

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

УТИЛІЗАЦІЯ УПАКУВАНЬ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт студентів
спеціальності –8.05050206 “ Машини і технології пакування ”

Рекомендовано Вченою радою інженерно-хімічного факультету

Київ
НТУУ «КПІ»
2013

Утилізація упакувань:

Метод. вказівки до виконання практичних робіт студентів з дисципліни «Утилізація упакувань» для студентів спеціальності 8.05050206 “Машини і технології пакування” / Уклад.: Т.Б. Шилович – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 16 с.

*Гриф надано Вченою радою ІХФ
(Протокол № 3 __ від 03 . 04 . 2013 р.)*

Навчальне видання

УТИЛІЗАЦІЯ УПАКУВАНЬ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Утилізація упакувань» для студентів спеціальності - 8.05050206 “Машини і технології пакування”

Авторська редакція

Укладач:

Т.Б. Шилович, к.т.н.

Відповідальний редактор

Є.М. Панов, д.т.н., проф.

Рецензент:

А.Р. Степанюк, к.т.н., доц.

Зміст

Вступ	4
Тема 1. Вступ. Мета і завдання дисципліни. Упаковка і оточуюче середовище.	5
Тема 2. Обладнання для сортування та збагачення матеріалів, що переробляються	8
Тема 3. Дробильно-помольне обладнання. Основні конструктивні схеми обладнання різних типів	11
Тема 4. Обладнання та способи розділення твердих фаз.....	11
Тема 5. Утилізація термічним способом.....	13
Контрольні запитання	14
Список рекомендованої літератури	15

ВСТУП

В курсі «Утилізація упакувань» вивчаються основні способи та технологічні засоби утилізації відходів виробництв упаковки та використаних упакувань, виготовлених із різних видів матеріалів. Вивчаються основні етапи утилізації упаковки, технологічні схеми переробки упаковки з різних матеріалів, обладнання для подрібнення використаних упакувань. Дисципліна «Утилізація упакувань» відноситься до циклу дисциплін вільного вибору студентів, професійна складова, за спеціальністю 8.05050206 “Машини і технології пакування”

Згідно з ОКХ курс «Утилізація упакувань» формує відповідні компетенції, а саме здатність до обрання способу утилізації; здатність до аналізу якісної характеристики вторинної сировини та обрання способу її переробки, здатність до прийняття рішень з організації збору та утилізації використаних упакувань.

Дисципліна складається з єдиного кредитного модуля, відноситься до вибіркової частини навчальної програми (дисципліна вільного вибору студентів), входить до циклу професійної та практичної підготовки студентів і являється спеціалізуючою в галузі виробництва та переробки упаковок з полімерних матеріалів.

Вивчення матеріалу дисципліни базується на широкому використанні фізичних уявлень та теоретичних положень фундаментальних і загальноінженерних дисциплін, які розкривають фізичну сутність процесів, що протікають при переробці вторинних полімерів та інших матеріалів після їх використання. Успішне засвоєння матеріалу дисципліни потребує від студентів підготовки з вищої математики, інформатики, хімії, фізики, процеси та апарати галузі, основи конструювання і дизайну упаковок, пакувальне обладнання.

Метою курсу «Утилізація упакувань» є формування знань студентів про проблеми впливу відходів упакувань на оточуюче середовище, способи та методи збору, переробки та утилізації, нові методи вирішення проблем утилізації упаковок,

запровадження у виробництво упаковок вторинної сировини та створення біорозкладаємих матеріалів.

Згідно з ОПП, змістом умінь, що забезпечуються, є наступне:

- уміння обґрунтовано обирати спосіб утилізації певного матеріалу упакувань;
- уміння обґрунтовано обирати схему та обладнання для утилізації;
- розраховувати подрібнюючи обладнання для схеми утилізації;
- організовувати заходи зі збору відходів виробництва та використаної упаковки.

