

**WOOD POLYMER MICRO- AND NANOCOMPOSITES
FOR ELEKTROMAGNETIC WAVE PROTECION**

Radka I. Garvanska¹, Sanchi K. Nenкова¹, Miroslav N. Kulevski¹, Tsetina N. Ilieva¹ and
Michael Herzog²

¹ University of Chemical Technoligy and Metallurgy, Sofia

² University of Applied Sciences Wildau, Bahnhofstrasse, D-15745 Wildau, Germany

Abstract

Micro- and nanocomposite materials have been of fundamental importance in view of their unique properties and possibilities for applications. In this connection wood polymer micro- and nanocomposites for electromagnetic wave protection on the basis of lignocelluloses, modified with Cu-S reduction systems and metal and metaloxides connecting substances on the basis of recycled polyol from polyethylenterephthalate and isozianates are high effective new materials with special properties. Original methods of coordinative connection in situ of cupro ions with lignocellulose have been developed.

The reactions of complex formation and the synthesis of metal and metaloxide binder systems for lignocellulose have been investigated.

The new nanocomposites with microwave electromagnetic absorption will be used in radiotechnics, electronic industry, automobile building and others.

Key words: *lingocellulose nanocomposites, cuprous sulfide, electromagnetic wave protection*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години се наблюдава увеличена употреба на дървесно полимерни композитни материали в автомобилната индустрия, в жилищното строителство и в самолетостроенето. В това отношение нанонауката и технологията дават уникални възможности за създаване на революционно нови комбинации от материали. Използването на полимери, включително и природни, има голямо значение за стабилизиране на наноразмерното състояние на разработваните композитни материали. Особен интерес представляват металсъдържащите нанокompозити. Получаването на които представлява един много сложен многостъпален процес, включващ редуциране на преходни метали в разтвори на полимери (Pomagaylo, 2002, Jnhui, 2005).

Нанокompозите се препоръчват като олекотяващи компоненти за армиране, за нелинейни оптични системи, катодни и анодни батерии, сенсори и други системи за получаване на изделия със свръх проводими свойства. Изследванията в тази насока са много перспективни и могат да доведат до разработване на нови материали с уникални свойства (Wang, 1998, Lio, 1995, Wang, 2000).

Напоследък интензивно се работи върху получаването на неорганични наночастици в полимерите поради това, че новите материали придобиват нови електропроводими, оптични, магнитни и други физико - химични свойства (Tsai, 1997, Wu, 1989, BP 20617, 1972).

Наноматериалите като добавки имат значителни предимства в сравнение с обикновените пълнители и полимерите. Предимствата се отнасят преди всичко до подобрените механични свойства; термична стабилност; негоримост; химическа устойчивост; електрическа проводимост и др. в сравнение с обикновените полимери. При това посочените свойства се постигат с много по-малки количества в сравнение с обикновените пълнители.

Чрез добавяне на минерални пълнители, метали и влакна към полимери се получават композити с подобрени физико механични показатели, термоустойчивост и други специфични свойства. Значителен прогрес в това направление представляват нанокompозитните материали, притежаващи силно развита вътрешна повърхност в сравнение с традиционните композити и съответно подобрени показатели при влагане на нисък процент пълнител. Тези нови материали са със значителни предимства по отношение на качество и нови свойства пред класическите. В това направление металсъдържащите композити и в частност дървесно полимерните, предлагат големи възможности за приложение поради това, че са с уникални физични и химични свойства (Martin, 1995, Lewis, 1993).

Целта на изследванията е да се разработят нов тип металсъдържащи дървесно полимерни композити на базата на модифицирани мед- съдържащи лигноцелулози и металоксид-съдържащи свързващи вещества за получаване на полимерни материали със специфични нови свойства – електропроводимост и електромагнитна вълнова защита..

За постигане на целта са проведени изследвания за създаване на нови типове металсъдържащи композити, при които метални комплекси на мед са кординативно свързани с лигноцелулозната матрица и свързващи вещества от рециклирани полиоли, съдържащи микро диспергирани метал или металоксидни частици и полиизоцианати. и получаване на модифицирани медсъдържащи дървесни брашна чрез оксиредукционни системи на база меден сулфат и натриев тиосулфат. Изследванията са свързани със

- получаване и охарактеризиране на рециклат полиоли на основата на полиетилен терефталат (ПЕТ) филми и фолио, покрити с метални оксиди и съответно с алуминий по метода на гликолиза;
- получаване и охарактеризиране на свързващи вещества от съответните полиоли с полимерен метил диизоцианат (p-MDI);
- получаване на дървесно полимерни медсъдържащи композити (ДПМК)– намиране на оптимални технологични режими;
- физично и физико- механично охарактеризиране на ДПМК.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

2.1. Материали и методи за изследване

2.1.1. Получаване на свързатели на база ПЕТ магнитни ленти и ПЕТ фолио с алуминиево покритие

2.1.1.1. Рециклиране на отпадъците

Отпадъци са рециклирани по метода на гликолиза.

Използвани материали

- ПЕТфолио с алуминиево покритие;

- Магнитни ленти от ПЕТ;
- Диетиленгликол, адипинова киселина и глицерол.

Анализ на рециклат полиолите

Анализът е проведен с цел установяване свойствата на рециклат полиолите и уточняване на условията за следващото им използване при получаване на свързващите вещества. Определени са: хидроксилно число (DIN 53240); киселинно число: вискозитет- измерен на апарат Rheo Stress 300 (HAAKE GmbH) при 25°C по DIN 3219.

2.1.1.2 Получаване на свързващи вещества

Използвани материали:

рециклат полиоли и дифенилметан-4,4- диизоцианат (MDI)

Метод на получаване

Проведен е синтез на полиуретанов преполимер с цел получаването на продукт с високо съдържание на свободни изоцианатни групи, които да взаимодействат със свободните хидроксилни групи на лигноцелулозния материал.

Рециклат полиолът (компонент А) и MDI (компонент Б) се смесват в съотношение 1:2,8 при температура не превишаваща 80°C.

Получената смес се изолира от външната среда с цел ограничаване достъпа на въздух. Това се прави за да се предотврати реакцията на свободните –NCO- групи на преполимера с влагата от въздуха, което води до пенообразуване и влошаване на свойствата на преполимера. Следва сушене при температура 80°C и продължителност от 24 часа с цел протичане на полимеризационния процес. Полученият продукт се размила в лабораторна мелница.

Анализ на преполимерите: изоцианатно съдържание; диференциално сканираща калориметрия и реологични показатели.

