٠٥

موافقة مجلس الكلية: / / ٢٠٠٥ **موافقة مجلس الجامعة:** / /٢٠٠٥

جامعة عين شمس
كلية العلوم
قسم الكيمياء

أسم الطالبة: شيماء محمد السعيد حمودة

الدرجة العلمية: دكتوراه

الكلية: العلوم

الجامعة: عين شمس

سنة التخرج: ١٩٩٨

سنة منح الماجستير: يناير ٢٠٠٣

سنة منح الدكتوراه: ٢٠٠٥

جامعة عين شمس

كلية العلوم

قسم الكيمياء

أسم الطالبة: شيماء محمد السعيد حمودة

عنوان الرسالة:" تدوير مخلفات البولى إيثلين تيرفثالات الى لدائن قابلة للتصلد"

اسم الدرجة: دكتوراه

لجنة الحكم والمناقشة:

أ.د. عبد الرحمن مختار ناصر	استاذ الكيمياء العضوية بعلوم الأزهر
أ.د. أحمد فوزى الكفراوى	استاذ الكيمياء العضوية بكلية العلوم/ جامعة عين شمس
أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم	استاذ كيمياءالبوليمرات ورئيس قسم الإستخدامات بمعهد بحوث البترول

جامعة عين شمس

كلية العلوم

قسم الكيمياء

شـــــــــكر

أتشرف بشكر الأساتذة الذين قامو بالأشراف وهم:

أ.د.السيد إبراهيم النجدى	استاذ الكيمياء العضوية بعلوم عين شمس
أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم	استاذ كيمياءالبوليمرات ورئيس قسم الإستخدامات بمعهد بحوث البترول
أ.د. أيمن محمدى السيد عطا	استاذ كيمياءالبوليمرات بمعهد بحوث البترول
د.منار السيد عبد الرؤف	باحث بمعهد بحوث البترول

المستخلص

مستخلص

يهتم العمل المقدم بالمساهمة فى التخلص من التلوث البيئى الناتج عن تراكم المخلفات البلاستيكية الصلبة التى لا تتحلل بيئياً. و لهذا فقد تم اختيار مادة مبلمر الإيثيلين فثالات كهدف لهذه الدراسة حيث تم تكسيره بإستخدام نوعين من الجليكول هما ، ثنائى إيثيلين جليكول و رباعى إيثيلين جليكول فى وجود خلات المنجنيز كعامل حفز ثم تم إثبات التركيب الكيميائى لنواتج التكسير بإستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء وطيف الرنين النووى المغناطيسى. كما تم أيضاً قياس أوزانها الجزيئية بإستخدام تقنية GPC. فى خطوة تالية استخدمت هذه النواتج لتحضير نوعين من المركبات: لدائن الإيبوكسيات عن طريق تفاعل نواتج التكسير مع الكلوروهايدرين فى وجود هيدروكسيد الصوديوم كعامل حفز. ولدائن تعتمد على ثنائى الأكريلات و ثنائى الميثأكريلات و ذلك بتفاعل مجموعات الإيبوكسى الطرفية مع حمض الأكريليك و حمض الميثأكريليك فى وجود ثلاثى فينيل فوسفيت كعامل منشط للتفاعل. بالإضافة إلى ذلك تم إستخدم نواتج التكسير بثنائى ايثيلين جليكول فى تحضير عديد إستر غير مشبع. تم إثبات التركيب الكيميائى لكافة المركبات المحضرة عن طريق العديد من التحاليل الطيفية و غيرها كتحاليل المجموعة الطرفية و التحليل الكروماتوجرافى.

و بعد ذلك تم تعيين حرارية تفاعل التصلد للدائن المتصلدة و دراسة سلوكها أثناء تفاعل التصلد وتم رصد العوامل المؤثرة على تفاعل التصلد. و أخيرا" تشمل الدراسة تقييم شامل لإستخدام اللدائن المحضرة فى تغليف الصلب و حمايته من التآكل. من أجل ذلك تم قياس الخصائص الميكانيكية للإيبوكسيات المحضرة و مقاومتها للعوامل الكيميائية المختلفة بعد صبها على هيئة شرائح ذات أبعاد متساوية. و تم الربط بينها و بين التركيب الكيميائى للدائن

المحضرة و أثبتت الدراسة تميز الخصائص الميكانيكية للمواد المحضرة و مقاومتها العالية لمختلف العوامل الكيميائية مما يمكننا من استخدامها بأمان فى تغليف الأنابيب و المنشآت البترولية

الملخص العربي

مع التطور الصناعى الدى يشهده العالم، تزايدت الحاجة إلـى إنتـاج مـواد متعددة الإستخدام. و لما كانت مثل هده المواد ذات تكلفة إقتصادية مرتفعـة؛ اتجهت الأنظار إلى المخلفات البلاستيكية نظراً لتراكمها مما يمثل خطراً على البيئة ومن جهة أخرى فهى متوافرة و رخيصة الثمن. ومـن هنـا تركـزت الأبحاث على كيفية تحقيق أقصى استفادة من المخلفات البلاستيكية الصـلبة. لهذا يهتم العمل المقدم بتدوير و إعادة استخدام مبلمر عديد الإيثيلين تيرفثالات و تحويله الى مواد ذات استخدامات صناعية متعددة. يوجد هـذا المبلمرفـى أشكال متعددة و بكميات ضخمة. فهو يوجد فى زجاجات الميـاه الغازيـة و المعدنية و شرائط الكاسيت و الأفلام و غيرها.

