



УНИВЕРЗИТЕТ СС. КИРИЛ И МЕТОДИЈ - БИТОЛА
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ - БИТОЛА



ИЛИОС ВИЛОС
АНА КАРАМАНДИ

АМБАЛАЖА



Автори:

Проф. д-р Илиос Вилос

М-р Ана Караманди

Рецензенти:

Проф. д-р Игор Неделковски

Проф. д-р Роберто Пашиќ

Битола, 2024

Издавач:

Технички факултет – Битола

Универзитет „Св. Климент Охридски“ – Битола

Уредник :

Проф. д-р Зоран Јошевски

Претседател на комисија за издавачка дејност

Технички факултет - Битола

ПРЕДГОВОР

Предметот „Амбалажа“ е задолжителен предмет на првиот циклус на студии на отсекоот Графичко инженерство и дизајн во осмиот семестар на Техничкиот факултет во Битола. Недостатокот од основна структурирана литература за овој предмет е причина за изработка на ова издание. Според наставната програма целта на овој предмет е запознавање на студентите со амбалажните производи и материјалите кои се користат за амбалажа. Ова издание ги опфаќа следните поглавија:

1. ПОИМ ЗА АМБАЛАЖА
2. ПРОИЗВОДСТВО НА АМБАЛАЖА ВО ГРАФИЧКАТА ИНДУСТРИЈА
3. МАТЕРИЈАЛИ ЗА АМБАЛАЖА
4. ПОСТАПУВАЊЕ СО ОТПАД ОД АМБАЛАЖА
5. ИНОВАТИВНИ ПРИМЕРИ ЗА АМБАЛАЖА

Првата глава на ова издание содржи кратка историја за амбалажата, го објаснува поимот амбалажа и поделбите на амбалажата според намената и според нејзините основни функции.

Во втората глава се опишуваат процесите за производство на три типа на амбалажа кои може да се сметаат како комплетен производ на графичката индустрија, бидејќи скоро целосно може да се изработат во печатница.

Третата глава ги обработува материјалите кои се користат за изработка на амбалажа. Во оваа глава е опишано добивањето на материјалите, нивните карактеристики и нивното рециклирање, затоа што многу често за изработка на амбалажа се користат рециклирани материјали.

Во четвртата глава накратко се објаснува постапувањето со отпадот од амбалажа и дадени се табели со симболи кои се користат за обележување на материјалите за рециклирање и други симболи тесно поврзани со амбалажата.

Петтата глава опфаќа опис на нови иновативни материјали за амбалажа како замена за веќе постоечките, посебно за полимерите кои како отпад претставуваат најгорлив проблем на денешницата.

Со изучувањето на овој предмет графичките инженери треба да добијат појасна слика за амбалажата како производ и за материјалите кои може да се искористат за нејзина изработка.

Авторите се отворени за сите конструктивни забелешки и предлози на сите кои ја користат оваа книга.

Посебна благодарност им изразуваме на рецензентите д-р. Игор Неделковски, редовен професор, Факултет за информатички и комуникациски технологии – Битола и д-р. Роберто Пашиќ, редовен професор, Технички факултет – Битола, кои со своите сугестии и забелешки придонесоа за конечниот облик на ова издание.

СОДРЖИНА

1. ПОИМ ЗА АМБАЛАЖА.....	5
1.1. Историја на амбалажата	7
1.2. Видови на амбалажа според намената.....	9
1.3. Функции на амбалажата	11
2. ПРОИЗВОДСТВО НА АМБАЛАЖА ВО ГРАФИЧКАТА ИНДУСТРИЈА	27
2.1. Картонска амбалажа	30
2.2. Амбалажа од брановидна лепенка	35
2.3. Амбалажа од полимерна фолија.....	37
3. МАТЕРИЈАЛИ ЗА АМБАЛАЖА.....	39
3.1. Хартија	40
3.2. Дрво	49
3.3. Текстил.....	53
3.4. Алуминиум	59
3.5. Челик	65
3.6. Стакло.....	71
3.7. Полимери	76
3.8. Биополимери и биоразградливи полимери	90
3.9. Ламинати.....	96
4. ПОСТАПУВАЊЕ СО ОТПАД ОД АМБАЛАЖА.....	99
4.1 Симболи за рециклирање.....	102
4.2 Други симболи.....	106
5. ИНОВАТИВНИ ПРИМЕРИ ЗА АМБАЛАЖА.....	109
Прилог бр.1 Листа на илустрации и табели	117
Библиографија.....	120

ПОИМ ЗА АМБАЛАЖА

Што е амбалажа, како таа се развила, кои се нејзините намени и функции

1. ПОИМ ЗА АМБАЛАЖА

Амбалажа или пакување значи материјал за пакување, замотување или обвивка на производи (*француски emballage*). Амбалажата првенствено служи за сместување и заштита на производите но исто така амбалажата овозможува транспорт, манупалација, складирање во магацини и претставување или изложување на производот во продажните места.



Слика бр. 1 Амбалажа

1.1. Историја на амбалажата

Амбалажата како средство за складирање и пренос на стоки и производи има долга историја и се развива заедно со развојот на човештвото. Во својот ран развој амбалажата била во форма на керамички садови, кошници, животински кожи, вреќи од ткаенина, буриња и каци, дрвени сандаци, а со развојот на општеството, културата, занаетчиството и технологијата, се променуваат и материјалите и формите за амбалажа. Со развојот на рударството почнуваат да се користат стаклени и метални садови и шишиња.



Слика бр. 2 Рачно изработена амбалажа пред индустријализација

Развојот на индустриското производство на производи исто така има влијание врз развојот на амбалажата бидејќи се јавува потреба од складирање и пренос на голем број производи кои брзо се произведуваат во индустриските капацитети.



Слика бр. 3 Индустриски изработена амбалажа од челик

Како амбалажа се појавуваат хартијата, картонот и челикот а се појавуваат и првите капацитети за индустриско производство на амбалажа и материјал за амбалажа.

Со зголемувањето на бројот на произведени стоки, со развојот на трговијата и продажните места и со појавата на големи продавници со самопослужување се јавува потреба од пренесување на соодветни информации во врска со производот. Со ова амбалажата добива нова улога, односно станува и носител на информации. Така, на самата амбалажа се сместуваат сите потребни информации како што се името на производот и компанијата, содржината, намената, рокот на траење на производот и други потребни информации.

Понатаму, со зголемувањето на конкуренцијата на пазарот, освен што треба да внимаваат на квалитетот на произведените производи, производителите треба да внимаваат и на изгледот на амбалажата со цел да бидат конкурентни. Веќе започнува да се обрнува внимание при изборот на материјал за амбалажа, внимание на изборот на форма и боја на амбалажата, внимание на нејзината функционалност и практичност, како и начинот на презентирање на информациите за производот. Се појавуваат посебни капацитети за производство на амбалажа, се развиваат нови материјали и иновативни решенија и производството на амбалажа се зголемува пропорционално со зголемувањето на производството на стоки и производи и нивната конкурентност. Како материјал за амбалажа почнуваат да се користат алуминиум, различни видови на полимери и композитни материјали за амбалажа.

Треба да се спомене дека големо влијание врз амбалажата имаат и промените во стилот на живеење, здравствените и хигиенските навики на луѓето. Денес скоро и да не постои производ кој се продава без амбалажа, а за многу производи се користи и единечна и групна амбалажа.



Слика бр. 4 Историја на амбалажа на Кока-кола 1899 -2023:
Стаклени шишиња, лименки и пластични шишиња

1.2. Видови на амбалажа според намената

Според тоа која е намената на амбалажата или за што се употребува и користи, таа генерално може да се подели на три видови на амбалажа:

1. Примарна амбалажа - амбалажа на самиот производ,
2. Секундарна амбалажа – амбалажа на веќе спакуван производ,
3. Амбалажа за транспорт и складирање.

Примарна амбалажа

Примарната амбалажа се користи за заштита и пренесување на производите се додека тие не стигнат до крајниот корисник. На пример тоа може да биде храна, производи за лична хигиена, различни предмети за домаќинство, алатки, прибори, медицински предмети, електронски уреди и сл.

Примарната амбалажа може да биде тесно поврзана со употребата на производот и да се употребува додека производот не се потроши. Пример за таква амбалажа се различни видови на стаклени и пластични шишиња, тетрапак кутии, тегли, туби, кутивчиња, хартиени и најлонски ќеси, и тн. (сок, паста за заби, крема за раце, чипс и слично).



Слика бр. 5 Примарна амбалажа

Овој вид на амбалажа најчесто има и изложбена функција и е носител на информации во врска со производот.

Секундарна амбалажа

Секундарната амбалажа се користи за пакување на веќе спакувани производи. На пример, за еден парфем стакленото шише ќе биде примарна амбалажа, додека картонската кутија во која е спакувано шишето ќе биде секундарна амбалажа.

Секундарната амбалажа може да се користи и за групно пакување на повеќе производи спакувани во примарна амбалажа, така што производот му е достапен на купувачот во група, а може и да се издвои и да се земе поединечно. Оваа амбалажа го олеснува пакувањето на производите во транспортната амбалажа и ракувањето со производите во малопродажбата.



Слика бр. 6 Секундарна амбалажа

Амбалажа за транспорт и складирање

Амбалажата за транспорт и складирање го олеснува транспортот на спакуваните производи со средствата за транспорт, машините за утовар и растовар, складирањето во магацините и транспортот до продажните места. Оваа амбалажа овозможува производите и примарната амбалажа да стигнат неоштетени при патот од производителот до крајниот корисник. Пример за ваква амбалажа се картонски кутии, дрвени сандаци, палети, различни пластични и метални контејнери, буриња, пластични и дрвени гајби, вреќи и слично.



Слика бр. 7 Транспортна амбалажа

1.3. Функции на амбалажата

Амбалажата треба да исполнува три главни функции:

1. Заштита на производот од надворешни влијанија;
2. Практичност при употреба и манипулација;
3. Добро претставување на производот на пазарот.

Амбалажата треба да овозможи заштита на производот од моментот на негово пакување до моментот на негова употреба од страна на корисникот. Тоа подразбира заштита на производот за времето на транспорт, складирање во магацините, изложување во продажните места, а за некои производи треба да се овозможи и заштита се додека тој производ целосно не се искористи. Амбалажата треба да овозможи заштита од механички, физички, хемиски или микробиолошки промени, а освен тоа и самата амбалажа треба да биде стабилна на вакви промени. Амбалажата треба да го заштити производот од надворешни влијанија, односно да го заштити од:

- Интеракција на производот со амбалажата;
- Промена на температурата;
- Влага;
- UV и електромагнетно зрачење;
- Механички напрегања.

Амбалажата треба да биде практична за користење. Потрошувачот треба да може лесно да ја отвори амбалажата, а ако тоа е амбалажа која не е за една употреба треба да се внимава таа да не се уништи во текот на користењето. Амбалажата треба да биде соодветна за начинот на пакување кај производителот и соодветна за транспорт. Накратко амбалажата треба да биде:

- Практична при користење на производот од страна на крајниот корисник;
- Практична при пакување на производите;
- Практична при транспорт и складирање на производите.

Амбалажата е еден вид „облека“ на производот и таа има функција добро да го претстави производот на пазарот и да го направи конкурентен. Со оглед на ова, амбалажата на еден производ треба да биде привлечна, да информира за производот и да биде што е можно поеколошка. Амбалажата треба да овозможи добро претставување на производот на пазарот со тоа што:

- Има добра естетика;
- Содржи соодветни информации;
- Ја заштитува животната средина.

Заштита на производот од надворешни влијанија

Интеракција на производот со амбалажата

Амбалажата треба да биде изработена од материјал кој при допир со производот нема да влијае врз својствата на самиот производ, но исто така треба да се внимава и производите кои се пакуваат да не влијаат врз својствата на самата амбалажа, односно да не постои интеракција помеѓу производот и амбалажата. Ова посебно се однесува на производи кои се конзумираат (храна, пијалоци, лекови), производи кои директно влијаат врз човековото здравје (козметика, хигиенски производи и сл.), детергенти, хемикалии, но секако и на сите други видови на производи.

Промена на температурата

Многу од производите кои секојдневно ги користиме не се отпорни на екстремни температурни промени. Како резултат на голема промена на температурата некои производи може да претрпат промени на хемискиот состав (храна, лекови, козметика, органски суровини, хемикалии), зголемување или намалување на влажноста на материјалите (пресушување или растворање на производот), раздвојување на различните материјали доколку тие се споени со лепила, зголемување на крутоста и кршливоста на материјалите поради многу ниски температури, менување на формата или ширење поради високи температури, стеснување поради ниски температури и слично. Во следната табела е дадена топлинската спроводливост на одредени материјали.

Табела бр. 1 Топлинска спроводливост на некои материјали

Материјал	Топлинска спроводливост (W/m°C)
Хартија	0.050
Дрво	0.130
Памук	0.060
Алуминиум	250.000
Јаглероден челик	54.000
Челик	46.000
Нерѓосувачки челик	16.000
Стакло	1.050
Полиетилен со голема густина (HDPE)	0.500
Полистирен (PS) експандиран	0.030
PVC	0.190
Воздух	0.024

Амбалажата на производите, обично овозможува минимална и краткотрајна заштита на производите од промена на температурата. Заштитата од промена на температурата зависи од карактеристиките на материјалот за амбалажа и неговата топлинска спроводливост.

Хартијата не може да обезбеди голема заштита од температурни промени, но хартијата во форма на картон и брановидна лепенка поради своите карактеристики може да овозможат поголема топлинска изолација, односно картонот поради својата дебелина, а лепенката поради својата структура која вклучува повеќе слоеви хартија и воздух помеѓу слоевите хартија.

Металите се добри проводници и не обезбедуваат голема заштита од температурни промени.

Подобро топлинска изолација при пакувањето на производите може да се овозможи доколку се користат конфети од полистирен или полистиренски табли за пополнување на просторот околу производите, полистиренски садови, дупли садови и др.

Сразмерно со зголемувањето на дебелината на материјалот се подобруваат и неговите изолациони својства. Во секој случај, каков и да е материјалот за пакување, после подолга изложеност на одредена температура, температурата на спакуваниот производ се изедначува со температурата на средината. Со оглед на тоа, за производите кои треба да се чуваат на одредена температура потребно е да се овозможи дополнително соодветно климатизирање на просторот при нивниот транспорт и при нивното чување во магацините или продажните места.

Некои производители користат термохроматски пигменти или бои за печатење кои што ја менуваат бојата при промена на температурата. Овие бои се користат за печатење на индикатори со што корисникот може да знае дали производот е ладен или жежок за консумирање или едноставно да знае кога е време производот да се стави во ладилник за да не се промени квалитетот на самиот производ. Ова е корисно ако се работи за храна, пијалоци или други деликатни производи кои се консумираат.



Слика бр. 8 Индикатор испечатен со термохроматски пигменти

Влага

Појавата на зголемена влажност може да предизвика распаѓање на хигроскопните материјали, појава на микроорганизми и евентуално корозија на металните материјали за амбалажа. За да може производитите да се заштитат од појавата на влага потребно е да се избере соодветен материјал за пакување.

Влагата или водата може да навлезе во амбалажата во вид на гасовита или течна агрегатна состојба. Навлегувањето на водата може да се случи на местата на спојување на елементите од амбалажата или преку сидот на самиот материјал за пакување кај хигроскопните материјали.

Производитите и амбалажата обично се изложени на делувањето на влагата од воздухот која уште се нарекува и релативна влажност. Кога релативната влажност на воздухот е 100 % тоа значи дека воздухот повеќе не е во можност да прима водена пара. Колку е поголема температурата на одредено количество на воздух, толку повеќе водена пара може да прими. Доколку релативната влажност на воздухот е 100 %, вишокот на влажност од воздухот се издвојува и се таложи во вид на роса врз површините на амбалажата. Доколку површините на амбалажата имаат пониска температура од температурата на околниот воздух исто така се случува таложење на вода врз површините на пакувањата, а процесот се нарекува кондензација.

При пакување на свежи производи како што се овошјето и зеленчукот, можно е



Слика бр. 9 Амбалажи за овошје и зеленчук со отвори за проветрување

да се појави влага во внатрешната страна на амбалажата како резултат на испарувањето на вода од самите производи. Овој проблем некои производители го решаваат со додавање на парче картон на дното од амбалажата.

Металите, стаклото, полимерите и некои видови на ламинати се навлажнуваат само површински и влагата не навлегува во материјалот и не ја нарушува структурата на амбалажата ниту има какво било друго влијание. Влагата може да

биде опасна за амбалажи од челик само доколку е оштетен површинскиот заштитен слој затоа што тоа би предизвикало појава на корозија.

Хартијата, картонот, дрвото и текстилот од природни материјали се хигроскопни материјали односно материјали кои впиваат влага (вода). Овие материјали во својот состав содржат одреден процент на влага која се нарекува рамнотежна влажност, а при нејзино нарушување се нарушува структурата на материјалот за пакување и неговите физички карактеристики. При сушење или намалување на рамнотежната влажност материјалите се собираат и искривуваат, а при зголемена рамнотежна влажност набубруваат и се распаѓаат, со што може да дојде до уништување на производот или појава на микроорганизми.

Микроорганизми обично се појавуваат кај органските материјали затоа што при присуство на влага (над 60%) и погодна температура (од 20 до 40°C) тие претставуваат погодна подлога за нивно размножување. Во микроорганизми спаѓаат бактериите и габите (квасец, мувла). Притоа може да дојде до нагрзување на материјалот од амбалажата, а доколку во таков материјал се наоѓа спакуван органски производ, може да дојде и до оштетување на производот, појава на непријатен мирис и појава на нус производи кои би можеле да бидат штетни доколку производот е наменет за конзумирање.

Појавата на микроорганизми може да се спречи со користење на неоргански материјали за пакување како и употреба на вакумирање и стерилизирање при процесот на пакување.

За апсорбирање на влагата кај некои амбалажи се користи хигрископен материјал како што е гелот силика, кој претставува аморфна и порозна форма на силициум диоксид.



Слика бр. 10 Гел силика

Заштита од UV и електромагнетно зрачење

При пакувањето на производи за широка потрошувачка некои од материјалите за амбалажа треба да овозможат заштита на производот од влијание на видливата светлина, ултравиолетовите и инфрацрвените зраци, посебно за производи кои се чувствителни на овој вид на зрачења. Колкав дел од зрачењето ќе биде рефлектиран, апсорбиран или пропуштен зависи од видот на зраците и карактеристиките на материјалот за амбалажа.



Слика бр. 11 Обоено стакло за заштита од UV зраци

За амбалажа на одредени производи кои треба да се заштитат од зрачење се користи обоено стакло, дупла амбалажа, заштитни слоеви и слично. Карактеристиките на материјалот за пакување може да се подобрат со додавање на UV апсорбери во самиот материјал при негова изработка, ослојување на материјалот или користење на повеќеслојни материјали (ламинати).



Слика бр. 12 Диелектричен слој од пластика со статички рефлектирачки слој

Електромагнетното зрачење може да се спречи со ослојување на амбалажата со метална фолија (често алуминиум) или диелектричен слој од пластика покриен со статички рефлектирачки слој (слично на фарадеев кафез).

Заштита од механички напрегања

Амбалажата е под постојано дејство на механички сили кои доведуваат до негово механичко напрегање. Притоа механичките сили може да бидат динамички и статички. Динамички сили се јавуваат при транспортот на производите со возило и тоа при промена на брзината на возилото, нагло кочење или остра и брза промена на насоката на движење. Овие сили исто така се јавуваат при пад на амбалажата. Статичките сили дејствуваат при мирување. Амбалажата треба да биде доволно цврста за да ја издржи тежината на самиот производ, а доколку повеќе производи се наредат еден врз друг, најдолниот ред треба да ја издржи тежината која ја имаат погорните редови. Статичките сили дејствуваат и при транспорт на производите.



Слика бр. 13 Транспортна амбалажа од брановидна лепенка уништена од механички сили

За да се заштитат производот и неговата амбалажа потребно е да се избере соодветен материјал за амбалажа кој ќе ги издржи сите механички напрегања при негова манипулација. Притоа треба да се размислува за сите три видови на пакување на производот (примарно, секундарно, транспортно).

Дизајнот на формата на амбалажата има големо влијание врз цврстината на амбалажата. Кај брановидната лепенка треба да се внимава на поставеноста на насоката на брановите и нивната должина, кај лимените амбалажи ивиците на амбалажата се прават поцврсти и имаат форма која дозволува редување на производите еден врз друг и правилно распоредување на силите. Кај полимерните амбалажи обично се задебелува делот кој е најподложен на механички напрегања.

Стаклената амбалажа е деликатна и кршлива, па затоа кај ваквите амбалажи за производи дополнително се користи секундарна амбалажа која овозможува стабилност при негова манипулација.

Посебно внимание треба да се обрне кај производи со поголема тежина, бидејќи механичките сили се пропорционални со самата тежина на производот. Исто така треба да се обрне внимание при пакување на кршливи производи.

Заштита од механички напрегања, освен со изборот на материјал за пакување и избор на соодветен дизајн на формата на амбалажата, може да се оствари и со различни додатоци за пакување (влошки) кои се вметнуваат помеѓу примарната / секундарната и транспортната амбалажа или помеѓу производот и амбалажата.

Овие додатоци најчесто се изработуваат од полимери или брановидна лепенка. Полимерите, најчесто полистиренот се користи за изработка на конфети со кои се исполнува просторот помеѓу двете амбалажи. Полистиренот се користи и за изработка на разновидни форми кои се вметнуваат помеѓу производот и амбалажата (на пример кај белата техника). Исто така се користи меуреста фолија изработена од различни полимери со која производите се обвиткуваат. Од брановидна лепенка или картон се изработуваат различни видови на шаблони со засеци кои кога ќе се постават помеѓу примарната и транспортната амбалажа (а во некои случаи и помеѓу повеќе примарни амбалажи), овозможуваат стабилизирање и заштита од удари и триење.



