

УДК 378.65.011.56

**С. І. БУХКАЛО, О. І. ОЛЬХОВСЬКА, М. М. ЗІПУННІКОВ, С. П. ІГЛІН, В. М. СОЛОВЕЙ,
Д. В. КОЛОБРОДОВА; М. С. МАМОНТОВА**

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТИЖДЕНЬ ЄС 2016 В НТУ «ХПІ»

В статті наведені можливості вирішення деяких задач навчання студентів НТУ «ХПІ» у межах енергетичного тижня ЄС з метою підвищення ефективності використання ТПВ та відходів різних галузей промисловості на комплексному підприємстві, яке може забезпечувати усі свої енергетичні потреби самостійно. Дослідження спрямовані на вивчення таких питань як організація збирання і транспортування відходів, їх ідентифікація та методи контролю якості; вибір науково-обґрунтованих методів переробки та утилізації полімерів як частки ТПВ; розробка необхідних технологічних схем та обладнання для переробки відходів; вибір підприємств для утилізації полімерів і виду енергетичних ресурсів для реалізації цих проектних рішень.

Ключові слова: комплексні енерготехнології, тара та пакування, екологічна безпека, науково-обґрунтовані методи, переробка та утилізація.

В статье приведены возможности решения некоторых задач обучения студентов НТУ «ХПИ» в рамках энергетической недели ЕС с целью повышения эффективности использования ТБО и отходов различных отраслей промышленности на комплексном предприятии, которое может обеспечивать все свои энергетические потребности самостоятельно. Исследования направлены на изучение таких вопросов, как организация сбора и транспортировки отходов, их идентификация и методы контроля качества; выбор научно-обоснованных методов переработки и утилизации полимеров как части ТБО; разработка необходимых технологических схем и оборудования для переработки отходов; выбор предприятий для утилизации полимеров и вида энергетических ресурсов для реализации этих проектных решений.

Ключевые слова: комплексные энерготехнологии, тара и упаковка, экологическая безопасность, научно-обоснованные методы, переработка и утилизация.

The materials by students of NTU «ХПИ» are presented the possibilities of solving problems of improving the use of wastes of different industries on a complex enterprise that can provide all its energy needs alone. The problem of wastes utilization and recycling is present as complex research and analysis of energy- and resource saving processes for treatment of polymer wastes of various origin. The investigation are focused in researching such problems as organization of waste collection, transportation and identification of wastes according to adapted polymers classification; selection of scientific based methods of wastes to be utilized or recycled; the development of appropriated process flow sheets and choice of modifications additives and equipment for polymers waste recycling. The choice of appropriate plants with selected energy resources is very important for projects realization.

Keywords: integrated energy technologies, packaging, evidence-based methods, ecological safety, wastes conversion and recycling.

Вступ.

Постійне прагнення викладачів вищих навчальних закладів (ВНЗ) до удосконалення професійної підготовки майбутніх фахівців з різновидів технічної, гуманітарної, екологічної, економічної та юридичної діяльності спонукає до пошуків нових методів викладання дисциплін, впровадження інноваційних технологій на усіх стадіях навчання. Існуюча пряма залежність якості вищої освіти від фахової компетентнісної підготовки викладача відносить формування педагогічної майстерності до однієї з найважливіших проблем ВНЗ [1–4].

Концептуальні положення з організації професійної підготовки майбутніх фахівців в Україні базуються на положеннях законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про професійно-технічну освіту», Державній національній програмі «Освіта» («Україна XXI століття»), Національній доктрині розвитку освіти, Болонській декларації (1999), документах Євросоюзу, щодо необхідності креативності, безперервності, диверсифікації й гнучкості, прогностичності, доступності, відкритості, з урахуванням інноваційних потреб суспільства – енергетична й екологічна ситуація в Україні в останні 20 років є критичною. Необхідно виробляти позицію суспільства й держави по зниженню техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів й менеджменту та оподаткування НТУ «ХПІ» у 2013–2016 навчальному році сумісно з кафедрою менеджменту ХНУСА 19.11.2015 та

15.06.2016 року провели другий етап комплексного інноваційного проектування за загальною темою «Аналіз можливостей менеджменту комплексних інноваційних проектів енергетичного міксу». До вирішення та розробки основної теми залучаються студенти НТУ «ХПІ» факультетів:

- 1) технології органічних речовин (ТОР) групи О-43а, б, в та О-44 а, б, в;
- 2) бізнесу та фінансів (БФ) – групи БФ-13а,б;
- 3) інтегрованих технологій та хімічної техніки (ІТ) ІТ – ІТ-43;
- 4) студенти ХНУСА групи МО-41

за дисциплінами «Загальна технологія харчових виробництв», «Методи прийняття управлінських рішень», «Стратегічне управління», організаційними змінами», «Операційний менеджмент» та ін., загальною кількістю студентів – 47.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

На першому етапі роботи зі студентами НТУ «ХПІ» і інших ВНЗ м. Харкова були обрані напрямки комплексних інноваційних проектів [5–7]. Ці напрямки обрані в області енергоефективності, ресурсо- й енергозбереження для багатотоннажних галузей промисловості, наприклад, з метою вивчення можливості переробки полімерних відходів різного походження як частини твердих побутових відходів й охорони навколишнього середовища.

