

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Ю.Г.СУХЕНКО, О.О.СЕРЬОГІН
В.Ю.СУХЕНКО, Н.В. РЯБОКОНЬ

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ
ВИРОБНИЦТВАХ

ПІДРУЧНИК

За редакцією
доктора технічних наук,
професора О.О. Серьогіна

Київ
ЦП «КОМПРИНТ»
2016

УДК 502.171:620.9
ББК 6П8.6Я7
С91

Рекомендовано вченою радою НУБіП
України як підручник для студентів
вищих навчальних закладів
(протокол № 10 від 30.03.2016 р.)

Рецензенти: доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН України Л.М. Хомічак (Інститут продовольчих ресурсів НААН України; доктор технічних наук, професор І.Я. Стадник (Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя); доктор технічних наук, доцент К.Г. Лопатько (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

С91 Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с.

ISBN 978-966-929-193-6

Викладено теоретичні основи, напрямки та інноваційні технології переробки вторинної сировини та відходів харчових і переробних виробництв АПК у енергоносії, корм, добрива, харчові добавки, будівельні матеріали та інші товари народного споживання, що створює передумови для повного використання природних ресурсів.

Наведено приклади реальних ресурсозберігаючих технологій на підприємствах харчової і переробної промисловості та в умовах агропромислових комплексів. Охарактеризовані їх роль в реалізації загальнодержавної програми забезпечення екологічної та енергетичної безпеки і сталого економічного розвитку.

Підручник призначений для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямками: харчові технології та інженерія; біотехнологія; процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва, а також може бути корисним викладачам, аспірантам та спеціалістам агропромислового комплексу.

ISBN 978-966-929-193-6 _____

УДК 502.171:620.9
ББК 6П8.6Я7
© Ю.Г.Сухенко, О.Серьогін,
В.Ю.Сухенко, В.Рябоконт
© НУБіП України, 2016

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	7
1.1. ПОНЯТТЯ «РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ» В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	7
1.2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА МОТИВАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	14
1.2.1. <i>Аналіз складових мотивації ресурсозбереження в Україні</i>	16
1.3. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В «РЕСУРСОНОМІЧНОМУ» КОНТЕКСТІ.....	24
ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ.....	35
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	36
2.1. ЦУКРОВА ГАЛУЗЬ.....	37
2.1.1. <i>Енергозатратність виробництва та аналіз теплоспоживання на цукровому підприємстві</i>	37
2.1.2. <i>Характеристика вторинних ресурсів цукрової галузі</i>	42
2.1.3. <i>Кількість та напрямки використання вторинних сировинних ресурсів і відходів</i>	43
2.1.4. <i>Технології переробки вторинних сировинних ресурсів та відходів</i>	47
2.2. ВИНОРОБСТВО.....	58
2.3. ГАЛУЗЬ ПИВОВАРІННЯ.....	66
2.3.1 <i>Характеристика вторинних ресурсів пивоварного виробництва</i>	66
2.3.2 <i>Технології переробки вторинних ресурсів пивоварного виробництва</i>	72
2.4. ОЛІЙНО-ЖИРОВА ГАЛУЗЬ.....	85
2.4.1. <i>Характеристика вторинних ресурсів олійно-жирової промисловості</i>	85
2.4.2. <i>Технології переробки вторинних ресурсів олійно-жирової промисловості</i> ...	93
2.5. ЗЕРНОПЕРЕРОБНА ТА СПИРТОВА ГАЛУЗІ.....	102
2.5.1. <i>Відходи зернопереробної галузі</i>	102
2.5.2. <i>Відходи спиртової галузі</i>	105
2.6. ВІДХОДИ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ.....	117
2.6.1. <i>Сутність, структура та особливості функціонування агропромислового комплексу в Україні</i>	117
2.6.2. <i>Відходи агропромислового комплексу України. Класифікація</i>	125
2.6.3. <i>Біомаса</i>	130
2.6.4. <i>Відходи тваринництва та птахівництва</i>	138
2.6.5. <i>Відходи рослинництва</i>	144
ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ.....	161
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА З ВІДХОДІВ ХАРЧОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ ТА АГРАРНОГО КОМПЛЕКСУ	164
3.1. БІОГАЗ.....	164
3.1.1. <i>Історія освоєння виробництва і використання біогазу</i>	164

3.1.2. Розвиток біогазових технологій у країнах Європейського Союзу та світу	166
3.1.3. Біогазові технології в Україні	169
3.1.4. Основні види сировини для виробництва біогазу	174
3.1.5. Опис технологічного процесу утворення біогазу	175
3.1.6. Генерація біогазу з полігонів твердих побутових відходів	179
3.1.7. Виробництво біогазу з відходів тваринництва і птахівництва	185
3.1.8. Виробництво біогазу з відходів рослинництва	188
3.2. Біодизель	191
3.2.1. Сьогодення і перспективи виробництва дизельного біопалива в Україні..	191
3.2.2. Процеси переробки рослинної олії для виробництва дизельного біопалива	199
3.2.3. Сучасні технології виробництва дизельного біопалива	213
3.3. БІОЕТАНОЛ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ	228
3.3.1. Сировина для виробництва біоетанолу	237
3.3.2. Технології виробництва біоетанолу	240
3.4. ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО	250
ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	259
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ХАРЧОВІЙ І ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	262
4.1. ПРОБЛЕМИ ВІТЧИЗНЯНИХ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ ЕКОЛОГІЧНОГО ХАРАКТЕРУ	262
4.2. Оцінка екологічного стану і потенціалу харчової промисловості України	263
4.3. ТВЕРДІ ВИРОБНИЧІ ТА ПОБУТОВІ ВІДХОДИ	272
4.3.1. Характеристика та проблеми утилізації твердих побутових відходів	272
4.4. Стічні води. МЕТОДИ ТА СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	306
4.4.1. Класифікація стічних вод	306
4.4.2. Склад та властивості стічних вод	307
4.4.3. Методи очищення промислових стічних вод	309
4.4.4. Проблеми очищення стічних води деяких галузей харчової промисловості	323
ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	330
ДОДАТКИ	333
ЛІТЕРАТУРА	338

ВСТУП

Розвиток науково - технічного прогресу, зростання населення Землі та покращення його добробуту призвели до різкого збільшення світових обсягів ресурсоспоживання. Значимість та гострота цієї проблеми зростає з кожним роком. Тому в умовах ринкової економіки необхідно організовувати виробництво на основі принципів ресурсозбереження, що в свою чергу підвищить ефективність галузей харчової промисловості в цілому.

Експертами-аналітиками встановлено, що результативного та повноцінного використання ресурсів у XXI столітті можна досягти шляхом оцінювання всього технологічного ланцюга з позиції ресурсозбереження, що включає як процеси підготовки і переробки сировини так і технологічні процеси.

Комплексний аналіз процесів інтенсифікації, ресурсозбереження, інновації та модернізації показує, що для їх втілення у реальні виробничі умови харчових підприємств необхідно створити певні передумови, які в більшості направлені на організацію ефективного управління якістю готових продуктів та 100 %-го використання ресурсного потенціалу.

Сьогодні практично в кожній промислово розвиненій країні виробники та наукові організації проводять пошуково-експериментальні роботи щодо створення найбільш оптимальних варіантів безвідходного виробництва продуктів харчування з точки зору екологічності, фінансової ефективності, низьких виробничих витрат на сировинні ресурси.

В Україні через технічно застаріле обладнання і низьку забезпеченість сучасною технікою на полях щороку залишається до 14 % вирощеного врожаю, ще 11 % втрачається через недосконалість техніки. Загальні втрати врожаю становлять до 25%. Такий високий рівень втрат сировинного потенціалу негативно позначається на конкурентоспроможності вітчизняних виробників продуктів усіх галузей харчової промисловості, стану розвитку агропромислового комплексу країни та економіки в цілому.

Практика і світовий досвід показали, що технологічний фактор високопродуктивного, ресурсозберігаючого виробництва у харчовій промисловості - найбільш ефективний ресурс зростання економіки країни, фактор покращення екології, шлях до енергонезалежності.

Тому ресурсозбереження, комплексне і повноцінне використання сировинного потенціалу, переробка вторинної сировини та відходів виробничого циклу – це запорука для успішного розвитку України в недалекому майбутньому.

Вступ, розділ 1 і загальне редагування підручника виконав докт. техн. наук, професор Серьогін О.О. Розділ 2 написаний докт.

техн. наук, професором Сухенком Ю.Г., розділ 3 – докт. техн. наук, професором Сухенком В.Ю., а розділ 4 – канд. техн. наук, асистентом Рябоконе Н.В.

РОЗДІЛ 1. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1. Поняття «ресурсозбереження» в інноваційних технологіях харчової промисловості

Значення і роль ресурсів у процесі виробництва продуктів харчування якнайповніше розкривається в рамках ресурсної теорії. Однак дослідження економічної сутності ресурсозбереження повинно розглядатися з урахуванням ширшого спектру понять, до яких треба віднести «ресурси», «ресурсний потенціал». Тісний зв'язок між ними не скасовує їх принципової відмінності, яка полягає в тому, що ресурси можуть існувати незалежно від суб'єктів господарювання, а потенціал окремого підприємства є невідокремленим від нього, як від суб'єкта діяльності. Тобто «потенціал», окрім різного роду ресурсів, включає також здібності та можливості підприємства, його персоналу, до ефективного використання наявних ресурсів.

Серед сучасних інституцій, що присвятили себе аналізу проблем ресурсозбереження в харчовій промисловості, значне місце займає Римський клуб - неформальна міжнародна організація, що об'єднує вчених різних спеціальностей. У доповіді Римського клубу «Фактор чотири. Подвоєння багатства, двократна економія ресурсів» саме ресурсозбереження визнано методом вирішення соціально-економічних та соціальних проблем».

У монографії О. Оксанича розглядаються теоретичні проблеми ресурсозбереження як форми інтенсифікації виробництва. Деякі науковці обмежено пов'язують ресурсозбереження із забезпеченням оптимізації лише рівня матеріало- та енергомісткості суспільного виробництва, а ресурсозабезпечення, на їх думку, треба розуміти як процес забезпечення зростання обсягів готової продукції за відносної стабільності матеріальних та енергетичних витрат. Українські дослідники Ю. Лебединський, Ю. Склянкін, П. Попов відзначають, що сутність ресурсозбереження полягає в зниженні витрат ресурсів на виробництво продукції. Фактично вони ототожнюють ресурсозбереження із заощадженням, зберіганням, невикористанням ресурсів у процесі виробництва.

Існуючі трактування сутності ресурсозбереження мають певну обмеженість тому, що віддають перевагу тому чи іншому його аспекту, не розглядаючи при цьому ресурсозбереження як складну, комплексну економічну категорію.

Еволюція трактування терміна «ресурсозбереження» зазнала значних трансформаційних змін з моменту його введення до науко-

вої термінології. Стосовно підприємства дослідження цієї категорії мають фрагментарний характер як в теоретичному, так і в практичному аспектах, що вимагає узагальнення наукових підходів до економічної сутності ресурсозбереження з метою розширення класифікаційних ознак і визначення взаємозв'язку між ресурсами, ресурсним потенціалом підприємства та ресурсозбереженням в контексті досягнення економіко- екологічних ефектів господарської діяльності.

Результати узагальнення теоретичних підходів до трактування категорії «ресурсний потенціал» свідчать про неоднозначність думок щодо її сутнісних характеристик. Так, ряд дослідників розглядають ресурсний потенціал підприємства з погляду його кількісних показників, як сукупність різних ресурсів, без урахування їх якісних характеристик. Відповідно до іншого підходу, ресурсний потенціал служить матеріальною основою виробництва і визначається тими ресурсами, що є у підприємства на даний момент часу, до використання їх у виробничому процесі.

У роботах більшості науковців ресурсний потенціал представлений всіма ресурсами, що використовуються у виробництві на певній стадії технологічного процесу. Визначаючи дану специфічну характеристику як основоположну, треба також враховувати і наявність якісних економічних характеристик ресурсного потенціалу. Перш за все, це його цільова і стратегічна спрямованість, що визначається можливим синергетичним ефектом від комплексного взаємозв'язаного використання різних видів ресурсів і потенційними можливостями підприємства.

Із зазначеного вище можна виділити два основні підходи до трактування категорії «потенціал». Відповідно до першого потенціал детермінується сукупністю ресурсів, коштів, запасів, тобто об'єктивними параметрами господарської діяльності. Другий підхід пов'язує потенціал з існуючими можливостями, здібностями продуктивних сил.

Але не варто розрізняти ці підходи. Треба ідентифікувати поняття «ресурсний потенціал» як сукупність ресурсів та можливостей підприємства щодо їх раціонального використання. Взаємозв'язок між категоріями «ресурси», «ресурсний потенціал» та «ресурсозбереження» представлено на рис.1.1.

Передумовою ефективного використання ресурсного потенціалу є принципи його формування, до яких варто віднести оптимізацію складу ресурсів підприємства, їх структурно-компонентну відповідність, комплексність та взаємопов'язаність у використанні, цільову та стратегічну спрямованість. Дотримання вищезазначених принципів є підґрунтям та основною передумовою ресурсозберігаючого типу виробництва. Тобто, сукупність всіх видів ресурсів, які має в своєму

розпорядженні підприємство, не визначає його можливість і здатність досягнення поставлених цілей і задач функціонування.

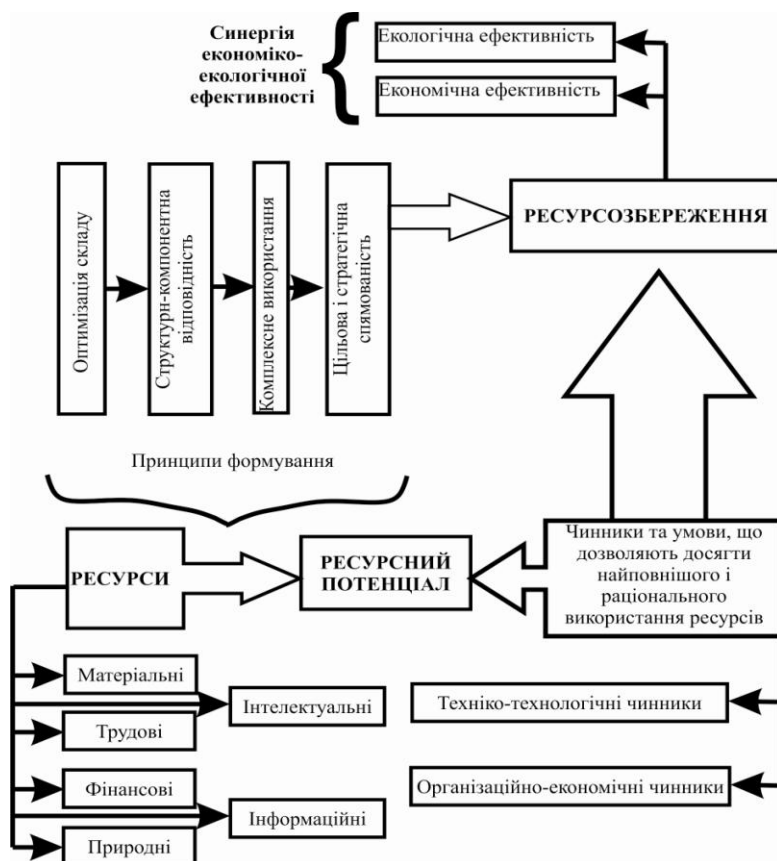


Рис. 1.1 – Схема взаємозв'язку між поняттями «ресурсний потенціал», «ресурси», «ресурсозбереження»

Маючи в своєму розпорядженні певні засоби виробництва, трудові ресурси відповідного рівня кваліфікації, фінансові ресурси, необхідну інфраструктуру та інші ресурси, підприємство не здатне забезпечувати свою ефективну діяльність без реалізації стратегії ресурсозбереження.

Узагальнення літературних джерел дозволяє виокремити дві найбільш загальні групи чинників раціонального використання ресурсів: техніко-технологічні та організаційно-економічні. Ресурсозбереження, засноване на таких принципах формування ресурсного потенціалу та чинниках раціонального використання ресурсів дозволяє отримувати не лише економічну ефективність, а й екологічну, поєднання яких створює синергетичний ефект.

Синергія економіко-екологічної ефективності проявляється не лише у зменшенні навантаження на навколишнє середовище та досягненні економічного ефекту за рахунок зниження штрафів за викиди і скиди забруднюючих речовин, а й раціонального використання

ресурсів, що дозволить генерувати додаткові грошові потоки за рахунок комплексного використання сировини.

Поняття «ресурсозбереження» було введено до наукової лексики в середині 80-х років минулого століття. На сьогодні варто відзначити різноплановість підходів до трактування терміна «ресурсозбереження». На даному етапі варто виділити два основні підходи до його трактування. Відповідно до першого підходу (I), ресурсозбереження являється будь-якою діяльністю, спрямованою на охорону навколишнього середовища. По суті він передбачає орієнтацію на «консервування» природних ресурсів, яка тісно пов'язана з категорією природно-ресурсного потенціалу (ПРП). Другий підхід (II) є більш широким і стверджує, що ресурсозбереження передбачає раціональне використання усіх без винятку ресурсів, включаючи природні.

Нижче, в табл. 1.1 наведено основні трактування поняття, що відображають його сутність.

Таблиця 1.1- Підходи до визначення терміну «ресурсозбереження»

№	Автор, джерело	Визначення	Підхід до трактування
1	2	3	4
1	С. Дорогунцов, Я. Олійник, Ю. Пітюренко	Ресурсозбереження - це прогресивний напрям використання природно-ресурсного потенціалу, що забезпечує економію природних ресурсів та зростання виробництва продукції при тій самій кількості використаної сировини, палива, основних і допоміжних матеріалів. Основні стратегічні напрями ресурсозбереження можуть бути зведені до таких: комплексне використання сировинних і паливних ресурсів; впровадження ресурсозберігаючої техніки і технології; широке використання в галузях обробної промисловості вторинної сировини.	I
2	М. Іванов, А. Бреславцев, Л. Хижняк, Д. Липницький	Ресурсозбереження являє собою метод господарювання, який охоплює комплекс технічних, економічних, організаційних заходів, спрямованих на раціональне використання ресурсів та забезпечення зростаючих потреб у них головним чином за рахунок економії.	II

продовження табл. 1.1

1	2	3	4
3	О. Кроллі	Ресурсозбереження – це...комплексний напрямок наукових досліджень, який складається із кола економічних, інженерно-технічних, правових та соціальних дисциплін, які постійно розширюються, з єдиною цільовою установкою.	II
4	В. Іфтемічук, В. Григорьев, М. Маниліч, Г. Шутак	Ресурсозбереження – система заходів, спрямованих на найбільш раціональне і ефективно використання всіх видів ресурсів, їх скорочення на одиницю корисного ефекту. Ресурсозбереження є важливою умовою вирішення соціальних і виробничих проблем розвитку суспільства.	II
5	Н. Конищева, Н. Кушнірович	Процес ресурсозбереження передбачає ефективно використання всіх видів виробничих ресурсів та грошових коштів. Крім того, зростання ресурсозбереження означає підвищення ефективності використання виробничого потенціалу на основі раціонального використання речових елементів процесу виробництва, доцільного кооперування робітників, який забезпечує зростання продуктивності праці, а також ефективність витрачання грошових коштів, які знаходяться у розпорядженні об'єктів господарювання.	II
6	І.М. Сотник	Під ресурсозбереженням треба розуміти наукову, виробничу, організаційну, комерційну, інформаційну та іншу діяльність, спрямовану на забезпечення мінімальної витрати речовини й енергії на всіх стадіях життєвого циклу в розрахунку на одиницю кінцевого продукту, виходячи з існуючого рівня розвитку техніки і технології і з найменшим впливом на людину і природні системи.	II

Узагальнення наведених в таблиці наукових підходів свідчить про багатоаспектність проблеми ресурсозбереження, яке не можна розглядати лише як процес. Його можна розглядати також як умову, результат і показник поліпшення використання виробничих ресурсів на всіх стадіях суспільного виробництва, етапах і рівнях виробничо-господарської діяльності. Систематизація поглядів на сутність ресурсозбереження дозволила згрупувати автору найбільш характерні її ознаки (рис. 1.2).

Визначення сутності форм і видів ресурсозбереження вимагає їх детальної класифікації. За *видами ресурсів*, що зберігаються, ресурсозбереження може бути класифіковане на матеріало-, водо-, енерго-, трудо-, фондозбереження, збереження фінансових, інформаційних та інших видів ресурсів. За змістом процесів, що відбуваються, ресурсозбереження можна розглядати в двох напрямках: як економію ресурсів та як їх раціональне використання. Раціональне використання ресурсів означає досягнення максимальної ефективності використання ресурсів на підприємстві за існуючого рівня розвитку техніки та технології з одночасним зниженням впливу на навколишнє середовище. Економія ресурсів є кількісним результатом процесу раціоналізації їх використання (споживання) і з урахуванням сфер діяльності підприємства.

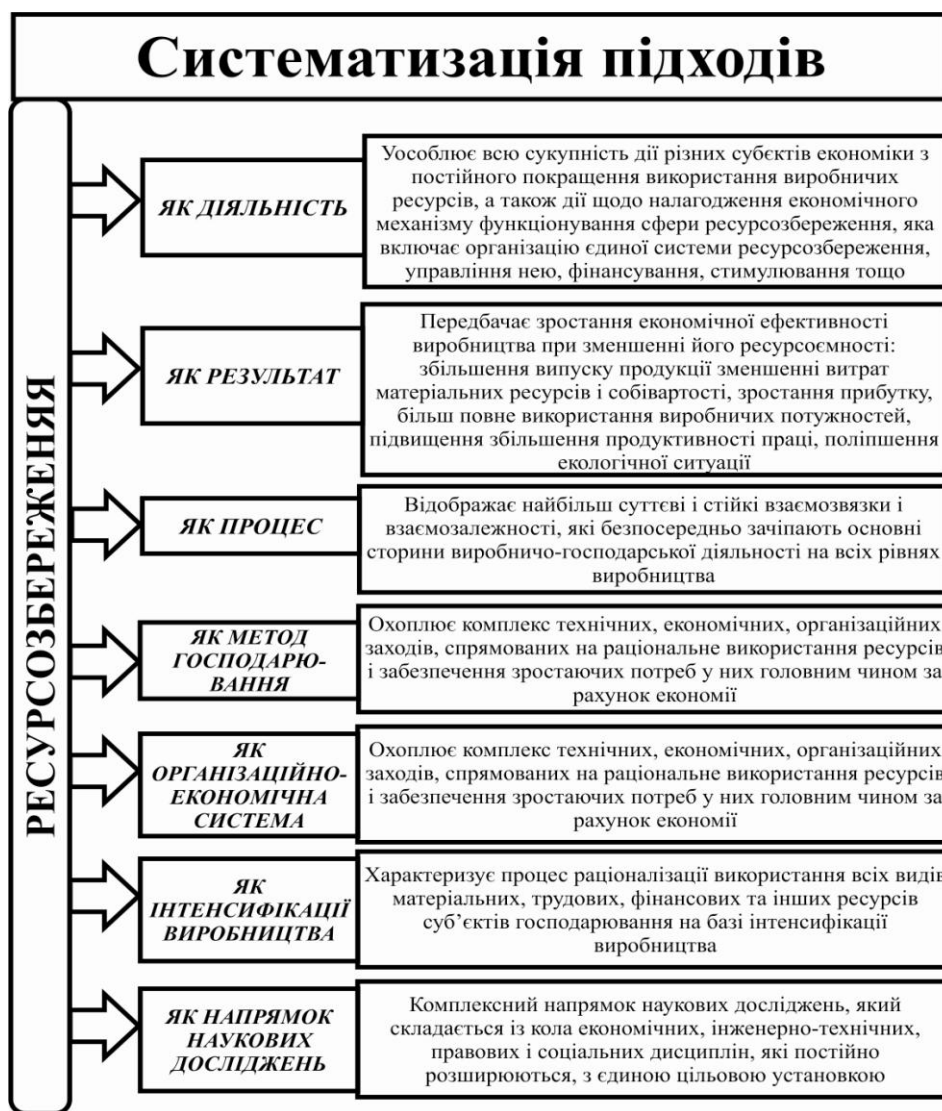


Рис. 1.2 – Систематизація наукових підходів до форм прояву «ресурсозбереження»

Відповідно до *можливостей реалізації* виділяють потенційне (ресурсозберігаючий потенціал) та фактичне ресурсозбереження. Ресурсозберігаючий потенціал підприємства може бути визначений як кількісна та якісна оцінка результатів, які може забезпечити ресурсозберігаючий проект при оптимальному поєднанні засобів, що його забезпечують. У сучасній науковій літературі зазвичай виділяють три види ресурсозберігаючого потенціалу: теоретичний, технічно можливий та економічно доцільний. Фактичне ресурсозбереження - конкретні управлінські рішення та заходи на їх підставі, що зменшують ресурсоспоживання в даному році та залежать від зусиль і зацікавленості споживачів ресурсів у здійсненні ресурсозберігаючих заходів.

За *масштабом ресурсозбереження* поділяється на глобальне, народногосподарське, регіональне, галузеве та локальне (рівень підприємства). За *стадіями життєвого циклу* розрізняють ресурсозбереження на стадіях видобутку і переробки вихідної сировини, виробництва, споживання, транспортування, зберігання та утилізації продукту.

За *обсягами фінансування та результатами* розрізняють витратне та маловитратне ресурсозбереження. До маловитратного ресурсозбереження належать ресурсозберігаючі заходи, які спрямовані на ліквідацію існуючих непродуктивних витрат ресурсів та енергії, швидко окупаються та не потребують значних фінансових вкладень. Між витратним та маловитратним ресурсозбереженням існує тісний взаємозв'язок: джерелом фінансування заходів витратного ресурсозбереження зазвичай виступають кошти, зекономлені внаслідок впровадження маловитратних ресурсозберігаючих заходів, тобто маловитратне ресурсозбереження формує базу для здійснення витратного ресурсозбереження.

З огляду на існуючі в науковій літературі підходи трактування терміна «ресурсозбереження», до існуючої класифікації нами запропоновано ввести класифікаційну ознаку - за формами прояву, до якої варто віднести: ресурсозбереження як діяльність, як результат, як процес, як метод господарювання, як організаційно-економічна система, як форма інтенсифікації виробництва, як комплексний напрямок наукових досліджень.

Узагальнення підходів до змісту ресурсозбереження дозволяє зробити висновок, що більшість авторів наголошують на раціональному використанні різних видів ресурсів задля отримання економічного ефекту (результату), що полягає у зменшенні витрат виробництва і, як наслідок, підвищення прибутковості діяльності. Лише в

окремих випадках наголос робиться на зменшенні навантаження на навколишнє середовище.

Тому необхідною класифікаційною ознакою є результуюча, за якою ресурсозбереження варто спрямувати на отримання економічних, екологічних і соціальних ефектів. Оскільки в сучасних умовах господарювання власники підприємств не зацікавлені у проведенні ресурсозберігаючих заходів без економічного ефекту, значне місце відводиться ресурсозбереженню, що має на меті отримання синергетичного економіко- екологічного ефекту.

Таким чином, ресурсозбереження виступає умовою забезпечення результативної та ефективної діяльності підприємства з урахуванням екологічних вимог та стандартів виробництва.

Зважаючи на вищенаведене, авторами запропоновано розглядати ресурсозбереження як метод управління підприємством, заснований на впровадженні ресурсозберігаючих технологій, прийнятті ефективних управлінських рішень стосовно ресурсозбереження, а також постійному вдосконаленні знань і професійних навичок відповідних управлінців.

Пріоритетними напрямками в проведенні активної та інноваційної ресурсозберігаючої політики на підприємствах харчової промисловості можна вважати такі:

- впровадження безвідходних або маловідходних технологій;
- удосконалення обліку цінностей на підприємстві та запровадження системи перетворення будь-якої цінності, наявної в розпорядженні підприємства, в «працюючий» ресурс, тобто той, котрий в кінцевому випадку принесе прибуток;
- регулярне проведення аналізу стану ресурсозбереження та ресурсоемності на підприємстві;
- використання вторинних ресурсів і відходів, зниження матеріаломісткості продукції;
- підвищення продуктивності праці, удосконалення кадрового менеджменту;
- здобуття енергонезалежності за рахунок виробництва альтернативних видів палива із вторинної сировини та відходів виробничого циклу;
- оптимізація управління оборотними та фінансовими ресурсами.

1.2. Організаційно-економічне забезпечення та мотивація процесу ресурсозбереження

Головною проблемою формування системи з впровадження процесу ефективного та раціонального використання існуючих ресу-

рсів є недосконале розуміння об'єкту ресурсозбереження, що ускладнює процедуру впровадження цього процесу. Виникає необхідність виділення напрямків, за якими формується алгоритм визначення достатності певного виду ресурсу залежно від потреби в них та формується система ресурсозбереження. Ресурсозбереження підприємства харчової промисловості повинно сприяти створенню достатніх матеріальних ресурсів для здійснення розвитку та забезпечення матеріально-технічного постачання; інформаційне забезпечення та ресурсозбереження на рівні підприємства.

Процес управління ресурсозбереження здійснюється в одному інформаційному полі через прямий та зворотній зв'язок між суб'єктом та об'єктом управління (рис. 1.3).

Головним об'єктом ресурсозбереження є процес оптимізації системи наявності і використання матеріальних ресурсів що має якісну і кількісну характеристики, соціальну і економічну спрямованість. Найсуттєвішого результату при ресурсозбереженні досягають за умови, коли процес ресурсозбереження охоплює всі стадії життєвого циклу ресурсу, на кожній з яких визначають відповідні напрями і способи ресурсозбереження.



Рис. 1.3 – Зв'язок суб'єкта та об'єкта управління процесом ресурсозбереження на підприємствах харчової промисловості

Раціоналізація використання ресурсів є важливим, але не єдиним із завдань, які вирішує кожне підприємство харчової промисло-

вості. Останнє в своїй діяльності орієнтується на кон'юнктуру ринку, вимоги споживачів до якості продукції, що випускається, і одночасно - на витрати із залучення і використанню інвестиційних і людських ресурсів. Уникнути субоптимізації у використанні матеріальних ресурсів - завдання менеджменту кожного промислового підприємства.

У системі ресурсозбереження використовують такі основні організаційно-економічні заходи: впровадження прогресивної ресурсощадної техніки і технології; вдосконалення конструкції продукції; використання нових видів сировини та матеріалів; розробка нових видів ресурсів; організація технологічного використання відходів, застосування раціональних пакувальних матеріалів і конструкцій упаковки; вдосконалення технології складського зберігання і створення умов для зберігання матеріальних ресурсів; впровадження раціональних видів транспортування, скорочення відстані транспортування матеріальних ресурсів.

Система організаційно-економічного забезпечення ресурсам повинна:

- забезпечити інформацією про наявність товарно-матеріальних цінностей, що забезпечать безперебійність організації процесу виробництва,

- виявляти зайві запаси матеріальних ресурсів з метою визначення можливості їх реалізації.

Завданнями управління матеріальними витратами займаються різні підрозділи, до яких можна віднести служби матеріально-технічного постачання, головного технолога, головного енергетика, інформаційно-обчислювального центру та інші.

Отже, в умовах ринкової економіки керівництво підприємств повинно прагнути до ефективного управління матеріальними і фінансовими ресурсами, а саме управління процесами постачання і збуту, запасами і оборотними коштами, вкладеними в ці запаси.

1.2.1. Аналіз складових мотивації ресурсозбереження в Україні

На сучасному етапі ресурсозбереження перетворилося на основну ідеологію економічного розвитку провідних країн світу. Важливу роль у формуванні такої ідеології відіграла ефективна система мотивації всіх суб'єктів господарювання, населення, органів влади різних рівнів до впровадження ресурсозберігаючих заходів, яка була створена у цих державах.

Мотивація (від грец. *motif*, від лат. *moveo*- рухаю) – це зовнішнє або внутрішнє спонукання суб'єкта господарювання до діяльності для досягнення певних цілей, наявність інтересу до такої діяльності і

способи його ініціювання, спонування. Мотивація ресурсозбереження містить декілька основних компонентів (рис. 1.4).

Дослідження *мотивів* ресурсозбереження, тобто внутрішніх спонукальних сил, є відправним пунктом побудови системи провадження ресурсозберігаючої діяльності. Мотиви споживання поділяють на раціональні, емоційні та моральні. До раціональних треба віднести, насамперед, економічні вигоди, які полягають у можливості отримати додаткові доходи від впровадження ресурсозберігаючих заходів. Серед емоційних мотивів у сфері ресурсозбереження варто виділити почуття причетності кожного члена суспільства до виконання важливої спільної справи - підвищення ресурсоефективності економічної системи, стиль життя та можливості його зміни у кращий бік із впровадженням ресурсозбереження, почуття страху у зв'язку зі швидким вичерпуванням ресурсів без зміни характеру ресурсоспоживання тощо. Моральні мотиви можуть містити такі різновиди, як досягнення соціальної справедливості у суспільстві шляхом кращого використання ресурсів, збереження і підвищення якості довкілля та ін.



Рис. 1.4 – Складові елементи мотивації ресурсозбереження

З точки зору розроблення ефективних систем мотивації ресурсозбереження на початкових етапах впровадження ресурсозберігаючих заходів доцільним є переважне використання раціональних (економічних) мотивів. Це пов'язано з тим, що в цей період потенціал ресурсозбереження в країні є достатньо великим, а суспільство в цілому ще неповною мірою усвідомило необхідність і доцільність ресурсозберігаючої діяльності. Отже, моральні та емоційні мотиви до ресурсозбереження є слабкими, тому основним завданням мотивації є наголошення на економічних вигодах, які несе в собі реалізація ресурсозберігаючих заходів в економіці. Пізніше, коли суспільство усвідомить економічну доцільність раціонального та ефективного використання ресурсів, при проведенні політики ресурсозбереження

треба більш активно задіяти моральні та емоційні мотиви, оскільки в міру реалізації наявного ресурсозберігаючого потенціалу економічна ефективність заходів з ресурсозбереження буде знижуватися.

Стосовно України можна відмітити зазначити, що за роки незалежності в державі певною мірою вдалося сформувати мотиви до провадження ресурсозберігаючої діяльності. Сьогодні на користь реалізації вітчизняних ресурсозберігаючих проектів свідчить той факт, що з точки зору капітальних вкладень енерго- та ресурсозберігаючі заходи у 3-4 рази ефективніші, ніж створення нових виробничих потужностей. Висока соціально-економічна та екологічна ефективність ресурсозбереження підтверджується численними результатами впровадження пілотних проектів, наприклад, у водоканалізаційному господарстві України. Одержані результати, безумовно, сприяють зміцненню раціональних мотивів ресурсозбереження. Але при цьому треба вказати на слабкий розвиток моральних та емоційних мотивів, які зараз відіграють невелику роль, хоча їх значення у міру реалізації ресурсозберігаючого потенціалу країни зростатиме.

Провідне місце у системах мотивації належить *послідм*. Згідно з найбільш поширеною теорією ієрархії потреб А. Маслоу останні поділяються на п'ять основних груп і часто зображуються у вигляді піраміди (рис. 1.5). Основу її складають первинні потреби (перша і друга групи), верхівку - вторинні (наступні три групи).



Рис. 1.5 – Ієрархія потреб у ресурсозбереженні

Враховуючи специфіку ресурсозберігаючої діяльності, на наш погляд, ієрархію потреб доцільно звести до трьох основних груп: економічні, соціальні та екологічні з можливою подальшою деталізацією у цих групах. Першу з них утворюють економічні потреби (первинні за Маслоу), які полягають у необхідності досягнення певного рівня ресурсної безпеки, задоволення першочергових економічних потреб за рахунок раціонального використання ресурсів тощо. Другу групу складають соціальні, пов'язані з необхідністю утримання і підвищення рівня соціального добробуту, зменшення масштабів бідності, зростання соціальних стандартів, дотримання соціальної справедливості за допомогою реалізації політики ресурсозбереження. Третя група містить екологічні потреби, які активізуються після задоволення економічних та соціальних потреб. Друга і третя групи потреб у ресурсозбереженні належать до вторинних. З'ясування ступеня пріоритетності тієї чи іншої групи потреб для задоволення на поточний момент часу є важливим моментом при побудові ефективної системи мотивації ресурсозберігаючих заходів.

Практичним втіленням існуючих потреб є *інтереси*, які полягають у прагненні мати такий рівень ресурсоефективності систем виробництва і споживання, який би забезпечував гідний рівень якості життя всіх членів суспільства з урахуванням екологічної, соціальної та економічної його складових. За масштабом охоплення можна виділити загальнонаціональні (рівень держави), регіональні (регіон, територія), локальні (група підприємств, підприємство, група населення) та особисті (окремий член суспільства) інтереси у ресурсозбереженні.

Загальнонаціональні та регіональні інтереси полягають у необхідності забезпечення економічного зростання в країні (регіоні) за допомогою проведення державної (регіональної) ресурсозберігаючої політики, підвищення соціального добробуту, якості навколишнього природного середовища, зростання ресурсної безпеки держави (регіону, території) тощо. Вони виникають внаслідок економічного і законодавчого стимулювання на регіональному, державному і міжнародному рівнях, екологічної пропаганди. Зазначені інтереси відповідають прагненням суспільства в цілому, проте можуть не узгоджуватися з інтересами його окремих членів. Прикладом може слугувати ситуація протидії ресурсних монополістів рішенням уряду зі стимулювання заходів щодо скорочення ресурсоспоживання в бюджетній сфері країни. З цих позицій важливим завданням мотивації є вивчення і узгодження інтересів різних груп і членів суспільства.

Локальні інтереси охоплюють окремих суб'єктів господарювання або їх групи, групи населення, які характеризуються спорідненістю мотивів ресурсозбереження. У межах даної групи доцільно виділяти інтереси виробників і споживачів ресурсів, товарів та послуг, а також постачальників ресурсозберігаючого устаткування, товарів та послуг, оскільки ці інтереси суттєво відрізняються один від одного і, як правило, мають економічну природу. Зокрема, інтереси виробників ресурсів, товарів та послуг полягають у впровадженні заходів, які забезпечують зменшення ресурсоемності вироблюваної ними продукції, економію матеріальних та енергетичних ресурсів, скорочення витрат на управління виробництвом тощо. Інтереси споживачів охоплюють придбання енергоощадної, екологоефективної продукції та послуг, можливість самостійного регулювання всіх без винятку ресурсів, що ними споживаються, та можливість отримання економії витрат внаслідок такого регулювання. Інтереси постачальників ресурсозберігаючого устаткування, товарів та послуг полягають у збільшенні їх доходів внаслідок реалізації ресурсозберігаючих заходів виробниками та споживачами.

Крім того, локальні інтереси можуть відрізнятися залежно від сфери економічної діяльності суб'єктів господарювання, їх належності до великого, середнього, малого бізнесу, бюджетної та небюджетної сфер й ін., що обов'язково треба враховувати при побудові систем мотивації ресурсозбереження.