Слика бр. 14 Полистиренски конфети



Слика бр. 15 Додатоци за пакување од полистирен



Слика бр. 16 Влошка од картон



Слика бр. 17 Меуреста полимерна фолија

Практичност при употреба и манипулација

Практичност при користење од страна на крајниот корисник

Материјалот кој се користи за амбалажа како и формата на амбалажата го одредуваат начинот на кој таа ќе се отвора.

Амбалажата од хартија, танките полимерни и метални фолии обично се отвораат лесно, најчесто со кинење. Картонските и пластичните кутии може да имаат капак кој се превиткува или одложува. Лименките може да бидат со капак или со отварачи со напрсток кај производи за еднократна употреба.

Металните, стаклените и полимерните боци со течност може да имаат вградени



Слика бр. 18 Боца со вграден распрскувач

распрскувачи. Различните видови на полимерни и стаклени шишиња, пластичните и металните туби може да имаат капак со винт или со жлебови за наглавување.

Понекогаш за отварање на некои пакувања потребно е користење на дополнителни алатки кои или се продаваат заедно со производот или потрошувачот треба да ги поседува.



Слика бр. 19 Конзерва без отворач и лименка со прстен за отворање



При користењето на одредени производи, амбалажата треба да остане здрава и да го штити производот се додека тој не се потроши (пр. паста за заби, шишиња за пијалоци итн). Кај овие пакувања потребно е да се обезбеди лесно отварање, затварање и дозирање на потребната количина производ која треба да се користи.

Слика бр. 20 Полимерна туба

Амбалажата на производите треба да биде едноставна за отварање. Доколку е сложена за отварање и производот тешко се извлекува од неа, посебно кога се работи за производ кој се користи секојдневно или неколку пати во текот на денот (на пример мастики за цваќање или крема за раце), тоа може да предизвика потрошувачот да почне да употребува друг производ. При користење на вакви пакувања треба да се внимава материјалот да е истраен, односно амбалажата да не се оштети се додека не се потроши производот.



За максимално да се зголеми практичноста на амбалажата и да се одбере соодветен материјал треба да се знае каде ќе се користи производот, дали постојат стандардни места за чување (фрижидер, кујна, фиока, чанта), дали производот ќе се користи со влажни раце, дали е за надворешна употреба и тн.

Слика бр. 21 Чаша за носење



Слика бр. 22 Амбалажа за храна кој ја задржува температурата на храната

При пакувањето на храна многу често се користат полимерни или алуминиумски чинии за да се овозможи директно конзумирање на храната од опаковката без да има потреба од дополнително користење на друга чинија. Полистиренските чинии се користат за да ја чуваат храната загреана додека алуминиумските и други материјали овозможуваат храната дополнително да се загрее доколку има потреба.

Практичност при пакување на производите

При дизајнирање на амбалажата и изборот на материјал за пакување треба точно да се знае на кој начин производот ќе се пакува - дали пакувањето на производот ќе се изведува рачно или ќе се користат специјални алатки и машини. Оваа информација е значајна за да може да се направи амбалажа која ќе го олесни пакувањето на производите и ќе го намали времето потребно за пакување. Помалите производствени капацитети немаат потреба или пак немаат можност за автоматизирано пакување на производите, но големите индустриски капацитети употребуваат автоматизирани машини.



Слика бр. 23 Машина за полнење на шишиња

Ако производите се паковаат со машини амбалажата треба да биде изработена на тој начин што материјалот и димензиите ќе бидат соодветни за машините кои се користат за полнење и затварање на амбалажата. Амбалажата не смее да се оштетува при поминувањето низ машините за пакување.



Слика бр. 24 Машина за пакување во кутии од брановидна лепенка

Изборот на материјал за амбалажа зависи од производот кој се пакува, начинот на пакување и начинот на затворање на амбалажата:

- Картонот и брановидната лепенка обично треба да се превиткаат и залепат со течно лепило или самолепливи траки;
- Хартијата и фолиите од различни материјали служат за обвиткување на производите;
- Полимерната фолија во ролна во вид на ракав прво се полни, потоа се сечи и се затвора со топење или лепило;
- Полимерните и стаклени садови или шишиња се полнат и се затвараат со полимерни или метални капаци; пластичните шишиња обично се во форма на епрувета која се обликува непосредно пред полнењето;
- Конзервите се полнат, затвараат и по потреба се стерилизираат;
- Текстилните вреќи после полнењето обично се затвараат со шиенење;
- Одредени производи имаат потреба од користење на додатоци за пакување од полимери или картон и брановидна лепенка кои треба да се вметнат при пакувањето на производот.



Слика бр. 25 Машина за пакување со полимерна фолија

Практичност при транспорт и складирање

За да се овозможи лесна манипулација со транспортната амбалажа при транспортот и складирањето, таа треба да биде соодветно изработена. Нејзиниот облик треба да дозволува рационално искористување на просторот, лесно редување во средствата за транспорт и магацините и цврстина при редување на производите еден врз друг.

За да се олесни транспортот и складирањето на производите се користат:

- Пакети од брановидна лепенка,
- Палети,
- Контејнери,
- Гајби.

Пакетите од брановидна лепенка се најчесто користена транспортна амбалажа. Тие може да бидат составени од 2 до 7 слоеви и се изработуваат во најразлични најчесто правоаголни димензии кои дозволуваат целосно искористување на просторот и стабилност при поместување затоа што кога ќе се наредат еден до друг нема простор за нивно поместување. Палетите се изработуваат од дрво или пластика и обично имаат стандардни димензии кои се соодветни за нивно користење со вилушкар и дозволуваат оптимално користење на просторот во средствата за транспорт. Контејнерите може да бидат пластични или метални и ги има во различни димензии. Гајбите може да бидат изработени од дрво, пластика или брановидна лепенка во зависност од производот кој треба да се пренесува, а димензиите на гајбите се такви да овозможуваат нивно рачно пренесување и разместување, но исто така и со помош на вилушкар.

Контејнерите и гајбите треба да се добро димензионирани за да овозможат нивно редување едни врз други, додека палетите може да се ставаат една врз друга доколку тоа го дозволува цврстината на транспортното пакување кое се наоѓа на палетата.



Слика бр. 26 Гајба од брановидна лепенка

Добро претставување на производот на пазарот

Естетика на амбалажата

Денес многу се обрнува внимание на изгледот на амбалажата од сите аспекти: изборот на материјалот за амбалажа, формата и бојата на амбалажата, графичкиот дизајн и начинот на презентирање на информациите за производот. Со развојот на технологијата скоро и да не постои ограничување при изборот на овие елементи.

Притоа изборот на материјалот за пакување, како и формата и бојата на амбалажата, треба да бидат соодветни со производот кој се наоѓа во амбалажата. На пример, при изработка на пакување за женски парфем обично се користат стаклени шишиња кои се провидни, имаат елегантна форма и цветни бои. Не би било соодветно парфем да се пакува во стаклено кафеаво шише во кое се пакува пиво или во бело пластично шише во кое се пакува јогурт.



Слика бр. 27 Различна естетика на амбалажа за парфем

Изгледот на амбалажата делува психолошки и може многу да помогне за производот да биде поконкурентен, да се истакне или да привлече одредена таргетирана група на потрошувачи. Посебно се обрнува внимание на изгледот на примарната амбалажа на производите затоа што кај секундарната и транспортната поважно е тие да бидат практични.

Најголемо внимание се посветува на амбалажите за производи кои имаат подолг рок на употреба, со оглед на тоа што тие подолго време се изложени на погледот на потрошувачот со што се ствара слика или имиџ како за производот што се употребува, така и за фирмата која го произведува тој производ, а тој имиџ треба да биде добар.

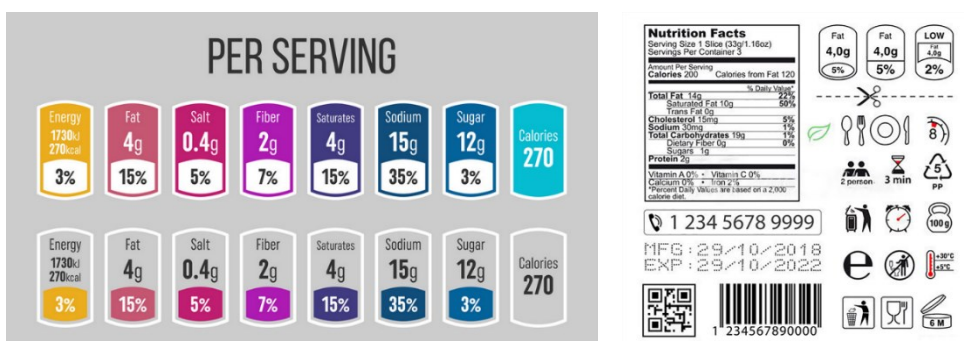
Информативна функција на амбалажата

Амбалажата е носител на информации. Голем дел од амбалажите на производите на себе содржат различни видови на информации и ознаки. Амбалажата претставува сам свој продавач со информациите кои се наоѓаат на неа. Во големите супермаркети потрошувачите не мора да бараат информација од продавачот туку може сами да се информираат во врска со производот, неговите карактеристики и намена, условите за чување и употребување, рокот на употреба.



Слика бр. 28 Амбалажа богата со информации, за подобро информирање искористена е и слика од овошје

Во многу случаи производителот е законски обврзан на амбалажата да стави одредени информации за производот и за амбалажата. Така на амбалажата може да видиме информации за составот, потеклото на суровините, производителот, извозникот и увозникот, рок на траење, температура за складирање, бар кодови (EAN/GTIN), симболи за рециклирање, симболи дека амбалажата е од рециклиран материјал или дека е биоразградлива и слично.



Слика бр. 29 Симболи кои често се користат на амбалажите

Заштита на животната средина

Се поголемата свест за заштитата на животната средина ги прави луѓето грижливи во однос на материјалите кои се користат за амбалажа на производите. Луѓето сакаат да имаат придонес во заштитата на животната средина и кога би имале можност да изберат помеѓу ист производ кој е спакуван во еколошки подобна и еколошки неподобна амбалажа, поголем дел од нив ќе изберат амбалажа која е еколошки подобна.

Од една страна во некои случаи компаниите се законски обврзани за да користат еколошко подобни материјали за амбалажи, а од друга страна тоа го подобрува имиџот или сликата за самата компанија во очите на потрошувачот. Така, се повеќе амбалажи се изработуваат од материјал кој може да се рециклира, од рециклиран материјал, од биоразградлив материјал, потоа често се намалува бројот на омоти околу производот, амбалажата се прави минималистичка или се изработува амбалажа која после употребата може да се пренамени и тн.



Слика бр. 30 Хартиена и пластична чаша

ПРОИЗВОДСТВО НА АМБАЛАЖА ВО ГРАФИЧКАТА ИНДУСТРИЈА

Графичката индустрија соработува со другите индустрии при производството на една амбалажа и нејзина задача се сите печатени елементи на амбалажата - сепак дел од графичката индустрија се занимава со производство на одредени видови на амбалажа

2. ПРОИЗВОДСТВО НА АМБАЛАЖА ВО ГРАФИЧКАТА ИНДУСТРИЈА

Како производи на графичката индустрија може да се вбројат сите производи кои се *подготвуваат* (дизајнираат), *печатат* и се *доработуваат* (сечат, свиткуваат и спојуваат) во печатница и од неа излегуваат како готов производ. На пример, тоа може да бидат производи кои го дополнуваат корпоративниот идентитет (календари, нотеси, флаери, брошури, каталози, постери, банери), производи во издаваштвото (книги, списанија, учебници) и слични производи за кои најчесто како материјал за изработка се употребува хартија, картон или полимерни фолии. Во овој контекст, неколку типа на амбалажа може да се сметаат како производ на графичката индустрија:

1. Картонска амбалажа,
2. Амбалажа од брановидна лепенка и
3. Амбалажа од полимерна фолија,

Амбалажата произведена во печатница најчесто треба да се доработи односно да се свитка или да се затвори надвор од печатницата.

Производството или печатењето на амбалажа обично претставува специјалност на една печатница, бидејќи за оваа намена се потребни специјални машини и постапки за нејзино производство.

Картонската амбалажа во зависност од дизајнот може да има потреба да се пластифицира, лакира, да се направи рељеф на делови од дизајнот, да се печати со златна фолија, да се сечи во одредена форма, да се направат бигови за превиткување и слично.

Амбалажата од брановидна лепенка е обично транспортна амбалажа која треба да се испечати, да се сечи по форма и да се бигова, со тоа што во печатницата може да се направи спојување на еден бочен раб на амбалажата за да се олесни пакувањето на производите во производствените капацитети.

Амбалажата од полимерна фолија е во вид на ќеси кои кај производителот се испорачуваат во вид на ролни или во вид на готови ќеси во зависност од потребите и можностите за пакување на производителот.

Другите видови на амбалажи не се сметаат за производ на графичката индустрија, тие може да се сметаат како медиум за печатење. Амбалажата во вид на садови од различни материјали (стакло, полимери, алуминиум, челик) во печатницата

доаѓа како полуготов производ – веќе оформена, а за да го добие својот конечен изглед таа се печати и потоа во производствените капацитети се полни и се затвора.

Полимерните шишиња кои се оформуваат непосредно пред полнењето обично не се печатат туку се етикетаат или обложуваат со испечатена полимерна фолија. Етикети сепак може да се ставаат и на готови садови од две причини: неможност да се печати врз медиумот или поради рециклирањето на материјалите (пред рециклирање етикетата ќе се отстрани од амбалажата).

Во овие случаи графичката индустрија само го дополнува изгледот на амбалажата која е веќе оформена во посебни капацитети за производство на амбалажа.

Текстилната и дрвената амбалажа може да се печатат пред или после оформување на амбалажата во зависност од тоа што е попрактично.

Кај амбалажата од ламинати, тетрапак и слично, се печати слојот од хартија или алуминиум кој потоа се ламинира со полимер, од печатница излегува во вид на ролни, а се сече и се затвора кај производителот. Изработката на овој вид на амбалажа е посложена затоа што се врши спојување на повеќе амбалажни материјали, а за тоа е потребна специјална опрема.

Изработката на формата на амбалажата и пресметувањето на нејзината механичка издржливост од било кој материјал обично е предмет на индустрискиот дизајн.

Поголеми печатници кои произведуваат амбалажа во Македонија се: АНС, Киро Дандаро, Фустеларко Борец, Софија Богданци, Коста Абраш, Никпромет и други помали печатници.



2.1. Картонска амбалажа

Картонот и лепенката најчесто се користат за изработка на примарна или секундарна амбалажа во форма на кутии. Изработката на картонска амбалажа се состои од следните процеси:

1. Избор на соодветен картон
2. Дизајн на форма
3. Графички дизајн и подготовка за печат
4. Печатење
5. Рељеф / позлата
6. Лакирање / пластифицирање
7. Штанцовање и биговање (сечење и превиткување)
8. Спојување

Тежината (грамажата) на картонот и неговиот состав (еластичност/крутоста) се важни при определување на носивоста на амбалажата, бидејќи таа не треба да се изобличи поради тежината на производот. Исто така, колку е поголем производот



Слика бр. 31 Примарна амбалажа од стакло,
секундарна амбалажа од картон

толку потезок картон треба да се употреби, затоа што доколку се работи за голема плоштина, ако картонот е танок тој ќе се свитка.

Формата на амбалажата треба да биде практична и атрактивна. Практичноста се однесува првенствено на тоа како крајниот корисник ќе ја користи амбалажата, но треба да се разгледа и практичноста од економски аспект. Понатаму треба да се знае дали производот ќе се пакува рачно или на веќе постоечка машина за пакување, дали треба да се прават модификации на машината за пакување, дали амбалажата ќе се спојува со лепило на одредени делови или ќе се спојува без лепење и тн. При изработката на форма на амбалажата, треба да се обрне внимание на деловите од амбалажата кои не се видливи или деловите од амбалажата кои служат за спојување (јазичиња), а по спојувањето на амбалажата се во нејзината внатрешност. Овие делови треба да бидат со доволна широчина доколку се нанесува лепило за спојување или ако не се врши спојување со лепило тие треба да имаат одредена форма која ќе ја задржи амбалажата затворена и стабилна по нејзиното спојување.

Подготовката за печатење претставува подготовка на фајловите за печатење со одредена машина со цел да се добие максимално добар отпечаток. Графичкиот дизајн е посебна психолошка дисциплина која се однесува на пренесување на порака и привлекување на таргетирана група на потрошувачи, а претставува задача на графичкиот дизајнер.

Картонот се печати во табаци и во зависност од големината на табакот треба да се направи распоредување на дизајнот за тој да собере што е можно повеќе примероци од амбалажата.

После печатењето, за дополнително украсување на амбалажата во зависност од графичкиот дизајн, доколку има потреба се прави рељеф или испакнување на одредени места на дизајнот. Кај некои графички дизајни има потреба од позлата на некои елементи од дизајнот.

Лакирањето може да се прави од естетски или од практични причини и истото може да се прави со сјаен или мат лак. Доколку се работи за лакирање на само одредени делови на дизајнот заради естетика тоа се прави најчесто со сјаен лак. Ако се лакира целата површина на опаковката од практични причини (заштита) може да се избере сјаен или матен лак во зависност од ефектот кој треба да се постигне во комбинација со графичкиот дизајн. За заштеда на лак деловите кои се спојуваат не се лакираат, но може да не се лакираат и заради подобро продирање на лепилото за спојување.

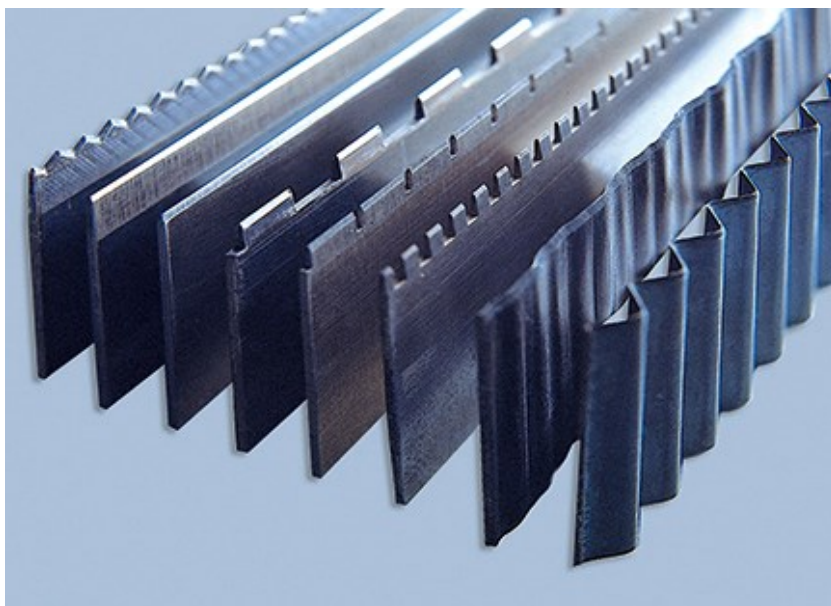
За да се постигне заштита од влага и валкање на амбалажата при допир, табациите може да се ламинираат со танка полимерна фолија, која исто како и лакот може да биде матна или сјајна.

Штанцовањето претставува отсекување на непотребни делови од табакот. Тоа ја одделува амбалажата од табакот, но може да се користи и за правење на прозорчиња (дупки) на амбалажата доколку замислата на дизајнот е производот да биде видлив. Кај некои дизајни може да се залепи прозирна полимерна фолија од внатрешната страна на прозорчето за производот да биде видлив но и заштитен.

Биговањето претставува постапка на втиснување на линии на места каде што картонот треба да се превитка и се прави од практични причини – линиите на превиткување да бидат прави и картонот да не се скине на местото на превиткување.

Спојување на картонската амбалажа доколку се работи за кутии може да се направи бочно со лепило и амбалажата може да се испорача до производителот сплескана и полуготова, со тоа што таа ќе треба да се отвори, да се спојат деловите на дното, да се постави производот во амбалажата и да се затвори горниот дел од амбалажата.

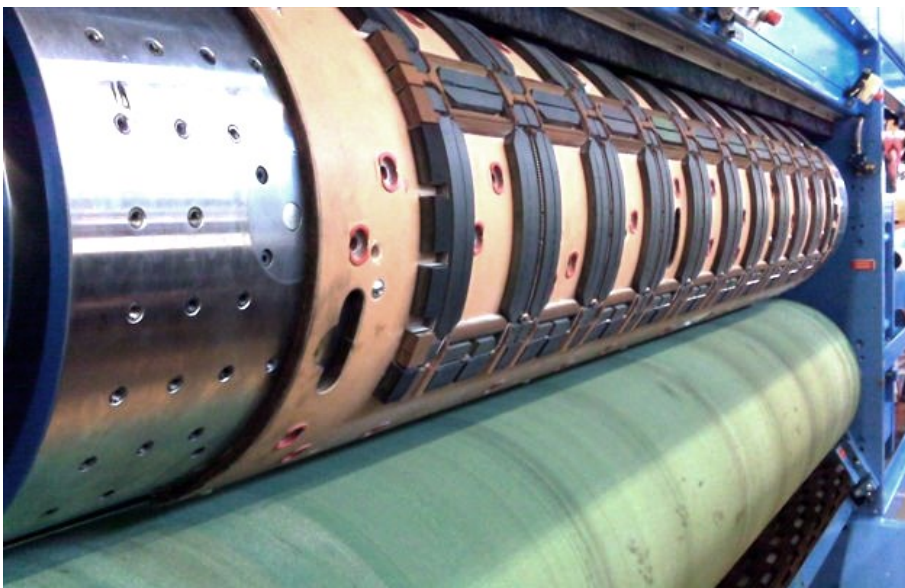
Пакувањето на производите во амбалажа може да се прави рачно или со машини за пакување. Доколку се пакова машински, при изработка на дизајнот на формата на амбалажата, потребно е да се имаат информации за начинот на работа на машината.



