

Izrada i svojstva kompozita za zaštitu od gorenja od nezbrinutih ljosaka kikirikija, polipropilena i termoplastičnih poliuretana

Lihua Lv^{1,2}

Xinyue Wang^{1,2}

Yongling Yu^{1,2}

Jing Cui²

¹Green Applied Fiber Technology Institute, Dalian Polytechnic University

²School of Textile and Material Engineering, Dalian Polytechnic University

Dalian, Kina

e-mail: lvlh@dlpu.edu.cn

Prispjelo 26.5.2013.

UDK 677-9:677.017
Izvorni znanstveni rad

U radu se razmatra mogućnost recikliranja poljoprivrednog otpada i smanjenje zagađenje okoliša izradom polimernim kompozitima za zaštitu od gorenja od nezbrinutih ljosaka kikirikija kao materijala za pojačavanje, nezbrinutog polipropilena (PP) i nezbrinutih termoplastičnih poliuretana (TPU) kao materijala matričnih i magnezijevog hidroksida kao sredstva za zaštitu od gorenja. Ispitana su mehanička svojstva kao i svojstva zaštite kompozita od gorenja te su analizirana ortogonalnim eksperimentom i eksperimentima faktorske analize. Uključeni su i optimirani sljedeći uvjeti prerađivanja: maseni udio ljoske kikirikija 40 %, omjer PP i TPU 3:1, temperatura vrućeg prerađivanja 170 °C, pritisak vrućeg prerađivanja 12 MPa, vrijeme vrućeg prerađivanja 10 min, vrijeme plastificiranja 5 min. Pri navedenim uvjetima dobivena su sljedeća svojstva kompozita: gustoća 1,12 g/cm³, prekidna čvrstoća 23,85 MPa, čvrstoća na savijanje 46,29 MPa i apsorpcija energije udara 10,19 kJ/m². Osim toga, dodatkom magnezijevog hidroksida od 100 % (u odnosu na maticu) u optimiranim uvjetima prerađivanja dobivena su sljedeća mehanička svojstva i svojstva zaštite od gorenja kompozita: granični indeks kisika 29,7, gustoća 1,27 g/cm³, prekidna čvrstoća 10,37 MPa, čvrstoća na savijanje 29,42 MPa i apsorpcija energije udara 3,85 kJ/m².

KLjučne riječi: kompoziti, nezbrinute ljoske kikirikija, polipropilen, termoplastični poliuretani, mehanička svojstva, svojstva zaštite od gorenja

1. Uvod

Proizvodnja kikirikija u Kini iznosi više od 1450 t što je najviše na svijetu, a površina za sadnju je na drugom mjestu [1]. Ljuska kikirikija je vrsta prirodnog makromolekularnog materijala koji ima malu gustoću, nisku cijenu, dobru biorazgradljivost i druge izvrsne karakteristike. Količina ljoske kikirikija u Kini procjenjuju se na 500 mil. t godišnje [2], a njihovo direktno spaljivanje ili odbacivanje

predstavlja veliku štetu. Pronalazak razumne primjene ljoske kikirikija, iskorištenje i povećanje njezine vrijednosti bilo bi od velike važnosti. Sredinom 70-ih godina prošlog stoljeća G.R. Lightsey bio je prvi koji je istraživao kompozite izrađene od poliolefina i ljoske kikirikija [3]. R. G. Raj je raspravljao o uvjetima modeliranja kompozita koji su izrađeni od orahove ljoske i ljoske kikirikija te su ispitana mehanička svojstva kompozita [4]. Mehmet Akgul je ispi-

tivao elastičnost i čvrstoću loma kompozita koji su izrađeni od ljoske kikirikija i drvenog vlakna u različitom omjeru [5]. I u Japanu su ispitivali proizvodnju kompozita od ljoske kikirikija i PLA. Nishikawa Yasuhiro [6] je analizirao apsorpciju vode i svojstvo savijanja. A.R. Sanadi [7] također je ispitivao upotrebu poljoprivrednog otpada kao što je ljoska kikirikija u kompozitima. Ed. Galli [8] raspravljao je o karakteristikama prirodnog vlakna kao što je ljoska