Основною метою практичних занять з кредитного модулю являється закріплення теоретичних знань і формування умінь обґрунтовано обирати спосіб, схему та обладнання для утилізації того чи іншого матеріалу, розрахувати подрібнюючи обладнання для певної схеми утилізації, організовувати заходи зі збору відходів виробництва та використаної упаковки.

Тема 1. Вступ. Мета і завдання дисципліни. Упаковка і оточуюче середовище.

Практичне заняття 1. Проблема відходів та стан її вирішення в Україні та світі.

Мета практичного заняття – сформулювати уміння виконання аналізу проблем забруднення навколишнього середовища та шляхів їх вирішення [4].
с.7-55.

Теоретичні відомості. Проблема обігу твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні з кожним роком загострюється, а впровадження сучасних технологій їхньої переробки супроводжується значними труднощами. Система обігу із ТПВ базується на екстенсивних методах заховання без врахування економічної привабливості використання вторинних ресурсів.

За даним Мінрегіонбуду України (до грудня 2010 р. - Міністерство житлово-комунального господарства) в 2010 р. у країні працювало вісім сміттесортувальних ліній і два сміттеспалювальних заводи. На стадії будівництва перебувають ще 12 сортувальних комплексів, три сміттєперероблюючих заводи й два об'єкти переробки ТПВ, що включає установки спалювання відходів. Оцінка поточної ситуації експертами Національного проекту «Чисте місто» свідчить про необхідність створення мережі сміттєперероблюючих комплексів, десять із яких на рівні пілотних проектів планується впровадити в найближчі п'ять років у великих містах і обласних центрах.

Оцінка, проведена фахівцями галузі [16], виявила наявність більших обсягів вторинної сировини. Питомі показники утворення відходів у середньому становлять 250-300 кг у рік на одну людину, а в більших містах досягають 330-380 кг у рік. Щорічний приріст умісту смітників зростає на 70 млн. м³ (11 млн т), усього накопичено близько 1 млрд. м³ (250 млн т) ТПВ. Із загального річного обсягу утворених відходів 93 % вивозять на полігони, 4 % спалюють і близько 3 % утилізують. У Європі із загальної маси зібраних відходів близько 40 % переробляють, до 40 % направляють на полігони, а інше спалюють (рис. 1).

