



Книга/Book 5

ИНЖЕНЕРСТВО

НА МАТЕРИЈАЛИ

Materials engineering

Editors

Emilija Fidančevska
Ss Cyril and Methodius University in Skopje
Faculty of Technology and Metallurgy
Skopje, Republic of Macedonia

Vineta Srebrenkoska
University Goce Delčev in Štip
Faculty of Technology
Štip, Republic of Macedonia



ИНЖЕНЕРСТВО НА МАТЕРИЈАЛИ MATERIALS ENGINEERING

Editors

Emilija Fidanchevska
Ss Cyril and Methodius University in Skopje
Faculty of Technology and Metallurgy
Skopje, Republic of Macedonia

Vineta Srebrenkoska
University Goce Delcev
Faculty of Technology
Štip, Republic of Macedonia

Оваа книга е создадена како дел од проектните активности во рамките на Темпус проектот Tempus158989-Tempus-1-2009-1-BE-Tempus-JPHES “Creation of university-enterprise cooperation networks for education on sustainable technologies”, а наменета е за едукација на инженерите од индустријата во областа на одржливите технологии.

Авторите на поглавјата се креатори на своите идеи и тие целосно се одговорни за содржината.

Предговор

Материјалот презентирани во оваа книга е последен дел од серијата на петте книги кои произлегоа од гореспоменатиот проект. Одржливиот развој, со посебен акцент на индустријата беше основа за развој на едукативните материјали. Дел од содржините презентирани во претходните поглавја ги покриваат темите кои, генерално, се однесуваат за одржливиот развој, а како посебен сегмент во оваа книга се разработени материјалите и управувањето со отпадните материјали. Денешниот брз развој кој го условува и интензивниот начин на живеење е резултат на развојот на многу видови на материјали кои се среќаваат во различни сегменти од нашето секојдневие. Така, во првиот дел од оваа книга во посебни тематски единици се прикажани различните видови на материјали, како: полимерните материјали, металите и легурите, керамичките материјали, стаклото, композитните материјали и еко-композитните материјали, но исто така презентирани се темите за: науката и инженерството на материјали, нанотехнологијата и наноматеријалите како и современите електродни материјали во водородната економија. Во овој дел посебен акцент е даден на видот и примената на материјалите тргнувајќи од операбилното мото во науката и инженерството на материјалите т.е. тетрадата: *синтеза –структура – својства - примена*.

Во вториот дел од оваа книга тематски е презентирани третманот на отпадот во инженерството на материјалите, но исто така презентирани се актуелни теми за управување со отпадни материјали како што се: рециклирањето на полимерите, металните отпадоци, стаклото и огноотпорните материјали. Добивањето на керамички продукти од отпадни материјали, како и третман на крајот од животот на полимерните композитни материјали претставуваат две целини кои се содржани во вториот дел од оваа книга. Во фокусот на вниманието во овој дел од книгата беше да се потенцира дека различните видови на отпадни материјали може да се третираат како сировина од кој може да се добијат нови или исти производи, а исто така отпадот може да има улога на енергетски ресурс.

Preface

The material presented in this book is the last part from the five books series which ~~are~~ **is the** result of the aforementioned project.

Sustainable development, particularly for industry was the base for developing of these educative materials. Part of the contents presented in the previous books covered the topics which generally are connected with sustainable development, but this book covers the types of materials in general and the management of the waste materials. The nowadays fast development which results in intensive way of living is as a consequence of the development of different kinds of materials which can be **find** in various segments of everyday life. So, in the first part of this book in particular thematical parts are presented such as ~~the~~ different kinds of materials like: polymer materials, metals and alloys, ceramics materials, glass, composite materials and eco-composite materials. Also, as content in this part of the book are the topics: science and engineering of materials, nanotechnology and nanomaterials and modern electrodematerials in the hydrogen economy. In the first part of the book the particular attention is given to their type and usage of materials starting from the operable moto in the science and engeneering of materials i.e. the trade: *synthesis – structure – properties – application*.

The second part of this book thematically covered the treatment of waste in the materials engineering in general, but also the actual topics from the management of waste are presented like recycling of: polymers, metal scraps, glass and refractories. The production of ceramics from waste and end of life treatment of polymer composite materials present the two parts consisted in the second part of the book.

In this part of the book the particular attention was payed ~~on~~ **to** the diferent types of materials which can be treated as raw materials from which new or the same products can be produced. Also, the attention was payed ~~on~~ **to** the treatment of waste as energy resourse.

Содржина
Content

ПРВ ДЕЛ
FIRST PART

10.1.	Инженерство на материјали Materials Engineering	
10.1.1.	Вовед Introduction	
10.1.2.	Наука и инженерство на материјали Material science and engineering	
10.1.3.	Класификација на материјалите Classification of materials	
10.1.4.	Потреба од нови модерни материјали The need of new modern materials	
10.1.5.	Прашања Questions	
10.1.6.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.1.7.	Литература References	
10.2.	Полимерни материјали Polymer materials	
10.2.1.	Вовед Introduction	
10.2.2.	Традиционални полимери Common polymers	
10.2.3.	Современи полимери Advanced polymers	
10.2.4.	Прашања Questions	
10.2.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.2.6.	Литература References	
10.3.	Метали и легури Metals and alloys	
10.3.1.	Вовед Introduction	
10.3.2.	Видови на метали и легури Types of metals and alloys	
10.3.3.	Прашања Questions	
10.3.4.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.3.5.	Литература References	
10.4.	Керамички материјали Ceramic materials	
10.4.1.	Вовед	

	Introduction	
10.4.2.	Видови керамички материјали Types of ceramic materials	
10.4.3.	Идни предизвици на керамичките материјали Future challenges of ceramic materials	
10.4.4.	Прашања Questions	
10.4.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.4.6.	Литература References	
10.5.	Стакло Glass	
10.5.1.	Вовед Introduction	
10.5.2.	Видови стакло Types of glass	
10.5.3.	Улогата на стаклото во енергетската ефикасност The role of glass in energy efficiency	
10.5.4.	Прашања Questions	
10.5.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.5.6.	Литература References	
10.6.	Композитни материјали Composite materials	
10.6.1.	Вовед Introduction	
10.6.2.	Основни дефиниции и историјат Basic definitions and history	
10.6.3.	Структурни елементи Structural elements	
10.6.4.	Типови на композити Types of composites	
10.6.5.	Споредба на композитите со конвенционалните материјали Comparison of composites with conventional materials	
10.6.6.	Прашања Questions	
10.6.7.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.6.8.	Литература References	
10.7.	Полимерни еко-композитни материјали Polymer eco-composite materials	
10.7.1.	Вовед Introduction	
10.7.2.	Природни влакна - зајакнувачи Natural fibers – reinforcements	
10.7.2.1.	Видови на природни влакна, структура и својства Types of natural fibers, structure and properties	

10.7.3.	Полимерни матрици за еко-композити Polymer matrices for eco-composites
10.7.4.	Технологии применувани за производство на полимерни композити и еко-композити Applied technologies for production of polymer composites and eco-composites
10.7.5.	Примена на еко/„зелени“ композити Application of eco/ "green" composites
10.7.6.	Прашања Questions
10.7.7.	Прашања/Одговори Questions/Answers
10.7.8.	Литература References
10.8.	Нанотехнологија и наноматеријали Nanotechnology and nanomaterials
10.8.1.	Вовед Introduction
10.8.2.	Историја на нанотехнологијата History of nanotechnology
10.8.3.	Дефиниција за нанотехнологија Definition of nanotechnology
10.8.3.1.	Четири главни фази во развојот на нанотехнологијата Four main stages of progress in nanotechnology
10.8.4.	Тековни истражувања Current research
10.8.5.	Примена на наноматеријалите Application of nanomaterials
10.8.5.1.	Наномедицина Nanomedicine
10.8.5.2.	Молекуларна нанотехнологија: долгорочно гледиште Molecular nanotechnology: a long-term view
10.8.6.	Наноматеријали и нанотехнологии во животната средина Nanomaterials and nanotechnology in the environment
10.8.7.	Заклучок Conclusion
10.8.8.	Прашања Questions
10.8.9.	Прашања/Одговори Questions/Answers
10.8.10.	Литература References
10.9.	Современи електродни материјали во водородна економија Modern electrode materials in the hydrogen economy
10.9.1.	Водородна економија Hydrogen economy
10.9.2.	Електрокаталитичка активност на материјалите Electrocatalytic activity of the materials
10.9.3.	Улогата на носечките материјали The role of the support materials
10.9.4.	Неплатински електродни материјали (студија на случај)

10.9.5.	Non-platinum electrodematerials (case study) Прашања Questions
10.9.6.	Прашања/Одговори Questions/Answers
10.9.7.	Литература References

ВТОР ДЕЛ PART TWO

10.10.	Третман на отпад во инженерство на материјали Waste treatment in materials engineering
10.10.1.	Вовед Introduction
10.10.2.	Контекст на животната средина Environmental context
10.10.3.	Размислувања за отпадот Waste considerations
10.10.4.	Прашања Questions
10.10.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers
10.10.6.	Литература References
10.11.	Рециклирање на полимери Polymer recycling
10.11.1.	Вовед Introduction
10.11.2.	Теоретски основи Fundamentals
10.11.2.1.	Механичко рециклирање Mechanical recycling
10.11.2.2.	Хемиско рециклирање Feedstock Chemical recycling
10.11.2.2.1.	Процеси кои припаѓаат на хемиското рециклирање Processes belonging to the chemical feedstock recycling
10.11.2.2.2.	Примена на хемиското рециклирање Application of the chemical feedstock recycling
10.11.3.	Инсинерација Incineration
10.11.4.	Прашања Questions
10.11.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers
10.11.6.	Литература References
10.12.	Рециклирање на метални отпадоци Recycling of metal scrap
10.12.1.	Вовед Introduction

10.12.2.	Влијание на рециклирањето на металните отпадоци врз заштитата на животната средина Impact of recycling metal scrap on environmental protection	
10.12.3.	Економски аспекти и пазар Economic aspects and market	
10.12.4.	Потекло и типови на метални отпадоци Origin and types of metal scrap	
10.12.5.	Процесирање на метални отпадоци Processing of metal scrap	
10.12.5.1.	Процес на рециклирање на метални отпадоци Process of recycling metal scrap	
10.12.6.	Заштита при работа во процесот на рециклирање на металните отпадоци Safety at work in the process of recycling of metal scrap	
10.12.7.	Прашања Questions	
10.12.8.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.12.9.	Литература References	
10.13.	Керамички продукти од отпадни материјали Ceramic products from waste materials	
10.13.1.	Вовед Introduction	
10.13.2.	Летечка пепел – отпад или суровина? Fly ash-waste or raw material?	
10.13.3.	Добивање на производи на база на стакло од отпадни материјали Production of glass based products from waste materials	
10.13.4.	Прашања Questions	
10.13.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.13.6.	Литература References	
10.14.	Рециклирање на огноотпорни материјали Recycling of refractories	
10.14.1.	Огноотпорни материјали Refractories	
10.14.2.	Процес на рециклирање на огноотпорни материјали Process of recycling of refractories	
10.14.3.	Примена на рециклирани огноотпорни материјали Application of recycled refractories	
10.14.4.	Наместо заклучок Instead of conclusion	
10.14.5.	Прашања Questions	
10.14.6.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.14.7.	Литература References	
10.15.	Рециклирање на стакло	

	Glass recycling	
10.15.1.	Вовед Introduction	
10.15.2.	Рециклирање на стаклена амбалажа Glass packaging recycling	
10.15.3.	Придобивки од рециклирање на стаклото Benefits of glass recycling	
10.15.4.	Прашања Questions	
10.15.5.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.15.6.	Литература References	
10.16.	Третман на крајот од животот на полимерните композитни материјали End of life treatment of polymer composite materials	
10.16.1.	Вовед Introduction	
10.16.2.	Полимерни композитни материјали Polymer composite materials	
10.16.2.1.	Животниот циклус на производите од полимерни композити Product life cycle of polymer composite products	
10.16.2.2.	Методи за третман на крајот од животот: моментална состојба за третманот на отпадот од композитните материјали Methods of end of life treatment: state of the art of treatment of waste from composite materials	
10.16.2.3.	Фактори кои влијаат врз третманот на композитниот отпад Influencing factors on the treatment of composite waste	
10.16.2.3.1.	Повторна употреба Reuse	
10.16.2.3.2.	Механичко рециклирање на материјалите Mechanical material recycling	
10.16.2.3.3.	Обновување на енергијата Energy recovery	
10.16.2.3.4.	Комбинација на рециклирање на материјалите и обновување на енергијата или хемиско обновување Combination of material recycling and energy recovery or chemical recovery	
10.16.3.	Прашања Questions	
10.16.4.	Прашања/Одговори Questions/Answers	
10.16.5.	Литература References	
10.17.	СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ 1: Рециклирање и обновување на енергијата од отпадни полимерни композити CASE STUDY 1: Recycling and recovery of energy from waste polymer composites	
10.17.1.	Вовед Introduction	
10.17.2.	Резултати од пописот и студиите на случаеви Results of the inventory and case studies	

10.17.3.	Формирање препораки за рециклирање на материјалите и обновување на енергијата Forming recommendations for material recycling and energy recovery
10.17.4.	Оценување на влијанието врз животната средина Assessment of the environmental impact
10.17.5.	Литература References
10.18.	СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ 2: Примена на концептот на нулта емисија при процесот на производство на магнезитни огноотпорни материјали CASE STUDY 2: Application of the zero emission concept for the production process of magnesite refractories
10.18.1.	Концепт на нулта емисија Concept of zero emission
10.18.2.	Примена на концептот на нулта емисија при производство на магнезитни огноотпорни материјали Application of the zero emission concept for production of magnesite refractories
10.18.2.1.	Материјални биланси Material balances
10.18.2.2.	Енергетски биланси Energy balances
10.18.3.	Заклучок Conclusion
10.18.4.	Литература References

10.1. ИНЖЕНЕРСТВО НА МАТЕРИЈАЛИ MATERIALS ENGINEERING

Емилија Фиданчевска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје,
Република Македонија

Винета Сребренкоска

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

10.1.1. Вовед

Introduction

Материјалите се среќаваат во различни сегменти од нашето живеење, поради што со право може да се рече дека нашето секојдневие е под влијание на материјалите. Практично во секој сегмент од нашиот живот доаѓаме во контакт со различни видови на материјали (во градежништвото, во транспортот, домаќинството...). Материјалите треба да исполнат одредени барања за да се дефинира нивната примена. Така, на пример, за одредена намена, материјалите треба да издржат одредено оптоварување, да изолираат или да спроведуваат топлина / електрична енергија, да прифатат или да одбијат магнетен флуks, да пренесат или да одбијат светлина, а притоа да не ја оштетат животната средина и да се евтини.

Историски гледано, развојот на општеството е тесно поврзано со развојот на материјалите и нивната употреба. Материјалите коишто се користеле на самиот почеток на постоењето на човекот се: каменот, дрвото, глината и др., но со текот на времето, со помош на нови техники, се развивале нови материјали коишто имале подобри својства (грнчарија, метали...). Со натамошниот развој се утврдило дека материјалите може да се менуваат со додавање одредени состојки и со термички третман. Со развојот на науката, воспоставена е врска меѓу структурата на материјалите и нивните својства што овозможува материјалите, со нивните специфични карактеристики, да бидат дел од модерниот начин на живеење. Така, се развиваат многу видови материјали кои имаат повеќе специфични карактеристики, а задоволуваат одредени потреби на нашето модерно и комплексно општество. Ако ги споредиме материјалите што биле на располагање во времето на проф. Џејмс Стјуарт (James Stuart), кој бил првиот професор по инженерство на Универзитетот Кембриџ во периодот од 1875 до 1890 год., може да го констатираме следново: инженерите имале на располагање само неколку стотини материјали, не постоеле синтетички полимери и лесни легури, а немало ни композити со високи перформанси. За разлика од тоа време, денес на инженерите им се на располагање повеќе од 160 000 видови материјали, повеќе од 45000 синтетички полимери, илјадници лесни легури и голем број композитни материјали. Развојот на материјалите е особено изразен во последните 100 години. Развојот на многу технологии, кои го овозможуваат нашиот современ начин на живеење, е тесно поврзан со развојот и достапноста на одредени материјали. Така, развојот на некој карактеристичен материјал е претходник на развојот на соодветна технологија. На пример, технологијата за производство на софистицирани електронски уреди е последица на развојот на компоненти кои се направени од полупроводнички материјали, или пак, развојот на автомобилската индустрија е резултат на достапноста на евтиниот челик или неговата замена. Од илјадниците материјали што ни стојат на располагање, понекогаш е проблем да се направи вистински избор на вистинскиот материјал. Но секогаш треба да се земат предвид одредени критериуми по кои ќе се врши крајниот избор. Прво, потребно е да се дефинираат условите при кои ќе биде употребен

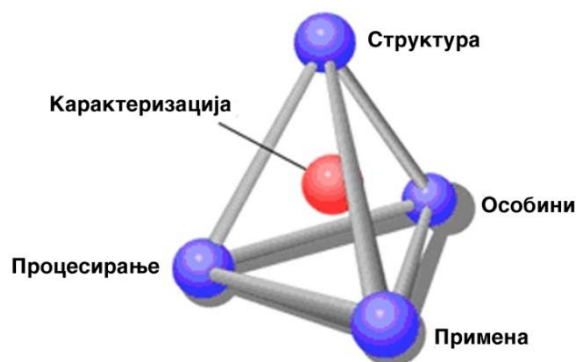
материјалот, а кои се во директна врска со својствата на материјалот. Второ, потребно е да се земе предвид можноста за промена на својствата на материјалот за време на неговото користење. На пример, какво е однесувањето на материјалот во корозивни средини и при високи температури. Последен, но не помалку важен критериум е цената на чинење на производот. Така, може да се најде материјал кој ќе има одлични својства, но сепак, да не биде премногу скап. Во секој случај, потребно е да се направи компромис со цел да се најде оптимално решение за дадени потреби. Со познавањето на различните карактеристики на материјалите, релацијата структура – особини, како и постапките за процесирање на материјалите, може да се направи правилен и сигурен избор на материјали, согласно со дадените потреби.