kikirikija koja se koristi kao punilo plastike. Općenito se može reći da su ispitivanja kompozita od ljske kikirikija i umjetne smole u Kini započela odnedavno. Na Institutu za plastiku u okrugu Su u pokrajini Anhui proučavanje kompozita od ljske kikirikija i poliolefina počelo je u kolovozu 1981. [9]. Zhang Bing je izradio kompozite od ljske kikirikija i piljevine pomoću ekstrudera s paralelnim dvostrukim pužnim vijkom [10]. Huang Zhaoge [11] proučavao je polipropilen koji je modificiran ljskom kikirikija pomoću ekstrudera s dvostrukim pužnim vijkom. Zhao Juan je izradio kompozite izrađene od drvenog praha, bambusovog praha, praha od ljske kikirikija odn. rižinih ljskica. Zaključeno je da su kompoziti izrađeni od drvenog praha imali najbolja mehanička svojstva, dok su oni izrađeni od rižinih ljskica imali najlošija mehanička svojstva, a svojstva kompozita od ljske kikirikija bila su između tih vrijednosti [12]. Liu Wenpeng [13] proučavao je efekte sredstava za spajanje, kompatibilizatora, koncentraciju drvenog praha i kategoriju punjenja na mehanička svojstva kompozita. Shanghai Hope Real Estate Brokerage Co., LTD, primijenio je patent za proizvodnju ploče od ljske kikirikija čija je debljina bila od 6 do 20 cm [14].

Polipropilen [15] nije imao samo veliku prekidnu čvrstoću, veliku krutost, veliku tvrdoću, otpornost na stvaranje pukotina zbog naprezanja koje uzrokuje okoliš i otpornost na visoke temperature, već izvrsna svojstva rastezljivosti, postojanosti na zamor i malu gustoću. Dodatno je proizvodnja polipropilena bila velika a cijena prihvatljiva. Termoplastični poliuretani (TPU) bili su vrlo elastični na sobnoj temperaturi, imali su dobru postojanost na habanje u uvjetima visoke temperature [16]. Magnezijev hidroksid ($Mg(OH)_2$) bio je neka vrsta razvoja anorganskog sredstva za zaštitu od požara koje je karakteristično po dobroj stabilnosti, nije hlapljiv, nema toksičnih plinova, ne razdvaja, ne korodira, suzbija dim i ima nisku cijenu [17].

U ovom radu raspravlja se o kompozitima za zaštitu od požara koji su izrađeni od nezbrinutih ljski kikirikija kao materijala za pojačavanje, nezbrinutog polipropilena i nezbrinutih termoplastičnih poliuretana kao matričnih materijala te magnezijevog hidroksida kao sredstva za zaštitu od požara. S jedne strane bi se ljska kikirikija mogla adekvatno koristiti za štednju prirodnih resursa. S druge strane, mogla bi se smanjiti količina nezbrinutih polipropilena i termoplastičnih poliuretana čime se izbjegava zagađenje okoliša. Štoviše, troškovi proizvodnje su niski i mogli bi se koristiti na mnogim područjima kao što su industrija namještaja, industrija proizvodnje dekorativnih materijala i građevinska industrija.

2. Eksperimentalni dio

2.1. Materijali

Prah od ljski kikirikija (proizvođač: Huludao Dalian), nezbrinutih termoplastičnih poliuretana (proizvođač: Dongguan Xiangye Plastic Co. Ltd.), nezbrinutog polipropilena (proizvođač: Dalian Jinlun Chemical Fiber High-tech Co. Ltd.), $Mg(OH)_2$ (finoća 2500 mesh/ 47 mikrona, proizvođač: Dalian Yatai Science And Technology New Material Co. Ltd.).

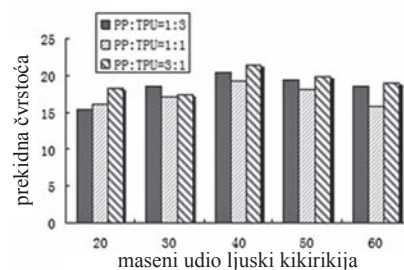
2.2. Aparat za ispitivanje

Pulverizator visokog učinka (JFSD-100-II); dvovaljčani stroj za gnječenje (SK-160B); ravni stroj za vulkanizaciju (QLB-50D/Q); multifunkcionalni stroj za uzorkovanje (HY-W); la-

boratorijski stroj za drobljenje (RXJ-50); elektronički univerzalni stroj za ispitivanje (RG1-5); uređaj za ispitivanje indeksa kisika (SH5706).