Слика бр. 32 Ножеви за штанцовање и биговање



Слика бр. 34 Подготовка на рамна штапц форма



Слика бр. 33 Ротациона штапц форма



Слика бр. 35 Отворена кутија со нејзините елементи



Слика бр. 36 Затворена кутија од бочната страна

2.2. Амбалажа од брановидна лепенка

Од брановидна лепенка најчесто се изработува транспортна амбалажа во облик на кутии. Изработката на амбалажата од брановидна лепенка се состои од следните процеси:

1. Избор на соодветна лепенка
2. Дизајн на форма
3. Подготовка за печат и графички дизајн
4. Печатење
5. Штанцовање и биговање
6. Спојување
7. Додатоци / влошки

Изборот на соодветна брановидна лепенка за амбалажа зависи од тежината на производот или производите кои треба да се спакуваат. Брановидната лепенка може да има 2,3,5 или 7 слоја, со бројот на слоевите се зголемува и нејзината цврстина.



Слика бр. 37 Транспортна амбалажа од брановидна лепенка

Доколку се работи за транспортна амбалажа во која ќе се пакуваат повеќе веќе спаковани производи, дизајнот на формата на амбалажата (кутијата), ќе биде прилично едноставен, како и графичкиот дизајн кој би се состоел од лого и едноставни симболи и ознаки најчесто еднобојни. Доколку се работи за амбалажа која е примарна/секундарна, но воедно и транспортна како на пример кога се

работи за амбалажа на мали кујнски апарати, кутии за чевли, мали но потешки предмети, дизајнот на формата и графичкиот дизајн може да биде посложен, а брановидната лепенка да има потреба од ослојување со бела хартија на која ќе се печати дизајнот и ослојување со полимерна фолија од надворешната страна на амбалажата.

При подготовката за печатење треба да се води сметка за насоките на линиите на брановидната лепенка бидејќи тоа е поврзано со биговањето и превиткувањето на материјалот и неговата цврстина. Биговањето кое е напречно на линиите на брановидната лепенка дава поголема цврстина на амбалажата.



Слика бр. 38 Примарна амбалажа од брановидна лепенка

Исто така при подготовката за печатење треба да се води сметка за дебелината на материјалот за кој се изработува дизајнот на формата (во одредени случаи и графичкиот дизајн), затоа што дебелината може да се движи од 2 до 15 мм, а при склопување амбалажата треба совршено да се затвора. Така, едни страници од амбалажата треба да бидат потесни онолку колку што е дебелината на брановидната лепенка. Ова е многу важно и при изработката на формите за штанцовање.

Во печатницата може да се прави спојување на еден бочен раб на амбалажата. Кај потанките брановидни лепенки спојувањето може да се прави со течно лепило, а кај подебелите со хевтање со метална жица.

Ако од брановидната лепенка се прави транспортна амбалажа, на пример за бела техника, можно е да има потреба од додатоци за заштита на производот, а тие додатоци може да бидат од брановидна лепенка, хартиени калапи или од полимери. Доколку се работи за додатоци од брановидна лепенка, тие може да се изработат во самата печатница.

2.3. Амбалажа од полимерна фолија

Од полимерна фолија се прават ќеси. Амбалажата од полимерна фолија може да биде еднослојна или двослојна. Изработката на амбалажата од полимерна фолија се состои од следните процеси:

1. Избор на соодветна фолија
2. Подготовка за печат и графички дизајн
3. Печатење
4. Спојување на слоевите (ако не е само еден слој)
5. Спојување на вертикалниот раб на ќесата
6. Монтирање на затворачи (по потреба)

Изборот на материјал од кој ќе се изработуваат ќесите се прави во зависност од производот кој ќе се пакува. Печатењето на полимерни фолии се прави со флексо печат (висок печат).

Следен процес е подготовката за печат. При подготовка на дизајнот ако треба да се спојува вертикалниот раб на ќесата, треба да се води сметка за ширината на споениот дел и начинот на спојување, со цел да нема преклопување на елементите на дизајнот или поклопување/пресекување на информациите за производот.



Слика бр. 39 Полимерна фолија

Ако се работи за еднослојна полимерна фолија после печатењето се продолжува со спојување на рабовите, но доколку се работи за двослојна полимерна фолија се продолжува со спојување на фолиите. Обично се печати фолијата која е

прозирна и тоа се печати таа страна од фолијата која ќе се спои со другата полимерна фолија, која најчесто е обоена, со цел да се заштити отпечатокот.

Еднослојната полимерна фолија може да биде отворена или затворена во вид на ракав. Ако е отворена може да се затвори страничниот вертикален раб, кој обично се наоѓа на задната страна на ќесата. Во зависност од потребите и можностите на производителот, може да се затвори долниот раб на ќесата или материјалот може да се испорача во вид на ролна, па самиот производител во процесот на пакување да ги затвора и горниот и долниот раб на ќесата.

Кај двослојната полимерна фолија после спојувањето на фолиите се затвора бочниот раб за да се направи ракав, и во зависност од потребите може да се затвори долниот раб, или истата да се испорача во вид на ролна.

Кај некои ќеси кои треба самостојно да седат исправени може да се направат два странични рабови и дно.

На ќесите од полимерна фолија може да се монтираат различни полимерни затворачи. Пред спојувањето на рабовите може да се додаде пластичен зип затворач или ако се работи за течен/полутечен производ да се додаде затворач со капаче.



Слика бр. 40 Полимерни ќеси со затворачи

МАТЕРИЈАЛИ ЗА АМБАЛАЖА

Кои материјали најчесто се користат за амбалажа, кој материјал е најдобар за пакување на еден производ, како се добива тој материјал и какви се неговите карактеристики

3. МАТЕРИЈАЛИ ЗА АМБАЛАЖА

3.1. Хартија

Карактеристики и состав на хартијата

Хартијата е композитен материјал кој се состои од растителни влакна (целулоза) и од додатоци како што се избелувачи, лепила, полнила и бои. Изборот на видот на влакната, начинот на обработка, како и изборот на хемиски додатоци и полнители зависи од видот на хартија кој треба да се добие и нејзината намена. Во следната табела е претставена поделбата на хартијата според граматурата (маса на еден квадратен метар хартија изразена во грамови):

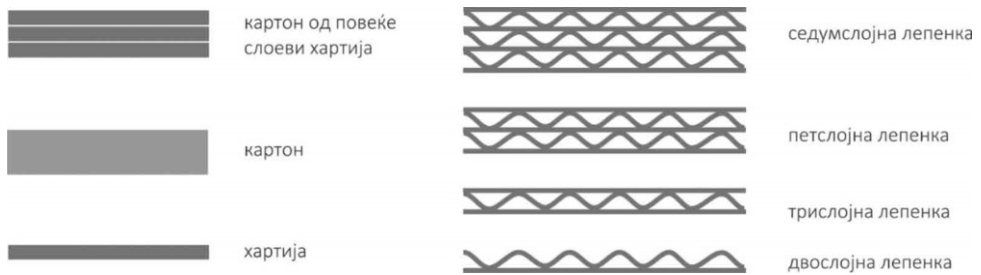
Табела бр. 2 Поделба на хартијата според граматурата

Вид на хартија	тежина (g/m ²)
Лесни хартии	10 - 40
Средно тешки хартии	40 - 120
Тешки хартии	120 - 150
Полу картон	150 - 250
Картон	250 - 600
Лепенка	> 600

Картонот, лепенката и брановидната лепенка се изработуваат од хартија. Картонот во суштина претставува подебела хартија и се изработува со валање како што се изработува хартијата. Лепенката се изработува со спојување под притисок на повеќе влажни слоеви хартија. Брановидната лепенка се состои од повеќе залепени слоеви од рамна и брановидна хартија. Според бројот на слоеви се разликува двослојна, трослојна, петслојна и седумслојна лепенка. Брановите на лепенката може да бидат поголеми или помали, а постојат неколку категории: А, С, В и Е бранови.

Табела бр. 3 Типови на бранови кај брановидна лепенка

Бран	Должина (мм)	Висина (мм)
А	8,0 - 9,5	4,0 - 4,8
С	6,8 - 8,0	3,2 - 4,0
В	5,5 - 6,5	2,2 - 3,0
Е	3,0 - 3,5	1,0 - 1,8



Слика бр. 41 Видови на хартија

Основна суровина за изработка на хартија е целулозата. Според потеклото целулозните влакна се делат на: влакна од повеќегодишни растенија (зимзелени и листопадни дрвја) и влакна од едногодишни растенија (слама, бамбус, трска, памук, лен, коноп, јута).

Содржината на целулоза во суровината, должината и ширината на целулозните влакна од кои зависат карактеристиките на хартијата, се прикажани во следната табела.

Табела бр. 4 Количина на целулоза во суровината и должина и дебелина на целулозни влакна

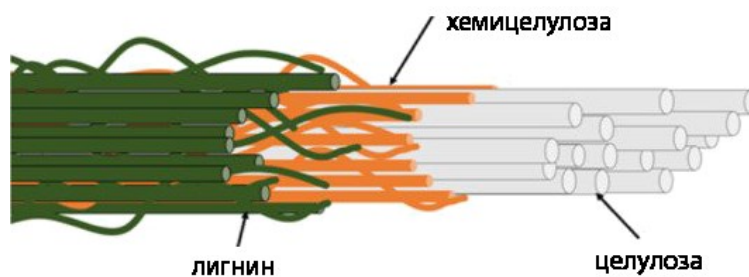
Суровина за производство	Количина на целулоза (%)	Должина на влакната (mm)	Дебелина на влакната (µm)
Памук	90 – 95	10 – 50	12 – 42
Лен	70	15 – 52	12 – 46
Зимзелено дрво	45 – 55	3,5 – 4	33 – 38
Листопадно дрво	58 – 63	1 – 1,5	16 – 40
Слама од пченица	35 – 45	1,6 – 4,6	18 – 24

Растителното влакно се состои од снопчиња клетки и празнини помеѓу тие снопчиња и се состои од три елементи: целулоза, хемицелулоза и лигнин. Дрвото како суровина содржи 45% целулоза, 20 – 30% лигнин, 25% хемицелулоза и 5% смола и неогрански материи.

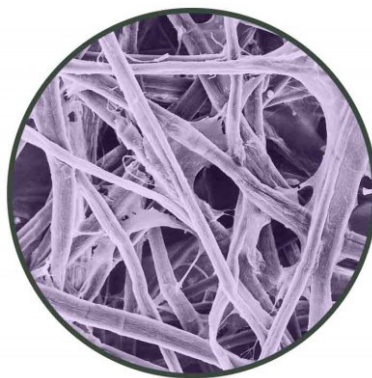
Целулозата претставува полимер. Таа се состои од линеарни макромолекули кои формираат структури наречени фибрили (кои пак се состојат од микрофибрили) кои го формираат клеточниот ѕид на растителните влакна.

Хемицелулозата има слична структура со целулозата. Нејзината присутност во влакната влијае позитивно на изработката и на карактеристиките на хартијата.

Лигнинот исто така претставува полимер, но има поинаква хемиска структура, односно не е составен од јаглеродни полимери. Тој кај растенијата има функција на цврсто лепило со кое се споени целулозните влакна. Лигнинот му дава цврстина на дрвото. При изработка на хартија потребно е целосно да се отстрани затоа што може да ја зголеми крутоста на хартијата и да предизвика нејзино жолтеене.



Слика бр. 42 Состав на растително влакно



Слика бр. 43 Изглед на целулозата во хартијата гледано под микроскоп

Производство на хартија

Производство на хартија ги опфаќа следните процеси кои понатаму се подетално опишани:

1. Ситнење на дрвото;
2. Вареење на дрвото;
3. Мелење;
4. Белење;
5. Додавање на полнила;
6. Боење;
7. Сушење;
8. Доработка.

Процесот на ситнење на дрвото започнува со сеча на стебла, отстранување на крошната, гранките и јазлите на дрвото, потоа се отстранува кората на дрвото која не содржи влакнест материјал и не е пожелна во процесот на производство на целулоза. Трупците од дрвата се користат за други намени, а за изработка на хартија често се користат гранките.

Потоа следува ситнење на дрвото на мали парчиња кое се прави со уред за сечење (дезинтегратор), а димензијата на парчињата треба да биде: должина од 2 до 3 см, ширина од 1 до 2 см и дебелина од 3-5 мм, додека аголот на сечење треба да биде 45°. Вака иситнето дрвото се просејува низ сито при што се отстрануваат големите парчиња и поситните делови. Поголемите парчиња се враќаат на повторно ситнење, а помалите се користат за други намени.

Следна постапка е варење на дрвото. Целулозата од дрво се добива со растворање на лигнитот од меѓуклеточниот простор со помош на реагенси и зголемување на температурата, а потоа влакната се одвојуваат едно од друго со лесно механичко развлакнување. Како реагенс се користи раствор на натриум хидроксид NaOH , и натриум сулфат Na_2SO_4 . После оваа постапка хемикалиите се регенерираат, со што е се намалува загадувањето на животната средина. Основата на овој процес е ослободување на влакната од лигнинот, па процесот се нарекува делигнификација.

Подготовката на хартиената маса (пулпа) опфаќа мелење, додавање на помошните средства (белила, полнила, обојувачи), формирање на хартиена лента и нејзино одводнување, пресување, сушење, ладење, валање и намотување.

Мелењето на влакната, кое се одвива во уреди за мелење (рифажнери), ги подобрува механичките својства на влакната. Целта на мелењето е зголемување на врзувачките сили помеѓу влакната, т.н. вандервалсови сили. За време на мелењето доаѓа до скратување на влакната, дефибрирање или отстранување

на фибрилите од површината на влакната, делење на фибрилите на микрофибрили, па дури и на макромолекули. Со тоа се зголемува површината на влакното која е потребна за да се остварат врски со водата, со другите влакна и со компонентите кои се додаваат во хартиената маса. Целулозните влакна благодарение на својот хемиски состав имаат поларен и хидрофилен карактер. Тие во хартијата формираат сложена порозна структура и овозможуваат врзување со течноста која поминува низ површината на влакната и просторот меѓу влакната.



Слика бр. 44 Процес за производство на хартија

Белењето е процес на отстранување на вишокот лигнин и модифицираните форми на лигнин кои останале после мелењето, развлакнувањето и хемискиот третман на дрвото, со минимално оштетување на целулозните влакна. Најстара постапка на белење на целулозата е со хлор. Наместо хлор, за белење може да се користат раствори на хлориди и хидроксиди, а хартијата која е произведена од целулоза белена на ваков начин се нарекува ECF хартија (Elementar Chlor Free). Хартијата која е произведена од целулоза која е белена со пероксид или кислород во алкална средина се нарекува TCF хартија (Total Chlor Free). Причината за воведување на нови начини на белење е еколошкото производство на целулоза, па хартијата добиена од тој тип на целулоза се нарекува еколошка хартија.

Полнењето на хартијата со неоргански материјал ја намалува транспарентноста на хартијата, ја подобрува глаткоста, ја намалува порозноста, ја зголемува густината на масата, со што се подобрува белината на хартијата и прифаќањето на печатарските бои. Големината на честичките на полнителите се движи од 0,2 до 10 μm . Најмногу се користат неоргански полнители, како што се каолин, калциум карбонат, титан оксид. Уделот на полнителите е од 3% до максимум 30% во однос на количината на целулозни влакна.

Бојењето на хартијата може да се спроведи со додавање на боја во хартиената маса или со бојење на хартијата во сувиот дел на машината за хартија, кога се нанесува како слој. За бојење се користат катјонски или ањонски растворливи пигментни бои.



Слика бр. 45 Пулпа во корито

Наредна постапка претставува сушењето на хартиената маса која е во течна состојба (пулпа). Нејзиното претворање во цврста состојба и добивањето на нејзината конечна форма се врши во постројка која содржи корито, сито, преса, оддел за сушење, валалница и намотувач. Хартиената маса која е во форма на суспензија содржи 0,2 – 1,2% суви материи. Таа се доведува во коритото, а оттаму преминува во делот со ситото, каде што се врши контролирано одводнување на хартиената маса и нејзино формирање. Количината на суви материи во хартиената маса на крајот на ситото се зголемува на 15% - 25%. Водената хартиена лента од ситото преку филц се пренесува до пресата. Со помош на пресата хартијата се одводнува и содржи 40% - 50% суви материи. Потоа хартиената маса се пренесува во делот за сушење каде преостаната вода се отстранува од хартијата по термодинамички пат до сувост од 90% до 95%. По сушењето, хартијата се мазни со валање, се лади, се навлажнува, повторно се лади и се намотува во големи ролни. Доработката и завршната обработка на хартијата опфаќа супер валање, сечење, сортирање, броење, пакување, мерење, а за некои хартии и премачкување (ослојување).

Од хартија се изработуваат пакувања кои се користат за завиткување на производите и пакување во вид на ќеси со различни димензии. Во комбинација со други материјали како полимерни или алуминиумски фолии, хартијата и картонот се употребуваат за изработка на повеќеслојно пакување или ламинати. Картонот, лепенката и брановидната лепенка се користат за изработка на кутии, картонски цевки, влошки и сл.

Процес на рециклирање на хартија

За производство на хартија и производи од хартија се уништуваат голем број на шуми, а при обработката на дрвото се употребуваат хемикалии кои завршуваат како отпадни води.



Слика бр. 46 Мазнење на хартијата

Хартијата е материјал кој се распаѓа релативно брзо (максимум 1 година), не предизвикува загадување на животната средина и од овој аспект не е проблем да се депонира како отпад на отворени депонии, но рециклирањето на хартијата претставува добар начин за заштита на средината од отпадните води, намалување на потрошувачката на енергија и намалување на сечата на дрво. Основна суровина за изработка на хартијата претставуваат целулозните влакна кои наместо со обработка на дрво може да се добијат со преработка на старата хартија. Вака добиените целулозни влакна (секундарни влакна) се користат за производство на хартии за весници, списанија, хигиенски хартии, картон, лепенка и др. Хартијата може да се рециклира ограничен број пати, односно 4 до 8 пати.

Ако старата хартија се користи за производство на погруби хартии тогаш се прави само механичка обработка на влакната, а доколку се користи за производство на графички хартии, покрај механичката обработка се применува и хемиска обработка. За производство на груба хартија може да се користат секакви видови на хартија, додека за производство на графички хартии се користат само одредени видови на хартија.

Процесот на рециклирање на хартија ги опфаќа следните фази:

1. Собирање,
2. Растворање,
3. Чистење,
4. Белење,

5. Додавање на примарни влакна,
6. Доработка.

Освен крајните потрошувачи, собирање и селекција на хартија прават и многу правни субјекти, а од нив може да се добие прилично чиста хартија за рециклирање. Хартијата за рециклирање се собира одделно од другите отпадни материјали и важно е таа да не е контаминирана, во спротивно таа не е прифатлива за рециклирање.

Старата хартија во вид на бали или рефус се става во базен (т.н. пулпер), каде што се раствора со големо количество вода и се добива хартиена каша (пулпа) со концентрација од 6% хартија. За да се исчисти пулпата се става во уред за чистење, каде се филтрира за да се отстранат механичките нечистотии како камчиња, песок, мали парчиња метал, пластика, и тн. Филтрирањето се прави со центрифугални сита.

Овие влакна и понатаму содржат хемиски нечистотии како боја, скроб или други додатоци кои се додаваат при производството и печатењето на графичките хартии (списанија, весници и документи). Отстранувањето на бојата се изведува со додавање на супстанција за пенење и со пуштање на воздух во пулпата. Притоа се создаваат меурчиња кои цела „нечистотија“ од пулпата ја носат на површина во вид на пена од каде што се отстранува.

После чистењето, на хартиената маса му се додава вода за да се добие концентрација од околу 1%, по што таа оди на завршно фино чистење и доколку е потребно, односно, доколку се употребува за графичка хартија таа оди на белење со хидроген пероксид.

Потоа се додаваат примарни целулозни влакна во зависност од тоа каков е квалитетот на добиената пулпа и во зависност од тоа каков квалитет на хартија треба да се добие. Понатаму следува цедење на пулпата преку сита за да се отстрани вишокот на вода, нејзино пренесување во преси каде се отстранува околу 50% од водата, а на крај се загрева до 100°C и во неа останува околу 5% вода. Хартијата потоа се мазни со цилиндри, доколку има потреба се ослојува па се намотува во ролни.



Слика бр. 47 Амбалажа од хартија

3.2. Дрво

Карактеристики на дрвото

Дрвото е еден од најстарите материјали за пакување, но се повеќе се заменува со картон, лепенка, брановидна лепенка, метали и полимерни материјали кои се полесни за изработка и имаат подобри својства за одредена намена.

Поради влакнестата и нехомогена градба на дрвото, материјалот има различни механички својства во надолжна, радијална и тангенцијална насока. Амбалажата од дрво поседува еластичност, тврдост и цврстина, а според тврдоста дрвото се дели на:

- а) Многу меко дрво (смрека, црна топола, липа, бор, врба, елка);
- б) Меко дрво (оморика, ариш);
- в) Средно тврдо дрво (питом костен, орев, брест, чемпрес и црница);
- г) Тврдо дрво (даб, јавор, орев, јасен, бука);
- д) Многу тврдо дрво (дрен, бадем);



Слика бр. 48 Различни видови на дрва

Кога ќе се сечи стеблото од дрвото може да се видат концентрични кругови наречени години кои кажуваат колку е старо дрвото. Ако годините се блиску еден до друг дрвото е поцврсто.

Дрвото е хигроскопен материјал поради афинитетот на целулозата кон вода и при навлажување набабрува, а за да се овозможи заштита од влага тоа се премачкува со заштитни лакови.



Слика бр. 49 Годови на стебло (лево) Штици со годови (десно)

За изработка на амбалажа од дрво се употребува материјал во форма на шперплоча, штици и диреци.

Шперплочата се состои од неколку танки слоја залепени еден со друг, а може да се употребува за мали и лесни дрвени кутии, гајби за овошје и зеленчук и слично.