Денес, својствата на материјалите, во голема мера се познати и документирани во прирачници (на пример, ASM Materials Handbook) кои се дигитално сочувани. Компјутерскиот дизајн претставува стандарден дел од обуката на денешниот инженер кој ги има на располагање широко достапните пакети за моделирање, оптимизација и селекција на материјалите и на процесите. Софтверскиот пакет за селекција на материјалите и на процесите се потпира на базата на податоци за атрибутите на материјалите и на процесите, нивната меѓусебна компатибилност што овозможува пребарување и селекција на оние материјали и процеси кои најдобро ги исполнуваат барањата за соодветен дизајн (Ashby et al., 2008; Callister, 2002).

10.1.2. Наука и инженерство на материјалите

Materials science and engineering

Врската која постои меѓу структурата и својствата на материјалите се изучува во дисциплината - наука за материјалите. Врз основа на споменатата корелација, се дизајнира структурата на материјалот, со цел да се задоволат неговите однапред одредени својства, што е предмет на работа на инженерството на материјали. Науката и инженерството на материјали се базира на тетрадата: процесирање – структура – својства – примена (Callister, 2002), слика 10.1.1.



Слика 10.1.1. Тетрада во науката и инженерството на материјали

Figure 10.1.1. Materials science and engineering tetrad (mates, 2011)

Материјал претставува систем кој се состои од еднородни атоми или од различни атоми распоредени на соодветен начин. Како целина, материјалот со својата надворешна површина е ограничен во однос на околината, но не е изолиран, додека неговите составни компоненти меѓусебно се поврзани со внатрешни гранични површини (граница на зрна и фази). Состојбата на некој систем е одредена со неговата енергија која може да се дефинира, додека неговите структура и својства зависат од условите во кои се наоѓа. Структурата кај материјалите се однесува на уреденоста на внатрешните елементи од чијашто големина зависи и можноста за набљудување од различни нивоа. Кај материјалите разликуваме атомска структура (дијаметар

леење или со калапи. Во примарните процеси, со кои се добива формата на производот, спаѓаат следниве процеси: леење, формирање со калапи, деформациски методи, прашкасти методи, методи за формирање композити, специјални методи. Со секундарните процеси се модифицираат обликот и особините на добиениот материјал. Така, со обработка се додаваат одредени карактеристики на веќе формираниот материјал, а со термичкиот третман се овозможува подобрување на површинските или целокупните особините на материјалите. По секундарниот третман, следува поврзување и површински третман. Со спојувањето се менуваат особините на материјалот. На пример, заварувањето вклучува локално топење и повторно зацврстување на деловите што се спојуваат. Зоната што се заварува има особини коишто се различни од оние на материјалот и најчесто се полоши. Површинскиот третман генерално ги подобрува особините на материјалот. На пример, со галванизација на металите се подобрува отпорноста на корозија (Ashby et.al., 2008). Со соодветни постапки на процесирање се добиваат материјали со бараната структура, а структурата ги одредува особините на материјалите и нивната потенцијална примена. Само со *соодветно* процесирање може да се добие бараната структура на материјалот, која ги обезбедува однапред одредените особини на материјалот, а со тоа и неговата адекватна примена. Крајната примена на материјалите е во корелација со особините на материјалите. Тетрадата: процесирање, структура, својства и примена е линеарна, меѓусебно зависна поради што треба да се обрати внимание на односот меѓу овие четири компоненти при дизајнирањето, производството и искористувањето на материјалите (Callister, 2002) .

10.1.3. Класификација на материјалите

Classification of materials

Основната класификација на материјалите е во три групи: полимерни, метални, икаралички (слика 10.1.4). Оваа поделба, главно, е резултат на разликите во атомската структура и во хемискиот состав. Композитите се состојат од два или повеќе различни материјала, кои имаат уникатни особини во однос на поединечните материјали (полимери, керамика, метали) коишто ги сочинуваат. Во инженерството на материјали постојат уште два вида материјали кои по своите карактеристики заземаат посебно место. Тука спаѓаат полупроводниците и био-материјалите. Во последните години, био-компатибилноста на био-материјалите еволуираа во сеопфатна, комплексна и независна дисциплина. Овие материјали се користат и се адаптирани за медицински апликации, односно како импланти во човечкиот организам, но воедно се користат и во секојдневниот живот за дентални апликации, во хирургијата и во фармацијата. Материјалите кои имаат електрична спроводливост, која се рангира меѓу изолаторите и проводниците, се нарекуваат полупроводници. Главната примена на овие материјали е во производството на компјутери, радиоприемници, телефони и други уреди.



Слика 10.1.4. Видови материјали

Figure 10.1.4. Types of materials (Sengerandu's Tutorials, 2011)

10.1.7. Литература

References

- Carter BC, Norton GM (2007) Ceramic materials, science and engineering. Springer.
- Callister W.D (2001) Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Interactive e-book. Elsevier.
- Geiser K (2001) Materials Matter: towards a sustainable materials policy, Cambridge (MA), USA, The MIT Press.
- mates -Materials engineering society Monash University (2011) Materials Engineering.
<http://www.monashmates.com/materials-engineering.aspx>. Посетено на 20.09.2011.
- Munasinghe M (2009) Sustainable development in practice. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ondracek G, Stamankovic I (1990) Osnovi nauke o materijalima. Expert Verlag, Germany.
- Park BJ, Lakes RS (1992) Biomaterials, An introduction. Plenum press, New York.
- Simon G (2011) Toward a safe and sustainable future.
<http://www.eng.monash.edu.au/materials/about/brochures/green-materials.html>.
Посетено на 23.09.2011.
- Sengerandu's Tutorials (2011) Engineering Materials.
<http://sengerandu.wordpress.com/tutorials/physical-metallurgy/engineering-materials>.
Посетено на 20.09.2011.

10.2. ПОЛИМЕРНИ МАТЕРИЈАЛИ

POLYMER MATERIALS

Јадранка Блажевска Гилев

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.2.1. Вовед

Introduction

Полимерите, полимерните смеси, полимерните композити и наполнетите полимери ја претставуваат основата на науката за полимерни материјали. Како што е општо познато, развојот на човештвото минувал низ неколку важни епохи (камено, бронзено и железно време). Сега живееме во времето на полимерите, што е потврдено и од економски аспект, бидејќи развојот на полимерното производство е за 15-20% поинтензивно од развојот на металната индустрија. Таквото огромно производство ја наметнува потребата од подобрување на квалитетот на полимерните производи и од проширување на областа на нивната примена, бидејќи дури и мали подобрувања (на пример, продолжување на векот на полимерните производи) се особено важни од економски аспект.

Полимерите главно се добиваат од земен гас или од сурова нафта, од кои по обработката и рафинирањето, се добиваат мономерите кои потоа се користат за производство на полимерите. Може да се применат различни постапки за добивање на полимерите.

Полимерите кои се присутни во нашето секојдневно опкружување, се разликуваат по формата, хемиската структура, физичките својства, како и по можностите за нивна примена. Тоа им овозможува на научниците да ги приспособат структурата и својствата на полимерите во насока на добивање повеќе функционални материјали. Како резултат на тоа, полимерните производи може да бидат со релативно мала специфична маса, а истовремено со релативно висока специфична јакост во споредба со конвенционалните материјали, како што се: дрвото, металите и стаклото. Во исто време, поголемата процесибилност и поголемата издржливост



Слика 10.2.3. Полистирен
Figure 10.2.3. Polystyrene

Поли(етилентерефталат) (ПЕТ)

Почетните соединенија за комерцијално производство на ПЕТ се етилен гликолот и терефталната киселина. Тој претставува термопластичен полимер кој главно се користи за изработка на шишиња. Својствата кои го карактеризираат ПЕТ се многу добра хемиска отпорност, добра цврстина и отпорност на абразија, многу високи механички својства, одлична транспарентност и сјај, и високо заштитувачки својства (особено кон кислород и јаглерод диоксид). Оваа комбинација од својства го прави ПЕТ особено привлечен за пакување храна и пијалаци. Во 2000 година, вкупната потрошувачка на ПЕТ изнесуваше околу 16,5 милиони тони. Главната употреба на ПЕТ е во производството на синтетички влакна за текстилната индустрија, за видео и аудио ленти, рендгенски филмови, како и за пакување храна (вклучувајќи шишиња за газирани пијалаци, минерална вода, масло за јадење, козметика, фолии и метализирани фолии за храна за готвење, за брза храна, за вакумирани прехранбени производи и сл.) (Franck, 2004).

Во групата на **термореактивните полимери** се вбројуваат полимерите кои се менуваат хемиски при загревање, хемиска реакција или зрачење. Притоа, настанува нивно вмрежување и не можат повторно да се стопат и да се преобликуваат. Во оваа група спаѓаат фенолформалдехидните смоли, уреаформалдехидните смоли, меламинските, епоксидните, алкидните полиестерски, аминокластичните и уретанските смоли. Тие се користат како заштитни обвивки и атхезиви.

10.2.3. Современи полимери

Advanced polymers

Кај современите пластични материјали се применуваат повеќе техники во насока на модификација на површината на полимерите овозможувајќи добивање подобрени карактеристики на пластичните производи.

Озонот претставува средство што се применува при третман на површината на полимерите предизвикувајќи промена на поларноста и на површинскиот напон, при што доаѓа до создавање функционални групи богати со кислород и настанува деградација на полимерните вериги. Освен со озон, се применува и третман со *УВ зрачење* на полимерите (најчесто на ПЕТ, РЕ и ПП), при што се подобруваат нивните атхезивни својства преку зголемување на нивниот површински напон и хидрофилноста. При третман со УВ зрачење на најлон, неговите површински амидни групи се претвораат во амински, така што тој добива антибактериски својства. Третманот со *хлор-диоксид* на поли(винил хлорид)ни (ПВЦ) фолии овозможува стерилизација на внатрешноста на фолијата, а истовремено настанува и стерилизација на производот кој е спакуван во ПВЦ фолијата. Во современите полимерни материјали кои се користат за пакување прехранбени производи спаѓа и антимикробната активна амбалажа која може да содржи испарлива или неиспарлива *антимикробна супстанција* која е вградена во полимерната амбалажа; антимикробна супстанција, која е адсорбирана на полимерната површина; или антимикробна супстанција која може да е поврзана со полимерната површина

преку јонска или ковалентна врска. Антимикробните системи можат да бидат: системи кои се ефикасни во однос на површинското растење без миграција на активната компонента во храната и системи кои содржат антимикробен агенс кој мигрира на површината на храната. Во групата современи полимерни материјали спаѓаат и полимерните материјали со инкорпорирани *активни супстанции* кои се ослободуваат во одреден временски период, а кои имаат примена во фармацијата и во медицината (Liuet al., 2008).

Биоразградливи полимери

Природни биоразградливи полимери

Еден од начините за добивање биоразградливи пластични материјали е нивното добивање од природни полимери кои се формирани од живи организми. Во природата постои општо правило дека она што е формирано од страна на организмите може да се распадне со помош на други организми, како дел од природниот кружен циклус на јаглеродот во животната средина. Така, дури и многу големи полимерни молекули, како лигнинот и целулозата, можат да се распадат со помош на различни микроорганизми. Целулозата и целофанот не се пластика, но во пластика се вбројуваат целулозниот ацетат, целулозниот бутират, целулозниот ацетобутират и сл., кои се добиени од целулоза. Објавени се неколку истражувања за биоразградливост на вакви природни полимерни материјали, но овие истражувања се вршени само во мал обем. Општо правило е дека колку е поголем степенот на хемиско претворање во молекуларната структура, толку побавно се одвива степенот на деградација на материјалот.

Бактериски полиестри

Биоразградливиот полимер, поли(хидроксibuтират-валерат)от (ПХБВ) е претставник на групата на бактериските полиестри. Овој полиестер е добиен од одредени видови бактерии, кога тие имаат исхрана богата со јаглерод, но осиромашена со определени основни хранливи компоненти. Под овие услови, тие произведуваат полихидроксibuтират (ПХБ) како резервна храна, во услови кога јаглеродните извори се помалку достапни. Со примена на определена диета, овие бактерии можат да бидат поттикнати да формираат кополимер, ПХБВ, кој има повеќе корисни својства од ПХБ. ПХБ, според точката на топење и цврстината, може да се спореди со поли(пропилен)от, односно својствата на ПХБВ се меѓу својствата на ПП и на ПВЦ. Брзината на деградација се движи од неколку дена за филмови во анаеробна средина, до девет месеци за едно шише (од ПХБВ) кое е ставено да се распаѓа во компостирани услови. Голем број на микроорганизми, вклучувајќи ги и бактериите и габите, имаат примена во деградацијата на ПХБ и на ПХБВ. Брзината на деградација е поголема кај ПХБВ, отколку кај ПХБ во сите видови почви. Во вода, брзината на деградација на хомополимерите и кополимерите е идентична, при што истата во солена вода е многу побрза отколку во слатководна средина. Во симулирано компостирано депонирање, брзината на деградација на ПХБВ се покажа како поголема во анаеробни услови, отколку во аеробни.

Пластика базирана на протеини

Група научници вршеле испитувања за добивање производи од пластика базирани на протеини (од пченка и од други суровини). Ваков филм е направен од зеин, протеин кој е најден во пченката при производството на етанол. Вршени се испитувања и на соини протеини за производство на биоразградливи пластични филмови. На почетокот ваквите филмови биле слаби и крти, но при екструдирање и нивно мешање со одбрани алифатски полиестри, добиени се биоразградливи филмови кои се резистентни на вода и се со добра цврстина и јакост на истегнување. На Универзитетот Ајова во САД вршени се испитувања при кои се користи соја со додавање на различни агенси како алдехиди и ацетатни алдехиди со кои се врши вмрежување на структурата. Исто така, вршени се испитувања во насока на добивање биоразградлива пластика со внесување целулозни влакна како полнила, додавајќи ги скробот и соја протеинот. Група на истражувачи од компанијата Shova Highpolimer од Токио, Јапонија произвеле биоразградлива термореактивна смола, која претставува аминокислотна смола. Нејзината биоразградливост е 31% од вкупната маса, по 31 недела во стандардна почва, што е

10.3. МЕТАЛИ И ЛЕГУРИ

METALS AND ALLOYS

Свето Цветковски

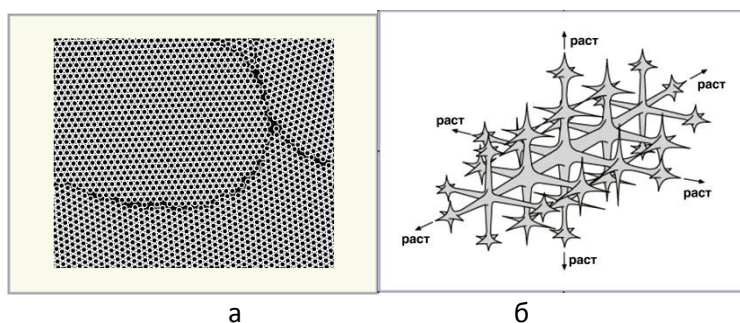
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.3.1. Вовед

Introduction

Металите наједноставно може да ги дефинираме како елементи што се состојат од правилно распоредени протони во просторот (по должината на трите координатни оски), околу кои кружи облак од слободни електрони. Металите имаат атоми од кои лесно се ослободуваат електроните, оставајќи позитивни јони. Овие електрони, како облак со негативен набој, се движат меѓу протоните кои се заемно поврзани поради нивната привлеченост од електронскиот облак. Единечната ќелија е наједноставната геометриска фигура која го претставува распоредот на атомите во металите.

Техничките метали и легури се поликристални агрегати, таканаречени кристални зрна, а во секое зрно постои правилен распоред на атомите. Значи, металите имаат зрнеста структура, а терминот зрно се користи за да се опишат кристалитите од коишто се состојат металите. Зрната немаат правилен облик и рамни страни бидејќи нивниот раст зависи од контактите со другите зрна (слика 10.3.1.(а)). Површините, кои раздвојуваат две зрна, се наречени граници на зрната. Зрнестата структура е незабележлива без хемиско нагризување на површина подготвена по металографски пат, каде што реагенсот повеќе ги напаѓа границите. Металите имаат слична кристална градба. Најчесто кристализираат во волуменски центрирана кубна (ВЦК) решетка, површински центриран кубна (ПЦК) решетка и хексагонална густо пакувана кристална решетка (ХГП) (Tarr, 2011).