2.3. Proces modeliranja

Proces modeliranja proveden je prema specifičnom procesu prikaznom na sl.1.



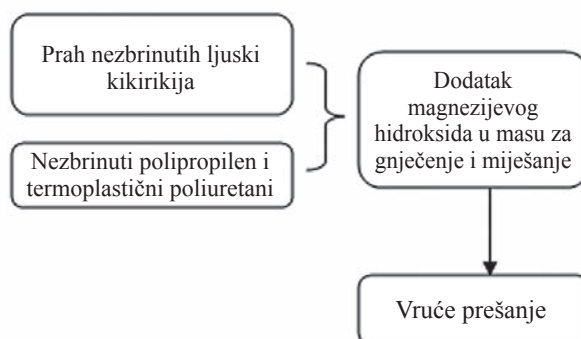
Sl.2 Utjecaj masenog udjela na ljske kikirikija i omjer polipropilena prema termoplastičnim poliuretani na prekidnu čvrstoću kompozita

3. Rezultati i rasprava

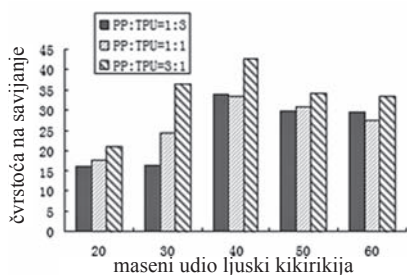
3.1. Jednofaktorska analiza eksperimenta

U ovom radu primijenjena je jednofaktorska analiza. Utjecaji masenog udjela ljski kikirikija i omjera polipropilena i termoplastičnih poliuretana na mehanička svojstva: prekidnu čvrstoću, čvrstoću na savijanje i apsorpcija energije udara, koji su ispitani u uvjetima prešanja visokom temperaturom od 175 °C, pritiska vrućeg prešanja od 12 MPa, vremena vrućeg prešanja od 10 min i vremena plasticiranja od 5 min. Rezultati su prikazani na sl.2 do 4.

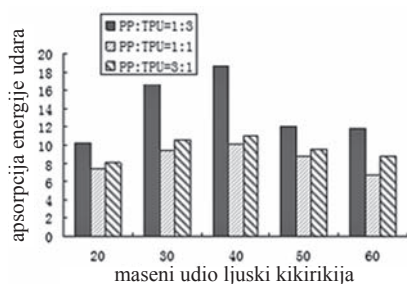
Prema dobivenim rezultatima (sl.2 do 4) povećanjem masenog udjela ljski kikirikija uočava se povećanje meha-



Sl.1 Proces gnječenja i miješanja te postupak vrućeg prešanja – izrada kompozita



SI.3 Utjecaj masenog udjela ljsuski kikirikija i omjera polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima na čvrstoću na savijanje kompozita



SI.4 Utjecaj masenog udjela ljsuski kikirikija i omjera polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima na apsorpciju energije udara kompozita

nička svojstva ali samo na početku, daljnjim povećanjem udjela dolazi do pogoršanja mehaničkih svojstava. Kod svih ispitivanih uzoraka dobivene krivulje imaju paraboličan oblik. Kod masenog udjela ljsuski kikirikija od 40 %, dobivena su najbolja mehanička svojstva kompozita. Međutim, daljnjim povećanjem masenog udjela ljsuski kikirikija u kompozitu (veći od 40 %), mehanička svojstva kompozita su se počela smanjivati. Pri većem udjelu dolazi do nakupljanja mase ljsuske kikirikija te nastaju slaba mjesta. Pri opterećenju kompozita dolazi do loma na tim mjestima. Razmatrajući omjer polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima može se uočiti da i ovaj omjer ima velik utjecaj na mehanička svojstva kompozita. Kod omjera 3:1, kompoziti imaju najbolju prekidnu čvrstoću i najbolju čvrstoću na savijanje. Kompoziti omjera 1:3 pokazali su najbolja svojstva apsorpcije energije udara. Najlošija apsorpcija energije udara postignuta je kod omjera 1:1, najvjerojatnije zbog taj-