2.1.2. Получаване и методи за охарактеризиране на дървесно- полимерните композити (ДПК)

ДПК са изготвени в лабораторни условия на лабораторна преса, която позволява да се работи в широки температурни граници и налягане. Преполимерът на прах се смесва в метален съд със съответното количество дървесно брашно. Получената смес се поставя в предварително подготвената прес-форма и се подлага на пресоване.

ДПК са охарактеризирани по отношение на: Физико- механични показатели-

определени са на мултифункционално устройство „Zwick 2000” Zwick GmbH & Co. KG, Ulm, Германия. Апаратът дава възможност за определяне на: модул на еластичност, якост на опън, удължение при скъсване, удължение при опън и др. дигитална микроскопия-микроскопските снимки на пробите са заснети на дигитален микроскоп VHX-600. От снимките може ясно да се види разпределението на свързвател в дървесното брашно, както и топографията на повърхността на дървесно-композитните материали; Електропроводимост - За определяне на електропроводимостта са използвани специфично електрическо обемно (ρ_v , $\Omega.m$) и повърхностно (ρ_s , Ω) съпротивления. Измерванията са проведени на цифров апарат марка “Тералин III”, съгласно БДС 8449-88.

2.2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

2.2.1. Полиоли и свързващи вещества

2.2.1.1. На база ПЕТ фолио с алуминиево покритие

Полиоли

Рецептурите за получаване на полиолите на база ПЕТ фолио с алуминиево покритие и данните от тяхното охарактеризиране са представени в таблици 1 и 2.

Таблица 1: Рецептури за изготвяне на полиоли CI13, CI14, CI15

Наименование	ПЕТ, %	DEG, %	ADS, %	Глицерол, %
CI 13	41.22	41.92	16.24	1.03
CI 14	40.6	40.0	16.04	3.76
CI 15	40.13	54.8	-	5.0

Основните характеристики на получените полиоли са представени в таблица 2. Получените полиоли са прозрачни и ясно могат да се видят фино диспергираните алуминиеви частици.

Таблица 2: Характеристики на полиоли CI 13, CI 14, CI 15

Наименование	ОН-число, mgKOH/g	Киселинно число, mgKOH/g	Вискозитет, mPa.s	Големина на металните частици
CI 13	199	0.45	Osc- 13900 Rot- 13600	1-150µm
CI 14	305	0.46	Osc- 7750 Rot- 7580	1-350µm
CI 15	433	0.73	Osc- 2600 Rot- 2450	1-500µm

Свързващи вещества

На базата на рециклат полиолите CI 13 и CI 14 и дифенилметан-4,4- диизоцианат (MDI) са синтезирани полиуретанови свързващи вещества (преполимери). При получаването на преполимерите, е използвано съотношение на полиол: изоцианат 1:2.8 (таблица 3).

Таблица 3: Условия за синтезиране на свързващите вещества (преполимери CIP 3, CIP 5)

Преполимер	Рециклат полиол CI 13 [g]	Рециклат полиол CI 14 [g]	pMDI [g]	Продължителност на процеса [min]	Температура на процеса [°C]
CIP 3	21.5	-	28.5	20	60-80
CIP 5	-	16.5	33.5	20	60-80

Получените свързващи вещества са охарактеризирани по отношение на свободни изоцианатни групи (таблица 4)

Таблица 4: Съдържание на изоцианатни групи

Преполимер	CIP 3	CIP 5
Свободни NCO – групи, [%]	7.75	9.32

Колкото повече свободни NCO- групи има в преполимера, толкова по- голяма ще е вероятността за взаимодействие между свързващото вещество и дървесното брашно в композита. Данните от таблица 5 показват, че изоцианатното съдържание е достатъчно, за да може да протече посоченото по-горе взаимодействие между отделните компоненти.

Резултатите от диференциално сканираща калориметрия показаха, че температурата на встъкляване на преполимер CIP 3 е ниска ($T_g = 17.8^{\circ}\text{C}$). При 58.9°C се отчита ендотермичен пик, характеризиращ интервала на топене на полимера. Екзотермичният пик при 121.7°C показва, вероятно протичаща реакция между хидроксилните и изоцианатните групи, а този при 183.3°C предполага реакция на изоцианатните групи помежду си, т.е. протичаща реакция на тримеризация.

ДСК на преполимер CIP 5 показва: температурата на встъкляване- 21.6°C и пик на тримеризация на изоцианатните групи при 197.3°C .

2.2.1.2 Полиоли и свързващи вещества от ПЕТ магнитни ленти

Полиоли

Рецептурите за получаване на полиолите на база ПЕТ - магнитни ленти и данните от тяхното охарактеризиране са представени в таблици 5 и 6.

Таблица 5: Рецептури за изготвяне на полиоли MB 8, MB 9, MB 10, MB 11

Наименование	ПЕТ, %	DEG, %	ADS, %	Глицерол, %
MB 8	28	39.6	16.04	3.76
MB 9	30	48.3	14.4	2.96
MB 10	35	45.1	13.4	2.2
MB 11	37	45.1	8.7	2.2

Получените полиоли представляват хомогенна смес с фино дисперигирани в обема ѝ частици на метални оксиди. Тези частици се получават от покритието на магнитните ленти.

Таблица 6: Характеристики на полиоли MB8, MB9, MB10, MB11

Име	ОН-число, mgKOH/g	Киселинно число, mgKOH/g	Вискозитет, mPa.s
MB8	416	0.36	Osc- 830 Rot- 760
MB9	341	0.85	Osc- 1160 Rot- 1100
MB10	326	0.6	Osc- 1540 Rot- 1500
MB11	325	0.79	Osc- 6360 Rot- 5980

Свързващи вещества

На базата на рециклат полиолите MB9 MB11 и дифенилметан-4,4- диизоцианат (MDI) са синтезирани полиуретанови свързващи вещества (преполимери) при съотношение на полиол: изоцианат 1:2.8 (таблица 7).

Таблица 7: Условия за синтезиране на преполимери CIP 6, CIP 7

Преполимер	Рециклат полиол MB 9 [g]	Рециклат полиол MB 11 [g]	MDI [g]	Продължително ст на процеса [min]	Температура на процеса [°C]
CIP6	15.26	-	34.74	15	60-80
CIP7	-	14.6	35.4	13	60-80

Получените свързващи вещества са охарактеризирани по отношение на свободни изоцианатни групи (таблица 8).

Таблица 8: Съдържание на свободни изоцианатни групи

Преполимер	CIP6	CIP7
Свободни NCO – групи, [%]	10.08	8.15

Резултатите от диференциално сканираща калориметрия показаха, че температурата на встъкляване на преполимер CIP6 е ниска ($T_g = 17.4^{\circ}\text{C}$). Наблюдава се ендотермичен пик, характеризиращ интервала на топене на полимера $60-90^{\circ}\text{C}$. Екзотермичният пик при 120°C показва, вероятно протичаща реакция между хидроксилните и изоцианатните групи, а този при $160-300^{\circ}\text{C}$ протичаща реакция на тримеризация.