В Україні протягом останніх років потреби у ресурсозбереженні збільшувалися, хоча навіть дотепер вагома їх частина є прихованою. Це, зокрема, демонструє динаміка розподілу попиту на ресурсо- та енергозберігаючі технології в Сумській області у 2000...2007 рр. Якщо позитивний попит на ресурсо- та енергозберігаючі технології у 2000 році в області склав менш ніж 25 % серед опитаних потенційних покупців, то у 2007 році, за оцінками, його частка розширилася до 48 %, при цьому неплатоспроможний попит становив близько 30...40 %. Таким чином, зростання потреб у ресурсозбереженні у вітчизняних суб'єктів господарювання не завжди трансформується в інтереси і відповідно у повноцінний платоспроможний попит, послаблюючи мотивацію до реалізації ресурсозберігаючих заходів.

Вагомою складовою мотивації є *стимули*, які є зовнішньою спонукальною силою до досягнення цілей ресурсозберігаючої діяльності. У сфері ресурсозбереження варто виділити чотири основних групи факторів, які необхідно враховувати при стимулюванні впровадження ресурсозберігаючих заходів: ресурсозабезпечення, ресурсодоступність, ресурсоприйнятність та ресурсоефективність.

Ресурсозабезпечення полягає у дотриманні безперервності постачання необхідних ресурсів для процесів виробництва і споживання у достатніх обсягах та не нижче встановленого рівня якості при та після впровадження ресурсозберігаючих заходів. Те саме стосується і ресурсозберігаючого устаткування, товарів та послуг, які пропонуються суб'єктам господарювання для реалізації ними ресурсозберігаючих проектів. Більшість суб'єктів не схильні до активного пошуку ресурсоефективних технологій і товарів на ринку, що є основною перешкодою для здійснення ними оптимального вибору та причиною придбання і впровадження менш ресурсоефективних аналогів.

Ресурсодоступність передбачає, що впроваджені ресурсозберігаючі заходи мають сприяти покращанню доступу суб'єкта господарювання до необхідних йому ресурсів за ціновими характеристиками та рівнем енергоощадності, тобто забезпечувати зменшення витрат на придбання ресурсів завдяки переорієнтації на інші, більш дешеві аналоги поряд зі зменшенням загальних обсягів ресурсоспоживання, у тому числі традиційних ресурсів. Даний фактор також передбачає, що витрати на реалізацію ресурсозберігаючих проектів повинні бути посильними (доступними) для відповідних суб'єктів господарювання, а їх результати - суттєво поліпшувати як соціально-економічне становище виконавця, так і забезпечувати отримання позитивного екологічного та інших ефектів ним та суспільством в цілому.

Ресурсоприйнятність полягає у забезпеченні мінімізації негативного впливу процесів виробництва і споживання ресурсів та продукції, послуг на довкілля, соціальну сферу внаслідок реалізації ресурсозберігаючих заходів. Крім того, якщо у ході виконання заходів потрібна заміна одного використовуваного ресурсу, технології його виробництва чи споживання на інші, вона повинна бути прийнятною з точки зору технологічних і технічних можливостей, економічних, соціальних та екологічних наслідків.

Ресурсоефективність як фактор мотивації передбачає, що вибір і впровадження ресурсозберігаючих проектів повинні здійснюватися не за принципом „адміністративного примусу”, а на основі показників соціальної, економічної, екологічної ефективності проектів. При цьому необхідність реалізації подальших заходів з ресурсозбереження повинна визначатися на основі об'єктивної оцінки потенціалу підвищення ресурсоефективності з вибором оптимального з усіх можливих варіантів впровадження заходу.

Важливого значення при здійсненні мотивації набувають також методи економічного стимулювання ефективного споживання ресурсів на рівнях споживача, виробника та держави в цілому. Стосовно

сфери ресурсозбереження споживачі можуть стимулювати підвищення ефективності виробництва і споживання ресурсів, поширення ресурсозберігаючих технологій та ресурсощадних товарів шляхом формування позитивного і негативного ставлення до них, „голосуванням гривнею”, тобто підвищеним попитом на одні та зниженням попиту на інші, більш ресурсовитратні види продукції. Зі свого боку, виробники спроможні суттєво вплинути на пріоритетність споживання ресурсоефективних товарів і послуг, застосовуючи відповідний комплекс засобів стимулювання: рекламу ресурсощадної продукції та її переваг, послуг з ресурсозбереження; інформування споживача про нові ресурсоефективні технології та сферу їх використання, виробників технологій та обслуговуючі організації; пропаганду ресурсозбереження; стимулювання збуту тощо. Державні органи мають змогу формувати мотивацію до провадження ресурсозберігаючої діяльності шляхом як економічного стимулювання (цінового регулювання, кредитно-фінансової підтримки ресурсозберігаючих заходів, пільгового оподаткування тощо), так і інформаційно-психологічного впливу через систему освітніх, виховних заходів. При цьому, як відмічає О.В. Прокопенко, надзвичайно важливим є державне стимулювання виробників ресурсоефективної продукції та послуг, оскільки саме внаслідок цього у споживачів з'являється реальна можливість здійснити вибір на користь ресурсозбереження.

Треба відмітити, що сьогодні в Україні досить слабо розвинені і неефективно використовуються стимули до провадження ресурсозберігаючої діяльності. Внаслідок цього ускладнюється процес формування інтересів - зацікавленості всіх членів суспільства у ресурсозбереженні. З існуючих методів стимулювання переважно застосовуються адміністративні, частково моральні та емоційні, примусові економічні (насамперед фіскального спрямування) і майже не використовуються заохочувальні економічні, що не сприяє активному впровадженню ресурсозберігаючих заходів, особливо у таких „болючих” галузях, як житлово-комунальне господарство, бюджетна сфера, енергетичний комплекс, важка промисловість. Результати незбалансованого стимулювання знаходять своє відображення у суперечливості та нестабільності правової бази, зривах виконання державних програм економічного розвитку і ресурсозбереження, калейдоскопі змін державних структур, відповідальних за провадження ресурсозберігаючої діяльності, негативній динаміці інноваційної, інвестиційної діяльності ресурсозберігаючого спрямування та інших аспектах.

Ще одним компонентом мотивації є *ситуативні фактори*, що містять різного роду події і ситуації економічного, соціального, еколо-

гічного, політичного характеру і можуть змінювати (посилювати або зменшувати) її рівень. Зокрема, до таких факторів належить рішення країн ОПЕК про скорочення обсягів видобутку і продажу нафти та відповідна активізація ресурсозберігаючих процесів у розвинених країнах як відклик на цю подію. Наступним прикладом може слугувати аварія у системі централізованого тепlopостачання м. Алчевська в опалювальний сезон, коли виникнення надзвичайної ситуації обумовило відновлення системи з урахуванням вимог ресурсозбереження та посилення тенденцій до встановлення індивідуального опалення. Ситуаційним фактором мотивації ресурсозберігаючої діяльності можуть також бути аварії на атомних електростанціях, інших енергетичних об'єктах, що супроводжуються значними обсягами забруднення довкілля: одним з перспективних шляхів запобігання їх виникненню є скорочення потреби в енергетичних потужностях внаслідок раціоналізації енергоспоживання. Для України сприятливими ситуаційними факторами є постійне зростання цін на виробничі ресурси, зокрема, підвищення цін на природний газ, що постачається з Росії. Водночас нестабільність політичної, економічної ситуації в країні, часті зміни у законодавстві тощо здійснюють негативний вплив, перешкоджаючи формуванню стійкої зацікавленості у реалізації ресурсозберігаючих заходів.

Узагальнення аналізу мотивації ресурсозбереження показує, що компоненти мотивації характеризуються значною варіативністю, потребують різних за тривалістю періодів для їх формування та застосування. Зокрема, створення психологічних стимулів до ресурсозбереження шляхом освітніх і виховних заходів вимагає тривалої багаторічної перебудови системи освіти, водночас використання реклами як економічного стимулу ресурсозберігаючої діяльності може потребувати лише кількох днів для отримання шуканого результату. Проте саме комплексне поєднання всіх компонентів мотивації зі зміною їх ролі залежно від тенденцій розвитку ресурсозберігаючих процесів у суспільстві здатне створити необхідні мотиваційні передумови для реалізації політики ресурсозбереження. Стосовно України актуальним завданням є активізація методів економічного стимулювання ресурсозбереження, насамперед, заохочувального спрямування. Однак пошук практичних механізмів реалізації цього завдання повинен узгоджуватися з державними та регіональними пріоритетами досягнення сталого економічного розвитку і переходу країни до інформаційного суспільства.

1.3. Економічна оцінки ефективності ресурсощадних технологій в «ресурсономічному» контексті

В сучасних умовах господарювання для підприємств харчової промисловості України надзвичайно актуальним є завдання побудови оптимальної моделі ефективного використання ресурсів у «ресурсономічному» контексті.

Різноманітність підходів, застосовуваних різними вченими до визначення сутності ресурсозбереження, ресурсономіки та ін., багатогранність цього поняття призвели до появи багатьох трактувань зазначених термінів. Деякі з них подані в табл. 1.2.

На підставі цих визначень можна зробити висновок, що термін «ресурсозбереження» як економічна категорія здебільшого базується на неефективному використанні ресурсів підприємства. У свою чергу, ресурсономіка включає підсистеми, що вивчають організацію господарської діяльності на основі ефективного використання обмежених ресурсів і розглядає, у цьому контексті, питання організації та управління виробництвом, розподілом, обміном, збутом і споживанням товарів та послуг. Ресурсономіка як функціональний механізм забезпечує вивчення, організацію та контролювання процесів використання ресурсів на всіх стадіях розширеного відтворення.

Економічна ефективність виробництва, в широкому розумінні, – це ступінь використання виробничого потенціалу, що виявляється у співвідношенні результатів і витрат суспільного виробництва.

Сучасна економічна думка пропонує різноманітні підходи до визначення поняття «ефективність», які формувалися на основі суспільного устрою, потреб виробництва та переважаючих тенденцій розвитку економіки, проте переважає точка зору, згідно з якою ефективність – це відношення результатів до витрат (ресурсів) на їх досягнення.

Абсолютний ефект від здійснення ресурсозберігаючої діяльності характеризує загальну або питому (у розрахунку на одиницю витрат чи ресурсів) його величину, яку підприємство отримує від своєї діяльності за певний період. Порівняльний ефект відображає результат порівняння реалізації різних заходів із ресурсозбереження та вибір найкращого з них. Визначення ефективності заходів із ресурсозбереження пов'язане, перш за все, з вибором критеріїв та формуванням відповідної системи показників.

Таблиця 1.2 – Визначення терміна «ресурсозбереження» в «ресурсономічному» контексті

№	Автор	Визначення
1	А.І. Амоша, С.С. Аптекар	Метод господарювання, що охоплює комплекс технічних, економічних, організаційних заходів, спрямований на раціональне використання ресурсів.
2	Постанова КМУ від 29 лютого 1996 р. № 272	Ефективне використання усіх видів виробничих ресурсів та грошових коштів. Крім того, зростання ресурсозбереження означає підвищення ефективності використання виробничого потенціалу на основі раціонального використання речових елементів процесу виробництва, доцільного кооперування робітників, який забезпечує зростання продуктивності праці, а також ефективність витрачання грошових коштів, які знаходяться у розпорядженні об'єктів господарювання.
3	Невелєв А. М., Сіренко В. А., Габ В. І.	Перехід від економічного нарощування до інтенсивного використання. інтенсивні фактори повинні відігравати все більшу роль у забезпеченні приросту виробництва та підвищенні його ефективності, перш за все за рахунок зниження матеріалоємності, збільшення виходу кінцевої продукції з кожної вкладеної одиниці матеріальних ресурсів, скорочення втрат і повного використання відходів.
4	Мочерний С. В.	Один із важливих напрямів підвищення ефективності виробництва. Досягається ресурсозбереження за рахунок комплексу науково-технічних, організаційних, економічних заходів, спрямованих на найбільш раціональне, економічне використання усіх видів ресурсів, енергії, за рахунок їх економічного використання.
5	Балашова Р. І.	Економічна категорія, яка постійно удосконалюється та являє собою процес підвищення ефективності використання ресурсів на підприємствах усіх типів і форм власності; виявляється у зниженні витрат живої та матеріалізованої праці на виробництво одиниці споживої вартості продукції з урахуванням усіх видів фінансових надходжень.
6	Вовк Ю. Я., Стойко І. І.	Ресурсономіка – новітня наука, яка включає підсистему знань, що вивчає організацію господарської діяльності на основі ефективного використання обмежених ресурсів і розглядає у цьому контексті питання організації та управління виробництва, розподілу, обміну, збуту та споживання товарів та послуг. Визначає правила ведення господарства, які базуються на сукупності науково обґрунтованих заходів щодо ощадливого, раціонального та ефективного використання не лише виробничих чинників: капіталу, землі, праці ін. задля суспільного інтересу, та забезпечується за допомогою ефективного використання ресурсозберігаючих та енергозберігаючих технологій, зниження фондомісткості та матеріаломісткості продукції, підвищення продуктивності праці, скорочення витрат живої та уречевленої праці, підвищення якості продукції, раціонального застосування праці менеджерів і маркетологів, інновацій а логістики, використання вигод міжнародного поділу праці та ін.

Формуючи систему показників ефективності використання ресурсів підприємства, варто дотримуватися таких принципів:

– застосування системи показників ефективності використання ресурсів підприємства для управління ресурсозбереженням на підприємстві;

– виконання цими показниками стимулювальної функції у процесі збільшення ефективності ресурсозбереження;

– збереження взаємозв'язку системи показників ефективності використання ресурсів підприємства та ресурсозбереження.

Для оцінювання рівня використання ресурсів підприємства використовується формула визначення узагальнювального показника ефективності використання ресурсів:

$$\text{УПР} = \frac{\text{П}_n}{\text{З}}, \quad (1.1)$$

де УПР – узагальнювальний показник ефективності використання ресурсів;

П_n – приріст прибутку від реалізації ресурсозберігаючих заходів;

З – затрати, пов'язані з реалізацією ресурсозберігаючих заходів.

У практичній діяльності застосовуються інші показники, серед яких матеріалоємність, фондівіддача, фондоозброєність, продуктивність праці, рентабельність продукції, прибутковість роботи підприємства.

Важко визначити, які ж саме показники доцільніше використовувати для оцінки економічної ефективності заходів з ресурсозбереження. Застосування одного або частини показників навряд чи повно показує загальну картину того, що відбувається. Деякі показники не можуть бути порівняні між собою через різні одиниці виміру, вони можуть змінюватися в різних співвідношеннях, іноді і в різних напрямках. Отже, визначені показники характеризують зміни підрозділів діяльності підприємства, але жоден з них не може відобразити взаємозв'язок усіх складових. Виникає проблема подолання непорівнянності складових частин результатів і зусиль діяльності підприємства, яку необхідно вирішувати шляхом приведення до вартісної або трудової форми. Тому при обґрунтуванні показників ефективності діяльності підприємства необхідно одночасно враховувати всю сукупність змін умов за допомогою узагальнюючого показника, без якого неможливо комплексно та системно оцінити процес управління на підприємстві.

Для цього необхідно розробити розширену методику оцінки ефективності прийняття управлінських рішень з ресурсозбереження на підприємствах. Тому оцінка раціонального використання ресурсів повинна здійснюватися не через один найважливіший показник, а

через систему показників. При цьому можуть використовуватися найрізноманітніші прийоми, методи і моделі. Найбільш популярним та поширеним є метод, що базується на системі показників, наведеній в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Показники, що характеризують ефективність використання ресурсів підприємств харчової промисловості

Назва показника	Формула для розрахунку	Умовні позначення
1	2	3
Матеріаломісткість	$MM = \frac{M}{П}$	ММ – матеріаломісткість, грн; П – вартість виготовленої продукції; М – вартість витрачених матеріалів.
Питома матеріаломісткість	$M_{п} = \frac{M_1}{B}$	$M_{п}$ – питома матеріаломісткість, грн; M_1 – витрати конкретного виду ресурсів; В – кількість одиниць виготовленої продукції.
Загальна матеріаломісткість	$M_3 = \frac{M_{3.с}}{B}$	M_3 – загальна матеріаломісткість, грн; $M_{3.с}$ – загальна сума витрат матеріальних ресурсів; В – обсяг виготовленої продукції у грошовому обчисленні, грн.
Матеріаловіддача	$M_{в} = \frac{П}{M}$	$M_{в}$ – матеріаловіддача, грн; П – вартість виготовленої продукції; М – вартість витрачених матеріалів.
Коефіцієнт розміру відходів виробництва	$M_{від} = \frac{B_{д}}{B_{т}}$	$K_{від}$ – коефіцієнт розміру відходів виробництва; $B_{д}$ – загальна величина відходів; $B_{т}$ – величина загальних витрат виробництва.

продовження табл. 1.3

1	2	3
Питома вага матеріальних ресурсів у собівартості продукції	$D_M = \frac{M}{C_B}$	D_M – питома вага матеріальних ресурсів у собівартості продукції; M – матеріальні витрати; C_B – собівартість виготовленої продукції.
Коефіцієнт оборотності запасів	$M_{oz} = \frac{M}{Z_{сер}}$	K_{oz} – коефіцієнт оборотності запасів; M – середньодобове споживання ресурсів, грн; $Z_{сер}$ – середній залишок запасів, грн.
Тривалість одного обороту матеріальних запасів	$O = \frac{D}{K_o}$	O – тривалість одного обороту матеріальних запасів; D – кількість днів в обороті; K_o – коефіцієнт оборотності матеріальних запасів.
Продуктивність праці (за натуральним методом)	$ПП_n = \frac{ВПН}{Ч}$	$ПП_n$ – продуктивність праці; $ВПН$ – випуск продукції у натуральному виразі; $Ч$ – середньооблікова чисельність працівників, що брали участь у виробництві продукції.
Продуктивність праці (за вартісним методом)	$ППВ = \frac{ВПВ}{Ч}$	$ППВ$ – продуктивність праці за вартісним методом; $ВПВ$ – випуск продукції у вартісному виразі; $Ч$ – середньооблікова кількість працівників, що брали участь у виробництві продукції.
Трудоємність продукції	$TE = \frac{T}{ВП}$	TE – трудоємність продукції; T – кількість робочого часу, витраченого на випуск продукції; $ВП$ – випуск даного виду продукції за певний період.

продовження табл. 1.3

1	2	3
Коефіцієнт динаміки ефективності використання робочої сили	$K_{\text{ком.еф}} = \sqrt{I_{\text{вар}} \cdot I_n}$	$K_{\text{ком. еф}}$ – коефіцієнт динаміки ефективності використання робочої сили; $I_{\text{вар}}$ – індекс зміни продуктивності праці у вартісному вираженні; I_n – індекс зміни продуктивності праці у натуральному вираженні.
Середній розряд робітників	$K_{\text{сер}} = \frac{\sum K_i}{m}$	$P_{\text{сер}}$ – середній розряд робітників; K_i – чисельність робітників i -го розряду; m – кількість розрядів.
Коефіцієнт плинності кадрів	$K_{\text{пк}} = \frac{K_1}{K_c}$	$K_{\text{пк}}$ – коефіцієнт плинності кадрів; K_1 – кількість працівників, що звільнилися, за звітний період; K_c – середньоспискова чисельність.
Фондовіддача	$\Phi O = \frac{\text{ТП}}{\text{ОВФ}}$	ΦO – фондovіддача, грн/грн; ТП – обсяг продукції; ОВФ – середньорічна вартість основних виробничих фондів.
Фондомісткість	$\Phi C = \frac{\text{ОВФ}}{\text{ТП}}$	ΦE – фондомісткість продукції підприємства, грн; ОВФ – середньорічна вартість основних виробничих фондів; ТП – обсяг продукції.
Рентабельність ОВФ	$P_{\text{овф}} = \frac{\Pi}{\text{ОВФ}} \cdot 100$	$P_{\text{овф}}$ – рентабельність основних виробничих фондів, %, Π – прибуток підприємства, ОВФ – середньорічна вартість основних виробничих фондів.
Фондоозброєність працівників	$\Phi_{\text{оз}} = \frac{\text{ОВФ}}{Ч}$	$\Phi_{\text{оз}}$ – фондоозброєність одного працівника; $Ч$ – чисельність працівників; ОВФ – середньорічна вартість основних виробничих фондів.

продовження табл. 1.3

1	2	3
Середні витрати на ремонтні роботи і технічне обслуговування, грн	$Z_{\text{сер}} = \frac{\sum Z_i}{\Pi}$	$Z_{\text{сер}}$ – середні витрати на ремонтні роботи і технічне обслуговування, грн; Z_i – витрати на виробництво i -го ремонту (обслуговування), грн; Π – кількість робіт за аналізований період.
Коефіцієнт використання виробничої потужності за видами продукції	$K_M = \frac{N_{\phi}}{N}$	K_M – коефіцієнт використання виробничої потужності за видами продукції; N_{ϕ} – фактичний обсяг виробництва продукції; N – виробнича потужність.
Частка простоїв в ефективному фонді часу роботи устаткування через відсутність ресурсів, %	$\Pi_M = \frac{\Delta\Phi_M}{\Phi_e} \cdot 100$	Π_M – частка простоїв в ефективному фонді часу роботи устаткування через відсутність ресурсів; $\Delta\Phi_M$ – простої через відсутність ресурсів, дн.; Φ_e – ефективний фонд часу роботи устаткування, дн.
Частка простоїв в ефективному фонді часу через позапланові зупинки й аварійні ремонти, %	$\Pi_M = \frac{\Delta\Phi_p}{\Phi_e} \cdot 100$	Π_p – частка простоїв в ефективному фонді часу через позапланові зупинки й аварійні ремонти; $\Delta\Phi_p$ – простої через аварійні зупинки і надпланові ремонти; Φ_e – ефективний фонд часу роботи устаткування, дн.
Коефіцієнт змінності роботи устаткування	$K_{\text{см}} = \frac{\sum T_{\text{см}}}{n_v \cdot D_{\text{роб}}}$	$K_{\text{см}}$ – коефіцієнт змінності роботи устаткування; $T_{\text{см}}$ – кількість відпрацьованих станкозмін за аналізований період; n_v – число одиниць встановленого устаткування, $D_{\text{роб}}$ – число робочих днів у періоді

продовження табл. 1.3

1	2	3
Коефіцієнт абсолютної ліквідності	$K_{ал} = \frac{ГК + КВ}{КЗ}$	$K_{ал}$ – коефіцієнт абсолютної ліквідності; ГК – грошові кошти; КВ – короткострокові фінансові вкладення; КЗ – короткострокова заборгованість
Проміжний коефіцієнт покриття (ліквідності)	$K_{пр} = \frac{Г_k + Д_з}{К_з}$	$K_{пр}$ – проміжний коефіцієнт покриття (ліквідності); $Г_k$ – грошові кошти; $Д_з$ – дебіторська заборгованість; $К_з$ – короткострокові зобов'язання
Загальний коефіцієнт покриття	$K_{заг} = \frac{В_{об.а}}{КЗ}$	$K_{заг}$ – загальний коефіцієнт покриття; $В_{об.а}$ – вартість оборотних активів; КЗ – короткострокові зобов'язання
Коефіцієнт автономії	$K_{авт} = \frac{ВК}{ЗСМ}$	$K_{авт}$ – коефіцієнт автономії; ВК – власний капітал; ЗСМ – загальна сума майна підприємства
Коефіцієнт залучених коштів	$K_{з.к} = \frac{ЗК}{ЗВМ}$	$K_{з.к}$ – коефіцієнт залучених коштів; ЗК – залучені кошти; ЗВМ – загальна вартість майна
Коефіцієнт інвестування	$K_{спів} = \frac{ЗК}{ВК}$	$K_{спів}$ – коефіцієнт інвестування; ЗК – залучені кошти; ВК – власні кошти
Коефіцієнт мобільності власних коштів	$K_m = \frac{В_{об.а}}{ЗВК}$	K_m – коефіцієнт мобільності власних коштів; $В_{об.а}$ – власні оборотні активи; ЗВК – загальна величина власних коштів
Коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними оборотними активами	$K_{заб} = \frac{В_{об.а}}{С_{об.а}}$	$K_{заб}$ – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними оборотними активами; $В_{об.а}$ – власні оборотні активи; $С_{об.а}$ – загальна сума оборотних активів

продовження табл. 1.3

1	2	3
Рентабельність продажів	$P_{п} = \frac{\text{ЧП}}{\text{ОП}}$	$P_{п}$ – рентабельність продажів; ЧП – чистий прибуток; ОП – обсяг продажів
Рентабельність власного капіталу	$P_{в.к} = \frac{\text{ЧП}}{\text{ВК}}$	$P_{в.к}$ – рентабельність власного капіталу; ЧП – чистий прибуток; ВК – власний капітал
Рентабельність оборотних активів	$P_{о.к} = \frac{\text{ЧП}}{\text{ОА}}$	$P_{о.к}$ – рентабельність власного капіталу; ЧП – чистий прибуток; ОА – власний капітал
Рентабельність необоротних активів	$P_{н.а} = \frac{\text{ЧП}}{\text{НА}}$	$P_{н.а}$ – рентабельність необоротних активів; ЧП – чистий прибуток; НА – необоротні активи
Рентабельність інвестицій	$P_i = \frac{\text{ЧП}}{\text{ВК} + \text{ДЗ}}$	P_i – рентабельність інвестицій; ЧП – чистий прибуток; ВК – власний капітал; ДЗ – довгострокові зобов'язання
Коефіцієнт інноваційно-логістичних впроваджень	$K_{ілв} = \frac{\text{ФРОД}}{\text{ЛВ} + \text{ВІ}}$	$K_{ілв}$ – коефіцієнт інноваційно-логістичних впроваджень; ФРОД – фінансовий результат операційної діяльності; ЛВ – повні логістичні витрати, тис. грн; ВІ – витрати на впровадження інновацій

У наведеному вище методі визначення ефективності використання ресурсів підприємств харчової промисловості також необхідно використовувати чинники, що впливають на рівень ресурсозбереження та використання ресурсів. Цей підхід, у свою чергу, передбачає збільшення організаційної та методичної робіт, удосконалення методів обліку ресурсів та планування їх використання.

Усі чинники можна розподілити на такі умовні групи: політичні, економічні, соціальні та технологічні. Визначити їх можна за допомогою PEST-аналізу. PEST-аналіз – це маркетинговий інструмент ви-

явлення політичних (Political), економічних (Economic), соціальних (Social) і технологічних (Technological) аспектів зовнішнього середовища, що впливають на розвиток бізнесу компанії (рис. 1.6).

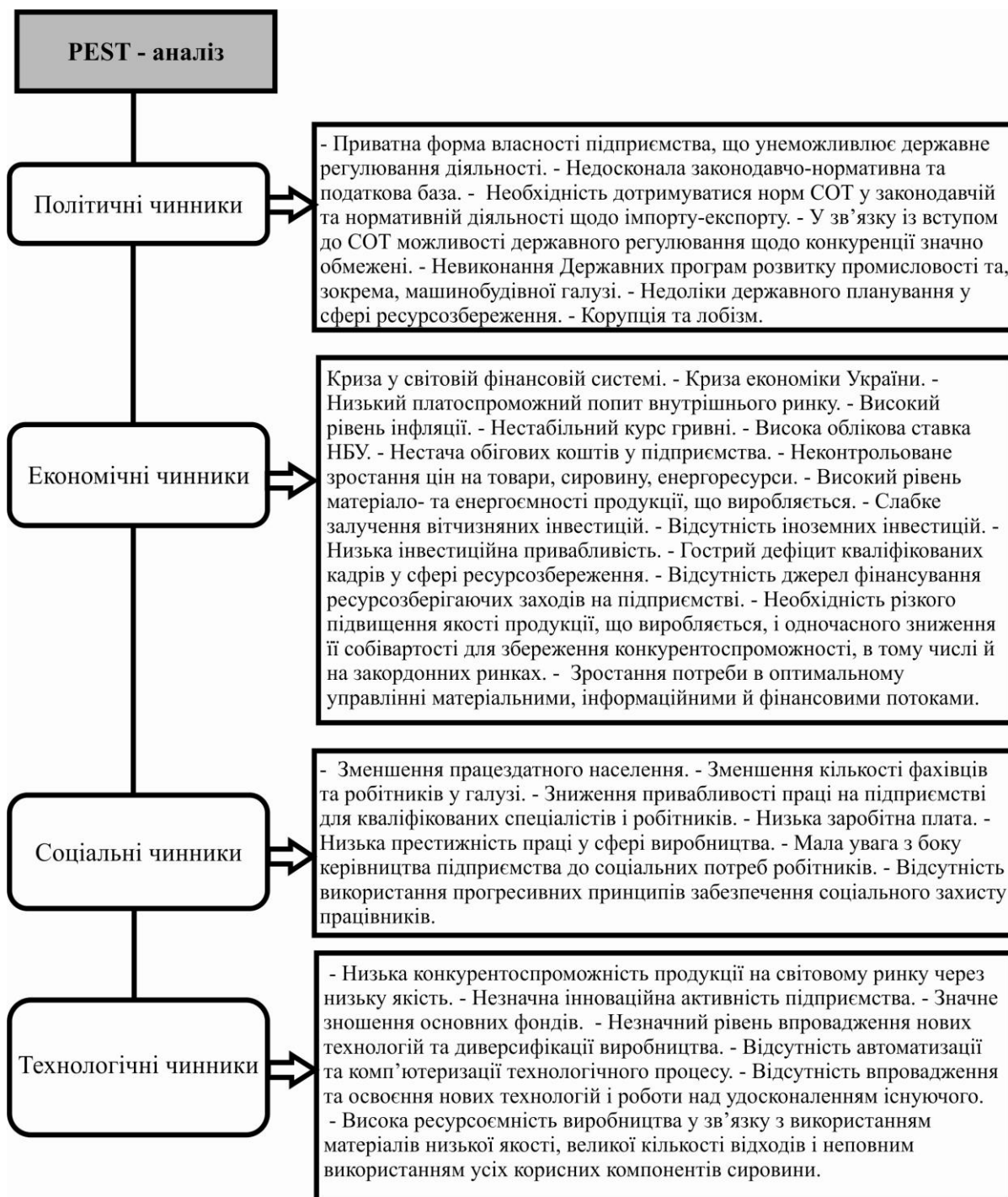


Рис. 1.6 – Схема PEST – аналізу в умовах харчової промисловості

Але знівелювати дію наведених нижче факторів та забезпечити виконання усіх завдань ресурсозбереження можна шляхом викорис-

тання динамічного програмування. Він ґрунтується на визначеному Беллманом принципі оптимальності. Він один з перших розкрив суть цього принципу та з дивовижною винахідливістю почав застосовувати його до сотень різних оптимізаційних задач.

Але знівелювати дію наведених вище факторів та забезпечити виконання усіх завдань ресурсозбереження можна шляхом використання динамічного програмування. Він ґрунтується на визначеному Беллманом принципі оптимальності. Він один з перших розкрив суть цього принципу та з дивовижною винахідливістю почав застосовувати його до сотень різних оптимізаційних задач.

У випадку дослідження ресурсозбереження, подання якого допускає детермінацію на послідовні етапи (кроки), кількість яких n задана. Ефективність усього процесу може бути подана як сума ефективностей $Z_j (j = \overline{1, n})$ окремих кроків, тобто

$$Z_j = \sum_{j=1}^n Z_j \quad (1.2)$$

що має назву адитивного критерію (або як добуток ефективностей $x_j (j = \overline{1, n})$ окремих кроків у вигляді:

$$Z = \prod_{j=1}^n Z_j, \quad (1.3)$$

що має назву мультиплікативного критерію .

З кожним етапом (кроком) задачі пов'язане прийняття певного рішення, так званого крокового управління $x_j (j = \overline{1, n})$, що визначає як ефективність даного етапу, так і всього процесу в цілому.

Розв'язування задачі динамічного програмування полягає в знаходженні такого управління $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ процесом у цілому, яке максимізує загальну ефективність:

$$\max Z = \sum_{j=1}^n Z_j, \quad (1.4)$$

Оптимальним розв'язком цієї задачі є управління X^* що складається з сукупності оптимальних покрокових управлінь

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \quad (1.5)$$

і уможливорює досягнення максимальної ефективності

$$Z^* = \max_{x \in X} Z(x) . \quad (1.6)$$

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Ресурсозбереження, як фактор інтенсифікації виробництва.
2. Ресурсний потенціал харчових і переробних підприємств АПК.
3. Підходи науковців до визначення терміну «ресурсозбереження».
4. Види ресурсозбереження та їх класифікація.
5. Мотивації процесів ресурсозбереження.
6. Складові мотивації ресурсозбереження в Україні.
7. Ієрархія потреб у ресурсозбереженні.
8. Як стимулюються в Україні ресурсозберігаюча діяльність підприємств?
9. У чому різниця між поняттями «ресурсодоступність» і «ресурсоприйнятність»?
10. Запишіть формулу для визначення узагальню вального показника ефективності використання ресурсів.
11. Охарактеризуйте показники, що характеризують ефективність використання ресурсів харчових і переробних підприємств.
12. Застосування PEST-аналізу в умовах харчових і переробних підприємств АПК.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Майже в кожній галузі переробки багатокomпонентної сировини крімцільового продукту утворюються речовини, які не знаходять застосування і йдуть у відходи виробництва. Причини появи відходів найрізноманітніші: від багатокomпонентності самого сировини до безгосподарного ставлення до його використання. У відходи потрапляють також відпрацьовані допоміжні матеріали (каталізатори, розчинники, екстрагенти та ін.). Також, у відходах містяться мільйони тонн речовин, які шляхом механічної, термічної або хімічної обробки можна перетворити на корисні продукти або енергію.

Будь-які відходи – це речовини, які можуть і повинні стати сировиною для отримання різноманітних продуктів. Тому їх треба розглядати як вторинні матеріальні ресурси (ВМР).

Виходячи з можливостей використання ВМР, їх можна поділити на реальні та потенційні ресурси. До реальних треба віднести ВМР, для використання яких створені ефективні методи і потужності для переробки, а також забезпечений ринок збуту; до потенційних - всі види ВМР, що не входять в групу реальних. До потенційних ВМР відносяться також побічні продукти, які в даний час використовуються недостатньо повно і являють собою резерв матеріальних ресурсів для промисловості.

Велика номенклатура відходів, що утворюються на підприємствах різних галузей, ускладнює їх класифікацію, облік, збір та переробку.

Внаслідок багатьох причин на сьогоднішній день у нас в країні, і за кордоном відсутня загальноприйнята наукова класифікація відходів, яка охоплює всі їх види. Існуючі класифікації дуже різноманітні і, водночас, однобічні.

Різні підходи до класифікації відходів базуються на наступних класифікаційних ознаках:

- місце утворення відходів (галузь промисловості);
- стадія виробничого циклу; вид відходу;
- ступінь шкоди довкіллю та здоров'ю людини;
- напрям використання;
- ефективність використання;
- величина запасу і обсяги освіти;
- ступінь вивченості та розробленості технологій утилізації.

Також широко використовується класифікація відходів за ступенем їх небезпечного впливу на людину і навколишнє середовище. Так, у країнах ЄС встановлено 14 категорій небезпеки відходів для

здоров'я людини та ризику для навколишнього середовища: 1 – вибухонебезпечні; 2 – оксиданти; 3(A) – відходи з високим ступенем займистості; 3(B) – займисті; 4 – подразнючі; 5 – шкідливі; 6 – токсичні; 7 – канцерогенні; 8 – корозійноактивні; 9 – інфекційні; 10 – тератогенні (ушкоджують зародки – ембріонотоксичні); 11 – мутагенні (що викликають спадкові зміни); 12 – виділяючі токсичні гази при контакті з водою; 13 – виділяючі небезпечні речовини; 14 – екотоксичні.

Запропонована цікава систематична класифікація промислових відходів, згідно з якою всі види відходів діляться на 13 груп: 1) гальванічні та інші шлами, що містять відходи реагентів і хімреактивів, хром, нікель, кобальт, цинк, свинець, кислоти та лужні відходи хімічних виробництв, речовини неорганічного характеру; 2) каналізаційні, водопровідні та нафтовмісні осади промислових стічних вод, що утворюються на очисних спорудах виробничих зон; 3) нафтовідходи, легкозаймисті рідини (ЛЗР), мастильно-охолоджуючі рідини (МОР), кубові залишки, відходи лакофарбової промисловості; 4) відходи пластмас, полімерів, синтетичних волокон, нетканих синтетичних матеріалів і композицій на їх основі; 5) відходи гумотехнічних виробів, шин; 6) деревні відходи; 7) відходи паперу; 8) відходи чорних і кольорових металів і легированих сталей; 9) шлаки, зола, пил (крім металевої); 10) харчові відходи; 11) відходи легкої промисловості; 12) стекловідходи; 13) відходи будіндустрії.

Нижче детально розглянемо відходи харчової промисловості (ХП). Адже комплексна переробка сировини усіх галузей ХП дозволить отримати більш широкий набір цінних продуктів для різних сфер застосування, а також сприятиме економії природних ресурсів.

2.1. Цукрова галузь

2.1.1. Енергозатратність виробництва та аналіз теплоспоживання на цукровому підприємстві

Виробництво цукру пов'язано зі значними витратами теплової та електричної енергії. Так, наприклад, за 2009 рік на виробничі потреби цукровими заводами галузі витрачено 450 тис. т. умовного палива або біля 390 млн.м³ природного газу та 312 млн. кВт-год. електроенергії. Через підвищення вартості природного газу останні роки частка палива та енергії в собівартості переробки 1 т цукрових буряків складає 30...32%, а складова частина палива в собівартості цукру досягає 20%. При цьому величина комплексних питомих витрат умовного палива по цукровим заводам України склали 5,17% проти 5,6% в 2008 році та близько 6% в попередні десятиріччя. В умовах

постійного зростання цін на енергоносії одним з найважливіших способів підвищення ефективності галузі є зменшення витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на виробництво цукру з цукрових буряків. Зменшення паливної складової і, відповідно, підвищення рентабельності цукрового виробництва, можливо реалізувати двома шляхами: зменшення питомих витрат ПЕР на технологічні потреби та використання більш дешевих альтернативних видів енергоносіїв. При зменшенні витрат ПЕР в бурякоцукровому виробництві треба зосередитися на зменшенні витрат теплової енергії на технологічні потреби, оскільки частка цієї складової перевищує 80% в загальному балансі витрат ПЕР на технологічні потреби й у зменшенні витрат теплоти (технологічної пари з ТЕЦ) мають найбільші резерви економії енергоресурсів у бурякоцукровому виробництві.

Для зменшення витрат пари на технологічні потреби необхідно забезпечити скорочення сумарної кількості паровідборів із корпусів випарної установки. Але при цьому для запобігання концентрації сиропу потрібно перерозподілити паровідбори з корпусів випарної установки таким чином, щоб забезпечити випаровування необхідної кількості води з соку, або забезпечити зменшення кількості соку, що подається у випарну установку. Зменшення витрат пари на технологічний процес забезпечується наступними заходами: 1) удосконаленням технологічного процесу та використанням сучасного обладнання; 2) використанням теплоти вторинних джерел (конденсати, утфельна пара та ін.); 3) покращенням теплової ізоляції через недосконалість якої зараз втрачається 20-30% теплоти, введеної в завод.