nja termoplastičnih poliuretana. Temperatura, pritisak i smicanje znatno su utjecali na viskoznost i čvrstoću zbog čega su se kompoziti teško prerađivali. Međutim, prerada se lakše provodila i poboljšana su mehanička svojstva, miješanjem termoplastičnih poliuretana s polipropilenom u manjem udjelu, dok su miješanjem u suprotnom omjeru kompoziti imali loša mehanička svojstva. Za postizanje izvrsnih mehaničkih svojstava kompozita, maseni udio ljsuski kikirikija treba biti 40 %, a omjer polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima 3:1.

3.2. Analiza ortogonalnim eksperimentom

Radi optimiranja uvjeta prerade kompozita od nezbrinutih ljsuski kikirikija, polipropilena i termoplastičnih poliuretana proveden je ortogonalni eksperiment, a rezultati su navedeni u tab.1. Prema dobivenim rezultatima za prekidnu čvrstoću, čvrstoću na savijanje i apsorpciju energije udara kompozita redoslijed faktora bio je sljedeći: temperatura vrućeg prešanja > pritisak vrućeg prešanja > vrijeme vrućeg prešanja > vrijeme plastificiranja. Visoka temperatura utjecala je samo na povećanje viskoznosti matričnih materijala koji onda ne teče lako te su smanjena mehanička svojstva kompozita. Materijali su lako ispunili kalup, a isparavanje i modeliranje su bili pod visokim pritiskom. Kada je vrijeme vrućeg prešanja bilo predugo, matrični materijali su se lomili. Dugo vrijeme plastificiranja uzrokovalo je da nagore i matrični materijali i materijali za pojačavanje. Dakle, uzimajući u obzir rezultate jednofaktorske analize i analize ortogonalnim eksperimentom, optimirani uvjeti prerade su završeni na sljedeći način: maseni udio ljsuski kikirikija 40 %, omjer polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima 3:1, temperatura vrućeg prešanja 170 °C, pritisak vrućeg prešanja 12 MPa, vrijeme vrućeg prešanja 10 min i vrijeme plastificiranja 5 min. Kod navedenih uvjeta svojstva kompozita bila su sljedeća: gustoća 1,12 g/cm³, prekid-

na čvrstoća 23,85 MPa, čvrstoća na savijanje 46,29 MPa i apsorpcija energije udara 10,19 kJ/m².

3.3. Svojstva sredstva za zaštitu od požara

Za zaštitu od požara u prethodno spomenutim uvjetima u kompozite je dodavan Mg(OH)₂. Doziranje Mg(OH)₂ navedeno je u tab.2. Utjecaj dodatka Mg(OH)₂ na mehanička svojstva i svojstva zaštite od požara kompozita prikazan je u tab.3.

Prema tab.3 povećanjem količine Mg(OH)₂ poboljšala su se svojstva zaštite od gorenja, odnosno požara kompozita. Razlog tome je to što se razgradnjom Mg(OH)₂ smanjuje površinska temperatura kompozita, a dio topline oduzima i nastala para koja smanjuje koncentraciju zapaljivih hlapljivih tvari oko plamena čime se uzrokuje pougljenjivanje. Kod udjela Mg(OH)₂ od 50 %, plamen se nije sam ugasio, već je postajao sve svjetliji što je značilo da kompoziti nisu imali svojstvo zaštite od požara. Povećanjem količina od 60 do 80 % u kompozitima dobivene su vrijednosti graničnog indeksa kisika (LOI) veće od 22 (tab.3), što znači da kompoziti nisu bili zapaljivi i imaju svojstvo samogasivosti. Dodatkom Mg(OH)₂ u količini od 100 %, kompoziti su imali izvrsno svojstvo zaštite od požara, vrijednost graničnog indeksa kisika bila je veća od 27.

Daljnjim povećanjem količine Mg(OH)₂ u kompozitima (veće od 120 %), pogoršala su se njihova svojstva oblikovanja, odnosno kompoziti su se teško mogli modelirati.