ДСК на преполимер CIP7 показва: температурата на встъкляване - 29.9°C , интервалът на топене ($90-120^{\circ}\text{C}$) и пик на тримеризация на изоцианатните групи при 135.9°C .

Реологични свойства

Резултатите от изследванията на вискозитета на получените свързващи вещества, в условия на загряване и последващо охлаждане в температурния интервал $75-130^{\circ}\text{C}$, показаха, че протичат взаимодействия, водещи до структуриране и съответно до повишаване на вискозитета след охлаждането.

Таблица 9: Обобщена характеристика на използваните СВ

СВ	Показатели				Изоц. съдърж., %	Вискозитет, mPa.s		
	Твс.	Тт.	Тх.в.	Ттр.		η_z	$\eta_{охл.}$	$\eta_{\square\square}$
CIP 3	17,8	40-60	90-125	170-190	7,75	10^8	$7 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^8$
CIP 5	21,6	30-45	130-145	180-200	9,32	$15 \cdot 10^4$	$27 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^5$
CIP 6	17,4	60-90	110-130	160-300	10,08	$2,5 \cdot 10^5$	$25 \cdot 10^5$	$22,5 \cdot 10^5$
CIP 7	29,9	90-120	135-150	170-210	8,15	$4 \cdot 10^6$	$9 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$

2.2.2. Дървесно-полимерни композити

За целта са използвани немодифицирано и модифицирано дървесно брашно (съгласно патент с двукомпонентна купри редукиционна система). От изготвените свързващи вещества, подходящи за получаване на дървесно- полимерни композити са преполимерите: CIP 3, CIP 6 и CIP 7.

Първоначално са изготвени композитни образци (PLC1÷PLC12) с двата вида немодифицирано и модифицирано дървесно брашно и преполимер CIP 3. Вариращи са параметрите на процеса на пресоване (налягане, продължителност и температура на пресоване), с цел да се определят

Journal of International Scientific Publication:
Materials, Methods & Technologies, Volume 4, Part 3

оптималните условия, при които да се получат композитни материали с определени характеристики.

Като проби за сравнение са получени ДПК без съдържание на свързващо вещество (PLC 1.1, PLC 1.2)

Условията на изготвяне на композитните образци са дадени в таблица 10.

Таблица 10: Условия за изготвяне на композитни образци с преполимер CIP3

Наимено- вание	CIP3, %	Немодиф. брашно, %	Модиф. брашно, %	Налягане при пресоване, kg/cm ²	Температура, °C	Време, min
PLC 1	20	80	-	10 000	100	15
PLC 2	10	90	-	10 000	100	15
PLC 3	20	80	-	12 000	80	10
PLC 4	10	90	-	12 000	80	10
PLC 5	20	80	-	15 000	110	20
PLC 6	10	90	-	15 000	110	20
PLC 7	20	-	80	10 000	100	15
PLC 8	10	-	90	10 000	100	15
PLC 9	20	-	80	12 000	80	10
PLC 10	10	-	90	12 000	80	10
PLC 11	20	-	80	15 000	110	20
PLC 12	10	-	90	15 000	110	20
PLC 13	10	90	-	15 000	120	10
PLC 14	20	80	-	15 000	120	10
PLC 15	10	-	90	15 000	120	10
PLC 16	20	-	80	15 000	120	10
PLC1.1	-	-	100	15 000	120	10
PLC1.2	-	100	-	15 000	120	10

След установяване на оптималните условия са получени композити и със свързващите вещества CIP6 и CIP7 (таблица 11).

Таблица 11: Изготвяне на ДПК с преполимери CIP 6 и CIP 7

Наименование	CIP 6, %	CIP 7, %	Модиф. брашно, %	Налягане при пресоване, kg/cm ²	Температура, °C	Време, min
PLC P6.1	10	-	90	15 000	120	10
PLC P6.2	20	-	80	15 000	120	10
PLC P7.1	-	10	90	15 000	120	10
PLC P7.2	-	20	80	15 000	120	10

Получените свързващи вещества придават здравина на дървесно полимерните композитни материали. Различните преполимери подсилват в различна степен образците. За да се определи кой преполимер влияе най-много върху здравината на материала, са определени физико-механичните показатели на ДПК.

2.2.2.1 Физико-механични показатели

2.1.1 Якост на опън, модул на еластичност, удължение при опън и скъсване

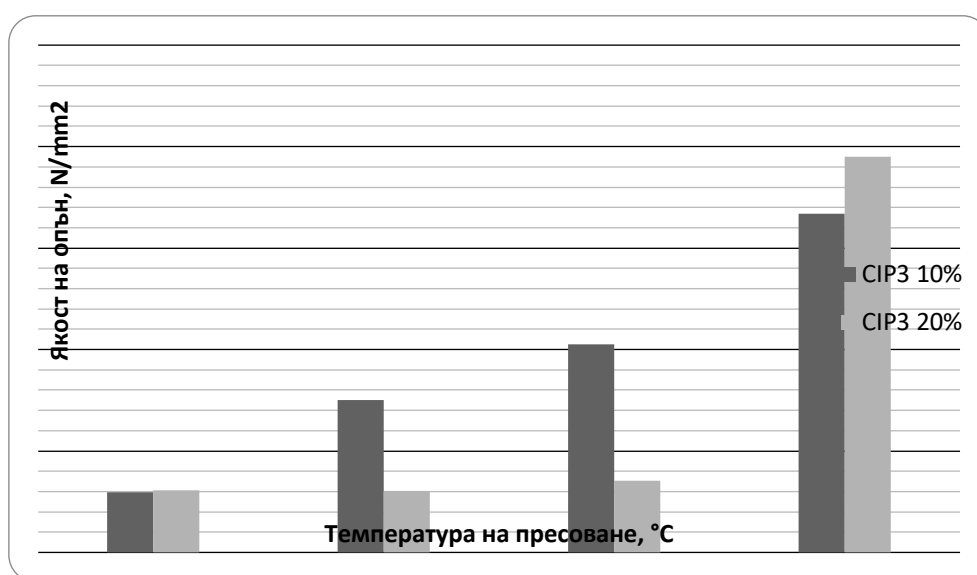
Данните от измерванията са представени в таблица 12.