Слика 10.3.1. (а) кристални зрна (б) дендрити
Figure 10.3.1. (a) crystalline grains (b) dendrite (Tarr, 2011)

Кристализацијата на растопените метали почнува околу мал нуклеус (јадро) кој може да биде и некое туѓо тело (нечистотија во металот). Нуклеусот ја има кристалната структура во која кристализира металот, на пример, ПЦК за бакарот. Додека расте, кристалот има тенденција за создавање гранки (шилци) и добива облик на дрво, таканаречен дендрит (слика 10.3.1.(б)). Кога ќе се олади течниот метал до точката на топење, тој преминува во цврста состојба, при што се ослободува латентна топлина. При оваа состојба, нема промена на температурата во металот. Кога некој кристал расте, топлината што се ослободува, ја загрева течноста што го забавува или го запира неговото растење во таа насока. Поради тоа, шилците почнуваат да се јавуваат онаму каде што е течноста најладна. Кога и тие ќе се загреат доволно, тогаш се формираат терцијарни шилци. Како растат дендритите, така и просторот меѓу нив се исполнува. Растењето запира во оној момент кога гранките на два дендрита меѓусебно ќе се

или со пластична деформација или со цврсти раствори. Најважна легура на бакарот е со бронзата. Исто така, се користат и легури на бронза со други елементи Sn, Al, Si and Ni. Легурата на берилиум и бакар се карактеризира со релативно висока цврстина и одлични корозивни и електрични особини, отпорност на атмосферски услови, може да се лее и да се обработува и на топло и на ладно. Примена наоѓа во јувелирниците, при изработката на монети, во електрониката, за федери, хируршки забарски инструменти, за радијатори и др.

10.3.5. Литература

References

Ѓукиќ В (1999) Метални материјали. Научна књига Београд

Wikipedia (2011) Alloy. <http://en.wikipedia.org/wiki/Alloy>. Посетено на 10.12.2011

Tarr M (2011) Metals basics. http://www.ami.ac.uk/courses/topics/0131_mb/index.html. Посетено на 12.12.2011

10.4. КЕРАМИЧКИ МАТЕРИЈАЛИ

CERAMIC MATERIALS

Емилија Фиданчевска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.4.1. Вовед

Introduction

Керамиката претставува сегмент од комплексот науки за материјали. Зборот керамика се поврзува со производите што се добиваат од глина, но денес значењето на овој термин е поширок и тука се вклучени предмети кои во својот состав содржат метални оксиди, борида, карбиди, нитриди или соединенија од споменатите материјали (Haber et al., 1991). Керамичките материјали се цврсти, најчесто хетерогени и поликристални системи. Нивните особини зависат од микроструктурата (големина на зрна/пори, нивната форма и ориентација), фазниот состав, стаклестата фаза и од порозноста (отворена и затворена).

Керамичките соединенија се карактеризираат со ковалентна и јонска врска. Кристалите со јонска врска се карактеризираат со средни до високи температури на топење. Ковалентната врска е карактеристична за тврди, механички цврсти материјали кои имаат висока температура на топење. Ковалентната врска е карактеристична за керамичките материјали за современа примена (Tecilazić-Stefanovic, 1990). Овие силни врски се причина за високата тврдост и јакост, но и за ниската еластичност на керамичките материјали. Цврсто врзаните електрони во молекулите на керамиката се причина за слабата спроводливост (термичка и електрична) на керамичките материјали (Groover, 2010).

Карактеристичните добри особини за керамичките материјали се: висока температура на топење, голема механичка цврстина и тврдост, голема отпорност на корозија, мал коефициент на топлотно ширење, мала густина и специфични оптички и електромагнетни карактеристики. Како лоши особини кои се карактеристични за керамичките материјали се: ниски вредности на отпорност на удар, изразити особини на кршливост, мала отпорност на истегнување и свиткување и многу мала жилавост, мала отпорност на прогресивен раст на пукнатини (Tecilazić-Stefanovic, 1990; Callister, 2000)

Stevens R (1991) Engineering properties of zirconia, In: Scheider S. (tc) Ceramics and Glasses. Enhineering material handbook, vol 4. ASM International, pp.776-786.

Srdić V (2004) Procesiranje novih keramickih materijala, Tehnološki fakultet, Novi Sad

Stojanovic DB, Brankovic GO, Ristic MM (1996) Present status and future trend od advanced materials. In:Materials Science Monographes, vol 30. Center for multidisciplinary studies university of Belgrade, Belgrade, pp 29-45

Tecilazić-Stefanović M (1990) Osnovi tehnologije keramike, Tehnolosko-metalurski fakultet, Beograd.

Volpatol C.A.M, Garbelottol L.G.A, Fredel M.C, Bondioli F (2011) Application of Zirconia in Dentistry: Biological, Mechanical and Optical Considerations. InTech, doi: 10.5772/726.

10.5. СТАКЛО GLASS

Гордана Русеска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.5.1. Вовед Introduction

Стаклото претставува неоргански, компактен и физички хомоген материјал. Тој е аморфен материјал кој се добива со топење на различни оксиди или соединенија и ладење на растопената маса, така што нејзиниот вискозитет се зголемува до потполно зацврстување, но притоа не кристализира. По дефиниција стаклото претставува изладена стопена маса со многу голем вискозитет, без остро одредена точка на топење. Стаклата се дефинираат на овој начин бидејќи тие поседуваат некои од особините на течностите, како што се хомогеност, прозираност и аморфност. Стаклото исто така може да биде безбојно или обоено, и бистро или матно.

Според хемискиот состав, единствено кварцното стакло е просто бидејќи се состои од силициум диоксид. Останатите врсти стакло најчесто се составени од еден алкален силикат со еден или повеќе од другите видови силикати, како на пример, силикати на калциум, магнезиум, бариум, олово и цинк, или силикати на алуминиум, железо и манган. Силициумовата киселина може да се замени или дополни со борна киселина, а во специјални случаи со фосфорна киселина. Особините на стаклото зависат од самиот состав. Алкалиите ја намалуваат точката на топење и отпорноста кон хемиско дејство и тврдината на стаклото. Вартаи силициум диоксидот имаат спротивно дејство. Олово оксидот исто така ја снижува точката на топење, хемиската постојаност и тврдината на стаклото. Но, затоа пак оловното стакло има одлични оптички особини. Борната киселина ја снижува точката на топење, го намалува и коефициентот на ширење на стаклото, а ја зголемува хемиската постојаност. Овој вид стакло се користи за производство на лабораториски прибор, кујнски садови, изолатори итн. Алуминиум оксидот најмногу ја зголемува хемиската постојаност, а го намалува коефициентот на ширење. Но, исто така не смеат да се додаваат големи количества алуминиум оксид бидејќи така ќе се зголеми вискозитетот, па ќе бидат потребни повисоки температури. По својата функција, поедините состојки на стаклото меѓусебно се разликуваат. Од некои од нив потекнува стакластата структура (најчесто од SiO_2 , поретко од B_2O_3), други состојки се топители (како алкалните оксиди), а некои придонесуваат за постојаност на

стаклото (земно-алкални оксиди, алуминиум оксид итн.). Според односот на поедините состојки постојат многу врсти стакло. Обичното прозорско стакло најчесто е просто натриум-калциум-силикатно стакло со приближен состав $\text{Na}_2\text{O} : (0,5-1) \text{CaO} : 6\text{SiO}_2$, со помала содржина на алуминиум, железо (III) и магнезиум оксид, што одговара на составот на најстарото стакло. Стаклата не може да се третираат како потполно дефинирани хемиски соединенија. Типичен состав на стакло кое најмногу се произведува е следниот – 70-76 % SiO_2 , 6-14 % CaO (+ MgO) и 13-18 % алкални оксиди (Vitorović D, 1973). Сличен е составот на стаклото за шишиња, чаши и други производи. Лабораториското стакло може да содржи и борна киселина, цинк оксид, бариум оксид и алуминиум оксид, покрај вообичаените состојки. Рухестаклото содржи висок процент на силициум оксид и борна киселина, а помало количество на алкални оксиди и алуминиум оксид. Оптичкото стакло честопати содржи олово оксид.

Структура на стаклото - по својата внатрешна структура стаклото се наоѓа меѓу течна и цврста супстанца. Основната разлика меѓу структурата на стаклото и на кристалните материји најдобро се илустрира на примерот на SiO_2 кој постои во кристална и во аморфна состојба (Kostić–Gvozdenović, Ninković, 1997). Стаклото е аморфно и неговите честички немаат правилен распоред. Ваквите материји настануваат при брзо ладење на растоп, така што ја задржуваат и структурата на течноста, но истовремено добиваат и особини карактеристични за супстанции во цврста агрегатна состојба, како што се цврстина и тврдина. Растопите на стакло наспроти растопите на кристалните материји се стврднуваат, но не кристализираат. Затоа, при ладење растопите на стакло се однесуваат како и сите други аморфни материји. Тие се стврднуваат во одреден температурен интервал, а не на одредена температура, како кај кристалните материји. Температурата на стаклото се снижува со продолжување на времето на ладење, а вискозноста постојано се зголемува се до стврднување. Преминот од стаклеста во кристална состојба е проследен со ослободување на топлина, како и секој процес на кристализација. Со оглед на тоа дека кристалната состојба е средена структура на која и одговара минимална содржина на енергија, стаклото тежи кон кристализација. Преминот од стаклеста во кристална состојба се нарекува **растаклување (девитрификација)**, а преминот од кристална во стаклеста состојба претставува **застаклување (витрификација)**.

За стаклото се карактеристични две температури: **температура на трансформација (T_g) и температура на агрегација (T_a)**. Тие ја ограничуваат областа на вискозна состојба кај стаклото, во која стаклото се обработува и обликува. Овој интервал на температура е особено важен за секое стакло бидејќи во тој интервал стаклото се одржува во растопена состојба за да може да се обликува. Според ширината на овој интервал, стаклата се делат на: долги и кратки стакла. Во долгите стакла спаѓаат Na или K – стакло, со долг интервал на обработка, а во кратките стакла спаѓа Ca -стаклото, со тесен интервал на обработка.

Основни физички особини на стаклото се: прозирност, мала топлотна спроводливост (која овозможува примена на стаклото како изолационен материјал), мала електрична спроводливост (која овозможува примена на стаклото како диелектричен материјал), густина - која се движи од 2,7-6,3 cm^3 ; цврстина на притисок (од 590 – 1080 N/mm^2); цврстина на кинење (од 40 – 80 N/mm^2); цврстина на свиткување (од 80 – 160 N/mm^2), еластичност (49000 – 78500 N/mm^2) и тврдина од 5-7 според Московата скала.

Најважна хемиска особина на стаклото е отпорноста на дејство на сите други киселини освен на флуороводородната киселина, како и отпорноста на дејство на алкалии, што овозможува примена на стаклото како материјал за амбалажа. Посебно се испитува постојаноста на стаклото во вода, т.н. хидролитичка отпорност на стаклото, која се изразува преку количеството мигрирана алкалија од структурата на стаклото, под дејство на вода. Хидролитичката отпорност е особено важна при примена на стаклото како конструкционен материјал, за изработка на реактори во електрохемиски процеси, бидејќи мигрираните алкалии можат да влијаат на промената на рН вредноста на растворот.

Carter BC, Norton GM (2007) Ceramic materials, science and engineering. Springer Science+Business Media. New York.

Glass for Europe (2011) Energy saving glazing solutions and a low carbon economy.<http://www.glassforeurope.com/en/issues/glazing-solutions.php>.Посетено на 25.11.2011.

Glass for Europe (2011) Solar energy glass products.

<http://www.glassforeurope.com/en/products/solar-energy-glass.php>. Посетено на 27.11.2011.

Glass for Europe (2011) Main types of glass. <http://www.glassforeurope.com/en/products/main-types-of-glass.php>. Посетено на 20.11.2011.

Marmur A (2004) The Lotus Effect: Super-hydrophobicity and Metastability. Langmuir 20: 3517-3519.

Kostić-Gvozdrenović Lj, Ninković R, (1997) Neorganska hemijska tehnologija. TMF Beograd.

Pilington (2011) Pilkington Activ™ self cleaning glass.<http://www.pilkingtonselfcleaningglass.co.uk/>.Посетено на 29.11.2011.

Paz Y, Luo Z, Rabenberg L, Heller A (1995) Photo - oxidative Self - cleaning TransparenTitanium Dioxide Films on Glass. J Mater Res 10: 2842–2848.

Rajković D, Kukulj N (2011)Proizvodnja i pretvorba energije. Rudarsko-geološko – naftni fakultet, Zabreb http://rgn.hr/~drajkovi/nids_damirrajkovic/skripta/Skripta_PiPE.pdf.Посетено на31.01.2012.

Roach P, Shirtcliffe N J, Newton M I (2008) Progress in Superhydrophobic Surface Development. Soft Matter 4 (2): 224-240.doi 10.1039/b712575p.

Vitorović D, (1973) Hemijska tehnologija. PMF Beograd.

Wikipedia (2011) Self cleaning glass.http://en.wikipedia.org/wiki/Self-cleaning_glass.Посетено на 28.11.2011.

Wikipedia (2011) Соларна фотонапонска енергија.

http://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna_fotonaponska_energija.Посетено на 27.11.2011.

10.6. КОМПОЗИТНИ МАТЕРИЈАЛИ COMPOSITE MATERIALS

Винета Сребренкоска

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

Димко Димески

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

Гордана Богоева Гацева,

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко – металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.6.1. Вовед

Introduction

Многу современи технологии бараат материјали со необични комбинации на својства кои не можат да бидат исполнети од страна на конвенционалните метални легури, керамиката и полимерните материјали. Во голем број индустрии потребни се структурни материјали коишто имаат ниска густина, голема јакост, тврдина, отпорност на абразија и отпорност на удар и коишто не кородираат. Таа комбинација на својства може да биде реализирана со

композитните материјали. Тоа лежи во основата на филозофијата на композитните материјали кои претставуваат повеќефазен систем во кој постои значајна пропорција на својства на двете конститутивни фази, а притоа, самиот композит има супериорни својства во однос на одделните компоненти. Разните типови композити вклучуваат метални легури, керамика и полимери. Композитите се повеќефазни материјали во коишто составните фази се хемиски различни и одвоени со посебен интерфејс. Во дизајнирањето на композитните материјали, научниците и инженерите имаат можност со соодветна комбинација на различни метали, керамика и полимери да креираат нова генерација материјали со невообичаени својства. *„Ако еден материјал не може целосно да ги исполни сите конструктивни барања, два или повеќе материјала можат“*. Две основни барања се поставуваат при дизајнирањето на структурните компоненти од композитните материјали: 1. деформациите при оптоварувањето мора да бидат во рамките на пропишаните функционални барања и 2. композитната структура мора да биде отпорна на оштетување (кршење) во предвидениот период. За да биде тоа задоволено, потребни се информации за две важни механички карактеристики на композитниот материјал, а тоа се: крутоста и јакоста. Најголем дел од композитните материјали кои се развиени во последните години се произведени токму со цел да се подобрат нивните механички карактеристики - јакоста, крутоста, жилавоста, како и отпорноста на високи температури.

10.6.2. Основни дефиниции и историјат

Basic definitions and history

Зборот композит (Composite) дословно значи „направен од неколку дела“. Композитниот материјал е систем составен од два или повеќе елементи, т.е. материјал кој содржи две или повеќе различни конституенти или фази. Оваа дефиниција важи само во случај кога конституентите имаат значително различни физички карактеристики и поради тоа композитните материјали имаат особини кои се различни од особините на конституентите (Callister, 2001).

Попрецизната популарна дефиниција за композити подразбира само неметални материјали кои се состојат од влакнести зацврстувачи, како што се стакло, јаглород или кевлар, инкапсулирани во стврдната матрица на еден од неколкуте стотици полимерни системи. Овие композитни материјали се карактеризираат со нивните релативно високи односи јакост/тежина во споредба со традиционалните метални компоненти.

Значајно истражување, развој и напредок се остварени, исто така, и во сферата на композитните материјали со метална и со керамичка матрица (Metal Matrix and Ceramic Matrix Composites), но композитите со органска матрица (Organic Matrix Composites) имаат многу пораспространета примена.

Постојат голем број композити коишто се јавуваат во природата. На пример, дрвото е природен тродимензионален полимерен композит и се состои главно од целулоза, хемицелулоза и лигнин. Биолошкиот свет нуди и други примери на композити, како што се коските и забите, кои се составени од цврсти неоргански кристали во матрица на жилав органски колаген. Има многу историски примери за композити во литературата. Пред стотина години, откриено е дека јакоста на дрвените структури може да биде многу подобрена со лепење (или ламинирање) на тенки парчиња дрво заедно, при што слоевите можат да бидат ориентирани во различни насоки. Така се родила структурата наречена ламиниран (слоевит) композитен материјал (laminated composite material). Елементите на материјалот се менувале како што се подобрувале технологиите за нивно производство, но принципот бил ист. Со ориентирање на зајакнувачите (порано биле дрвените влакна) во одредени насоки и врзување (со смола или со лепило), структурата можела да биде ефикасно решена за да ги издржи очекуваните оптоварувања. Овие техники биле широко користени во секој индустриски период за добивање структури со ткаено платно или хартија потопени во смола, кои се

Baillie CA, Bader MG (1994) Strength studies of single carbon fibres in model composite fragmentation tests. *Composites* 25(6):401-406

Baley C (2002) Analysis of the flax fibres tensile behaviour and analysis of the tensile stiffness increase. *Composites Part A* 33(7): 939-948.