За спрощеними функціональними схемами були обрані напрямки та критерії впливу на якість

комплексних інноваційних проєктів (рис. 1):



Рис. 1. Деякі складові комплексних інноваційних проєктів

З метою науково-практичного обґрунтування був проведений огляд літературних даних. Класифіковані види й методи переробки великотоннажних відходів, наприклад поліолефінів. Встановлена необхідність дослідження основних структурно-хімічних змін поліолефінів при окисненні. Розроблені методи вивчення фізико-хімічних властивостей у процесі експлуатації виробів з поліетилену та виявлені закономірності зміни експлуатаційних його характеристик. Так, наприклад, запропоновані й досліджені, методи модифікації фізико-механічних і механічних властивостей вторинного поліетилену отриманого з поліетиленових відходів різного строку експлуатації.

На всіх етапах роботи в НТУ «ХП» конкретно вивчалися можливості переробки усіх видів поліолефінових відходів забруднюючих навколишнє середовище. Із цією метою був проведений цикл необхідних послідовних досліджень за попередньою схемою [8–12]:

1. Огляд та аналіз літературних даних за деякими напрямками утилізації полімерної частки твердих побутових відходів (ТПВ);

2. Класифікація видів й методів переробки цих відходів а також

3. Встановлення основних закономірностей та можливостей хімічних змін при окисненні в процесі експлуатації.

4. Розробка методів вивчення фізико-хімічних властивостей у процесі експлуатації виробів з поліолефінів.

5. Виявлення закономірностей зміни експлуатаційних характеристик поліолефінів.

6. Запропоновані й впроваджені методи модифікації фізико-механічних і механічних властивостей вторинних поліолефінів отриманих з відходів різного строку експлуатації.

7. Можливості забезпечення якості виробів із ТПВ у якості вторинних полімерних матеріалів залежно від кратності їх переробки.

За період роботи студенти мали можливість ознайомитися з законами України про відходи, навколишнє середовище й про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення. Визначено, що закон України про відходи повинен установлювати правові, організаційні й економічні

основи цієї сфери діяльності в державі з урахуванням складу ТПВ та їх небезпеки для населення та навколишнього середовища. Така розробка пов'язана з попередженням або скороченням обсягів утвору відходів, їх збором, перевезенням, зберіганням, обробкою, утилізацією й видаленням, знешкодженням або похованням; запобіганням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище й здоров'я людини на території України, ЄС і всього Земного простору в цілому.

Закон України про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємна умова стійкого економічного й соціального розвитку України. Із цією метою Україна повинна здійснювати на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечної для існування живої й неживої природи навколишнього середовища, захисту життя й здоров'я населення від негативного впливу, обумовленого забруднення навколишнього природного середовища, досягнення гармонічної взаємодії суспільства й природи, охорону, раціональне використання й відтворення природних ресурсів. Цей закон повинен визначати правові, економічні й соціальні основи організації охорони навколишнього природного середовища в інтересах нинішнього й майбутніх поколінь.

Закон України про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя, визначає відповідні права й обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян, установлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби й здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.

На жаль, як можна визначити з реальних умов стану питання екологічної безпеки, прийняті закони не працюють на рівні державної влади в регіонах, а громадськість не підготовлена до їхньої реалізації.

Викладання основного матеріалу досліджень. З вивчених методів використання полімерних відходів, найбільш перспективним з погляду ресурсозбереження є напрямок одержання й переробки вторин-

них полімерів. Це дозволить розширити сировинну базу для виробництва виробів і підвищити ефективність використання сировини (рис 2). Дослідження проводилися на основі вивчення властивостей відхо-

дів різного походження, їх складу й можливості організованого збору.

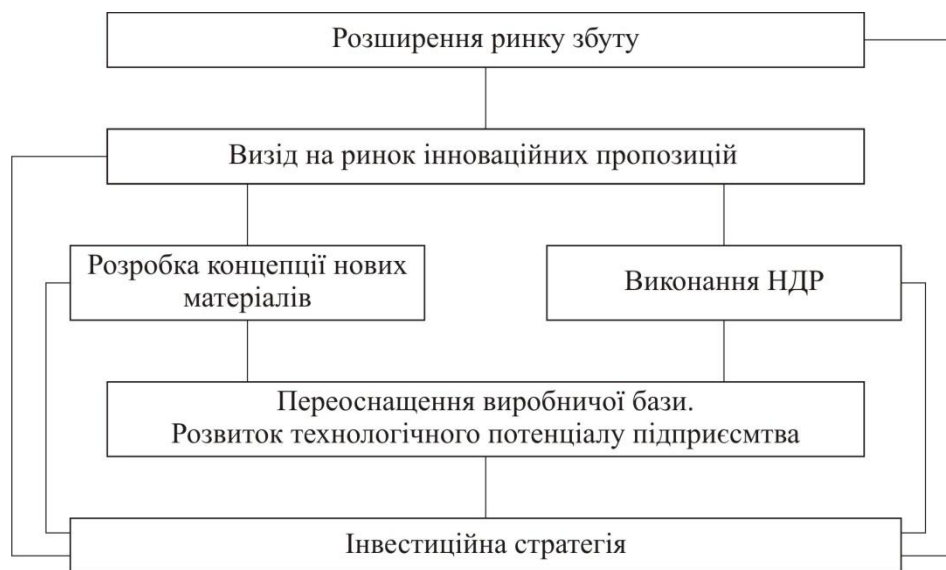


Рис. 2. Можливості введення результатів комплексних проектів у виробництва.