Основними заходами з енергозбереження, які впроваджені на найбільш енергоефективних цукрових заводах України є:

- удосконалення теплової схеми, конденсатного господарства, реконструкція конденсаторів вакуум-апаратів і випарної установки, впровадження прогресивної теплової схеми з деаерізацією конденсатів і використання їх для живлення дифузійних апаратів;
- зменшення відкачки дифузійного соку за рахунок впровадження процесу глибокого відтискання жому та повернення жомопресованої води в дифузійний процес з установкою жомових пресів з високим ступенем відтискання (22-32% СР), покращення якості бурякової стружки і живильної води;
- застосування плівкових випарних апаратів на останніх корпусах випарної установки із отриманням концентрованого сиропу з 70...72% СР, забезпечення тривалої роботи випарної установки в оптимальному режимі за рахунок якісної очистки соків, дотримання встановлених регламентів роботи випарної установки, су-часної ав-

томатизації процесів випарювання, застосування інгібіторів накипоутворення;

- зменшення величини розбавлення соку водою по верстату заводу, заміна морально застарілого фільтрувального обладнання на автоматизовані камерні фільтрпреси;

- забезпечення високого рівня використання вторинних енергоресурсів з метою зменшення величин паровідборів з випарної установки;

- уварювання утфелю із висококонцентрованих сиропів з високим виходом кристалічного цукру із звареного утфелю за рахунок використання вакуумапаратів з циркуляторами та їх оснащення сучасною системою автоматизації;

- комплексною автоматизацією технологічних і теплотехнічних процесів на всіх ділянках цукрового виробництва на базі мікропроцесорної техніки та комп'ютерно-інтегрованих технологій;

- широке впровадження тиристорних та частотних електроприводів для автоматичного регулювання швидкості обертання (дифузійні апарати, бурякорізки, центрифуги, насоси тощо).

Потрібно мати на увазі, що фінансові можливості вітчизняних цукрових заводів не дозволяють широко впроваджувати прогресивне обладнання та технології. Тому в нинішніх умовах особливо важливим є правильний, найбільш раціональний вибір енергозберігаючих заходів і черговість їх впровадження, що особливо складно при реконструкції теплової схеми, яка має значну кількість взаємозв'язаних елементів. Аналізуючи наявний досвід робіт з енергозбереження можливо стверджувати, що однією з основних умов впровадження енергозберігаючих заходів в теплової схемі цукрового заводу є співставлення величини концентрації сиропу після випарної установки з граничною концентрацією сиропу для конкретного цукрового заводу. При збільшенні концентрації сиропу витрати пари на уварювання утфелю 1-ї кристалізації зменшуються. Але при певній концентрації сиропу з клеровкою уварювання утфелю без збільшення водяних і сокових підкачок для розчинення «муки» стає неможливим. Це призводить до того, що витрати пари на уварювання утфелю зі зростанням концентрації сиропу з клеровкою вже не зменшуються. Величина граничної концентрації індивідуальна для кожного заводу і залежить як від конструкції вакуум-апаратів, рівня їх автоматизації, так і від людського фактору - освіти та кваліфікації апаратників, їхнього вміння та зацікавленості варити утфель з сиропів підвищеної концентрації. Для заводів, укомплектованих вакуум-апаратами з природною циркуляцією утфелю і без сучасної автоматики, гранична концентрація сиропу знаходиться, як правило, в межах 60..65% сухих

речовин (СР). Для цукрових заводів з більш сучасною технічною базою гранична концентрація сиропу може досягати 70...75% СР. Використовуючи поняття граничної концентрації сиропу з клеровкою, енергозберігаючі заходи в удосконаленні теплової схеми цукрового заводу можливо розподілити за характером енергозберігаючої дії на три категорії: комплексні заходи; компенсуючі заходи (за переліком ті самі, що і комплексні, але при досягненні граничної концентрації сиропу); заходи, які створюють потенціал економії пари.

Аналіз роботи цукрових заводів зі зменшення витрат ПЕР та проведені варіантні розрахунки показують, що найбільш раціональним шляхом удосконалення тепловикористання є впровадження комплексних енергозберігаючих заходів.

Складна структура теплотехнологічного комплексу (ТТК) цукробурякового виробництва викликає необхідність використання для його розрахунку та аналізу відповідних математичних засобів.

Математична модель ТТК базується на системі лінійних алгебраїчних рівнянь, для розрахунку якої використовуються відповідні математичні методи, як правило, найпростіші, розроблені за часів існування єдиного інженерного розрахункового інструменту – логарифмічної лінійки. Найчастіше це метод послідовного розв'язання з використанням послідовних наближень. З фізичної точки зору ці алгебраїчні рівняння являють собою рівняння аналітичних матеріальних та теплових балансів всіх елементів ТТК та його підсистем і систем, які можуть бути об'єднані в єдину замкнену ієрархічну систему аналітичних матеріальних та енергетичних балансів цукрового заводу. Ця модель має глибоке фізичне підґрунтя, адже рівняння матеріального балансу є інтегральною формою запису закону збереження кількості речовини, а рівняння теплового балансу є інтегральною формою запису першого закону термодинаміки в його потоковій формі.

Однак, складність формальної процедури реалізації аналітичної моделі ТТК ускладнює задачу аналізу її результатів, які втрачають фізичну сутність, та, як наслідок, залишаються зрозумілими лише для спеціалістів в галузі теплотехнології цукрового виробництва.

В той же час, очевидно, структура ТТК як єдиної системи взаємопов'язаних технологічних, теплообмінних та механічних елементів, підсистем та систем вимагає чіткого розуміння системного підходу до аналізу ефективності тепловикористання та визначенню основних шляхів його підвищення не лише від теплотехніків, а й від фахівців в галузях технології, автоматизації, механізації виробництва.

Якщо дотримуватися ДСТУ 4714:2007 «Енергозбереження. Паливн-енергетичні баланси промислових підприємств (Методика побудови та аналізу)», на сьогодні безпосередньо на підприємствах цукрової промисловості як правило використовуються фактичні синтетичні баланси, які показують розподіл підведених енергоносіїв. Однак, застосування цих балансів не дає можливості визначити ефективність використання підведених ПЕР, характер та величину енергетичних втрат, основні шляхи підвищення ефективності використання ПЕР.

Для цієї мети використовується, як відзначалося, метод аналітичних балансів, який, в залежності від мети складання балансів, може бути фактичним або розрахунковим. Так, при проведенні енергетичного аудиту застосовується метод фактичних аналітичних балансів, який дає можливість оцінити фактичний стан енерговикористання з визначенням корисно використаних ПЕР та виявити причини виникнення та визначити як загальні втрати ПЕР, так і їх складові по окремим елементам ТТК. При розробці заходів з підвищення ефективності використання ПЕР на основі результатів аудиту застосовують метод розрахункових аналітичних балансів. При цьому окремі види втрат приймаються згідно попередньо розроблених фактичних аналітичних балансів. Варто відзначити, що втрати енергії традиційно визначаються не в енергетичному еквіваленті, а прив'язуються до зниження температур продуктів, що виникло внаслідок цих втрат, або ж задаються у вигляді деяких витрат технологічної пари, що витрачається на компенсацію цих втрат.

При проектному складанні аналітичних балансів величини енерговтрат задають згідно загальноузгоджених методик чи рекомендацій. Однак, основним недоліком цього методу є відсутність наочності та неможливість розділити заходи, направлені безпосередньо на зниження витрати ПЕР, та, так звані, компенсуючі заходи, що не мають безпосередньо енергозберігаючого ефекту, а направлені на забезпечення впровадження енергозберігаючих заходів. В цьому сенсі важливим інструментом аналізу ефективності використання ПЕР може стати загальновиробничий енергетичний баланс цукрового заводу. Як буде показано далі, такий баланс наочно дає можливість визначити основні шлях зниження витрати ПЕР та визначити ефективність їх впровадження. Якщо записати замкнену систему аналітичних енергетичних та матеріальних балансів для всіх взаємопов'язаних елементів ТТК, то вона спроститься до єдиного загальновиробничого балансу, складовими якого будуть потоки, не зав'язані всередині системи, а такі, що пов'язують ТТК з оточуючим середовищем. Так, при складанні фактичного загальновиробничого

енергетичного балансу визначаються всі матеріальні та енергетичні потоки, що надходять в підприємство чи залишають його, та підсумкова величина необоротних втрат енергії підприємства. При складанні ж розрахункового загальновиробничого енергетичного балансу матеріальні потоки та енергетичні втрати визначаються, як і при складанні аналітичних балансів, або ж за результатами фактичного балансу, або ж за загальноузгодженими методиками чи рекомендаціями, після чого розраховуються енергетичні потоки, в результаті балансування яких визначають витрату енергії на виробництво.

2.1.2. Характеристика вторинних ресурсів цукрової галузі

У цукровій промисловості в результаті фізико-хімічної переробки цукрових буряків поряд з основною продукцією (цукор-пісок, цукор-рафінад) отримують побічні продукти та відходи. До них відносять буряковий жом, мелясу, фільтраційний осад, бурякові хвостики і «бій» буряка, рафінадну патоку, транспортерно-мийний осад, промислові стічні води, жомопресову воду, відсів вапнякового каменю.

До побічних продуктів в цукровому виробництві відносять мелясу, рафінадну патоку і буряковий жом, які є основною сировиною під час виробництва спирту, лимонної та інших харчових кислот, пектину, харчових волокон тощо.

До відходів належать транспортерно-мийний і фільтраційний осади, бурякові хвостики і «бій» буряка, відсів вапнякового каменю, жомопресова і промислово-стічна води. Однак частина їх може бути використана у вигляді вторинних сировинних ресурсів (ВСР) для отримання додаткової продукції.

ВСР та відходів цукрової промисловості класифікують наступним чином: • за джерелами утворення - є рослинними; • за агрегатним станом: тверді відходи - буряковий жом, фільтраційний осад, бурякові хвостики і «бій» буряка, вапняковий камінь, транспортерно-мийний осад; рідкі - жомопресової вода, промислові стічні води, густі в'язкі рідини (меляса, рафінадна патока); • за технологічними стадіями отримання: одержувані при первинній переробці сировини (всі ВСР і відходи галузі, крім рафінадної патоки); при вторинній переробці сировини (рафінадна патока); • за матеріаломісткістю - є багатотоннажними; • за напрямками подальшого використання: для виробництва харчових продуктів; в якості кормів; для виробництва продукції технічного призначення; в якості добрив; в якості джерела альтернативної енергії; • по впливу на навколишнє середовище - нешкідливі, під час тривалого зберігання є джерелами неприємних запахів (сирий жом, фільтраційний осад, промислові стічні води), займаючи

при цьому значні земельні площі (відсів вапнякового каменя - при складуванні; транспортерно-мийний осад, фільтраційний осад, промислові стічні води - під відстійники).

На рис. 2.1 представлена схема утворення ВСР та відходів в цукровій галузі.

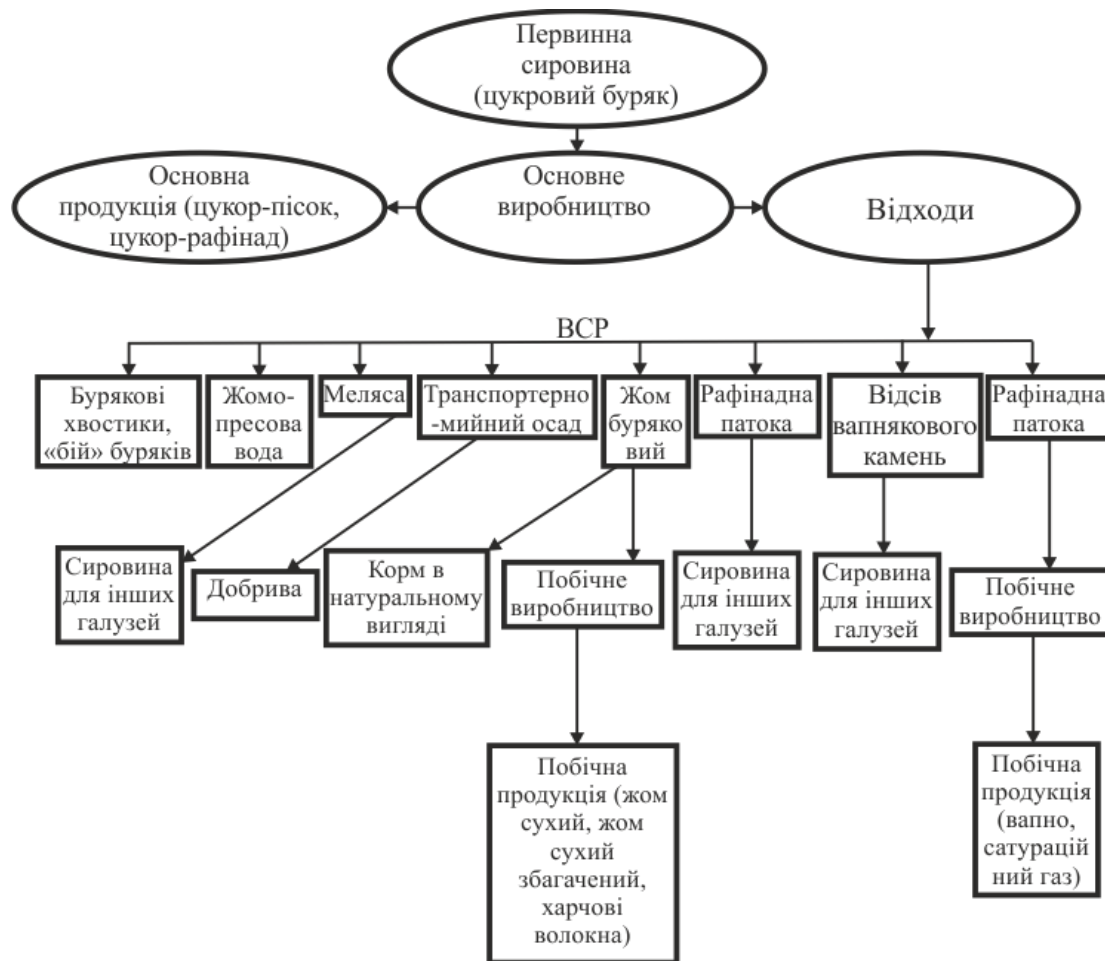


Рис. 2.1 – Схема утворення ВСР і основні напрямки використання відходів у цукровій промисловості

2.1.3. Кількість та напрямки використання вторинних сировинних ресурсів і відходів

Основною сировиною для вітчизняних цукрових заводів є цукровий буряк. У коренеплодах сучасних сортів міститься 16...20% сахарози. Хімічний склад цукрових буряків залежить від сорту, погодних умов в період вегетації, прийомів агротехніки, умов міні-рального ха-

рчування, строків збирання та інших факторів. Він впливає на технологічний процес переробки і вихід загальної кількості цукру під час виробничих операцій. У коренеплодах цукрових буряків міститься 75...80% води і 20...25% сухих речовин. До складу сухих речовин входять близько 5% клітковини, сахарози - 16...20 і 2,5% розчинних несахарів, 1,1% азотистих, 0,9% безазотистих речовин, 0,5% - золи. У 100 кг коренеплодів містяться 92,1 кг бурякового соку, 5 кг м'якоти і 2,9 кг зв'язаної води. Сік являє собою водний розчин цукру - 17,5 кг та інших речовин, несахарів - 2,5 кг. На частку сахарози в сухій речовині соку доводиться 87,5%. До складу м'якоти входять: пектинові речовини – 48%, геміцелюлоза – 22%, клітковина та інші речовини.

Під час переробки цукрових буряків з кожного центнера коренеплодів отримують, кг: цукру – 10...12, жому – 80...83, меляси – 5...5,4, фільтраційного осаду - 12, транспортерно-мийного осаду - 15, відсіву вапнякового каменю - 1,4, близько 3 кг бурякового бою їх хвостиків. Стічні води становлять 350% до маси перероблених буряків.

Вихід цукру залежить не тільки від цукристості буряка, а й від якісного і кількісного складу його несахарів, які є мелясоутворювачами, а також від натуральної лужності (вмісту лужних металів).

Вцілому галузь щорічно утворює близько 60 млн т відходів, включаючи стічні води.

Усі відходи цукрового виробництва знаходять широке застосування в різних галузях промисловості. Для виробництва харчових продуктів шляхом промислової переробки використовують буряковий жом, мелясу, рафінадну патоку, бурякові хвостики і «бій» буряків, жом пресову воду. Як кормнайбільше використовується буряковий жом, бурякові хвостики і «бій» буряка. Для виробництва продукції технічного призначення, біопалива використовують жом, мелясу, фільтраційний осад, відсів вапнякового каменю. В якості добрив - фільтраційний осад, транспортерно-мийний осад, промислові стічні води.

Основним видом відходів цукрового виробництва є буряковий жом. Місткість ринку цього виду відходів становить 9 млн т на рік (дані Інституту кон'юнктури аграрного ринку). Буряковий жом - стружка товщиною не більше 2 мм з вологістю не більше 82%, з якої дифузійним способом витягнуто основну кількість цукру.

У табл. 2.1 представлений хімічний склад бурякового жому.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад бурякового жому

Показник	Величина показника в жомі (до загальної маси жому), %		
Сухі речовини	6,0-9,0	14,0-20,0	11,0-15,0
Вода	91,0-94,0	80,0-86,0	85,0-89,0
Сирий пектин	1,2-1,5	1,7-1,9	1,3-2,6
Сира клітковина	3,5-4,5	5,0-7,0	2,8-4,2
Безазотисті екстрактивні речовини	4,3-6,0	8,5-10,0	2,7-5,8
Зола	0,6-1,0	1,1-1,4	0,7-1,8
Жир	0,4-0,7	0,6-0,9	0,7-1,0
Кормова цінність (100 кг жому, корм.од.)	6-9	15-20	9-11

Крім того, в сирому жомі містяться: вітамін С, білок, незамінні амінокислоти (лізин, лейцин, треонін, валін).

Невідтиснутий жом, який вийшов з дифузійного апарату і зберігався не більше трьох діб, називається свіжим, більше трьох діб - кислим (рН 5,0).

Жом із вмістом 10...13% сухих речовин (СР) називається відтиснутим, з вмістом СР більше 13% - пресованим.

Основне використання бурякового жому - кормове. Жом володіє пробіотичним дією за рахунок великого вмісту пектинових речовин. Пектини нормалізують роботу травного тракту у тварин, внаслідок чого вони споживають менше корму.

До 30...40% жому, що утворюється в галузі, згодовується тваринам у свіжому вигляді, однак більшу кількість використовують в кислому вигляді, при цьому втрачається до 50% поживних речовин і значно погіршується якість корму. З метою збереження поживних речовин жом необхідно зневоднювати і сушити. Доцільним є глибоке пресування жому, що дозволяє знизити його відкачку до 115...117% без збільшення втрат.

Сушений жом в порівнянні зі свіжим і кислим має ряд переваг: він більш транспортабельний, незмінний біохімічний склад і кормові властивості

(в 100 кг сухого жому міститься 85 кормових одиниць і його можна порівняти з пшеничними висівками), при зберіганні практично не втрачає СР.

Недоліком сушеного жому є низький вміст у ньому протеїну (6,8%), яке може бути збільшено шляхом його збагачення.

Кормову цінність жому можна підвищити шляхом застосування різних добавок, отримуючи при цьому мелясований, амідний, амідомінеральний, бардяний жом.

Сушений жом є сировиною для отримання пектину і пектинових концентратів, які завдяки желюючій і комплексоутворюючій здатності широко використовуються для виробництва кондитерських виробів, джемів, конфітурів, желе, фруктових напоїв, соків, майонезів, а також продукції лікувально профілактичного призначення.

Меляса є багатотоннажним багатокомпонентним відходом цукрового виробництва, має високу в'язкість, містить сахарозу, розчинні несахара і мікроелементи.

Вихід меляси складає зазвичай 5...5,4% від маси перероблених буряків.

Залежно від кліматичних, агротехнічних умов вирощування технологічних режимів переробки цукрових буряків склад меляси може коливатися. У мелясі також містяться мікроелементи: Al, Mg, Fe, Mn, Cu, Si.

Меляса є цінною сировиною для ряду галузей. З неї отримують більше 25 видів продукції харчової, хімічної, парфумерної промисловості. З залишкових цукрів в мелясі шляхом бродіння отримують харчові кислоти (лимонну і молочну), гліцерин, ацетон, етиловий та бутиловий спирти.

На суслі, приготованому з меляси, вирощують хлібопекарські дріжджі, нею збагачують грубі, а також зброджені (силос)корми. Кормова цінність меляси складає 770 корм. од. на 1 т.

Вихід рафінадної патоки становить 1,2...1,6% від маси цукру-рафінаду і залежить від якості сировини, що переробляється.

У рафінадній патоці на 100 кг СР міститься 70...75 кг цукрози, органічних несахарів – 17...20 (половину яких складають глюкоза і фруктоза) і 8...10 кг мінеральних несахарів (переважно солей калію, кальцію, сульфатів). Рафінадна патока має застосування в хлібопекарській промисловості, харчоконцентратному виробництві та ін.

У фільтраційному осаді вологістю 50% міститься 75...80% вуглекислого кальцію (CaCO_3) і 20...25% органічних і мінеральних несахарів, в тому числі азотистих і безазотистих органічних з'єднань (білок, пектинові речовини, кальцієві солі, щавлева, лимонна, яблучна та інші кислоти, сапонін, мінеральні речовини та ін.), а також невеликі кількості калію, азоту, оксиду фосфору. В фільтраційному осаді міститься до 1% (до маси вологого осаду) сахарози. Втрати її до маси буряка складають 0,11...0,12%.

Вихід осаду залежить від маси вапна, що вводиться. При вологості 50% маса його збільшується вдвічі.

Найбільш перспективними способами утилізації фільтраційного осаду є: використання в якості добрива, повторне використання в технологічному потоці після попередньої підготовки, випал на вапно і сатураційних газ.

Як добриво фільтраційний осад використовується безпосередньо, або в суміші з відходами інших виробництв (бардамелясно-спиртового виробництва, бура сажа і т.д.). Внесення 16...25 т / га дефекату під цукровий буряк забезпечує підвищення урожайності коренеплодів на 2,5...3,5 т / га.

Повторне використання фільтраційного осаду в технологічному потоці можливо тільки після попередньої його підготовки (очищення, активації). Активованій вапняним молоком фільтраційний осад використовується для додаткового очищення густих продуктів - відтоків, клеровок. Очищений фільтраційний осад застосовується на станції сокоочищення, що дозволяє на 15...20% скоротити витрату вапна.

Використання фільтраційного осаду для отримання вапна і сатураційного газу дозволяє отримувати вапно високої якості, яке може застосовуватися в будівництві, при виготовленні шлакобетонних і ґрунтобетонних каменів, матеріалів автоклавного твердіння, для приготування в'язучих розчинів, в цукровому виробництві і т.д. Перед випалюванням повинна бути проведена відповідна підготовка фільтраційного осаду - пресування в брикети, підсушування.

У сухому вигляді фільтраційний осад може використовуватися для запилення овочів замість крейди та вапна; при виготовленні паперу, фарб, наповнювачів пастоподібних речовин в гумовій промисловості, поліруючих і очищувальних порошків та паст і т.д.

Бурякові хвостики і «бій» буряка складають 2...3% від вихідної маси коренеплодів (на окремих заводах до 5% і більше) з вмістом в них сахарози 12...15% на СР. У переробку разом з цілими коренеплодами рекомендується повертати тільки великі уламки буряка (20...50 мм), а уламки менших розмірів направляти на корм худобі у свіжому вигляді.

Зберігання уламків буряків у кагатах разом з коренеплодами недопустимо, тому що вони швидко загнивають і стають джерелом мікробіологічного забруднення сировини. Найбільш раціональним способом збереження вихідної якості хвостиків і «бою» буряка є їх сушка разом зі буряковим жомом.

2.1.4. Технології переробки вторинних сировинних ресурсів та відходів

Основними у цукровій промисловості напрямками вдосконалення технологій переробки ВСР цукрової галузі є: інтенсифікація методів

відтискання свіжого жому; розробка ефективних способів сушіння жому з використанням теплової енергії галузевих теплоносіїв (уфельної пари з випарних установок, конденсатів, відпрацьованих газів ТЕЦ, відпрацьованих газів високотемпературних жомосушильних установок та ін.); поліпшення якісних характеристик бурякового жому, збагачення мікроелементами; отримання з сушеного жому харчових добавок і продуктів (пектину, клітковини); розробка способів отримання сухої меляси з подальшим використанням її в кормовиробництві; розробка технологічних процесів, що забезпечують додаткове вилучення цукру з меляси шляхом демінералізації із застосуванням хроматографії та інших сучасних методів; розробка та впровадження раціональних способів використання фільтраційного осаду, в тому числі, ресурсозберігаючої технології для випалу мілкофракційного вапняку; використання ВСП галузі для виробництва альтернативних видів палива (біопалива).

Технологія виробництва ферментованих кормів включає все: приготування засівної закваски в ферментері об'ємом $0,6 \text{ м}^3$ з використанням пшеничних висівок і закваски в кількості 5 г на 1 т з одночасним зволоженням маси до 60% і нагріванням до $55 \text{ }^\circ\text{C}$; подрібнення бурякового жому молотковою дробаркою і його подачею шнековим транспортером в ферментатор об'ємом 7 м^3 ; нагрів бурякового жому до температури $55 \text{ }^\circ\text{C}$ і вивантаження приготованої засівної закваски в ферментатор об'ємом 7 м^3 з одночасним інтенсивним перемішуванням протягом 10...15 хв; ферментацію подрібненого бурякового жому протягом 9 год і вивантаження готового продукту. На рис. 2.2 представлена технологічна схема ферментації бурякового жому.

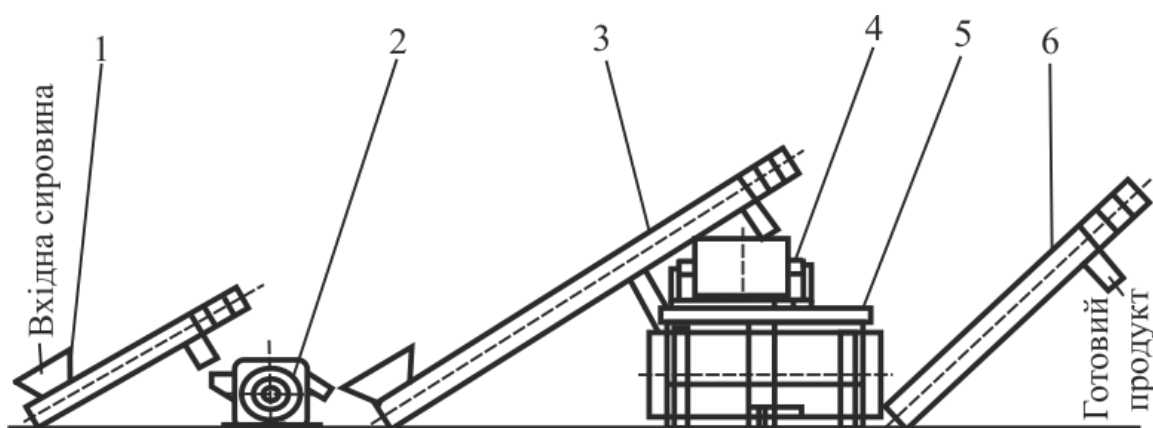


Рис. 2.2 – Схема ферментації бурякового жому
1, 3, 7 – шнекові транспортери; 2 – молоткова дробарка; 4 – ферментатор об'ємом $0,6 \text{ м}^3$; 5 – ферментатор об'ємом 7 м^3

Буряковий жом є цінним кормом для сільськогосподарських тварин. У сирому вигляді жом використовують нетривалий час, зважаючи на інтенсивність процесу його окислення і втрати поживних речовин.

Сьогодні, коли ціни на енергоносії зросли, сушінням жому багато заводів перестали займатися і цей цінний корм часто реалізується у кислому вигляді. Деякі заводи здійснюють сушку жому в барабанних сушарках з подальшим експортом в Європу для виробництва пектину. Сухий буряковий жом відноситься до найбільш перспективної сировини для отримання низькоетерифікованого пектину зі ступенем етерифікації менше 50 %. Низькоетерифікований пектин знаходить широке застосування в медицині, фармакології, кондитерській промисловості.

Науковцями розроблена енергозберігаюча безвідходна технологія сушки бурякового жому з подальшою його переробкою для виробництва пектину.

Технологічна схема сушіння жому складається з послідовно з'єднаних технологічних частин. Сушіння жому в представленій технологічною схемою здійснюється в два етапи: попереднє зневоднення жому до вологості 40...55 % і подальша сушка в каскадній сушарці до вологості 12...14 %.

Технологічна схема енергозберігаючої безвідходної технології сушіння жому представлена на рис. 2.3. Сушку і переробку бурякового жому на установці здійснюють наступним чином.

Живильником 2 сирий буряковий жом вологістю 90...95% з дифузійного апарату 3 цукрового заводу подають у завантажувальний бункер шнекового преса 1, де буряковий жом пресують за рахунок зміни обсягу пресуючого матеріалу. При цьому відбувається поділ відтиснутого бурякового жому та відтиснутої рідини. Відтиснута рідина через отвори в матриці і отвори в самому шнеку поступає в ємності для коагуляції 8. Відтиснутий буряковий жом вологістю 40...55% через направляючий козирок надходить на завантажувальний транспортер 31, який подає відтиснутий жом в сушарку 26, де жом рухається в протитоці з теплоносієм. Для послідовного надходження теплоносія на перфоровані каскадні транспортери встановлені перегородки.

В якості теплоносія використовують відпрацьовані гази котельні 25, що працює на газоподібному паливі. Відпрацьовані гази котельні температурою 170...200 °С по трубопроводу подають до сушарки 26. Проходження відпрацьованих газів знизу вгору через сушарку забезпечує висушування матеріалу. Вихід відпрацьованих газів відбувається через вхідний отвір для завантаження бурякового жому. По-

вітряний потік захоплює висушений жом і по трубопроводу направляє їх в циклон 27. Транспортером 22 висушений жом направляється в ємність 21 для зберігання.

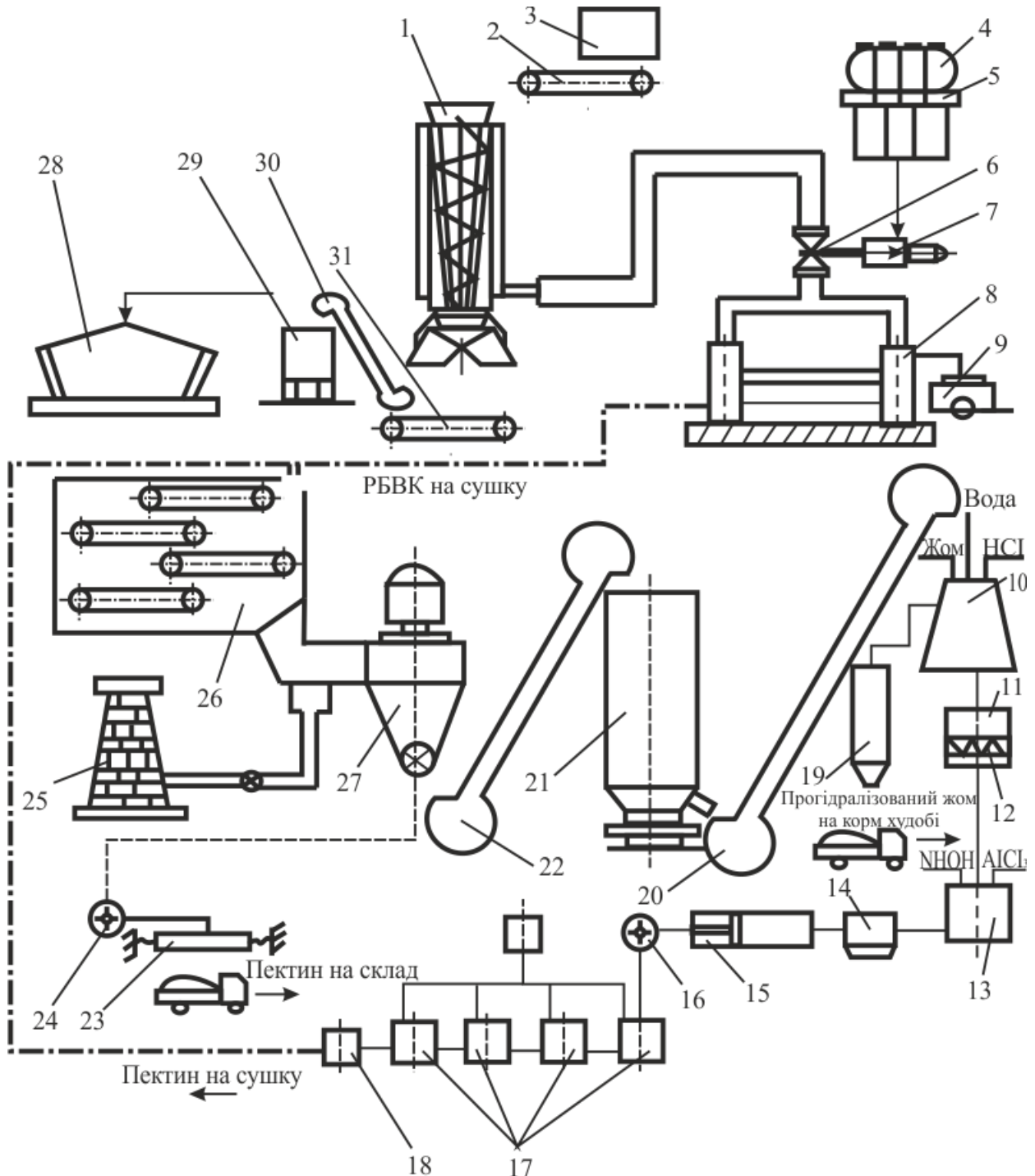


Рис. 2.3 – Технологічна схема енергозберігаючої безвідходної технології сушіння і переробки бурякового жому

При відсутності сушильного обладнання і теплоносія відтиснутий буряковий жом піддають силосуванню. Для цього потік відтиснутої маси направляють в завантажувальний транспортер 30 і далі - в транспортний засіб 29 для доставки в наземну бетонну траншею 28, де методом трамбування маси створюють анаеробні умови для її подальшого силосування.

Концентрат низькомолекулярних органічних кислот (КНМК) готується в змішувачі 7, куди з ємкості для зберігання 4 дозатором 5 подають 30-35% мурашиної кислоти, 25...30% оцтової, 15...20% пропінової і 5...6% інших органічних кислот. Потік відтиснутої рідини направляють через камеру змішування змішувача-дозатора 6, де його змішують з 1 %-ним розчином КНМК і тим самим забезпечують поточковість виробництва. Суміш КНМК і відтиснутого соку направляють в ємності для коагуляції 8, де коагуляція відбувається протягом 2-3 діб. В результаті коагуляції отримують білкову пасту, що випала в осад, і освітлену рідину. Випав білковий осад направляють в сушарку 26, в результаті чого отримують рослино білковий вітамінний концентрат. Освітлену рідину зливають в ємність 9 і використовують як добавку до раціону тварин або направляють на виробництво кормових дріжджів.

Гідроліз-екстрагування пектину ведеться при концентрації соляної кислоти 1,1...1,5%, Гідромодуль процесу 1:(15...16), температурі гідролісної суміші 75...76 °С протягом 2 год. Транспортером 20 з ємності 21 висушений жом направляється для виробництва пектину. Процес здійснюється в дерев'яному вертикальному екстракторі 10 при періодичному перемішуванні. Екстрагування в такому апараті протікає уповільнено і неефективно. Не вся поверхня частинок бурякового жому бере участь у процесі, що й обумовлює низький ступінь екстрагування – 52%. Після закінчення часу гідролізу-екстрагування пектиновий екстракт фільтрується в проміжний збірник-відстійник¹¹, забезпечений охолоджуючими батареями¹². Прогідролізований жом заливають водою температурою 65...70 °С і витримують протягом 40 хв. Отриманий вторинний екстракт фільтрують і приєднують до основного екстракту. Повторне екстрагування дозволяє незначно збільшити вихід пектину - на 1,5%. Прогідролізований жом вивантажують з екстрактора 10 в бункер для безпектинової сировини 19 і після опріснення його аміачною водою направляють на корм великій рогатій худобі. Відстояний і охолоджений до 35...40 °С пектиновий екстракт насосом подають у осаджувач 13 для виділення пектину з рідкої фази.

Екстракт бурякового пектину - це прозора рідина світло-сірого кольору; вміст пектинових речовин у ньому 0,5...0,8%; щільність екстракту - 1,01...1,02; рН 0,6...0,7.

Осадження пектину проводять хлористим алюмінієм при рН 6,51. Нейтралізацію пектинового екстракту здійснюють 25%-ним розчином гідроксиду амонію. Отриманий пектиноалюмінієвий коагулят - це пухкий осад темно-сірого кольору і вологістю після фільтрації 97...98%.

Пектино-алюмінієвий коагулят після попереднього відтискання в дренажних клітках 14 до вологості 94...98% подається на гідравлічні пакетні преси 15. Відпресований коагулят вологістю 73...75% подрібнюється на молотковій дробарці 16 і направляється в ємності для очищення 17.

Схема очищення включає 4 фази: 1) кратне співвідношення пектино-алюмінієвого коагулята і етилового спирту (міцністю 94...95 %) - 1:2,5; концентрація соляної кислоти - 7,2%; тривалість процесу - 25...30 хв; 2) спирт міцністю 94...96% при кратному співвідношенні коагулята і спирту 1: 4 протягом 15 хв; 3) чистий спирт міцністю 70% при співвідношенні 1:4, тривалість 15 хв; 4) спирт міцністю 94...96% з 0,4...0,75% гідроксиду амонію (для встановлення необхідного рН пектину), кратне співвідношення коагулята і спиртового розчину 1:3,5, тривалість обробки - 15 хв. Пектин відділяється від спирту в нутч-фільтрах 18.

Очищений пектин вологістю 48...50% подається на сушку. Після закінчення сушіння пектин подрібнюють у молотковій дробарці 24 і просівають на магнітному сепараторі 23.

Товарний сухий буряковий пектин являє собою сірувато-білий порошок, що володіє слабкокислим смаком, без стороннього присмаку і запаху. Водний 1% -ний розчин цього пектину має рН від 3,0 до 3,8. Не допускається в пектині вміст вільних мінеральних кислот і свинцю. Вміст солей миш'яку допускається в кількості не більше 0,5 мг / кг. Загальний вміст золи - не більше 3,5%. Вологість - не більше 14%. Міцність 2% -ного холодцю пектину повинна бути не нижче 300 мм рт. ст. (39,9 кПа). Вміст пектину - не менше 70%.