Callister WD (2001) *Fundamentals of Materials Science and Engineering*. John Wiley & Sons, New York.

Chawla KK (1985) *Composite materials science and engineering*. Springer-Verlag, New York.

Eichhorn SJ, Young RJ (2003) Deformation micromechanics of natural cellulose fibre networks and composites. *Compos Sci Technol* 63(9):1225-1230.

Lamy B, Baley C (2000) Stiffness prediction of flax fibers-epoxy composite materials. *J Mater Sci Lett* 19(11):979-980.

Lee SM (1990) *International encyclopedia of composites*. Volume 2 VCH Publishers, New York pp 390-401.

Piggott MR (1995) The effect of fibre waviness on the mechanical properties of unidirectional fibre composites: A review. *Compos Sci Technol* 53(2):201-205.

Thomason JL, Vlug MA (1997) The influence of fibre length and concentration on the properties of glass fibre reinforced polypropylene. 4. Impact properties. *Composites* 28A:277-288.

Thomason JL (2002) The influence of fibre length and concentration on the properties of glass fibre reinforced polypropylene. 5. Injection moulded long and short fibre PP. *Composites* 33A: 1641- 1652.

10.7. ПОЛИМЕРНИ ЕКО-КОМПОЗИТНИ МАТЕРИЈАЛИ **POLYMER ECO – COMPOSITE MATERIALS**

Винета Сребренкоска

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

Гордана Богоева Гацева,

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

Димко Димески

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

10.7.1. Вовед

Introduction

Во последната деценија развојот на нови композитни материјали, раководејќи се од критериумите на индустријата, техничко-економските и еколошките критериуми, е повеќе е насочен кон добивање материјали со добри механички својства со мали трошоци, а притоа „eco-friendly“ – „пријателски“ кон околината. Наметнатите еколошки опасности од пренатрупувањето на пластичниот отпад и од намалувањето на природните ресурси, нафтата и сите сировини сврзани со натамошното производство на мономери итн., ја поттикнува потребата од примена на природни материјали, особено оние од обновливите ресурси, во добивање композити, како и испитувањата на можноста за нивна повторна употреба.

Еко-композит е термин кој вообичаено се користи за опишување композитен материјал со еколошки предности во однос на конвенционалните. Според дефиницијата, еко-композитот содржи природни влакна како зајакнувач и природна полимерна матрица, но може да биде и комбинација од природни влакна и биоразградлива полимерна матрица. Со тоа, бројот на

полимерните матрици кои можат да се употребат во еко-композитните формулации е значително проширен.

Првиот композитен материјал познат во историјата била глина зајакната со слама, за градење сидови направена во стариот Египет пред околу 3000 години, но со развојот на други потрајни материјали како металите, интересот за природните влакна опаднал. Меѓутоа, грижата за околината неодамна резултираше во обновување на интересот за природните материјали, така што рециклирањето и намалувањето на емисиите на CO₂ во атмосферата станаа значително поважни при воведувањето нови материјали и производи. Денес, секогаш се зголемува притисокот на производителите на материјали и крајни производи да го земаат предвид влијанието што го имаат нивните производи врз околината.

Овие барања го поттикнуваат интересот на многу индустрии да го насочат фокусот на својот развој кон композитите зајакнати со природни влакна. Денес, полимерните еко-композитни материјали претставуваат предмет на многу научно-истражувачки проекти, како и на многу комерцијални програми.

10.7.2. Природни влакна - зајакнувачи

Natural fibers – reinforcements

Во последната деценија, интересот за природните влакна како зајакнувачи за еко-композитните материјали е посебно зголемен како резултат, пред сè, на нивните добри механички својства и нискиот сооднос цена/перформанси. Од друга страна, од еколошки причини, зголемен е интересот за замена на традиционалните зајакнувачки материјали (неоргански полнила и влакна) со влакна од обновливи природни ресурси (Kim, 2004). Природните влакна претставуваат еколошки пријателска алтернатива за конвенционалните зајакнувачки влакна (стаклени, јаглородни, кевлар). Меѓу најважните природни влакна кои се користат како зајакнувачи во композитните материјали, што се должи на нивните поволни својства и достапност, се вбројуваат ленените, конопните, јутените, кенаф и сисал влакната. Предностите на природните влакна при примената во композитни материјали (во однос на традиционалните) се: високата жилавост, ниската густина, добрата специфична јакост, малата абразивност кон процесната опрема, и секако биоразградливоста. Природните целулозни влакна се карактеризираат со ниска густина и со голема крутост и јакост, а нивните специфични својства се споредливи со специфичните својства на стаклените влакна (табела 10.7.1), (Lee et al., 2006). Поради тоа природните влакна наоѓаат голема примена во добивањето ентериерни делови за автомобилите каде што е посебно значајно намалувањето на масата. Во автомобилската индустрија главно се користеле дрвените влакна како полнила во композитот, меѓутоа тие се кратки и ја подобруваат само крутоста на композитот, но не и јакоста. Затоа, подоцна почнале да се применуваат подолгите природни целулозни влакна, како што се лен, коноп и сисал, од кои се добиваат покрети композитни материјали со повисоки специфични модули кои по своите вредности се блиски до модулите на композитите со стаклени влакна - GRP (Glass Reinforced Plastics). Од тие причини, како и поради пониската цена на чинење, природните композитни материјали се наменети главно како замена за композитите зајакнати со стаклени влакна.

Табела 10.7.1. Карактеристики на природни влакна (споредени со некои синтетички)

Table 10.7.1. Features of natural fiber (compared to some synthetic), (Lee et al., 2006)

Вид на влакно	Густина, kg/m ³	Јакост на истегнување, МПа	Модул при истегнување, GPa	Издолжување до кинење, %	Апсорпција на влага, %
Синтетички влакна					
Стаклени - Е влакна	2,56	2000	76	2,6	0,1-0,4

10.8. НАНОТЕХНОЛОГИЈА И НАНОМАТЕРИЈАЛИ NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS

Светлана Племиш

Универзитет Источно Сараево, Технолошки факултет Зворник, Босна и Херцеговина

Миладин Глигорич

Универзитет Источно Сараево, Технолошки факултет Зворник, Босна и Херцеговина

Драган Тошковић

Универзитет Источно Сараево, Технолошки факултет Зворник, Босна и Херцеговина

10.8.1. Вовед

Introduction

Во денешно време науката е многу заинтересирана за нискодимензионалните системи, со ред на големина изразена во нанометри, а кои во практиката покажуваат посебни карактеристики во различни области (електроника, оптоелектроника, високотемпературна суперспроводливост...). Потребата за минимизирање на големината наметнала неколку меѓусебно зависни и испреплетени барања на денешната цивилизација, најверојатно клучни за нејзиниот натамошен опстанок и одржлив развој, а кои пак, можат да се сведат на енергетски и еколошки.

Напредокот на цивилизацијата, каква што ја познаваме денес, следел експоненцијална функција по временска променлива, што потврдуваат и поминатите 100 години, чијшто временски удел е занемарлив наспроти вкупното временско постоење на човекот, но во истиот тој период може да се смести вкупниот напредок. Во меѓувреме, човекот откривал фундаменти често на наивен „детски“ начин, играјќи си поплатно со Њутновите камчиња или со зрнца во морето од вкупното знаење. Планетата Земја станала мала, а човекот непрекинато го доведува во опасност сопствениот опстанок на неа. Познавањето на науката на материјалите игра значајна улога во натамошниот напредок и опстанок на човештвото. Тоа може многу да помогне во одредувањето на следната декада, дефинирајќи ги правците на истражување во енергетиката и екологијата. Човековиот род, многу одамна ги користи енергетските ресурси на планетата Земја, но недостатокот на енергија повеќе се зголемува. Искористувањето на фосилните извори е релативно лесен или добар начин, но како непријатен придружен ефект е испуштањето на јаглеродниот диоксид во атмосферата, со каталитички последици на глобалното загревање со создавање ефект на „стаклена градина“. Друг факт значаен за фосилните горива е тоа што нивните извори не се бесконечни, а тоа го доведува човековиот род во комплицирана политичко-економско-социолошка криза. Науката познава многу алтернативи на фосилни горива. Една од нив е електричната енергија која многу одамна ја користиме комерцијално, но начинот на складирање и чување на произведената електрична енергија сè уште претставува голем проблем¹. Еден од механизмите на вакво складирање бил суперспроводлив калем, но високотемпературните спроводни материјали сè уште не се со

¹Загубите во електричните спроводници поради Џуловата топлина, покрај проблемите на складирање на електричната енергија, би ги решиле енергетските проблеми на човештвото!

ниту добри механички својства, ниту пак, се научно егзактно објаснети. BCS теоријата (теорија на суперспроводливост, создадена од страна на авторите Бардин (Bardeen), Купер (Cooper) и Шриффер (Schrieffer) и поради тоа е наречена BCS) недоволно добро ја објаснува високотемпературната суперспроводливост, оставајќи ѝ на денешната наука простор за пронаоѓање на овој механизам. Кај поединечни суперспроводливи керамики е откриена слоевитата структура и една од претпоставките е дека на собна температура се случуваат одредени процеси „по слоеви“ кои доведуваат до појава на суперспроводливост (Peleš, 2010). Вакви слоевити структури, со ред на големина од неколку (или неколку десетици) атомски слоеви даваат реално оправдување за натамошно изучување на слоевите структури т.н. тенки филмови или слични структури со мали димензии. Теоретското изучување на однесувањето на електроните, шуплините, екситоните, фононите,.. треба да води кон натамошно разјаснување на феномените на високотемпературната суперспроводливост, а со тоа и кон давање насока за правење на суперспроводливи материјали.

10.8.2. Историја на нанотехнологијата

History of nanotechnology

Наголем дел од верзиите за потеклото на нанотехнологиите почнуваат со предавањето на професорот Ричард Фејман во 1959 година на Калифорнскиот институт за технологија со наслов „Има премногу простор на дното“ мислејќи на дното како синоним за атомската и молекулската скала. Фејман во својата лекција предал дел од своите видувања за процеси при кои би можело да се манипулира со индивидуалните атоми и молекули со помош на нови инструменти. Во текот на својата лекција тој, исто така, го нагласува влијанието на големината врз различни физички феномени. Тука тој сугерира дека на оваа скала силата на гравитацијата би станала помалку важна за сметка на површинската тензија и Ван дер Валсовите сили кои би станале повлијателни, итн. Оваа брилијанта мисла не привлечла многу внимание до '80-тите години, кога основната идеја на оваа дефиниција биле истражувана подлабоко од страна на д-р Ерик Дрекслер, кој прв го промовирал технолошкото значење на различните нано феномени и уреди преку своите публикувани книги: „Машини на создавањето, ерата на нанотехнологија што доаѓа“ (1986) и „Наносистеми: Молекуларна машинерија, производство и сметање“ (1992). Дрекслер предвидел дисциплина на молекуларната нанотехнологија која би им овозможила на производителите да изработат производи од дното кон врвот со помош на прецизна молекуларна контрола. Со помош на оваа технологија, би било можно молекулите да се стават на специфично место, со што процесите на производство ќе бидат чисти, ефикасни и високо продуктивни. Се верувало дека овие системи на дизајнирање и составување може да бидат многу попродуктивни од модерните производни техники кои користат манипулатори на микроскали (со микро димензии) за производство на уреди. Иако Фејмановата визија доведе до неколку процеси на нано составување, се предвидува дека масовната примена на молекуларната нанотехнологија, во нејзиниот полн капацитет, веројатно е оддалечена уште неколку децении од нас (Morrow et al., 2007).

10.8.3. Дефиниција за нанотехнологија

Definition of nanotechnology

Еден од проблемите со кој се соочува нанотехнологијата е конфузијата и несогласувањето меѓу стручњациите во врска со нејзината дефиниција. *Нанотехнологија* е израз кој се користи за дефинирање на производите, процесите и својствата на нано/микро скали (преку нано/микро димензии) кои се добиени со конвергенција на физичките, хемиските и биолошките науки.

Националната иницијатива за нанотехнологија (NNI) ја дефинира нанотехнологијата како истражување и развој на атомско, молекуларно и надмолекуларно ниво во опсег од под

10.9. СОВРЕМЕНИ ЕЛЕКТРОДНИ МАТЕРИЈАЛИ ВО ВОДОРОДНАТА ЕКОНОМИЈА MODERN ELECTRODE MATERIALS IN HYDROGEN ECONOMY

Перица Пауновиќ

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје,
Република Македонија

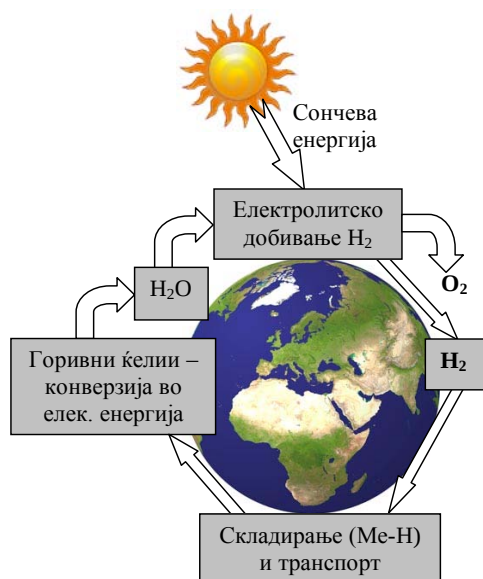
10.9.1. Водородна економија Hydrogen economy

Концептот на „водородната економија“ опфаќа затворен круг на производство на водород (со помош на обновливи извори на енергија, најчесто соларна), складирање во метал-хидридни батерии, транспорт до индустриските и до енергетските центри, конверзија во електрична енергија во горивни ќелии (слика 10.9.1).

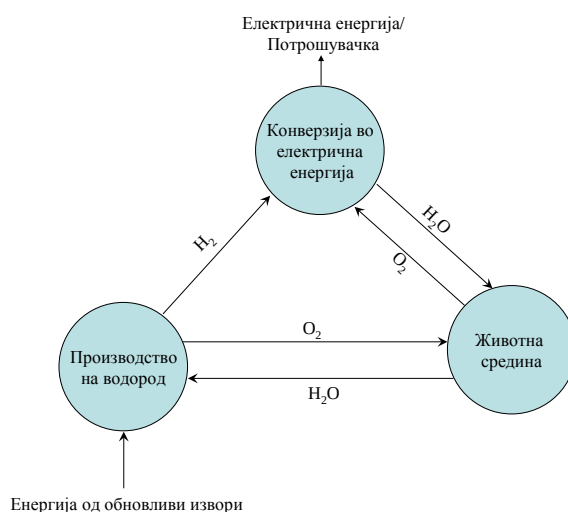
Концептот на „водородна економија“ е воведен во почетокот на седумдесеттите години на минатиот век од Џон О’Мара Бокрис, најмаркантно име во современата електрохемија (Bockris, 1972). Оваа идеја била силно поддржана од страна на водечките научници на електрохемиската научна јавност, со што почнува интензивна активност на полето на научно-техничкото афирмирање на водородот и водородната енергија како главна алтернатива на постојниот енергетски систем, базиран на фосилни горива. Главна цел на водородната економија е создавање алтернативен глобален енергетски систем, базиран на водород. Водородот треба да се добива од достапните обновливи извори на енергија и да се конвертира во електрична енергија во т.н. горивни ќелии, а понатаму да се користи наместо фосилните горива во транспортот, електрификацијата, во станбените, индустриските и во други сектори. Денес, најголеми достигнувања на примената на водородната енергија се постигнати на полето на автомобилската индустрија, каде што поголемиот број комерцијални производители на автомобили ги имаат адаптирано некои свои класични модели целосно на водороден погон. Исто така, во многу земји (главно високоразвиените) дел од градскиот сообраќај е ориентиран на водороден погон, а во тек е и интензивна изградба на водородна инфраструктура – пумпни станици, пандан на бензинските пумпи.

Во последните неколку децении, развојот на водородната економија иницира развој на многу научни области и мобилизира голем дел од светската научна заедница. Водородната економија е дел од:

- 1) електрохемијата или од нејзиното потесно подрачје електрокатализата (испитување на водородната електродна реакција);
- 2) науката за материјали – производство на напредни електродни материјали за развивање/оксидација на водород;
- 3) науката за полимери – развој на полимерни мембрани како цврсти електролити во водородните електролизатори/горивните ќелии;
- 4) машинството (дизајн на соодветни водородни електролизатори/горивни ќелии итн.



Слика 10.9.1. Круг на водородната економија
Figure 10.9.1. Hydrogen economy cycle



Слика 10.9.2. Затворен циклус на експлоатација на водородот во водородната економија
Figure 10.9.2 Closed-loop cycle hydrogen exploitation in hydrogen economy

Од неодамна, едни од најатрактивните научни области се и нанотехнологиите и наноматеријалите. Многу од овие истражувачки активности се насочени кон водородната економија – развој на нанотехнологиите за производство на нанодимензионирани електродни материјали за развивање/оксидација на водород, со користење јаглеродни наноцевчиња како носачи на катализаторите, итн. (Lee, 2006; Paunović, 2007).