Для досягнення цих цілей, а також запобігання забрудненню навколишнього середовища мільйонами тон полімерних відходів необхідно вирішувати й одно з основних питань цієї проблеми – вибір методів спрямованої модифікації для поліпшення якості вторинної полімерної сировини за допомогою методів математичного моделювання. Ці питання розробляються спільно зі студентами як комплексні інноваційні проекти й у студентському науковому співтоваристві – це наступний етап роботи в НТУ «ХП». Залучення до вирішення екологічних проблем України суспільних студентських організацій у процесі навчання у ВНЗ дозволить їм підготувати надалі громадськість України до організованого збору та попередньої ідентифікації різних видів відходів – складових ТПВ.

Наша робота також спрямована на вибір науково-обґрунтованих методів комплексної переробки й кінцевої утилізації полімерних відходів різного походження й строку експлуатації разом з іншими видами відходів. Це дозволить знизити, насамперед, загальна кількість відходів, що підлягають похованню на смітниках або забруднюючих навколишнє середовище шкідливими викидами. Такий підхід дозволить використовувати ресурсний потенціал цих видів відходів, а також створить передумови для дотримання нормативно-правових, санітарно-екологічних, економічних і організаційних аспектів проблеми керування відходами в цілому. В роботі студентів та викладачів розглянуті питання дослідженні хіміко-технологічних задач, коли є апріорні відомості про поведінку досліджуваної величини, які диктують конкретний вид теоретичної залежності. Розглядаючи конкретну задачу, слід зазначити, що в кожній з них і

аргумент x , і функція y позитивні.

Приклад 1. Необмежене зростання. При $x = 0$ теоретичне значення $y = 0$; при збільшенні x функція y необмежено зростає, але нелінійно. Один з можливих варіантів теоретичної залежності – це моном з невідомим показником ступеня:

$$y = b_1 x^{b_2}; \quad (1)$$

де b_1 і b_2 додатні.

Приклад 2. Вичерпання. При $x = 0$ функція $y > 0$, а при зростанні x функція y спадає до нуля, залишаючись угнутою. Теоретичну залежність можна взяти в наступному вигляді:

$$y = b_1 e^{-b_2 x}; \quad (2)$$

де $b_1 > 0$ – початкове значення, $b_2 > 0$ – параметр, що характеризує швидкість зменшення.

Приклад 3. Насичення. При $x = 0$ теоретичне значення $y = 0$; при збільшенні x функція y зростає, але тільки до певної межі, залишаючись опуклою. Можливий вид такої залежності:

$$y = b_1 (1 - e^{-b_2 x}); \quad (3)$$

де $b_1 > 0$ – граничне значення, до якого прагне функція, $b_2 > 0$ – параметр швидкості досягнення граничного значення.

Подібними залежностями можна описувати не тільки концентрацію речовини в ході хімічної реакції, а й, наприклад, залежність утворення киснеутримуючих груп від терміну експлуатації в натурних умовах поліетиленової плівки. Звичайно, можливі й інші види теоретичних залежностей. Для вирішення задачі нелінійної апроксимації в MATLAB є функція `nlinfit`. Аргументами для неї є експери-

ментальні точки (x_i, y_i) , вид теоретичної залежності (1, 2, 3) або інший, початкові наближення для параметрів b_j , а також параметри налаштування процесу мінімізації функції правдоподібності (суми квадратів відхилень експериментальних ординат від теоретичних). Отримано теоретичну криву насичення зміни кількості гідроксильних (гідроксил) груп, в процесі експлуатації поліетиленової плівки сільськогосподарського призначення та її апроксимації за заданими експериментальними точками:

$$y(t) = 0,8108262 \cdot (1 - e^{-0,005742t})$$

Довірчі інтервали для 95% довірчої ймовірності

$$-1,9660286 \leq b_1 \leq 3,5876810;$$

$$-0,0205024 \leq b_2 \leq 0,0319267.$$

Швидкість насичення:

$$y' = 0,0046315383560139 \cdot e^{-0,005742t}$$

Інколи теорія та отримані дані експерименту показують, що експериментальна залежність на різних відрізках має різний аналітичний вигляд (рис. 2). У таких випадках, якщо відома точка перемикавання, варіюються параметри кривих на різних відрізках за умови неперервності та гладкості у точці перемикавання.

Наприклад, коли експериментальні дані мають вигляд S-подібної кривої, теоретичні положення можна викласти як: функція $y = f(x)$, при $x = 0$ є нульовою, потім зростає все швидше й швидше до

якогось невідомого аргумента x_0 . Далі її зростання уповільнюється і, наприклад, при $x = 10$ вона виходить на максимально можливий рівень y_{\max} , теж невідомий. При цьому функція $y = f(x)$ є неперервною та гладкою.