Таблица 12: Якост на опън на ДПК

Проба	Модул на еластичност (E) [N/mm ²]	Якост на опън (σM) [N/mm ²]	Удължение при опън (εM) [%]	Удължение при скъсване (εB) [%]
PLC1	1283	3.021	0.997	1.014
PLC2	1480	7.499	0.867	0.938
PLC3	1386	3.065	0.931	0.973
PLC4	715	2.977	0.983	1.030
PLC5	2326	3.526	1.008	1.095
PLC6	2113	10.239	0.831	0.896
PLC13	2689	16.7	0.76	0.65
PLC14	3513	19.5	0.56	0.73
PLC15	4049	20.9	0.51	0.86
PLC16	5799	26.5	0.43	1.050
PLC1.1	3085	4.165	0.162	0.155
PLC1.2	3131	9.828	0.757	0.789
PLC P6.1	2509	16.0	0.67	0.94
PLC P6.2	3582	17.3	0.43	0.58
PLC P7.1	3763	18.8	0.47	0.61
PLC P7.2	3610	22.7	0.62	0.81

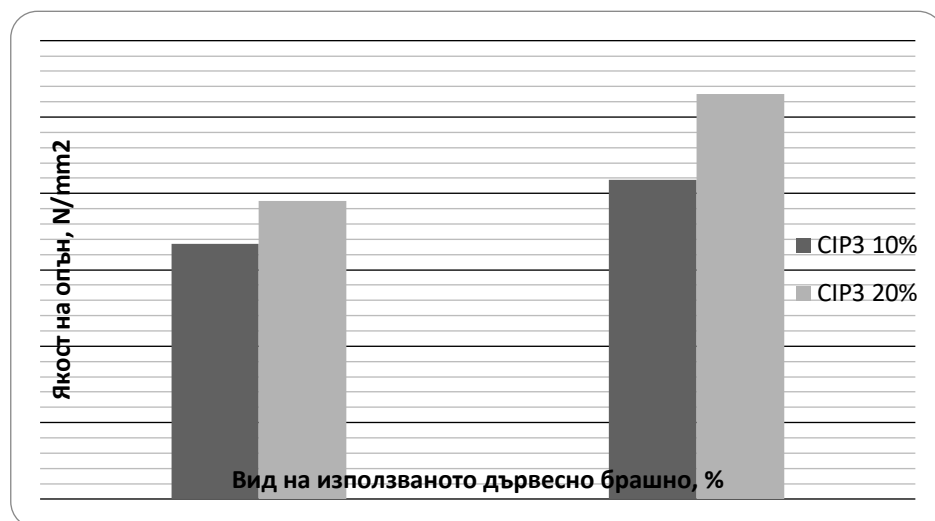
От данните в таблица 12 (съобразени с условията на получаване на ДПК от таблица 11, 12) може да се направи следното обобщение:

- С увеличаване на налягането от 10 000 до 15 000 kg/cm², се получават ДПК с подобрени физико-механични показатели, поради което за предпочитане е пресоването да се провежда при 15 000 kg/cm²;
- Продължителността на пресоване не влияе съществено върху физико-механичните показатели на ДПК;
- ДПК със свързващи вещества СІР 6 и СІР 7 са получени при установените оптимални налягане на пресоване (15 000 kg/cm²) и продължителност 10мин.



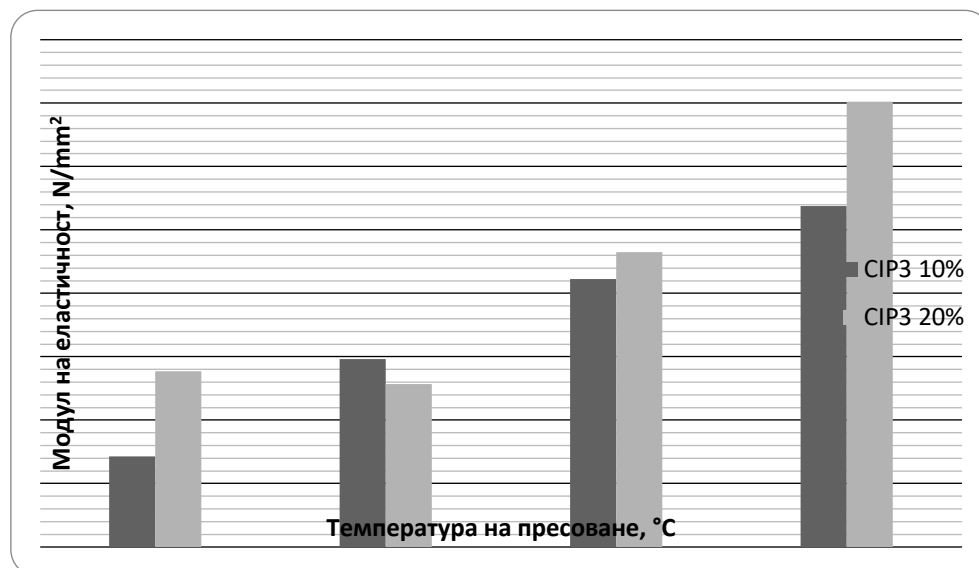
Фиг.1 Якост на опън на ДПК с СІР 3

От фиг.1 се вижда, че с увеличаване температурата на пресоване постепенно се повишава якостта на опън при образците, съдържащи 10% СІР3, а при СІР3, 20% значимо повишаване се постига едва при 120°C.