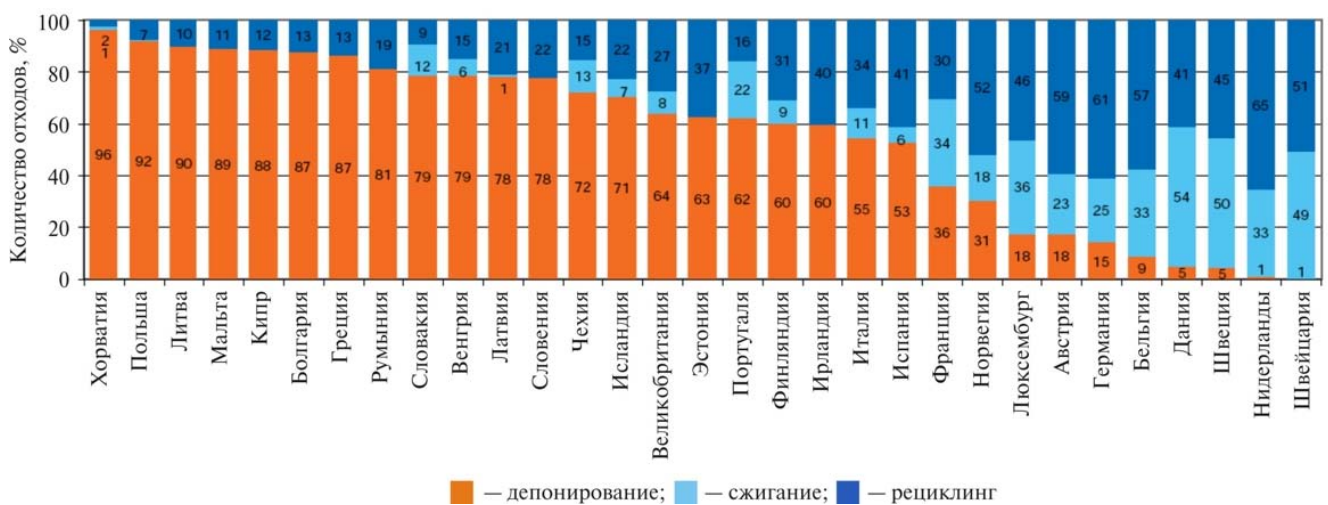


Рис. 1. Співвідношення депонованої, тієї що спалюється і утилізується в європейських країнах

Співставлення динаміки росту ТПВ порівняно з кількістю населення наведено на рис.2.



Рис. 2 Динаміка зростання ТПВ в Україні.

Практичне заняття 2. Нормативно-правова база поводження з відходами в Україні.

Мета практичного заняття – сформулювати вміння виконання аналізу нормативно-правових актів в сфері професійної діяльності, [4], с.7-55

Теоретичні відомості. Основним законом України, який визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини на території України є Закон України про відходи, прийнятий у 1998 р.

Основні визначення, які установлює цей закон:

відходи - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари(продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають

подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення;

поводження з відходами - дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення;

збирання відходів - діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення;

утилізація відходів - використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів;

видалення відходів - здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації;

відходи як вторинна сировина - відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови [15].

Тема 2. Обладнання для сортування та збагачення матеріалів, що переробляються.

Практичне заняття 3. Аналіз стану вторинної переробки відходів. Сортування.

Мета практичного заняття – сформулювати вміння обирати спосіб сортування відходів. [8], с.4-12.

Тверді побутові відходи (ТПВ) являють собою гетерогенну суміш органічних і неорганічних компонентів складного морфологічного складу (чорні й кольорові метали, макулатура, текстильні компоненти, склобій, кераміка, пластмаса, харчові й рослинні відходи, камені, кості, шкіра, гума,

деревина), більша частина з яких, зокрема метали, попадають у категорію відходів після разового використання.

При залученні відходів у промислову переробку особливу роль грають сортувальні (збагачувальні) процеси як підготовча операція, що дозволить виділити ті або інші *цінні* для вторинного використання компоненти, видалити *небезпечні* компоненти і, таким чином, оптимізувати склад відходів з метою наступного **рециклингу**. Сортування ТПВ має свою специфіку у виборі процесів і апаратів.

Число збагачувальних операцій, їхній вигляд і послідовність у технологічній схемі залежить від морфологічного й гранулометричного складу, вологості відходів, визначається метою сортування. Узагальнення досвіду промислової практики сортування ТПВ показує, що якість виділених при механізованому сортуванні фракцій, за винятком металів, нижче, ніж при ручному сортуванні, внаслідок чого макулатура (у складі легкої фракції), склобій і інші компоненти втрачається. Тому, при використанні механізованого сортування варто виділяти, в основному, чорні й кольорові метали, вміст яких у відходах постійно росте. Метали необхідно виділяти також і з тієї причини, що вони не повинні траплятися у спалюючих пристрої і при ферментації.

Сортування ТПВ на європейських заводах починаються з операції просіювання в **барабанному грохоті** з отворами 100 мм. Фракція -100 мм проходить другу стадію просіювання в барабанному **грохоті** (за класом 10 мм) і направляється на компостування; фракція -10 мм є відвальною, являє собою землястий продукт (вважається, що дрібні частки адсорбують токсичні й шкідливі речовини, які можуть забруднювати компост). Вихід збагаченої органічної фракції, що направляється на компостування, - близько 25% за масою (від вихідного). Фракція +100 мм піддається одностадійній магнітної сепарації й потім - аеросепарації (у місці перевантаження з конвеєра на конвеєр матеріал піддається струму, що відсмоктує, повітря, легкі компоненти при цьому