Prema rezultatima prikazanim u tab.3 može se uočiti da povećanje količina Mg(OH)₂ smanjuje mehanička svojstva kompozita, naročito je smanjena apsorpcija energije udara, jer čestice Mg(OH)₂ oštećuju or gansku fazu makromolekula matričnih materijala. S jedne strane, veličina malih čestica i velika površinska energija mogli su pomoći grupirati čestice, ali je to uzrokovalo slabu disperziju Mg(OH)₂. S druge strane, zbog prisutnosti velike količine hidroksilnih skupina došlo je

Tab.1 Rezultati ortogonalnog eksperimenta

Uzorak	Temperatura vrućeg prešanja (°C)	Pritisak vrućeg prešanja (MPa)	Vrijeme vrućeg prešanja (min)	Vrijeme plastificiranja (min)	Prekidna čvrstoća (MPa)	Čvrstoća na savitljivost (MPa)	Energija apsorpcije udara (kJ·m ⁻²)
	A	B	C	D			
1	40	170	8	5	14,78	16,92	1,01
2	40	180	12	10	14,22	13,29	0,76
3	40	190	10	15	10,51	9,48	1,19
4	50	170	12	15	16,19	21,4	0,51
5	50	180	10	5	15,82	13,33	0,82
6	50	190	8	10	13,38	13,15	0,49
7	60	170	12	10	19,58	25,43	1,40
8	60	180	8	15	13,89	23,4	0,84
9	60	190	10	5	17,13	23,02	0,61
1 srednja vrijednost prekidne čvrstoće	13,170	16,850	14,017	15,910			
2 srednja vrijednost prekidne čvrstoće	15,130	14,643	14,487	15,727			
3 srednja vrijednost prekidne čvrstoće	16,867	13,673	16,663	13,530			
Područje	3,697	3,177	2,646	2,380			
Optimalna razina	A3	B1	C3	D1			
Redosljed važnosti	A>B>C>D						
1 srednja vrijednost čvrstoće na savitljivost	13,230	21,250	17,823	17,757			
2 srednja vrijednost čvrstoće na savitljivost	15,960	16,673	15,277	17,290			
3 srednja vrijednost čvrstoće na savitljivost	23,950	15,217	20,04	18,093			
Područje	10,720	6,033	4,736	0,803			
Optimalna razina	A3	B1	C3	D3			
Redosljed važnosti	A>B>C>D						
1 srednja vrijednost apsorpcije energije udara	0,987	0,973	0,780	0,813			
2 srednja vrijednost apsorpcije energije udara	0,607	0,807	0,873	0,883			
3 srednja vrijednost apsorpcije energije udara	0,950	0,763	0,890	0,847			
Područje	0,380	0,210	0,110	0,070			
Optimalna razina	A1	B1	C3	D2			
Redosljed važnosti	A>B>C>D						

Tab.2 Parametri izrade kompozita s dodatkom Mg(OH)₂

Uzorak	Mg(OH) ₂ (udio u odnosu na maticu)	Maseni udio ljuski kikirikija (%)	Omjer PP i TPU	Temperatura vrućeg prešanja (°C)	Pritisak vrućeg prešanja (MPa)	Vrijeme vrućeg prešanja (min)	Vrijeme plastificiranja (min)
1	40	40	3 : 1	170	12	10	5
2	50						
3	60						
4	70						
5	80						
6	100						
7	120						

Tab.3 Utjecaj dodatka Mg(OH)₂ na mehanička svojstva i svojstva zaštite od požara kompozita

Uzorak	Mg(OH) ₂ (udio u odnosu na maticu) (%)	LOI	Prekidna čvrstoća (MPa)	Čvrstoća na savitljivost (MPa)	Energija apsorpcije udara (kJ·m ⁻²)	Gustoća (g·cm ⁻³)
1	0	0	23,85	46,29	10,19	1,12
2	40	18,6	19,44	38,93	5,44	1,17
3	50	20,3	18,15	37,47	5,3	1,19
4	60	22,7	16,97	35,73	4,9	1,21
5	70	24,5	15,38	34,36	4,63	1,22
6	80	26,1	13,22	31,25	4,15	1,24
7	100	29,7	10,37	29,42	3,85	1,27
8	120	32,4	8,65	27,14	3,36	1,31

do promjene hidrofilnih i oleofobnih svojstava što je rezultiralo u lošoj međupovršinskoj kompatibilnosti kompozita. S obzirom na mehanička svojstva i svojstva zaštite od požara kompozita, preporuča se sadržaj Mg(OH)₂ od 100 %.