Како гориво, водородот има многу предности во споредба со фосилните горива, како што се:

- чисто гориво со висока калорична вредност. Електрохемиски добиениот водород не содржи никакви примеси (100% H_2), а при согорување на еден мол H_2 се ослободува многу повеќе енергија отколку при согорување на простите јаглеводороди – конституенти на природниот гас;
- конверзија во енергија на различни начини: преобразба во топлотна енергија со помош на согорување, електрохемиска конверзија во електрична енергија во горивни ќелии, или пак, преобразба во хемиска енергија во соединенија – хидриди (најчесто метални хидриди), кои претставуваат моќни батерии;
- конверзија во електрична енергија во горивни ќелии со висока ефикасност (50÷60%). За споредба, ефикасноста на преобразбата во електрична енергија во термоелектраните, во најдобар случај не може да надмине 20%;
- можност за складирање и транспорт во сите три агрегатни состојби. Може да биде во гасна состојба, да се компримира, или пак, да се складира неговата енергија во метални или во други хидриди кои се во цврста состојба. Во овие форми може да се транспортира до корисниците на најразлични начини;
- затворен круг на негово експлоатирање (слика 10.9.2). Како сировина за добивање водород се користи водата од природата, која е најдостапна и најевтина од сите други можни сировини. Како резултат на електролитското разложување на водата се добива водород, кој се користи како гориво, и кислород кој оди во околината, или пак, може да се складира за различни намени. Од друга страна, производ на електрохемиското согорување (па и на термичкото) на водородот со кислородот е повторно вода, која се враќа во природата. Значи, сировината при производство на водород – водата е продукт во следниот процес на конверзија во електрична струја во горивните ќелии.

ВТОР ДЕЛ PART TWO

10.10. ТРЕТМАН НА ОТПАД ВО ИНЖЕНЕРСТВО НА МАТЕРИЈАЛИ WASTE TREATMENT IN MATERIALS ENGINEERING

Винета Сребренкоска

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

Емилија Фиданчевска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

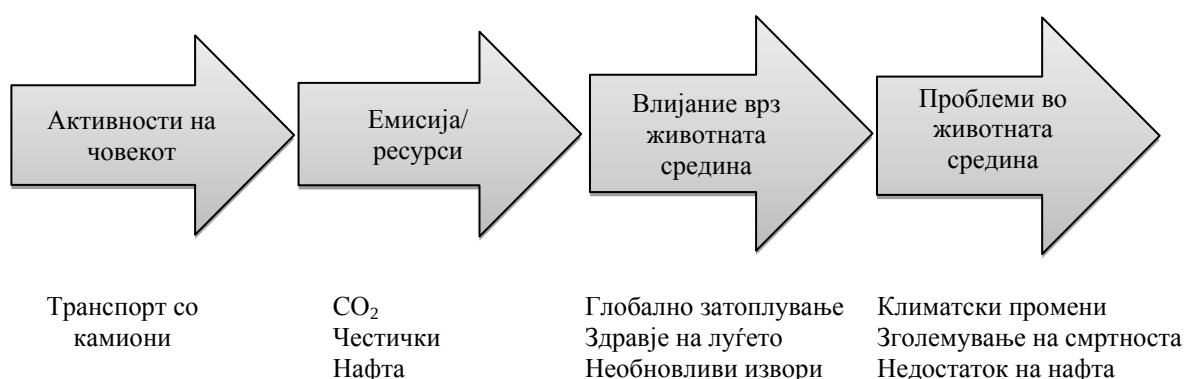
10.10.1. Вовед Introduction

Во инженерството на материјали постојат важни критериуми кои мора да се земат предвид при развојот на еден производот. Некои од нив се од економска природа, кои до некој степен не се поврзани со научните принципи и инженерската пракса, но сепак, се многу значајни ако производот треба да биде конкурентен на комерцијалниот пазар. Други критериуми кои треба да бидат земени предвид се еколошки и општествени, односно критериуми поврзани со загадувањето, крајното отстранување на материјалите, рециклирањето, енергијата итн. Економијата на инженерството е многу важна за дизајнирањето на производот и производството. За да се намали цената на производот, инженерите за материјали мора да ги земат предвид дизајнот, примената на материјалите и процесите на производство. Други важни економски фактори вклучуваат: дополнителна корист, труд, осигурување, профит итн. Еколошките и општествените влијанија од производството стануваат многу значајни инженерски теми, така што во индустријата за производство, еколошките прашања се во фокусот на вниманието. Во овој поглед, материјалниот животен циклус е многу важен. Овој циклус се состои од етапи на екстракција, синтеза/обработка, дизајнирање на производот/производството, примена и крајно отстранување. Материјалните, енергетските и еколошките интеракции/размени се важни фактори за ефикасно функционирање на циклусот на материјали. Земјата е затворен систем во кој неговите материјални и енергетски ресурси се ограничени до одреден степен. Затоа, во голем број индустрии се вклучени нови стратегии во процесите на дизајнирање, познати како *еколошки дизајн* (Eco Design) или *дизајн за животна средина*. Целта на овие стратегии е: минимизирање на потрошувачката на енергија, минимизирање на потрошувачката на материјали, исклучување на опасните материји и супстанции и можност за рециклирање. Проблемите на животната средина вклучуваат загадување, лошо еколошко влијание и отстранување на отпадот. Со рециклирање на употребените производи и со примена на зелено дизајнирање може да се намалат некои од овие еколошки проблеми.

10.10.2. Контекст на животната средина Environmental context

Интензивното влијание врз животната средина е поврзано со човековите активности и неограничената експлоатација на природните ресурси. Сликите тоа е прикажано на сликата 10.10.1. Примери за такви активности може да се најдат низ целокупниот животен циклус на

производот, од екстракцијата на сировини, производството на производи и нивната употреба до крајното отстранување на отпадот. Примери за емисии генерирани при транспортот со камиони се јаглерод диоксидот (CO₂) и честички, што резултира во глобално затоплување и влошување на здравјето на луѓето. Како резултат на зголемената употреба на ресурси, на пример, нафтата, се намалуваат необновливите извори. Претходно наведените ефекти предизвикуваат климатски промени и зголемена смртност. Голем процент (околу 95%) од глобалната потрошувачка на нафта се припишува на транспортот, што е причина за еден од најголемите проблеми во животната средина, глобалното затоплување кое доведува до климатските промени. Во Светскиот извештај од 2004 година (Worldwatch Institute, 2004) посочени се можностите за промена на неодржливата потрошувачка преку воведување мерки, како што се даноци, регулативи, барања за издржливост и персонална одговорност. Во извештајот е забележано следново: „Во долгата трка за задоволување на основните човекови потреби, за зачувување и подобрување на здравјето на луѓето и за поддршка на природниот свет, а со цел обезбедување одржлива животна средина, неопходно е да ја контролираме потрошувачката, а не потрошувачката да нè контролира нас.“



Слика 10.10.1. Синџир на активности кои резултираат со проблеми врз животната средина
Figure 10.10.1. Chain of activities that result in environmental problems

Во текот на последните децении повеќе се зголемува интересот за комплексноста на еколошките проблеми, а во фокусот на интересот се глобалните проблеми коишто резултираат со воведување нов концепт за одржлив развој. Овој концепт е воведен од страна на Светската Комисија за животна средина и развој (World Commission on Environment and Development, WCED) со цел да се постигне рамнотежа меѓу употребата на ресурси и влијанието врз животната средина, така што животната средина да биде во состојба да го издржи оптоварувањата во рамките на еколошкиот циклус. Постигнувањето на оваа глобална одржливост е формулирано преку голем број конвенции и договори почнувајќи од Конференцијата на ОН за животна средина и развој, (UN Conference on Environment and Development, UNCED) во Рио де Жанеиро, 1992 година. Еден од формулираните документи е „Агенда 21“ кој обезбедува препораки за земјите и индустриите за создавање одржливо општество каде што етиката и другите критериуми што треба да се исполнат се дефинирани заедно со насоката во која треба да се работи на индивидуално, локално, национално и на меѓународно ниво.

Политиката за животна средина треба да биде адаптирана за постигнување еколошки одржливо општество, вклучувајќи чист воздух, висок квалитет на подземните води, одржливи шуми, незагадена животна средина, заштитена озонска обвивка, ограничено влијание врз климата и др. Принципите врз основа на кои треба да се темели политиката за животната средина се: зачувување на здравјето на луѓето, зачувување на биолошката разновидност, зачувување на културните и историските средства, одржување долгорочни продуктивни капацитети на екосистемите, обезбедување разумно управување со природните ресурси и др.

конвертираат во метали, цементи, нафта, гума, влакна итн. Натамошната синтеза и обработка резултира во производи кои можат да се наречат „изработени материјали“, а во кои се вклучуваат метални легури, керамички правови, стакло, пластики, композити, полупроводници, еластомери. Овие изработени материјали подлежат на натамошно оформување, третирање и склопување во производи, уреди и апарати кои се спремни за потрошувачите, што всушност, ја претставува етапата „дизајнирање на производот, производство, составување“. Потрошувачите ги купуваат овие производи и ги употребуваат (етапата „примена“) додека не се истрошат или додека застарат, а потоа се отфрлаат. Тогаш, составните делови на производот може или да се рециклираат/реупотребуваат (со што тие повторно влегуваат во циклусот на материјали) или да се отстрануваат како отпад кој обично се спалува или се депонира како цврст отпад во општинските депонии. Депонираниот отпад се враќа во земјата и го комплетира циклусот на материјалите.

10.10.6. Литература References

- Akermark A M (2003) The Crucial Role of the Designer in EcoDesign. Doctoral Thesis, ISSN 1400-1179, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- European Environment Agency EEA (1999) Environment in the European Union at the turn of the century, Summary, ISBN 92-828-6775-7.
- European Environment Agency EEA (1999a) Environment in the European Union at the turn of the century. Environmental assessment report No 2. ISBN 92-828-6783-8.
- European Union EU (2003) Handbook for Implementation of EU Environmental Legislation, Section 4. Waste Management Legislation. <http://europa.eu/>. Посетено на 15. 12. 2010.
- European Union EU (2001) Environment 2010: Our Future, Our Choice. 6th EU Environment Action Programme 2001-2010. ISBN 92-894-0261-X. European Communities.
- Heusing D (2005) Environmental assessment and waste management, Special issue. J Clean Prod 13(3):123.
- Steiner H M (1992) Engineering Economic Principles. McGraw-Hill, New York.
- White J A, Case K E, Pratt D B, Agee M H (1998) Principles of Engineering Economics Analysis. 4th edition, John Wiley & Sons, New York.
- William D Callister (2001) Fundamentals of Materials Science and Engineering. John Wiley & Sons, New York.
- Worldwatch Institute (2004) State of the World 2004. London Earthscan, 2004.

10.11. РЕЦИКЛИРАЊЕ ПОЛИМЕРИ **POLYMER RECYCLING**

Дијана Спасеска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.11.1. Вовед Introduction

Полимерите станаа вообичаен материјал на нашето секојдневно живеење, поради многу нивни својства, како што се трајноста, разновидноста и малата молекулска маса, како резултат на што тие претставуваат значаен фактор во постигнувањето одржлив развој. Земајќи го предвид фактот дека годишното консумирање на полимерните производи драматично е

зголемено во последните неколку декади, достигнувајќи околу 100 кг. по жител (APME,2004), како и фактот дека полимерите може да бидат употребени само еднаш пред да се најдат на депонијата, станува јасно дека полимерните материјали придонесуваат за пораст на количеството генериран тврд отпад. Статистичките податоци зборуваат за тоа дека околу 61% од целокупниот полимерен отпад, генериран во Европа, е на депониите, предизвикувајќи на тој начин сериозни еколошки проблеми преку драстичното намалување на капацитетот на депонијата, потенцирано преку малата густина на полимерните производи, преку отпорноста на биолошката деградација и нивната запалива природа. Проблемот на отпадниот полимерен отпад не е само технички, туку тој има социјален, економски, па дури и политички аспект. Процената од околу 21,5 милиони тони отпадна пластика претставува предизвик за ефикасно управување со неа. Уште повеќе, водено од општата грижа за зачувување на изворите, заштита на околината, законодавната иницијатива и од јавното мислење, управувањето и обновувањето на отпадниот материјал стана, исто така, значаен проблем за развојот на продуктите, нивната употреба и крајното третирање на отпадните продукти. Терминот управување со отпад главно се однесува на длабока трансформација на материјалите кои веќе биле во употреба, или општо земено, на намалувањето на нивниот ефект врз здравјето, околината или естетиката, упатувајќи кон поприфатливо рециклирање и други обновливи можности. Постојат бројни концепти за управување со отпадот, кои се разликуваат во различни држави и региони според нивната употреба. Еден од најопштите, широко-употребувани концепти го вклучува таканаречениот концепт на хиерархија на отпадот. Хиерархијата на отпадот, која се однесува на „3P“, односно редукција, реупотреба (повторна употреба) и рециклирање, ги класифицира стратегиите за управување со отпадот според нивните потреби во смисла на минимизирање на отпадот. Хиерархијата на отпадот останува камен темелник на многу стратегии за минимизирање на отпадот. Целта на хиерархијата на отпадот е да се извлече максимална практична корист од продуктите и да се создаде минимално количество отпад (Wikipedia – Waste management, 2011).

Јасно е која е причината за истражувањето и примената на различни методи за решавање на проблемите со ракувањето и располагањето со полимерниот отпад.

Спалувањето со обновување на енергијата ја претставува главната алтернатива на депонијата, апсорбирајќи околу 23% од полимерниот отпад, додека рециклирањето ги опфаќа останатите 16%. Процесите на рециклирање на полимерниот отпад се класифицирани во две категории: механичко и хемиско рециклирање.

10.11.2. Теоретски основи Fundamentals

10.11.2.1. Механичко рециклирање Mechanical recycling

Механичкото рециклирање го покрива подрачјето на физичките методи кои имаат за цел преобразба на полимерниот остаток во пластични пелети или директно во секундарни полимерни материјали (Aguardo et al., 1999; Tukker,2002).

Овој процес вклучува неколку операциски чекори: сепарација на пластиката од смолест вид, перење и отстранување на нечистотијата и загадувачите, мелење и дробење за да се намали големината на пластичните честички, екструзија со загревање и повторна преработка во нови пластични производи. Овој вид на рециклирање е главно ограничен на термопластичните полимери, бидејќи термореактивните не можат да бидат истопени под дејство на топлина.

Поизразеното намалување на примената на механичкото рециклирање упатува на тешкотиите во заедничкото третирање на различните видови полимери, особено на полимерите со различни видови додатоци, бои, присутен метал, стакло, гума, текстил и др. Голем потрошувачка на енергија, комплексноста на опремата, прифатеното законодавство за

10.12. РЕЦИКЛИРАЊЕ МЕТАЛНИ ОТПАДОЦИ

RECYCLING OF METAL SCRAP

Свето Цветковски

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје,
Република Македонија

10.12.1. Вовед

Introduction

Метални отпадоци (или метален скрап) е термин кој се користи за да се опише материјал отфрлен од натамошна употреба, а кој може да се рециклира, но за разлика од отпадот, металните отпадоци имаат значајна економска вредност (Wikipedia - Recycling, 2011). Со векови низ историјата луѓето ги рециклирале металите за да бидат повторно користени. Денес металните отпадоци се собираат и организирано се рециклираат со што се постигнуваат огромни придобивки.

Во САД, на пример, металните отпадоци, се едни од најизвезуваните материјали (SIMS Metal menegament, 2011), а во Велика Британија индустријата за рециклирање на металите е една од најголемите и најважните индустрии.

Со рециклирањето на метални материјали се заштедува огромно количество енергија споредено со енергијата која се троши за добивање на метали од руди, а исто така се заштитуваат природните ресурси и се намалува и емисијата на стакленичките гасови во атмосферата.

Низ светот има многу мали фирми кои се занимаваат со рециклирање на металите, но главната улога, сепак, ја имаат големите корпорации за отпадоци, кои се водечки во оваа област.

Генерално гледано, металните отпадоци го имаат најголемото значење во рециклирачката индустрија. Оваа индустрија значително придонесува за намалување на трговскиот дефицит на националните економии. Според институтот за рециклирање на металните отпадоци (ИСРИ) само во САД рециклирачките компании обезбедуваат повеќе од 125 милиони тони рециклирачки материјал во кои спаѓаат:

- 68 милиони тони отпадоци од железо и од челик,
- 4.3 милиони тони отпадоци од алуминиум,
- 2 милиони тони отпадоци од бакар,
- 1.4 милиони тони отпадоци од не-рѓосувачки челици,
- 1.3 милиони тони отпадоци од олово,
- 214,000 тони отпадоци од цинк.

Како најважни придобивки од рециклирањето на металите се сметаат следните:

- заштеда на огромни количества енергија;
- добивање финансиски надомест за предавање на металните отпадоци во компаниите за рециклирање;
- намалување на бројот и површините за депонирање на метален отпад;
- намалување на емисијата на стакленички гасови;
- неограничено рециклирање на челик и алуминиум, но и на сите други метали и легури;
- намалување на загадувањето на почвата и водите;
- заштита на природните ресурси;
- намалување на еколошките штети кои настануваат со ископ на рудата.