засмоктуються повітрям і виносяться в циклон). Важка фракція аеросепарації є відвальною, її вихід (разом із класом -10 мм просівання) становить близько 60%, тобто ступінь ТПВ на заводі не перевищує 40% (без термічної переробки). Особливістю технологічної схеми є операція поділу плівки та паперу. Для поділу цих компонентів застосовується виборче дроблення, що використовує різницю в еластичності плівки й паперу, потім просівання в барабанному грохоті за класом 200 мм і потім - аеросепарація класу +200 мм; вихід легкої фракції аеросепарація 1-1,5%, яка містить переважно плівку (присутні домішки паперу). У клас -200 мм просівання переважно потрапляє папір, вона направляється на виробництво паливних брикетів. Схема сміттесортувального заводу показано на рис.3 [17].

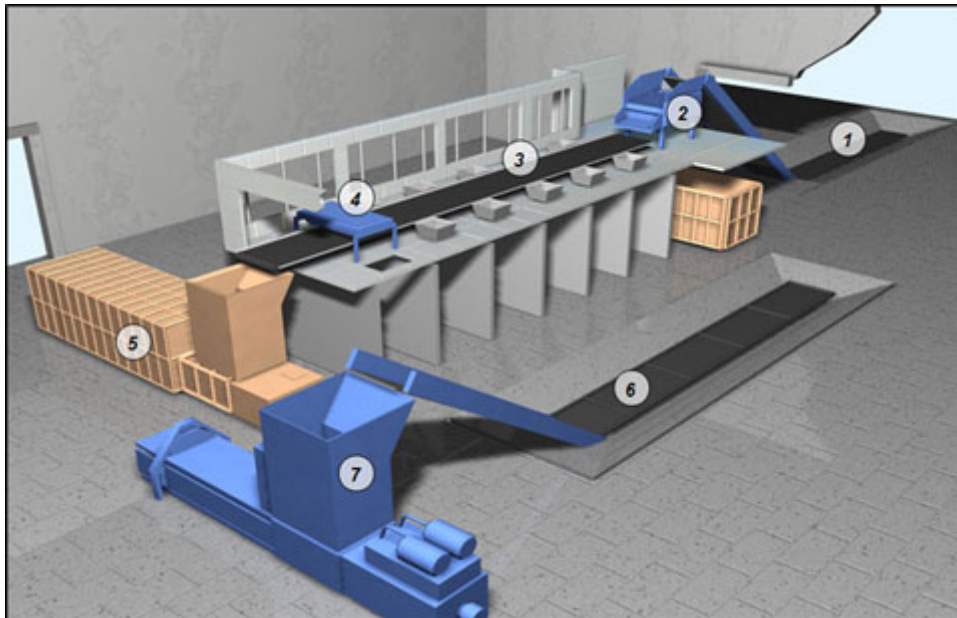


Рис. 3 Схема сміттєспалювального комплексу

Принцип роботи комплексу наступний: на *конвеєр 1* подається сміття з місоровозів, де відбувається відбір крупно габаритного сміття. На *динамічному сепараторі 2* відокремлюється дрібна фракція відходів. На *сортувальному конвеєрі 3* - відбір вторсировини: картону, паперу, пластику, тощо. На *магнітному сепараторі 4* відокремлюється чорний і кольоровий метал. На *прес-контейнері 5* компактуються залишки ТПВ після сортування.

6 – конвеєр, що подає в прес відсортовану втор сировину, 7 – прес для утворення брикетів.

Тема 3. Дробильно-помольне обладнання. Основні конструктивні схеми обладнання різних типів

Практичне заняття 4. Переробка полімерів.

Мета практичного заняття – сформувати вміння обирати схему переробки полімерів [8], с.12-16.