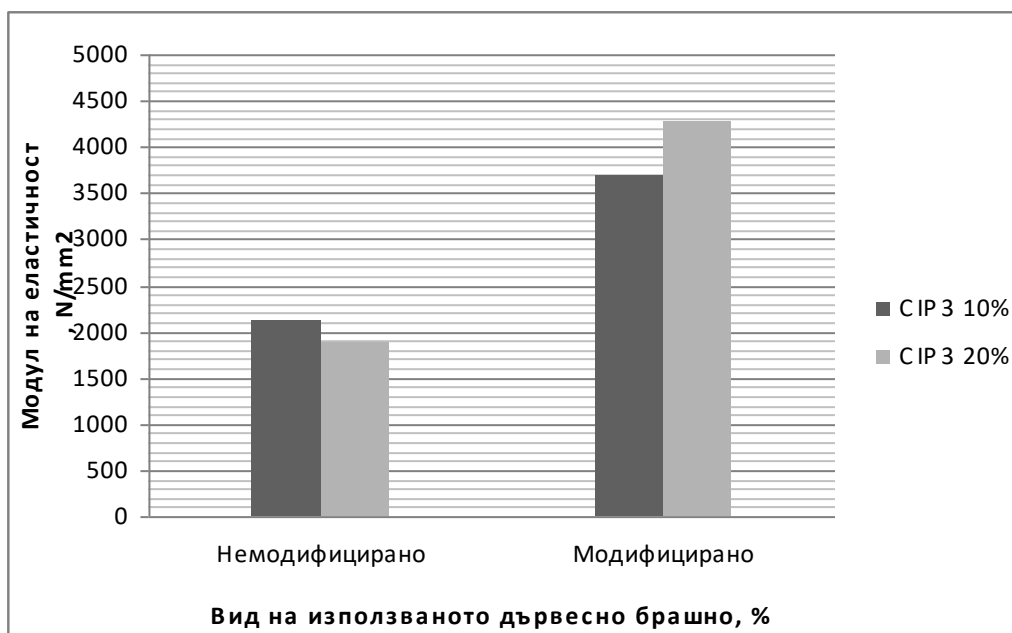


Фиг.2 Якост на опън на ДПК в зависимост от вида на използваното брашно

Данните от фиг.2 показват по-висока якост на опън на ДПК със модифицирано дървесно брашно в сравнение с немодифицираното, като и при двата вида брашно използването на 20% CIP 3 дава по-високи стойности на показателя.

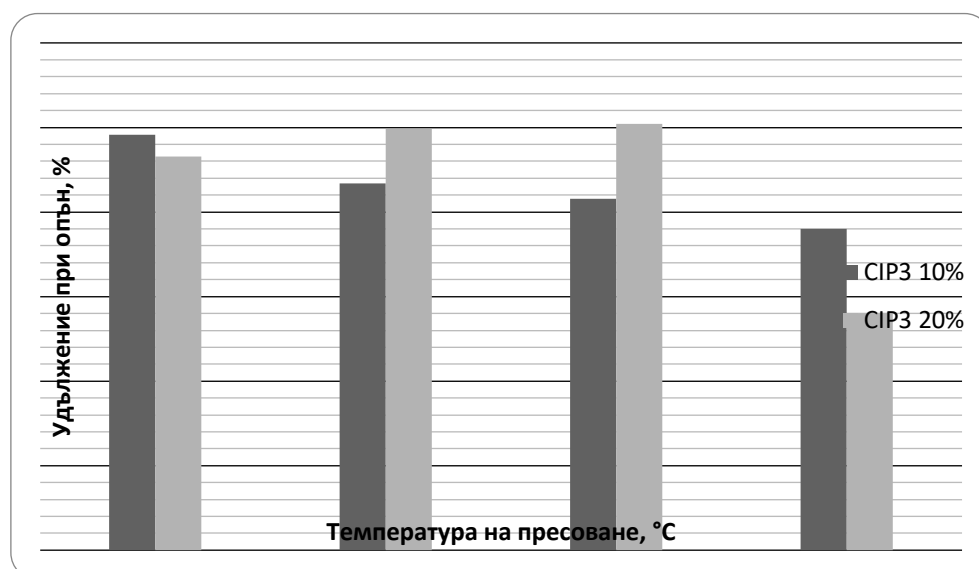


Фиг.3 Модул на еластичност на ДПК в зависимост от температурата на пресоване

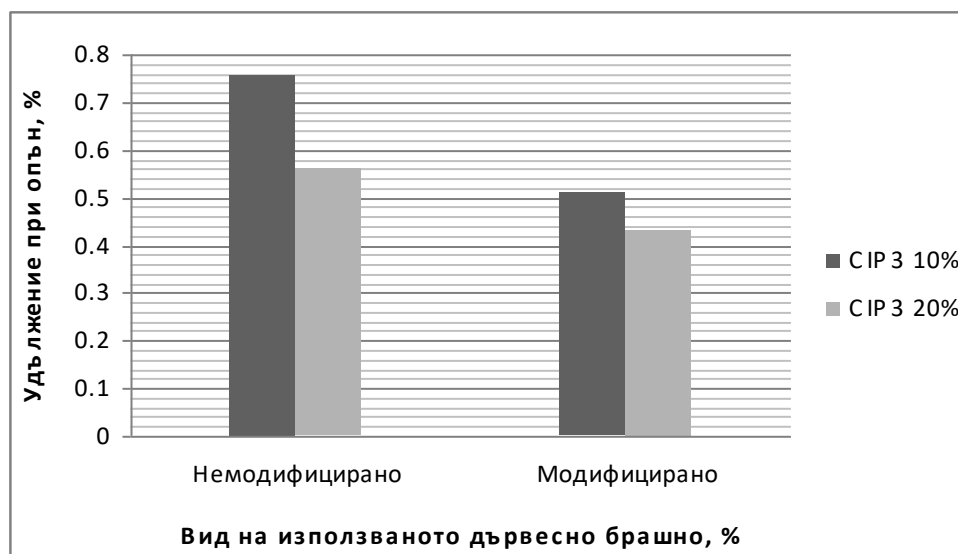


Фиг.4 Модул еластичност на ДПК в зависимост вида на използваното дървесно брашно

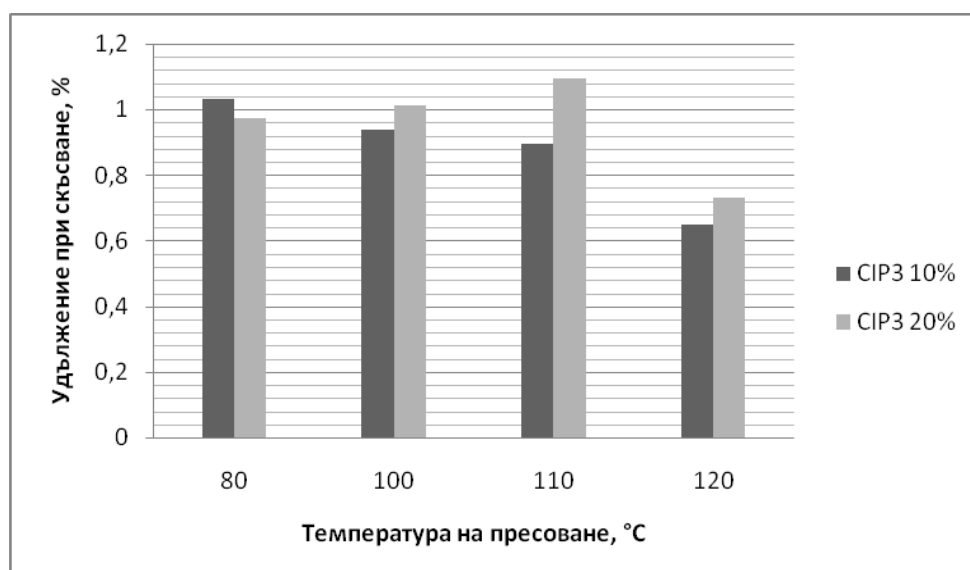
По отношение показателя модул на еластичност се наблюдават почти същите зависимости както при якостта на опън, т.е. най- висок модул на еластичност се получава с 20% CIP3 при 120°C.