За повеќе од еден век постоење, индустријата за метални отпадоци се покажа како корисен сервис не само за потрошувачите и корисниците на отпадците, туку и за владите на некои земји. На пример, во САД од 100 милиони тони метален материјал со рециклирањето се враќа

во употреба повеќе од 90 милиони тони. Многу од користените метални материјали, кои се на крај на својот животен век, стануваат одговорност на индустријата за рециклирање.

Рециклирањето на металите е од огромна важност и со право се смета дека рециклирањето на металите е најважен процес во управувањето со отпадот. Согласно фактот дека значително помалку енергија се троши за рециклирање на металите, отколку за нивно добивање од руди потврдува и искуството за рециклирање на челикот каде се заштедува 74% енергија, а со рециклирање на алуминиумот или на бакарот се заштедува и до 95% на енергија во однос на енергијата која е потребна за нивно добивање од руди (United Scrap, 2011). Рециклираните секундарни метали во големи количества повторно се вградуваат во новите метални производи. Така, на пример, алуминиумот во новите автомобили потекнува главно од металните отпадоци.

За значењето на индустријата за рециклирање најдобро зборуваат фактите презентирани од страна на ИСРИ, а како пример е САД, каде со рециклираните материјали се заштедуваат повеќе милијарди долари годишно, а во период од 4 години потребите за отворање нови отпади за метал биле сведени на минимум. Исто така, интересно е да се назначи дека количеството на металите што се рециклираат се една третина од целокупниот цврст отпад во САД. Од 2004 година наваму, Европската унија (EU25) трошела околу сто милиони тони железни и челични отпадоци на годишно ниво, што е околу 54% од вкупно произведениот челик. Секоја година извозот на метални отпадоци бил околу 9-10 милиони тони, а увозот 7-8 милиони тони. Како главни извори на метални отпадоци се сметаат транспортот и градежништвото кои заедно потрошиле 42% од комплетната потрошувачка на челик во 2006 година.

Металите можат да се рециклираат неограничен број пати, а бидејќи секој метал има точно дефинирана точка на топење, чистите метали може да се издвојат од легурите (Adventage metals, 2011).

10.12.2. Влијание на рециклирањето од металните отпадоци врз заштитата на животната средина

Impact of recycling metal scrap on environmental protection

Рециклирањето е еден од начините за заштита на животната средина со што се редуцира количеството на отпадни материјали, се зачувуваат природните ресурси и се заштедува енергија. Така, на пример, челичната индустрија во САД на годишно ниво заштедува енергија потребна за 18 милиони домаќинства, а со рециклирање на еден тон челик се заштедуваат 1136 kg руда, 636 kg јаглен и 55 kg варовник.

Според Агенцијата за животна средина на САД (ЕПА) се потенцираат седум најважни придобивки при добивањето на металите од отпадоци, наместо при преработката на руди, а тоа се:

- редуција на генерираниот отпад кај потрошувачите;
- редуција на отпадот од копањето руда (јаловина);
- заштеда на руди и на минерали;
- намалено загадување на воздухот;
- намалено загадување на водата;
- заштеда на енергија;
- помало количество употребена вода.

Позитивното влијание кое го има рециклирањето во однос на животната средина е немерливо за идните генерации, така рециклирањето во однос на нежелезните и на железните метали е на вознемирувачки 33%, односно 26%, но сепак треба да се истакне глобална тенденција за зголемување на овие показатели.

<http://www.jmcrecycling.com/products/car-balers-dismantlers/orca-s5250g>;
<http://www.jmcrecycling.com/products/car-balers-dismantlers/orca-s4800g>.
Посетено на 10. 11. 2011.
Muchova L, Eder P (2011) End-of-waste Criteria for Iron and Steel Scrap: Technical Proposals JRC Scientific and Technical Reports.
OSHA (2008) Guidance for the Identification and Control of Safety and Health Hazards in Metal Scrap Recycling. www.osha.gov/Publications/OSHA3348-metal-scrap-recycling.pdf. Посетено на 28.11. 2011.
Planet metals, <http://www.planet-metals.com/aluminium/>.Посетено на 02. 12. 2011.
Sullivan's Scrap Metals (2004)Our services. <http://tmsullivan.com/services.html>.Посетено на 17. 12. 2011.
SIMS Metal menegament (2011) Sell your scrap metal to us. <http://uk.simsmm.com/products-and-services/scrap-metal-bought/ferrous-metal-recycling/scrap-iron-and-steel>.Посетено на 01. 09. 2011.
United Scrap, <http://www.unitedscrap.com/> Посетено на 14. 08. 2011.
United Scrap (2011) Recycling Center. <http://www.unitedscrap.com/>. Посетено на 16. 11. 2011.
Wikipedia (2011) Recycling. <http://en.wikipedia.org/wiki/Recycling>. Посетено на 10. 11. 2011.

10.13. КЕРАМИЧКИ ПРОДУКТИ ОД ОТПАДНИ МАТЕРИЈАЛИ **CERAMICS PRODUCTS FROM WASTE MATERIALS**

Билјана Анѓушева

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

Емилија Фиданчевска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко-металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.13.1. Вовед **Introduction**

Брзиот развој на индустријата го промени светот во начинот на негово живеење, но индустријализацијата е тесно поврзана со генерирање на отпад кој негативно влијае на животната средина. Денес производните процеси користат еноормно големи количини на различни природни ресурси како: сировини, енергија, вода и др. Генерираниот отпад од процесите на производство се уште не е во целост искористен како потенцијална сировина или полупроизводи, но со одредени технолошки алтернативи можена е редукција на истите (Zimmer, 2010).

Споредувајќи ја потрошувачката на материјалите, (Ashby, 2009) керамиката учествува со 84%, од кој најголем процент припаѓа на цементот и бетонот, а потоа следат асфалтот, стаклото, циглите итн. Високиот процент на примена на керамичките материјали во секојдневието, а со тоа и се поголемата потрошувачка на природните ресурси наметнува потребата за добивање на керамика од отпадни материјали.

Со користење на отпадот како сировина за производство на керамички производи се постигнуваат повеќе придобивки, и тоа:

- се намалуваат трошоците за одложување на отпадот,
- се заштедува на просторот за депонирање на отпад,

- се заштедува на финансиски средства за набавка на сировини од природни ресурси, а воедно се заштитуваат природните ресурси.

Постојат многубројни информации за можната примена на отпадните материјали, а три главни фактори се сметаат за релевантни за евалуација на погодноста за примената на отпадните материјали (прикажана преку примерот на лебтешката пепел), а тоа се: погодност за обработување, технички перформанси и еколошко влијание (Ferreira et al., 2003).

- Првиот фактор, *погодноста за обработување* зависи од физичко-хемиските карактеристики на отпадниот материјал. Големината на честиците, хемискиот состав и други физичко-хемиски карактеристики можат да доведат до ограничување на одреден процес, иако во некои случаи може да се корегираат со што би се задоволиле барањата за одредена употреба.

- *Техничките перформанси* се вториот фактор кој ја лимитира примената на отпадниот материјал. Иако некои отпади може лесно да се обработат, финалниот продукт неможе да се употреби ако не поседува добри технички својства.

- Последниот, третиот фактор ја зема во предвид *еколошката компатибилност*. Ризикот од загадување на околината постои со можната употреба на отпаден материјал и затоа мора да се внимава на можноста на создавање на ново загадување.

Кога се мисли на искористување на отпад за добивање на керамички производи не се подразбира искористување на отпадни (шкартни) керамички полупроизводи добиени од поедините фази во процесот на производство.

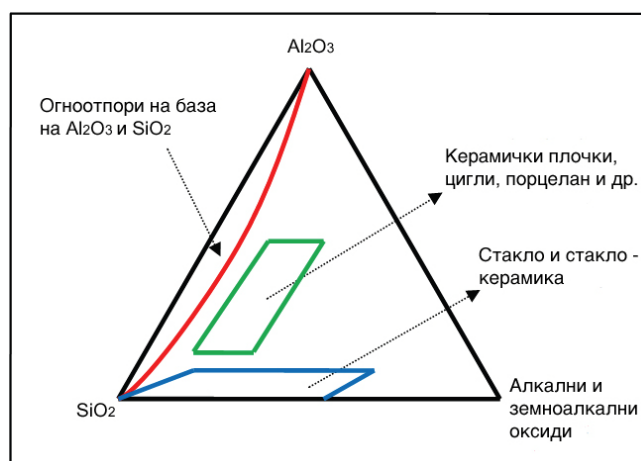
Процесот кој се состои од преработка на отфрлени, синтерувани готови производи или керамички производи кои се делумно или целосно искористени за да повторно бидат употребени во исто или друго керамичко производство претставува **рециклирање**. Поради физичко-хемиските промени кои настануваат во тек на синтерувањето (или други постапки на згуснување) на керамичките производи ваквиот вид на рециклирање се смета дека не е лесен, но и економски неисплатлив и затоа производите ретко се користат за исти или слични намени. Вообичаено и широко применето во пракса е *рециклирање на керамички полупроизводи* кои се во сурова состојба после обликување, а пред синтерување. Ова се прави со цел да се постигне квалитет на печените производи и/или намалување на трошоците, и најчесто се помешува еден дел од пресуваните производи во одреден сооднос со почетните сировини. На овој начин доаѓа до заштеда, но во одредени случаи можно е и да се влијае и на квалитетот на производот.

Денес на фундаментално научно ниво се работи на полето на рециклирање на керамичките производи, и тоа најчесто се прави на оние производи кои во својот состав имаат племенити метали или други скапи метали, како на пример: делови во електронската индустрија, катализатори и др. Оловен цирконитанат (PTZ) кој се користи во електрониката и бариум титанатот (BaTiO_3) се примери за материјали кои се рециклираат и кои се користат во кондензаторите, пиезофилтрите, температурните преклопници, осигурачи и слично. Чести и големи се напорите за рециклирање на други керамички материјали, на пример кај разните керамички алати (Galijšević, 2003). Интересен е и примерот за рециклирање на употребена домашна керамика (скршена или застарена) која се користи во секојдневниот живот за служење на храна (чини, чаши, тањери и слично). Во Јапонија ваквиот отпад се третира како незапалив кој завршува во депонии, и изнесува 150 000t годишно што претставува 5% од вкупниот незапалив отпад. Но, во 1997год. започнат е проектот под името Green Life 21, кој се фокусира на рециклирање на употребените керамички материјали од домаќинството. Проектот започнал да работи под слоганот „Tableware to Tableware“ собирајќи при тоа употребен керамички материјал од домаќинството и со рециклирање се добиени нови производи означени како „Re-Tableware“. За време на G8 смитот, одржан во Токио, 2008 год. производите од „Re-Tableware“ сериите биле претставени во јапонската Нулта-емисија куќа (Zero-Emission House) при што се истакнала заштедата на енергија при производството и

еколошките технологии во насока на намалување на емисијата на CO_2 при процесот на производство (Yagi, 2008).

Денес, многу повеќе се работи во правец на искористување на минералните отпадоци (јаловина) како сировина за керамички материјали со цел да се намалат цените при производство и зависноста од увоз на сировини, а интензивно се истражува во полето за употреба на различен индустриски отпад за добивање на керамички, стаклени и стакло-керамички материјали. Како отпадни материјали кои се користат како потенцијална сировина се сметаат следните: јагленовата летачка пепел, милта од цинк-хидрометалургија, згурата т.е. троската од металуршката индустрија, пепелта и згурата од урбаните инценератори, црвената мил од индустријата за добивање алуминиум, стакло како отпад од разни приозводи и др.

Најчестите видови на керамички производи се алумосиликатни, калиум силикатни ($\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$) или магнезиум силикатни ($\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Особините на керамичките материјали не зависат само од структурата и составот, но и од дефектите (на пример пори), секундарната фаза (која се додава за да се реализира процесирањето) и меѓуповршината (*interface*). На сликата 10.13.1 прикажан е тројниот дијаграм со молски проценти на Al_2O_3 , SiO_2 и алкалии, во кој е даден состав на огноотпорите на база на Al_2O_3 и SiO_2 , стакло и стакло-керамиката и традиционалните производи (плочки, цигли, порцелан и др.). Ваквите дијаграми се користат за одредување на максималната можност за примена на отпадот при дефинирање на керамичкиот состав, а при тоа земајќи го во предвид бараниот вид на производ (Zimmer, 2010).



Слика 10.13.1. Состав на најчестите керамичките производи
Figure 10.13.1. Composition of common ceramic products (Zimmer, 2010)

Пред да се пристапи кон користење на отпадниот материјал како сировина за добивање на керамички производи потребно е да се изврши негова карактеризација. Најпрво потребно е да се знаат конститuentите на отпадот, дури и во мали количества, и какво е нивното влијание врз животната средина. Посебно треба да се внимава дали во отпадот се присутни или при термичка обработка се ослободуваат корозивни гасови (H_2S , HCl , SO_2 , NO_x и др.) кои може да предизвикаат проблеми на опремата со која се во контакт. Понатаму, битни се морфолошките карактеристики на отпадниот материјал кои се определуваат со микроскопски техники, а од тоа директно зависи реактивноста на материјалот. Покрај хемискиот состав и идентификацијата на минеролошкиот состав битен фактор е и квантитативен состав на различните минерали кои може да влијаат на примената на керамичкиот производ. Од минеролошки аспект кристалноста претставува важен фактор кој може да индицира можна изоморфна замена, која е поинтензивна кај материјали со понизок степен на кристалност, во споредба со оние со повисок степен на кристалност. Одредувањето на загуба на маса при жарење е потребно да се одреди бидејќи таа е поврзана со испарувањата кои настануваат во тек на термичкиот третман, па така во колку има поголема количина на испарливи компоненти тие може

Mishulovich A, Evanko JL (2003) Ceramic Tiles from High-Carbon Fly Ash, International Ash Utilization Symposium, Center for applied Energy Research, University of Kentucky, www.flyash.info. Посетено на 25. 02. 2011.

Mangialardi T, Paolini AE, Poletti A, Sirini P (1999) Optimization of the solidification/stabilization process of MSW fly ash in cementitious matrices. J Hazard Mater 70: 53-70

Rawlings R D, Wu JP, Boccaccini A (2006) Glass-ceramics: Their production from wastes – A Review. J Mater Sci 41: 733-761.

Segadães AM (2006) Use of Phase Diagrams to Guide Ceramic Production from Wastes. Adv Appl Ceram 105(1):46-54.

Talmy I, Haught D, Martin C (1996) Ash-Based Ceramic Materials, US Patent No. 5,521,132, 1996.

Toya T, Tamura Y, Kameshima Y, Okada K (2004) Preparation and properties of CaO–MgO–Al₂O₃–SiO₂ glass-ceramics from kaolin clay refining waste (Kira) and dolomite. Ceram Int: 30(6):983-989.

Yagi K (2008) Public participation in recycling ceramics "Taking off in Japan". <http://www.japanfs.org/en/mailmagazine/newsletter/pages/028488.html>. Посетено на 25.01.2012

Wu JP, Boccaccini AR, Lee PD, Kersaw MJ, Rawlings RD (2006) Glass-ceramics foams from coal fly ash and waste glass: Production and characterization. Adv Appl Ceram 105(1):32-39.

10.14. РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ОГНООТПОРНИ МАТЕРИЈАЛИ RECYCLING OF REFRACTORIES

Емилија Фиданчевска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко – металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

Војо Јованов

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко – металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.14.1. Огноотпорни материјали Refractories

Огноотпорите се керамички материјали кои се дизајнирани така да издржуваат при нивната употреба на тешки услови како: високи температури, корозивни гасови и течности, абразија, стресови како последица на механички напрегања и температурни промени. Огноотпорните материјали се користат при високо температурни процеси како при производство на керамика и на стакло, во цементната индустрија, но најголем процент наоѓаат примена во металургијата (Bennett, et al., 1995).

Постојат различни видови огноотпорни материјали, а за нивно добивање се користат природни и синтетички сировини. Изборот на соодветен огноотпорен материјал зависи од производствената линија каде што ќе се користи, а тоа е тесно поврзано со работната температура и со процесните барања за соодветната апликација. Огноотпорните материјали се класифицираат на различни начини, но како основна се смета поделбата на огноотпорите според составот на кисели, неутрални и базни, а според методот на инсталирање се делат на формирани и неформирани. Киселите огноотпори се произведуваат од глина и од кварцит, и во оваа група спаѓаат алумо-силикатите со содржина на алуминиум од 40 до 90 мас.%, а остаток силициум диоксид. Во оваа група спаѓаат и динас огноотпорите и цирконот. Во групата на базни материјали спаѓаат магнезитните, доломитните и шпинелните огноотпори. Многу

често во нивниот состав се сретнува јаглерод, со што се овозможува користење на огноотпорите во високо базни средини. Овие огноотпори се склони на хидратација и затоа со нив е потребно да се ракува соодветно. Al_2O_3 и Cr_2O_3 се претставници на неутралните огноотпори. Производството на Cr_2O_3 огноотпори во последно време е намалено поради причини поврзани со заштитата на животната средина (присуството на шествалентниот хром). Затоа доминантна употреба има Al_2O_3 кој интензивно се користи во металургијата поради високите температури на топење, прифатливата цена, и способноста да бидат користени и во кисела и во базна средина. Покрај составот на огноотпорните материјали, важно е како се инсталирани. Формираните огноотпори се произведуваат со пресување во соодветна геометриска форма, некои се синтеруваат пред да се инсталираат, а некои по темперирањето се инсталираат и *in situ* се синтеруваат. Неформираните огноотпори, монолити, се во прашкаста форма и го добиваат обликот за време на инсталацијата. Инсталирањето на огноотпорите може да биде со насипување, со вибрирање и др. Хемискиот состав го одредува потенцијалот за рециклирање на употребените огноотпори, така на пример, базичните огноотпори имаат тенденција кон хидратација со што рециклирањето е отежнато, додека алумосиликатите се хемиски стабилни. Инсталациските техники влијаат од една страна на способноста за сепарација на различните состави, а од друга страна на енергијата потребна за дробење на употребените огноотпори. По завршувањето на работниот век на огноотпорите или по нивното оштетување, најчесто истите се одлагаат на депонии, но можностите за нивно повторно искористување остануваат отворени (Fanh et al., 1999; Charles, 2004).