Подрібнення - це процес зменшення розмірів частин твердих тіл, як правило, за рахунок механічної дії. В процесі подрібнення завжди отримують зерна різної величини. Якщо з яких-небудь причини потрібно відділити грубу фракцію матеріалу від дрібної, слід ввести стадію *розсіювання*. Подрібнення для відходів, що утилізуються, дозволяє покращити умови сушіння, сприяє рівномірності дозування, прискоренню процесу спалення тощо. Залежно від типу речовини при подрібненні можуть бути використані різні технологічні установки. Поширені такі подрібнюючі машини: *валкова дробарка, молоткова дробарка, бігуни, дисковий млин, ножова дробарка, стержневий млин і валковий млин*. За допомогою дробарок подрібнюють крихкі матеріали. Для тонкого подрібнення використовують млини. Вирішальним фактором при виборі відповідного обладнання для подрібнення є стан матеріалу і його зернистість (таблиця 1).

Тема 4. Обладнання та способи розділення твердих фаз.

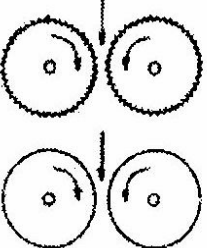
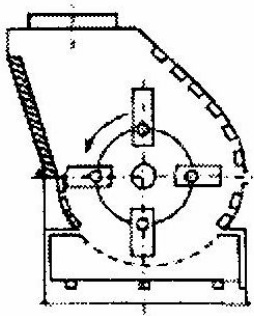
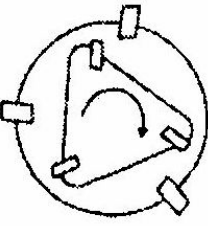
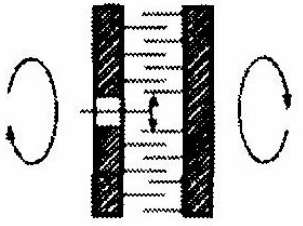
Практичне заняття 5- 6. Технологія гідросепарації.

Мета практичного заняття – сформувати вміння обирати схему переробки [8], с.23-29.

Теоретичні відомості. До комплексів з застосуванням гідро сепарації поступають несортовані тверді побутові відходів. У процесі гідро-механічного

поділу, відходи очищаються й сортуються на матеріали, що перероблюються (вторсировину), а органічні відходи (біовідходи) за допомогою унікальних біо-

Таблиця 1 – Машина для подрібнення полімерів

Характеристика матеріалу	Машина			
	Валкова дробилка	Молотковий млин	Ножова дробилка	Стрижневий млин
				
Використовують для полімерів:	ПС, ПФ	ПС, ПЕ, ПММА	ПВХ, ПЕ, ПП, ПА	ПВХ, ПЕ, ПФЕ

методів, розкладаються на біогаз (газ-метан & CO₂) і на високоякісний компост. Переваги:

- Використання несорттованих відходів;
- Поховання на полігонах тільки 10-20% неперероблених відходів;
- Істотне збільшення відсотка переробки (80-90%);
- Зменшення забруднення (землі, води, повітря);
- Зниження високих витрат утилізації відходів;
- Скорочення експлуатаційних витрат на використання біо-заводів і стабілізації компостування;
- Виробництво електроенергії з біовідходів;
- Виробництво сільськогосподарських добрив високої якості;
- Створення нових робочих місць в «зелених» технологіях. Схема

представлена на рис.4.