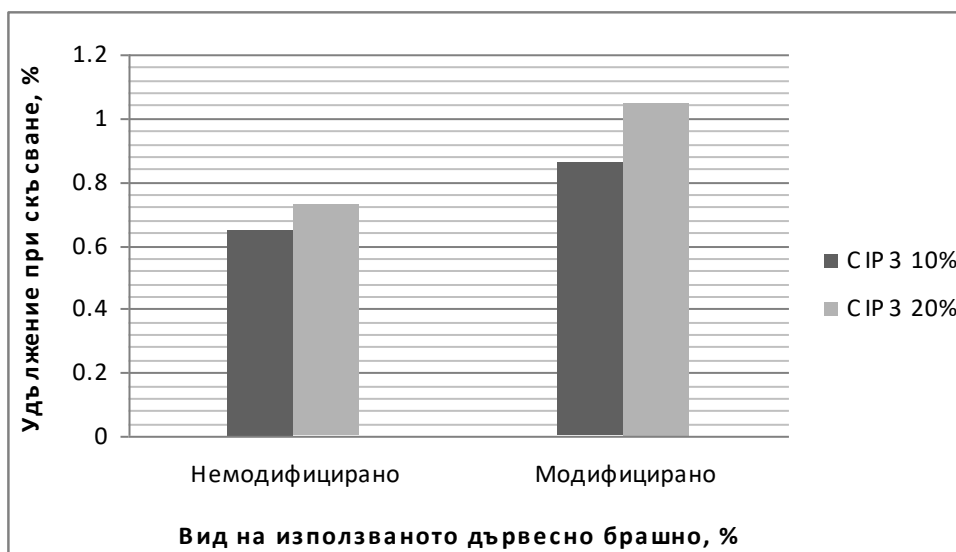
Фиг.5 Удължение при опън на ДПК в зависимост от температурата на пресоване



Фиг.6 Удължение при опън на ДПК в зависимост от вида на използваното дървесно брашно



Фиг.7 Удължение при скъсване на ДПК в зависимост от температурата на пресоване



Фиг.8 Удължение при скъсване на ДПК в зависимост от вида на използваното дървесно брашно

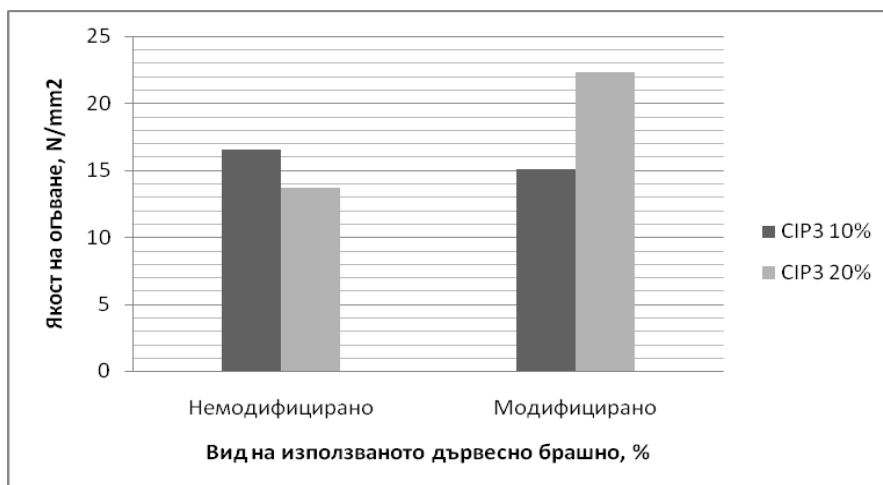
Удължението при опън и при скъсване на ДПК в зависимост от температурата на пресоване при 10% CIP3 постепенно намалява, докато при 20% CIP3 този показател минава през максимум при 110°C (фиг.5, 6, 7, 8).

2.1.2 Якост при огъване

Експерименталните данни са дадени в таблица 13:

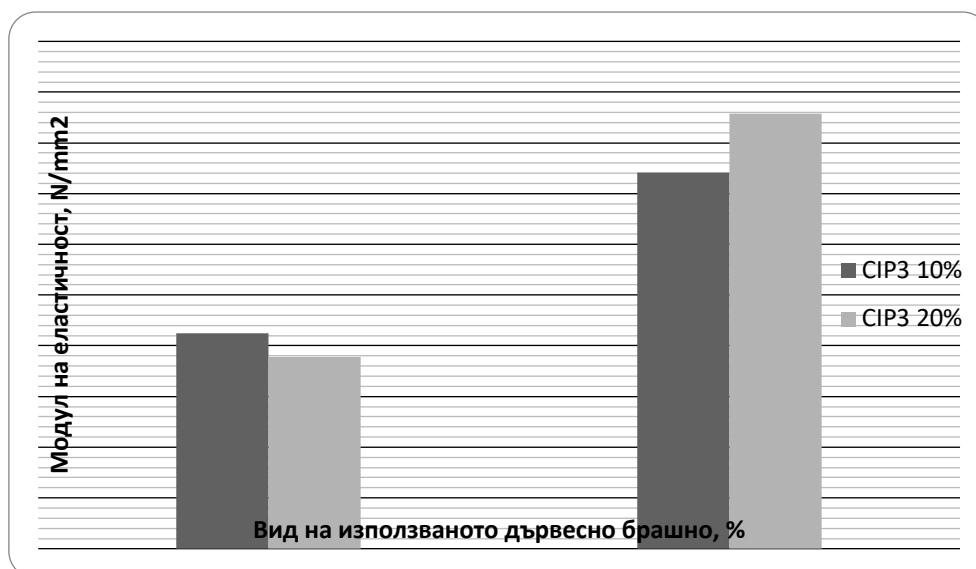
Таблица 13: Здравина при огъване

Проба	Модул на еластичност (E), [N/mm ²]	Якост при огъване (σ_M), [N/mm ²]	Удължение при огъване (ϵ_M), [%]
PLC13	2120	16.534	1.099
PLC14	1887	13.746	1.070
PLC15	3707	15.124	0.434
PLC16	4287	22.338	0.280
PLC1.1	2098	12.065	0.530
PLC1.2	2135	12.981	0.601
PLC_P6.1	2415	8.640	0.385
PLC_P6.2	3453	10.808	0.313
PLC_P7.1	3324	13.069	0.405
PLC_P7.2	3884	17.530	0.476