Світова система економіки та інновацій перебуває в стані безперервної кризи, яка викликана внутрішньою й зовнішніми стосовно неї факторами.

Для України це перехід до ринкової економіки, високий рівень безробіття серед випускників вузів, особливо в умовах економічної кризи, різко загострили проблеми й можливості молодих людей знайти свою нішу на ринку роботи, підкреслили невідповідність випускників до реальної організаторської й технічної діяльності.

Проблему навчання студента практичним навичкам діяльності у вищому навчальному закладі, навіть за допомогою найбільш сучасних методичних приймів, розв'язати дуже складно. Створення умов у навчанні студентів для придбання ними необхідних компетенцій, протягом життя буде сприяти конкурентоспроможності випускників вищих навчальних закладів на ринку праці, ключові компетенції можуть сприяти їхній участі в розвитку демократичних принципів суспільства (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльні показники оцінювання ефективності системи підготовки викладачів та студентів

Критерії	Показники	Середній бал		Динаміка
		2015	2016	
1	Направленість професійної підготовки на формування у учасників стійких мотивів вибору діяльності	54	59	+5
	Орієнтованість професійної підготовки на формування інноваційного напрямку	47	53	+6
	Спрямованість професійної підготовки на формування розуміння специфіки функціонування професійної діяльності в умовах розвиненої інфраструктури підприємства та провідних компетенцій сучасного спеціаліста галузі	44	46	+2
2	Адекватність змісту підготовки до інноваційних завдань, що виконуються в процесі підготовки проекту	50	52	+2
	Організація професійно-особистісного розвитку через залучення в різні види професійно-інноваційної діяльності	57	62	+5
	Функціонування підсистеми підготовки, як експериментального майданчика з апробації сучасних технологій, засобів навчання та виховання	56	60	+4
3	Сформованість професійно-значущих якостей, що дозволяють успішно здійснювати інноваційну діяльність	63	68	+5
	Готовність до постійного освоєння та реалізації інноваційних технологій навчання і виховання	65	68	+3
	Сформованість професійної компетентності, мобільності, здатності до безперервного професійно-особистісного розвитку, що дозволяє здійснювати широкий спектр інноваційних послуг	69	75	+8

1 – мотиваційний, 2 – змістовний, 3 – результативний.

Порівняльні показники оцінювання (100 балів) ефективності системи підготовки викладачів та студентів мають позитивну динаміку. Проведення енергетичного тижня в НТУ «ХП» призначене для поширення передової практики навчання, натхнення на

нові ідеї і створення організацій різного рівня при розробці комплексних інноваційних проектів (рис. 3). Шляхи й методи охорони навколишнього середовища одержали широке поширення в країнах ЄС. Це пов'язане з розробкою ефективного екологічного

керування й законодавства. Такий досвід необхідний Україні на стадії навчання студентів у вищих навчальних закладах (ВНЗ). Випускники ВНЗ, як бакалаври так і магістри, потрапляючи на підприємства у

якості фахівців будуть ознайомлені з сучасним законодавством у цих необхідних для кожної галузі промисловості та побуту, розроблених національними програмами України та країн ЄС.