Optimalnim dodatkom sredstva za zaštitu od požara (100 %), i u optimiranim uvjetima obrade postignuta je vrijednost graničnog indeksa kisika 29,7, gustoća kompozita 1,27 g/cm³, prekidna čvrstoća 10,37 MPa, čvrstoća na savijanje 29,42 MPa i apsorpcija energije udara 3,85 kJ/m².

4. Zaključak

U radu su istraženi utjecaji masenog udjela ljski kikirikija, omjera polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima, pritisku vrućeg prešanja, vremenu vrućeg prešanja i vremenu plastificiranja na mehanička svojstva kompozita. Optimirani uvjeti obrade dobiveni jednofaktorskom analizom i ortogonalnim eksperimentima su sljedeći: 40 % maseni udio ljski kikirikija, 3:1 omjer polipropilena prema termoplastičnim poliuretanima, 170 °C temperatura vrućeg prešanja, 12 MPa pritisak kod vrućeg prešanja, 10 min vrijeme vrućeg prešanja i 5 min vrijeme plastificiranja. U tim uvjetima postignuta su izvrsna mehanička svojstva kompozita: prekidna čvrstoća

23,85 MPa, čvrstoća na savijanje 46,29 MPa, apsorpcija energije udara 10,19 kJ/m² i gustoća 1,12 g/cm³. Osim toga, dodatkom Mg(OH)₂, kompoziti su dobili svojstva zaštite od požara. Veći dodatak Mg(OH)₂ utjecao je na poboljšanje svojstva zaštite od gorenja kompozita, ali su mehanička svojstva pogoršana. 100 % udio Mg(OH)₂ u odnosu na maticu pokazao se optimalnim. Kod tog omjera kompoziti imaju granični indeks kisika 29,7, gustoću 1,27 g/cm³, prekidnu čvrstoću 10,37 MPa, čvrstoću na savijanje 29,42 MPa i apsorpciju energije udara 3,85 kJ/m². (Preveo: M. Horvatić)

Autori ovoga rada zahvaljuju na financijskoj potpori Odjelu za obrazovanje Vlade pokrajine Liaoning (LT2010011).

Literatura:

[1] Editorial Office of Journal of Peanut Science, Journal of Peanut Science 31 (2002) 30
 [2] Zhou Ruibao: Process Technology of Peanut Hull, Chemical Industry Press, (2003) Beijing
 [3] Lightsey G.R., A.L. Hines, D.W. Arnold et al., Plastics Engineering 31 (1975) 40
 [4] Raj R.G., B.V. Kokta, J.D. Nizio, Plastics 17 (1992) 75-82
 [5] Mehmet A., T. Ayhan, Bioresource Technology 99 (2008) 5590-5594

[6] Nishikawa Y., N. Nagase, K. Fukushima, Journal of Environment and Engineering 4 (2009) 124-134
 [7] Sanadi A.R., S.V. Prasad, P.K. Rohatgi, Journal of Scientific and Industrial Research 44 (1985) 437-442
 [8] Galli E., Plastics compounding 5 (1990) 103-111
 [9] Fang Jiaji, Chemical World, 1 (1984) 24-26
 [10] Zhang Bing, Jiang Bo et al., Plastics 31 (2002) 15-19
 [11] Huang Zhaoge, Modern Plastics Processing and Applications 17 (2005) 30-32
 [12] Zhao Juan, Cui Yi, Li Binghai, Plastics Science and Technology 35 (2007) 46-52
 [13] Liu Wenpeng, Yao Shanshan, Chen Xiaoli et al., Modern Plastics Processing and Applications 18 (2006) 19-22
 [14] Chen Minghua: Manufacturing Board with Peanut Hull, Chinese Patent, CN 02137146.6.2004,3
 [15] Feng Xiaozhong, Li Yadong: High Polymer Material, Harbin Institute of Technology Press, Harbin, (2007) p33-36
 [16] Xu Peilin, Zhang Shuqin: Handbook of Polyurethane Materials, Chemical Industry Press, Beijing, (2002) p494~495
 [17] Jia Xiuwei: Nano flame retardant materials, Chemical Industry Press, Beijing (2005) p207-208