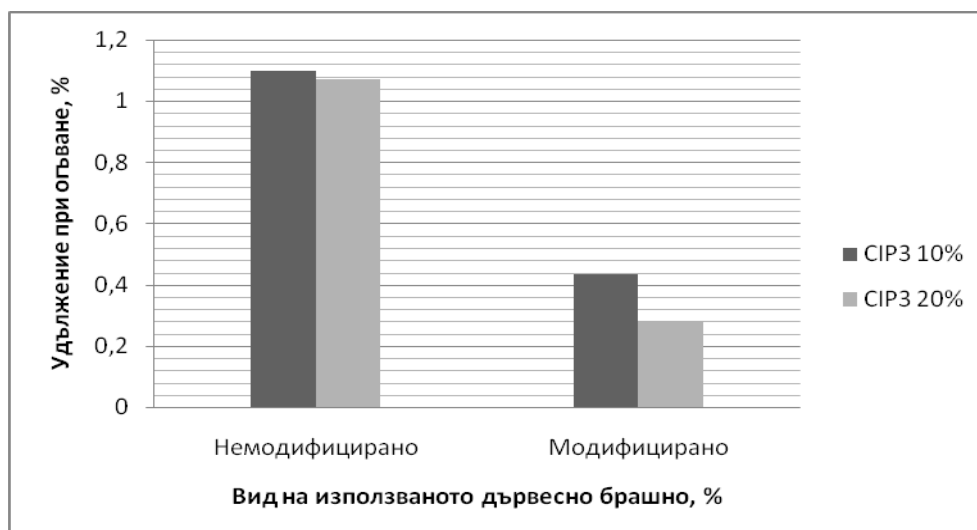
Фиг.9 Якост на огъване на ДПК в зависимост от вида на използваното брашно

По отношение на якостта на огъване с увеличаване % на пълнителя при немодифицирано ДБ, се наблюдава намаляване, докато при модифицираното ДБ якостта се увеличава.



Фиг.10 Модул на еластичност на ДПК в зависимост от вида на използваното дървесно брашно

Модул на еластичност на ДПК в зависимост от вида на използваното дървесно брашно се увеличава при по- голямо количество на пълнителя, особено при модифицираното ДБ.



Фиг.11 Удължение при огъване на ДПК в зависимост от вида на използваното дървесно брашно

Удължението при огъване на ДПК в зависимост от вида на използваното дървесно брашно намалява значително и при двете количества CIP 3 (10% и 20%).

2.2 Дигитална микроскопия

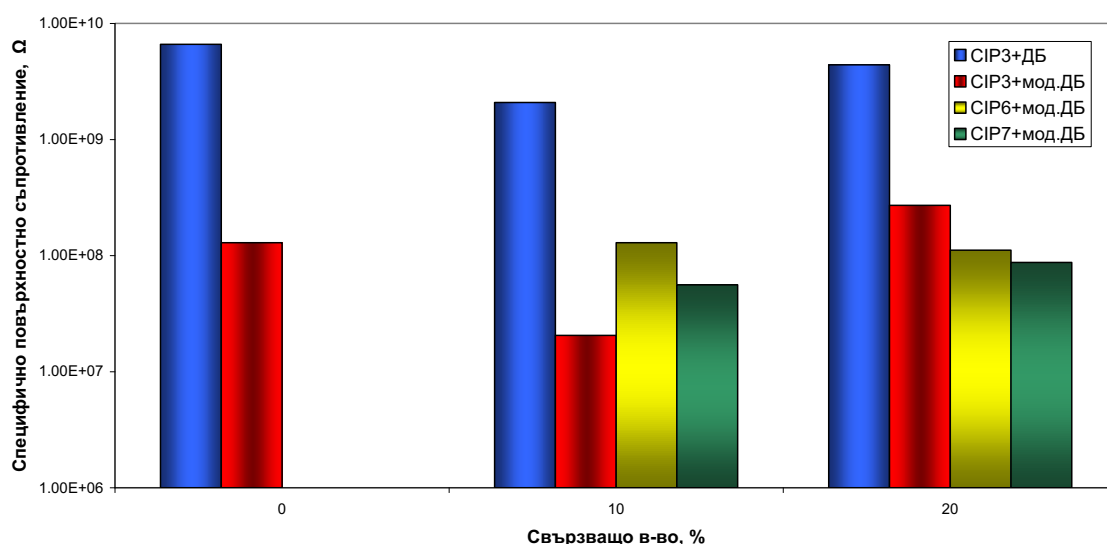
Микроскопските снимки на пробите са заснети на дигитален микроскоп VHX-600. От снимките ясно се вижда, топографията на повърхността на дървесно-композитните материали и че разпределението на свързвател в дървесното брашно е равномерно.

2.3 Електропроводимост на ДПК

Таблица 14: Електропроводимост на ДПК

№	Показатели			Обемно съпротивление, $\rho_v, \Omega.m$	Повърхностно съпротивление, ρ_s, Ω
	CB, %	Немод.ДБ,%	Мод.ДБ, %		
PLC 1	CIP 3, 20	80	–	$1,45.10^9$	$3,84.10^9$
PLC 1.1	–	–	100	$6,67.10^5$	$1,29.10^8$
PLC 1.2	–	100	–	$3,76.10^7$	$6,59.10^9$
PLC 2	CIP 3, 10	90	–	$1,21.10^7$	$3,16.10^9$
PLC 3	CIP 3, 20	80	–	$5,89.10^9$	$9,12.10^8$
PLC 4	CIP 3, 10	90	–	$2,03.10^6$	$9,70.10^8$
PLC 5	CIP 3, 20	80	–	$2,54.10^8$	$1,00.10^8$
PLC 6	CIP 3, 10	90	–	$3,13.10^7$	$8,43.10^9$
PLC P6.1	CIP 6, 10	–	90	$1,45.10^6$	$1,29.10^8$
PLC P6.2	CIP 6, 20	–	80	$8,00.10^5$	$1,11.10^8$

PLC 7	CIP 3, 20	–	80	$4,21 \cdot 10^7$	$5,34 \cdot 10^8$
PLC P7.1	CIP 7, 10	–	90	$6,09 \cdot 10^5$	$5,60 \cdot 10^7$
PLC P7.2	CIP 7, 20	–	80	$3,97 \cdot 10^5$	$8,72 \cdot 10^7$
PLC 8	CIP 3, 10	–	90	$2,98 \cdot 10^4$	$5,64 \cdot 10^7$
PLC 9	CIP 3, 20	–	80	$2,18 \cdot 10^7$	$1,64 \cdot 10^8$
PLC 10	CIP 3, 10	–	90	$1,15 \cdot 10^5$	$2,64 \cdot 10^7$
PLC 11	CIP 3, 20	–	80	$5,38 \cdot 10^8$	$1,37 \cdot 10^9$
PLC 12	CIP 3, 10	–	90	$9,49 \cdot 10^5$	$1,30 \cdot 10^8$
PLC 13	CIP 3, 10	90	–	$2,30 \cdot 10^6$	$2,08 \cdot 10^9$
PLC 14	CIP 3, 20	80	–	$5,39 \cdot 10^6$	$4,40 \cdot 10^9$
PLC 15	CIP 3, 10	–	90	$8,83 \cdot 10^5$	$2,05 \cdot 10^7$