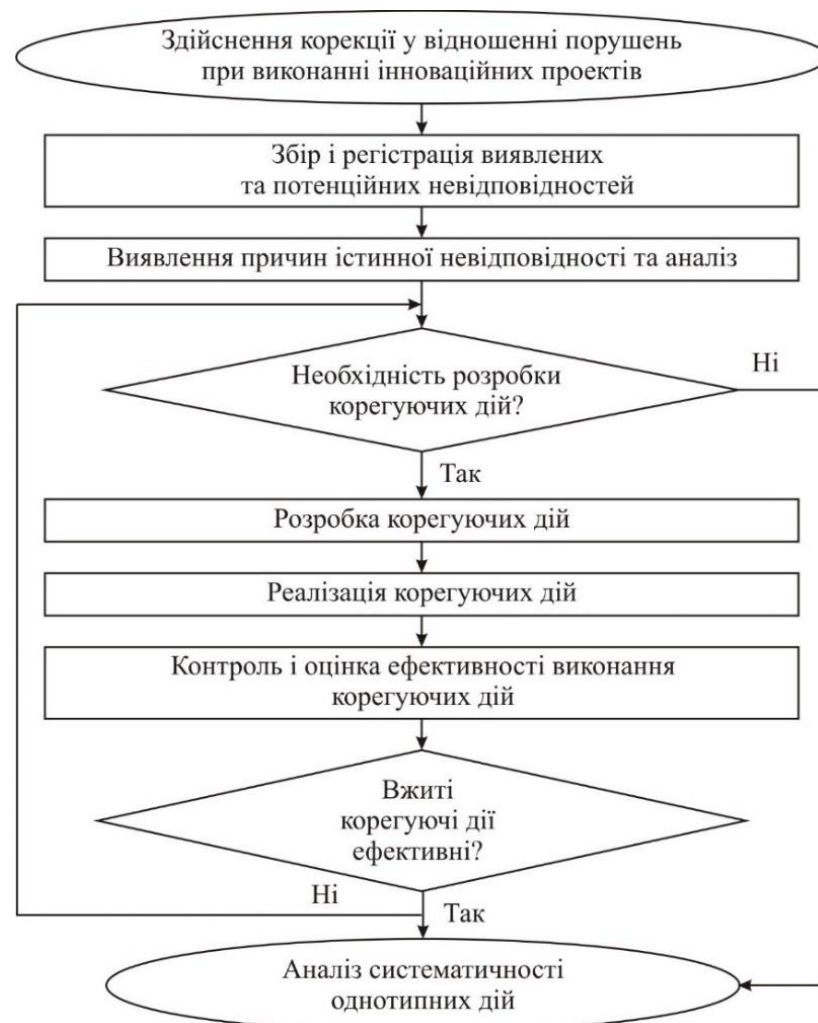


Рис. 3. Контроль порушень при розробці комплексних інноваційних проектів

Навчання студентів необхідно зв'язувати з реформою процесів охорони навколишнього середовища на різних рівнях, для визначення й досягнення цілей у короткостроковій і довгостроковій перспективі [1–12]. З метою інтенсифікації вирішення інноваційних проблем ресурсо- та енергозбереження студенти використовують методи математичного моделювання обробки експериментальних даних (рис. 4).

Під способом або шляхом прийняття рішень розуміється специфічний комплексний технологічний процес, а також процес формування рішень у свідомості студентів для нового проекту в порівнянні з моментом прийняття рішення і реально досяжного через конкретні дії стану. Природно, практична управлінська діяльність у межах розробки комплексних проектів складається з рішень і дій, зв'язаних з

удосконаленням методів та технологій прийняття управлінських рішень. В основі використовуваних технологій поряд з технічними інноваційними технологіями можуть бути власний досвід, пов'язаний зі знанням навколишнього світу і закономірностей, що лежать в основі його функціонування, а також його власні емоції, відчуття, його професійно-освітній рівень, ступінь знайомства з накопиченим іншим досвідом.

Таким чином, можна зробити висновок, що менеджери комплексних інноваційних проектів поряд зі спеціалістами інших професій повинні використовувати різні способи і методи при прийнятті управлінських рішень, які дозволяють досягти поставленої мети.