Необхідно зауважити, що у відтиснутої рідині міститься 98...99% води і 1...2% сухої речовини. У сухій речовині близько 30% протеїну. Установку для сушки та переробки жому розташовують поблизу труби котельні з метою зниження тепловтрат. Така схема знижує енерговитрати на сушіння і переробку жому на 90...95% і дозволяє здійснити безвідходність виробництва.

Сухий буряковий жом відноситься до найбільш перспективної сировини для отримання низькоетерифікованого пектину, тобто пектину з ступенем етерифікації менше 50%.

Для сушіння 1 т жому в барабанних сушарках необхідно затратити 300 м³ газу. До складу запропонованої технологічної схеми сушіння бурякового жому входять шнековий прес і сушильна установка.

Підводячи підсумок, можна сказати наступне: аналіз існуючих технологій сушіння жому показує, що найбільш перспективною є безвідходна енергозберігаюча технологія з використанням в якості теплоносія відпрацьованих газів котелень, що працюють на газоподібному паливі;

запропонована енергозберігаюча технологія сушіння бурякового жому з попередніми його зневодненням за допомогою шнекового преса знижує енерговитрати на 85...87%, а використання відпрацьованих газів котельні при сушінні жому дозволяє скоротити витрати енергії на 90...95%;

виробництво пектину з бурякового жому дозволить істотно збільшити ступінь комплексної переробки його з отриманням набору цінних продуктів, а також підвищити якість цих продуктів і знизити їх вартість. Крім того, запропонована технологія переробки жому дозволить зменшити сезонність роботи цукрових заводів.

Технологія переробки рослинних і харчових відходів в кормові добавки і комбікорми способом мікробіологічної біоконверсії призначена для переробки сировинних компонентів, що не використовуються у традиційному кормовиробництві. В якості вихідної сировини можуть бути використані відходи зернопереробної, консервної та виноробної, пивоварної, спиртової, ефірноолійної, масложирової, кондитерської, молочної, чайної і цукрової промисловостей; рослинні компоненти сільськогосподарських культур (стебла зернових та технічних культур, кошики й стебла соняшнику, лляні багаття, стрижні курудзяних качанів, картопляна мезга, трава бобових культур, відходи сінажу та силосу, відходи виноградної лози, чайних плантацій, стебла тютюну).

За технологією сировинні компоненти (відходи), що містять складні полісахариди (пектинові речовини, целюлозу, геміцелюлозу та ін.), піддаються впливу комплексних ферментних препаратів, що містять пектиназу, геміцеллюлазу і целлюлазу. Ферменти являють собою очищений позаклітинний білок, вони здатні до глибокої деструкції клітинних стінок і окремих структурних полісахаридів, тобто можуть здійснювати розщеплення складних полісахаридів на прості з

наступною побудовою на їх основі легкозасвоюваного кормового білка.

При цьому метод мікробіологічної біоконверсії дозволяє знищити в некондиційних компонентах хвороботворну мікрофлору, збудників важких захворювань, личинки паразитуючих найпростіших.

Кінцевим продуктом технології є кормова добавка - вуглеводно-білковий концентрат (ВБК). ВБК відрізняється високою поживністю (протеїн 22...26%), легкою засвоюваністю, біологічною активністю, а також ферментною, вітамінною та мінеральною цінністю.

Кормова добавка ВБК може використовуватися як основний компонент при виробництві комбикормів у співвідношенні 1: 1, як добавка до грубих рослинних кормів, при виробництві простих кормових сумішей з подрібненим фуражним зерном, висівками, зерновідходами та ін.

Дана технологія екологічно безпечна, не має стічних вод і викидів. Ключовим елементом технологічного ланцюга є біореактор, в якому здійснюється процес мікробіологічної біоконверсії відходів у корми. Реактори є універсальним обладнанням, що дозволяють переробляти різну сировину і отримувати різні кормові добавки.

Технологічна схема виробничого комплексу з мікробіологічної переробки рослинних відходів у корми представлена на рис. 2.4.

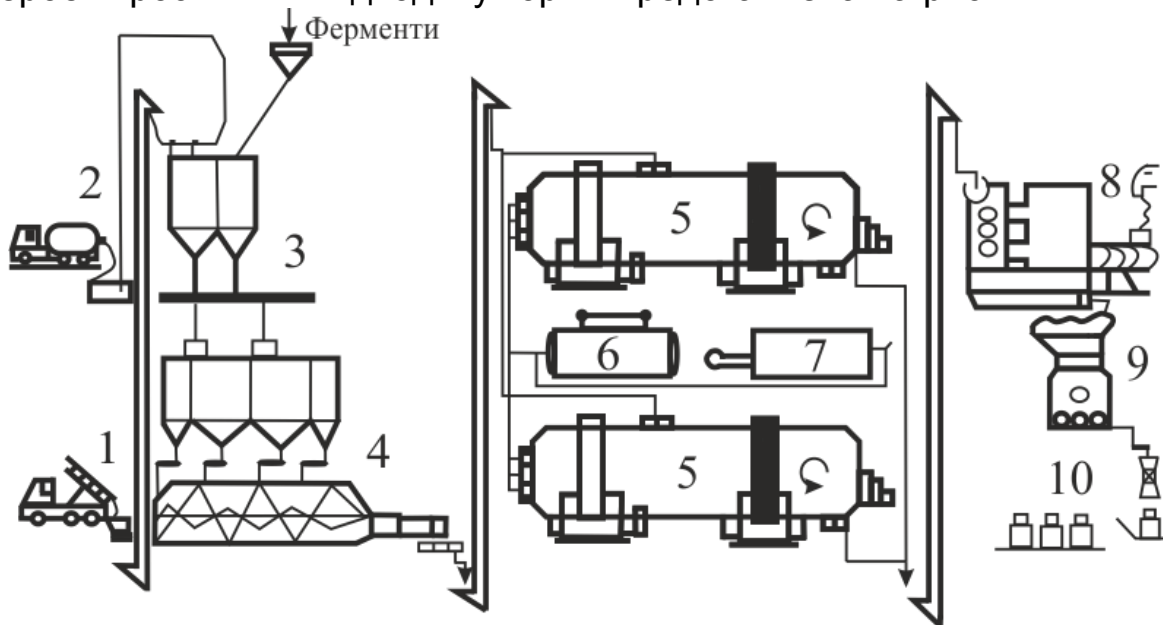


Рис. 2.4 – Технологічна схема мікробіологічної переробки рослинних відходів у корми: 1 – приймання сипучої і вологої сировини; 2 – приймання рідкої сировини; 3 – бункер-дозатор; 4 – змішувач; 5 – біореактор; 6 – компресор; 7 – парогенератор; 8 – сушарка; 9 – подрібнювач; 10 – відгрузка в мішки

За технологічною схемою волога суміш (55%) різних відходів завантажується в біореактор. З моменту завантаження сировини в біореакторі процес мікробіологічної біоконверсії протікає протягом 4...6 днів (залежно від бажаних зоотехнічних параметрів кінцевої продукції). В результаті отримують вологу кормову добавку - вуглеводно-білковий концентрат, який сушать до вологості 8...10% і подрібнюють. Після подрібнення концентрат використовують для виробництва комбікормів з нормою введення 25...65% в залежності від рецептури і цільового призначення комбікорма.

Застосування бурякового жому в харчових виробництвах обмежено вмістом у ньому шкідливих речовин, що накопичуються в процесі вегетації культури (нітрати, нітроти, радіонукліди, важкі метали). У жомі також міститься фенолоксидаза, що обумовлює процеси потемніння сировини.

За технологією миті коренеплоди піддають паротермічній обробці в апараті. При цьому досягається поверхневе руйнування клітинної структури, що полегшує відділення невживаного поверхневого шару коренеплодів. Відбувається підвищення проникності тканин, інактивація окисних ферментів, а також знищення мікроорганізмів.

Далі з коренеплодів видаляють шкірку за допомогою лопатевих і щіткових машин. Очищені коренеплоди подрібнюють до розмірів не більше 5 мм і гідротермічно обробляють. При цьому додають 0,2...0,3% лимонної кислоти. Отримана бурякова маса відділяється від соку за допомогою шнекового стікача і преса, а потім повторно піддається обробці і пресуванню для видалення розчинних речовин. Отримана маса висушується, подрібнюється, упаковується і надходить на виробництво кондитерських виробів.

Готовий порошкоподібний напівфабрикат з бурякового жому (ПНБЖ) з розмірами частинок 20...40 мкм має білий колір і нейтральний смак, нехарактерні для вихідної сировини. Вміст сухих речовин ПНБЖ становить 95...98%, з них 24% припадає на клітковину, 22% - на гемоцелюлозу, 46% - на пектинові речовини, по 2% займають лігнін і білки, 1% - ліпіди, 2% - мінеральні речовини, 0,5% - розчинні цукри, 0,5% - органічні кислоти.

Харчові волокна бурякового жому сприяють покращенню моторної функції шлунково-кишкового тракту, накопичують і виводять з організму радіонукліди, токсичні елементи, пестициди, патогенну мікрофлору, є пробіотиками, збільшується відчуття насичення, знижують ризик ожиріння, серцево-судинних захворювань, діабету.

Також розроблена технологія утилізації фільтраційного осаду. В її основу покладений особливий спосіб випалу фільтраційного

осаду, що не потребує спеціальної підготовки - попереднього пресування в брикети і підсушування.

В результаті реалізації технології отримують адсорбент, сатураційний газ і вапно. Спеціальне обладнання, розроблене для сушки фільтраційного осаду і його термообробки, в залежності від заданого режиму, дозволяє отримувати різний кінцевий продукт.

Адсорбент є проміжним продуктом при прожарюванні фільтраційного осаду в вапно, який за технологічною схемою можна вивести для використання в сокоочисному відділенні.

Висушування матеріалу проводиться сумішшю продуктів горіння газу, повітря і генераторного газу, одержуваного при піролізі органіки фільтраційного осаду в електропечі. Електропеч оснащена регулятором температури, що дозволяє вести процес прожарювання в заданому режимі і отримувати кінцевий продукт з заданими властивостями.

Отриманий сухий осад може використовуватися як вапно, адсорбент (наприклад, для очищення дифузійного соку) або як вапняне добриво.

Отримання вапна і сатураційного газу з фільтраційного осаду дозволяє скоротити витрати вапняку до 80% від необхідного кількості, зменшити матеріальні витрати і витрати на його перевезення.

В цукровій промисловості розроблена технологія використання дефекосатураційного осаду сирцевого виробництва в якості адсорбенту при очищенні напівпродукту з високим вмістом фарбувальних речовин. Безкольоровий відтінок знаходить застосування для клерування (освітлення, очищення) цукру-сирцю.

Розроблено спосіб використання дрібних фракцій (менше 30 мм), одержуваних при переробці вапнякового каменю. Дрібна фракція може використовуватися для очищення дифузійного соку, що дозволяє в 1,5...2 рази скоротити витрати вапна і підвищити технологічні показники очищеного соку. Переробка дрібнофракційного вапняку здійснюється в універсальному дезінтеграторі - активаторі, що сприяє не тільки його подрібненню, а й активації частинок, при якій цілеспрямовано змінюються фізико-хімічні та технологічні властивості речовин.

Нанокристалічна целюлоза (НКЦ) по міцності подібна до вуглецевих нанотрубок і здатна до формування армуючих сіток в полімерах.

Області застосування нанокристалічної целюлози представлені на

рис. 2.5. Окремі технології пройшли апробацію і мають широке по-

ширення, частина розробок знаходиться на стадії поглибленого вивчення.

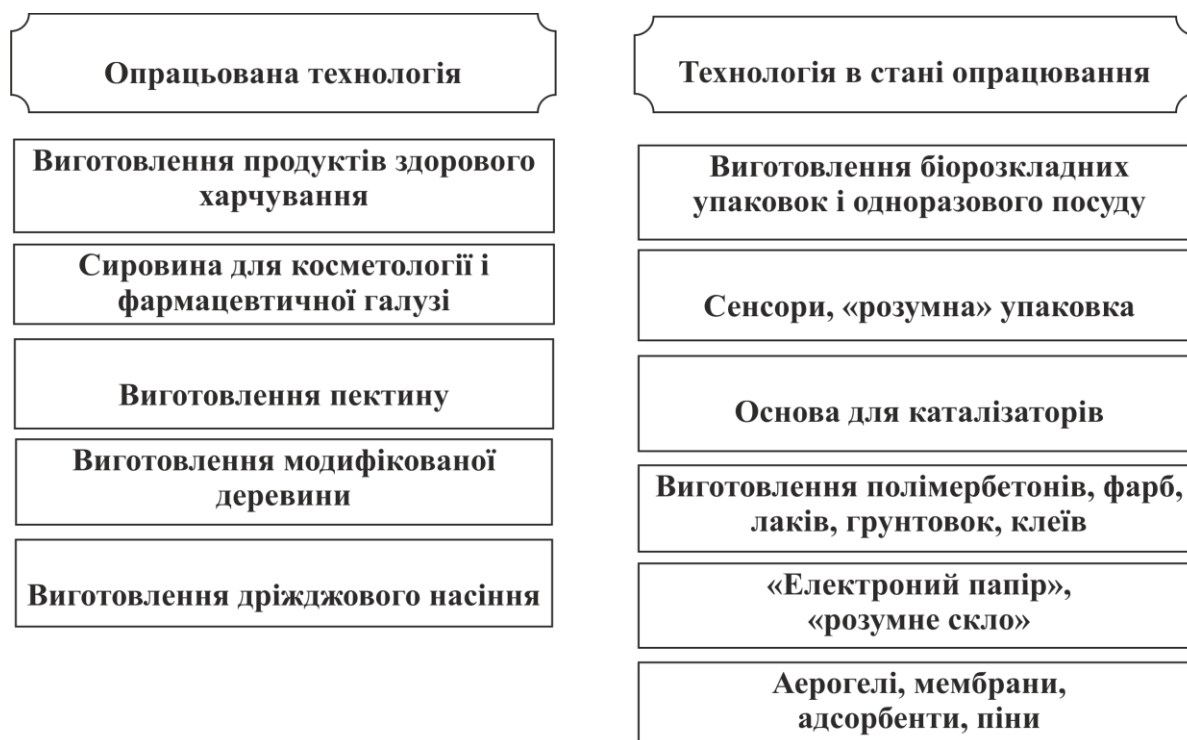


Рис. 2.5 – Сфери застосування нанокристалічної целюлози

Перспективний напрямок застосування НКЦ - створення біорозкладаних матеріалів для виробництва харчової упаковки. В наноструктурованій упаковці один компонент є синтетичним, інший - природного походження. Упаковка із застосуванням НКЦ має швидку біодеструкцію і можливість саморозкладу. Основними областями застосування такої упаковки можуть бути: одноразовий посуд, мішки для сміття і органічних відходів, плівки сільськогосподарського призначення та ін.

Також пропонується використання nanoцелюлози для модифікації деревини.

Основу розробки становить наповнення гелеподібною нанокристалічною целюлозою каналів в структурі деревини під дією тиску. Обробка проводиться на етапі підготовки деревини до подальшого пресування. В результаті насичення структури частками nanoцелюлози деревина набуває твердість нелегованої сталі, має високу вологостійкість, стабільність форми, декоративність.

НКЦ знаходить застосування в процесі виробництва паперу. Папір з НКЦ, порівняно зі звичайним, має більш високі показники міцності і стійкості до механічних впливів, має гарну вологоутримуючу здатність.

Перспективно застосування нанокompозитної целюлози в клейових виробках з модифікованої деревини в вузлах мостових кранів, кран-балоків, лебідок; вузлах тертя конвеєрів, транспортерів, шнеків, рольгангів; вузлах тертя насосів та компресорів; в ковальсько-пресовому обладнанні; ливарному та металопрокатному обладнанні; вузлах тертя машин, що працюють в агресивних середовищах; в дорожньо-будівельної техніки; сільськогосподарської техніці; машинах і механізмах морського і річкового флоту.

2.2. Виноробство

В результаті промислової переробки винограду залишається велика кількість вторинних продуктів (відходів), які складають від 10 до 20 % від кількості винограду, що переробляється.

При бродінні сусла, переробці винограду на сусло, обробці та перегонці виноматеріалів утворюються відходи, до складу яких входять цінні компоненти: цукор, спирт, виннокислі з'єднання. Для отримання корисних компонентів відходи необхідно комплексно переробляти. Відходи, які потребують переробки, називають вторинною сировиною (вичавки, дріжджові і гуцеві осади, коньячна барда).

Гребені. Вихід гребенів становить від 1,8 до 8,5%. При дробленні ягід гребені змочуються суслим і в них залишаються окремі ягоди. Гребені пресують і отримують близько 0,8...1 дал гребневого сусла на 1 т переробленого винограду. Цукристість гребневого сусла залежить від цукристості винограду і ступеня зрілості гребенів. При пресуванні зелених і соковитих гребенів з них відтискається сік, останній розбавляє гребневе сусло, і цукристість його знижується. При пресуванні гребенів з сорту «Рислінг» з цукристістю 15,4 г / 100 см³ було отримано гребневе сусло з цукристістю 7,5 г / 100 см³, з сорту «Трамінер» - відповідно 17,2 і 13. З сусла, отриманого з гребенів високоцукристого і здорового винограду готують купажні матеріали для міцних вин. З винограду з низьким вмістом цукру і пошкодженого отримане гребневе сусло зброджують і переганяють на спирт. Гребені після пресування відвантажують для приготування добрива.

Вичавки. За типом застосовуваних пресів вичавки ділять на дві групи: вичавки після пресування на гвинтових, гідравлічних і стрічкових пресах; вичавки після пресування на шнекових пресах.

В даний час на виноробних підприємствах мезгу допресовивають на шнекових пресах. За даними ВНІВіПП «Магарач», при переробці винограду на лініях ВПЛ-20 вихід сусла збільшився в середньому на 2...6 дал з 1 т винограду в порівнянні з переробкою на гви-

нтових і гідравлічних пресах. У той же час зменшився вихід вичавок до 8...12 % (з 14...20%).

За способом виноробства вичавки ділять на три групи: вичавки за білим способом виноробства (солодкі, свіжі, чи не бродили, сахаросодержащие); вичавки за червоним способом виноробства (зброджені, спиртовмісні); вичавки спиртовані, отримані з спиртованих мезги.

При приготуванні виноматеріалів для десертних і міцних вин з підброджуванням мезги отримують вичавки змішаного типу зі спиртом і цукром. Вичавки змішаного типу доброджують в сховищах і переробляють як зброджені.

Вологість вичавок становить близько 55%. Хімічний склад вичавок залежить від хімічного складу винограду, технології його переробки і ступеня відтискання суслу. Цукру в солодких вичавках міститься 25...30% від його концентрації в суслі. При цукристості суслу 20 г / 100 см³ вміст цукру в вичавках становить 5...6% за масою вичавок.

Якщо мезга бродить, то склад вичавок змінюється. Частина спирту дифундує в клітини шкірки, і вихід спирту із зброджуваних вичавок більший, ніж із солодких, при одній і тій же цукристості суслу. Хімічний склад виноградних вичавок без гребенів наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад виноградних вичавок без гребенів

Показник, %	Вичавки:		
	солодкі	зброджені	спиртовані
Цукор	5 – 10	–	4 – 6
Спирт	–	4 – 5	4 – 8
Винна кислота	0,5 – 2,0	0,7 – 2,5	1,2 – 3,0
Насіння	15 – 35		
Олія в насіннях	10 – 18		

Насіння. При переробці солодких вижимо після вилучення в екстракт цукрів і виннокислих з'єднань, а також фарбувальних речовин, з вижимок відокремлюють насіння для отримання масла і енотаніна. Промиті вичавки пропускають через різні насінно-віддільні пристрої: зернопульт, віялку-сортувальник, протиральні машини. На сортувальних машинах барабанного типу насіння відділяється недостатньо (близько 40%).

Виділення насіння на машині відбувається наступним чином. Вичавки з пресів надходять в приймальний бункер завантажуваль-

ного елеватора і шкребками направляються в розпушувач. Після подрібнення вони надходять на верхнє решето, звідки насіння і дрібні частинки шкірки просіваються і потрапляють послідовно на друге, третє і четверте решета нижнього стану.

При сходженні з решета частинки насіння очищаються за допомогою вентилятора. Вихід насіння становить близько 80% від загального вмісту їх в вижимках.

Насіння, задля уникнення пліснявіння, піддають сушінню при температурі не вище 100 °С. Для сушіння насіння застосовують парові конвеєрні сушарки.

Сульфитовані осади. Сульфитованими називають осади, отримані при освітленні сусла. Такі осади охолоджують, сульфитують, обробляють бентонітом, флокулянтами і повторно відстоюють або фільтрують на рамних фільтрах. Освітлене сусло направляють на приготування виноматеріалів, а густі осади зброджують і враховують як дріжджові (але не змішують з ними), так як в них мало виннокислих з'єднань і з них витягують тільки спирт.

Діоксид вуглецю утворюється при бродінні сусла. Під час зброджування 1 кг цукру отримується близько 0,49 кг CO₂. Діоксид вуглецю виділяється з сусла з парами спирту та ефірних масел. Залежно від температури бродіння, кількості зброженого цукру і способу бродіння втрати спирту з CO₂ становлять 0,17...1,5%.

Дріжджові осади. За типом виробництва виноматеріалів дріжджові осади ділять на дві групи. Дріжджові осади, отримані при приготуванні сухих виноматеріалів, називають сухими; дріжджові осади, отримані при приготуванні кріплених виноматеріалів, називають кріпленими.

За змістом сухої речовини розрізняють: рідкі дріжджові осади (12%), густі (12...30%), відтиснуті/пресовані (30...60%).

На сьогоднішній день переробляють пресовані дріжджові осади. Їх вихід становить 3...8% від обсягу сусла. Склад відтиснутий дріжджових осадів залежить від типу вироблюваних виноматеріалів. Вміст винної кислоти у відтиснутих дріжджах коливається від 3 до 6%.

Осади, одержувані під час переливання виноматеріалів. Такі осади фільтрують і переробляють як дріжджові. Їх відходи, за виробничими даними, при догляді за виноматеріалами на першому році становлять - 0,2%, на другому році - 0,1% і на третьому році - 0,05%.

Клейові осади. Клейові осади фільтрують і переганяють на спирт-сирець. Відходи клейових осадів становлять 0,2...0,25% від обсягу виноматеріалів. Під час обробки виноматеріалів бентонітом в

поєднанні з іншими обклеюючими речовинами відходи складають 90 % обсягу 20 %-ої водної суспензії.

Осади ціанідів. Осади ціанідів фільтрують і знищують через небезпеку утворення токсичних речовин при перегонці.

Осади, отримані при обробці виноматеріалів і соків холодом. У таких осадах містяться кристали $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Осади фільтрують, промивають холодною водою і сушать. Утворений $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ - цінна сировина для отримання винної кислоти.

Крейдяні осади. Крейдяні осади отримують при обробці виноматеріалів і сусла крейдою (CaCO_3). Осади фільтрують, промивають, сушать і застосовують для отримання виннокам'яної кислоти (ВКК).

Сирий винний камінь відкладається на внутрішній поверхні ємностей. До складу відкладень входять: $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – 83%, $\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ - 5,4% і домішки - 11,6%. Відкладення винного каменю збирають як цінну сировина для винної кислоти.

Коньячна барда. Під час перегонки виноматеріалів у барді залишаються виннокислі з'єднання. Кількість барди, що містить виннокислі сполуки, залежить від способу перегонки виноматеріалів: при дворазовій перегонці - 60%, при одноразовій – 85% обсягу виноматеріалу. Вміст ВКК в барді коливається від 2 до 5 г / дм^3 .

Загальна комплексна переробка відходів дозволить отримати цінні продукти, необхідні для ряду галузей народного господарства: етиловий спирт, винну кислоту, виноградне масло, поліфенольні концентрати, слабоалкогольні та безалкогольні напої та інші продукти харчового, косметичного, фармацевтичного та енергетичного призначення.

У багатьох державах це питання давно вирішене. Виробники Франції, Італії, Швейцарії та інших країн з насіння винограду отримують фуражні корми, харчовий порошок, абразивні матеріали (дрібнозернисті речовини високої твердості, які використовуються для обробки поверхонь з металу, дерева та ін.), енотанін і виноградне масло, яке завдяки високій концентрації поліненасичених жирних кислот (лінолевої), по харчовій цінності перевершує соняшникове, соєве та кукурудзяне. Піддаючи виноградне масло ультрафіолетовому опроміненню, виробляють вітамін D. Виноградну лозу, яка залишається після обрізки виноградників, і яку в багатьох країнах СНД просто спалюють, у Франції використовують для виготовлення деревних плит.

Успіхи розвинених країн у переробці та утилізації відходів виноробства досягаються завдяки реалізації державних програм, а також потужній науково-дослідній базі.

Так, наприклад, безвідходна технологія впроваджена в Болгарії. Болгарське об'єднання «Вінпром» в районах, де вирощуються білі сорти винограду, створило спеціальні утилізаційні цехи, що займаються екстракцією цукру з солодких вичавок з відділенням і сушінням виноградного насіння. Екстраговані вичавки надходять для відгодівлі тварин на підприємства агрокомплексу. Там, де вирощуються переважно червоні сорти винограду, проводять комплексну переробку виноградних вичавок з

отриманням барвника, кормового борошна і виннокислих з'єднань.

Зацікавленість до вторинних продуктів виноробства у всьому світі зростає з кожним днем: вони мають цінні властивості і приносять високу додаткову вартість. У Молдові це усвідомили на державному рівні. З 2004 р. в республіці діє програма з переробки та використання вторинних продуктів виноробної промисловості та отримання нових. Вона передбачає фінансування низки наукових проєктів. У 2012 – 2013 роках на ці цілі з бюджету виділено по 1,2 млн. левів.

Один з проєктів держпрограми по вторинним продуктах виноробства передбачає розробку і впровадження нових технологій отримання

редуктонів – речовин, які мають відновні властивості. Це винна кислота і її похідні, що використовуються в фармацевтичній, харчовій, хімічній та текстильній галузях. У країнах Західної Європи потреби в цьому продукті задоволені лише на 40%. Основні його виробники – Італія, Франція, Іспанія. Нещодавно дефіцит компенсували китайські бізнесмени, що виробляють винну кислоту з нафтопродуктів. Проте в ЄС заборонили її застосування. На сьогоднішній день затребуваний тільки натуральний продукт, традиційними джерелами якого є відходи виноробства. Сировинний потенціал в Україні дозволив би країні, при створенні необхідних потужностей, виробляти винну кислоту і постачати її на європейський ринок, збільшуючи цим самим фінансові потоки в бюджет.

В Україні ж проблема утилізації вторсировини не отримала належної уваги.

Розроблена державою Програма розвитку виноградарства і виноробства до 2025 року, основною задачею якої є збільшення конкурентоздатності виноградарства і виноробства в умовах інтеграції України у світовий економічне співтовариство, залишає це питання відкритим. Досі не створено підприємства з переробки відходів виноробства, що говорить, по-перше, про неекономне використання ресурсів, по-друге, про великі втрати матеріальних засобів. Напри-

клад, виноградна вичавка містить в середньому 24 г/кг поліфенолів винограду, які є потужними антиоксидантами рослинного походження. На світовому ринку мінімальна ціна одного грама поліфенолів становить \$ 2. Таким чином, при переробці 100 тис. тонн винограду щорічно у вигляді невикористаних поліфенолів винограду втрачається більше \$ 700 млн.

Інший цінний продукт амівіт – єдиний натуральний продукт, найбільш багатий вітамінами групи В і високопоживними речовинами, одержуваний з дріжджів від сухого виноградного вина. За попередніми розрахунками рентабельність виробництва цього вітамінного концентрату складає 70% при собівартості однієї річної людино-дозы 2,80 грн. Таке виробництво є високоефективним, але потребує матеріальних вкладень.

Для більш точної економічної оцінки ефективності переробки відходів виноробства в Україні в табл. 1.7 наведено розрахунок деяких фінансових показників (за даними 2008 року). При цьому необхідно вказати, що валовий урожай винограду склав 415,2 тис. тонн. З них 250000 тонн направлено на переробку. Вторинні продукти виноробства, тобто вичавки і всі компоненти, що містяться в них, складають від 10% до 20%. Це в кількісному відношенні рівняється 37500 тонн (шкірка – 50% або 18750 тонн; гребені – 25% або 9375 тонн; насіння – 25% або 9375 тонн; дріжджі - 3,5...8,5% від початкової кількості винограду або 24912 кг.

Таблиця 2.3 – Продукти переробки вторинної сировини та відходів виноробства

Вторинна сировина, відходи	Отримуваний продукт	Вихід продукту переробки вторинної сировини (відходів)	Кількісний вигляд	Ринкова ціна	Дохід від реалізації
1	2	3	4	5	6
Шкірка	Кормове борошно	311 кг на 2 т. вичавок	11662,5 кг	–	–
	Кормові суміші	Отримують з кормового борошна	–	–	–
	Гранульований корм		–	2,77 грн. за 1 кг	–
	Комбікорм		–	–	–

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ВІДХОДІВ ОСНОВНИХ ГАЛУЗЕЙ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
Насіння	Вітамін Д	–	–	15 грн. за 15мл.	–
	Білковий корм, добрива	–	–	–	–
	Виноградна олія	15,25 %	1430000 кг (1524520300 л)	у вигляді рослинної олії – 56 грн. за 0,1 л; лікарського засобу – 250 грн. за 0,1 л; засіб косметології – 160 грн. за 0,1 л	85373136,8 тис. грн.; 381130075 тис. грн.; 243923248 тис. грн.
	Фурфурол	–	–	–	–
	Танін	2,94 %	275600 кг	800 грн. за 1 кг.	220480 тис. грн.
	Гребені	Оцет	0,85 %	79700 кг	17 грн. за 250 мл
Паливо		–	–	–	–
Дріжджі	Кормові дріжджі	–	–	–	–
	Енантовий ефір	0,04 % на 1250 кг.	9,96 кг	–	–
	Альдегіди	–	–	–	–
	Білковий корм	325 кг. на 100 дал пресованих дріжджів	–	–	–
	Спирт-сирець	9,69 дал на 100 кг. дріжджів	–	–	–
	Спирт-ректифікат	–	–	32 грн. за дал	–
	Вищі спирти	–	–	–	–

продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
Вичавки	Енеофарбник (сухий порошок)	–	–	40 грн. за 1 кг	–
	Виннокисле вапно	8,25 кг на 1 т	309,4 кг	–	–
	Винна кислота і її солі	5,5 кг на 1 т	206,25 кг	для фармацевтики – 6400 грн.; для харчової промисловості – 300 грн.; для інших галузей – 32 грн.	1320 тис. грн.; 57750 грн.; 6600 грн.

За даними таблиці видно, що з відходів виноробства можна виробити велику кількість продуктів, багато з яких мають високо цінуються на світовому ринку.

На сьогоднішній день в українській галузі виноробства повільно розвиваються енергозберігаючі технології (в більшості - за рахунок рекуперації тепловлі енергії). При цьому технології, що передбачають комплексну переробку основної сировини, вторинної сировини та відходів для вітчизняного ринку не користуються попитом та залишаються незатребуваними. Через такий застарілий підхід управлінського корпусу та маркетингової політики на виноробних підприємствах, що зовсім не відповідає реальним умовам та потребам ринку, Україна втрачає мільйони гривень, які б могли поповнити державний бюджет.

Для вирішення даного питання необхідні цілеспрямовані спільні дії держави, науки і виробництва. Реалізація комплексу дій вимагає значних інвестицій і високої інноваційної активності підприємств. На жаль, сьогодні інноваційна активність українських підприємств споживчого сектора виявляє тенденцію до зниження і не демонструє кореляції з динамікою інвестиційних процесів, що свідчить про слабку інноваційну спрямованість інвестицій. За період 2003 – 2004 рр. кількість підприємств виноробної промисловості, які займалися інноваційною діяльністю, скоротилася з 1496 до 1193 (на 20,3 %).

У ситуації, що склалася, на державному рівні необхідно:

1) активізувати заключення міжнародних угод по інноваційно-технологічну співпрацю в рамках реалізації державної інноваційної політики та прямих двосторонніх угод між іноземними та українськими підприємствами на основі норм міжнародного права;

2) сприяти впровадженню системи нових способів фінансування науково-технічної сфери виноградовиноробного сектора;

3) створювати потужності з переробки та утилізації вторинних продуктів виноробства;

4) стимулювати співпрацю виноробних підприємств з науково-дослідними центрами з наступним впровадженням розроблених нових технологій, оскільки сьогодні саме в них приховані великі можливості утилізації вторинних продуктів та відходів виноробства.

При реалізації даних заходів виноробна галузь України перейде на якісно вищий рівень. Впровадження технології безвідходного виробництва дозволить отримувати ряд продуктів, необхідних іншим галузям народного господарства, підвищити ефективність виноробних підприємств, а також стимулювати їх експортну орієнтацію. Важливим для України є також досвід зарубіжних країн, зазначений вище. Його застосування з урахуванням національних особливостей дозволить вітчизняним виноробним підприємствам стати більш конкурентоспроможними і покращити показники діяльності, наблизивши їх до світових.

2.3 Галузь пивоваріння

2.3.1 Характеристика вторинних ресурсів пивоварного виробництва

Пивоварна галузь є однією з найбільш динамічних і займає важливе місце у переробній промисловості України. Щодо стратегій розвитку, то на сьогоднішній день рентабельність підприємств цієї галузі є однією з найвищих і темпи приросту виробництва з кожним роком збільшуються. Все це зумовлює необхідність розробки та реалізації конкурентної стратегії в подальшому розвитку галузі.

До відходів пивоварного виробництва відносяться солодова дробина, білковий відстій, залишкові дріжджі, дека і вуглекислота.

Солодова (пивна) дробина.

Основну частину відходів пивоварних заводів займає солодова дробина та надлишкові дріжджі. Пивна дробина – осад, що утворюється після фільтрації пивного сусла в процесі варки пива (рис. 2.6). Це натуральний, екологічно чистий продукт з високим вмістом проте-

їну (в 2-3 рази більшим, ніж в ячмені), високоякісний корм для тварин без хімічних домішок.



Рис.2.6 – Зовнішній вигляд пивної дробини

З 100 кг сухого солоду виходить 125...135 кг сирої дробини, яка містить 20...25% сухих речовин. До складу дробини (таб.2.4) входить ряд цінних поживних речовин. Так, в дробини залишається близько 70% білків і 80% жиру, що містяться в солоді.

Таблиця 2.4 – Середній хімічний склад солодової дробини

Дробина	Склад, %					
	вода	білок	безазотні речовини	жир	клітковина	зола
Сира	75,0	5,0	11,0	2,0	6,0	1,0
Висушена	10,5	19,0	38,0	7,5	18,0	7,0

Ці речовини роблять дробину цінним кормом для тварин. Дробина може використовуватися для корму в сирому і висушеному вигляді. Висушена дробина містить 11...12% вологи і може зберігатися тривалий час.

Солодова дробина утворюється як залишок після відділення рідкої фази – пивного сусла – в процесі фільтрації затору. Дробина складається з рідкої (45%) і твердої фаз (55%). Тверда фаза дробини містить оболонку і нераствориму частину зерна. Склад дробини залежить від якості солоду, кількості несоложеного сировини, а також сорти виготовленого пива.

На підприємствах пивоварної промисловості щорічно скупчується велика кількість дробини вологістю 70...80%, яка містить в серед-

ньому більше 20% сухих речовин з високим рівнем протеїну (12...15%). Традиційно пивоварні заводи України відрізняються від таких розвинених країн, де в технологічному ланцюжку закладена операція по сушці пивної дробини. Пивна дробина там є повноцінним продуктом виробництва і знаходить широке застосування.

Водночас на полігонах пивоварних підприємств в даний час скупчилися сотні тисяч тонн пивної дробини. Ця суміш рослинних і мікробних білків, складних вуглеводів, органічних кислот та інших речовин, складованих на відкритих майданчиках і в котлованах полігонів, вже на третій день виділяє в біосферу отруйні продукти гідролізу і гниття (у тому числі газу з поганими запахами – скатол, індол, аміак). В такому стані відходи здатні лежати в «могильниках» до 50 років, активно забруднюючи біосферу своїми виділеннями. Хімічні продукти розпаду, поступово проникаючи в ґрунт, отруюють ґрунтові води, землі стають непридатними до господарського використання на десятки років (причому з непередбачуваними екологічними наслідками).

Пивоварні заводи зацікавлені у продажу пивної дробини, особливо в теплий період року, коли вона схильна до інтенсивного розкладання з масою несприятливих ефектів. Збут пивної дробини здійснюється за договірною ціною.

Отже, пивоварним заводам економічно не вигідно відправляти пивну дробину на звалище. Залишається одне: такі відходи треба переробляти самостійно або продавати іншим організаціям. В сучасних умовах останнє виглядає переважніше. Проте охочих придбати пивну дробину у пивоварів мало. Тому причиною незнання всього потенційного спектру її застосування, слабка технологічна оснащеність. Щорічно на пивоварному заводі середньої потужності йде у відходи 35000 тонн пивної дробини. При таких масштабах вміле і дбайливе використання відходів і побічних продуктів не тільки може дати відчутний дохід переробнику цих відходів, а й усунути загрозу забруднення навколишнього середовища.

Екологічна ситуація, що створилася гостро потребує вирішення питання утилізації багатотонних відходів пивної дробини.

З іншого боку, відходи пивоваріння звертають на себе увагу як джерело комплексу речовин з харчовою цінністю і біологічною активністю.

У таблиці 2.5 представлений хімічний склад свіжої (сирої) і сухої пивної дробини.

Таблиця 2.5 – Хімічний склад пивної дробини (в 1 кг)

№ п/п	Показник	Сира	Суха
--------------	-----------------	-------------	-------------

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ВІДХОДІВ ОСНОВНИХ ГАЛУЗЕЙ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.	Суша речовина, г	232	887
2.	Сирой протеїн, г	58	217
3.	Лізин, г	2,2	7,7
4.	Метіонін + цистин, г	1	3,5
5.	Сира клітковина, г	39	160
6.	Безазотисті екстрактивні речовини (МЕВ), г	107	406
7.	Сирой жир, г	17	60
8.	Кальцій, г	0,5	3
9.	Калій, г	0,3	1,7
10.	Фосфор, г	1,1	6,6
11.	Магній, г	0,4	1,9
12.	Натрій, г	0,65	3
13.	Залізо, г	50	290
14.	Мідь, мг	2,2	21,3
15.	Цинк, мг	22	108
16.	Марганець, мг	8	37,6
17.	Кобальт, мг	0,05	0,2
18.	Йод, мг	0,02	0,1
19.	Каротин, мг	1,6	
20.	Вітамін Е (токоферол), мг	14	23
21.	Вітамін В ₁ (тіамін), мг	0,2	0,6
22.	Вітамін В ₂ (рибофлавін), мг	0,3	0,9
23.	Вітамін В ₄ (холін), мг	510	1300
24.	Вітамін В ₅ (нікотинова кислота), мг	13	36

У відсотковому відношенні склад сухої пивної дробини (табл. 2.6) виглядає наступним чином.