Штиците може да бидат со различна димензија, а се користат за изработка на транспортна амбалажа во разни облици и големини. Тие може да се употребат како греди за зацврстување при транспорт на тешки предмети, за изработка на калемии со различни димензии и слично. Штици и диреци се употребуваат за изработка на палети.

Производство на материјал од дрво

За да се добие материјал од дрво кој е во состојба да послужи за изработка на амбалажа, дрвото минува низ неколку процеси:

1. Сеча на дрвото и отстранување на гранките и кората;
2. Сушење на дрвото;
3. Сечење на стеблото на парчиња со одредени димензии;
4. Финална обработка со стружење;
5. Заштита со премачкување со лакови и бои.

Сеча на дрвото се прави во период на годината кога лисјата на дрвото ќе паднат од причина што дрвото тогаш содржи најмалку сокови. После сечата се отстрануваат гранките, а кората се лупи со цел побрзо да се исуши стеблото, но и да се отстранат инсектите кои што живеат во кората за да не навлезат и во стеблото. После сушењето, од стеблото се сечат штици и диреци во различни димензии и дебелини. Површината на штиците потоа се мазни и се премачкува со заштитни лакови.

Процес на рециклирање на материјал од дрво

Дрвото е природен материјал кој доколку едноставно се остави на отворено, под дејство на надворешни услови (сонце, влага, микроорганизми), ќе се распадне во рок од неколку години, без да има било какво штетно влијание по животната средина. Сепак рециклирањето на дрвото е покорисно отколку тоа да се остави на депонија.

Поголемите парчиња дрво може да се исечат, истружат, пренаменат и употребат како материјал во градежништвото или како материјал за мебел, огрев и други намени. Доколку дрвото е оштетено или парчињата се мали за да се изврши нивна пренамена, тие може да се сомелат, иситнат и да се искористат за добивање на друг вид на материјал кој се користи за изработка на мебел, односно за добивање на медијапан или иверица. За да се добијат вакви материјали струганиците од дрво се мешаат со лепила, се пресуваат и се оформуваат во вид на табли. Овие табли подоцна може да бидат оплеменети со дрвен фурнир или со полимерна фолија во различни бои, дезени и текстури. Ваквото оплеменување на медијапанот и иверицата се прави со цел да се добие убав изглед на материјалот и истиот да се заштити од влага.

Друг производ кој може да се добие со ситнење на дрвото се пелети и брикети за огрев. Иситнетото дрво се пресоа и оформува. Различните видови на дрво имаат различна калорична вредност кога согоруваат, така и пелетите добиени од различен вид на дрво имаат различна калорична вредност.



Слика бр. 50 Добивање на пелети



Слика бр. 51 Амбалажа од дрво

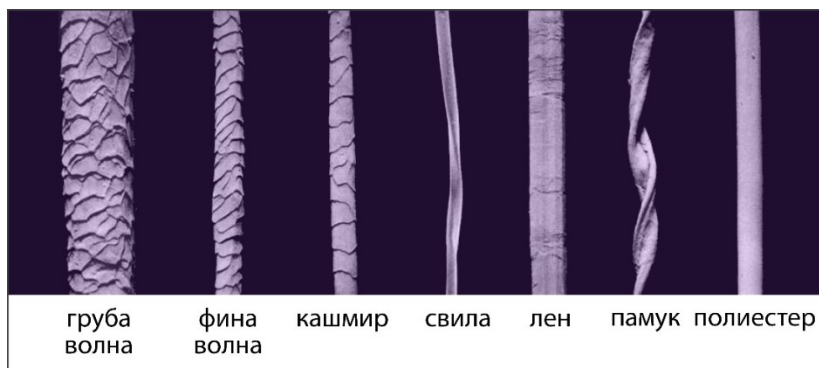
3.3. Текстил

Карактеристики и состав на текстилот

Текстилот или ткаенината во зависност од влакната кои се употребени за изработка може да биде од природно или синтетичко потекло, или мешавина од природни и синтетички влакна. Влакната од растително потекло може да бидат од памук, лен, коноп, јута, бамбус и тн., а од животинско волна, свила. Влакната од синтетичко потекло се изработуваат од синтетички полимери.

Текстилната амбалажа која се изработува од природни влакна е осетлива на влага и сончева светлина, а претставува и погодна подлога за развој на микроорганизми, па затоа природните влакна се повеќе се заменуваат со синтетички влакна и ленти од полимерни материјали.

Од ткаенина се произведуваат воглавно вреќи со различни димензии, со различна густина и начин на ткаење и со различен начин на врзување или затворање. По потреба ткаенината може да се импрегнира. Оваа амбалажа има релативно добра затезна цврстина и е практична поради малата зафатнина и малата тежина. Текстилната амбалажа се употребува за производи за кои е потребен провев. Во зависност од густината на ткаењето ова пакување може да има помали или поголеми отвори кои дозволуваат провев на воздух. Доколку има потреба од поголем провев вреќите се изработуваат со плетење со цел да се добијат поголеми отвори. Отворите може да бидат до толку големи што вреќите може да изгледаат прозирни. Вреќите наместо со конец може да се плетат со полимерни ленти исечени од полимерна фолија. Плетените вреќи се користат како транспортна амбалажа за различни видови на овошје, зеленчук, житарки и други видови на производи. Вреќички од ткаенина често се користат и како декоративно пакување.



Слика бр. 52 Изглед на природни влакна под микроскоп

Производство на ткаенина

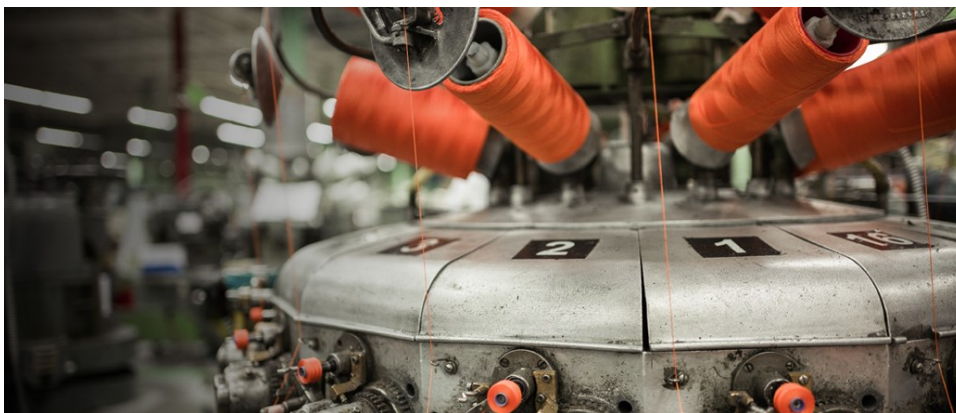
За да се добие ткаенина најпрво треба да се добие конец од кој потоа се ткае ткае. Производството на конец од природни и од синтетички материјали е различно.

Добивањето на конец од природни влакна се состои од повеќе процеси кои зависат од материјалот кој се собира, меѓутоа воглавно се сведуваат на следните процеси:

1. Собирање на влакна
1. Чистење
2. Перење / боене и сушење на влакната
3. Расчешлување / кардање / филц
4. Добивање на преѓа / прамени
5. Истанчување и добивање на танки нитки
6. Предење на конец од повеќе нитки
7. Намотување на конецот

Природниот материјал за изработка на конец кој ќе се собере најпрво се чисти од физички нечистотии, камчиња, песок, ливчиња и др., а потоа се пери, по потреба се бојадисува и се суши. После сушењето материјалот се расчешлува и од него се формираат ленти или прамени. Од прамениите се оформуваат танки нишки конец, а по нивно спојување се добива конец за ткаенина. Добиениот конец се намотува на макари.

Конецот кој ќе се добие може да биде танок или дебел, фин или груб, а тоа зависи од начинот на кој се обработуваат влакната, начинот на намотување и останати хемиски и механички процеси. Секако процесите за пофин конец се подолги и поскапи.



Слика бр. 53 Намотување на конец на макари



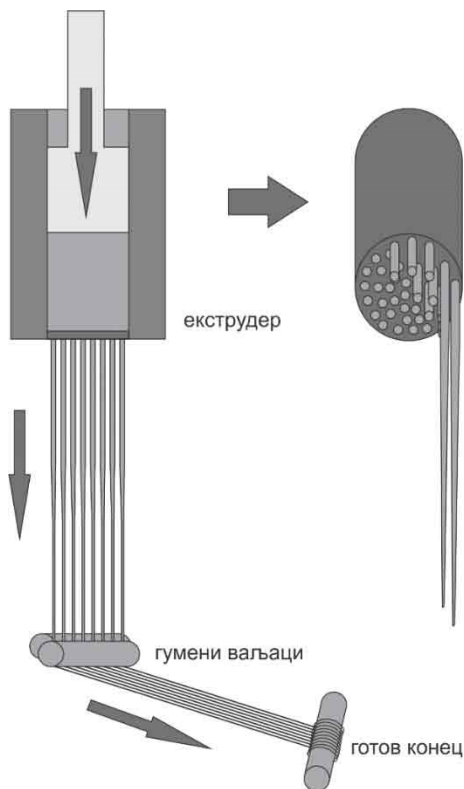
Слика бр. 54 Природни влакна од растително потекло

Добивањето на конец од синтетички влакна се состои од следните процеси:

1. Топење на полимерот
2. Развлекување на влакна
3. Обработка на влакната
4. Предење на конец
5. Намотување на конецот

Полимерите најпрво се топат, па се ставаат во цилиндри кои имаат отвори низ кои излегува стопениот полимер. Стопениот полимер од цилиндерот излегува со помош на притисок (екструзија). Цилиндриците се наоѓаат на одредена височина, па конецот кој излегува има доволно време да се излади. За да може конецот дополнително да се истанчи и да се зајакне се врши валање со помош на гумени ваљаци при што се добиваат полимерни влакна чија што дебелина може да биде колку и на природните влакна. Во текстилната индустрија се користат влакна од синтетички полимери како што се полиестер, полиамид, полиакрилонитрил, полипропилен, полиетилен, најлон, но и од природни полимери – вискоза, ацетат, лиоцел, алгинат, казеин.

Конецот за ткаенина може да биде само од природни или само од синтетички влакна, но може да биде и мешавина од природни и синтетички влакна, во зависност од потребата.



Слика бр. 55
Изработка на полимерни влакна



Слика бр. 56 Полимерни конци

Процес на рециклирање на ткаенина

Независно дали е органска или синтетичка рециклирањето на ткаенината е исто. Процесот на рециклирање на ткаенина се состои од неколку фази. Ткаенината прво се собира и се сортира во зависност од материјалот од кој е направена. После сортирањето материјалот се сечи, се мели на ситни парчиња и се развлекува за да се добијат влакна во вид на филц.

Филцот може да се употребува како полнеж за постелнина како што се јоргани и перници или за поставување на зимски јакни и слично. Тој може да се дообработи и да се употребува како материјал за изолација во градежништвото или за добивање на други видови на филц за други потреби. Освен споменатите производи, влакната од филцот доколку се чисти може повторно да се обработат и да се добие конец од кој повторно ќе се изработи (исткае) ткаенина.

При рециклирањето доколку се рециклира 100% материјал од памук, производот кој ќе се добие на крајот, односно конечот кој ќе се добие ќе биде 100% памучен. Доколку текстилниот материјал кој се рецклира е мешавина, на пример од памучни и полиестерни влакна ќе се добие полусинтетички конец од кој се изработи полусинтетичка ткаенина. При изработката на полусинтетичка ткаенина треба да се нагласи колкава е процентуалната застапеност на различните материјали.



Слика бр. 57 Процес на рециклирање на ткаенина



Слика бр. 58 Амбалажа од ткаенина

3.4. Алуминиум

Карактеристики и добивање на алуминиум

Алуминиумот е метал со бела боја и сиво синкаст сјај. Алуминиумот е трет најзастапен елемент во земјината кора и претставува 8% од нејзината вкупна тежина. Тој не се наоѓа во чиста форма туку се добива од рудата боксит.

Алуминиумот има мала густина (2.7 g/cm^3), точка на топење 660°C , точка на вриење 2470°C , претставува добар термички и електричен проводник, не може да се магнетизира, не оксидира поради заштитниот слој од алуминум оксид Al_2O_3 кој се формира при допирот на алуминиумот со воздух.

Како материјал алуминиумот е мек и жилав, но не е еластичен, а се раствора во силни киселини и бази. За да се подобрат неговите механички својства може да се додадат манган и магнезиум.

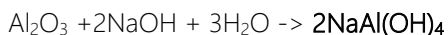
При високи температури алуминиумот малку омекнува, додека при ниски температури не се менува и не станува кршлив, па затоа најчесто се користи за пакување на прехранбени производи кои треба да се стерилизираат или пак да се замрзнат.

Рудата боксит се состои од алуминиум оксид (Al_2O_3) и други соединенија како силициум, титаниум и железо. За да се издвои алуминиум оксидот од другите елементи, бокситот се раствора во раствор од натриум хидроксид при висок притисок и температура.



Слика бр. 59 Боксит

Добиената мешавина содржи раствор од натриум алуминат $[\text{NaAl}(\text{OH})_4]$ и нерастворени бокситни остатоци како железо, силициум и титаниум. При хемиска реакција на алуминиум оксид со натриум хидроксид и вода се формира **натриум алуминат**:



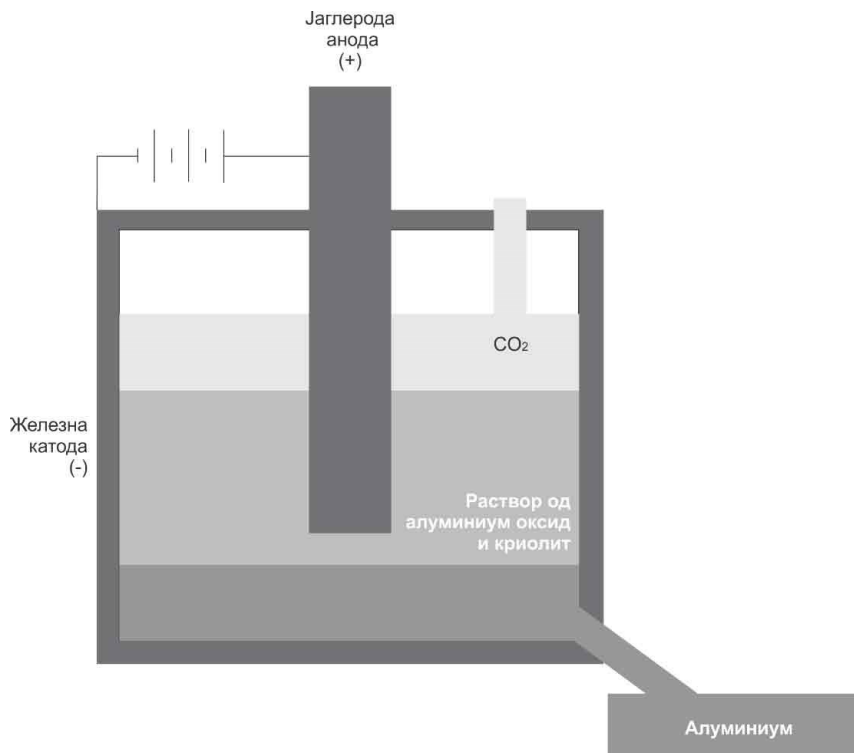
Бокситните остатоци постепено тонат на дното на резервоарот и се отстрануваат, а растворот од натриум алуминат се пумпа во огромен резервоар и се лади. Во текот на ладењето натриум алуминатот се разградува и формира **алуминиум хидроксид** $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ и натриум хидроксид:



Алуминиум хидроксидот формира талог кој што тоне на дното на резервоарот од каде се отстранува. Потоа тој се загрева на $980\text{ }^\circ\text{C}$ при што се формира **алуминиум оксид** според следната реакција:



Од алуминиум оксидот се добива алуминиум по пат на електролиза како што е прикажано на следната слика.



Слика бр. 60 Добивање на алуминиум со електролиза на алуминиум оксид

Електролиза може да се врши само со течност, а бидејќи алуминиум оксидот не е растворлив во вода тој се раствора во стопен криолит (Na_3AlF_6). При реакцијата на јоните се добива алуминиум, јаглерод диоксид и јаглерод моноксид.

Следниот чекор е турање на стопениот алуминиум во калапи и негово стврднување во одредена форма. Добиените блокови или шипки од цврст алуминиум се притискаат со цилиндри за да се добијат плочи.

Производство на материјал за амбалажа

Алуминиумот може да се обработува со валање, пресување и извлекување. Од алуминиумски лим се изработува транспортно пакување, а од потенките алуминиумски лимови се изработуваат лименки за пијалоци, мали конзерви за храна, капаци за шишиња и тегли, од уште потенок лим се изработуваат туби од кои содржината се извлекува со притискање и сл. Алуминиумските фолии се користат за завиткување на производи како путер, чоколада и други видови на производи, за изработка на садови за готова храна која треба да се топли и слично. Алуминиумската фолија се користи и за производство на ламинати за амбалажа.

Деловите од алуминиумската амбалажа се спојуваат со виткање или заварување. Внатрешните површини на алуминиумските садови се обложуваат со органски лак за да се спречи интеракција на металот со производите. Заштита на алуминиумот може да се обезбеди со електролиза при што се користат Al анода и Pb катода, а како електролит се користи сулфатна, оксална или хромна киселина.



Слика бр. 61 Алуминиум

Процес на рециклирање на алуминиум

Со рециклирањето на алуминиум се намалува количината на депониран отпад, се заштедуваат суровините за негово добивање од руда и се намалува загадувањето на животната средина.

Добивањето на алуминиум од рудата боксит е многу поскапо од добивање на алуминум со рециклирање. При рециклирање на алуминиум се троши само 5% од вкупната енергија потребна за негово добивање од боксит. За да се добие алуминиум од бокситот, потребно е копање на рудата, постигнување на температура од 1000 °C и употреба на дополнителни материјали како што се натриум хидрооксид и криолит, така што овој процес троши повеќе енергија и ресурси и предизвикува поголемо загадување на животната средина отколку рециклирањето на алуминиумот.

Процесот на рециклирање на алуминиум од пакување ги опфаќа следните фази:

- Сепарација,
- Балирање,
- Сечење,
- Чистење,
- Топење и
- Оформување.

Во контејнерите за сепарација на алуминиум можно е да се депонират предмети од друг метал најчесто челик кои се визуелно слични на алуминиум. Нивното отстранување може најлесно да се направи со магнет бидејќи алуминиумот не е магнетен метал. Отпадот се движи на трака, а магнетот ги привлекува деловите кои не се алуминиум.

Потоа, отпадот од алуминиум се пресува со хидраулични преси и се оформува во вид на бали со цел да се олесни манипулацијата со материјалот за рециклирање. Доколку се работи за рециклирање на поголеми делови тие мора прво да бидат исечени на поситни парчиња.

Во следната фаза алуминиумот за рециклирање се сечи на мали парчиња во машина за сечење, а потоа се носи на чистење.

Чистењето опфаќа отстранување на заштитните слоеви од амбалажата и бојата која се користи за графичко дизајнирање на амбалажата. За оваа намена се користи тунел со жежок воздух загреан на 550 °C. Парчињата сечен алуминиум бавно се движат на транспортна трака додека во нив дува загреаниот воздух. Издувните гасови поминуваат низ канал со филтер за прочистување, а потоа

топлиот воздух дополнително се загрева за повторно да се искористи со што се прави заштеда на енергија.

Во наредната фаза исечениот и исчистен алуминиум оди на топење во казан на температура од 660 °C во кој веќе се наоѓа растопен алуминиум. Казанот е направен од силициум карбид кој останува цврст до температура од 2730 °C. Растопениот алуминиум се меша со бавни мешалки кои формираат вртлог, па парчињата веднаш се апсорбираат и топат. Печката работи континуирано, при што се овозможува поголема ефикасност и заштеда на енергија.

На крај стопениот алуминиум се тура во калапи за да се формираат алуминиумски блокови или шипки од кои подоцна се изработуваат алуминиумски лимови и фолии за пакување или други видови на производи.



Слика бр. 62 Амбалажа од алуминиум

3.5. Челик

Карактеристики и добивање на челик

Челикот се добива од железо, а железото се добива од повеќе железни руди, но најмногу го има во магнетит (FeMg_3O_4) и хематит (Fe_2O_3) кои се оксиди на железото, сидерит FeCO_3 кој е карбонат, и пирит (FeS_2) кој е сулфид на железото.



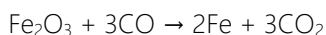
Слика бр. 63 Магнетит (лево) Хематит (десно)

За да се добие сурово железо од рудите, тие треба да се преработат. Металот од овие руди се добива со термичка реакција и јаглерод. Ова се прави во високи печки на температури од околу 2000°C , а јаглеродот се обезбедува во форма на кокс. При овој процес се додава и варовник кој ги отстранува силикатните минерали.

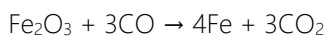
Пред да се стави во печката рудата се мели, се сее, се измива, а потоа се пржи за да се ослободи од водата и јаглеродниот диоксид. За полесно издвојување на згурата која се формира при процесот на производство, ако јаловината е кисела (кварц) се додава калциум карбонат или доломит, ако е базна (калциум карбонат) се додава глина или друг материјал кој содржи силикатна киселина.

Состојките кои се потребни, во печката се додаваат од горниот дел на печката, додека на долниот дел на печката се наоѓа отвор за довод на воздух и отвор за отстранување на стопеното железо како што е прикажано на следната слика.

Во печката, коксот реагира со кислородот во воздухот и се произведува јаглерод моноксид, јаглерод моноксидот реагира со рудата (хематит) при што се добива железо и јаглерод диоксид:

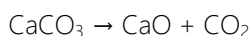


Дел од железото во долниот дел на печката реагира директно со коксот:

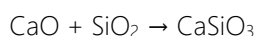


За отстранување на нечистотиите се користи варовник (калциум карбонат) и доломит (калциум, магнезиум карбонат), а каков варовник ќе се користи зависи од рудата која се употребува за добивање на железото.