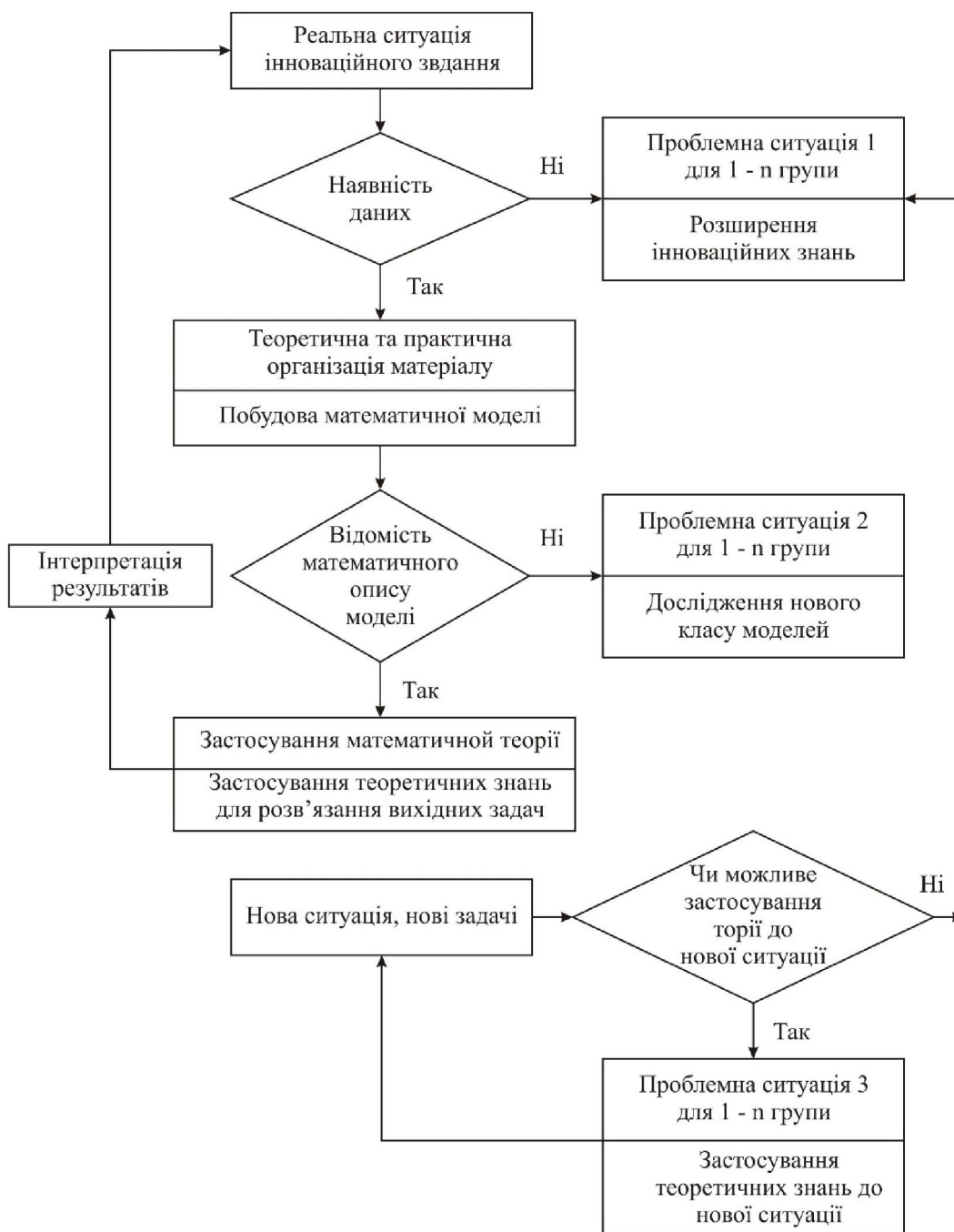


Рис. 4. Алгоритм обробки комплексного інноваційного експерименту

Необхідне подальше вивчення інноваційного науково-обґрунтованого досвіду з утилізації ТПВ для ЄС з метою остаточного вибору методів навчання. Таким чином теми проектів будуть подовжені та розвинені: «Дослідження техніко-екологічних можливостей енергетичного міксу», «Загальні методи прийняття управлінських рішень для комплексних інноваційних підприємств» та «Економіко-правові характеристики комплексного процесу енергетичного міксу з урахуванням альтернативних джерел енергії». Такі проекти мають статус актуальних проблем сучасності, зв'язаних, перш за все, з високими цінами на енергоносії та потребують участі студентів на усіх стадіях виконання. Студенти ХНУСА та НТУ «ХП»

(ф-т БФ) приймають активну участь у розробці теми «Менеджмент та маркетинг як шлях до збереження альтернативних джерел України».

При проведенні проектування студенти отримали глибокі знання з курсів та навички до проведення самостійної наукової роботи. Керівник комплексного проектування з проблем енергетичного міксу проф. Бухкало Світлана Іванівна (ф-тет ІТ). У підготовці та реалізації проекту приймають участь керівник від ХНУСА проф. Серіков Анатолій Васильович та ст. викладач Ольховська Оксана Ігорівна (ф-тет БФ), с.н.с. ПМАШу НАНУ, к.т.н. Зіпунніков Микола Миколайович.

Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Таким чином, у результаті подовження роботи [10–12] за вищевказаними напрямками, досягнуті наступні результати:

1) основна мета представленої розробки – освоєння нових навчальних технологій з організації, виконання та упровадження комплексного міжвузівського інноваційного проектування для забезпечення активізації технічної творчості студентів;

2) за результатами комплексного інноваційного проектування з метою розповсюдження інформації про інноваційні методи навчання готуються до друку у 2015–2016 навчальному році дві статті сумісно зі студентами, що приймають участь у захисті проекту.

3) учасниками проекту прийнято рішення про подовження третього етапу розробки ще на два семестри з метою розвинення теми за стандартами ЄС.