Таблиця 2.6 – Склад сухої пивної дробини, %

Загальний хімічний склад	
1	2
волога	8,67
сирий протеїн	23,44
сирий жир	7,75
сира зола	2,5
сира клітковина	14,3
безазотисті екстрактивні речовини	43,44
Мікроелементи	
кальцій	0,37
фосфор	0,5

продовження табл. 2.6

1	2
марганець, мг / кг	52
цинк, мг / кг	105
залізо, мг / кг	205
мідь, мг / кг	15
Амінокислоти	
лізин	0,86
гистидин	0,66
аргінін	1,07
аспарагінова кислота	1,35
треонин	0,77
серін	0,89
глутамінова кислота	4,57
пролін	2,05
гліцин	0,79
аланін	0,94
цистин	0,46
валін	1,06
метіонін	0,5
изолейцин	0,79
лейцин	0,57
тирозин	0,61
фенілаланін	1,23
всього амінокислот	19,17
У тому числі незамінних амінокислот	7,51

Настільки багатий білково-мінеральний склад пивної дробини визначає її використання в різних галузях народного господарства.

Білковий відстій. Використовується в суміші з іншими кормами. До складу білкового відстою входять цінні поживні речовини (білкові речовини, вуглеводи, мінеральні речовини), але хмелеві смоли, що частково перейшли в осад, надають йому гіркий смак, і тому в якості корму для худоби відстій використовується не в чистому вигляді, а в суміші з іншими кормами. Проводяться роботи з використання білкового відстою для годування риб (Чехословаччина). Середній хімічний склад білкового відстою, %: вода – 80,0; білкові речовини – 7,0; клітковина – 1,2; безазотистих екстрактивні речовини – 7,7; зола – 1,2; хмелеві смоли – 3,3.

Залишкові дріжджі. На 100 л готового пива виходить приблизно 2 кг рідких дріжджів, з них близько 0,8 кг використовується як насінневих і 1,2 кг – залишкові дріжджі. До складу сухих речовин (14...15%) дріжджів входять азотисті речовини, жир, безазотистих екстрактивні речовини, клітковина, зола, а також ферменти і вітаміни В₁, В₂, В₃, Н, Е і провітамін D (ергостерин).

Більшість речовин, що входять до складу дріжджів, легко засвоюються живим організмом. Білкові речовини засвоюються на 90%, жири – на 70%, вуглеводи – майже повністю. Таким чином, дріжджі є високоякісним харчовим продуктом і їх використовують для харчових і кормових цілей.

До складу пивних дріжджів входять такі життєво важливі речовини, як вітаміни. Вміщені вітаміни комплексу В беруть участь в регулюванні обміну речовин в організмі. Дріжджі містять ергостерин, який під дією ультрафіолетових променів перетворюється на вітамін D, що оберігає молодий організм від захворювання на рахіт. В пивних дріжджах містяться також всі основні амінокислоти, необхідні для створення білків, і нуклеотиди, які є основною частиною внутрішніх органів, зокрема печінки. Завдяки цим якостям дріжджі застосовуються в медицині та у фармацевтичній промисловості.

В пивоварній промисловості відомий спосіб використання залишкових дріжджів для приготування сушених дріжджів. Сушіння проводять в металевих сушильних барабанах, шафах або на вальцевих сушарках. Дріжджі, застосовувані для лікувальних цілей, сушать за температури 35...40 °С, щоб не зруйнувати ферменти і вітаміни. Сушка дріжджів для кормових і харчових цілей виробляється при більш високих температурах. Добре висушені пивні дріжджі можуть зберігатися тривалий час, для позбавлення харчових дріжджів від гіркоти застосовується сучасна технологія. За цим способом з дріжджів видаляють гіркоту за допомогою 1%-го розчину кухонної солі, потім сепарують, промивають водою і сушать за температури 110 °С. Сухі дріжджі, отримані за цим способом, містять 8% води. Вони мають приємний смак і містять білкові і мінеральні речовини, вітаміни групи В та інші цінні речовини; застосовуються для дитячого харчування і в якості лікувального препарату.

Вуглекислота. На кожен декалітр пива можна практично отримати 0,15 кг рідкої вуглекислоти. Вуглекислий газ збирають в газгольдерах, стискають триступінчатим компресором. Рідку вуглекислоту розливають в балони. Вона використовується як в пивоварному виробництві, так і в інших галузях харчової промисловості.

2.3.2 Технології переробки вторинних ресурсів пивоварного виробництва

Використання пивної дробини у тваринництві. Корми – першооснова, головна передумова функціонування і розвитку всієї тваринницької галузі. Дефіцит кормів призводить до незбалансованості раціонів годівлі, втратам розрахункового виходу продукції та підвищенню собівартості приросту живої маси. Білок був і залишається найдорожчим інгредієнтом у кормах тварин: його вартість у системі раціонів перевищує 70% загальної вартості поживних речовин. Нестача поживних речовин, особливо білку, а також вітамінів, макро- та мікроелементів, спричиняє зниження приростів, збільшенню строків відгодівлі, перевитраті кормів, що впливає на собівартість вітчизняної тваринницької продукції, яка вища, ніж в країнах ЄС.

Використання відходів пивоварної галузі на кормові цілі дозволить щорічно економити до 2 млн. т. фуражного зерна, що може забезпечити додаткове виробництво понад 160 тис. т. м'яса. Пивна дробина, яка є високовологим продуктом (85...90% вологи) швидко псується і не може бути раціонально використана у натуральному вигляді. Але при певній обробці є джерелом додаткового кормового білку та інших поживних речовин. Тому, існує проблема розробки ефективних методів переробки пивної дробини, які б дозволяли зберігати її кормові переваги, продовжити терміни зберігання та включати до складу комбікормів, що узгоджується із завданням сформульованим у національному проекті «Відроджене скотарство», що є галузевою програмою виробництва комбікормів на період 2011–2015 рр. Як там відмічено, передбачається необхідність зменшення в них зернових компонентів і підвищення частки продуктів переробки. Ситуацію ускладнює те що морально застарілі технологічні і технічні засоби виробництва тваринницької продукції зумовлюють високу енергоємність виробництва одиниці продукції та її собівартість. Отже, розробка науково-обґрунтованих технологій та техніки, що забезпечують економічно доцільне залучення на кормові цілі тієї частки пивної дробини, яка ще не використовується – це актуальний напрямок роботи.

Пивна дробина в сирому вигляді здавна використовувалася для вигодовування домашнім тваринам як високобілковий корм. Як правило, пивну дробину використовують як корм для жвачних тварин, однак її можна згодовувати іншим тваринам, застосовуючи спеціальні методи обробки дробини. Серед таких кормових добавок фігурує комплексна кормова добавка «Пробіоцел» для поросят на відгодівлі, бройлерів, курей-несучок. Пивну дробину змішують з висівками

і зброджують спеціально виділеними мікроорганізмами (*Bacillus subtilis*). Бактерії частково переробляють клітковину в легко засвоювані цукру. У суміш додають мікроелемент селен. Після ферментації отриману масу висушують, в такому вигляді вона може зберігатися не менше року. Якщо поросята їдять їжу з новою добавкою, то хворіють набагато рідше тварин з контрольної групи, а вагу набирають швидше (в середньому на 16%).

Волога пивна дробина використовується також для годування худоби м'ясних порід.

В даний час на основі пивної дробини розроблені корми та кормові добавки для різних видів і вікових груп тварин:

- сільськогосподарських тварин і птиці;
- кроликів;
- хутрових звірів;
- собак.

Кормові показники дробини представлені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Кормові показники пивної дробини в 1 кг

Показник	Волога	Суша
Кормові одиниці	0,21	0,75
Обмінна енергія (ВРХ), МДж	2,35	8,67
Обмінна енергія (свині), МДж	2,04	7,61
Обмінна енергія (вівці), МДж	2,35	8,67
Перетравний протеїн (ВРХ), г	42	169
Перетравний протеїн (свині), г	40	160
Перетравний протеїн (вівці), г	42	169

Виробництво сухих кормопродуктів. В даний час дефіцит білкових кормів становить понад 25%, а кормів тваринного походження – більше 40%. У світі особливо гостро стоять питання виробництва традиційних сухих тваринних кормів на основі кісткової і м'ясо-кісткового борошна у зв'язку з тим, що обсяги їх вироблення різко знизилися через небезпеку зараження тварин вірусними захворюваннями і «коров'ячим сказом». Тому науково-дослідними організаціями ведеться пошук додаткових джерел білка у вигляді нових кормових продуктів, застосування яких би дозволило підвищити біологічну цінність і продуктивність дії комбикормів, а також ефективність їх використання тваринами та птицею. Треба зазначити, що вітчизняна наука і промисловість відстають у вирішенні проблеми розширення асортименту кормових добавок з використанням нетрадиційних джерел сировини. Відходи пивоварної промисловості, велика части-

на яких представляє собою водянисті, швидкопсуючі продукти, використовуються нераціонально, що пояснюється відсутністю в місцях їх отримання сушильних установок, а також недосконалістю способів їх консервації і транспортування.

Головна причина, по якій неможливо широке використання сирової дробини, – це терміни її зберігання і труднощі при перевезенні. Так, за температури 15...30 °С дробина обсеменяється і прокисає, внаслідок чого термін її зберігання становить 48...74 год. Втрати при зберіганні сирової пивної дробини пов'язані також з появою мікотоксинів, що викликають у тварин гепатотоксический ефект (ураження печінки). У зв'язку з цим гостро стоїть питання методів консервування та переробки дробини, що дозволяють зберігати кормові переваги такого нетрадиційного джерела сировини. Виділяються два напрямки: сушка та консервування.

З економічної точки зору, виробництво сухих кормопродуктів має високу рентабельність. Суха пивна дробина стійка при зберіганні та транспортабельна. В результаті виконання наукових досліджень розроблена технологія і устаткування для виробництва сухої дробини та екологічно чистих кормових добавок на її основі для сільськогосподарських тварин і птахів. Науково-дослідними і проектним інститутом екологічних проблем (м.Оренбург) розроблена технологія переробки пивної дробини в високобілкові екологічно чисті концентрати для годівлі всіх статевовікових груп тварин і птахів, в кормові лікувально-профілактичні білково-вітамінні кормові добавки (БВД). В основі проекту лежать два критерії: екологія та економіка.

Якщо оцінювати проект з економічної точки зору, то, завдяки новому підходу, витрати учасників проекту на переробку пивної дробини окупаються вже через 5...6 міс., складаючи 35...50% доходу від першого року роботи від реалізації отриманої продукції.

Дана технологія не пов'язана з якою-небудь конкретною програмою виробництва і може бути легко пристосована до наявних відходів і, відповідно, до випуску необхідної продукції при обліку кількості відходів.

Крім того, гнучкість пропонованої програми дозволяє відносно легко змінити її відповідно до вимог ринку. Виробництво передбачає випуск комбікорми – 10290 т / рік, преміксу – 1000 т / рік.

Кінцеві продукти використовують у тваринництві як лікувально-профілактичної кормової добавки та основи кормового раціону з лікувально-профілактичною спрямованістю.

Ніжинський механічний завод випускає обладнання для виробництва кормового борошна з післяспиртової барди та пивної дробини. Для вирішення проблеми переробки дробини для її тривалого

зберігання і зручності транспортування завод випускає комплект обладнання з продуктивністю по готовому продукту 180 кг на годину. Дана установка дозволяє забезпечити сушку вологого концентрату післяспиртової зернової барди спиртзаводу продуктивністю 1000 дал / добу.

Розроблена технологія сушіння рідкої пивної дробини, яку впроваджено при Радомишльському пивзаводі Житомирської області і наведено у схемі (рис. 2.7).

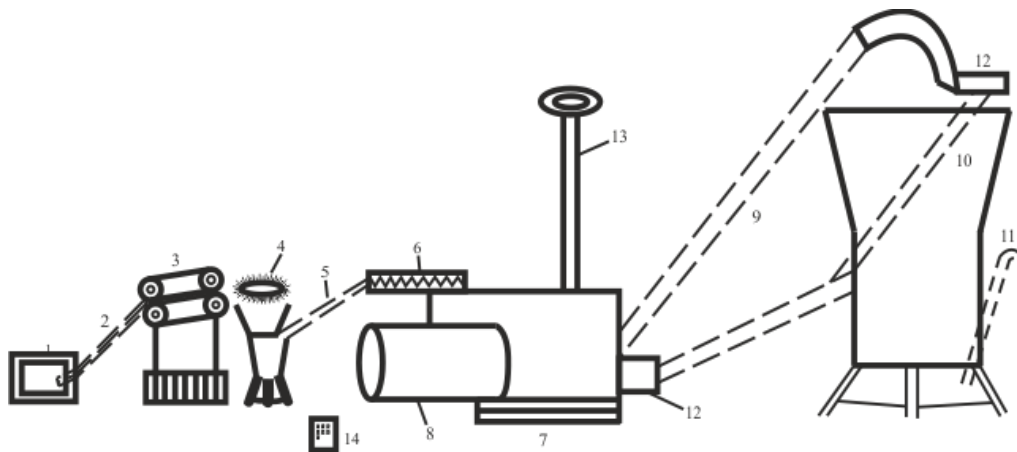


Рис. 2.7 – Технологія сушіння рідкої пивної дробини

1 – накопичувач сировини; 2 – стрічковий транспортер; 3 – прес-обезводнювач до вологи 60 %; 4 – галогенові лампи (мікронізація); 5 – нахильний транспортер; 6 – транспортер-дозатор; 7 – барабанна сушарка; 8 – твердопаливний котел; 9 – трубопровід; 10 – циклон; 11 – розвантажувальний транспортер; 12 – вентилятори для відсмоктування; 13 – димар; 14 – пульт управління.

Технологічний процес сушіння рідкої пивної дробини проводиться в такій послідовності. Рідка пивна дробина вологістю 75 % завантажуються в накопичувач (1), далі стрічковим транспортером (2) подається в стрічковий прес-обезводнювач (3) до вологості 60 %. Після цього кормова маса вологістю 60 % проходить процес інфрачервоного опромінювання (мікронізації) під галогеновими лампами мікронізатора (4), що дає можливість не тільки підвищувати поживність корму, але й покращувати його санітарно-ветеринарні якості при використанні в годівлі тварин. Потім опромінена під галогеновими лампами кормова маса вологістю 60 % нахильним транспортером (5) подається в горизонтальний транспортер-дозатор (6), з якого кормова маса надходить у барабанну сушарку (7), що отоплюється твер-

допаливним котлом (8), в якому замість дороговартісних традиційних джерел енергії (газ, мазут, електроенергія) використовуються місцеві дешеві паливні ресурси з побічних відходів лісового і сільського господарства (брикети з лісової щепи, соломи, кістриці льону та ін.), що не тільки здешевлює виробництво, але й покращує екологічний стан довкілля. Суха пивна дробина з барабанної сушарки вологістю близько 10 % трубопроводом (9) подається в циклон (10), звідки розвантажувальним транспортером (11) подається на склад готової продукції.

Технологічна лінія сушіння рідкої пивної дробини забезпечена вентиляторами для відсмоктування пилу (12) димарем (13) та пультом управління (14).

Таким чином, переваги виробництва і використання пивної дробини в сухому стані у порівнянні з рідкою наступні:

- зниження затрат і можливість транспортування на великі відстані;
- збільшення терміну зберігання сухої пивної дробини;
- можливість включення сухої пивної дробини, як високобілкового корму, для виробництва повноцінних і збалансованих концкормів;
- сушіння і перевезення пивної дробини в сухому стані покращує екологічний стан прилеглих до пивзаводів територій.

Консервування сирої пивної дробини. Однак сушка пивної дробини не завжди виправдана економічно. Крім того, частина білкових речовин дробини при сушінні перетворюється на неперетравлювану форму, що викликає зниження поживної цінності сухої дробини в порівнянні зі свіжою. Для вирішення проблеми консервування сирої пивної дробини здавна використовується метод силосування. Сік більшості соковитих кормів має кислу реакцію, обумовлювану природною стійкістю до бактерій і грибів. Для успішного зберігання пивної дробини досить вирівняної площі і декількох тюків соломи. Якщо вологий корм треба використовувати протягом 7 днів, досить накрити його водонепроникною плівкою з натяжкою внизу для запобігання доступу повітря. Для більш тривалого зберігання влаштовують простий бункер із залізничних шпал з покриттям внутрішньої поверхні пластиковим матеріалом від старих мішків з-під добрив. Більш дешеве сховище будується з металевих листів з привареними петлями, встановлених між вертикально укріпленими шпалами з внутрішнім покриттям поліетиленовою плівкою. Соковитий корм можна зберігати в буртах і траншеях, обтягнутих поліетиленовою плівкою. Але найдешевший і простий спосіб зберігання соковитих кормів - між копицями сіна або соломи з подвійним укриттям поліетиленом. Че-

рез низьку кислотної стабільності силос з пивної дробини рекомендується згодовувати протягом короткого періоду часу.

Природно, відмічені методи консервування пивної дробини мало прийнятні у виробничих масштабах. Виробництво силосу з використанням пивної дробини, як і інших соковитих кормів, зазнало розвитку від використання в якості консервантів хімічних речовин (найчастіше – органічних кислот) до створення спеціальних силосних заквасок (мікробіологічних) і ферментних препаратів.

Волгоградським науково-дослідним і технологічним інститутом м'ясо-молочного скотарства та переробки продукції тваринництва (Росія) розроблений консервант в кількості 2 кг на 1 т пивної дробини. Встановлено, що консервована пивна дробина не робить негативного впливу на ріст і розвиток гусенят і веде до зниження їх собівартості. Економічні розрахунки дозволили зробити висновок, що консервована пивна дробина може заповнити дефіцит сирого протеїну в господарському раціоні і при цьому знизити витрати грошових коштів на 10%, а також кормів на одиницю приросту живої маси.

За даними болгарських та німецьких науковців, які давно займаються консервуванням як вологого фуражного зерна, так і пивної дробини, існує багато способів консервування вказаної сировини. Фахівці ТОВ "Цитрон-агро", яке виготовляє біологічні закваски для консервування силосу, та науковці кафедри годівлі сільськогосподарських тварин і технології кормів ім. П. Д. Пшеничного НАУ провели дослідження з консервування зразків свіжої пивної дробини натуральної вологості (77%) амілолітичним молочнокислим стрептококом (АМС). Після шестимісячного зберігання законсервованих зразків пивної дробини фахівці проблемної лабораторії кафедри годівлі сільськогосподарських тварин і технології кормів ім. П. Д. Пшеничного дослідили її хімічний склад за натуральної вологості та абсолютно сухої речовини (табл. 2.8) і визначили енергетичну цінність (табл. 2.9).

Як видно з наведених у таблицях 2.8 і 2.9 даних, у законсервованій пивній дробині після шестимісячного терміну збереглась достатня кількість поживних речовин порівняно зі свіжою, а ще вона має доволі високу енергетичну цінність, навіть дещо вищу проти кукурудзяного силосу.

Пивну дробину можна консервувати у чистому вигляді за вологості 60%. Під час силосування пивної дробини високої вологості для зменшення останньої до силосної маси можна додавати соломку, зелену масу злакових або бобових, співвідношення яких до пивної дробини розраховують, користуючись квадратом Пірсона. Силосують пивну дробину в облицьованих заглиблених і напівзаглиблених

траншеях, розміри яких передбачено типовими проектами, або у спеціальних сховищах-траншеях із цегли, збірного залізобетону, бутового каменю чи у поліетиленових рукавах-ємностях, призначених для консервування силосу.

Таблиця 2.8 – Хімічний склад консервованої пивної дробини, г/кг

Волога	Суша речовина	Сира зола	Сирий протеїн	Сира клітковина	Сирий жир	БЕР	Са	Р
754,3	245,3	12,1	66,2	49,5	28,5	89,4	0,1	1,64
0	100	49,4	269,6	201,4	116,0	363,8	0,4	6,69

Таблиця 2.9 – Енергетична цінність консервованої пивної дробини

Кормові одиниці		ВЕ, МДж		ОЕ, МДж		ЧЕЛ, МДж	
натуральна вологість	суха речовина	натуральна вологість	суха речовина	натуральна вологість	суха речовина	натуральна вологість	суха речовина
0,27	1,08	5,28	21,47	2,99	12,18	1,79	7,30

Пивну дробину закладають у силосну траншею, розрівнюють і ретельно ущільнюють важким трактором. Заповнювати силосні траншеї найкраще почергово похилими шарами, починаючи з торця траншеї. Пивну дробину закладають так, щоб довжина щоденно заповненої частини траншеї становила не менше 4...6 м, що відповідає 100...120 т корму. Масу ущільнюють постійно в процесі заповнення траншеї. У кінці робочого дня закладену за день і ретельно ущільнену пивну дробину вкривають полотнищем, звареним зі смуг поліетиленової плівки. Для зручності полотнище перед початком робіт скручують у рулон, а потім плівку з рулону розмотують у міру заповнення траншеї. Зверху на полотнище поперек траншеї кладуть другий шар плівки зі смуг з перекриттям 10...15 см, а потім — шар тирси, піску або старі автомобільні покришки. У такій послідовності процес ущільнення й закриття закладеної за день пивної дробини повторюють щоденно до цілковитого заповнення траншеї. Тривалість цих робіт не повинна перевищувати десяти діб.

Для консервування пивної дробини натуральної вологості або ж відтиснутої до 60% рекомендується застосовувати як біологічний консервант закваску, виготовлену на основі амілолітичного молочно-кислого стрептокока (АМС). Для внесення закваски у пивну дробину

з концентрату готують робочий розчин: ретельно розмішують і розводять водою у співвідношенні 1 л закваски на 10 л води. Готову робочу суміш вносять у пивну дробину рівномірно, розбризкуючи за всією масою. Норма внесення препарату – 1 л робочого розчину на 1 т пивної дробини. Бактеріальні закваски обов'язково треба зберігати в прохолодному місці, краще в холодильнику, за температури 4...10°C. Термін зберігання – не більше 30 днів.

Найважливішою умовою збереження поживних речовин законсервованої пивної дробини є суворе дотримання технології її закладання в сховище у відповідні строки.

Гранульована пивна дробина – це висушена і спресована у гранули пивна дробина (рис. 2.8), що має вологість до 10%, насипну щільність не менше 700 кг/м³. З цих причин вона може перебувати на тривалому зберіганні і транспортуватися на значні відстані.



Рис. 2.8 – Зовнішній вигляд гранульованої пивної дробини

При переробці пивної дробини спочатку вона піддається сушінню. Сухе борошно, отримана з дробини, добре зберігається і транспортується, тому доцільно її використання при виробництві різних продуктів харчування, як цінного технічного та біологічної сировини.

Суха пивна дробина має високий рівень вмісту протеїну (12...15%), що перевищує майже в 3 рази його кількість в ячмені, містить досить велику частку перетравного протеїну (близько 17%), а також найважливіші мікроелементи (фосфор, кальцій, магній, мідь, залізо), жирні кислоти та вітаміни Е і F. З цих причин пивна дробина є високоякісним білковим кормом для багатьох видів сільськогосподарських тварин і птиці, кролів, хутрових звірів і собак. Практичними експериментами встановлено, що додавання гранульованої пивної дробини істотно збільшують прирости тварин на відгодівлі і знижу-

ють собівартість приростів. При цьому вживання рекомендованих доз не приводить до яких-небудь негативних побічних ефектів.

З економічної точки зору, виробництво гранульованої пивної дробини має високу рентабельність. Завдяки застосуванню новітніх енергоефективних технологій переробки вологих рослинних матеріалів, витрати інвесторів на проект з переробки пивної дробини можуть окупитися через 5...6 місяців.

Технологія виробництва гранульованих кормів з вологої подрібненої сировини (рис. 2.9). За цією технологією можна виробляти гранульовані корми з підв'яленої трави або бадилля, очерету, кеков (відтискань) спиртової барди, бурякового жому та пивної дробини.

Характеристики сировини: вологість – до 65%, розмір часток – до 50×25×10 мм. Сировина підвозиться автотранспортом (або навантажувачем) і зсипається в спеціальний живильник-завантажувач з рухомою ланцюговою підлогою (1). Ланцюг рухомої статі з регульованою швидкістю подачі направляє сировину до шнековому транспортеру, потім ланцюговим або стрічковим транспортером (2) сировина подається в завантажувальну секцію агрегату сушки-подрібнення (4). Сюди ж подаються продукти горіння з теплогенератора (5) і засмоктується холодний атмосферне повітря через аварійно-розпалювальну трубу (6). Спочатку змішуються продукти горіння і холодне повітря, пропорція змішування регулюється автоматично, що забезпечує підтримку заданої температури теплоносія. Потім теплоносієм змішується з вологим сировиною і засмоктується в агрегат сушки-подрібнення (4). У ньому сировину подрібнюється і потім висушується, піднімаючись в потоці теплоносія до динамічного класифікатора, що знаходиться в головній секції агрегату сушки-подрібнення. Динамічний класифікатор, частота якого задається з пульта керування (20), пропускає дрібне і суху сировину, а великі і вологі частинки сировини повертає до ротора агрегату, цей процес повторюється до отримання необхідної вологості і ступеня подрібнення сировини. Подрібнене і висушене сировину (з цього моменту його прийнято називати борошном) засмоктується в осадовий циклон (8) за рахунок розрідження, створюваного димососом (не видний). В циклоні борошно осідає за рахунок відцентрової сили і рухається вниз, а відпрацьований теплоносієм викидається в димову трубу (19). З циклону борошно через шлюзовий затвор подається в шнековий або ланцюговий транспортер (9), далі надходить в бункер гранулятора (10). У середині бункера знаходиться пристрій, що перешкоджає злежуванню борошна. З бункера борошно подається шнековим живильником з регульованою швидкістю подачі в змішувач (кондиціонер) преса, сюди ж подається вода (або пара).

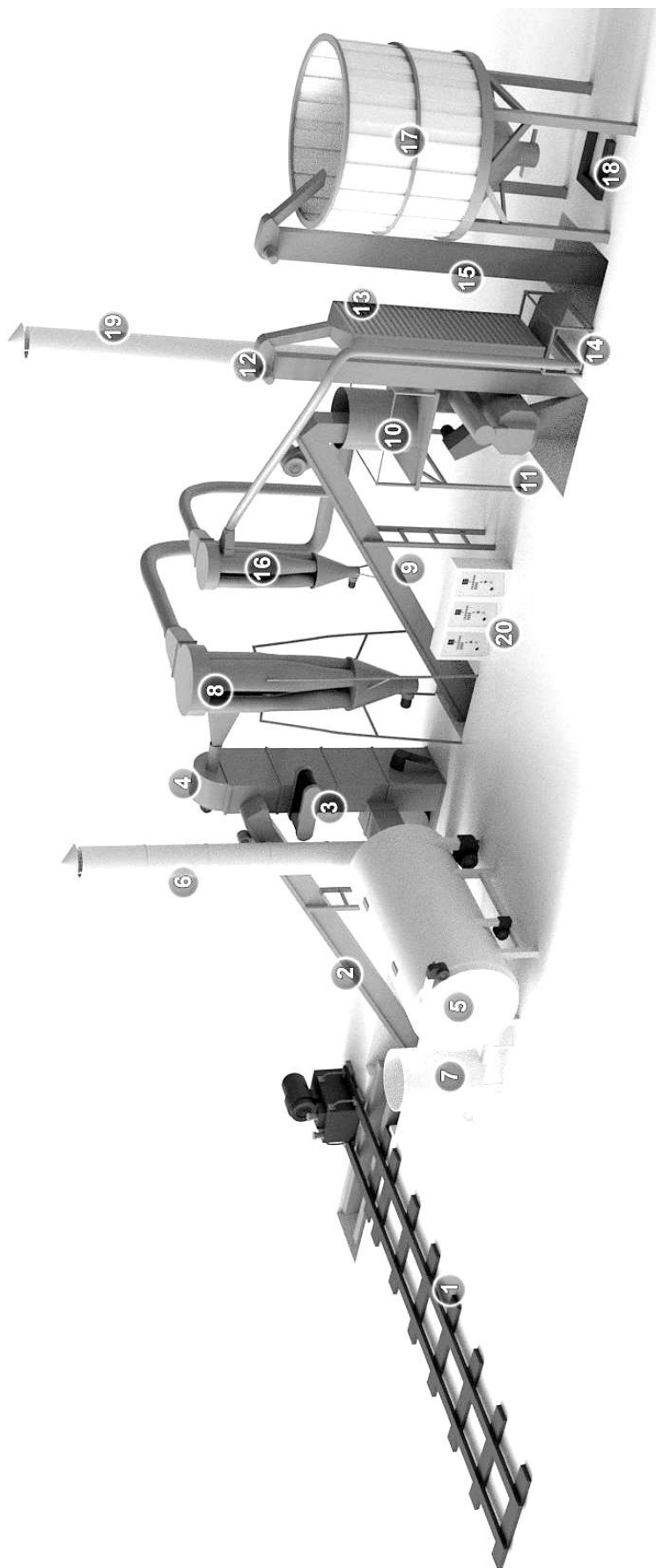


Рис. 2.9 – Технологічна схема виробництва гранульованих кормів з вологої подрібненої сировини

У змішувачі відбувається кондиціонування продукту, тобто доведення вологості борошна до рівня, необхідного для процесу гранулювання. З змішувача зволожене борошно через відділювач феромагнітних домішок виводиться в прес-гранулятор (11). У камері пресування борошно затягується між обертовою матрицею і пресуючими вулицями і продавлюється в радіальні отвори матриці, де під дією великого тиску відбувається формування гранул. Видавлені з отворів гранули натрапляють на нерухомий ніж і обламуються. Обламани гранули падають вниз і через рукав кожуха виводяться з преса. Гранули, що виходять із преса, мають високу температуру і неміцні, тому вони транспортуються норією (12) в охолоджувальну колонку (13). Тут через шар гранул вентилятором циклону (16) всмоктується повітря, яке охолоджує гранули і одночасно відсмоктує частини негранульованого борошна в циклон.

В процесі охолодження вологість гранул зменшується за рахунок випаровування вологи, і в гранулах відбуваються фізико-хімічні зміни. В результаті вони набувають необхідну твердість, вологість і температуру. З охолоджувальної колонки, у міру її наповнення, гранули поступають на сортування (14), де відбувається відділення кондиційних гранул від крихти. Гранули виводяться через вивантажувальну горловину і подаються на норію готової продукції (15), а крихта відсмоктується в циклон (16) і далі направляється разом з борошном на повторне пресування. Норією готової продукції гранули подаються в бункер готової продукції (17). Під цим бункером розташовані електронні ваги (18), а на стійках бункера є гачки для вивішування мішка. Заповнені мішки навантажувачем або гідравлічної візком транспортуються на склад готової продукції.

Теплогенератор в даній схемі може завантажуватися паливом як в ручному (через дверцята), так і в автоматичному режимі – з бункера палива (7). Поповнення бункера палива може відбуватися автоматично додатковим транспортером з окремого складу палива.

Пивна дробина в повсякденному харчуванні. Виділяються три області застосування пивної дробини в харчуванні людини:

- хлібобулочні, макаронні та кондитерські вироби;
- м'ясні системи;
- молочні системи.

Борошно, отримана з сухої дробини, стійка при зберіганні та транспортабельна, тому доцільно використання і переробка її як цінного технічного та біологічної сировини в харчових цілях при виробництві різних продуктів харчування, в тому числі ковбасних виробів, м'ясних напівфабрикатів, а в поєднанні з іншими біологічно активни-

ми речовинами – для виготовлення дієтичного хліба, висівок, мюслі, кондитерської випічки.

Харчова та біологічна цінність борошна з пивної дробини дає можливість використовувати її при випіканні кондитерських виробів з пісочного, листкового, заварного тіста, в суміші з іншими рецептурними компонентами в кількості 15...30%. Отримані вироби мають золотисто-кавовий колір, тонкошарову структуру, рівномірну пропечене, смак і запах, властивий даними видами виробів, і відповідають всім якісним вимогам.

Пивна дробина - джерело ксиліту. З пивної дробини петербурзьким винахідником Сергієм Блинковим розроблена і запатентована технологія виробництва ксиліту. Для виробництва 15 т ксиліту на добу необхідно 500...600 т дробини 75%-ї вологості. Ксиліт – енергетичний цукрозамінник, за солодкістю він еквівалентний цукрозі і вдвічі солодший сорбіту. Ксиліт споживається діабетиками, у харчовій промисловості використовується для стабілізації харчових жирів, збільшення терміну зберігання молочних концентратів. Ксиліт потрібен для виробництва кондитерських виробів, жувальної гумки, зубної пасти. Його використовують для виробництва лаків, оліфи, м'яких засобів, поліуретанів тощо.

Найбільш великі заводи з виробництва ксиліту з деревини берези розташовані в Німеччині та Японії. Світовим лідером у виробництві ксиліту на сьогодні є фінська корпорація «Култор» зі своїм підрозділом «Ксірофін». У колишньому СРСР існувало чотири заводи з виробництва ксиліту, в даний час їх діяльність припинена. ЗАТ «Росксілітон» має намір побудувати в Петербурзі перший у Росії завод з виробництва ксиліту з пивної дробини. На світовому ринку одна тонна ксиліту коштує близько 10 тис. доларів.

Унікальність нової технології в тому, що вона повністю безвідходна, і всі до єдиного побічні продукти потрібні ринку та їх продаж забезпечує чистий прибуток. З тонни дробини крім ксиліту виходить 150 кг білкової пасти або 50 кг білкового концентрату, які використовуються в хлібопекарській промисловості в якості цінних поживних добавок, оскільки не містять жирів і холестерину. Решта 750 кг – універсальний корм для сільськогосподарських тварин. Секрет розробників технології в особливостях гідролізу. Злегка її змінивши, на тому ж обладнанні можна отримувати як з дробини, так і з рослинних відходів, етиловий спирт, а попутно – активоване вугілля, вуглекислоту у вигляді сухого льоду, ентеросорбенти медичного та ветеринарного призначення, паливні брикети, волокнисті плити, кисень, водень, фурановіє смоли – зв'язуючий компонент для різних видів ракетного палива.

Пивна дробина – джерело глюкози, глутамату натрію. Крім ксиліту, пивна дробина слугувати джерелом отримання глюкози, глутамату натрію. Простота технологічної схеми отримання глутамату натрію дозволяє здійснити процес на звичайній стандартному обладнанні та організувати його безпосередньо на пивному заводі. Основні техніко-економічні показники запропонованого процесу є позитивними. Реалізація на практиці запропонованого процесу вирішує такі найважливіші завдання:

- створюється конкурентноспроможне вітчизняне виробництво глутамату натрію, глутамінової кислоти та її солей (кальцієвих, магнезійних);
- раціонально використовується відхід пивоварного виробництва;
- забезпечується максимум прибутку при мінімумі витрат.

Пивна дробина - органічне добриво і меліорант ґрунтів. Утилізації багатотонних відходів пивної дробини за допомогою її перетворення в органічне добриво і меліорант ґрунтів – ще одна важлива сфера у вирішенні проблеми. У цьому аспекті викликає інтерес технологія виробництва вискоєфективного добрива шляхом аеробного твердофазної ферментації пивної дробини, розроблена Всеросійським НДІ сільськогосподарського використання меліорованих земель.

В Інституті водних та екологічних проблем (м. Хабаровськ) розроблений спосіб утилізації пивної дробини за допомогою мікробної закваски-біоактиватори і компостних черв'яків *Eisenia fetida*. В результаті отримано вермикомпост з високим ступенем гуміфікації і великим вмістом бацилярних і актиномицетного спільноти. Застосування біоактиватори і компостних черв'яків для переробки промислових відходів пивної дробини з метою отримання компостів відкриває широку перспективу для одночасного вирішення двох проблем: охорони довкілля та створення екологічно чистих харчових продуктів.

Свіжа пивна дробина володіє фітотоксичністю і токсичністю для дощових черв'яків. Однак, переведена в компост, вона є прекрасним субстратом для дощових черв'яків, а біогумус на її основі служить відмінним добривом для рослин. Важливо відзначити, що компостування пивної дробини відбувається не тільки штучним, але і природним шляхом, тобто без застосування спеціальних мікробних заквасок. Протягом декількох місяців зберігання пивна дробина перетворюється на повноцінний корм для дощових черв'яків.

Маючи тваринницькі ферми і овочесховища, верміхозіяства можуть складувати пивну дробину на потрібний час з метою перет-

ворення в компост. Це важливий момент, оскільки зберігання пивної дробини повинно проводитися на спеціально обладнаних майданчиках з дотриманням всіх еколого-гігієнічних правил і норм та оформлюється за спеціальним дозволом.

Пивна дробина знаходить своє застосування і як органічне добриво у виноградарстві.

Штучне (інтенсивне) культивування гриба гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) останнім часом набуло широкого поширення. А.С.Мушінським і І.А.Биковою розроблено субстрат для вирощування їстівного гриба гливи звичайної, що містить свіжу пивну дробину (з терміном зберігання не більше 2-х діб). Внесення пивної дробини в кількості 15...20% до маси субстрату, що містить соломку і лузгу, сприяє збільшенню врожайності грибів до 70% і підвищенню в них вмісту білка в 1,2 рази і жиру в 2,4 рази.

2.4. Олійно-жирова галузь

2.4.1. Характеристика вторинних ресурсів олійно-жирової промисловості

Олійно-жирова промисловість – це складна галузь харчової індустрії, що складається з взаємопов'язаних виробництв олії, жирів, харчового масла, маргарину та реалізації продукції. Дана галузь у якості вихідної сировини використовує насіння олійних культур – соняшнику, льону, бавовнику, сої, гірчиці, арахісу, ріпаку, коноплі тощо.

Нині все гострішою стає проблема раціонального ресурсокористування в переробних галузях аграрного сектора. Процеси переробки сільськогосподарської сировини переводяться на безвідходний цикл виробництва, заснованого на комплексному використанні природно-сировинних ресурсів і технологічних відходів.

Нині відходи переробки технічних і олійних культур становлять близько 95% загального обсягу сільськогосподарської сировини, що переробляється в харчовій промисловості.

До продуктів переробки сільськогосподарської сировини належать насамперед різноманітні макухи та шроти, одержувані після переробки насіння олійних культур. У макухах кількість сирого жиру становить 5...6, у шротах 2...3%. Макухи та шроти розрізняються за способом виготовлення. При виробленні масла за допомогою відтискання насіння під пресом отримують макуха, а при видаленні масла екстрагуванням – шрот. Відмітна особливість цих продуктів – великий вміст протеїну при високій калорійності (у них залишається певна кількість відповідних масел). В даний час ці корми служать одним

з основних джерел збагачення раціонів птиці протеїном і відносяться до групи білкових кормів рослинного походження. Макухи та шроти містять також значну кількість фосфору і калію.

Соняшникові макухи і шроти. Соняшниковий макуха – дуже цінний корм, в його складі 32...40% сирого протеїну, багатий набір амінокислот, зокрема високий вміст метіоніну. Метіонін сприятливо впливає на ріст і розвиток молодняка, служить джерелом сірки для організму, необхідний для окислювально-відновних процесів, що відбуваються в організмі. Ця амінокислота бере участь в утворенні серину, креатину, цистину, холіну, що грають велику роль в обміні речовин. Вона регулює жировий обмін в печінці, сприяє видаленню з неї надлишків жиру. Метіонін необхідний для утворення пера у птахів.