Варовникот во печката се разградува до калциум оксид (исто така познат како вар):



Потоа, калциум оксидот со силикон диоксидот формираат згура, која лебди врз стопеното железо.



Суровото железо не е чисто железо, односно содржи 4-5% јаглерод и мали количини на други нечистотии како сулфур, магнезиум, фосфор и манган. Поради големата количина на јаглерод ваквото железото е тешко и кршливо. Оваа форма на железо, исто така е познато како леано железо.



Слика бр. 64 А. Дарбиева висока печка со јаглен

Челикот претставува мешавина од железо и други додатоци кои ги подобруваат неговите технолошки својства. Во зависност од составот, односно од нивните додатоци, челиците се делат на јаглородни и легирани челици.

Јаглородните челици содржат јаглород, но може да содржат минимален процент на манган, силициум, фосфор и сулфур и бакар кои сите заедно се во количина помала од 1%, а потекнуваат од самата суровина. Јаглородот кој се додава може да биде максимум 1,7% од вкупната маса на добиен челик. Според тоа колкав процент на јаглород содржат, челиците се делат на:

1. Меки, со помалку од 0.65 % јаглород,
2. Жилави, со 0.85 до 0.95 % јаглород,
3. Полутврди, со 0.9 до 1.2 % јаглород,
4. Тврди со повеќе од 1.4 % јаглород.

Легираните челици, покрај железо и јаглород, содржат и еден или повеќе метали од кои зависат и нивните својства. Стандардниот челик кој се користи за производство на амбалажа за пакување на прехранбени и хемиски производи се состои од:

1. 0.1 % јаглород,
2. 18.5 % хром,
3. 8 % никел и
4. 1.2 % молибден

Челикот со ваков состав е отпорен на оцетна и азотна киселина, додека додавањето на поголем процент на хром, никел и кобалт, челикот го прави отпорен на хлороводородна и сулфурна киселина.

Производство на материјал за амбалажа

Челикот се карактеризира со добри механички и технолошки својства. Тој има голема цврстина при затегнување која се менува со промена на содржината на јаглород, мешање со други метали и преку различни производни и преработувачки постапки. Лесно се кова, извлекува, притиска, свиткува и добро се спојува со заварување, лемење и заковување.

Сепак, челикот има слаба отпорност на корозија, дури и при контакт со слаби киселини, а најчест начин на заштита на челикот од корозија е негово со ослојување со други метали или премачкување со заштитни слоеви. Со ослојување на челикот со хром се добива нерѓосувачки челик кој популарно се нарекува *stainless steel*, *inox* или *rostfrei*.

Со ослојување на челикот со калај се добива таканаречен бел лим. Овој лим претставува тенок челичен лим со мал процент на јаглород, кој од двете страни е

обложен со слој од калај. Обложувањето на челикот се прави со помош на електролиза со калај со чистота од 99,75%. Белиот лим е цврст и растеглив (карактеристики на челикот) и отпорен на корозија (карактеристики на калајот). Челичен лим се користи за производство на лименки за пакување на бои и лакови, различни видови на боци под притисок, за храна која топлински се стерилизира, како и за помошен материјал за пакување како што се капаци и слично. Кога се користи за пакување на храна, белиот лим се премачкува со дополнителни заштитни слоеви кои оневозможуваат реакции помеѓу производот и металот.

Процес на рециклирање на челик

Примарното добивање на челик од руда е скап процес при кој се трошат суровини и енергија и се испуштаат штетни гасови со што се загадува животната средина. Амбалажата од челичен лим се распаѓа со корозија за околу 50-тина години, но рециклирањето секако е подобра варијанта.

Процесот на рециклирање на челик ги опфаќа следните фази:

- Сепарација,
- Балирање,
- Топење и
- Оформување.

Во контејнерите за сепарација на челик можно е да има нечеличен отпад кој може визуелно да се идентификува и рачно да се отстрани. За да се обезбеди сигурно отстранување на нечеличните елементи се користи магнет кој ги привлекува сите потребни елементи од отпадот.

Потоа, отпадот од челични пакувања се пресува со хидраулични преси и се оформува во вид на бали за да се добие поголема густина на отпадоците наменети за претопување и со цел да се олесни манипулацијата со материјалот за рециклирање. Доколку се работи за рециклирање на поголеми делови тие мора прво да бидат исечени на поситни парчиња.

За процесот на топење на челик се користат 2 вида на печки:

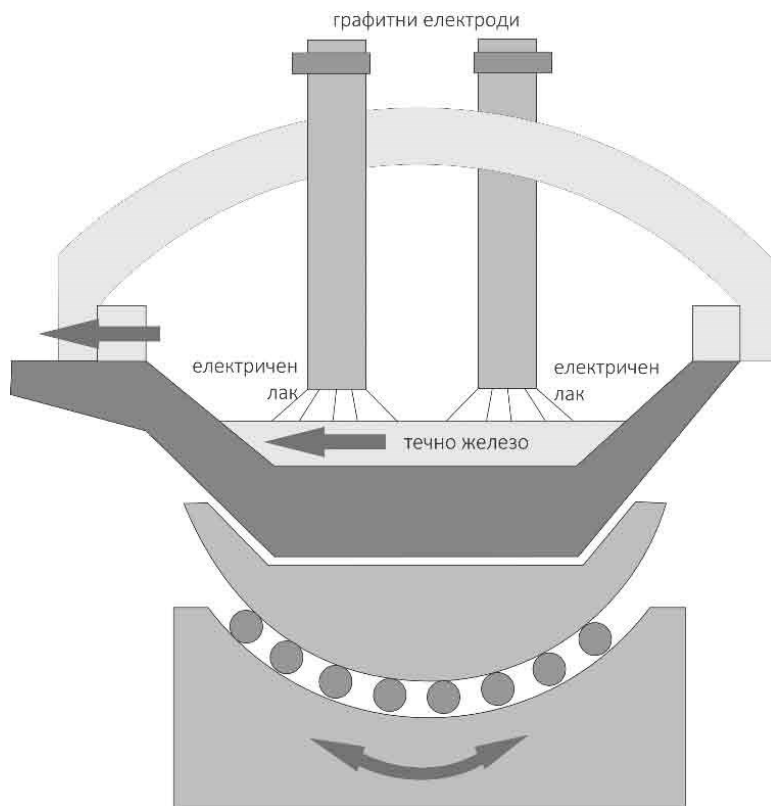
1. Печки со јаглен (Basic Oxygen Steelmaking)
2. Печки со електрични празнења (Electric Arc furnace route)

Кај печките со јаглен, загревањето се одвива со ставање на јаглен во внатрешноста на печката каде што се става и металот кој се топи. На долниот крај на печката постои отвор за довод на воздух кој е потребен за согорување. Кога во печката се става материјалот за рециклирање, таа е веќе згреана и треба да содржи одредено количество на челик при температура од околу 1300°C. Зголемувањето на температурата до 1600°C се постигнува со хемиски реакции односно со

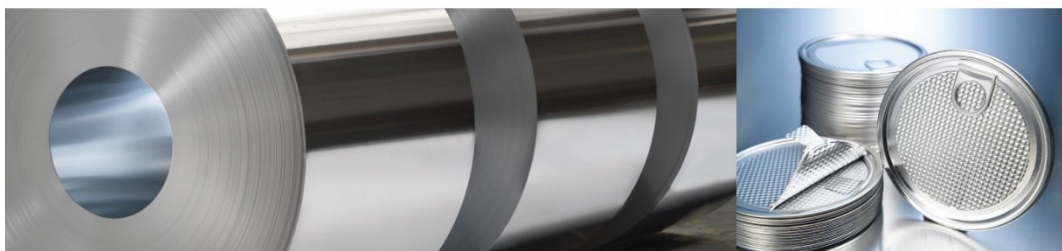
оксидација на C, Si, Fe и др. Кога материјалот за рециклирање ќе се стави во печката, температурата во печката се намалува. Всушност печката се полни со материјал за рециклирање кога температурата во печката развива температура која е повисока од потребната. Количеството на челичен отпад кој може да се рециклира зависи од топлинската рамнотежа на системот.

Кај печките со електрична енергија, загревањето на казаните за топење е надворешно и потребна е температура од околу 1600°C. Кај овие печки нема потреба од регулација на температурата за разлика од печките со јаглен, а материјалот за топење кој се става во печката може да биде само материјал за рециклирање.

Оформувањето на железото се прави со турање во калапи. Кај електричните печки тоа се прави со поместување на казанот и истурање на железото во калапи, додека кај печките со јаглен постои отвор на долниот дел од печката од каде железото истекува.



Слика бр. 65 Сименс-мартинова електрична печка



Слика бр. 66 Амбалажа од челик

3.6. Стакло

Карактеристики и добивање на стакло

Стаклото претставува смеса од силикат и алкални и земноалкални оксиди и има аморфна структура. Соодносот на сировини за добивање на стакло кое се употребува за масовно производство е прикажан во следната табела:

Табела бр. 5 Сооднос на сировини за добивање на стакло

Сировина			%
Кварцен песок	силициум диоксид	SiO_2	70 - 76
Сода	натриум карбонат	Na_2CO_3	13 - 18
Варовник	калциум карбонат	CaCO_3	6 - 14

Чистиот силициум диоксид има точка на топење од 2000 °C, но со додавање на натриум карбонат Na_2CO_3 точката на топење се намалува на околу 1400 °C. Со тоа стаклото станува потопно во вода (водено стакло), па затоа се додава калциум карбонат CaCO_3 кој со испуштањето на јаглероден диоксид преминува во калциум оксид CaO .



Слика бр. 67
Кварцен песок

Освен основните сировини во производството на стакло се користат и средства за бојење, како што се оксидите и карбонатите на другите метали. Во следната табела е прикажано кои додатоци се потребни за добивање на одредена боја на стакло.

Табела бр. 6 Додатоци за обојување на стакло

Додаток		Боја
Кобалт, Бакар, Железо, Никел	Co, Cu, Fe, Ni	Црна
Титаниум оксид и никел оксид	TiO ₂ NiO	Сива
Кобалт	Co	Сина
Цериум оксид и титаниум оксид	CeO ₂ TiO ₂	Жолта
Хром оксид	Cr ₂ O ₃	Жолто-зелена
Железо-сулфид	FeS	Килибарна
Железо-хромит	FeCr ₂ O ₄	Сино-зелена

Килибарната боја на стакло (кафеава) овозможува заштита од ултравиолетови зраци.

Стаклото е прозирно, тврдо, непропустливо, релативно цврсто и може да се произведува во разни форми. Тоа е хемиски постојано при допир со голем број на киселини, бази и соли и со сите органски материји. Стаклото е изолатор, односно има мала електрична и топлинска проводливост, постојано е при повисоки температури, па тоа негово својство е погодно за стерилизација на храна. Недостатоци на стаклото се тоа што е лесно кршливо, пука при внатрешен притисок и при температурен шок, има релативно голема маса што ги зголемува трошоците за транспорт и не претставува погодна подлога за печатење.

Производство на материјал за амбалажа

Поради добрите својства стаклото е сеуште многу застапено во индустријата за амбалажа. Од него се изработуваат разни видови на шишиња, тегли, пакување за козметика, лекови, ампули и слично.

Подобрувањето на технологијата и технолошките процеси овозможува намалување на масата на стаклото, оплеменување на стаклото со соли и обложување на стаклените садови со полимерни материјали. Стаклените садови може да се оплеменат со соли од ванадиум, титан, калај или алуминиум во вид на прашина која се наноси во тенок слој веднаш по обликувањето на стаклото, при што солите се разградуваат врз жешкото стакло, додека металните оксиди се врзуваат за него. Ваквиот заштитен слој спречува појава на мали пукнатини на површината на стаклото. После ладењето, врз овој слој може да се нанесе слој од полимер кој го штити стаклото при триење и овозможува полесно лизгање на линиите за полнење на садови. Ваквите садови се механички поцврсти, при кршење не се распаѓаат на ситни парчиња и претставуваат добра печатарска подлога.

Процес на рециклирање на стакло

Стаклото најчесто се добива во печки кои се загреваат со различни видови на гасови. При производството на стакло се троши многу енергија, а притоа се испушта и голема количина на отпад и штетни гасови. Со рециклирањето може да се заштеди многу енергија, да се намали производството на отпад и испуштањето на штетни гасови, да се намали трошењето на ресурси, (природен гас и кварцен песок), да се намали отпадот создаден при ископување и преработка на суровините.

Стаклото е издржлив материјал кој никогаш не се распаѓа, па наместо да се претвори во отпад, рециклирањето е секогаш подобра опција. За илустрација, доколку на едно стаклено шише му се потребни милиони години за да се распадне, истото може да се рециклира и во рок од 30 дена да се врати во употреба или во вид на шише или во друг вид на стаклен сад. Рециклирањето на стакленото пакување се практикува секаде во светот.

Стаклото може да се рециклира онолку пати колку што е потребно, односно може да се рециклира бесконечно пати, без тоа да има било какво влијание врз неговата структура, чистота и квалитет.

Процесот на рециклирање на стакло ги опфаќа следните фази:

- Чистење,
- Сепарација,
- Дробење,
- Топење и
- Оформување.

Стаклениот отпад треба да биде добро исчистен од други видови на материјали. Треба да се внимава отпадот од стакло да не содржи керамички делови кои обично ги содржат сијалиците и одредени видови на садови, метални или пластични делови како што се капаци за тегли и капачиња за шишиња. Нестаклените делови може да предизвикаат нарушување на карактеристиките и изгледот на стаклото, а се отстрануваат рачно и со употреба на сензори и магнети.

Многу важно при рециклирањето на стаклото е неговата сепарација според бојата - прозирна, кафеава и зелена. За добивање на стакло со одредена боја се користат различни додатоци, па при мешање на различни бои на стакло ќе се добие стакло со непосакувани карактеристики.

Сепарацијата на стаклото според бојата може да се прави пред отпадот да биде собран. За да може да се прави ваква сепарација, потребно е да постојат три различни контејнери за трите бои на стакло што најчесто се употребуваат –

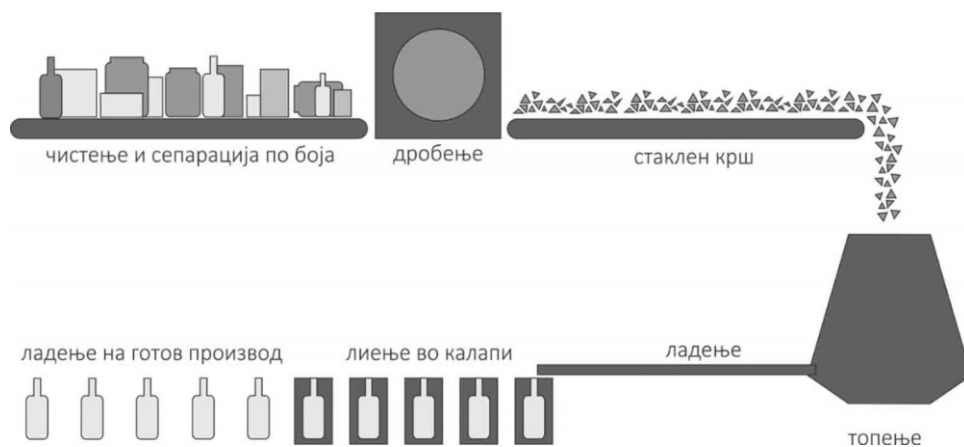
прозирно, зелено и кафеаво. Доколку сепарацијата на стаклото се прави после неговото собирање, односно доколку постои само еден контејнер за стакло, сепарацијата на стаклото според бојата може да се прави со помош на сензори (спектрометри).

Следна фаза е дробење на стаклото и добивање на стаклен крш. Добиените парчиња стакло се нарекуваат кулет (cullet).

При процесот на сепација на стакленото пакување, дел од стаклениот отпад се крши на мали парчиња кои се премногу мали за да може да бидат сортирани, со што се образува „мешан“ крш кој е составен од сите три бои во кои се јавува стаклото. Мешаниот крш не може да се употреби при производство на ново пакување, но се користи за други намени и во други индустрии.

Следна фаза во рециклирањето на стакло е топење на стаклениот крш. При топење кршот се меша со основните состојки од кои изворно се добива стакло. Со додавање на 10% стаклен крш температурата која е потребна за топење се намалува за десет степени. Стаклото може да се изработи со максимум 83% стаклен крш, што значи дека може да се заштеди големо количество на енергија.

После топењето, стаклото се лади до работна температура која е доволна за тоа да се оформи во калапи.



Слика бр. 68 Процес на рециклирање на стакло



Слика бр. 69 Амбалажа од стакло

3.7. Полимери

Карактеристики на полимерите

Самото име полимер е со грчко потекло и значи „многу делови“ (гр. Polymeros; poly-многу, meros-дел).

Полимери се сложени соединенија кои се добиваат со полимеризација на едноставни соединенија или мономери. Полимерите спаѓаат во категорија на високомолекуларни соединенија (макромолекули) чии молекули се состојат од повеќе молекули со по неколку стотици или неколку илјади атоми меѓусебно поврзани со ковалентни врски.

Според потеклото и начинот на настанување полимерите се делат на:

1. Природни полимери

Ги има во дрвата, памукот, волната, смолата, восокот, килибарот, скробот, протеините, ензимите и тн.

2. Полусинтетички полимери

Се добиваат со хемиска преработка на природните полимери (вискоза, каучук и др.)

3. Синтетички полимери

Се добиваат со хемиска синтеза од нискомолекуларни молекули (алкохоли, нафта).

Според видот на единиците кои се повторуваат полимерите се делат на:

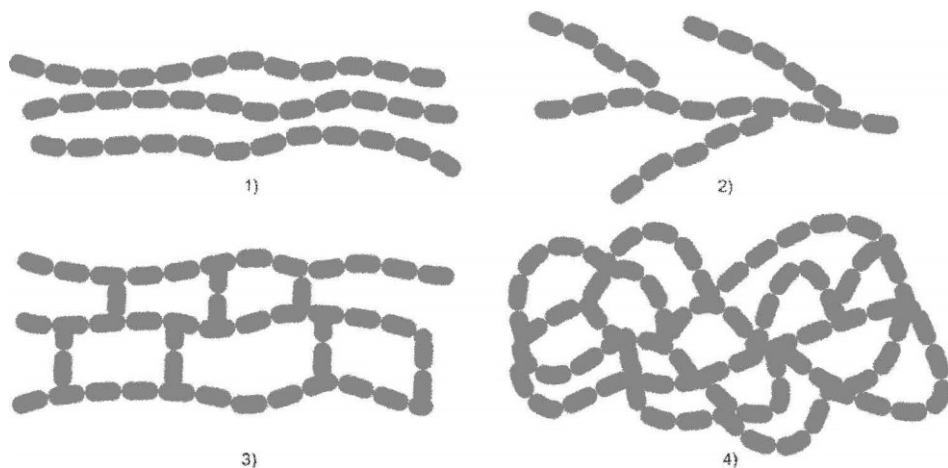
1. **Хомополимери** (се состојат од хемиски идентични единици А-А-А-А-А)
2. **Кополимери** (се состојат од два или повеќе видови единици кои се повторуваат А-Б-А-Б-А-Б)



Слика бр. 70 Хомополимери 1) Кополимери 2)

Според начинот на соединувањето на мономерните делови полимерите се делат на:

1. Линеарни,
2. Разгранети,
3. Вмрежени,
4. Тродимензионално вмрежени.

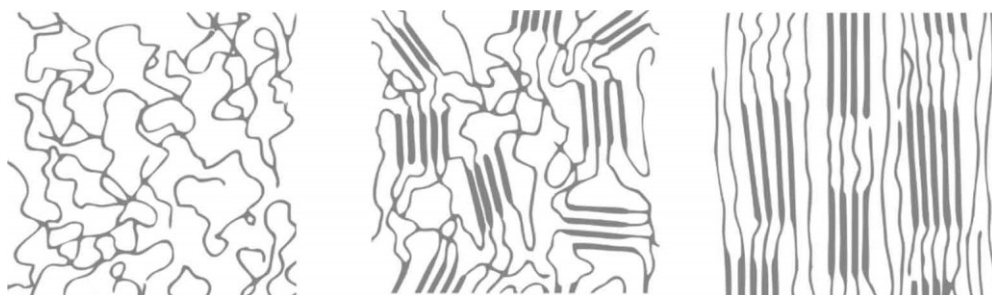


Слика бр. 71 Изглед на полимерите

1) Линеарни 2) Разгранети 3) Вмрежени 4) Тродимензионално вмрежени

Уреденоста на макромолекулската структура на полимерите се нарекува надмолекулска структура или морфологија. Според надмолекулска структура (морфологија) полимерите се делат на:

1. Полимери со **аморфна** структура,
2. Полимери со **кристална** структура.



Слика бр. 72 Надмолекулска структура 1) аморфна 2) кристална и 3) ориентирано кристална

Кај полимерите со аморфна структура макромолекулите се хаотично распоредени и не постои правилен распоред. Затоа однесувањето на аморфните полимери е

различно и при промена на температурата тие не се топат туку смекнуваат и поминуваат низ три состојби: стаклена, високоеластична и растопена.

Кај полимерите со кристална структура макромолекулите се правилно распоредени освен во поединечни „несредени“ делови, за разлика од полимерите со ориентирана кристална структура каде макромолекулите се целосно правилно распоредени. Не постои 100% кристален полимер. Најголема кристалност има полиетиленот со голема густина кој има степен на кристалност помал од 95%. Полимерите може да бидат во кристална состојба кога се наоѓаат на температура под точката на топење, а некои може да бидат во кристална состојба кога се растопени и се наоѓаат на температура над точката на топење.