Список литературы: 1. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І. Діяльність вищого навчального закладу по підвищенню якості підготовки фахівців. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 3–12. 2. Бухкало С.І. Применение математического моделирования для комплексных предприятий по переработке отходов / С.І. Бухкало, С.Е. Гардер, О.Ю. Химич и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 7–78. 3. Бухкало С.І., Сериков А.В., Ольховская О.І. и др. Об утилизации полимерных отходов как комплексе инновационных проектов / С.І. Бухкало, А. В. Сериков, О.І. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 160–166. 4. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І. Возможности упровадження системи компетенцій у сучасних навчальних закладах // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 3–12. 5. Бухкало С.І., Зипунников Н.Н., Бындыч О.А. Возможности водородной энергетики в инновационных комплексных предприятиях // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 46–53. 6. Бухкало С.І., Гардер С.Е., Ольховская О.І. и др. Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 72–80. 7. Бухкало С.І. Анализ эколого-правовой базы комплексной утилизации отходов полимеров / С.І. Бухкало, Н.Н. Зипунников, О.І. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 140–145. 8. Бухкало С.І. Комплексні інноваційні проекти як фактори забезпечення технічної творчості студентів. XII міжнародна школа-семинар «Сучасні педагогічні технології в освіті». НТУ «ХПІ», – Х., 12–14 лютого 2014. 9. Бухкало С.І. Удосконалювання методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 16. – с. 3–11. 10. Бухкало С.І. Ресурсоберегаючі технології використання полимерних отходов. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХПІ». 2001. № 2. с. 106–112. 11. Бухкало С.І. К вопросу энергосбережения процесса агломерирования полимерной упаковки. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХПІ», 2005, № 2, с. 29–33. 12. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.А., Хавин Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение. Уч. пособие. – Х.: НТУ «ХПІ». 2005. – 460 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I.* Dijal'nist' vishhogo navchal'nogo zakladu po pidvishhennju jakosti pidgotovki fahivciv Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 3–12. 2. *Bukhhalo S.I.* Primenenie matematicheskogo modelirovanija dlja kompleksnyh predprijatij po pererabotke othodov / S.I. Bukhhalo, S.E. Garder, O.Ju. Himich i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 73–78. 3. *Bukhhalo S.I., Serikov A.V., Ol'hovskaja O.I. i dr.* Ob utilizacii polimernyh othodov kak komplekse innovacionnyh proektov. Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 160–166. 4. *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I.* Mozhlivosti uprovadzhenija sistemi kompetencij u suchasnih navchal'nih zakladah // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 3–12. 5. *Bukhhalo S.I., Zipunnikov N.N., Byndych O.A.* Vozmozhnosti vodorodnoj jenergitiki v innovacionnyh kompleksnyh predprijatijah // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 46–53. 6. *Bukhhalo S.I., Garder S.E., Ol'hovskaja O.I. i dr.* Regulirovanie jeffektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predprijatijah po pererabotke othodov // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 72–80. 7. *Bukhhalo S.I.* Analiz jekologo-pravovoj bazy kompleksnoj utilizacii othodov polimerov / S.I. Bukhhalo, N.N. Zipunnikov, O.I. Ol'hovskaja i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 140–145. 8. *Bukhhalo S.I.* Kompleksni innovacijni proekti jak faktori zabezpechennja tehnicnoi tvorchosti studentiv. XII mizhnarodna shkola-seminar «Suchasni pedagogichni tehnologii v osviti». NTU «Khpi», – Khr., 12–14 ljutogo 2014. 9. *Bukhhalo S.I.* Udokonaljuvanija metodiv ocinki znan' studentiv vishhij navchal'nih zakladiv. Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2014. – No. 16. – P. 3–11. 10. *Bukhhalo S.I.* Resursoberegajushhie tehnologii ispol'zovanija polimernyh othodov. Integrovani tehnologii ta energoberezhenija. – Khr. NTU «Khpi», 2001, № 2, P. 106–112. 11. *Bukhhalo S.I.* K voprosu jenergosberezhenija processa aglomerirovanija polimernoj upakovki. Integrovani tehnologii ta energoberezhenija. H.: NTU «HPI», 2005, № 2, P. 29–33. 12. *Tovazhnjanskij L.L., Bukhhalo S.I., Kapustenko P.A., Khavin G.L.* Osnovnye tehnologii pishhevij proizvodstv i jenergosberezhenie. Uch. posobie. – Khr. NTU «Khpi». 2005. – 460 p.

Поступила (received) 23.05.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Енергетичний тиждень ЄС 2016 в НТУ «ХПІ» / С. І. Бухкало, О. І. Ольховська, М. М. Зипунников, С. П. Іглін, В. М. Соловей, Д. В. Колобродова; М. С. Мамонтова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 3–10. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

Энергетическая неделя ЕС 2016 в НТУ «ХПІ» / С. И. Бухкало, О. И. Ольховская, Н. Н. Зипунников, С. П. Иглин, В. Н. Соловей, Д. В. Колобродова; М. С. Мамонтова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 3–10. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

EU Energy Week 2016 in NTU «KhPI» / S. I. Bukhhalo, O. I. Olkhovska, M. M. Zipunnikov, S. P. Iglin, V. M. Soljvey D. V. Kolobrodova, M. S. Mamontova // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series:

Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 3–10.
Bibliog.:12 titles. – ISSN 2220-4784.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Бухкало Світлана Іванівна – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Bukhhalo Svetlana Ivanovna – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Бухкало Светлана Ивановна – кандидат технических наук, профессор кафедры интегрированных технологий, процессов и аппаратов, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Ольховська Оксана Ігорівна – ст. викладач, кафедра менеджменту і опадаткування, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Olkhovska Oksana Igorivna – senior lecturer, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Ольховская Оксана Игоревна – ст. преподаватель, кафедра менеджмента и налогообложения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Зіпунніков Микола Миколайович – кандидат технических наук, с.н.с. ИПМАШ НАНУ, тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Zipunnikov Mikola Mikolaevych – Phd, candidate of technical sciences, IPMASH NANU, tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Зипунников Николай Николаевич – кандидат технических наук, с.н.с. ИПМАШ НАНУ, тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Іглин Сергій Петрович – кандидат технічних наук, професор кафедри прикладної математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Iglin Sergii Petrovych – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Applied Mathematics National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Иглин Сергей Петрович – кандидат технических наук, профессор кафедры прикладной математики, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Соловей Валентин Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Soljvey Valentin Mikolaevych – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Соловей Валентин Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры интегрированных технологий, процессов и аппаратов, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Колобродова Дар'я Вікторівна, бакалавр Харківський національний університет внутрішніх справ, тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com;

Kolobrodova Darya Victorivna, bachelor, Kharkiv National University of Internal Affairs, tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Колобродова Дарья Викторовна, бакалавр Харьковский национальный университет внутренних дел, тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com;

Мамонтова Марина Сергіївна, спеціаліст, Украинская юридическая академия, Харків, тел. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Mamontova Marina Sergeevna, specialist, Law Academy, Kharkiv , tel. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

Мамонтова Марина Сергеевна, специалист, Украинская юридическая академия, Харьков, тел. : +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

УДК 378.65.011.56

С. І. БУХКАЛО

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЕЙ УТИЛІЗАЦІЇ РІЗНОВИДІВ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

В статті наведені можливості вирішення задач підвищення ефективності використання відходів різних галузей промисловості на комплексному підприємстві, яке може забезпечувати усі свої енергетичні потреби самостійно. Дослідження спрямовані на вивчення таких питань як організація збирання і транспортування відходів, їх класифікація-ідентифікація та методи контролю якості, маркування відповідно до загальноприйнятої класифікації полімерів; вибір науково-обґрунтованих методів переробки та утилізації полімерів; розробка необхідних технологічних схем, вибір добавок для модифікації та обладнання для переробки полімерних відходів; вибір підприємств для реалізації утилізації полімерів і виду енергетичних ресурсів для реалізації цих проектних рішень.