10.14.2. Процес на рециклирање на огноотпорни материјали

Recycling of refractories

Еколошките проблеми предизвикани од отпадните огноотпорни материјали станала с позначајни во последните години. Огноотпорниот отпад се создава кога доаѓа до оштетување на огноотпорните облоги, производството станува нестабилно и потребно е истите да се заменат со нови. Големи напори се прават за редуцирање на волуменот на отпадот од огноотпорните материјали. Од една страна, ова може да се постигне со намалување на нивната потрошувачка доколку се продолжи нивниот работен век, а од друга страна, да се промовира ефективно искористување на огноотпорниот отпад.

Во претходниот период се посветувало многу малку внимание на можноста за рециклирање на огноотпорните материјали откако ќе заврши нивниот работен век. Главно, тие биле отстранувани и депонирани. Во текот на годините постоел мал интерес за рециклирање на огноотпорите, а тоа се должело, пред сè на малиот интерес, квалитетот на рециклирањето, евтиното депонирање, релативно лабилните законски регулативи, како и на достапноста на евтини сировини. Притоа, економијата имала клучна улога во однос на рециклирањето.

Денес, промените кои настануваат во огноотпорната индустрија се во насока на енергетска ефикасност и заштита на околината. Притоа, огноотпорните материјали, генерално, се третирали како „енергетски концентрирани материјали“ поради високите енергетски трошоци потребни за нивно добивање.

Во иднина, рециклирањето на огноотпорите се очекува да стане клучен фактор во заштитата на околината, заштедата на енергијата и ресурсите. Важноста на рециклирањето на огноотпорните материјали е резултат на актуелниот недостатокот на сировини, како и високата цена на пазарот. Рециклирањето на употребените огноотпорни материјали се смета дека ќе биде фактор на опстанок кој ќе овозможи индустријата да достигне еколошко и социјално одржлив начин на работа (Fang, 1999).

Економијата во иднина ќе биде клучен фактор во одлуката за рециклирање на огноотпорниот отпад. Во прилог на тоа, во секој случај, неопходно е да се промени перцепцијата и пристапот на корисниците на огноотпорните материјали кон повратните рециклирани материјали. Така на пример, и покрај тоа што повеќето корисници на огноотпорни материјали сметаат дека

Bennett JP, Kwong KS, Sikich SW (1995) Recycling and disposal of refractories. Am Ceram Soc Bull 74:71-77.

Bennett JP, Kwong KS (2004) An overview of recycling refractory materials, Ind Ceram 24(3):1656-171.

Benneett JP, Maginnis MA (1995) Recycling/disposal issues of refractories. Eng Science Proc 16(1):127-141.

Conejo AN, Lule RG, Lopéz F, Rodriguez R (2006) Recycling MgO-C refractory in electric arc furnaces. Resour Conserv Recucling 49:14-31.

Charles A.Schacht (2004) Refractories Handbook, Schacht Consulting Services Pittsburgh, Pensilvania U.S.A. 2004.

Duarte AK, Brandao PRG (2008) Ceramic encapsulation of refractory and mineral residues based on potassium and magnesium phosphate. Mater Eng 21:302-309.

Charles ES (2000)Refractories Review: Recycling Refractories.
<http://www.ceramicindustry.com/articles/refractories-review-recycling-refractories>. Посетено на 23.01.2012

Fang H, Smith JD, Peaslee KD (1999) Study of spent refractory waste recycling from metal manufacturers in Missouri. Resour Conserv Recucling 25:111-124.

Hanagiri S, Shimpō A, Inuzuka T, Sakaki S, Matsui T, Aso S, Matsuda T, Nakagawa H (2008) Recent improvement of recycling technology for refractories, Nippon steel technical report No.98 July 2008.

Kwong KS, Nennett JP (2002) Recycling particles of spent MgO-C refractories, J Mineral Mater Charact Eng 1(2):69-78.

Masufumi T, Masanori F (2007) Penetration analysis of elements and bioleaching treatment of spent refractory for recycling. J Environ Sci 19:1146-1152.

Maschio RD, Fabbri B, Fiori C (1988) Industrial application of refractories containing magnesium aluminate spinel. Ind Ceram 8:121-126.

Nystorm HE, Kehr WR, Pollock J (2001) Impediments to refractory recycling decision-making. Resour Conserv Recucling 31:317-326.

Othman AGM, Nour WMN (2005) Recycling of spent magnesite and ZAS briks for the production of new basic refractories. Ceram Int 31:1053-1059.

Smith JD, Fang H, Peaslee KD (1999) Characterization and recycling of spent refractory wastes from manufacturers in Missouri. Resour Conserv Recucling 25:151-169.

10.15. РЕЦИКЛИРАЊЕ НА СТАКЛО GLASS RECYCLING

Гордана Русеска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко – металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.15.1. Вовед Introduction

Десетици години наназад создаван е отпад насекаде во околината без да се согледа штетата која ја предизвикува за сите живи суштества. Може да се смета дека индустрискиот отпад е главниот виновник за масовното загадување. Тој индустриски отпад потекнува од секојдневното производство и фрлање отпад (од амбалажа во која е пакувана храна, стаклена амбалажа, итн.). Според тоа, ако не се инвестира во соодветни механизми и процеси за да се минимизира штетата која е предизвикана во околината, многу идни генерации ќе бидат засегнати од долгогодишното невнимание. Заради тоа, рециклирањето е неопходно.

Интересен факт за процесот на рециклирање на стаклото е тоа што стаклото може да се рециклира онолку пати колку што е потребно, без какво било влијание на неговиот квалитет. Уште поважно е дека стаклото никогаш не се распаѓа.

За успешно рециклирање, неопходно е постојано снабдување со материјал кој треба да се рециклира и негово систематско распоредување и сортирање на разни типови материјал за да се олесни обработката. Циклусот на рециклирање е комплетен кога новодобиениот производ ќе се стави во употреба.

Процесот на рециклирање стакло претставува процес на претворање на стаклениот крш во корисен производ. Во зависност од конечната употреба, рециклирањето често вклучува раздвојување на стаклото според бојата. Стаклото е и една од компонентите на цврстиот отпад која во многу земји има долга традиција на рециклирање. Чистата употребувана стаклена амбалажа, или со примеси (од метали, камен, керамика итн.) служи како суровина за производство на ново стакло со истиот квалитет, за производство на изолациски материјали и како надоместок за песок. Стаклото кое е раздробено и подготвено за повторно топење се нарекува кулет (cullet).

Стаклото е скоро идеален материјал за рециклирање, бидејќи може да се рециклира неограничено и повторно да се користи. Користењето рециклирано стакло за производство на нови стаклени садови придонесува за заштедување енергија, помага во процесот на производство на керамика, овозможува заштеда на сировини и го намалува количеството на отпад. Рециклираното стакло се користи и кај други производствени процеси – производство на керамичка санитарија, како течен агенс при производство на тули, како медиум за филтрирање вода, како средство за брусеење итн.

Рециклирањето е процес на преработка на продуктите што се наоѓаат во отпадот, при што тие служат како сировини за производство на нови продукти. На тој начин се забавува исцрпувањето на сировините присутни во природата. При производство на предмети добиени од секундарни сировини, се трошат помали количества енергија отколку што би се потрошиле при добивање производи од примарни сировини, што го прави рециклирањето енергетски ефикасен процес (CEE, 2011). Речиси половина од отпадот што го создаваме може да се рециклира. Многу производи направени од рециклирани материјали се прават по еднакви стандарди како и продуктите направени од примарни сировини. За да се добие стакло потребно е значително количество енергија од сировините. За да се произведе еден тон стакло, потребни се 16 милиони килоџули енергија. Тоа е еднакво на 17818,7 килоџули за 1 килограм стакло. Понатаму, при производството на еден тон стакло се создаваат 174,6 килограми отпад од ископување и 12,7 килограми загадувачи што се испуштаат во воздухот (Nacinzivota, 2011). Како што е случајот и со другите материјали, производството и употребата на стаклото имаат извесно негативно влијание врз животната средина. Ако се направи споредба на придобивките и недостатоците меѓу рециклирањето на стаклото и на другите материјали, би требало да се каже дека стаклото може да се рециклира континуирано во нова стаклена амбалажа. Стаклото и стаклените производи секојдневно се користат во домаќинствата, што значи дека, меѓу останатиот отпад, одреден процент отпаѓа на стаклениот отпад. Според статистички податоци, стаклото учествува со 7 % од вкупниот отпад во секое домаќинство (Parfitt, 2002) – како што е прикажано на сликата 10.15.1.



Слика10.15.1. Процентуална застапеност на стаклениот отпад (Parfitt, 2002)
Figure 15.1.Percentage of waste glass

10.15.2. Рециклирање на стаклена амбалажа

Glass packaging recycling

Рециклирањето стаклена амбалажа (шишиња и тегли) се практикува насекаде низ светот. Првиот чекор во овој процес е селектирање на типовите стакло кои може да се рециклираат. Практично сите видови стакло се рециклираат откако прво ќе се сортираат според бојата. Стаклените шишиња мора да се исплакнат добро пред да се рециклираат. Треба да се внимава меѓу амбалажата да нема делови од керамика затоа што таа го контаминира стаклото за рециклирање. Потоа се отстрануваат етикетите од стаклената амбалажа, стаклото се топи и се ре-оформува во ново стакло. Некои предмети не се погодни за рециклирање, како на пример, светилки, садови и прозорски стакла, бидејќи тие често содржат керамички компоненти кои ја намалуваат ефикасноста на процесот на рециклирање. Процесот на рециклирање стакло, односно добивање ново стакло од стаклен крш, штеди енергија и го намалува количеството создаден отпад и загадувачи при процесот на производство (British Glass Manufacturers Confederation–Public Affairs Committee, 2003).

Сододавање стаклен крш во сировините за производство на стакло, се намалува нивната точка на топење што резултира со штедење енергија. За секои десет проценти стаклен крш додаден во печката, потребната температура се намалува за десет степени. Добиеното стакло може да биде создадено од над 83% стаклен крш, што значи дека може да се заштеди големо количество енергија.

Со употреба на 50% рециклирано стакло во производствениот процес, употребата на вода се намалува за 50%, отпадот што се добива при ископување на сировините за производството на стакло се намалува за 79%, а емисиите на гасови се намалуваат за 14%. При употреба на 1 тон стаклен крш се заштедуваат 1,2 тони сировини, кои инаку би биле употребени во производниот процес, а истовремено се намалува и отпадот создаден при нивното ископување, како и другите штетни меѓупродукти кои се добиваат во процесот на производство на стакло. Рециклирањето на стаклото заштедува и простор за депонирање, кој секоја година е сè поскап. Наместо да се претвори во отпад и да се деградира во депониите бескрајно долго време, стаклената амбалажа може да се рециклира неограничен број пати, бидејќи структурата на стаклото не се нарушува при повторната обработка (DEFRA Waste implementation programme, 2007). На тој начин, со рециклирање на стаклото се формира т.н. кружен тек на стаклото, како

што може да се види од сликата 10.15.2. Тоа значи дека стаклото по производството, преку малопродажната мрежа или угостителството, стигнува до потрошувачите, кои веќе употребеното стакло го депонираат во контејнери, потоа стаклото се сортира, па стаклениот крш повторно се употребува во производството на стаклена амбалажа итн. Бојата на стаклениот крш треба да одговара со бојата на новото стакло што треба да се произведе. Поради тоа, пред да биде здробена во стаклен крш, стаклената амбалажа треба да се раздвои според бојата (просирна, кафеава и зелена).

При процесот на собирање и испорачување на стаклената амбалажа, одреден број стаклени шишиња се кршат на мали парчиња. Тие се премногу мали за да можат да бидат сортирани со рака и образуваат „мешан“ крш кој е составен од сите три бои, во кои се јавува стаклото. Производителите на стаклена амбалажа не можат да го употребат овој мешан стаклен крш и тие купуваат само крш со униформна боја. Поради тоа мешаниот крш ќе повеќе наоѓа примена како конструкциски материјал.



Слика10.15.2. Круген тек на стаклото
Figure 10.15.2.Roundabout flow of glass
(DEFRA Waste implementation programme, 2007)

Една од нив е употребата на стаклениот крш како агрегат при изградбата на патишта. Тој, исто така, може да се употреби и при правењето асфалт, при што се добива „гласфалт“ (Glassphalt). Лесно може да се воочи дали во асфалтот или во бетонот бил употребен стаклен крш, бидејќи одбиената светлина од стакленцата ја прави површината светкава. Секундарното стакло, исто така, може да се употреби за правење изолациска стаклена волна.

10.15.3. Придобивки од рециклирање на стаклото

Benefits from glass recycling

Рециклирањето стакло е добро за околината и воопшто не ја загадува (Strategija zastite okolisa F BiH, 2010). На пример, на едно стаклено шише кое се фрла на депонија, потребни му се милион години за да се распадне. Наспроти тоа, потребни се помалку од 30 дена за да се врати едно стаклено шише кое е фрлено од некој дом за рециклирање како нов стаклен сад. Рециклирањето стакло е одржливо, што значи дека стаклените садови можат 100 процентно да се рециклираат, можат постојано да се рециклираат, без никаква загуба на чистотата и квалитетот на стаклото (British Glass Manufacturers Confederation–Public AffairsCommittee, 2003). Рециклирањето е и ефикаснобидејќи обновеното стакло од рециклирањето, повторно

http://en.wikipedia.org/wiki/Glass_recycling. Посетено на 31.01.212.
http://en.wikipedia.org/wiki/British_Standards. Посетено на 31.01.2012.
 British Glass Manufacturers Confederation–Public Affairs Committee (2003)
 Glass Recycling – Life cycle carbon dioxide emissions.
http://www.wrap.org.uk/downloads/British_Glass_Glass_Recycling_Life_Cycle_Carbon_Dioxide_Emissions_2003_.bf30c20b.8340.PDF. Посетено на 22.12.2011.
 CEE, Centar za ekologiju i energiju (2011) Recikliranje stakla. <http://ekologija.ba/index.php?w=c&id=106>. Посетено на 03.12.2011.
 DEFRA Waste implementation programme (2007) A Report by Cranfield University and Enviro Consulting Limited: Defra waste implementation programme Wycombe district council, Health impact Assessment of alternate week waste collections of biodegradable waste.
http://www.enviros.com/PDF/Defra_HIA_Alternate_Week_Collections. Посетено на 26.12.2011.
 Način života (2012) Prednosti Recikliranja stakla.
<http://nacinzivota25.blogspot.com/2011/09/prednosti-recikliranja-stakla.html>.
 Посетено на 10.11.2012.
 Parfitt J (2002) Analysis of household waste composition and factors driving waste increases. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.cabinetoffice.gov.uk/media/cabinetoffice/strategy/assets/composition.pdf>. Посетено на 20.10.2011.
 Strategija zaštite okoliša F BiH - Početni izvještaj (2010)
<http://www.okolis.ba/download/Pocetniizvjestaj.pdf>. Посетено на 31.01.2012.
 Wisconsin Legislative Fiscal Bureau (2009) Solid Waste Recycling and Waste Reduction. <http://www.legis.state.wi.us/lfb/Informationalpapers/67solidwasterecyclingandwastereduction.pdf>.
 Посетено на 23.01.2012.

10.16. ТРЕТМАН НА КРАЈОТ ОД ЖИВОТОТ НА ПОЛИМЕРНИТЕ КОМПОЗИТНИ МАТЕРИЈАЛИ **END OF LIFE TREATMENT OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS**

Винета Сребренкоска

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко - технички факултет, Штип, Република Македонија

Димко Димески

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко - технички факултет, Штип, Република Македонија

Силвана Крстева

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко - технички факултет, Штип, Република Македонија

10.16.1. Вовед

Introduction

Поради зголемување на еколошките барања, особено од аспект на крајното отстранување на искористените производи, производителите и дизајнерите во иднина мора да го земат предвид справувањето и отстранувањето на нивните производи. За конвенционалните материјали, како челик и алуминиум, постојат функционални методи за нивно рециклирање. Меѓутоа, ова не е случај со структурните полимерни композити, кои имаат голема примена во голем број индустрии: автомобилската, градежната, индустријата за мебел, електроиндустријата, авионската и др.