ينقسم العمل المقدم الى عدة أجزاء. فى الجزء الأول تم تكسير مـادة مبلمـر عديد الإيثيلين تيرفثالات بإستخدام نوعين من الجليكول، ثنائى ايثيلين جليكول و رباعى ايثيلين جليكول فى وجود خلات المنجنيز كعامل حفز و ذلك لتغيير طول سلسلة الجليكول و بالتالى تغيير التركيب الكيميائى للمركبات الناتجة من تفاعل التكسير التى رمز إليها GD و GT على التوالى.تم اثبـات التركيـب الكيميائى لهده النواتج بإستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء وطيـف الـرنين النووى المغناطيسى. و تم أيضاً قياس أوزانها الجزيئية بإستخدام تقنية GPC التى أثبتت أن مدى التكسير يزداد عند استبدال ثنائى ايثيلين جليكول برباعى ايثيلين جليكول.

يشمل الجزء الثانى من العمل المقدم تحضير لدائن الإيبوكسيات مـن تفاعـل نواتج التكسير مع الكلوروهايدرين فى وجود هيدروكسيد الصـوديوم كعامـل حفز. رمز للإيبوكسيات الناتجة GDE و GTE على التوالى. ثم تم أيضاً

تعيين التركيب الكيميائى لهذه النواتج بإستخدام طيف الرنين النووى المغناطيسى و تعيين الوزن المكافئ للإيبوكسي بطريقة المعايرة. قورنت نتائج الطريقتين لإثبات التركيب الكيميائى.

استخدمت نواتج التفاعلات السابقة لتحضير لدائن تعتمد على ثنائى الأكريلات و ثنائى الميثأكريلات و ذلك بتفاعل مجموعات الإيبوكسي الطرفية مع حمض الأكريليك و حمض الميثأكريليك فى وجود ثلاثى فينيل فوسفيت كعامل منشط للتفاعل. و قد تم أيضاً تعيين التركيب الكيميائى لهذه النواتج بإستخدام طيف الرنين النووى المغناطيسى.

يهتم الجزء الثالث بتحويل نواتج التكسير بثنائى ايثيلين جليكول GD إلى إسترات غير مشبعة عن طريق تفاعل نواتج التكسير مع حمض ثنائى الهيدروكسيل مثل انهيدرايد الماليك كمصدر للروابط الغير مشبعة. تم قياس الوزن الجزيئى لعديد الإستر الناتج بطرق عديدة تشمل تحليل المجموعة الطرفية و الرنين النووى المغناطيسى و التحليل الكروماتوجرافى النفادى.

أما فى الجزء الرابع من العمل المقدم فقد تم تعيين حرارية تفاعل التصلد للدائن المتصلدة. فى هذا الصدد، استخدمت مادة 2-amino ethyl piprazine كمادة تساعد على التصلد فى وجود ثلاثى ايثيل أمين كعامل حفاز. تم رسم العلاقات بين الحرارة الناتجة عن تفاعل التصلد و الوقت اللازم لإتمام التفاعل فى وجود نسب مختلفة من المادة المقساة عند درجتى حرارة مختلفتين و تم ربط النتائج بالتركيب الكيميائى، درجة حرارة التفاعل و تركيز المادة المقساة.

شملت الدراسة أيضا تقييم سلوك التصلد للدائن المحضرة فى وجود الستايرين مع بادئ و محفز للتفاعل عند أربعة درجات حرارة مختلفة. و تمت مقارنة

سلوك التصلد لكل من الإستر المحضر و الإستر التجارى للربط بين سلوك التصلد و التركيب الكيميائى للمركب.

و أوضحت المعلومات التى أمكن الحصول عليها أن المركب المحتوى على نسبة أعلى من الروابط غير المشبعة يطلق كمية أكبر من الحرارة و يتم تفاعل التصلد فى وقت أقصر كما أنه يحتاج إلى كمية أقل من طاقة التنشيط لبدء التفاعل. كما أنه تمت مقارنة نتائج تفاعل التصلد مع نتائج التغير فى اللزوجة الحادث عند بدء التفاعل ووجد أن هاتين الطريقتين تصلحان لتقديم صورة وافية عن ميكانيكية تفاعل التصلد و كيفية حدوثه.

يشمل الجزء الأخير من العمل المقدم تقييم شامل للدائن المحضرة فى تغليف الصلب و حمايته من التآكل. من أجل ذلك تم قياس الخصائص الميكانيكية للإيبوكسيات المحضرة و مقاومتها للعوامل الكيميائية المختلفة بعد صبها على هيئة شرائح ذات أبعاد متساوية.

تشمل الخصائص الميكانيكية التى تم اختبارها: قوة الإلتصاق، مقاومة التصادم،الصلابة و الثنى. أوضحت النتائج التى أمكن الحصول عليها أن الزيادة فى عدد مجموعات الإيبوكسى يؤدى الى تحسين الخصائص الميكانيكية للإيبوكسيات المحضرة. أما بالنسبة لمقاومة اللدائن للعوامل الكيميائية المختلفة فقد تم اختبار مقاومتها للأحماض، و للقواعد، و للمذيبات. و بالنسبة لإختبار التآكل فقد تم بطريقة رشاش الملح. و قد لوحظ أيضاً أن الشرائح المعدنية المغطاة بإيبوكسيات تحتوى على عدد أكبر من مجموعات الإيبوكسي لها مقاومة أكبر للتآكل.

أما عن الخصائص الميكانيكية للدائن الإسترات المحضرة فقد تم اختبار قابلية الإنضغاط لقوالب محضرة من تركيزات مختلفة من المتفاعلات عند درجات حرارة متعددة. و قد وجد أن زيادة عدد الروابط الغير مشبعة فى الجزئ أو

ارتفاع درجة حرارة تفاعل التصلد يؤديان إلى تحسين ملحوظ فى الخصائص الميكانيكية للدائن الإسترات المحضرة.