SUMMARY

Fabrication and properties of flame retardant composites made of abandoned peanut hull, polypropylene and thermoplastic polyurethanes*Lihua Lv^{1,2}, Xinyue Wang^{1,2}, Yongling Yu^{1,2}, Jing Cui²*

In order to make possible recycling agriculture waste and decrease the environment pollution caused by high polymer flame retardant composites made of abandoned peanut hull as reinforced materials, abandoned PP (polypropylene) and abandoned TPU (thermoplastic polyurethanes) as matrix materials and magnesium hydroxide as flame retardant reagent were discussed in this article. And the mechanical properties and flame retardant properties of composites were tested and analyzed by orthogonal experiment and single factor analysis experiments. And the optimized processing conditions were concluded as follows: mass fraction of peanut hull 40 %, ratio of PP and TPU 3:1, hot pressing temperature 170 °C, hot pressing pressure 12 MPa, hot pressing time 10 min, and plasticizing time 5 min. Under above conditions, properties of composites were as follow: density 1.12 g/cm³, tensile strength 23.85 MPa, bending strength 46.29 MPa and impact energy absorption 10.19 kJ/m². Besides, with magnesium hydroxide whose dosage was 100 % (compared to the matrix) being added under the optimized processing conditions, the mechanical properties and flame retardant properties of composites were as follow: LOI 29.7, density 1.27 g/cm³, tensile strength 10.37 MPa, bending strength 29.42 MPa and impact energy absorption 3.85 kJ/m².

Key words: composites, abandoned peanut hull, polypropylene, thermoplastic polyurethanes, mechanical properties, flame retardant properties

¹*Green Applied Fiber Technology Institute, Dalian Polytechnic University*

²*School of Textile and Material Engineering, Dalian Polytechnic University*

Dalian, PR China

e-mail: lvlh@dlpu.edu.cn

Received May 26, 2013

Herstellung und Eigenschaften von den flammhemmenden Verbundwerkstoffen erzeugt aus nicht entsorgten Erdnusshülsen, nicht entsorgtem Polypropylen und nicht entsorgten thermoplastischen Polyurethanen

Im Artikel wird besprochen, wie die Rückgewinnung von Landwirtschaftsabfall ermöglicht und die Umweltverschmutzung durch flammhemmende Polymerverbundwerkstoffe hergestellt aus nicht entsorgten Erdnusshülsen, nicht entsorgtem Polypropylen und nicht entsorgten thermoplastischen Polyurethanen und Magnesiumhydroxid vermindert wird. Mechanische Eigenschaften und flammhemmende Eigenschaften von Verbundwerkstoffen wurden durch orthogonales Feld und Einfaktoranalyse geprüft und analysiert. Die optimierten Prozessbedingungen wurden wie folgt bestimmt: Massenanteil von Erdnusshülsen 40%, Verhältnis von PP zu TPU 3:1, Heisspresstemperatur 170 °C, Heisspressdruck 12 MPa, Heisspreszeit 10 Min., Plastifizierungszeit 5 Min. Unter den oben genannten Bedingungen waren die Eigenschaften von den Verbundwerkstoffen wie folgt: Dichte 1,12 g/cm³, Reißfestigkeit 23,85 MPa, Biegefestigkeit 46,29 MPa und Dämpfung der Prallenergie 10,19 kJ/m². Bei Dosierung des Magnesiumhydroxids von 100 % (verglichen mit der Matrix), das unter den optimierten Prozessbedingungen hinzugefügt wurde, waren die mechanischen Eigenschaften und die flammhemmenden Eigenschaften von den Verbundwerkstoffen: Grenz-Sauerstoff-Index 29,7, Dichte 1,27 g/cm³, Reißfestigkeit 10,37 MPa, Biegefestigkeit 29,42 MPa und Dämpfung der Prallenergie 3,85 kJ/m².