У порівнянні з макухою в шроті є дещо більше сирого протеїну, але менше жиру – не більше 3%. Вміст лушпиння складає не більше 16% (випускаються шроти і без лушпиння), Колір цих кормів сірий (різних відтінків) або коричневий.

Якість протеїну цього шроту в порівнянні з соєвим трохи нижче, особливо за вмістом лізину; амінокислотний профіль сильно змінюється при нагріванні під час обробки. Тривале нагрівання значно знижує доступність аспарагінової кислоти, аргініну, треоніну, лейцину і триптофану, збільшуючи вміст глютамінової кислоти, серину і аміну. Тому при обробці соняшникового шроту треба враховувати можливість зниження доступності багатьох амінокислот.

Соняшниковий шрот містить більше сирогої клітковини, ніж соєвий, – 11,6 проти 5,9%, проте її кількість залежить від ступеня видалення лузги (табл. 2.10). Отримання масла з насіння соняшнику екстрагуванням практикується найчастіше. Хоча при ретельному очищенню насіння від лушпиння рівень сирогої клітковини в готовому продукті не перевищує 12% і енергетична цінність зростає, зміст ПЕ і ОЕ в соняшниковий шрот в раціонах для свиней і великої рогатої худоби все ж значно нижче, ніж в соєвому.

У порівнянні з іншими рослинними кормами соняшниковий шрот відносно бідний Са і Р. Він містить дещо більше Са, ніж органічного фосфору (фітину), що сприяє більшій доступності Са для тварин. Хоча соняшниковий шрот кілька біднішими мікроелементами, ніж соєвий, він містить більше Na і S. У соняшниковий шрот так само значно більше вітамінів групи В і каротину.

Таблиця 2.10 – Характеристика соняшникового шроту

Масова частка вологи і летких речовин, %	7...10
Масова частка золи, нерозчинної в соляній кислоті, в перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не більше	1,0
Масова частка металодомішок, %, не більше:	
частинки розміром до 2 мм включно	0,01
частинки розміром більше 2 мм і з гострими ріжучими краями	Не допускаються
Вміст мікотоксинів, млн-1 (мг / кг), не більше:	
зеараленону	1,0
Т-2 токсину	0,1
дезаксініваленола	1,0
Вміст токсичних елементів, млн-1 (мг / кг), не більше:	
ртуті	0,02
кадмію	0,1
свинцю	0,5
Масова частка залишкової кількості розчинника (бензину), %, не більше	0,1
Сторонні домішки (камінчики, скло, земля)	Не допускаються
Зараженість шкідниками або наявність слідів зараження	Не допускається
Вміст нітратів, млн-1 (мг / кг), не більше	450
Вміст нітритів, млн-1 (мг / кг), не більше	10

Лушпиння соняшника. Соняшникове лушпиння – побічний продукт при переробці соняшника на олію. Кількість соняшникового лушпиння при промисловій переробці насіння соняшника становить значну частину – 17...20% до маси насіння. На сьогоднішній день існую багато варіантів використання соняшникового лушпиння, одним з яких є переробка його на гранульоване паливо, яке відрізняється зручністю зберігання і транспортування, а також екологічністю. Справа в тому, що при спалюванні лушпиння соняшника вуглекислого газу виділяється не більше, ніж при природному розкладанні деревини, і утворюється мізерно малу кількість шкідливих викидів. Зола, що залишилася після спалювання, цілком підходить для добрива рослин. З'явилися навіть спеціальні котли вітчизняного виробництва, які в якості палива використовують лузгу соняшника.

Лушпиння різних гібридів і сортів соняшника складає в середньому: жиру 3%, білка 3,4%, безазотистих екстрактивних речовин 29,7%, клітковина 61,1%, зола 2,83%.

Так як соняшникове лушпиння має дуже низьку насипну щільність (170 кг/м³) та його транспортування на велику відстань є економічно недоцільним, тому надзвичайно актуальним і економічно вигідним, на сьогоднішній день, є виробництво гранул, щільність яких складає 1200 кг/м³. В середньому діаметр гранул складає 6...12 мм (табл. 2.11 – 2.13).

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики гранул із лушпиння соняшнику

Показник	Значення
Щільність, т/м ?	1,1-1,2
Теплотворність, ккал/кг	5000-5200
Зольність, %	2,7-4,5
Сірка, %	0,23-0,45
Щільність сировини, т/м ?	0,12
Вологість сировини, %	до 8
Розмір часток сировини, мм	2-8

Таблиця 2.12 – Органолептичні показники лушпиння соняшника

Показник	Значення
Зовнішній вигляд	Гранули циліндричної форми
Агрегатний стан	Тверда органічна речовина
Колір	Сірий різних відтінків
Запах	Без запаху

Соеві макуха і шрот.

Вміст протеїну в насінні сої варіює від 39,5 до 41% (від сухої речовини). Соевий шрот в основному використовується в раціонах як джерело білка, амінокислоти його прекрасно збалансовані. Залежно від виду, віку тварин і складу раціону першими лимітуючими амінокислотами соєвого шроту можуть бути лізин, треонін або метіонін; вміст триптофану і валіну може перевищувати потреба в них.

У порівнянні з іншими олійними культурами амінокислоти соєвого шроту для моногастричних тварин мають високу доступність (85...92%), виняток становить метіонін (70%). Однак теплова обробка, необхідна для інактивації інгібіторів трипсину, призводить до зменшення доступності лізину і цистину. Швидкість відщеплення

окремих амінокислот від молекули білка після такої обробки також сповільнюється, що особливо важливо враховувати в годівлі моногастричних тварин. При тепловій обробці частково руйнуються такі амінокислоти, як аргінін, триптофан, гістидин та серії. Тому при інактивації небажаних з'єднань важливо регулювати теплову обробку з метою збереження поживної цінності кормів.

Таблиця 2.13 – Фізико-хімічні показники лушпиння

Показник	Значення
Розмір гранул:	
— діаметр, мм	Від 4 до 15
— довжина, мм	> 5 > 50
Масова частка вологи та летких речовин, %, не більше ніж	12,0
Зольність, %, не більше ніж	4,0
Теплота згорання, МДж/кг, не менше ніж	15,0
Об'ємна (насипна) щільність, кг/м ³ , не менше ніж	500,0
Масова частка сирової клітковини в перерахунку на абсолютно суху речовину, %	Від 35,0 до 60,0
Масова частка загальної сірки, %, не більше ніж	0,23
Кількість пилу й осипу (механічна міцність), %, не більше ніж	5,0
Токсичність	Не дозволено
<i>Примітка 1.</i> У разі визначання розміру гранул змінення діаметра чи довжини не є бракувальним чинником. <i>Примітка 2.</i> Під час зберігання допустиме збільшення масової частки вологи та летких речовин до 15 %. <i>Примітка 3.</i> Під час зберігання допустиме зниження об'ємної (насипної) щільності до 400 кг/м ³ .	

За рахунок низького вмісту клітковини рівень перетравності (ПЕ) і обмінної енергії (ОЕ) соєвого шроту в раціонах для свиней і великої рогатої худоби значно вище, ніж при використанні інших шротів.

У соєвому шроті (табл. 2.14) міститься приблизно в 2 рази більше фосфору, ніж в інших зернових. Від 50 до 70% фосфору знаходиться у формі фітінкової кислоти, і тому цей елемент дефіцитний для тварин. Під час обробки соєвого шроту утворюється комплекс фітінкової кислоти з білками і мінеральними речовинами, в результаті чого знижується доступність кальцію, цинку, міді, марганцю, молібдену і, можливо, заліза. Ознак зниження доступності магнію в присутності фітінкової кислоти, однак, не виявлено. Здатність білкових ізолятів сирової сої викликати рахіт можна пояснити низькою доступні-

стю Са, хоча є думка, що це захворювання обумовлене дефіцитом вітаміну В. Хоча соєву муку не вважають багатим джерелом вітамінів, при широкому використанні внесок її в задоволення потреби свиней у вітамінах досить значний. Рівень вітаміну D в соєвому шроті надзвичайно низький, і його недолік в сирій сої викликає появу рахіту. Захворювання можна попередити або усунути добавкою вітаміну D₃, автоклавуванням або введенням в раціон Са і Р. Соєві боби, однак, є прекрасним джерелом холіну для зростаючих тварин. Вважають, що вітамінів групи В, особливо ніацину, рибофлавіну і пантотенової кислоти, в продуктах з сої більше, ніж у зерні злаків; соєві боби також є хорошим джерелом тіаміну. Однак під час теплової обробки втрати тіаміну складають 10...75%, хоча при впливі паром рівень тіаміну зберігається.

Таблиця 2.14 – Сенсорні та фізико-хімічні властивості соєвого шроту

Показник 1	Нормоване значення 2
Колір	Від світло-жовтого до світло-коричневого
Запах	Властивий соєвому шроту без сторонніх запахів
Масова частка вологи і летких речовин, %	8,5...10,0
Масова частка золи, нерозчинної в соляній кислоті, в перерахунку на абсолютно суху речовину, 96, не більше	1,5
Активність уреаз (зміна рН за 30 хв)	0,1...0,2
Зміст мікотоксинів, млн-1 (мг / кг), не більше:	
афлатоксина В 1	0,025
Т-2 токсину	0,1
зеараленону	1,0
Вміст токсичних елементів, млн-1 (мг / кг) не більше:	
свинцю	0,5
кадмію	0,1
ртуті	0,02
Вміст нітратів, млн-1 (мг / кг), не більше	450
Вміст нітритів, млн-1 (мг / кг), не більше	10
Сторонні домішки (камінчики, скло, земля)	Не допускаються

продовження табл. 2.14

1	2
Масова частка залишкової кількості розчинника (бензину),%, не більше	0,1
Масова частка металодомішок,%, не більше:	0,01
частинки розміром до 2 мм включно	
частинки розміром більше 2 мм і з гострими ріжучими краями	Не допускаються
Зараженість шкідниками або наявність слідів зараження	Не допускається

Соева макуха – один з продуктів основного раціону сільськогосподарських тварин і птиці. Його отримують після відтискання олії з насіння сої в процесі екструдування.

Соева макуха використовується для приготування повноцінних комбікормів і кормосумішей. Це високоякісний білковий інгредієнт, що дозволяє домагатися високих результатів відкормки. Соевий білок добре засвоюється організмом і з біологічної цінності наближається до білків тваринного походження.

Високий вміст енергії і протеїну в макусі дозволяє складати високопротеїнові і висоенергетическі раціони без застосування дорогих жирів.

Соєве борошно має харчову і кормову цінність (табл. 2.15)а макуха має такі характеристики.

Таблиця 2.15 – Сенсорні та фізико-хімічні властивості соєвого борошна

Показник	Нормоване значення
1	2
Запах	властивий соєвій макухи, без стороннього запаху
Колір	натуральний, від жовтого до світло-бурого
Масова частка сирого протеїну (у перерахунку на АСВ),%	45...45
Масова частка жиру (у перерахунку на АСВ),%	7...8
Суху речовину, г	900
Масова частка вологи і летких речовин, %	7...10

продовження табл. 2.15

1	2
Масова частка золи нерозчинної в 10% ПСП (у перерахунку на АСВ),%	4,5
Масова частка сирової клітковини (у перерахунку на АСВ),%	6...7
Перетравний протеїн (ВРХ), г	400
Перетравний протеїн (вівці), г	356,4
Обмінна енергія (ВРХ), МДж	12,9
Обмінна енергія (свині), МДж	15,5
Обмінна енергія (вівці), МДж	11,72
кормові одиниці	1,35
Крохмаль, г	20
Цукор, г	100
Метіонін + цистин, г	15,8
Біологічні екстрактивні речовини (МЕВ), г	297
сторонні домішки	відсутні
активність уреази	0,1...0,3
Масова частка металодомішок, %	немає

Ріпаковий шрот

Склад насіння ріпаку змінюється залежно від сорту, умов вирощування та методів обробки. Виведення в останні роки сортів ріпаку з низьким вмістом ерукової кислоти і глюкозинолатів (так звані сорти канола) стало великим досягненням, завдяки якому стало можливим підвищити рівень ріпаку в раціонах.

Вміст протеїну в ріпаковому шроті варіює межах 36...39%, а середня переваримість у свиней 78...80%. Протеїн ріпакової шроту перетравлюється у свиней в середньому на 78...80%. Вміст протеїну як у звичайних, так і в сортах канола відчутно не відрізняється, але нижче, ніж в соєвому шроті. Загалом, соєвий шрот в порівнянні з ріпаковим містить більше лізину, але бідніше за сумою метіоніну і цистину. Доступність амінокислот шроту каноли як в клубовому, так і в товстому відділах кишечника свиней нижче, ніж соєвого. Доступність лізину і треоніну шроту канола приблизно на 10% нижче соєвого.

Вміст сирової клітковини в ріпаковому шроті вважається високим вже при 12,4%, але цей рівень може досягати 16%. Кількість сирової клітковини зменшує обробка насіння ріпаку по французько-шведському методу, що дозволяє отримувати шрот з найвищим вмі-

стом протеїну. Однак при видаленні оболонки насіння втрачається до 30% обмінної енергії. Виявилось, що шрот із сортів з жовтою оболонкою насіння містить на 1...2% менше сирової клітковини.

І переварювана і обмінна енергія ріпакового шроту менше, ніж соєвого.

Загалом, канолювий шрот багатий мінеральними речовинами, ніж соєвий. Незважаючи на те, що 70% Р в канолювому шроті знаходиться в неорганічній формі, було показано, що фітинова кислота і клітковина зменшують доступність Р, Са, Mg, Cu і Mn. Додаток Zn в раціон, що містить солі фітинової кислоти ріпакового шроту, робить Zn недоступним для тварини. Доступність міді та марганцю також дещо знижується через високого рівня сирової клітковини в ріпаковому шроті. Однак, незважаючи на більш низьку доступність мінеральних речовин ріпакового шроту в порівнянні з соєвим, канолювий шрот є кращим джерелом доступного кальцію, заліза, марганцю, фосфору, магнію і селену, ніж соєвий, тоді як соєвий багатший міддю, цинком і калієм, ніж шрот каноли.

Шрот каноли не можна назвати хорошим джерелом вітамінів в раціонах худоби. Він містить значну кількість холіну, ніацину, рибофлавіну, фолієвої кислоти і тіаміну, але менше пантотенової кислоти, ніж соєвий.

Сафлоровий шрот.

У США виробляють два типи сафлорового шроту: один з високим, а інший з низьким вмістом клітковини. Останній найбільш широко використовується в годівлі тварин як джерело протеїну. Такий шрот містить 16...24% протеїну і 30...37% клітковини. Сафлоровий шрот близький за якістю до пальмової в тому відношенні, що містить багато сирової клітковини і неохоче поїдається моногастричних тваринами. У протеїні сафлорового шроту міститься менше амінокислот, ніж в соєвому.

Сафлоровий шрот має менше мінеральних речовин, ніж соєвий, але є хорошим джерелом кальцію, фосфору і заліза. За вмістом вітамінів сафлоровий шрот трохи перевершує соєвий, хоча містить дуже мало вітаміну В6 і бідний вітаміном Е.

2.4.2. Технології переробки вторинних ресурсів олійно-жирової промисловості

Технології виробництва дизельного біопалива з рослинних олій. Біодизельне паливо, за даними Міністерства сільськогосподарства США, дає вигравш 220 % від різниці потреб при виробництві дизельного біопалива енергії копалин палив і енергії, отриманої від його використання. майже всі існуючі дизельні двигуни можуть ефективно

працювати як на чистому біодизельному паливі, так і на його сумішах з традиційним дизельним паливом. Виробництво дизельного біопалива в світі і особливо в Європі стрімко зростає. Лідером у даній галузі є Німеччина з обсягами виробництва 2662000 т даного виду палива в 2006 році. А це набагато перевищує річну потребу АПК України в дизельному паливі.

Згідно з Програмою розвитку виробництва дизельного біопалива, яку Кабінет Міністрів затвердив постановою №1774 від 22 грудня 2006 року, в Україні до 2010 року буде вироблятися близько 623 тис. тонн дизельного біопалива на рік, що зменшить імпорт нафти на 1,9 млн тонн.

Але зараз в Україні виробництво біодизельного палива тільки зароджується. Працюють кілька невеликих ліній з виготовлення дизельного біопалива малої продуктивності. хоча в ЗМІ регулярно зустрічається інформація про будівництво біодизельних заводів. деякі сільськогосподарські підприємства розвивають кустарне для власних потреб виробництво дизельного біопалива.

На ринку України представлено різноманітне обладнання для отримання дизельного біопалива як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Це новий вид технічних засобів механізації сільського господарства. Досить часто покупцям пропонується обладнання недостатнього технічного рівня, на якому отримують біодизельне паливо низької якості. А це призводить до передчасного виходу з ладу дизельних двигунів і викликає негативне ставлення суспільства до нового виду палива.

Також одним з найважливіших умов отримання дизельного біопалива є суворе дотримання технології і регламенту виробництва.

Повний технологічний процес переробки олійного насіння в біодизель можна розбити на три етапи:

- 1) прийом олійної сировини, зберігання та операції з підготовки насіння до вилучення масла;
- 2) витяг масла, його очищення, нейтралізація, виморожування, інші підготовчі до етерифікації операції, зберігання та подача до участку виробництва метилових ефірів жирних кислот;
- 3) виробництво дизельного біопалива з олії на лінії етерифікації, додавання присадок, його зберігання, змішування і відправка.

Перший і другий етап є традиційними для ліній виробництва рослинної олії – як харчового, так і технічного цільового призначення.

Підігрівання олійного насіння вище температури 60 °С негативно впливає на якість сировини для виробництва дизельного біопалива. При «холодному» методі відтискання температура масла не перевищує 50...60 °С. Даний метод, на відміну від екстракції, – повністю

нейтральний для навколишнього середовища, а макуха після холодного пресування є цінним кормом для всіх видів тварин (за відповідних пропорцій в кормових сумішах). Видобуток масла шнековими пресами «холодним» методом можливо і доцільно впроваджувати як на малих фермерських, так і на великих сільсько-господарських підприємствах.

З хімічної точки зору рослинна олія складається з суміші тригліцеридів вищих жирних кислот (94...96 %), супутніх жиророзчинних речовин, вільних жирних кислот, води і нерозчинних у жирах домішок. З цих речовин лише тригліцериди жирних кислот і вільні жирні кислоти в процесі виробництва біодізеля можна перетворити на метилові ефіри жирних кислот. Інші погіршують якість кінцевого продукту, а в гіршому випадку ще й негативно впливають на процес отримання та вихід дизельного біопалива. Тому рослинну олію треба піддати операції очищення тригліцеридів, при наявності восків необхідно виморожування.

Вимоги до якості ріпакової олії, яке треба використовувати в процесі виробництва метилових ефірів жирних кислот для дизельних двигунів, наведені в табл. 2.16.

На третьому етапі виробництва дизельного біопалива, залежно від принципу організації процесу виробництва, виділяють дві технології отримання біопалива:

- періодичну, при якій процес отримання дизельного біопалива проходить в різний час послідовно в кілька окремих стадій, має широку гаму відносно простого і дешевого обладнання для різних масштабів виробництва;

- безперервну, коли всі окремі стадії виробництва дизельного біопалива відбуваються одночасно і паралельно (в потоці). Перевага даної технології в менших розмірах устаткування, але вона складніша. Контролювати якість дизельного біопалива важче, ніж при періодичному процесі.

Метилові ефіри жирних кислот для дизельних двигунів отримують з тригліцеридів олій реакцією алкоголізу (її ще називають трансестерифікацією), а з вільних жирних кислот – етерифікацією. Якщо кислотне число рослинної олії менше 2, технологічний процес виробництва дизельного біопалива спрощується, необхідна тільки реакція трансестерифікації. В іншому випадку, щоб не ускладнювати виробничий процес додатковою операцією, масло нейтралізують. Тому алкоголіз є ключовою операцією виробництва дизельного біопалива.

Таблиця 2.16 – Вимоги до якості ріпакової олії і метилового ефіру

Показник	Ріпакова олія	Метиловий ефір
Густина, 15 ° С, кг / м ³	900-930	860-900
Цетанове число		> 51
Вміст сірки, мг / г	< 20	< 10
Температура спалаху, ° С	220	101
Коксованість 10% залишку, %	< 0,4	< 0,3
Енергетична цінність, МДж/кг	35	35
Вміст попелу (SO ₄), %	< 0,01	< 0,02
Вміст води, мг/кг	750	500
Механічні домішки, мг/кг	25	24
В'язкість, 40 ° С, мм ² /с	< 38	3,5-5,0
Кислотне число, мг КОН/г	< 2	< 0,5
Йодне число, г/100 г	100-120	< 120
Вміст ефірів, %		> 96,6
Вміст метилового ефіру ліноленової кислот, %		< 12
Вміст метанолу, %		< 0,2
Вміст моноглицеридов, %		< 0,8
Вміст вільного гліцерину, %		< 0,25
Вміст фосфору, мг/кг	< 15	< 10
Гранична температура фільтрування, ° С		- 10

Алкоголіз – це хімічна реакція взаємодії тригліцеридів з низькомолекулярними спиртами з утворенням ефірів відповідних кислот і гліцерину. Цей процес широко використовується для промислового та лабораторного отримання складних ефірів жирних кислот. Якщо в цьому процесі використовується метанол, то реакція називається метаноліз. наявність каталізатора і нагрівання реактора прискорюють процес і підвищують повноту перетворення тригліцеридів у метілові ефіри жирних кислот. На рис. 2.10 наведено класифікацію технологій виробництва дизельного біопалива залежно від способу каталізу реакції трансестерифікації рослинних олій.

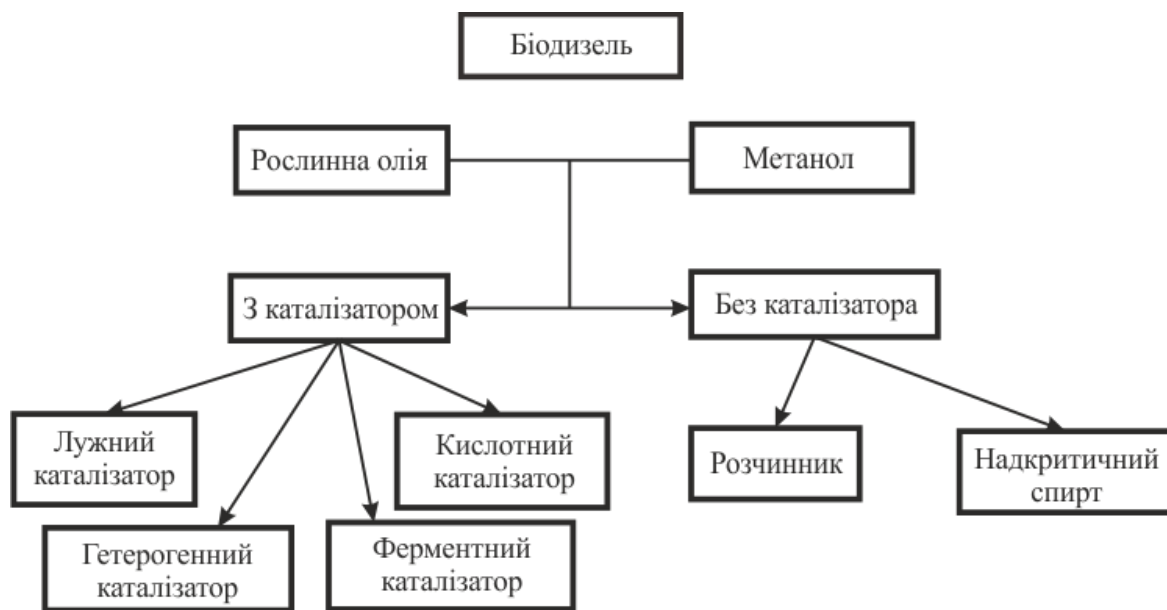


Рис. 2.10 – Класифікація технологій виробництва дизельного біопалива з рослинних олій

Серед названих технологій на сьогоднішній день в промисловості використовуються лише три технології виробництва дизельного біопалива: з використанням лужного, кислотного і гетерогенного каталізатора. Перший і другий варіанти можна використовувати на біодизельних лініях будь-якої продуктивності. Третій варіант більш складний, розроблений на основі технологічних процесів нафтохімії, а тому його доцільно впроваджувати на заводах промислового типу.

Періодичний процес метанолізу з лужним каталізатором (рис. 2.11) в реакторах з перемішувальними і нагрівальними пристроями – найпростіший і найпоширеніший варіант виробництва дизельного біопалива. Він дає високий вихід метилових ефірів жирних кислот (до 95%), а якщо проводити трансестерифікації в два етапи, то можна досягти виходу 98% при відносно невеликих витратах часу. Після проведення очищення якість дизельного біопалива, отриманого за даною технологією, відповідає вимогам європейського стандарту EN14214:2003 та ДСТУ 6081: 2009.

Після реакції трансестерифікації проводять операцію поділу гліцеринової і ефірної фаз. Найпростіший спосіб – гравітаційне розділення, яке засноване на осадженні неочищеного гліцерину під дією сили тяжіння. Однак воно вимагає великих витрат часу – від 2 до 12 годин. Альтернативним даному способу є поділ гліцеринової і ефірної фаз під дією відцентрової сили в центрифугі. При цьому витрати

часу істотно зменшується, але збільшуються енерговитрати. Даний метод в основному використовується при безперервній технології виробництва дизельного біопалива.

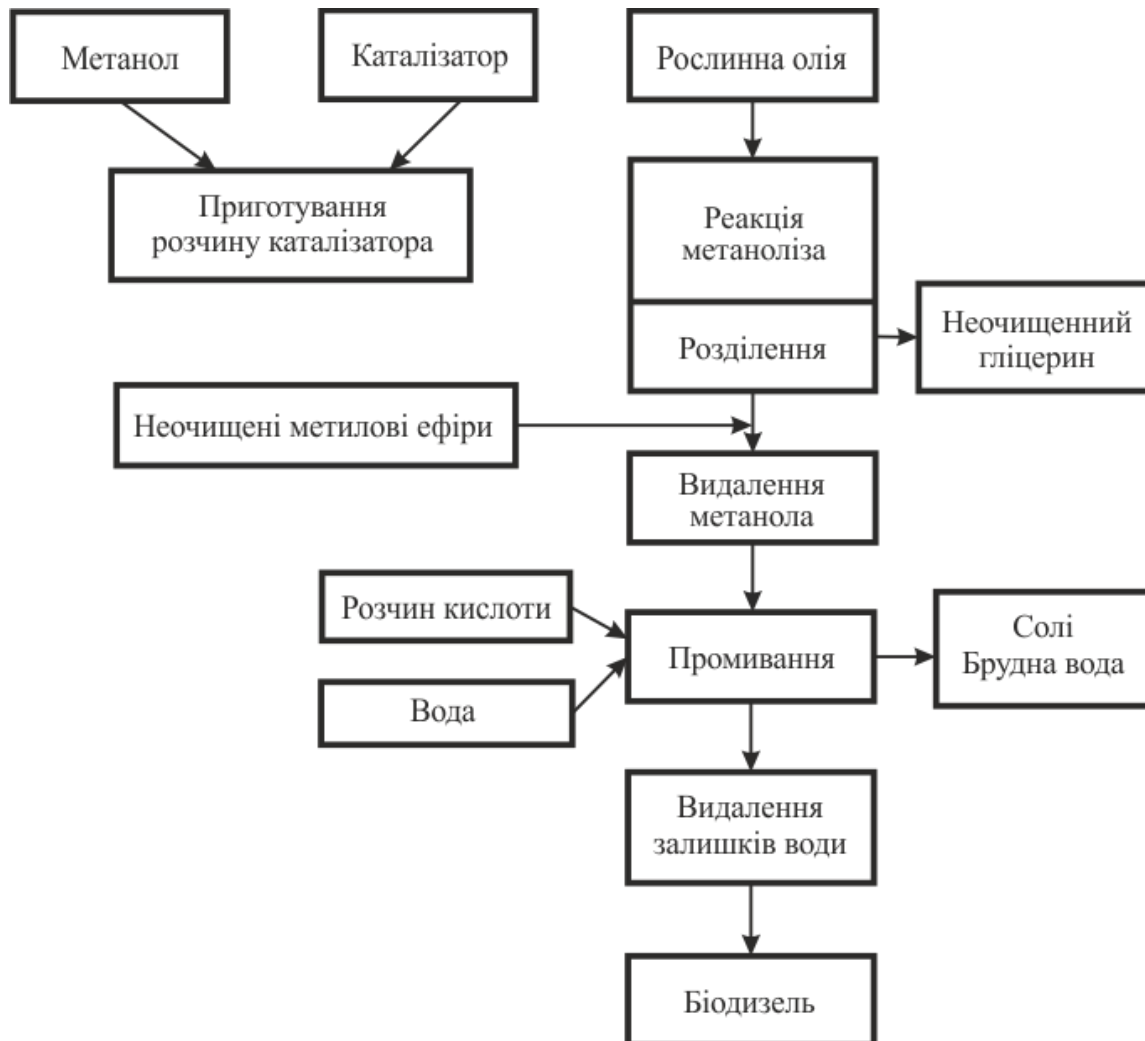


Рис. 2.11 – Структурна схема технологічного процесу виробництва дизельного біопалива

З метою отримання високого виходу метилових ефірів жирних кислот і прискорення виробничого процесу в реакції трансестерифікації використовують надлишок метанолу. Залишок метанолу розподіляється між фазами ефірів і гліцерину. Тому операція видалення метанолу є обов'язковою. Один з можливих варіантів її реалізації – використання випарних апаратів.

Після трансестерифікації в ефірній фазі залишаються такі небажані компоненти дизельного біопалива: мила, гліцериди, вільний гліцерин та інші проміжні продукти реакції. Для їх видалення викори-

стовують операцію промивання фази метилових ефірів жирних кислот слабким водним розчином кислоти.

Кислота нейтралізує залишки лужного каталізатора. Для видалення залишків солей і мила проводять додаткову операцію промивання водою.

Після кожної операції промивання необхідно провести поділ ефірів і води. Однак, внаслідок розчинності води в метилових ефірах жирних кислот її кількість в ефірній фазі не відповідає вимогам стандартів на паливо. Виникає необхідність у проведенні операції видалення води. Для цього можна використовувати вакуумне висушування. Також іноді застосовують методи з силікагелем, але при цьому виникає необхідність в його регенерації.

Небажані компоненти з палива можна видаляти також іншими способами, зокрема, з використанням сорбентів (наприклад, магнезолу), але обов'язково потрібно врахувати які показники метилових ефірів не відповідають вимогам чинних стандартів і характеристики сорбенту. Операція видалення води при цьому також необхідна.

Нафтове дизельне паливо використовується з широким спектром присадок, які покращують його антиокислювальні, антикорозійні, миючі та інші властивості. Присадок до дизельного біопалива поки значно менше, але вони істотно розширюють можливості застосування біопалива.

На рис. 2.12 наведена схема виробництва метилових ефірів жирних кислот за періодичною технологією із застосуванням лужного каталізатора. У такій лінії реактори є основним обладнанням. Для різних технологічних операцій вони відрізняються лише робочими органами і наявністю або відсутністю системи обігрівання. Таке обладнання випускають вітчизняні машинобудівні заводи.

При виборі обладнання для періодичної і для безперервної технологій, перш за все, необхідно звернути увагу на технологічні особливості виробництва. Метилові ефіри жирних кислот повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ 6081: 2009. Також варто добре проаналізувати питання утилізації відходів виробництва і безпеки роботи з метанолом.

Таким чином, досягнутий рівень розвитку науки і техніки дає можливість переробляти всі без винятку побічні продукти і відходи виробництва переробних галузей агропромислового комплексу. Нині не існує технічних обмежень для повного і раціонального їх використання. Потрібний швидший перехід галузі на безвідходні види виробництв, що підвищить економічні показники галузі, вирішить проблему раціонального природокористування при переробці сільськогос-

подарської сировини, сприятиме охороні навколишнього середовища.

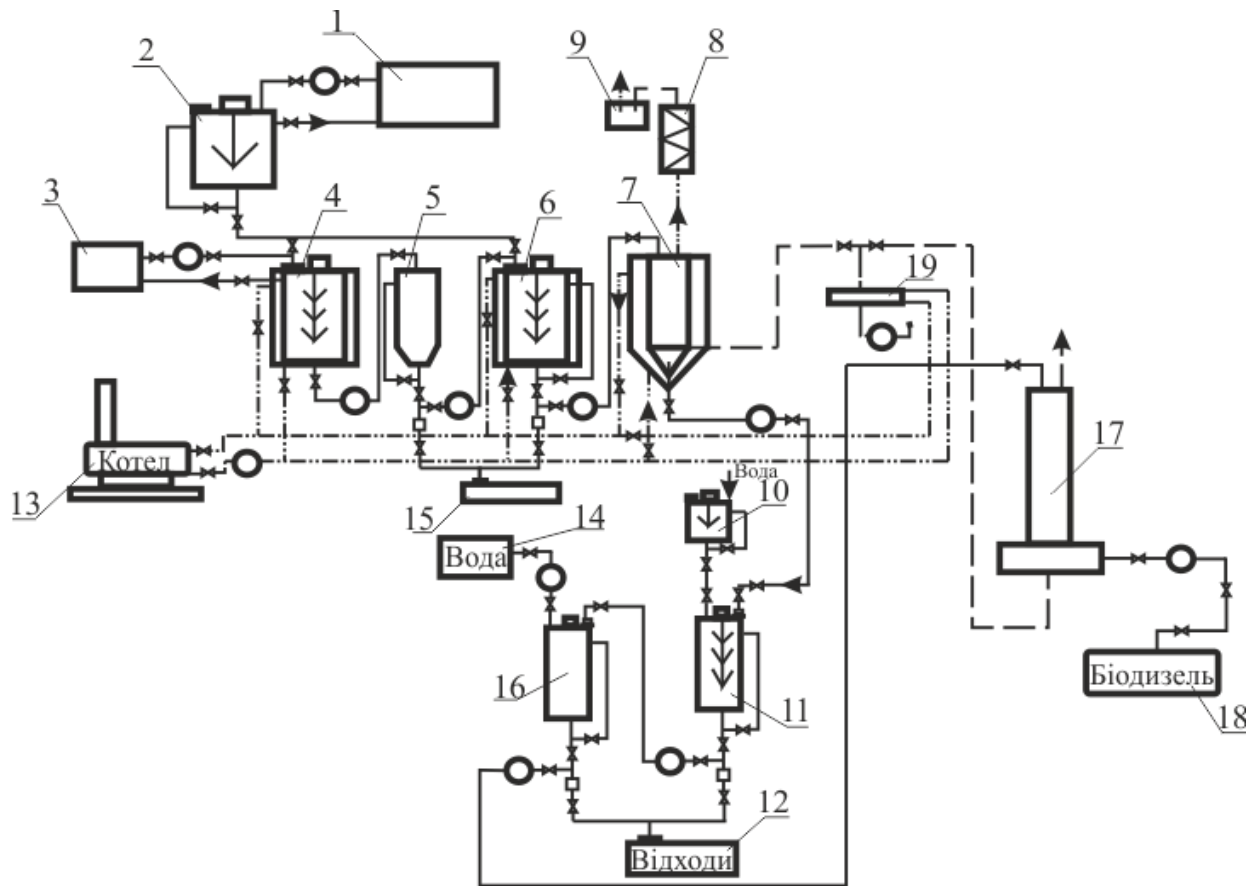


Рис. 2.12 – Технологічна схема лінії виробництва метилових ефірів жирних кислот: Н1-Н10 – насоси; К1 – компресор; Б1-Б6 – ємність; РК1-РК2 – реактори-змішувачі; Р1-Р2 – реактори; Р0 – реактор-відстійник; РС – реактор відбору метанолу; С1 - сушарка; РП1-РП2 – реактори промивання; КВ1 – котел водогрійний; Т1 – теплообмінник; ХЛ – холодильник; ВУЛ – уловлювач

Тільки комплексна переробка і використання всіх вихідних продуктів після віджиму олії – макухи, робить виробництво біодизельного пального досить ефективним для переробних заводів, продуктивність яких складає 1 – 5 тис. тонн в рік.

Зазначена технологія переробки олії в дизельне пальне дозволяє в 2-3 рази скоротити процес етерифікації, підняти продуктивність лінії, отримати біодизель високої якості, та значно знизити собівартість переробки олії в дизельне пальне.

Комплексна переробка насіння олійних культур у дизельне біопаливо найбільш доцільна (рис. 2.13).

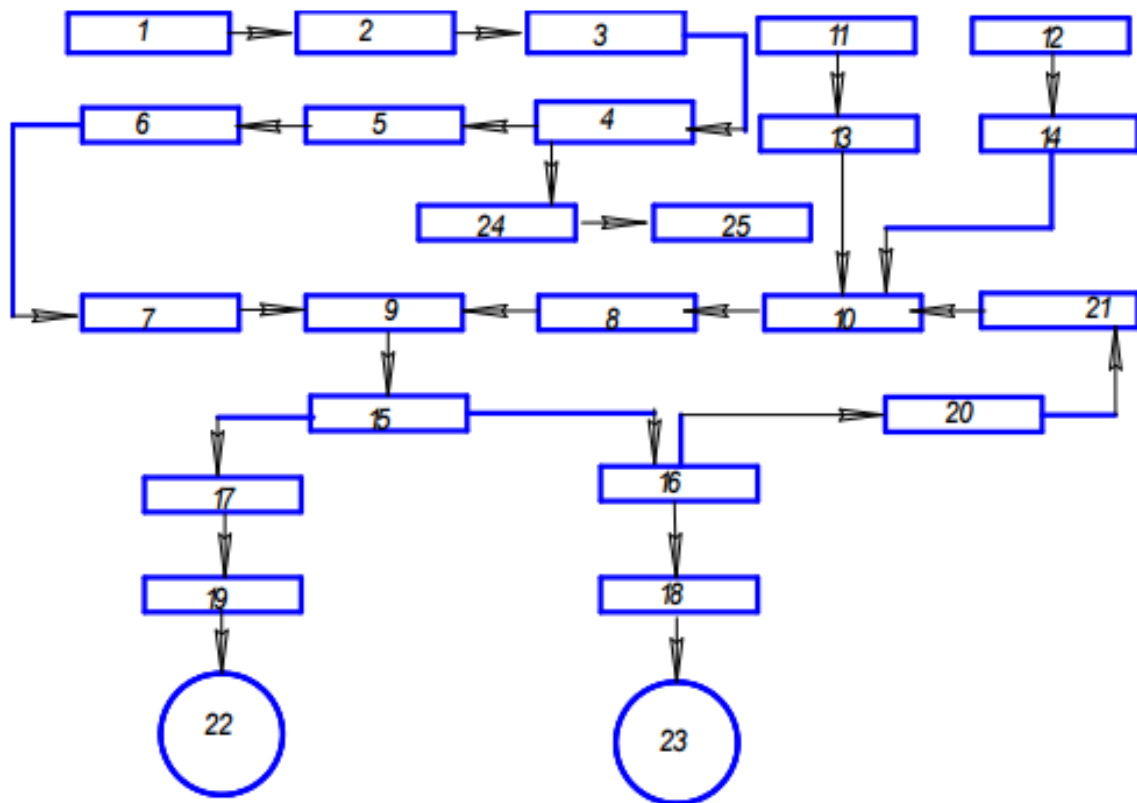


Рис. 2.13 - Технологічна схема переробки насіння ріпаку в дизельне пальне: 1 – доставка насіння ріпаку; 2 – висушування насіння; 3 – складування; 4 – пресування насіння; 5 – накопичення олії у збірник ємкості; 6 – механічне фільтрування – очищення олії; 7 – нагрівання та абсорбаційно – хімічна обробка і видалення малих компонентів; 8 – змішування – підготовка каталізатора; 9 – етерифікація; 10 – дозування та облік витрат метанолу та гідроокису калію чи натрію; 11 – складування метанолу на тривалий час; 12 – складування гідроокису калію, натрію на тривалий час; 13 – складування метанолу на одні сутки; 14 – складування гідроокису калію чи натрію на одні сутки; 15 – відстоювання продуктів етерифікації; 16 – відбір дизельного пального; 17 – відбір гліцерину; 18 і 19 – механічне фільтрування, відповідно, дизельного пального та гліцерину; 20 – видалення залишків метанолу із середовища дизельного пального; 21 – конденсації пари метанолу та повернення в дозуючий агрегат; 22 і 23 – збірні резервуари для зберігання гліцерину та дизельного пального, відповідно; 24 – переробка макухи після пресування насіння ріпаку у комбікорми; 25 – складування комбікормової продукції

2.5. Зернопереробна та спиртова галузі

2.5.1. Відходи зернопереробної галузі

У зернопереробній промисловості вторинні сировинні ресурси і відходи утворюються в процесі очищення зерна від домішок (кормової зернопродукт, зернові відходи, що діляться на категорії залежно від вмісту в них доброякісного зерна), переробки його в кінцевий продукт – борошно, крупу (висівки, лузга, мучка, зародок).