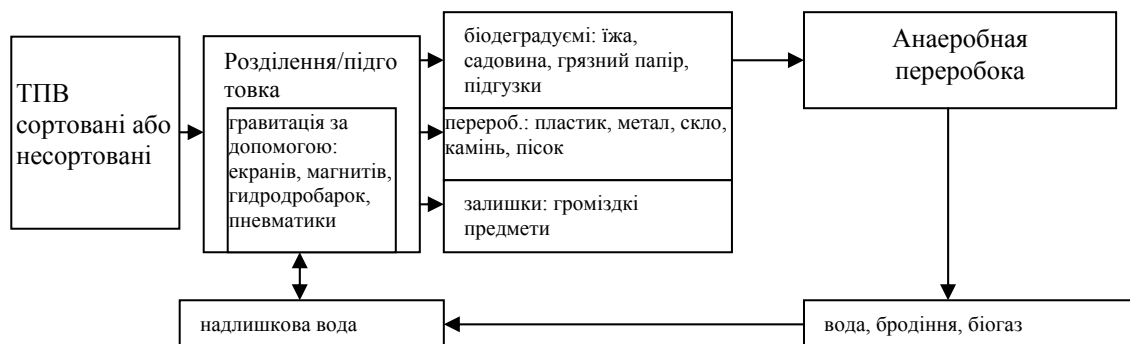


Рис.4 Схема сортувального заводу з гідросепарацією.

Тема 5. Утилізація термічним способом

Практичне заняття 7. Визначення енергетичної цінності відходів.

Мета практичного заняття – сформулювати вміння визначення доцільності спалення відходів. [8], с.57-60.

Теоретичні відомості. В наш час існують такі термічного використання вторинного полімерної сировини:

- спалювання для одержання енергії;
- термічне розкладання (піроліз, деструкція, розкладання до вихідних мономерів та інших.)

Термическомрозкладання - способ перетворення сторинних полімерів в низькомолекулярні сполуки. Важливе місце у тому числі належить піролізу. *Піроліз* - це термічне розкладання органічних речовин для одержання корисних продуктів. За більш низьких температурах (до 600°C) утворюються у основному рідкі продукти, вище 600°C - газоподібні, до технічного вуглецю.

Піроліз ПВХ з додаванням відходівПЭ, ПП і ПС при $T=350^{\circ}\text{C}$ і тиску до 30 атм у присутності катализатора Фриделя-Крафтса і за умов обробки суміші воднем дає змогу отримувати багато цінних хімічних продуктів із виходом до 45%: бензол, толуолу, пропан, кумол, альфа-метилстирол та інших. Попри ряд недоліків, піроліз, на відміну процесів спалювання ТПВ, дає можливість отримання промислових продуктів, що використовуються подальшої переробки.

Каталітичний термолиз, що передбачає застосування нижчих температур. У окремих випадках щадні режими дають змогу одержувати мономери, наприклад, при термолизе ПЕТФ, ПС та інших. Одержувані мономери можна використовувати як при проведенні процесів полімеризації і поліконденсації. З використаних ПЕТФ-пляшок отримують дефіцитні мономери-диметилтерефталат і етиленглицоль, які знову йдуть на синтезу ПЕТФ заданої молекулярної є і структури, яка потрібна на виробництва пляшок.

Найліпшими способами утилізації вторинного полімерної сировини з економічної й екологічної точок зору представляється повторне користування та вторинна переробка на нові види матеріалів і виробів.

Газифікація – отримання генераторного газу з основними горючими складовими CO (27 - 37%) и воднем H₂ (13 - 25%). Теплота стгорання генераторного газу $Q_{рн} = 5 - 7 \text{ МДж/м}^3$. Схема заводу з газифікацією сміття показана на рис. 5.

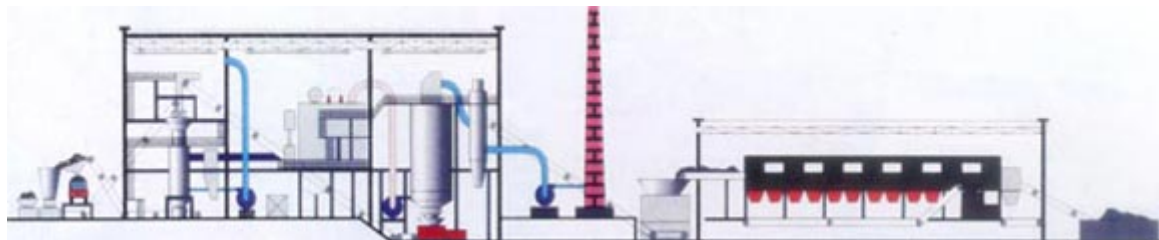


Рис.5. Схема заводу з газифікацією сміття

Практичне заняття 8. Модульна контрольна робота.