Според однесувањето при загревање полимерите се делат на:

1. **Пластомерите** (термопласти) имаат линеарни или разгранети макромолекули, при загревање омекнуваат и може лесно да се обликуваат. При ладење го задржуваат добиениот облик, а процесот на загревање и ладење може да се повторува. Пластомерите се растворливи во растворувачи;
2. **Дуромерите** имаат тродимензионална структура, при загревање се термостабилни, односно нетопливи, не омекнуваат;
3. **Еластомерите** при загревање може да се тегнат, а при собна температура се во форма на гума, деформабилни и еластични.

Со процесот на полимеризација се добива полимеризат кој се состои од полимери и процесни додатоци. Полимеризатот нема добри својства и не може директно да се преработува, па затоа се додаваат различни адитиви (омекнувачи, топлински или светлосни стабилизатори, полнителите и сл.), со што се модифицираат неговите својства и конечно се добива полимерен материјал.

Како материјали за амбалажа најмногу се употребуваат **пластомерите**, и тоа:

- 1) Полиетилен терефталат (PET),
- 2) Полиетилен со голема густина (HDPE),
- 3) Полиетилен со мала густина (LDPE),
- 4) Поливинил-хлорид (PVC),
- 5) Полипропилен (PP),
- 6) Полистирен (PS).

Полимерните материјали имаат добри технолошки својства, лесно се обликуваат и не е потребна дополнителна површинска обработка. Хемиски се инертни, а под дејство на топлина се разградуваат при релативно ниски температури.

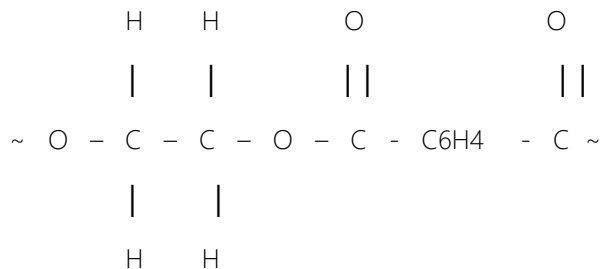
Може да се произведуваат во разни форми, може да се обликуваат со различни постапки, да се извлекуваат во танки фолии, да се нанесуваат во тенок слој врз други материјали и сл.

Полимерните материјали „стареат“ под дејство на климатските фактори со што слабеат нивните физички и механички својства. Овој процес се забрзува под дејство на светлина и зголемена температура, а може да се забави со додавање на стабилизатори кои го успоруваат разградувањето на полимерите.

Полимерните материјали се употребуваат за изработка на амбалажа во последните 50 години, а поради добрите својства и ниските цени се користат како замена за дрво, стакло, метал и текстил.

PET - Полиетилен терефталат

Polyethylene terephthalate спаѓа во групата на полиестери. Полиестери се соединенија кои содржат естерски групи (- C=O -) во своите макромолекули. Полиетилен терефталатот се добива со постепена полимеризација на терефтална киселина и етилен гликол. (C₁₀H₈O₄)_n



Структурна формула на PET

Има густина 1.38 g/cm³ и точка на топење 260°C. Се карактеризира со голема молекулска маса, висок степен на кристалност, одлични механички својства, хемиска и топлинска постојаност.

Со оглед на тоа што има отпорност на висока температура, мала маса и одлична просирност, PET амбалажата во голема мера го заменува стаклото за пакување на прехранбени производи како газирани сокови и вода, фармацевтски и козметички производи. Исто така PET се користи и за изработка на фолии и влакна со голема цврстина. Производите изработени од PET треба да исполнуваат строги норми, па при нивната изработка настануваат големи количини технолошки отпад, на што треба посебно да се внимава.

Рециклирање на полиетилен терефталат

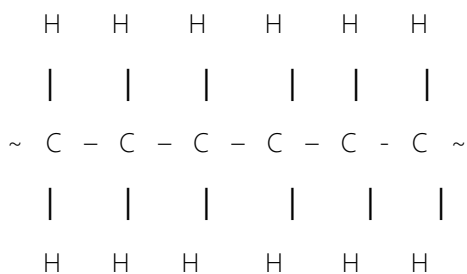
Садовите изработени од оваа пластика се наменети за еднократна употреба затоа што континуирано користење на овие садови може да предизвика растворање односно испуштање на пластика во многу мали количини и акумулирање на бактерии и мириси. Оваа пластика тешко се деконтаминира, а за да се измие треба да се употребат силни хемикалии, па затоа е подобро да се рециклира, отколку повторно да се употребува. Рециклираниот материјал се користи за изработка на нови шишиња и садови како и за изработка на полиестерни влакна или синтетичка “волна” (филц) за изработка на текстил.



Слика бр. 73 Амбалажа од PET

PE - Полиетилен

Polyethylene се добива со полимеризација на етилен ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), претставува наједноставен полијагледород и еден од најпознатите полимери.



Структурна формула на полиетиленот

Постојат повеќе видови полиетилен, во зависност од структурата и густината, а прикажани се во наредната табела.

Табела бр. 7 Видови на полиетилен

Вид на полиетилен	Ознака	Густина
полиетилен со голема густина	PE-HD	0,941 - 0,960 g/cm ³
полиетилен со средна густина	PE-MD	0,940 g/cm ³
полиетилен со мала густина	PE-LD	0,910 - 0,925 g/cm ³
линеарен полиетилен со мала густина	PE-LLD	0,925 - 0,940 g/cm ³
полиетилен со многу мала густина	PE-VLD	< 0,910 g/cm ³

Денес најмногу се произведуваат полиетилен со голема густина PE-HD (HDPE High Density Polyethylene) и полиетилен со мала густина PE-LD (LDPE Low Density Polyethylene) при што видот зависи од условите на полимеризација - притисок, температура, катализатори и тн. Полиетиленот може да содржи од 20.000 до 500.000 јаглеродни атоми. HDPE се состои од молекули кои содржат 20.000 до 35.000 јаглеродни атоми, а ултра HDPE може да има до 500.000 јаглеродни атоми. Кај LDPE молекулите се разгранети со што густината на полиетиленот се намалува и тој станува полесен и пофлексибилен.

HDPE - Полетилен со голема густина

High Density Polyethylene Полетиленот со голема густина омекнува на температура од 127°C, постојан е на голем број хемикалии (освен на некои киселини и халогени елементи), не пропушта и не впива вода, хемиски и топлински се разградува под дејство на UV зрачење, што може да се спречи со додавање на 1% антиоксиданси.

HDPE се користи за изработка на шишиња за млеко, јогурт, џус, кутии за сирења и путери, шишиња за шампони, детергенти и средства за хигиена, автомобилски масла, ќеси за пазарење, различни видови на контејнери, буриња, капачиња за шишиња и сл. Производите кои се изработени од HDPE се поцврсти од тие изработени од LDPE. HDPE се смета за најсигурна форма на пластика кога се работи за пакување на храна или детски играчки.

Рециклирање на полиетилен со голема густина

Пакувањата направени од овој полимер може повторно да се употребуваат откако ќе се потроши продуктот кој го содржат, а може и да се рециклираат. Со рециклирање може да се добијат маси и столици за пикник, контејнери за отпад и други продукти кои треба да бидат истрајни и отпорни на надворешни услови.



Слика бр. 74 Амбалажа од HDPE

LDPE - Полетилен со мала густина

Low Density Polyethylene ги има истите карактеристики како HDPE со тоа што е помек и омекнува на пониска температура односно на 87°C .

Од LDPE се изработуваат диспензери за сапуни, еластични садови кои имаат потреба од притискање, ќеси за пазарање, ќеси за замрзната храна, ќеси за леб, ќеси за складирање на храна, прозирни фолии за завиткување, пакување за алишта и сл. Фолиите од полиетилен се меки, растегливи, просирни и лесно се свиткуваат. Тие имаат млечно бела боја, физиолошки се инертни и можат да се свиткуваат и при ниски температури до -50°C , па затоа се користат за пакување на производи кои се замрзнуваат. Недостаток им е тоа што не се погодни како подлога за печатење. Производите изработени од оваа пластика во однос на употребата за пакување за храна се сметаат за нетоксичен материјал.

Рециклирање на полиетилен со мала густина

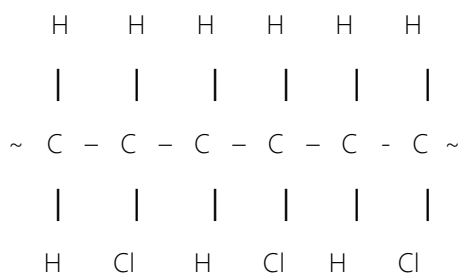
Производите изработени од овој полимер може да се користат за повторна употреба бидејќи не се токсични. Може да се рециклира, а од рециклираната суровина се изработуваат контејнери за отпад, фолии, различни видови ќеси, подни облоги и др.



Слика бр. 75 Амбалажа од LDPE

PVC - Поливинил хлорид

Polyvinyl chloride се добива со полимеризација на винил хлорид ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$). Полимеризацијата се врши во суспензија, емулзија или раствор од што зависат и својствата на крајниот производ.



Структурна формула на поливинил хлорид

Поливинил хлоридот е тврд и кршлив и има мала топлинска отпорност, односно се разградува при температура од 80°C што е и негова точка на топење. Својствата на полимерот лесно можат да се модифицираат со додавање на различни адитиви

(омекнувачи, пигменти, стабилизатори и сл.). Денес постојат повеќе од сто видови материјали на база на поливинил хлорид.

Основниот поливинил хлорид е просирен. Тој е постојан на атмосферски влијанија и на хемикалии и слабо гори, не пропушта гасови и испарувања. Исто така слабо пропушта и UV зраци, а со додавање на бел пигмент може целосно да се спречи пропуштањето на UV зраци. Крутиот поливинил хлорид се користи за производство на амбалажа со крута постојана форма.

Со додавање на омекнувачи се добива поливинил хлорид кој може да се свиткува, но има полоши механички својства. Не се препорачува за пакување на храна бидејќи се смета за "отровна" пластика затоа што содржи голем број на токсини кои може да ги испушта во текот на целиот животен циклус на амбалажата. Се користи за фолии, шишиња за детергенти, меуресто заштитно транспортно пакување, вреќи, ќеси и сл.

Рециклирање на поливинил хлорид

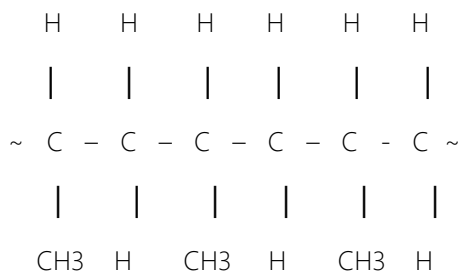
Оваа пластика се рециклира многу малку, а за производите кои се изработуваат од оваа пластика се користи изворна сировина. Од рециклираната сировина се изработуваат пластични панели, подни облоги, цевки и елементи за одводи и сл.



Слика бр. 76 Амбалажа од PVC

PP - Полипропилен

Polypropylene се добива со полимеризација на пропилен ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$) при низок притисок и во присуство на катализатор.



Структурна формула на полипропилен

Полипропиленот има мала густина ($0,9 - 0,91 \text{ g/cm}^3$) и релативно висока точка на топење ($160 - 170^\circ\text{C}$), а при температура од 0°C станува кршлив. Полипропиленот има слични својства со полиетиленот, со таа разлика што при допир не изгледа како восок, поцврст е и со зголемување на температурата помалку се менуваат неговите својства.

Полипропиленот е цврст и лесен материјал, а кај многу видови на амбалажи често се користи како заштитна мембрана против влага и хемикалии. Не е токсичен и хемиски е постојан дури и при повисоки температури, што значи дека не влегува во интеракција со состојките на храната која е спакувана во него. Фолиите од полипропилен се безбојни и просирни, со мазна и сјајна површина и се погодни за печатење па често се користат при производство на ламинирани пакувања. PP се користи за изработка кутии за маргарини, путери, овошја, ќеси за чипси, шишиња за кечап, разни сирупи и медицински шишиња, фолији за пакување, капачиња за шишиња, а може да се користи и за садови во кои треба да се пастеризира храна.

Рециклирање на полипропилен

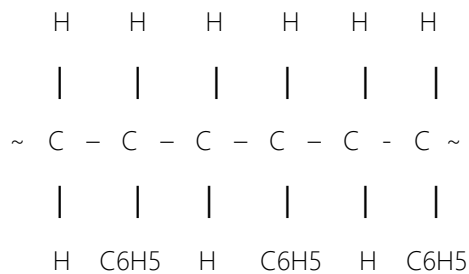
Оваа пластика исто така се смета за сигурна при повторна употреба. Од рециклираната суровина може да се изработат пластични четки, метли, кутии за акумулатори, контејнери за ѓубре, сигнални светилки, струшки за мраз, послужавници и сл.



Слика бр. 77 Амбалажа од PP

PS - Полистрен

Polystyrene настанува со полимеризација на стиренот ($\text{CH}_2=\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$).



Структурна формула на полистиренот

Има густина од 1,05 до 1,07 g/cm³ и може да се користи до температури од 75°C, затоа што омекнува на 100°C, а се топи на 240°C. Полистиренот е материјал кој под дејство на светлина се разградува и е материјал кој не пропушта вода. Полистиренот може да испушта стирен (токсини), посебно при загревање во микробранова печка.

Во производството на амбалажа, од сите материјали кои се нарекуваат полистирен, а кои се разликуваат според составот и својствата, најмногу се употребуваат стандардниот полистирен, кополимер на стиренот, полибутадиен и пенест или експандиран полистирен (EPS).

Стандардниот полистирен има сјајна и мазна површина, провиден е, тврд и претставува добра подлога за печатење. Недостатоци на стандардниот полистирен се тоа што релативно многу пропушта гасови и водена пареа, кршлив е и има ниска температура на омекнување. Најчесто користени постапки за производство на пакување се инјектирање под притисок и длабоко извлекување, при што се добиваат садови за пакување на храна.

Полибутадиенот е полистирен со висока отпорност на оптоварувања (PS-HI, HI = High impact) е составен од полистирен и добро дисперзирани честички на *полибутадиен* (еластомер). Се карактеризира со крутост која потекнува од полистиренот и еластичност и жилавост кои се должат на присуството на еластомерот. Од овој материјал најчесто се изработуваат кутии, чаши за кафе, влошки за јајца и слично.

Пенестиот полистирен (експандиран полистирен) има мала густина. Ова е лесен и ефтин материјал кој лесно се формира и се добива со импрегнирање на полистиренот со соодветен хемиски неутрален гас или со испарливи течности кои со загревање испаруваат и се шират со што на материјалот му даваат волумен и форма. Поради структурната слабост лесно се крши и се разлетува низ просторот. Пенестиот полистирен има одлични електроизолациони својства, а се употребува за топлинска изолација и за заштита на производите од механички удари. Од него се изработуваат додатоци за амбалажа и стиропорни конфети.

Рециклирање на полистирен

Пенестиот полистирен се состои од околу 90% воздух, па за да се намали трошокот за негов транспорт за рециклирање, тој се пресова во собирните центри од каде се носи на топење и повторно оформување. Од рециклираниот стирен се добиваат чашки за носење кафе, садови за носење храна, влошки за јајца, стиропорни конфети за пакување на производи кои се транспортираат, украсни предмети и др.



Слика бр. 78 Амбалажа и додатоци за амбалажа од PS

Полимери растворливи во вода

Во оваа група полимери спаѓаат поливинил алкохол (PVAL), полиетилен оксид (PEO) и други. Материјалите кои се произведуваат за пакување се во форма на фолии кои можат да се свиткуваат, може да се спојуваат со лепење, имаат доволна цврстина и претставуваат погодна подлога за печатење. Од овие фолии се изработуваат вреќи и ќеси за пакување на производи кои се опасни за средината и не смеат да дојдат во допир со кожата на човекот (инсектициди, средства за белење, емулзии, суспензии, средства за перење и чистење и сл.). Обично при подготовка за користење, производот не се вади од ќесата, туку заедно со ќесата се става во вода, па и амбалажата се раствора во водата.



Слика бр. 79 Амбалажа од полимери растворливи во вода

Процес на рециклирање на полимери

Од сите материјали за амбалажа, посебно внимание се обрнува на рециклирањето на полимерите, бидејќи за разлика од другите амбалажни материјали полимерите при нивната деградација во природата се штетни за живите организми.

Погоре споменатите примери за рециклирање на полимерите се однесуваат на механичко рециклирање. Процесот на механичко рециклирање на полимерите започнува со собирање на предмети изработени од полимери, а притоа се прави сепарација според видот на полимерот. За да се олесни сепарацијата на полимерите кои често пати изгледаат многу слично тие обично се обележуваат со симболи кои го означуваат типот на полимерот така што крајните потрошувачи знаат кој полимер во кој контејнер треба да се депонира. Доколку постои само еден контејнер за депонирање на полимери сепарацијата се прави во собирните центри. За да се олесни транспортот до постројката за сечење пластиката се пресова во бали. Следно е сечењето на полимерните отпадоци на мали парчиња кои се нарекуваат снегулки (flakes). Снегулките се плакнат со детергент и вода, а потоа се топат и се обликуваат во вид на гранули, на кои доколку е потребно може да им се додаде оредена боја. Механичкото рециклирање е објаснето и во делот за биоразградливи полимери.

При рециклирањето на полимери, многу е важно тие да не се контаминирани со други видови на полимери или било какви нечистотии, за да не се наруши нивната структура. Повеќето полимери за широка употреба, како што се шишињата за сокови и минерална вода, најчесто деградираат при рециклирањето, така што може да имаат само едно успешно рециклирање, додека при наредното рециклирање се изработуваат други видови на полимерни предмети.

Напорите кои се прават за заштита на животната средина на светско ниво вклучуваат собирање на полимерни отпадоци од морињата и океаните со специјална техника која е налик на ловење на риби со мрежа: полимерните отпадоци поради малата маса плутаат на површината на водата, па со помош на чамци и мрежи таа пластика се собира. Собраната пластика, наречена „морска пластика“ (анг. *Sea Plastic*) се рециклира и од неа се прават нови производи.

3.8. Биополимери и биоразградливи полимери

Трошењето на ресурси кои не се обновуваат (нафта) како суровина за производство на полимери и се поголемото загадување на животната средина при производството и при депонирањето на нафтените полимери откако тие ќе станат отпад се причина за развој, производство и се поголема употреба на биоплимери и биоразградливи полимери.



Слика бр. 80 Дел од растенијата од кои се добиваат биополимери (шеќерна репка, пченка, бамбус)

За разлика од полимерите кои се добиваат од нафта, биополимерите се полимери добиени од микроорганизми, растенија и животни. Овие ресурси постојано се обновуваат и претставуваат обновлив извор на суровина. Кај биополимерите јаглеродот од фосилно потекло се заменува со јаглерод добиен од шеќерите во растенијата.

Повеќето полимери тешко се распаѓаат, а микроорганизмите неможат да ги разложат. При нивното механичко деградирање тие може да се издробат на ситни микрочестички како песок (микропластика) и да се најдат во почвата и во водата. Од почвата и водата, овие микрочестички се консумираат од живите организми, но организмите не се во состојба хемиски да ги разградат, па така тие претставуваат „страно тело“ со кое организмите се борат и се разболуваат или уништуваат. Од оваа причина почнуваат да се произведуваат биоразградливи полимери.

Сепак биоразградливоста на полимерите зависи од повеќе услови и во многу случаи нивното распаѓање во природа не е можно.

Доколку се работи за биополимери, не значи дека тие се биоразградливи. Но исто така, не значи дека дел од полимерите кои се добиваат од нафта не се биоразградливи. Со оглед на ова, може да се направи следната поделба на полимерите:

1. Биополимери кои се биоразградливи: PLA, PHA, PHB, PBS, PEF.
2. Биополимери кои не се биоразградливи: Bio-PET, Bio-PE, Bio-PP.
3. Полимери од нафта кои се биоразградливи: PBS, PBAT.
4. Полимери од нафта кои не се биоразградливи: PET, PE, PVC, PP, PS.

Овде се наброени неколку биополимери кои се користат за амбалажа. Постојано се работи на развој на оптимални биополимери кои би биле биоразградливи, а би имале добри карактеристики за да се користат како материјал за амбалажа.

Табела бр. 8 Поделба на полимерите

Полимери кои се најчесто се употребуваат за амбалажни материјали	БИО-ПОЛИМЕР	ПОЛИМЕР ОД НАФТА	БИОРАЗГРАДЛИВ	НЕ БИОРАЗГРАДЛИВ
PLA Полилактид				
PHA Полихидроксиалканоат				
PEF Полиетилен фураноат				
PBS Полибутилен сукцинат				
PBAT Полибутилен адипат терефталат				
Bio-PET				
Bio-PE				
Bio-PP				
PET				
PE (HDPE LDPE)				
PVC				
PP				
PS				

PLA - Полилактид

Poly lactide првпат е направен во 1932 год. од американскиот хемичар Волис Керодерс (Wallace Carothers), а за широка потрошувачка започнува да се произведува во 1997. По своите својства е сличен на полистиренот, а се користи за изработка на садови за храна, вреќи, фолии и слично.

Главни сировини за добивање на PLA се пченка, шеќерна трска или пулпа од шеќерна репка. Процесот на добивање опфаќа три фази: Хидролиза на скробот, ферментација на гликозата и полимеризација на млечната киселина.

PHA - Полихидроксиалканоат

Polyhydroxyalkanoate (PHA Полихидроксибутират) за првпат е изолиран и окарактеризиран во 1925 год. од францускиот микробиолог Морис Лемоњ (Maurice Lemoigne). За комерцијална употреба почнува да се произведува после 1990 год. PHA е флексибилен, еластичен, кристален, цврст, отпорен на УВ зраци, има висок степен на полимеризација и добри термопластични својства. Може да се користи за производство на кутии за храна, чашки, фолии за храна и слично.