Вторинні сировинні ресурси зернопереробної галузі:

- за агрегатним станом є твердими;
- за матеріаломісткістю – відносяться до багатотонажних ресурсів, (виняток становлять обсяги утворення кормової січки та зародків, які знаходяться на рівні умовного критерію 100 тис. т на рік);
- за ступенем використання – повністю використовуються (неповністю утилізується лузга плівчастих круп'яних культур);
- за ступенем впливу на навколишнє середовище – нешкідливі.

На рис. 2.14 представлена принципова схема утворення та використання основної продукції та вторинних сировинних ресурсів (ВСР) зернового виробництва.

Норми утворення вторинних сировинних ресурсів в зернопереробній промисловості залежать від анатомічного і морфологічного складу зернівки з урахуванням технічних можливостей вивільнення основного продукту (борошнистих частинок ендосперму, круп'яного ядра) і неминучих втрат з побічними продуктами та відходами, що представляють собою вторинні сировинні ресурси.

У табл. 2.17 – 2.18 представлені нормативи утворення ВСР в зернопереробній промисловості на прикладі різних видів помелу пшениці та жита на борошно хлібопекарське і макаронне, а також при виробленні крупи.

ВСР борошномельного виробництва - кормовий зернопродукт, висівки пшеничні, мучка кормова пшенична, пшеничний зародок, висівки житні - традиційно використовуються в кормовому виробництві. На кормові цілі також використовується до 60% лузги, 15% лузги йде на виробництво біопалива.

15% відходів борошномельного виробництва використовується на харчові цілі: в хлібопеченні, при створенні дієтичних продуктів функціонального призначення. Їх використовують у вигляді готових сумішей з пшеничного сортового борошном, отримуючи новий вид борошна і нові сорти хліба.

Зернові відходи також знаходять застосування для виробництва крохмалю, клейковини, лізину, молочної кислоти. Вторинні сировинні

ресурси круп'яної промисловості - це продукти високої харчової цінності за вмістом білків, клітковини.

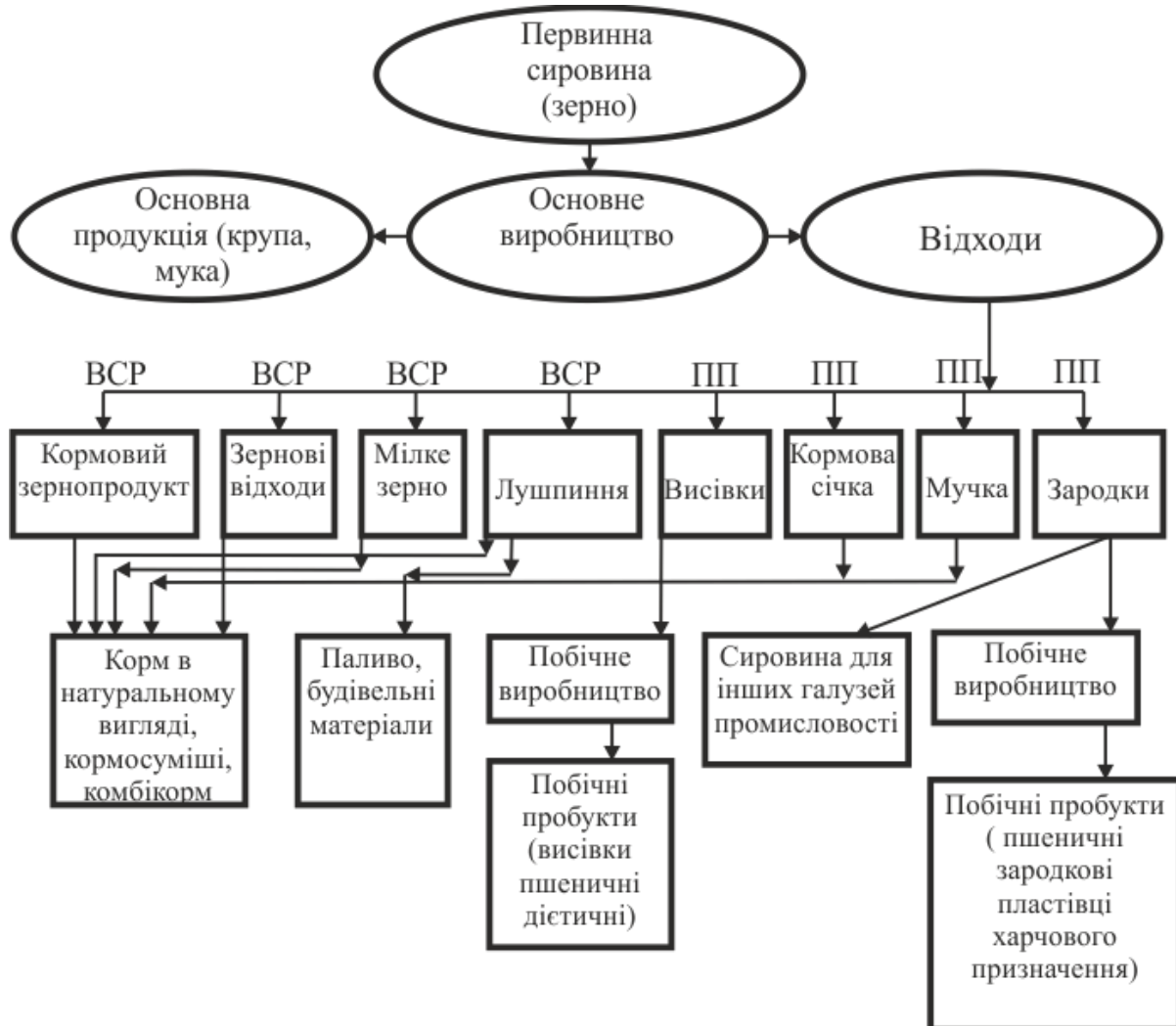


Рис. 2.14 – Поток утворення і перероблення вторинних сировинних ресурсів і відходів зернопереробної промисловості (ПП – побічна продукція, ВСП – вторинні сировинні ресурси)

Білковий комплекс ВСП та відходів круп'яного виробництва з точки зору незамінних амінокислот більш повноцінний, ніж білок цілого зерна. Містить вітаміни Е, РР, групи В, поліненасичені жирні кислоти. Мінеральний склад багатий залізом, марганцем, калієм, фосфором. Завдяки високій поживності основний напрямок використання відходів круп'яного виробництва - кормове (до 60...70%). У харчовій промисловості ВСП круп'яної промисловості використовують для збагачення хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. Збагачення пшеничного борошна першого сорту додаванням 6% ячмінної

мучки збільшує вміст вітамінів групи В у хлібі на 7...10%. Розроблено рецептуру цукрового печива з використанням ячмінної мучки в якості компонента.

Таблиця 2.17 – Нормативи утворення ВСР під час вироблення пшеничного і житнього борошна, %

Найменування помелу	Основна продукція (мука)	ВСР і відходи			
		мучка кормова	висівки	кормові зернопродукти	відходи з механічними втратами
Трьох-, двох- і односортний хлібопекарський з м'якої пшениці з розвиненою схемою	73-75	3-5	19,1	2,2	0,7
Двосторонній хлібопекарський з м'якої пшениці	78	-	19,1	2,2	0,7
Односторонній хлібопекарський з м'якої пшениці	72-85	6	12,1-19,1	2,2	0,7
Оббійний хлібопекарський з м'якої пшениці	96	-	1,0	2,0	0,7
Трьох- і двосторонній макаронні помели з твердої пшениці і склоподібної м'якої	75	3	19,1	2,2	0,7
Двосторонній хлібопекарський помел жита	80	-	16,6	2,4	0,7
Односторонній хлібопекарський помел жита	63-87	-	16,6 – 33,6	2,4	0,7
Оббійний житній	95	-	2,0	2,0	0,7

Таблиця 2.18 – Нормативи утворення ВСР під час вироблення крупи, %

Культура	Основна продукція		ВСР і відходи							
	крупа ціла	крупа дроблена	дроблена ко-рмова	мучка, січка	лушпиння	мілке зерно	відходи		зародки	усушка
							I, II кат.	III кат.		
Рис	55,0	10,0	-	12,2	18,4	-	3,0	0,7	-	0,7
Гречка	62,0	5,0	-	3,5	20,8	-	6,5	0,7	-	1,5
Просо	65,0	-	4,0	7,5	15,5	-	7,0	0,5	-	0,5
Овес	45,5	-	-	15,5	27,0	5,0	2,8	0,7	-	3,5
Ячмінь	65,0	-	-	18,0	7,0	5,0	3,0	0,7	-	1,3
Пшениця	63,0	-	-	30,0	-	-	5,3	0,7	-	1,0
Горох	47,0	30,0	-	6,5	6,0	5,0	1,0	0,5	-	4,0
Кукурудза	40,0	15,0	-	34,0	-	-	3,0	0,5	7,0	0,5

Досліджено можливість використання ВСР круп'яного виробництва в мікробіологічній промисловості при виробництві β-каротину. Перспективними способами комплексної переробки мучки є екстракція рисового масла і стабілізація мучки від прогоркання з одночасним отриманням лікувальних препаратів, таких як фітин, застосований проти рахіту, і інозит - при захворюваннях печінки, атеросклерозі.

Перспективні напрямки використання круп'яної лузги в мікробіологічній та фармацевтичній промисловості, гідролізічним виробництві, при виготовленні будівельних виробів і паливних брикетів.

Рисова і гречана лузга, складова 10...12% від усіх відходів круп'яного виробництва, є маловикористовуваною сировиною (для виробництва твердого палива, будівельних матеріалів).

2.5.2. Відходи спиртової галузі

У процесі отримання етилового спирту для харчової промисловості утворюються такі відходи: барда (зернокартопляна, мелясна), вуглекислий газ, відпрацьовані дріжджі - сахароміцети. До побічних

продуктів виробництва відносяться фракція головного етилового спирту і сивушне масло.

Під час комплексної переробки сировини на основі післяспиртової барди отримують кормові дріжджі трьох видів: сухі кормові (з грубого фільтрату барди, рідкі кормові та сухі кормові з використанням всієї «цільної» барди. При виробництві кормових дріжджів з грубого фільтрату зернокартопляної барди утворюється відхід - післядріжджова барда (вторинна). Аналогічно при виробництві кормових дріжджів із мелясної барди утворюється післядріжджова мелясна барда.

Всі відходи і побічні продукти галузі відносяться до вторинних сировинних ресурсів.

За агрегатним станом більшість ВСР і побічних продуктів спиртового виробництва - рідкі; до твердих відносяться дріжджі-сахароміцети; до газоподібним - вуглекислота бродіння.

За ступенем впливу на навколишнє середовище нешкідливими вважаються барда післяспиртова і післядріжджова зернокартопляна, вуглекислота бродіння, дріжджі-сахароміцети; до шкідливих відносяться барда післяспиртова і післядріжджова мелясна, фракція головного етилового спирту, сивушні масла.

За ступенем використання ВСР діляться на повністю використувані і використувані частково. До перших відносяться барда післяспиртова зернокартопляна, дріжджі-сахароміцети, фракція головного етилового спирту, сивушні масла. Частково використуються барда післяспиртова мелясна, післядріжджова (зернокартопляна і мелясна), вуглекислота бродіння.

На рис. 2.15 і 2.16 представлені схеми виробництва спирту з зернокартопляної сировини та з меляси з виходом всіх відходів виробничого циклу.

Вихід спиртової барди залежить від міцності бражки, ступеня її розбавлення при замиванні бродильних чанів, міцності відігнаного спирту та кількості конденсату гріючої пари, що витрачається на перегонку. Середній вихід зернової барди становить 141,5...143 т на 1000 дал спирту, картопляної барди – 158...159 т на 1000 дал спирту.

При отриманні сухих кормових дріжджів (СКД) з грубого фільтрату барди утворюється вторинна барда в кількості 70...80% від натуральної. Вихід СКД на 1000 дал спирту при переробці зернової барди становить 3500 кг, при переробці картопляної барди - 1700 кг. Вихід рідких кормових дріжджів (РК) становить 140...150 т на 1000 дал спирту. Теоретичний вихід вуглекислого газу становить 95,5% від маси спирту, або 7530 кг на 1000 дал виробленого спирту. Вихід

головної фракції етилового спирту становить 2...6% від умовного спирту-сирцю. Вихід сивушного масла залежить від виду і якості сировини, раси застосовуваних дріжджів, умов зброджування і чистоти спирту і становить 0,3...0,4% від умовного спирту-сирцю, або 20...27 кг сивушного масла на 1000 дал умовного спирту.

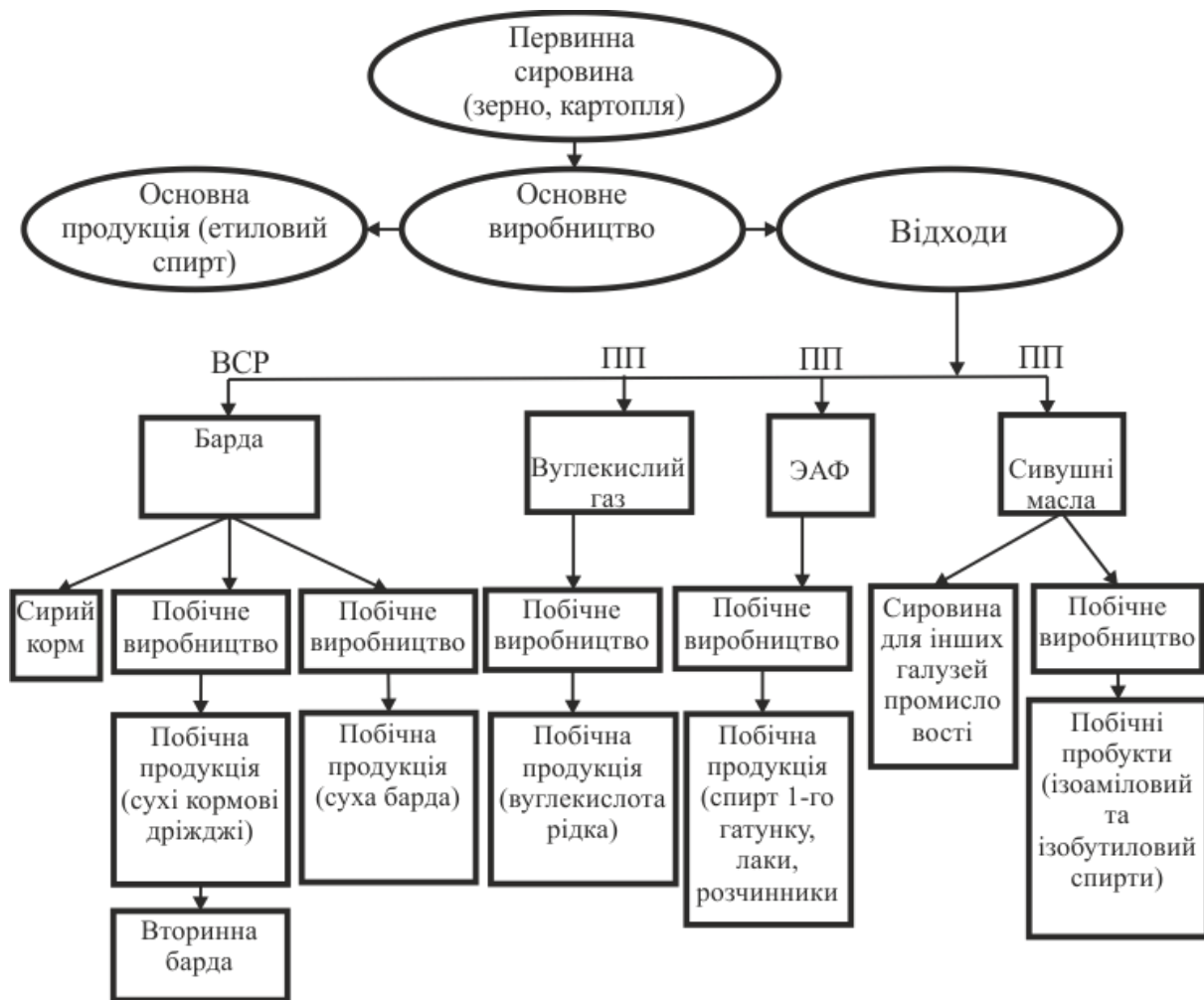


Рис. 2.15 – Потоки утворення і перероблення вторинних сировинних ресурсів під час виробництва спирту із зернокартопляної барди

Мелясну барду використовують як сировину для вирощування на ній кормових дріжджів. Вона може бути використана для отримання кормового вітаміну В₁₂, гліцерину, бетаїну. Також з мелясної барди шляхом виділення дріжджів з зрілої бражки виробляють хлібопекарські дріжджі. Технологія виробництва хлібопекарських дріжджів полягає в послідовності процесів: виділення дріжджів із зрілої

мелясної бражки, промивання водою і отримання дріжджового концентрату, пресування, формування, пакування, зберігання.

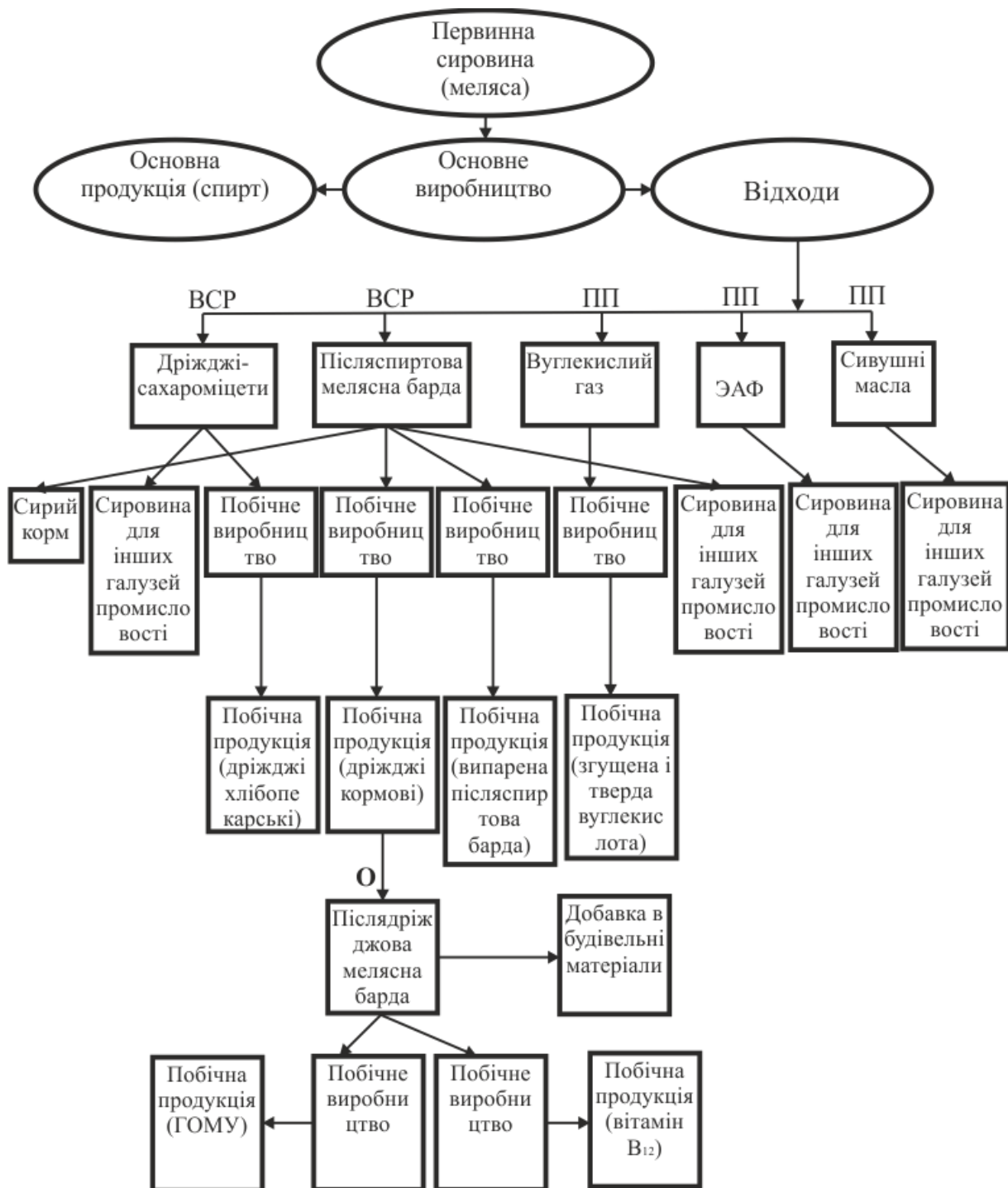


Рис. 2.16 – Потіки утворення і перероблення вторинних сировинних ресурсів під час виробництва спирту із м'яса

Основний напрямок використання відходів спиртового виробництва – кормове. Хімічний склад спиртової барди дозволяє розглядати її як джерело цінних поживних речовин в сучасному кормовому виробництві і як джерело біопалива.

Сивушне масло використовується як сировина для отримання чистих вищих спиртів, які знаходять застосування в хімічній, медичній та інших галузях промисловості. На їх основі виробляють медичні препарати, запашні речовини, розчинники в лакофарбовій промисловості, а також екстрагенти, флотаранти, поверхнево-активні речовини.

Головна фракція використовується для отримання харчового етилового спирту, а також для виробництва технічного та денатурованого спиртів.

Вуглекислий газ бродіння і післядріжджова барда є мало використовуваними видами відходів спиртового виробництва. тим не менше рідку вуглекислоту використовують у харчовій промисловості для зберігання овочів, м'яса, приготування газованих напоїв та ін. Рідка вуглекислота використовується у виробництві сталевого і чавунного литва, при електрозварюванні, механічній обробці металів, видобутку нафти тощо.

Загалом, в Україні є достатній енергетичний потенціал практично всіх видів біомаси і достатня науково-технічна та промислова база для розвитку виробництва біопалив, зокрема високорозвинена спиртова галузь. Сумарна виробнича потужність вітчизняних спиртових заводів складає близько 640 млн. л/рік. На забезпечення потреб власного ринку та експортних поставок необхідно від 250 до 260 млн. л харчового спирту. Решта потужностей лишається незадіяною, яка можна було б переорієнтувати на виробництво палива.

На прикладі Вінницької області в табл. 2.19 представлено результати розрахунку економічної ефективності виробництва біопалива (біогазу) з відходів спиртової галузі (спиртової барди).

З урахуванням всіх витрат на виробництво собівартість 1 м³ біогазу становитиме біля 0,85 грн., що порівняно з середньою ціною для промисловості в 4 грн./м³ є надзвичайно вигідним. А з урахуванням того що залишки після даного процесу можна використовувати для годівлі тварин це є одним з найперспективніших шляхів розвитку галузі.

Так на одному заводі, потужністю 3000 дал етанолу за добу, можна одержати впродовж року 1,8 млн. м³ біогазу і 6000 т білкового корму. Використання біогазу у котельній заводу заощаджує 1500 т умовного палива за рік.

Таблиця 2.19 – Економічна ефективність виробництво біогазу на спиртових заводах Вінницької області

Добова потужність спиртової галузі з виробництва барди (тис. дал)	Обсяг виробництва барди, тис. дал	Кількість установок	Загальна вартість установок млн. дол.	Виробництво біогазу млн. м ³ /рік
880,4	119967	15	2,1	54,0
Собівартість 1 тис. дал барди, грн.	Загальна вартість барди, млн. грн.	Витрати на виробництво, млн. грн./рік	Собівартість виробництва біогазу, млн. грн./рік	Собівартість 1 м ³ газу, грн.
150	18 млн. грн.	45 млн. грн.	63 млн. грн.	0,85

2.5.2.1 Технології переробки післяспиртової барди

З ростом обсягів виробництва етилового спирту, в тому числі через розширення його застосування в якості біопалива, проблема переробки післяспиртової барди набуває великої екологічної значимості. У нашій країні це підтверджується законом № 102 ФЗ, який передбачає обов'язкове використання ліній з переробки барди виробниками спирту з 1 січня 2009 р. (перенесено на 1 січня 2010 року в зв'язку з фінансовою кризою).

Основною проблемою в утилізації післяспиртової барди є переробка розчинних речовин. Фактично, на спиртовому заводі потужністю 3000 дал утворюється до 350 м³/добу барди, в розчинній частині якої можуть міститися речовини з хімічною потребою в кисні (ХПК) більш 50000 мг О₂/л. В даний час існує декілька широко поширених напрямків по переробці післяспиртової барди. Вони базуються на принципах, показаних на рис. 2.17.

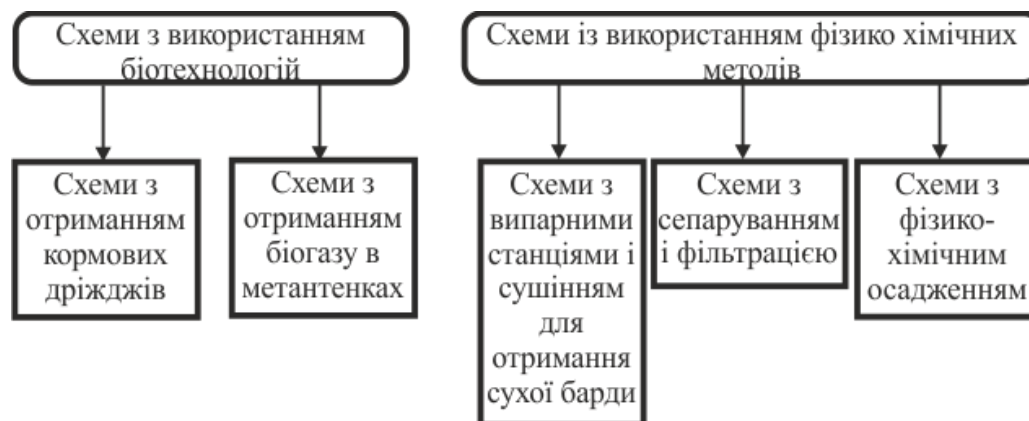


Рис.2.17 – Схеми утилізації післяспиртової барди

При виборі схеми для впровадження у виробництво необхідно знати переваги та недоліки кожної з них. В даний час у більшості випадків використовується комбінування тих чи інших схем.

Особливістю схеми з отриманням кормових дріжджів є забезпечення утилізації більшості розчинених органічних сполук барди і переведення їх в засвоюваний кормовий білок у вигляді кормових дріжджів.

Кормові дріжджі - це концентрована білкова добавка до кормів, використовуваного на багатьох сільгосп підприємствах і комбикормових заводах. Вміст білка в кормових дріжджах може перевищувати 45...46%. Комбінація мікробного дріжджового білка з рослинним робить дріжджовий кормовий концентрат (ДКК) не просто кормовою добавкою з високим вмістом білка, а справжньою основою кормів для свинарства та птахівництва без дієтологічних обмежень, пов'язаних з амінокислотним складом і засвоєнням протеїнів з зернового джерела.

Технологічна схема переробки барди з отриманням кормових дріжджів представлена на рис. 2.18.

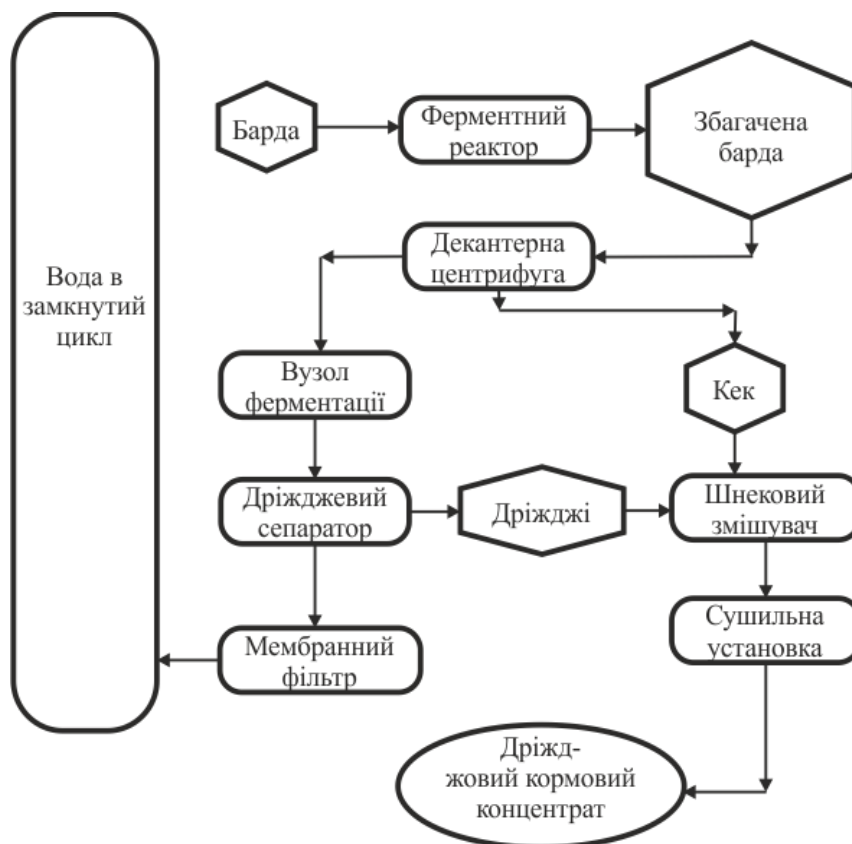


Рис.2.18 – Схема отримання кормових дріжджів

Підготовка барди. Гаряча барда надходить на теплообмінник і далі в апарати ферментативного гідролізу, де відбувається біохімічне збагачення барди за рахунок переведення в розчинний стан частини зважених речовин, для подальшої їх утилізації дріжджами. При цьому, в результаті ферментного гідролізу клітковини утворюються засвоювані дріжджами органічні з'єднання. Асиміляція цих поживних речовин робить можливим переробляти небілкову частину зважених речовин барди в кормові дріжджі, тим самим підвищивши загальний вміст білка в готовій продукції і, відповідно, її поживну цінність.

Приймання та центрифугування підготовленої барди. Підготовлена барда надходить в напірну ємність і далі насосом на батарею з двох декантерних центрифуг. На центрифугах з суспензії барди виділяються дві фракції: фракція вологих зважених речовин (кек) і рідка фракція (фугат). Вологий кек самовивантаженням подається безпосередньо або за допомогою гвинтового конвеєра в шнековий змішувач. Фугат надходить самопливом у збірник фугата (ферментний реактор).

Підготовка субстрату для ферментації. Субстрат для ферментації (процесу вирощування кормових дріжджів) являє собою фугат, збагачений поживними солями. Розчин поживних солей готується в загальному збірнику, в який надходять розчини з окремих витратних ємностей. Поживний розчин солей із загального збірника самопливом подається в збірник фугату. Потім отримана суміш насосом подається на першу щабель ферментації.

Ферментація.

Підготовка чистої культури дріжджів. На першій стадії чиста культура з пробірки вирощується стандартним способом з використанням дріжджанок. Отриману дріжджову суспензію подають у ферментатор, де її доводять до необхідного об'єму.

Перша ступінь ферментації. Суміш фугату і поживних солей з змішувального збірника подається в ферментатор, через який проводиться барботаж повітря від повітродувки. Температура ферментації підтримується за допомогою рециркуляції дріжджової суспензії насосом через зовнішній теплообмінник. Заданий рівень кислотності підтримується шляхом добавки сірчаної кислоти. Спінена дріжджова суспензія з ферментатора самопливом надходить у флотатор, де відбувається відділення згущеної біомаси дріжджів від дріжджової бражки. Дріжджова бражка з флотатора насосом подається на ферментатор 2 ступені.

Друга ступінь ферментації. Відфільтрована дріжджова бражка з флотатора подається на другий ступінь ферментації. У другому ферментаторі бражку барботують повітрям. Температура фермен-

тації підтримується за допомогою рециркуляції дріжджовий суспензії насосом через зовнішній теплообмінник. Заданий рівень кислотності підтримується шляхом добавки сірчаної кислоти. Спінена дріжджова суспензія з ферментатора самопливом надходить у флотатор, де відбувається відділення згущеної біомаси дріжджів від дріжджовий бражки. Рідка фаза дріжджової суспензії відбирається і надходить на доочистку на установки мембранної фільтрації або безпосередньо на очисні становки. Частина рідкої фази може бути повернута в технологію виробництва спирту на ділянку замісу.

Флотація. У флотатор надходить спінена дріжджова суспензія з обох ступенів ферментації. Шляхом флотації дріжджова суспензія розділяється на флотоконцентрат з вмістом дріжджової біомаси і рідку фазу - дріжджову бражку. Флотоконцентрат насосом подається на сепарацію, а бражка - на мембранні установки або на очисні споруди.

Сепарація дріжджів. На сепараторах відбувається подальше згущення флотоконцентрату. Згущений флотоконцентрат надходить на барабанний вакуум-фільтр, а сепарована дріжджова бражка - на мембранні установки або на очисні споруди. На барабанному вакуум-фільтрі проводиться остаточне згущення дріжджів, після чого дріжджова маса зрізається з полотна вакуум-фільтра і подається в шнековий змішувач. Відокремлена бражка водокільцевим вакуумним насосом подається на мембранні установки або на очисні споруди.

Отримання ДКК. Відокремлений на декантерній центрифугі кек і згущені на вакуум-фільтрі дріжджі надходять в шнековий змішувач, в якому протягом 8-15 хв відбувається їх безперервне перемішування до однорідної маси грудок. Вологу суміш кеку і дріжджів подається транспортером в сушильну роторно -трубчасту піч. У сушильній печі відбувається остаточна сушка продукції.

Очистка стоків. В процесі виробництва забезпечується частково замкнений цикл водокористування, коли очищена вода може бути повернута в виробничий процес або може бути скинута в наявні очисні споруди.

Однак і в разі використання процесу виробництва кормових дріжджів концентрація органічних речовин у стічних водах досить істотна. Радикальним способом, що дозволяє вирішити зазначені проблеми, є суміщення хіміко-технологічного процесу виробництва етанолу з біохімічним процесом очищення стоків при використанні бактерій, наприклад, роду *Pseudomonas*, які забезпечують істотно більшу ступінь конверсії органічних речовин даних стоків. Побічним продуктом (відходом основного виробництва) є післяспиртова барда, яка може бути використана в якості субстрату. Проектоване вироб-

ництво повинно включати два основних технологічних процеси - вироблення біомаси та очистку стоків з одночасним відділенням продукту від рідкої фази.

Весь комплексний технологічний процес в результаті виходить практично безвідходним за рахунок конверсії істотної частини органічних речовин, що містяться в стоках. Крім цього, в результаті виходить продукт, який може бути використаний як кормовий компонент.

В основу пропонованої технології покладено трьохстадійний аеробний процес безперервного вирощування спеціально підібраних мікроорганізмів в ферментерах інтенсивного масообміну, при використанні органічних речовин, що містяться в післяспиртовій барді, лютерній і промивній воді в якості єдиного джерела вуглецю.

Незважаючи на досить високе енергоспоживання, застосування також знаходять схеми з випарними станціями і сушінням (DDGS - Dried Distillers Grains with Solubles), представлені на рис. 2.19. Технологія упарювання рідкої частини барди після видалення зважених речовин на випарних станціях - найпоширеніша у світі. Апаратурні рішення (один з варіантів - на схемі нижче) на ринку пропонуються шведською компанією «Alfa-Laval», датською «Atlas-Stord», поруч китайських і російських компаній (так звана «Китайська схема») і ін.

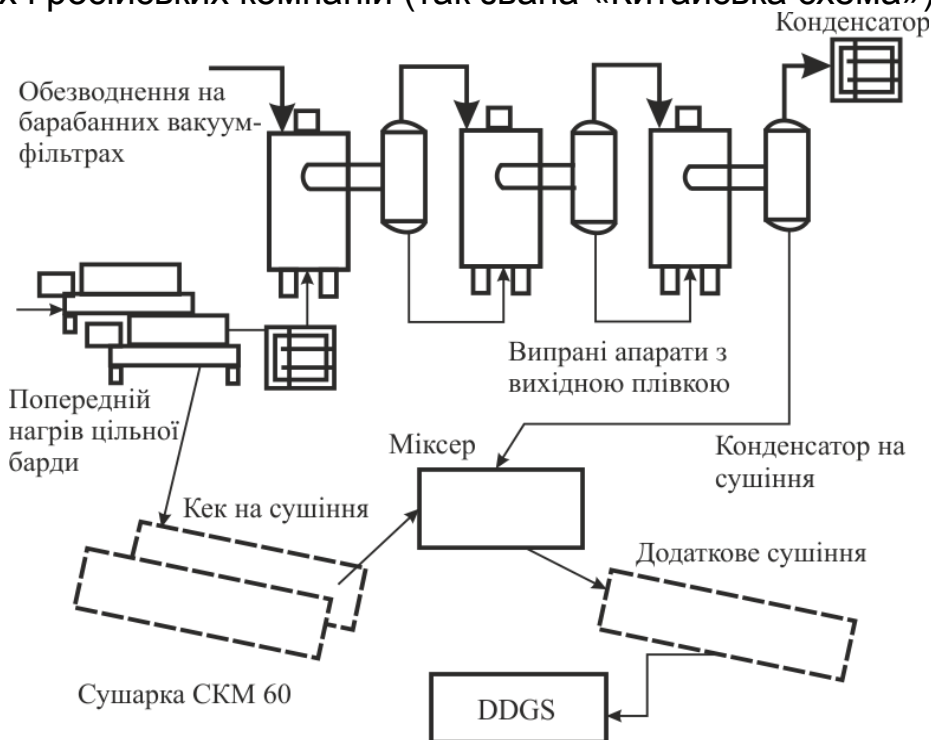


Рис. 2.19 – Схема переробки післяспиртової барди з використанням випарних станцій

Приваблива простота технічного оформлення не знімає цілої низки проблем: вартість випарних станцій і допоміжного устаткування досить висока; процес випарки вимагає значних енергетичних витрат (порядку 1500 кВт·год/м³ фільтрату/фугату), а утилізація одержуваного конденсату з ГПК 1500-3000 мгО₂/л стає окремим завданням, рішення якої всередині технології DDGS не закладено.