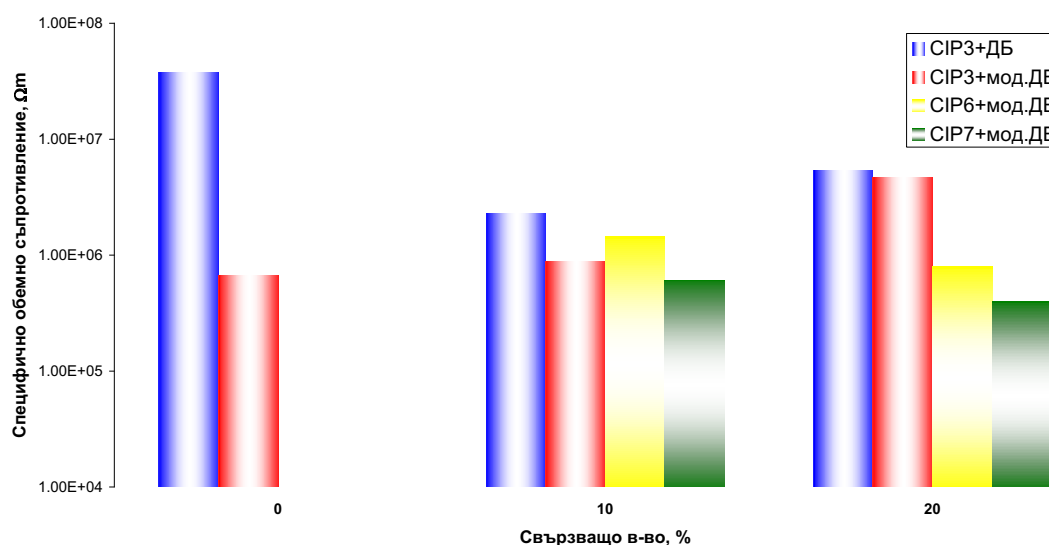


PLC 16	CIP 3, 20	–	80	$4,63 \cdot 10^6$	$2,71 \cdot 10^8$
--------	-----------	---	----	-------------------	-------------------

Фиг.12. Повърхностно съпротивление на ДПК в зависимост от вида и количеството на СВ

Специфичното повърхностно съпротивление значитно намалява при използване на модифицирано ДБ в сравнение с немодифицираното- около 2 порядъка.

СВ в количество 10% водят до известно намаляване на специфичното повърхностно съпротивление, като най-ниска стойност се постига при CIP3. При количество 20% СВ не се наблюдава намаляване на съпротивлението. Най-значимо намаляване на съпротивлението, т.е. повишена електропроводимост се постига при 10% CIP3 и модифицирано ДБ.



Фиг.13 Обемно съпротивление на ДПК в зависимост от вида и количеството на СВ

Специфичното обемно съпротивление, както и повърхностното намалява при използване на модифицирано ДБ в сравнение с немодифицираното. СВ водят до намаляване на специфичното обемно съпротивление при немодифицираното ДБ. При модифицираното ДБ такава зависимост не се наблюдава.

Значимо различие между 10% и 20% СВ при обемното съпротивление се наблюдава само при CIP3.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведените изследвания, свързани с разработване и охарактеризиране на дървесно полимерни макро- и нанокомпозити, дават основание да се направят следните обобщения и изводи:

1. Проведена е модифицираща обработка на дървесно брашно със двукомпонентна купри редукионна система и е получен дървесен нанокомпозит, съдържащ Cu - 3.21% и S - 1.07%.
2. Получени са и са охарактеризирани ароматни полиестерполиоли (АПП) на основата на отпадни полиетилен терефталатни продукти-магнитни ленти с метал оксидно покритие и фолио с алуминиево покритие по метода на гликолиза.
3. Разработени са оригинални полимерни свързващи вещества с ниска температура на топене от отпадъчни ПЕТ-фолио и манитни ленти и p-MDI със специфични характеристики за приложение при дървесно полимерни композити (ДПК) чрез преестерификация на ПЕТ до получаване на полиоли с подходящи свойства за следваща реакция с полиизоцианати.

Установено е, че за получаване на качествени дървесно полимерни композити (ДПК) е удачно да се използва СВ от АПП, притежаващи подходящи температурни интервали на топене и химични взаимодействия, вискозитет и изоцианатно съдържание.

4. Изготвени са композитни образци от модифицирано и немодифицирано ДБ и уточнените свързващи вещества.

Проследено е влиянието на температурата, продължителността на пресоване и количеството СВ върху физико-механични показатели на ДПК.

Установени са оптималните състави и условията на пресоване: температура 120°C, продължителност 10 минути и налягане 15 000 kg/cm² за получаване на модифицирани дървесно полимерни композити с високи физико-механични показатели и ниски стойности на електрическото съпротивление. Изготвени са ДПК с различни свързващи вещества, като най-добри резултати са получени при използване на преполимер СІР 3 в количество 20% и 80% модифицирано дървесно брашно, а по отношение на електропроводимостта с 10% СІР3.

5.Получените ДПК с добри физико-механични показатели при високо съдържание на дървесната компонента и добра електропроводимост, превръща разработените нови композитните материали в нов ценен продукт за практическо приложение.

Авторите изказват благодарност на Фонд “Научни изследвания” при МОМН за оказаната финансова подкрепа за провеждане на изследванията.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pomagaylo A. Rosijski Chemical Journal 2002; 2:64-73.
2. Jnhui He, Takeshi W. The Royal Society of Chemistry 2005; 795-96.
3. Wang L, Brazis P. Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 1998; 519:257-264.
4. Lio Yu Ju. Cem. Mater. 1995; 7:1525-1533.
5. Wang L, Rocci-Lane M. J Am. Chem. Soc. 2000; 122:6629-6640.
6. Tsai H, Schindler L. Chem. Mater. 1997; 9:875-887.
7. Wu C, Marcy H. J. Am. Chem. Soc. 1989; 111; 4139-4141.
8. BP 20617 (1972).
9. Martin C. Acc. Chem. Res. 1995; 28: 61.
10. Lewis L. Chem. Rev. 1993; 93:2693.