Ключові слова: комплексні енерготехнології, тара та пакування, екологічна безпека, науково-обґрунтовані методи, переробка та утилізація.

The materials are presented the possibilities of solving problems of improving the use of wastes of different industries on a complex enterprise that can provide all its energy needs alone. The problem of wastes utilization and recycling is present as complex research and analysis of energy- and resource saving processes for treatment of polymer wastes of various origin. The investigation are focused in researching such problems as organization of waste collection, transportation and sorting-identification of wastes according to adapted polymers classification; selection of scientific based methods of wastes to be utilized or recycled; the development of appropriated process flow sheets and choice of modifications additives and equipment for polymers waste recycling. The choice of appropriate plants with selected energy resources is very important for projects realization.

Keywords: integrated energy technologies, packaging, evidence-based methods, ecological safety, wastes conversion and recycling.

В статье приведены возможности решения некоторых задач с целью повышения эффективности использования ТБО и различных отраслей промышленности на комплексном предприятии, которое может обеспечивать все свои энергетические потребности самостоятельно. Исследования направлены на изучение таких вопросов, как организация сбора и транспортировки отходов, их классификация-идентификация и методы контроля качества; выбор научно-обоснованных методов переработки и утилизации полимеров; разработка необходимых технологических схем и оборудования для переработки полимерных отходов; выбор предприятий для реализации утилизации полимеров и вида энергетических ресурсов для реализации этих проектных решений.

Ключевые слова: комплексные энерготехнологии, тара и упаковка, экологическая безопасность, научно-обоснованные методы, переработка и утилизация.

Вступ.

Україна входить в число країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення твердих побутових відходів, значну частку яких складає полімерна та змішана тара – пакування різного строку експлуатації. Реакції взаємодії кисню, наприклад, з ненасиченими сполуками полімерів, наявними, як в їх ланцюжку або тими, що утворюються в процесі їх експлуатації викликають інтерес не тільки вчених, а й у подальшому взаємозв'язку усі учасники лінії виробник-споживач продукції з полімерних матеріалів. Це обумовлено нерозривним зв'язком досліджуваних теоретичних питань хімії полімерів з рядом найважливіших задач хімічної технології в області виробництва і експлуатації виробів з полімерів. Зусилля дослідників стимулюються також постійно зростаючим попитом на полімери, масштабом і складністю прикладних задач експлуатації полімерних виробів. Теоретичні аспекти, наприклад, окислення ненасичених сполук зачіпають різноманітні питання механізму реакцій радикального приєднання і заміщення – кінетику і термодинаміку процесів окислення в конкретних умовах експлуатації. Проблема встановлення зв'язку зміни будови полімерів в процесі експлуатації виробів з них, нерозривно пов'язана з умовами експлуатації полімерів і їх реакційною здатністю, наприклад, в реакціях радикального приєднання. Очевидно, що перевірка існуючих концепцій реакційної здатності і створення нових теоретичних викладів щодо експлуатації полімерних виробів, можливі лише при наявності масиву кінетичних даних, які, наприклад, характеризують швид-

кість елементарного акту в реакціях окислення при екстремальних умовах експлуатації.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

У реакціях окислення ненасичених сполук цей масив складають константи швидкості приєднання різних радикалів і молекулярного кисню, з утворенням гідропероксидів і т.д. Кінетичні параметри реакцій цих радикалів і молекул пов'язаний з широким спектром активності цих частинок в умовах експлуатації, відмінності в термохімії приєднання, в будові полімеру дозволяють визначати не тільки їх реакційну здатність, але й прогнозувати терміни їх експлуатації, а також методи і способи їх утилізації на всіх етапах робочого циклу.

У присутності кисню, на наш погляд, можна чекати три типи реакцій взаємодії з ним полімерів: окислювання як процес молекулярних реакцій, що окремо протікають, окислювання по ланцюговому механізмі, термічний розпад полімеру й окислювання продуктів розпаду. Всі три типи реакцій спостерігаються в реальних умовах, однак, найчастіше взаємодія полімерів з киснем відбувається по ланцюговому механізмі. За аналогією із процесами взаємодії кисню з низькомолекулярними вуглеводнями ряд авторів [1–3] цей процес називають автоокисленням, він ініціюється світлом і тепловим впливом.

Процес автоокислення у період експлуатації полімерних виробів, наприклад поліетиленової плівки, характеризується трьома стадіями: періодом індукції, якій відповідає стадія зародження ланцюгів; періодом