За добивање на поли-хидрокси-алканоат се користат микроорганизми кои во услови на недостаток на одредени состојки во нивната исхрана произведуваат полимер. Бактерии кои произведуваат полимер се *alcaligenes eutrophus*, *alcaligenes latus*, *azotobacter vinelandii*, *methylophils*, *pseudomonads* и други, а за нивна исхрана се користи маслодајна репка, пченка, шеќерна трска, палма и друго. Недостатокот од азот, фосфор, сулфур и кислород и вишокот на јаглерод кај бактериите иницира производство на полимер. Процесот се состои од производство на биомаса (животна средина за бактериите), создавање на полимер од страна на бактериите, собирање на полимерот и обновување на бактериите. Производството на PHA не е многу економски исплатливо.

PEF - Полиетилен фураноат

Polyethylene furanoate е скратен назив од Полиетилен 2,5-фурандикарбоксилат. Овој полимер е патентиран во 1951, но станува повторно актуелен во 2004 година. PEF со своите карактеристики претставува соодветна замена за PET.

Хемиската структура на PEF има голема сличност со онаа на PET – односно наместо терефтална киселина кај PEF се наоѓа 2,5 фуран дикарбоксилна киселина или скратено FDCA (furanedicarboxylic acid). PEF се произведува со полимеризација на фурандикарбоксилна киселина и етилен гликол. Клучен елемент за производство на PEF е FDCA која се добива од фруктоза од шеќерна репка, скроб, пченица, пченка, луспи од портокал и слично.

PBS - Полибутилен сукцинат

Polybutylene succinate е откриен пред околу 100-тина години, а започнува да се произведува после 1990 год. Главна состојка за производство на PBS е сукцинската (Succinic acid) која може да се добие од нафта, но и со ферментација на шеќерна трска и пченка. Полибутилен сукцинат има слични карактеристики како полипропиленот (PP).

РВАТ - Полибутилен адипат терефталат

Polybutylene adipate terephthalate се добива од терефтална киселина (terephthalic acid), бутандиол и адипинска киселина (adipic acid). Суровините за РВАТ се добиваат од нафта, но исто така и од пченкарен скроб и шеќерна трска. Се произведува како целосно биоразградлива алтернатива на полиетиленот со мала густина LDPE, има многу слични својства вклучувајќи флексибилност и еластичност, што му овозможува да се користи за многу слични намени како LDPE.

Био-РЕТ Био Полиетилен терефталат

Иако полимерите Био-РЕТ, Био-РЕ и Био-РР не се биоразградливи, од 2010 год во Европската унија се воведуваат регулативи со кои главните состојки за изработка на овие полимери наместо од нафта треба да се добиваат од растително потекло.

Разликата помеѓу РЕТ и Био-РЕТ е во тоа што етилен гликолот наместо од нафта се добива од природни извори. Овој мономер се добива со оксидација на етиленот добиен со ферментација на гликоза од растенија кои содржат шеќери. Овој полимер има исти карактеристики како РЕТ.

Био-РЕ Био Полиетилен

Главна состојка за производство на Био-РЕ е етилен - мономер кој се добива со дехидрација и додавање на катализатор на етанолот добиен од гликоза. Гликозата може да се добие од шеќерна трска, шеќерна репка, скробни култури - пченка, пченица или други житарки и лигноцелулозни материјали. Овој полимер има исти карактеристики како РЕ.

Био-РР Био Полипропилен (РР)

Кај Био-РР пропиленот се добива од гликозата во растенијата, односно со ферментација на гликозата се добива изобутанол, а потоа со дехидрација се добива бутилен од кој се прави пропилен. Потоа со полимеризација на пропиленот се добива полипропилен. Овој полимер има исти карактеристики како РР.

Процеси за менаџирање со отпад од биоразградливи полимери

Како ќе се третира отпадот од биополимери зависи од тоа што треба да се добие како краен производ и од економската исплатливост на процесот кој треба да се спроведе. Постојат повеќе процеси за менаџирање на отпадот од биополимери: механичко рециклирање, растворање (солволиза), компостирање, (биораградување), пиролиза.

Механичко рециклирање

Механичкото рециклирање е оптимален процес за рециклирање за сите видови на полимери бидејќи е економичен и брз процес кој не ја загадува животната средина. Процесот ги опфаќа следните фази:

1. Сепарација,
2. Сечење („снегулки“),
3. Миење,
4. Сушење,
5. Топење и екструзија,
6. Изработка на гранулат.

За да се направи механичко рециклирање потребен е чист полимер, односно претходна добра сепарација на полимерите кои се депонираат за рециклирање. Со зголемувањето на бројот на различни полимери, многу лесно може на грешка во системот за рециклирање на еден полимер да залута предмет изработен од друг полимер. За да се избегне ваква ситуација може да се постават дензитометри, NIR (near-infra-red) системи, или да се наелектризираат полимерите па врз основа на нивното наелектризирање да се сепарираат. Доколку случајно во масата која се топи има парчиња од друг полимер, тој ќе ги наруши својствата на полимерот кој се рециклира. Исто така, со секое наредно рециклирање се повеќе се нарушуваат својствата на добиениот полимер. Некои полимери може да се рециклират само еднаш, а некои по повеќе пати (PE до 40 циклуси). За подобрување на својствата може да се додадат адитиви. Рециклираниот полимер ако не е чист може да се искористи за поинакви предмети за кои не е потребна чистота на полимерот или не се потребни одредени својства кои полимерот првично ги имал. Кога ќе се исцрпат сите циклуси на механичко рециклирање полимерот може да се рециклира со солволиза, пиролиза или да се компостира.

Растворање (солволиза)

Солволиза може да се прави со вода (хидролиза), алкохол (алкохолиза), гликол (гликолиза) на одредена температура, со што се добиваат различни супстанции, при што меѓу другото може да се добијат и мономери или изворна суровина за

повторно производство на полимерот. Со овој процес може да се третираат повеќето полимери.

Биоразградливост

Биоразградливоста е процес на распаѓање на полимерите во природата благодарение на дејството на природните микроорганизми, како што се габите, алгите и бактериите. Тоа е процес во кој се кинат долгите полимерни синџири при што се добиваат олигомери и мономери, а потоа се минерализираат при што се добива јаглерод диоксид, метан, вода и биомаса. Овој процес зависи од неколку фактори: хемиската природа на полимерите, достапноста на кислород и светлина (UV), pH вредноста, температурата, влажноста, видот на микроорганизми и ензими. Во природата целосно може да се разградат само одредени полимери на база на скроб (најчесто фолии кои се доволно танки) и некои други некомерцијални видови на биоразградливи полимери и тоа при оптимални климатски услови, а тоа ретко се случува. Во вакви случаи компостирањето е секогаш подобра опција, но не сите материјали се добри за да се добие добар компост или добро ѓубриво за растенија, па за нив може да се примени друг начин на постапување.

Компостирање

Компостирање се прави во индустриски постројки во контролирани услови. Според стандардите за индустриско компостирање еден полимер за да се компостира потребно е да се третира од 3 до 6 месеци, да се користи температура до 60°C (за некои полимери нешто пониска) и притоа да се разгради 90% од вкупната количина која треба да се компостира со што ќе остане само 10% остатоци од биоразградлива пластика со големина помала од 2 mm. Со компостирање се создава компост односно ѓубриво за растенија.

Индустриското компостирање ги опфаќа следните фази:

1. Една или повеќе механички обработки на отпадот (ситнење);
2. Фаза од неколку дена во која започнува биолошки процес (микроорганизми);
3. Термофилна фаза од три недели со температура од 40°C до 60°C (раградување на полимерот при што потребно е мешање на масата, одредено навлажнување и доток на воздух);
4. Фаза на созревање помеѓу 1 до 2 месеци со ладење до собна температура;
5. Финално рафинирање со сита од милиметриска мрежа за да се добие прифатлив квалитет на компост.

Пиролиза

Пиролизата е процес на деградација на полимерот со загревање без присуство на кислород, а температурата која се користи зависи од полимерот. При овој процес се добива органска пареа која со помош на кондензација се претвора во масло. Пиролиза се користи за полиолефини како што се полиетилен PE и полипропилен PP, полистирен PS и слични.

3.9. Ламинати

Карактеристики и производство на ламинати

Ламинатите се повеќеслојни материјали кои се добиваат со спојување на повеќе видови различни материјали. Со комбинација на различни материјали се добиваат нови карактеристики на амбалажата, а вака добиените материјали се употребуваат за пакување кога класичните материјали не задоволуваат одредени барања.

За добивање на ламинати може да се користат разни видови на хартии, тенок картон, фолии од полимерни материјали (полиетиленска или полипропиленска фолија) или алуминиумски фолии. Изборот на слоевите се врши на тој начин што својствата на добиениот ламинат ќе бидат соодветни за производот кој треба да се пакува. Позитивните својства на едниот слој треба да ги намалат негативните својства на другиот слој.

Редоследот на фолиите се избира според производот што се пакува. За надворешен слој се избира фолија со добри печатарски својства и убав естетски изглед (мазна површина, сјај и сл.). За внатрешен слој се избира фолија со најмала пропустливост на гасови или течности. Доколку се пакуваат прехранбени производи, внатрешната фолија мора да биде нетоксична и без мирис и вкус. За пакување на хемиски агресивни производи, внатрешната фолија мора да биде хемиски отпорна на нивната агресивност.

Во ламинати спаѓаат следните видови на материјали за пакувања: тертрапак пакувања, блистер амбалажи за пилули, ламинатни фолии за изработка на ќеси и обвивки, туби за пасти и слично.

Фолиите од кои се составени ламинатите може да се спојуваат на различен начин:

- Со лепило,
- Со екструзија.

При користење на лепило за спојување на слоевите на ламинатот, треба да се внимава лепилото да не испушта супстанции кои би можеле да го оштетат

производот кој се пакува. Лепилото не смее да ги менува својствата на материјалите кои се користат за изработка на ламинатот.

При добивање на ламинат со екструзија наместо лепила се користат полимери, најчесто LDPE, кој се става помеѓу двата слоеви кои треба да се спојат.

Најчесто употребувани ламинати се:

- Хартија-полимер,
- Алуминиум-полимер и
- Хартија–алуминиум–полимер (тетрапак).



Слика бр. 81 Амбалажа од ламинати

Процес на рециклирање на ламинати

Поради сложеноста на ламинатните материјали, рециклирањето на овој вид на материјали е ретко и започна да се прави најдоцна.

Рециклирањето на тетрапак ламинат со помош на плазма технологија овозможува хартијата да се одвои од полимерот и алуминиумот. Овој процес се одвива на следниот начин: Тетрапак кутиите се ставаат во миксер во кој се тура вода и континуирано се мешаат околу 30-тина минути при што хартијата се одвојува од полимерот и алуминиумот. Потоа хартијата се рециклира, а остатоците од полимер и алуминиум се сечат, се сушат и се пуштаат во преса со температура од 180°C при што се добиваат плочи со дебелина од 7 мм. За производство на 1000 плочи со димензии 1 x 2 м и дебелина 7 мм потребни се 10 тони тетрапак кутии. На овој начин може да се произведат и други видови на форми и предмети.

Друг процес на рециклирање се базира на одделување на алуминиумот со помош на согорување на останатите слоеви од ламинатот (хартија и/или полимери). Согорувањето на слоевите се прави со помош на пиролиза индуцирана со микробранови. Можноста за користење на електрична енергија од обновливи извори на енергија овој процес може да го направи уште поефикасен во однос на заштитата на животната средина. Со овој процес на рециклирање на ламинати како финален производ се добива алуминиум.



Слика бр. 82 Производи од рециклиран тетрапак

ПОСТАПУВАЊЕ СО ОТПАД ОД АМБАЛАЖА

Толку многу отпад кој не мора да биде отпад, како се искористува отпадот од амбалажа за да се затвори кругот на употреба на амбалажата

4. ПОСТАПУВАЊЕ СО ОТПАД ОД АМБАЛАЖА

За да се изработи амбалажа за еден продукт се користат одредени материјали и техники. Амбалажата може да биде изработена од повеќе делови и од различни материјали. Кога амбалажата нема повеќе употребна вредност таа станува отпад, но елементите и материјалите од кои е направена може повторно да се искористат. Повторното искористување може да се направи на три начини:

1. Повторна употреба на предметот за иста или слична намена (Reuse),
2. Пренаменување на самиот предмет или деловите од кои тој е составен (Repurpose / Upcycle),
3. Преработка на материјалите за добивање на сировини од кои може да се изработат нови предмети (Recycle) или сировини за други намени.
Рециклирање = повторување на циклусот
(*lat.* Recycle: re–повторно, cycle–циклус, круг).



Слика бр. 83 Reuse, Repurpose, Recycle (Искористи, Пренамени, Преработи)

Повторната употреба или пренаменувањето на предметите зависи од креативноста на корисникот, а некои производители намерно прават амбалажи кои после искористувањето на продуктот може повторно да се употребуваат за иста или за друга намена.

Во процесот на рециклирање пак, освен крајниот корисник мора да се вклучат и други чинители како што се општините, комуналните претпријатија, постапувачите со отпад, преработувачите, производителите и државата.

Селектирањето и сепарацијата на отпадот обично го прават крајните корисници на производите. Кога одреден производ (амбалажа) нема повеќе употребна вредност за крајниот корисник, тој треба да се одложи во специјални контејнери за отпад. Во урбаните средини обично постојат одделни контејнери за секој материјал кој може да се рециклира, а се поставени од општинските комунални претпријатија кои се задолжени за собирање на отпадните материјали или од постапувачите со отпад.

Селекција и сепарација на отпад освен физички лица прават и помалите и поголемите индустриски производствени капацитети, трговски центри и супермаркети и други субјекти. После селектирањето и сепарацијата на отпадот, тој се собира и се пренесува во собирни центри или директно се пренесува до постројките за рециклирање.



Слика бр. 84 Контејнери за селекција на отпад поставени од Пакомак

4.1 Символи за рециклирање

Повеќето материјали се стандардизирани и рециклабилни, но постојат многу амбалажи кои се изработени од повеќе различни видови на материјали. Таквите амбалажи може да се рециклираат само доколку нивните составни делови може физички да се разделат, па се почесто може да видиме амбалажи направени од делови од различни материјали со ознака дека може да се одделат.

За да може крајниот корисник да направи правилна селекција и сепарација на отпадот, амбалажите кои се депонираат треба да бидат обележани од каков материјал се изработени. Обележувањето е посебно корисно за правилна селекција и сепарација на материјали кои имаат слични карактеристики, но имаат различна структура и се сосема различни на молекуларно ниво.

Обележувањето на материјалите првично е воведено за полимерните материјали, поради широкиот спектар на различни полимери кои изгледаат многу слично, а нивно мешање или не е можно или не е пожелно затоа што добиената суровина не би ги имала посакуваните карактеристики. Символите за рециклирање на пластика се востановени во 1988 год од страна на „Друштвото на индустријата за пластики“ во Америка (SPI – Society of the Plastics Industry / Plastics Industry Association). Знакот за рециклирање на пластика е во форма на триаголник со три стрелки кои ги означуваат трите фази: собирање, преработка и повторна употреба, а во триаголникот е сместен број кој го означува материјалот од кој е изработена амбалажата. Под триаголникот може да се смести и кратенка од името на пластиката од која е изработена амбалажата.

Некои правила за користење на символите се:





- Символите за обележување треба да овозможат идентификација на пластиката;
- Символот за рециклирање треба да биде незабележителен и да не влијае врз одлуката за купување на производот;
- Символот за рециклирање и описот на материјалот треба да се наоѓа на дното на садовите колку е можно поблиску до центарот;
- Формата на символите не смее да се менува.





Табела бр. 9 Символи за рециклирање на пластика

СИМБОЛИ ЗА РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ПЛАСТИКА	
 <p>PET</p>	Полиетилен терефталат (Polyethylene Terephthalate)
 <p>HDPE</p>	Полиетилен со висока густина (High Density Polyethylene)
 <p>PVC</p>	Поливинил хлорид (Polyvinyl Chloride)
 <p>LDPE</p>	Полиетилен со мала густина (Low Density Polyethylene)
 <p>PP</p>	Полипропилен (Polypropylene)
 <p>PS</p>	Полистирен (Polystyrene)
 <p>OTHER</p>	Друго (Other)
 <p>PLA</p>	Биопластика (Plant-based)




Табела бр. 10 Символи за рециклирање на хартија

СИМБОЛИ ЗА РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ХАРТИЈА	
	Картон (Paper)
	Мешана хартија (Paper) (различни видови на хартија, списанија)
	Хартија (Paper) (Канцелариска)
	Танок картон (Paper)





Табела бр. 11 Символи за рециклирање на метали

СИМБОЛИ ЗА РЕЦИКЛИРАЊЕ НА МЕТАЛИ	
	Железо / Челик (Ferrum)
	Алуминиум (Aluminium)




Табела бр. 12 Символи за рециклирање на ламинати

СИМБОЛИ ЗА РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ЛАМИНАТИ	
	Хартија и пластика
	Хартија/картон, пластика и алуминиум
	Хартија и биоразградлива пластика

Табела бр. 13 Символи за рециклирање на природни материјали

СИМБОЛИ ЗА РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ПРИРОДНИ МАТЕРИЈАЛИ	
	Дрво (Forest)
	Плута (Forest)
	Памук (Textile)
	Јута (Textile)

Табела бр. 14 Символи за рециклирање на стакло

СИМБОЛИ ЗА РЕЦИКЛИРАЊЕ НА СТАКЛО	
	Мешано стакло (Glass)
	Безбојно стакло (Glass)
	Зелено стакло (Glass)

4.2 Други симболи

Освен симболите кои го означуваат материјалот од кој е изработена амбалажата, исто така се користат и други видови на симболи кои се однесуваат на амбалажата.

Еден од најчесто употребуваните симболи кој не се однесува на рециклирање *The Tidyman* (англиски *Tidy = уреден, чист; Man = човек*) од кампањата *Keep Britain Tidy* ги потсетува потрошувачите да бидат одговорни граѓани и внимателно да го фрлаат пакувањето по употребата.

Друг симбол кој често се употребува е чаша и вилушка и истиот означува дека амбалажата е безбедна за пакување на храна.

Доколку производот е изработен од рециклиран материјал може да има симбол дека е изработен од рециклиран материјал, но треба да се наведе и колку проценти од материјалот е рециклиран.

Биоразградливите амбалажи може да имаат симбол дека амбалажата може да се компостира и обично тоа се симболи за сертифицирани материјали кои се претходно испитани според одредени стандарди.

Логото *Seedling* (англиски = *никулец*) е регистрирана трговска марка во сопственост на *European Bioplastics*, а докажува дека производот е сертифициран за индустриско компостирање според европскиот стандард EN 13432 и може да се компостира во индустриска фабрика за компостирање. Под логото *Seedling* секогаш треба да се наоѓа важечки регистарски број (7PXXX) кој се добива при сертифицирањето на производот (амбалажата).

FSC симболот е знак дека производот е изработен од материјал од одржливи шуми. FSC е кратенка од *Forest Stewardship Council GmbH* - меѓународна непрофитна организација (Bonn, Germany) основана во 1993 година која промовира одговорно управување со шумите во светот преку сертификација на дрва. Сертификацијата FSC гарантира дека производите се изработени од

материјали од одговорно управувани шуми и обезбедуваат еколошки, социјални и економски придобивки - заштита на животната средина, заштита на биодиверзитетот, заштита на шумите, фер плата и заштита на работниците кои работат на сеча. Овој симбол може да се употреби за хартија, производи од дрво, плутени предмети, гумени предмети кои содржат каучук и слично. Постојат 3 типа на сертификати:

1. FSC 100% - означува материјал од FSC шуми кои се одржуваат. За секое сечено дрво се сади ново.
2. FSC RECYCLED - означува материјал направен од 100% рециклиран материјал за кој не е воопшто исечена шума.
3. FSC MIX – означува мешан материјал направен од FSC шуми, рециклирани материјали и FSC контролирано дрво.

Die Grüne Punkt (*германски Die Grüne Punkt = англиски Green Dot = Зелена точка*) е организација основана 1990 година. Симболот се употребува во европските земји и преставува лого кое означува дека за пакувањето што го има тој знак е платен надоместок за постапување со отпадот. Во нашата земја најголемо правно лице за постапување со отпад од амбалажа или пакувања е компанијата Пакомак чија дејност е управување со отпадот од пакување. Основана е 2010 год. а од 2011 год. согласно со Законот за управување со пакување и со отпад од пакување поседува дозвола за селекција и преработка на отпад од пакувања. Од 2011 год. Пакомак добива лиценца за употреба на симболот *Green Dot*.

Табела бр. 15 Други симболи за амбалажи

ДРУГИ СИМБОЛИ ЗА АМБАЛАЖИ	
	Амбалажата треба да се депонира соодветно (Tidyman)
	Безбедно за храна
	Изработено од рециклиран материјал
	Материјалот е сертифициран за индустриско компостирање
	Материјалот е сертифициран за индустриско компостирање (Seedling)
	Материјал од одржливи шуми (FSC)
	Производителот платил надоместок за постапување со отпад

ИНОВАТИВНИ ПРИМЕРИ ЗА АМБАЛАЖА

Развојот на човештвото во сите аспекти е процес кој никогаш нема да запре, човекот секогаш наоѓа решение за проблемите - примерите за амбалажа кои се споменати овде имаат тенденција да решат одреден проблем

5. ИНОВАТИВНИ ПРИМЕРИ ЗА АМБАЛАЖА

Сулапак

Сулапак (Sulapak) е финска компанија која произведува биоразградливи материјали. На самиот почеток во 2016 година произведуваше материјал од дрво - пилевина и врзива од растително потекло. Моментално нивниот асортиман на материјали е проширен со други биополимерни материјали кои се биоразградливи и може да се компостираат.



Слика бр. 85 Кутии од сулапак

Вивомер

Вивомер (Vivomer) е материјал од микроби развиен од Лондонската компанија Шелворкс (Shellworks) во 2019 година. Материјалот е биополимер и се распаѓа целосно во природа за време од 6 недели без потреба од специјално третирање.