Мета практичного заняття – перевірка і контроль знань і умінь студентів.

Практичне заняття 9. Залік

Мета практичного заняття – оцінювання знань студентів за навчальним матеріалом кредитного модуля.

Контрольні запитання

1. Особливості утилізації пластмас.
2. Особливості утилізації паперу і картону.
3. Особливості утилізації металів.
4. Поняття про вторинну сировину.
5. Виробничі відходи при виробництві упакувань.
6. Проблеми утилізації та шляхи їх вирішення в Україні та за кордоном.
7. Екологічне маркування.

8. Основні способи утилізації відходів упакувань.
9. Основні етапи циклу утилізації: транспортування, складування, сортування, захоронення, спалення без отримання енергії.
10. Утилізація відходів термічними методами (крекінг, піролиз, деполімерізація та ін.) з отриманням цінних низькомолекулярних продуктів.
11. Класифікація обладнання для збору та переробки використаної упаковки
12. Дробильно-помольне обладнання. Основні конструктивні схеми обладнання різних типів.
13. Обладнання для подрібнення матеріалів способом різання.
14. Обладнання для різання картону та паперу.
15. Обладнання та способи розділення твердих фаз методом механічного очищення.
16. Утилізація термічним способом.
17. Створення та запровадження нових біоматеріалів, що розкладаються під впливом зовнішніх факторів.
18. Переваги біоматеріалів для упакувань.

Список рекомендованої літератури

Основна література

1. Упаковка и тара. Проектирование, технологи применения. Дж.Ф. Хан лон, Р.Дж. Келси, Х.У. Форсино. Перевод с англ.. под общ. ред. д.т.н., проф.. В.Л. Жавнера. С-Петербург, изд-во Профессия, 2006, с.629
2. Кривошей В.М. Упаковка в нашому житті. К.: ІАЦ «Упаковка», 2001. 160с.
3. Рижков С.С., Харитонов Ю.М., Благодатний В.В. Технології утилізації та рекуперації відходів: методичні вказівки – Миколаїв, УДМТУ, 2003. -80 с.
4. Міщенко В.С., Виговська Г.П. Організаційно-економічний механізм поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення. –К.: НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2009, 294 с.

5. І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв. – К. Інрес: Воля, 2006.-264 с.
 6. Чехин И.Г. Современные способы утилизации полимерных материалов в СССР и за рубежом. – М.: Химия, 1990. 176с.
 7. Аксенова Т.И., Ананьев В.В., Дворецкая Н.М. и др. Тара и упаковка/ Под ред. Э.Г. Розанцева. – М.: МГУПБ, 1999. 180с.
 8. Клинков А.С., Беляев П.С., Соколов М.В., Шашков И.В. Утилизация полимерной тары и упаковки. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2008. 62 с.
 9. Экология города./ Под общей ред.. проф.. Стольберга. Учебник.-К. Либра, 2000. – с.526
- Шитов. Ф.А. Технология бумаги и картона. – М. «Высшая школа» 1978. -172 с.

Додаткова література

- 10.Журнал «Упаковка»
- 11.Экспресс-информация «Тара и упаковка. Контейнеры».
12. Гуль В.Е. Экологические аспекты производства и применения ВМС: Учебное пособие. – М.: МГУПБ, 1998. 36с.
- 13.Полимерная тара и упаковка./ под ред.. С.В. Генеля, -М. , Химия, 1980. 207 с.
- 14.Електронний ресурс: <http://www.menr.gov.ua/>
- 15.Електронний ресурс: http://www.polgroup.ru/kal_teor.html
- 16.Михайленко В. П., Алексеевец И. Л., Денафас Г. Особенности образования твердых бытовых отходов в Украине Электронний ресурс <http://waste.ua/eco/2012/municipal-waste/ukraine/>
17. Електронний ресурс : <http://orwak.narod.ru/sort.html>