Полимерните композитни материјали покажуваат одлична јакост и цврстина во комбинација со ниска густина. Овие својства се особено атрактивни кај структурните композити наменети за транспорт на стока и луѓе кои користат необновливи горива. Намалената тежина и непроменетиот капацитет за транспорт придонесуваат за намалување на вкупните трошоци и потрошувачката на гориво. Веќе неколку години композитите зајакнати со стаклени влакна се користат во производи како што се контејнери, јаhti и за многу автомобилски делови. Додека пак, композитите зајакнати со јаглородни и арамидни влакна се користат за покомплексни апликации, како на пример, во авионската и во воздухопловната индустрија. За такви производи, барањата за намалување на тежината се уште поголеми, што ја оправдува повисоката цена на применетите зајакнувачки влакна. Денес се зголемува притисокот врз производителите на материјали и на крајните производи да го земат предвид и влијанието што го имаат производите врз околината, почнувајќи од процесот на производство, циклусот на примена и крајното отстранување на производите. Зголемената употреба на композитните материјали во индустриското производство придонесува за создавање на уште поголеми количества отпад со кој ќе треба да се справиме во иднина. Исто така, за овој тип материјали постојат законски регулативи кои вршат притисок врз производителите да го земат предвид и третманот на отпадот. Примери за ова се забраните за депонирање, одговорноста на производителот за одредени групи производи, воведувањето даноци за спалување на отпадот и слично. Целта на сите овие регулативи е да се намали негативното влијание врз животната средина. За конвенционалните материјали, како челик и алуминиум, се применуваат добро познатите методи на рециклирање. Но тоа не е случај со полимерните композити. Рециклирањето на полимерните композити е комплициран процес, особено рециклирањето на термореактивните композити што е многу тешко или дури и невозможно. Исто така, сè уште не постои пазар за рециклирани композитни материјали. За да се формира пазар, неопходно е претходно да бидат исполнети неколку предуслови кои вклучуваат прашања поврзани со инфраструктурата, количеството материјали, технологијата за рециклирање и можните апликации. Сепак, сите овие предуслови сè уште не се исполнети, иако е неопходно преземање акции заради исполнување на постојните и идните законски регулативи.

Полимерните композитни материјали се релативно нова група материјали и поради тоа обемот на нивната примена сè уште не е како на метални материјали. Бидејќи композитите се состојат од мешавина на неколку вида материјали, на макро ниво не може да се сметаат за хомогени како челичните материјали. Сите овие околности дополнително ги комплицираат можностите за формирање на добро организиран систем за постапување со отпадот.

Денес, за справување со отпадот од композити главно се користи депонирањето, но исто така, и спалувањето е можна алтернатива. За да можат компаниите да одговорат на еколошките барања на општеството и постојните регулативи, бараат нови методи за отстранување на отпадот при што ќе бидат земени предвид постојните техники за третман на отпад, постојните и очекуваните количества на отпад и законските регулативи. Во зависност од видот на отпадот, може да бидат вклучени различни процеси и затоа се неопходни информации за различните својства на отпадот. Притоа, неопходна е поврзаност меѓу различните чекори на управување со отпадот од искористените производи до нивното конечно справување. Целта е да се идентификуваат и да се поврзат потребните информации (својствата на отпадот) за секој чекор (процес) со цел да се спроведат релевантни процеси за третман на отпадот. Притоа, трошоците се анализираат од страна на самите производители на отпад, а ефектите врз животната средина се анализираат врз основа на процената на животниот циклус, LCA (life cycle assessment).

10.17. СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ 1:РЕЦИКЛИРАЊЕ И ОБНОВУВАЊЕ НА ЕНЕРГИЈАТА ОД ОТПАДНИ ПОЛИМЕРНИ КОМПОЗИТИ CASE STUDY 1:RECYCLING AND RECOVERY OF ENERGY FROM WASTE POLIMER COMPOSITES

Винета Сребренкоска

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

Димко Димески

Универзитет „Гоце Делчев“, Технолошко-технички факултет, Штип, Република Македонија

Дијана Цапеска Богатиноска

11 Октомври „Еурокомполит“, Прилеп, Република Македонија

10.17.1. Вовед

Introduction

Во овој дел се презентирани можностите за рециклирање и за обновување на енергијата од отпадни полимерни композитни материјали. Истражувањата што се презентирани во овој материјал се направени од одреден број компании кои главно се занимаваат со производство на производи од зајакнати полимерни композитни материјали и компании кои се занимаваат со третирање на овие материјали на крајот од нивниот животен век. Производителите на полимерни композитни материјали имаат притисок од нивните купувачи да го земат предвид влијанието на нивните крајни производи врз околината, а исто така, од нив бараат соодветни решенија за третирање на овој вид отпад. Во рамките на оваа студија ќе бидат прикажани можностите за рециклирање на ваков тип материјал и за обновување на енергијата, врз основа на економска анализа и анализа на животната средина, а истовремено ќе биде прикажана и споредбата меѓу различните постапки.

Редоследот на работните задачи во рамките на оваа студија на случај (case study) е даден на сликата 10.17.1. Истражувањето почнува со попис на најважните фактори (барања) кои влијаат на начинот на справување со отпадот на крајот од животниот век на производите и третирање на отпадот кој содржи композитни материјали. Всушност, тоа се еколошки барања во форма на прописи, текови на отпад, техники за рециклирање на материјалот, обновување на енергијата од отпадниот материјал и методи за анализа на трошоците и ефектот врз животната средина. Техниките за третман на отпадот се ограничени на рециклирање на материјалот и обновување на енергијата, а депонијата не се препорачува како опција од моментот кога овој метод е забранет како запалив и органски отпад. Во следната фаза се направени истражувањата и експериментите во рамките на неколку студии на случаи (case studies). Студиите на случаи се поделени во пет групи во зависност од вклучените материјали, а анализата на трошоците и ефектот врз животната средина треба да бидат земени предвид паралелно со нив. Влијанието на ефектите врз животната средина е направено врз основа на проценувањето на животниот циклус (Life Cycle Assessment - LCA), според стандардот ISO14040 (2006).

Во оваа студија на случајот се вклучени следниве пет типа на полимерни композитни материјали:

1) Зајакната пластика со јаглородни влакна (CFRP)

Јаглородните влакна се користат во структури со високи барања за цврстина и крутост и најчесто се комбинираат со полимерна матрица и тоа епоксидна или винилестерска смола. Композитите со јаглородни влакна се користат во авионската, воената индустрија, за спортски реквизити и др.

2) Зајакнати полимери (FRP) – сендвич структури со јадро од PVC материјал

Овој материјал претставува сендвич конструкција која се состои од две надворешни површини кои во средината имаат јадро од друг материјал. Како резултат на ваквата комбинација на материјали се добива структура со висока јакост при свиткување. Во рамките на оваа студија е користен вмрежен поливинил хлорид (PVC) како јадро. Надворешниот материјал е направен од полимерен композитен материјал врз основа на полиестерска или винилестерска матрица зајакната со јаглородни или со стаклени влакна. Ваквата сендвич структура се користи за производство на јахти, големи бродови, контејнери и друго.

3) Термореактивни композити со стаклени влакна – ленти за пресување (SMC препрег)

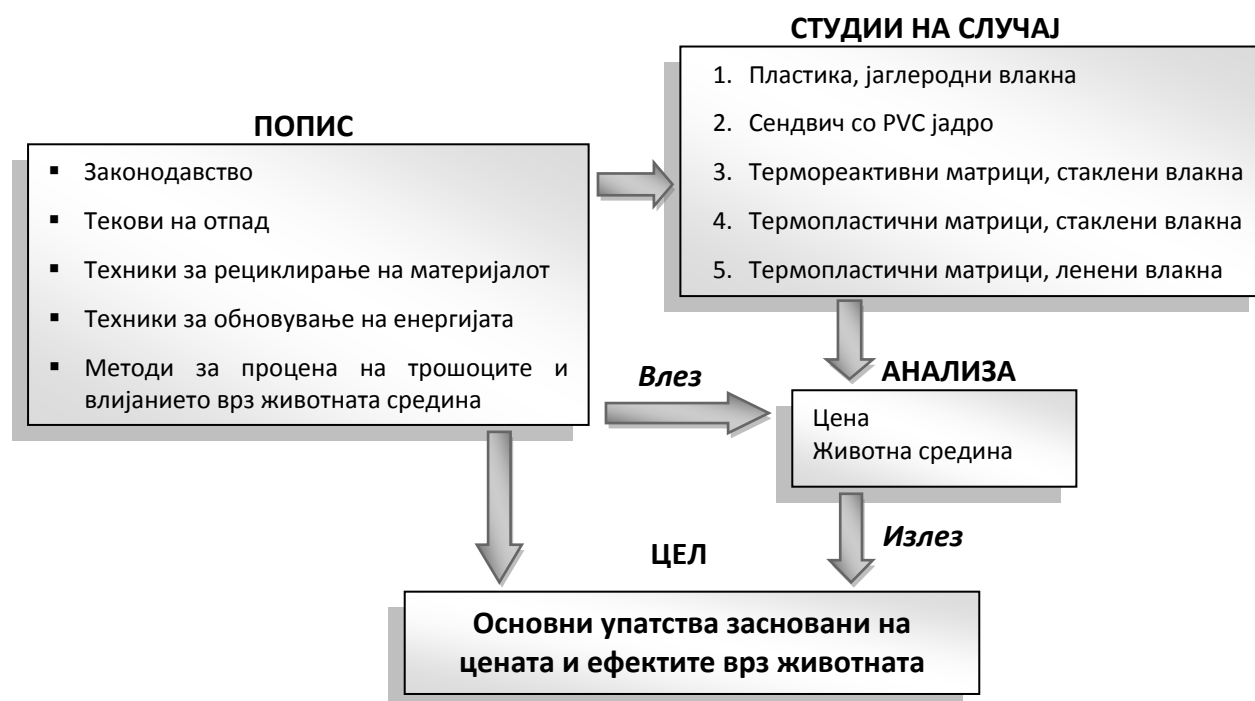
Лентите за пресување претставуваат термореактивен полимерен композитен материјал. Името на овој композитен материјал потекнува од применетата термореактивна матрица и од начинот на производство. Имено, зајакнувачките стаклени влакна се импрегнираат со термореактивна полиестерска смола и додатоци. На тој начин се формира предформа т.н. препрег, кој всушност, претставува лента за пресување, а под влијание на притисок и температура истата се обликува во апликативен композитен материјал. Од овој вид материјал се изработуваат каросерии за возила, електрични компоненти за електроиндустрија и др.

4) Термопластични композити зајакнати со стаклен мат (GMT)

Кај овој композитен материјал кратките стаклени влакна, кои се во форма на стаклен мат со континуирана должина, претставуваат зајакнувачка фаза, а термопластичен полимер, како на пример, полипропиленот претставува полимерна матрица. Најчесто се користи за изработка на внатрешни делови за возила и др.

5) Термопластичен композит со природни влакна како полипропилен/лен (PP/Flax)

Овој композит е врз основа на полипропилен зајакнат со природни ленени влакна. Овој материјал се користи за производство на внатрешни делови за возила или за друга апликација каде што не се бара висока издржливост на структурата.



Слика 10.17.1. Краток опис на студијата на случај
Figure 10.17.1.Short description of case study

10.18. СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ 2: ПРИМЕНА НА КОНЦЕПТОТ НА НУЛТА ЕМИСИЈА ПРИ ПРОЦЕСОТ НА ПРОИЗВОДСТВО НА МАГНЕЗИТНИ ОГНООТПОРНИ МАТЕРИЈАЛИ

CASE STUDY 2: APPLICATION OF THE CONCEPT OF ZERO EMISSION DURING THE PRODUCTION PROCESS OF MAGNESITE REFRACTORIES

Драган Миловски,

АД BOMEX Refractory - Пехчево, Република Македонија

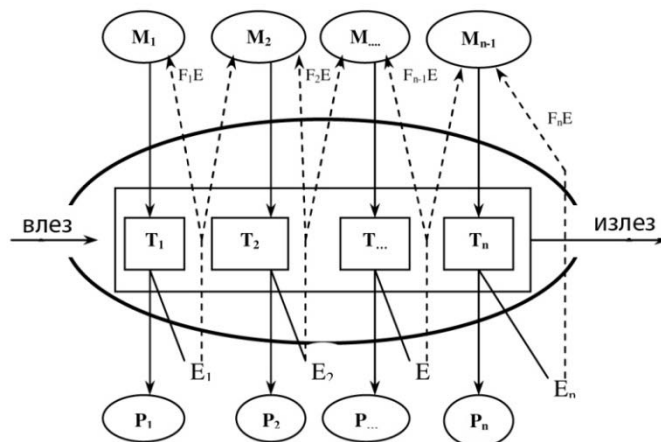
Кирил Лисичков

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Технолошко – металуршки факултет, Скопје, Република Македонија

10.18.1. Концепт на нулта емисија

Concept of zero emission

Концептот на нулта емисија нуди позитивни алтернативни решенија во однос на влезните сировини (материјали) за развојот на современи и еколошки прифатливи процеси и производи. Овој концепт обезбедува иновативни системи за одржлив развој на процесната индустрија, со што се овозможува намалување, минимизирање и искористување на генерираниот отпад. Во технолошките процеси, имплементацијата на концептот на нулта емисија нуди мост меѓу специфичните иновации кои се карактеристични за почисто производство од една страна и за валидација на индустриски систем што ги задоволува човековите потреби во рамките на ограничувањата својствени на локалните и на глобалните индустриски капацитети.



Слика 10.18.1. Материјален проток во систем со нулта емисија

(M_i – Влезни материјални струи, P_i – излезни материјални струи, T_i – фази на процесот, $F_i E_i / E_i$ – влезни/излезни енергетски струи)

Figure 10.18.1. Material flow of the system with zero emission

(M_i – input material flows, P_i – output material flows, T_i – phases of the process, $F_i E_i / E_i$ – input/output energy flows)(Ngoc, Schnitzer, 2008)

Стратегиите на нултата емисија се стремат кон промена од традиционалниот линеарен индустриски модел кон интегриран циркуларен системи во кој сите излезни материјални и енергетски струи би можеле да се користат, да се рециклираат или да се обновуваат. Системите со нулта емисија ги анализираат сите резултати од индустрискиот процес, што можат да се користат како влезни рециркулациски струи во постојниот процес или како влезни

материјални струи во други процеси. Ваквиот пристап ќе обезбедува максимално искористување на постојните ресурси (максимална профитабилност) и минимално еколошки прифатливо влијание врз животната средина. Со овој концепт процесот се реорганизира во циклус кластер што потсетува на индустриски метаболизам на одржлив циклус што е присутен во природата. Доколку се обезбеди совршено комплексно управување на интегрираните процеси, би имале минимална продукција на отпад, а некои системи воопшто не би го генерирале истиот. Најмоќна алатка за оваа техника претставува анализата на влезно - излезните материјални и енергетски струи (Ngoc, Schnitzer, 2008).

Како пример ќе бидат разработени магнезитните огноотпорни материјали со сите влезно - излезни материјални и енергетски струи манифестирани преку ефикасноста на концептот на нулта емисија. Магнезитни огноотпорни материјали се нарекуваат огноотпорните материјали кои содржат повеќе од 80 % MgO. Најголема примена класичните магнезитни огноотпорни тули наоѓаат во металургијата каде што се вградуваат како озиди во конвертори, казани, ротациски печки и други слични агрегати (Schacht, 2004).

10.18.2. Примена на концептот на нулта емисија при производство на магнезитни огноотпорни материјали

Application of the concept of zero emission for the production of magnesite refractories

10.18.2.1. Материјални биланси

Material balances

Билансот на материјалите е од фундаментално значење за контролата на производниот процес, особено во контролата на производни приноси. Дескриптивниот опис на материјалниот биланс ја следи релацијата (Geankoplis, 2003):

Влез – Излез = Акумулација

$$M_{\text{влез}} = M_{\text{излез}} + M_{\text{остаток}} + M_{\text{загуби}}$$

Сировини = Продукти + Отпад + Помошни материјали + Загуби

$$\sum m_R = \sum m_P + \sum m_W + \sum m_S + \sum m_L$$

Каде што:

$$\sum m_R = m_{R1} + m_{R2} + m_{R3} \dots + m_{Rn} : \text{Вкупно сировини}$$

$$\sum m_P = m_{P1} + m_{P2} + m_{P3} \dots + m_{Pn} : \text{Вкупно производи}$$

$$\sum m_W = m_{W1} + m_{W2} + m_{W3} \dots + m_{Wn} : \text{Вкупен отпад}$$

$$\sum m_S = m_{S1} + m_{S2} + m_{S3} \dots + m_{Sn} : \text{Вкупно помошни материјали}$$

$$\sum m_L = m_{L1} + m_{L2} + m_{L3} \dots + m_{Ln} : \text{Вкупно загуби на неидентификувани материји}$$

Вкупниот материјален биланс на добивање магнезитни огноотпорни тули е прикажан преку проточен блок дијаграм прикажан на сликата 10.18.2.

Од прикажаниот проточен дијаграм евидентно е дека се работи за систем со повеќе влезови и повеќе излези, односно MIMO систем кој се одвива во четири основни фази:

Фаза 1 – Подготовка

Фаза 2 – Пресување

Фаза 3 – Сушење

Фаза 4 – Синтерување