Слика бр. 86 Купија од вивомер

Шише од фибер

Во 2015 год. Калсберг (Calsberg) презентира биоразградливо шише од влакна (*фибер*) од дрво кое од внатрешната страна е обложено со плазма од биополимер и за чија изработка не се потребни фосилни горива. Материјалот од кој е изработено шишето е непрозирен. Ова шише е производ на данската компанија Екоикспак (ЕсоХрас) во соработка со Данскиот фонд за иновации и Техничкиот универзитет во Данска, кои работат на развојот на ова шише уште од 2009 год., подоцна се вклучува и компанијата Avantium. До 2022 направени се три верзии од ова шише. Од 2023 Карлсберг се здружува со повеќе компании за заедничка соработка на ова поле.



Слика бр. 87 Шише од дрвени влакна

AirCarbon

Компанијата Дел (Dell) во соработка со Њулајт Технолоџис (Newlight Technologies) после 10 годишно истражување во 2014 год. го претстави термополимерот AirCarbon кој е полиетилен произведен од „воздух“, односно од јаглеродот кој го содржат стакленичките гасови и емисиите на метан. За изработка на овој полимер се користат емисиите на метан од фармите и депониите од кои се извлекува јаглеродот, водородот и кислородот, а потоа со помош на реактор за конверзија и биокатализатор се добиваат полимерни молекули од кои се изработува полимерниот материјал.



Слика бр. 88
Полимер изработен од
стакленичките гасови
во воздухот

Печурки

Како замена за полистиренот, компанијата Ековативе (Ecovative) нуди материјал изработен од печурки. Во калапи се става ѓубриво или „храна“ и корења од печурка, кои растејќи и размножувајќи се го исполуваат калапот со материјал кој има карактеристики на полистирен, но е добиен од природен материјал и е биоразградлив.

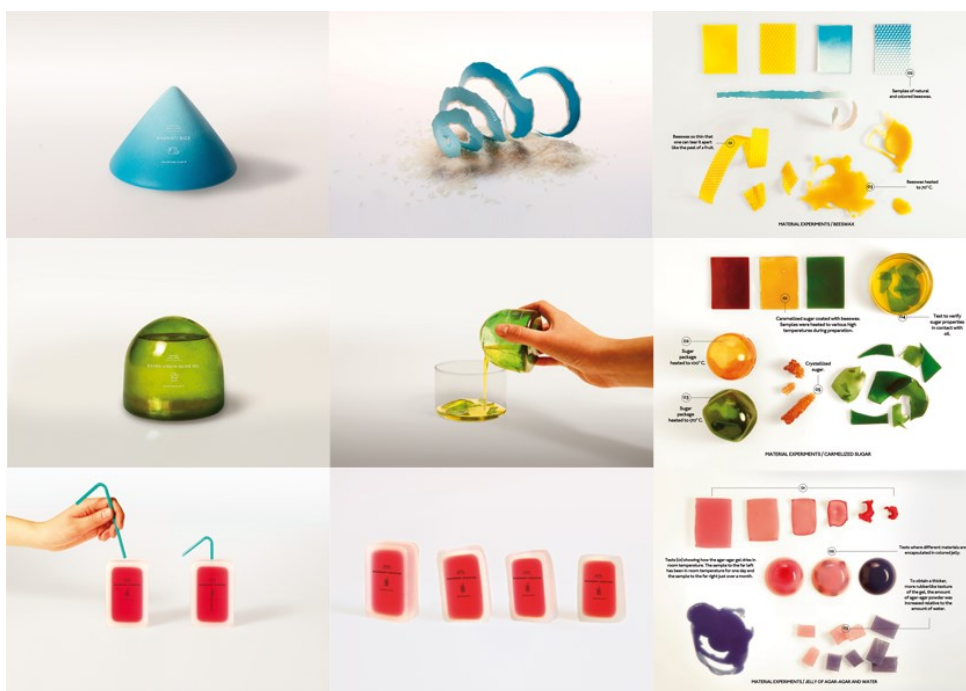


Слика бр. 89
Додатоци за амбалажа
изработени од печурки

Природни немодифицирани материјали

Шведската компанија Тумороу Машин (Tomorrow Machine) има претставено 3 концепти на пакувања кои се добиваат од обновливи извори и се биоразградливи, а информациите на амбалажата се печатат со боја направена од соја. Амбалажите се следни:

1. Пакување наменето за цврста храна кое е изработено од танок слој од пчелин восок, а се отвора со едноставно кинење на обвивката;
2. Пакување наменето за течни маслени супстанции кое е изработено од карамелизиран шеќер прекриен со восок. Ова пакување се отвара со кршење;
3. Пакување наменето за течни производи кои имаат краток рок на употреба (цус, смути и кремове) кое е изработено од морски алги, а се разградува (изобличува) при екстремни високи или ниски температури. Амбалажата не се отвара, туку во неа се става цевка за конзумирање на продуктот.



Слика бр. 90 Пакувања изработени од пчелин восок, шеќер и морски алги

Многу производители се враќаат на првичните природни материјали за пакување.

Во 2008 год. на натпреварот "Dining 2015" организиран од Designboom, дизајнерката Tal Marco од Израел предложи користење на лист од банана за т.н. „брзи оброци“. Листот од банана во некои земји се користи веќе долго време за пакување на храна. Листовите од дрвото банана после нивното отсекување извесен период може да останат свежи, имаат восочно мрсна површина, флексибилни се и со штанц може да се исечат различни форми, а поради природната перфорација по линиите на листот, пакувањата од овие лисја може да се отворат со кинење.



Слика бр. 91
Амбалажа од
листови од банана



Слика бр. 92
Амбалажа од бамбусово
дрво за козметика

Денес во светот постојат многу иновативни примери за амбалажа, а иновациите најмногу се прават во насока на заштита на животната средина. Сепак, за еден материјал да се стандардизира и да започне комерцијално да се произведува треба да задоволува одредени критериуми, посебно материјалите кои се употребуваат за производи кои се конзумираат (храна, пијалоци и лекови) или директно влијаат врз здравјето на луѓето.

Еволуцијата на материјалите за амбалажа може да се разгледува од повеќе аспекти:

1. Промена на суровините за добивање на одреден материјал, така на пример наместо нафта може се користи биомаса или друг извор на јаглеродни честички - како погорниот пример од воздухот;
2. Користење на суровини кои не бараат големи промени на нивниот состав и сложена технолошка интервенција од страна на човекот - како погорниот пример со амбалажите од восок, шеќер и морски алги;
3. Замена на материјалите кои се употребуваат со други материјали, наместо полистирен добиен од нафта може да се користи материјал добиен од печурки кои претставуваат обновлива суровина, а добиениот материјал е биоразградлив;
4. Враќање кон првичните и природните материјали за амбалажа како погорниот пример со листот од банана и слични примери.

Целта на еволуцијата на материјалите за амбалажа е да се добијат подобри и економски посплатливи материјали, да се намали бројот на фазите за нивно добивање и нивното производство да се извршува без големи енергетски трошоци.

При производството на материјали интензивно се работи на употреба на алтернативни и обновливи суровини за производство на материјали но и користење на обновливи извори на електрична енергија (сонце, ветер). Секаде каде што е можно се употребуваат биоразградливи материјали. Освен што има промена на материјалите за амбалажа, во голем обем се намалува и минимизира количината на материјал за амбалажа на производите и се прават иновативни минималистички концепти за амбалажа.

Прилог бр.1 Листа на илустрации и табели

Илустрации

Слика бр. 1 Амбалажа.....	6
Слика бр. 2 Рачно изработена амбалажа пред индустријализација	7
Слика бр. 3 Индустриски изработена амбалажа од челик.....	7
Слика бр. 4 Историја на амбалажа на Кока-кола 1899 -2023: Стаклени шишиња, лименки и пластични шишиња.....	8
Слика бр. 5 Примарна амбалажа	9
Слика бр. 6 Секундарна амбалажа	10
Слика бр. 7 Транспортна амбалажа	10
Слика бр. 8 Индикатор испечатен со термохроматски пигменти.....	13
Слика бр. 9 Амбалажи за овошје и зеленчук со отвори за проветрување.....	14
Слика бр. 10 Гел силика	15
Слика бр. 11 Обоено стакло за заштита од UV зраци.....	16
Слика бр. 12 Диелектричен слој од пластика со статички рефлектирачки слој	16
Слика бр. 13 Транспортна амбалажа од брановидна лепенка уништена од механички сили.....	17
Слика бр. 14 Полистиренски конфети	18
Слика бр. 15 Додатоци за пакување од полистирен	18
Слика бр. 16 Влошка од картон.....	18
Слика бр. 17 Меуреста полимерна фолија.....	18
Слика бр. 18 Боца со вграден распрскувач.....	19
Слика бр. 19 Конзерва без отворач и лименка со прстен за отворање	19
Слика бр. 20 Полимерна туба	20
Слика бр. 21 Чаша за носење.....	20
Слика бр. 22 Амбалажа за храна кој ја задржува температурата на храната.....	20
Слика бр. 23 Машина за полнење на шишиња.....	21
Слика бр. 24 Машина за пакување во кутии од брановидна лепенка.....	21
Слика бр. 25 Машина за пакување со полимерна фолија.....	22
Слика бр. 26 Гајба од брановидна лепенка.....	23
Слика бр. 27 Различна естетика на амбалажа за парфем	24
Слика бр. 28 Амбалажа богата со информации, за подобро информирање искористена е и слика од овошје	25
Слика бр. 29 Симболи кои често се користат на амбалажите	25
Слика бр. 30 Хартиена и пластична чаша	26
Слика бр. 31 Примарна амбалажа од стакло, секундарна амбалажа од картон	30
Слика бр. 32 Ножеви за штанцовање и биговање.....	32
Слика бр. 33 Ротациона штанц форма	33

Слика бр. 34 Подготовка на рамна штанц форма.....	33
Слика бр. 35 Отворена кутија со нејзините елементи.....	34
Слика бр. 36 Затворена кутија од бочната страна.....	34
Слика бр. 37 Транспортна амбалажа од брановидна лепенка.....	35
Слика бр. 38 Примарна амбалажа од брановидна лепенка.....	36
Слика бр. 39 Полимерна фолија.....	37
Слика бр. 40 Полимерни ќеси со затворачи.....	38
Слика бр. 41 Видови на хартија.....	41
Слика бр. 42 Состав на растително влакно.....	42
Слика бр. 43 Изглед на целулозата во хартијата гледано под микроскоп.....	42
Слика бр. 44 Процес за производство на хартија.....	44
Слика бр. 45 Пулпа во корито.....	45
Слика бр. 46 Мазнење на хартијата.....	46
Слика бр. 47 Амбалажа од хартија.....	48
Слика бр. 48 Различни видови на дрва.....	49
Слика бр. 49 Годови на стебло (лево) Штици со годови (десно).....	50
Слика бр. 50 Добивање на пелети.....	51
Слика бр. 51 Амбалажа од дрво.....	52
Слика бр. 52 Изглед на природни влакна под микроскоп.....	53
Слика бр. 53 Намотување на конец на макари.....	54
Слика бр. 54 Природни влакна од растително потекло.....	55
Слика бр. 55 Изработка на полимерни влакна.....	56
Слика бр. 56 Полимерни конци.....	56
Слика бр. 57 Процес на рециклирање на ткаенина.....	57
Слика бр. 58 Амбалажа од ткаенина.....	58
Слика бр. 59 Боксит.....	59
Слика бр. 60 Добивање на алуминиум со електролиза на алуминиум оксид.....	60
Слика бр. 61 Алуминиум.....	61
Слика бр. 62 Амбалажа од алуминиум.....	64
Слика бр. 63 Магнетит (лево) Хематит (десно).....	65
Слика бр. 64 А. Дарбиева висока печка со јаглен.....	66
Слика бр. 65 Сименс-мартинова електрична печка.....	69
Слика бр. 66 Амбалажа од челик.....	70
Слика бр. 67.....	71
Слика бр. 68 Процес на рециклирање на стакло.....	74
Слика бр. 69 Амбалажа од стакло.....	75
Слика бр. 70 Хомополимери 1) Кополимери 2).....	76
Слика бр. 71 Изглед на полимерите.....	77
Слика бр. 72 Надмолекулска структура 1) аморфна 2) кристална и 3) ориентирано кристална.....	77
Слика бр. 73 Амбалажа од PET.....	80

Слика бр. 74 Амбалажа од HDPE	82
Слика бр. 75 Амбалажа од LDPE	83
Слика бр. 76 Амбалажа од PVC	84
Слика бр. 77 Амбалажа од PP	86
Слика бр. 78 Амбалажа и додатоци за амбалажа од PS	88
Слика бр. 79 Амбалажа од полимери растворливи во вода	88
Слика бр. 80 Дел од растенијата од кои се добиваат биополимери (шеќерна репка, пченка, бамбус)	90
Слика бр. 81 Амбалажа од ламинати	97
Слика бр. 82 Производи од рециклиран тетрапак	98
Слика бр. 83 Reuse, Repurpose, Recycle (Искористи, Пренамени, Преработи)	100
Слика бр. 84 Контејнери за селекција на отпад поставени од Пакомак	101
Слика бр. 85 Кутии од сулапак	110
Слика бр. 86 Кутија од вивомер	111
Слика бр. 87 Шише од дрвени влакна	112
Слика бр. 88 Полимер изработен од стакленичките гасови во воздухот	113
Слика бр. 89 Додатоци за амбалажа изработени од печурки	113
Слика бр. 90 Пакувања изработени од пчелин восок, шеќер и морски алги	114
Слика бр. 91 Амбалажа од листови од банана	115
Слика бр. 92 Амбалажа од бамбусово дрво за козметика	115

Табели

Табела бр. 1 Топлинска спроводливост на некои материјали	12
Табела бр. 2 Поделба на хартијата според граматурата	40
Табела бр. 3 Типови на бранови кај брановидна лепенка	40
Табела бр. 4 Количина на целулоза во суровината и должина и дебелина на целулозни влакна	41
Табела бр. 5 Сооднос на суровини за добивање на стакло	71
Табела бр. 6 Додатоци за обојување на стакло	72
Табела бр. 7 Видови на полиетилен	81
Табела бр. 8 Поделба на полимерите	91
Табела бр. 9 Симболи за рециклирање на пластика	103
Табела бр. 10 Симболи за рециклирање на хартија	104
Табела бр. 11 Симболи за рециклирање на метали	104
Табела бр. 12 Симболи за рециклирање на ламинати	104
Табела бр. 13 Симболи за рециклирање на природни материјали	105
Табела бр. 14 Симболи за рециклирање на стакло	105
Табела бр. 15 Други симболи за амбалажи	108

Библиографија

Користена литература

- [1] „Графички материјали“, М.Крговиќ, О.Первиз, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 2005
- [2] „Дизајн и конструирање на пакувања и опаковки“, Н.Ф. Ефремов, Т.В. Лемешенко, А.В. Чуркин, Московски државен универзитет, 2004
- [3] "Извештај за состојба на животната средина во Република Македонија 2013", Македонски информативен центар за животна средина, МЖСПП, Скопје, Р.М., 2014 година
- [4] „Пакување“, Н.С. Врандечиќ, Универзитет Сплит, Хемиско технолошки факултет, завод за органска технологија, Сплит, Хрватска, 2010
- [5] „Структура и дизајн на преѓите“, Е. Тошиќ, М. Пренцова, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Технолошкометалуршки факултет, Скопје 2023
- [6] „Челични конструкции“, П. Цветановски, Универзитет Св.Кирил и Методиј, Градежен факултет Скопје, 2003
- [7] „Encyclopedia of packaging technology III ed. “, K. L. Yam, USA, 2009
- [8] „Food packaging technology“, R. Coles, D. Mcdowell, M.J. Kirwan, Blackwell Publishing Ltd, 2003
- [9] „UK glass manufacture – mass balance study“, R. Edgar, C. Holcroft, M. Pudner, G. Hardcastle, 2008

Користени интернет страни (пристап 2024)

- [1] [acs.org](https://www.acs.org)
- [2] [apeal.org](https://www.apeal.org)
- [3] [bestinpackaging.com](https://www.bestinpackaging.com)
- [4] [bioplasticseurope.eu](https://www.bioplasticseurope.eu)
- [5] [biosphereplastic.com](https://www.biosphereplastic.com)
- [6] [bizongo.com](https://www.bizongo.com)
- [7] [bpiworld.org](https://www.bpiworld.org)
- [8] [cans.planetark.org](https://www.cans.planetark.org)
- [9] [carlsberggroup.com](https://www.carlsberggroup.com)
- [10] [cepi.org](https://www.cepi.org)
- [11] chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com
- [12] [chemistryland.com](https://www.chemistryland.com)
- [13] [coats.com](https://www.coats.com)
- [14] [coca-colacompany.com](https://www.coca-colacompany.com)
- [15] [dell.com](https://www.dell.com)
- [16] [designfederation.net](https://www.designfederation.net)
- [17] [dev-gpi.thisisvisceral.com](https://www.dev-gpi.thisisvisceral.com)
- [18] [dw.com/mk](https://www.dw.com/mk)
- [19] ec.europa.eu
- [20] ec.europa.eu/eurostat
- [21] [economist.com](https://www.economist.com)
- [22] [ecovatedesign.com](https://www.ecovatedesign.com)
- [23] [edie.net](https://www.edie.net)
- [24] eea.europa.eu
- [25] en.wikipedia.org
- [26] [enrin.grida.no](https://www.enrin.grida.no)
- [27] [ental.com](https://www.ental.com)
- [28] europe.paperrecyclingconference.com
- [29] [european-bioplastics.org](https://www.european-bioplastics.org)
- [30] [extron.com](https://www.extron.com)
- [31] [feve.org](https://www.feve.org)
- [32] [foodengineeringmag.com](https://www.foodengineeringmag.com)
- [33] [frontiersin.org](https://www.frontiersin.org)
- [34] [fsc.org](https://www.fsc.org)
- [35] [gov.uk](https://www.gov.uk)
- [36] [homeguides.sfgate.com](https://www.homeguides.sfgate.com)
- [37] [hydro.com](https://www.hydro.com)
- [38] [interplas.com](https://www.interplas.com)
- [39] [isfoundation.com](https://www.isfoundation.com)
- [40] [komuna.com.mk](https://www.komuna.com.mk)
- [41] link.springer.com
- [42] [marinedebris.info](https://www.marinedebris.info)
- [43] [mchamber.org.mk](https://www.mchamber.org.mk)
- [44] [metalpackagingeurope.org](https://www.metalpackagingeurope.org)
- [45] [mnn.com](https://www.mnn.com)
- [46] moepp.gov.mk
- [47] [motorcityfreegeek.net](https://www.motorcityfreegeek.net)
- [48] [ncbi.nlm.nih.gov](https://www.ncbi.nlm.nih.gov)
- [49] [novelis.com](https://www.novelis.com)
- [50] onlinelibrary.wiley.com
- [51] [packworld.com](https://www.packworld.com)
- [52] [pakomak.com.mk](https://www.pakomak.com.mk)
- [53] [paperforrecycling.eu](https://www.paperforrecycling.eu)
- [54] [paperonline.org](https://www.paperonline.org)
- [55] [paperrecovery.org](https://www.paperrecovery.org)
- [56] [paperrecyclingconference.com](https://www.paperrecyclingconference.com)
- [57] [pepsico.com](https://www.pepsico.com)
- [58] [phys.org](https://www.phys.org)
- [59] [plastics.americanchemistry.com](https://www.plastics.americanchemistry.com)
- [60] [plastics.ca](https://www.plastics.ca)
- [61] [plasticsindustry.org](https://www.plasticsindustry.org)
- [62] [plasticsoupfoundation.org](https://www.plasticsoupfoundation.org)
- [63] [pravo.org.mk](https://www.pravo.org.mk)
- [64] [pro-e.org](https://www.pro-e.org)
- [65] [quora.com](https://www.quora.com)
- [66] [re3.org.uk](https://www.re3.org.uk)
- [67] [recycle.co.nz](https://www.recycle.co.nz)
- [68] [recyclenow.com](https://www.recyclenow.com)
- [69] [recyclingtodayevents.com](https://www.recyclingtodayevents.com)
- [70] [researchgate.net](https://www.researchgate.net)
- [71] [rocksandminerals.com](https://www.rocksandminerals.com)
- [72] [saahaszerowaste.wordpress.com](https://www.saahaszerowaste.wordpress.com)
- [73] [sita.com.au](https://www.sita.com.au)
- [74] [standards.co.nz](https://www.standards.co.nz)
- [75] [stat.gov.mk](https://www.stat.gov.mk)
- [76] [steelforpackaging.org](https://www.steelforpackaging.org)
- [77] [tf.uns.ac.rs](https://www.tf.uns.ac.rs)
- [78] [thedieline.com](https://www.thedieline.com)
- [79] [theoceancleanup.com](https://www.theoceancleanup.com)
- [80] [ticotimes.net](https://www.ticotimes.net)
- [81] [trusted.md](https://www.trusted.md)
- [82] [tuv-at.be](https://www.tuv-at.be)
- [83] [twi-global.com](https://www.twi-global.com)
- [84] [vecoplanllc.com](https://www.vecoplanllc.com)
- [85] [worldpackaging.org](https://www.worldpackaging.org)
- [86] [worldsteel.org](https://www.worldsteel.org)
- [87] [coats.com](https://www.coats.com)
- [88] [cosmopacks.com](https://www.cosmopacks.com)
- [89] [dnv.com](https://www.dnv.com)
- [90] [graymont.com](https://www.graymont.com)
- [91] [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)
- [92] [youtube.com](https://www.youtube.com)

Автори:
Проф. д-р Илиос Вилос
М-р Ана Караманди

Наслов:
АМБАЛАЖА

Техничко уредување:
М-р Ана Караманди

Електронско издание ПДФ формат