В основному, дана технологія застосовується для переробки мелясної барди. Технологія переробки барди на біогаз заснована на бродінні без доступу кисню. Барда подається в спеціальні ємності, де в активному стані підтримується маса анаеробних бактерій. Бактерії асимілюють поживні речовини що містяться в барді, виробляючи біогаз (суміш метану і вуглекислоти). Біогаз може бути використаний як паливо для котлів, а накопичуваний осад - як добавка до кормів і як добриво. Перевагою даного методу переробки є відносні низькі експлуатаційні витрати. На жаль, даний спосіб обмежений за можливостями переробки концентрованих середовищ, через що виникає необхідність у додатковому розведенні барди. Як наслідок, для реалізації використовуються метантанки об'ємом порядку 2000 м³ (а, значить, і значні земельні ділянки), так як процес переробки барди анаеробними бактеріями недостатньо інтенсивний. Іншим недоліком методу є достатньо довгий період виходу на режим - до 6 місяців. Нарешті, експлуатація апаратури з горючими газами вимагає не тільки серйозних проектних погоджень, а й кадрів з відповідною професійною підготовкою.

Існує безліч різних способів модернізації безпосередньо спиртового виробництва, такі як бродіння в умовах вакууму, обробка вихідної сировини ультразвуком, застосування інфрачервоної мікронізації.

Перше заслуговує на особливу увагу. Суміщення процесів бродіння і дистиляції під вакуумом дозволяє виключити зі складу технологічної схеми бражну колону. Суміщення бродіння і дистиляції дає також можливість виключення операцій декантування і випарювання післяспиртової барди. Спиртовий дистилят направляється на ректифікацію для отримання біоетанолу, питного або технічного спирту. Виключення зі складу сушильного відділення деканторів і випарної лінії забезпечується завдяки тому, що за рахунок випарювання води концентрація сухих речовин в після спиртовій барді у бродильних чанах до закінчення процесу бродіння зростає до рівня 26...30 %. А це дозволяє направляти післяспиртову барду безпосередньо на сушарку. Поліпшення якості отримуваної сухої післяспиртової барди забезпечується завдяки наступним причинам. В процесі переробки зерна на спирт і сухі кормопродукти, ні саме зерно, ні напівпродукти

на його основі не піддаються впливу високих температур. Завдяки цьому, вітаміни що містяться в зерні не руйнуються, а білки переходять в кормопродукти неденатурованими і практично повністю засвоюються сільськогосподарськими тваринами.

У зв'язку з особливостями технології, до кінця бродіння за рахунок випаровування води і зростання біомаси дріжджів, вміст дріжджів в бражці становить близько 250 млн кл/мл, а при класичних технологіях 100...120 млн кл/мл. В результаті, в кінці циклу бродіння за рахунок випаровування води, в бродильних чанах залишається сметановидна, яка зберігає текучість рідина, що містить 26...30% сухих речовин. Ця рідина містить, зокрема, 34...40% сирого протеїну (в перерахунку на активну суху речовину) і, по суті, є висококонцентрованою кормовою добавкою, придатна для сушіння на сушарці барабанного або іншого типу.

У поєднанні, всі ці та інші способи дозволять зменшити загальну кількість відходів при зниженні їх вологості, що дозволить також зменшити енерговитрати на їх переробку. Але, незважаючи на хід наукового прогресу, проблема утилізації відходів існуючих виробництв залишається досить актуальною.

Незважаючи на відмінність технологій та обладнання, на заводах реалізовано і експлуатується, в основному, два варіанти переробки барди в сухі кормові продукти: кормові дріжджі і суху барду. Кожен з них передбачає отримання продуктів двох модифікацій: кормові дріжджі, вирощені на фільтраті барди (СКД) і на цільній барді (СКДЦ), а суха барда відповідно - на основі дисперсної фази і на цільній барді. Одержувані продукти відрізняються, насамперед, за вмістом білка і протеїну. Кормові дріжджі представлені як білковий кормопродукт, а суха барда - як білково-вуглеводний. В даний період, у зв'язку із зростанням цін на зерно і його дефіцитом, попит на зазначені кормопродукти практично необмежений. Незважаючи на відмінність їх якісних показників, в технологіях їх виробництва є схожі процеси, що дозволяє уніфікувати обладнання, покращувати теплоенергетичні і економічні показники.

Всі наведені вище числа та дані переконливо свідчать на користь використання відходів спиртової галузі в альтернативній енергетиці України. А стратегія нарощування обсягів виробництва і використання біопалива стимулюватиме розвиток підприємств не лише спиртової галузі, а й тісно пов'язаних з нею сільського господарства та цукрової галузі промисловості. Це дасть змогу стабілізувати ринок збуту продукції, модернізувати виробництво, забезпечити додаткові робочі місця.

2.6. Відходи агропромислового комплексу

2.6.1. Сутність, структура та особливості функціонування агропромислового комплексу в Україні

Агропромисловий комплекс (АПК) – важлива складова частина народного господарства, завданням якої є забезпечення населення продуктами харчування, а промисловість – сировиною. Агропромисловий комплекс України – це складна система, яка об'єднує всі галузі народного господарства, що беруть участь у виробництві сільськогосподарської продукції і доведенні її до споживача.

Агропромисловий комплекс є структуризованою системою, в якій оптимально поєднується галузі сільськогосподарського виробництва, харчової і переробної промисловості, діяльність яких пов'язана з виробництвом, переробкою і збутом сільськогосподарської продукції. Він розвивається на основі комплексоутворення та інтеграційних процесів, тобто комбінування та кооперування виробництва. У процесі їхнього розвитку, як правило, формуються агропромислові підприємства і агропромислові територіальні виробничі комплекси, з яких перші являють собою органічне поєднання виробництва сільськогосподарської продукції та її промислової переробки, а другі - сукупність господарств, промислових підприємств та організацій, пов'язаних з виробництвом, промисловою переробкою, зберіганням і реалізацією сільськогосподарської продукції в межах окремих районів, областей і природно - економічних зон.

Галузева структура АПК відбиває галузевий і внутрігалузевий поділ праці в ньому. У ньому науково-технічний прогрес зумовлює виникнення нових галузей і виробництв. З їхнім утворенням ускладнюються економічні, технологічні та організаційно-господарські зв'язки між різними галузями агропромислового виробництва. В процесі комплексоутворення та поглиблення інтеграції об'єктивно формується сукупність галузей та окремих виробництв, які функціонують з метою виробництва певних видів продукції.

Таким багатогалузевим інтегрованим утворенням є і АПК України. Його галузева структура досить складна і багатофункціональна. В умовах досягнутого рівня продуктивних сил у виробництві кінцевої продукції АПК беруть участь близько ста промислових виробництв, з яких понад 60 працюють виключно на сільськогосподарській сировині або напівфабрикатах. АПК охоплює багато видів матеріального виробництва.

Структуру АПК наведено на рис. 2.20.

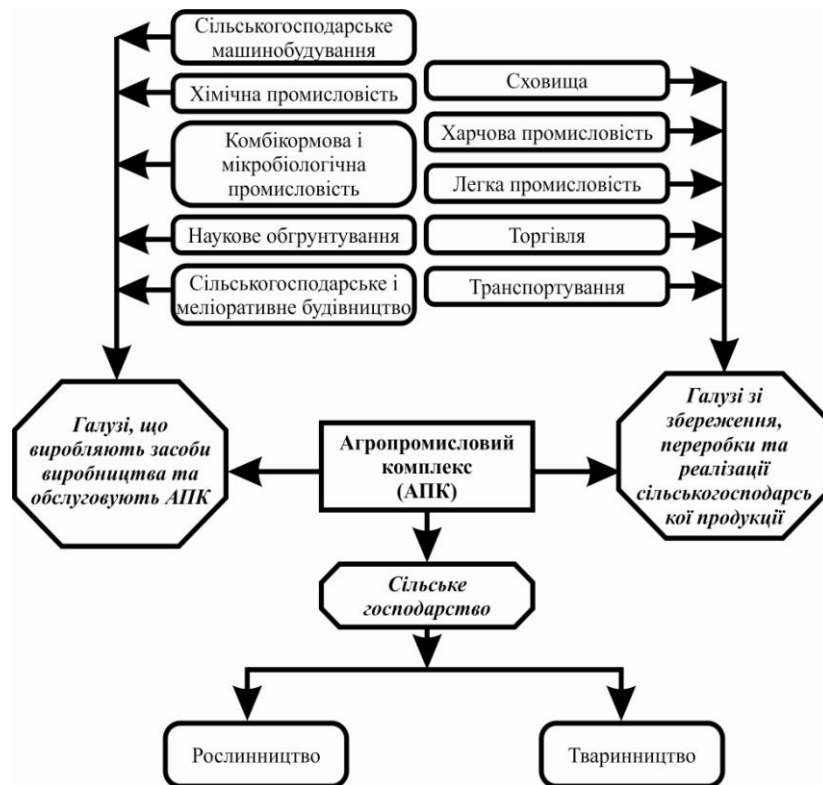


Рис. 2.20 – Структура агропромислового комплексу України

Поділ здійснено на:

1) галузі сільськогосподарського виробництва (рослинництво і тваринництво) та галузі, що забезпечують виробничо-технічне, агрохімічне, зооветеринарне, іригаційно-меліоративне обслуговування;

2) галузі і підгалузі промисловості, що у взаємодії із сільськогосподарським господарством забезпечують виробництво продовольчих товарів (харчова, борошномельно - круп'яна, м'ясна, молочна та інші галузі промисловості, які виробляють для агропромислового комплексу промислові засоби виробництва (сільськогосподарські машини і технологічне обладнання та предмети праці (мінеральні добрива, хімічні меліоранти, пестициди, карбіцити, мікробіологічні добавки тощо). Це тракторне і сільськогосподарське машинобудування, підприємства хімічної, мікробіологічної і комбікормової промисловості;

3) галузі і виробництва, що забезпечують заготівлю, транспортування, зберігання і переробку сільськогосподарської продукції.

Структура агропромислового комплексу підпорядкована максимальному забезпеченню населення у продуктах харчування, а територіальна – максимальному використанню територіальних можливостей для розвитку сільського господарства і харчової промисловості. Надзвичайно велика різноманітність природних умов і ресурсів (зе-

мельних, водних, кліматичних, біологічних та інших), їх поєднання в різних фізико-географічних зонах і районах зумовлює необхідність територіальної організації агропромислового виробництва, поглиблення спеціалізації на виробництві таких видів продукції, для яких вони мають найкращі природно-економічні умови і які обходяться їм якнайдешевше.

Галузева структура агропромислового комплексу характеризується великими диспропорціями. Особливо вони помітні у співвідношенні сільськогосподарської і промислово-переробної ланки, що безпосередньо відбивається на незабезпеченні ринку продуктів харчування вітчизняною продукцією. Негативно позначається на ефективності функціонування агропромислового комплексу і відставання виробництва сільськогосподарського машинобудування, добрив, гербіцидів, комбікормів тощо.

В агропромисловому комплексі України провідне місце займає сільське господарство. Саме в аграрному секторі зайнято майже 70% працівників середнього віку та виробляється більше 65% продукції агропромислового комплексу. За характером продукції сільське господарство відноситься до II підрозділу суспільного виробництва предметів споживання. Основним предметом праці є земля. Сільське господарство поширене на всій території України, його розвиток визначає високий рівень господарського освоєння земель України, земельний фонд якої складає 60,3 млн. га, з них приблизно 75% – сільськогосподарські угіддя. Їх площа дорівнює 40,8 млн. га, з яких 80% – рілля, 16,5% – сінокоси і пасовища. Але в останні роки площі під сільськогосподарським культурами внаслідок економічної кризи подекуди знизились майже вдвічі.

У структурі сільського господарства розвиваються рослинництво і тваринництво. Співвідношення обсягів їх продукції дещо змінюється, і в останні роки домінує рослинництво, на його частку припадає приблизно 52...53% усієї сільськогосподарської продукції. Провідне місце в рослинництві займає зернове господарство. Саме зернові культури є основними у всіх сільськогосподарських зонах (основними галузями, що перероблюють зерно, є мукомельно - круп'яна, комбікормова і хлібопекарська).

Технічні культури займають 11% у структурі посівних площ України. Центральне місце серед технічних культур посідають цукрові буряки. До провідних технічних культур на півночі належать картопля, льон, конопля, а в Лісостепу і Степу – соняшник. Кормові культу-

ри представлені вівсом, ячменем, частково соєю, люпином, кукурудзою. Під ними знаходиться майже 35% посівної площі.

Збалансована структура сільського господарства передбачає обов'язковий розвиток другої основної її ланки - тваринництва. В окремі роки на його частку в Україні припадало до 53% обсягу валової сільськогосподарської продукції.

Тваринництво в Україні багатогалузеве. Основними його галузями є скотарство, свинарство, вівчарство і птахівництво. Їх частка у виробництві м'яса неоднакова, 47% становить яловичина і телятина, 35% - свинина. В останнє десятиліття все інтенсивніше розвивається бджільництво та рибальство, відроджується традиційне для України в минулому конярство.

Необхідною умовою розвитку тваринництва та суттєвим фактором, який визначає його структуру і спеціалізацію, є кормове виробництво. Важливим джерелом кормів є: 1) кормовиробнича промисловість; 2) вирощування кормових, зернофуражних культур; 3) відходи харчової промисловості.

В загальному випадку, тваринництво забезпечує населення продуктами харчування, а харчову промисловість - сировиною.

За виробничою ознакою до складу агропромислового комплексу входять продовольчий комплекс і непродовольчий. Продовольчий комплекс - це сукупність галузей, пов'язаних з виробництвом продуктів харчування рослинного і тваринного походження. Крім того, до продовольчого комплексу (ПК) входять виробництва, що технологічно не належать до сільського господарства. Це – виробництво солі, мінеральних вод, вилов риби та ін.

До непродовольчого комплексу належать галузі, пов'язані з виробництвом товарів широкого вжитку із сировини рослинного і тваринного походження; ті галузі легкої промисловості, які займаються первинною переробкою сільськогосподарської сировини.

Ці комплекси, в свою чергу, залежно від виду сировини, що використовується, поділяються на рослинницькі і тваринницькі підкомплекси.

Особливу роль в агропромисловому комплексі відіграє продовольчий комплекс, який забезпечує населення продуктами харчування. Він включає галузі, пов'язані лише з виробництвом продовольчої продукції. До складу цього комплексу входять зернопродуктовий, картоплепродуктовий, цукробуряковий, плодоовочеконсервний, виноградно-виноробний, м'ясний, молочний, олійно-жировий підкомплекс. Крім того, до його складу входять певні інфраструктурні галузі.

Щодо територіальної структури агропромислового комплексу, то вона формується на конкретній території утворення у вигляді різних

форм агропромислової інтеграції, тобто елементів територіальної структури. Виділяють локальні і регіональні агропромислові комплекси. Локальні агропромислові комплекси сформувалися на порівняно невеликих територіях на основі поєднання агропромислових підприємств по переробці малотранспортабельної сільськогосподарської продукції і мають найнижчий ступінь інтеграції. Локальні форми агропромислового комплексу є найбільш поширеними. Серед них виділяють:

- агропромисловий пункт (центр) - локальна форма АПК, що об'єднує в населеному пункті переробку кількох видів сільськогосподарської сировини;

- агропромисловий куц – локальна форма агропромислового комплексу, що характеризується компактним розміщенням на невеликій території агропромислових пунктів і центрів з їх сировинними зонами;

- агропромисловий вузол - складне територіальне агропромислове утворення, яке розглядається як система компактно розміщених агропромислових пунктів, центрів і куців навколо міста (як правило, обласного чи районного центру).

АПК виконує ряд функцій. Вони здійснюються через аграрну політику держави, що спрямована на інтенсивний розвиток агропромислового комплексу, поліпшення умов життя і побуту. Реалізується аграрна політика через такі інструменти, як законодавча діяльність, механізм цін, оподаткування, кредитна система, надання субсидій сільському господарству, стимулювання експорту сільськогосподарської продукції, фінансування розвитку виробничої і соціальної інфраструктури села. Особливу роль відіграють дотації виробниками сільськогосподарської продукції. Розвинуті країни надають таких дотацій щорічно на суму понад 300 млрд. доларів. А у країнах ЄС такі дотації досягають 40% вартості валової продукції сільського господарства.

В Україні агропромисловий комплекс є одним із найважливіших секторів економіки. Тут зосереджено понад половину виробничих фондів, що нині функціонують, виробляється близько половини валового внутрішнього продукту, 2/3 споживчих товарів, прямо або опосередковано за його рахунок формується близько 30% зведеного бюджету, зайнято майже 40% працездатного населення.

Однією з найважливіших функцій агропромислового комплексу є забезпечення потреб населення країни у продуктах харчування. Яких би висот не досяг науково-технічний прогрес, забезпечення однієї з найважливіших потреб людини як живого організму здійснюється благами, що створюються в агропромисловому комплексі. Ро-

змір цих благ залишається однією з основних складових рівня життя у кожній країні.

Другою функцією агропромислового комплексу є створення сировинної бази для галузей, що виробляють непродовольчі споживчі товари та продукти виробничого призначення. Важливе призначення агропромислового комплексу – підтримання і нарощування ефективності основного засобу сільськогосподарського виробництва, яким є земля, та забезпечення економічної рівноваги у природно–господарському середовищі. АПК виконує і таку соціальну функцію, як поліпшення соціальних умов працівників сільського господарства.

У більшості країн з перехідним типом економіки відбувається становлення агропромислового комплексу, де забезпечено лише організаційно–юридичне, а не економічне об'єднання ланок агропромислового комплексу. Його мета полягає у забезпеченні реальної економічної єдності, особливо між сільським господарством і взаємопов'язаними з ним галузями промисловості та інфраструктури, оскільки неузгодженість у їхньому розвитку та порушення еквівалентності в обміні між ними поки що не дають можливості досягти відчутних економічних і соціальних результатів.

В Україні розвиток інтеграційних процесів гальмується незбалансованим і нерациональним розвитком окремих галузей і сфер, які входять до складу АПК.

Невідповідність інтересів промислових міністерств і відомств з інтересами сільського господарства зумовило різке підвищення цін на промислову продукцію, продукцію будівельного комплексу, дисбаланс між планами виробництва і матеріально-технічного забезпечення тощо. Все це послабило інтеграційні процеси, а в окремих випадках призвело навіть до дезінтеграції.

Тому розвиток і зміцнення інтеграційних зв'язків можливі на шляхах переходу до ринкових відносин, функціонування різних форм і типів господарств, подальшого вдосконалення економічного механізму взаємодії суміжних галузей. А основною умовою переходу до ринкових відносин в АПК є повноцінне та безперебійне забезпечення відтворювання сировинних ресурсів (рис. 2.21).

Проблемне питання відтворення ресурсів в АПК не є першочерговим.

За останні роки у сільськогосподарському виробництві України значно загострилися кризові явища: значно знизилася обсяги валової продукції, погіршилося використання природних ресурсів, знизилася родючість ґрунтів, поглибився дисбаланс між галузями. Зменшення поголів'я худоби досягло критичної межі при значному зниженні його продуктивності.

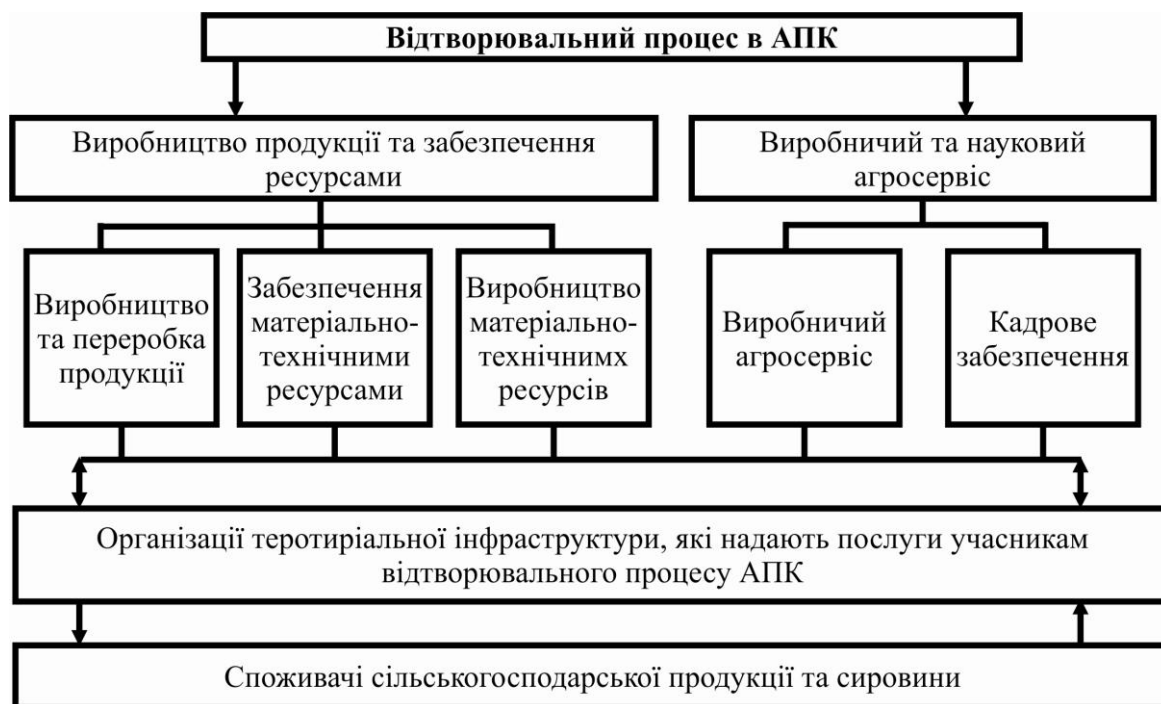


Рис. 2.21 – Процес відтворення АПК

Небезпечною тенденцією є висока спрацьованість машинно – технологічного парку, а відсутність фінансових коштів для здійснення ремонтно – відновлюваних робіт лише погіршує його стан. Для досягнення рівня технологічних потреб не вистачає десятків тисяч різних технічних засобів. Поряд з цим різко погіршилося забезпечення галузей агропромислового комплексу висококваліфікованими кадрами.

У цілому, до основних проблем розвитку АПК України можна віднести: впровадження багатокладної системи власності; застосування ефективних систем землекористування; впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур; розвиток вітчизняного виробництва сучасних сільськогосподарських машин, зокрема, засобів малої механізації; розширення виробництва добрив, гербіцидів тощо; запровадження комплексних агрохімічних та лісових меліорацій; розвиток виробничої та соціальної інфраструктури для підйому сільської місцевості; державна підтримка агропромислового комплексу через переорієнтацію кредитно-фінансової, податкової і цінової політики на підтримку сільськогосподарського виробника.

Значної шкоди АПК завдала аварія на Чорнобильській АЕС. Вона призвела до забруднення радіонуклідами 3,5 млн. га угідь, з яких 70 тис. га виведено з сільськогосподарського використання.

Великі проблеми виникли також із використанням природних ресурсів. Якість навколишнього середовища, його відтворувальний і відновлюваний потенціал значно зменшується з нарощуванням масштабів ресурсовикористання і обсягів забруднюючих речовин та відходів. І все це аж ніяк не пов'язане із збільшенням населення або підвищенням його життєвого рівня. Навпаки, приріст населення падає, а життєвий рівень погіршується. Кризовий стан, що склався в аграрному секторі, та використання природних ресурсів вимагають концептуального визначення основних напрямів та змісту аграрної реформи, взаємоузгодження експлуатації природних ресурсів, сфер вкладення капіталу з урахуванням чисельності населення та майбутніми потребами людей.

У 2009 році Міністерство аграрної політики України з метою зменшення енергоємності ВВП та підвищення енергоефективності АПК розробило Державну галузеву програму підвищення енергоефективності в агропромисловому комплексі на 2010 – 2014 роки. Відповідно до вказаної Програми основними причинами неефективного використання енергоресурсів в АПК є:

- надмірна зношеність основних фондів с/г підприємств;
- низький рівень впровадження новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- недосконалість механізму утворення ціни на енергоносії;
- низький рівень впровадження альтернативних джерел енергії.

Визначені проблемні питання розв'язуються завдяки реалізації заходів за такими напрямками: агротехнологічними, технічними, організаційними.

Агротехнологічний напрям зменшення енергоємності АПК включає такі заходи:

- підвищення потенційної урожайності сільськогосподарських культур;
- мінімізація глибини обробки ґрунту до рівня, який не веде до зменшення урожайності.

До технічних засобів відносять:

- зменшення витрат енергетичних ресурсів:
- заміну одноопераційних знарядь комбінованими багатоопераційними і багатофункціональними, які забезпечують зменшення витрат пального на 18...24%, а трудових ресурсів – в 1,5 рази;
- розробку і застосування в конструкціях тракторів, комбайнів, двигунів внутрішнього згорання з низькими питомими витратами пального на одиницю потужності, що забезпечує зменшення непродуктивних витрат пального на 15...20%;

- підтримання двигунів внутрішнього згорання в технічно справному стані (20...30% економії дизельного пального);
- впровадження на підприємствах харчової промисловості нових видів енергозберігаючого котельного обладнання, систем утилізації тепла, автоматизації технологічних процесів, реконструкції існуючих підприємств;
- створення об'єктів з виробництва та поширення використання в АПК біологічних видів палива для заміни традиційних видів енергоресурсів;
- заміну в освітлювальних установках побутових і виробничих приміщень ламп розжарювання на енергоефективні лампи.

До *організаційних заходів*, що забезпечують економію витрат пального, відносяться:

- раціональне комплектування машинно-тракторних агрегатів;
- комплектування машинно-тракторного парку аграрних формувань відповідно до технологій та обсягів механізованих робіт, які забезпечать інтенсивне використання машин і знарядь впродовж всього періоду польових робіт;
- міжгалузеве використання сільськогосподарської техніки.

2.6.2. Відходи агропромислового комплексу України. Класифікація

Процес людської діяльності пов'язаний з появою різних відходів, що можуть з'являтися як у процесі виробництва, так і в процесі зберігання та споживання продукції. Відходи з одного боку можуть бути джерелом вторинних матеріальних ресурсів для підприємства, з іншого - додатковими витратами виробництва та джерелом забруднюючих речовин.

Українське законодавство визначає «*відходи*» як будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення. У виробничому процесі відходи можуть бути у вигляді невикористовуваних матеріальних цінностей, безповоротних відходів або у вигляді неминучих технологічних втрат. Під «*неминучими технологічними втратами*» треба розуміти безповоротні втрати виробничих речовин, обумовлених специфікою технології (випар, усушка, розпилення, вигар тощо).

Поняття «*відходи*» тісно пов'язано з поняттям «*вторинні матеріальні ресурси*». За різними джерелами відходи є складовою вторинних матеріальних ресурсів в тій частині, яка може бути викорис-

тана. *Відходи як вторинна сировина* відповідно до положень Закону України «Про відходи» представляють собою ту частину відходів, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології, виробничо-технологічні і/або економічні передумови.

Серед усіх сфер людської діяльності агропромисловий комплекс (АПК) України характеризується чи не найбільшою кількістю відходів та вторинної сировини. Нині все гострішою стає проблема раціонального ресурсокористування в переробних галузях аграрного сектора. Все частіше процеси переробки сільськогосподарської сировини переводяться на безвідходний цикл виробництва, заснованого на комплексному використанні природно-сировинних ресурсів і технологічних відходів.

Проблема переведення процесів переробки сільськогосподарської сировини на безвідходний цикл виробництва має два взаємопов'язаних аспекти — економічний і екологічний. Перший аспект пов'язаний з розширенням ресурсних можливостей за рахунок більш глибокої, комплексної переробки сільськогосподарської сировини і залучення на цій основі невикористаних відходів як джерела одержання продукції харчування, кормів і добрив. Переробка сільськогосподарської сировини зараз — одна з багатовідходних галузей народного господарства. Тільки в Україні поточний вихід відходів і побічних продуктів щорічно становить близько 50 млн. т. Ці відходи містять сотні тисяч тонн цукру, білка, харчових кислот і масел, вітамінів та багато інших цінних речовин, виробництво яких здійснюється на спеціалізованих підприємствах. Нині промисловій переробці піддаються не більше 22% відходів.

Другий аспект проблеми полягає у пошуку нових організаційно-економічних принципів розвитку галузі, що враховують екологічний фактор. Зараз він все більше впливає на формування технологічної структури переробки сільськогосподарської сировини. Організація безвідходного виробництва розглядається у зв'язку з охороною навколишнього середовища.

Вихід основного продукту в АПК іноді становить 15...30 % від маси вихідної сировини. Інша частина, що містить значну кількість цінних речовин, в даному виробничому процесі не використовується, переходить в так звані відходи виробництва, які часто є вторинною сировиною для виробництва додаткової продукції або енергії.

Підприємства самостійно визначають та подають відомості про подальше поводження з відходами за місцем надходження, зокрема зазначають спосіб їх використання чи переробки (рис. 2.22).



Рис. 2.22 – Напрями використання відходів

З метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про об'єкти утворення, оброблення та утилізації відходів ведеться їх реєстр, в якому визначаються номенклатура, обсяги утворення, кількісні та якісні характеристики відходів, інформація про поводження з ними та заходи щодо зменшення обсягів утворення відходів і рівня їх небезпеки. Реєстр ведеться на підставі звітних даних виробників відходів, відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами. Порядок ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів визначається Кабінетом Міністрів України.

В результаті сільськогосподарського виробництва утворюються наступні види продукції і відходів:

- 1) *Основна продукція* - та продукція, для отримання якої створено і здійснюється дане виробництво. Основний продукт завжди є товарним, має стандарт і ціну.
- 2) *Побічний продукт* - додаткова продукція, що утворюється при виробництві основної продукції і не є метою даного виробництва, але придатна як сировину в іншому виробництві або для споживання в якості готової продукції. Побічні продукти виробництва утворюються в результаті фізико - хімічної переробки сировини поряд з основною продукцією в єдиному технологічному циклі і зберігають максимум корисних речовин в незмінному вигляді. Побічні продукти, як правило, є товарними, мають стандарт або технічні умови і встановлену ціну.
- 3) *Відходи виробництва* - залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, інших виробів і продуктів, що утворилися протягом або по завершенні виробничого процесу, які втратили свої споживчі властивості.

Відходи поділяються на використововувані і невикористовувані.

Використовувані відходи виробництва - ті відходи, щодо яких є можливість і доцільність їх використання після обробки. Використовувані відходи розглядаються як вторинні сировинні ресурси (ВСР). До цієї групи відходів відноситься найбільше число відходів в АПК, які можуть бути реалізовані в подальшому в якості сировини або добавок до нього при виробництві нової продукції або як продукція іншого призначення (наприклад, корми).

Невикористовувані відходи - відходи виробництва, для яких на сьогоднішній день не встановлено можливість або доцільність використання як безпосередньо, так і після обробки.

Однак, з впровадженням прогресивних технологічних процесів, передової техніки, нових видів сировини і зі зміною попиту на продукцію відходи виробництва можуть змінювати свою суспільну корисність. Так, мало- або невикористані відходи можуть стати вихідним матеріалом для утворення альтернативних джерел енергії.

В Україні потенціал виробництва енергії з відходів АПК оцінюють у межах 30...40 млрд. м³, або 10,98 млн. т умовного палива, з яких 6,0 млн. т можна отримати з гною тварин і птахів, по 2,0 млн. т – з початків гички (цукрових буряків) та з кукурудзи на силос (при урожайності 200 ц/га), 0,77 млн. т умовного палива – використовуючи як сировину полігони твердих побутових відходів та 0,21 млн. т – за рахунок збродження осаду очисних споруд стічних вод. На рис. 2.23 представлено діаграму об'ємів відходів АПК у різних секторах.

Класифікація вторинних ресурсів і відходів виробництва АПК дає первинну інформацію про їх якість і властивості. Загальноприйнятною є класифікація ВСР і відходів АПК за такими ознаками:

- *За джерелами утворення: рослинні* (стебла зернових та технічних культур, корзинки і стебла соняшнику, лляні батого, стрижні кукурудзяних качанів, картопляна мезга, відходи сінажу та силосу, буряковий жом, макуха (шрот), барда, виноградні вичавки та ін.; *тваринні* (кров, кістки, сироватка, знежирене молоко, пахта, гній тощо); *мінеральні* (відходи соляної промисловості); *хімічні* (відходи виробництва синтетичних миючих засобів, парфюмерно-косметичної галузі та ін.).

- *За галузевою приналежністю*: наприклад, у харчовій та харчопереробній промисловості за цією ознакою розрізняють відходи цукрової, масложирової, спиртової, крохмалепатокової, пивоварної, чайної, тютюнової, зернопереробної, плодоовочевої, хлібопекарської, молочної, м'ясної промисловості.



Рис. 2.23 – Структура утворення відходів у АПК України

- *За агрегатним станом: тверді* (солома, соняшникове лушпиння, бавовняне лушпиння, солодові паростки, кукурудзяний зародок, виноградні та плодоовочеві насіння, кістки, жирова сировина, шерсть, щетина і т.д.); *пастоподібні* (фільтраційний осад, гній, меляса, шлами сепараторів); *рідкі* (соапсток, мелясна барда, клітинний сік картоплі, дріжджові осади, кров, сироватка, знежирене молоко, пахта); *газоподібні* (вуглекислота бродіння).

- *За технологічними стадіями отримання:* отримані при первинній переробці сировини (буряковий жом, плодові кісточки, яблучні і виноградні вичавки, кров, кістка, шерсть, знежирене молоко); *одержувані на стадії вторинної переробки продукції* (рафінована патока, фосфатидні концентрати, вибілюючі глини, післядріжджова мелясна барда, молочна сироватка); *отримані при промисловій переробці відходів* (кісточкових крихта, відходи виробництва харчових концентратів, фільтрат цитрату кальцію тощо).

- *За можливістю повторного використання без доопрацювання:* крихти, брак і лом хліба, хлібобулочних, борошняних, кондитерських, макаронних виробів).

- *За матеріаломісткістю: великотоннажні* (умовно понад 100 тис. т на рік) - солома, буряковий жом; дефекат, шроти (макуха), картопляна і кукурудзяна мезга, гній, пташиний послід, сироватка, тощо; *малотоннажні* (умовно до 100 тис. т на рік) - гудрон, залишкові пивні дріжджі, тютюнові відходи.

- *За ступенем використання: повністю використовувані* (меляса, буряковий жом, кров, кістки, сироватка, знежирене молоко, па-

хта); частково використовувані (дефекат, вуглекислий газ, картопляний сік, дробина хмелю).

- *За напрямками подальшого використання: для виробництва харчових продуктів; в якості кормів у сирому або доопрацьованому вигляді; в якості сировини для виробництва продукції технічного призначення; в якості добрив; у будівництві; в якості палива.*

- *За ступенем впливу на навколишнє середовище: небезпечні та безпечні.* Небезпечні відходи - ті, які містять шкідливі речовини, що володіють небезпечними властивостями (токсичність, вибухонебезпечність, висока реакційна здатність) або містять збудників інфекційних хвороб, а також ті, що можуть становити безпосередню або потенційну небезпеку для навколишнього середовища і здоров'я людини самостійно або при вступі в контакт з іншими речовинами. Безпечні (або практично безпечні) відходи – дерев'яна тирса, буряковий жом, меляса, макуха і шроти, фосфатидні концентрати, зернокартопляна барда).

2.6.3. Біомаса

Біомаса – термін, що об'єднує всі органічні речовини рослинного і тваринного походження. Біомаса ділиться на первинну і вторинну.

До первинної біомаси відносять деревину, сільськогосподарські культури, водні рослини, тварин, мікроорганізмів тощо. До вторинної біомаси відносять відходи переробки первинної біомаси і продукти життєдіяльності людини і тварин. У свою чергу, відходи також ділять на первинні відходи переробки первинної біомаси: солома, бадилля, тирса, тріска, спиртна барда тощо і вторинні – продукти фізіологічного обміну варин і людини.

Рослинна біомаса є первинним джерелом енергії на Землі. Вона утворюється під час фотосинтезу з діоксиду вуглецю і води з виділенням кисню. Під час утворення 1 кг сухої біомаси (деревини) поглинається близько 1,83 кг CO₂, і стільки ж виділяється під час її розкладання (окиснення, горіння). У результаті вміст вуглекислого газу в атмосфері залишається незмінним. Крім того, біомаса як паливо має низку переваг. Використання біомаси для отримання енергії більш екологічно безпечно, ніж, наприклад, вугілля через низький вміст сірки (під час спалювання біомаси виділяється менше 0,2% сірки і від 3 до 5% золи порівняно з 2...3% і 10...15% відповідно для вугілля).

Біомаса також має перевагу перед вугіллям завдяки своїй більш високій здібності до реакції газифікації. Вугілля газифікується за високої температури в чистому кисні, що потребує використання установок для зріджування повітря і отримання кисню. Біомаса газифікується за нижчої температури, при цьому теплота для підтримки про-

цесу може бути передана через теплообмінники від зовнішнього джерела. Склад генераторного газу: 18...20% – H_2 , 18...20% – CO , 2...3% – CH_4 , 8...10% – CO_2 , решта – азот. Крім того, енергія, що отримується під час використання біомаси, відносно дешева і є можливості її накопичення.

Сьогодні в світі для енергетичних цілей використовується до 1 млрд у.т. рослинної маси, що еквівалентно 25% світової здобичі нафти. Потенційні ресурси рослинної маси для енергетичного використання досягають 100 млрд у.т.

У нашій країні біомаса використовується здебільшого у вигляді деревини і відходів рослинництва для опалювання будинків і громадських будівель, для процесів сушіння, отримання пари і гарячої води. Тому важливим завданням є підвищення ефективності використовуваного пічного і котельного устаткування та його автоматизація.

Критичний аналіз результатів останніх досліджень, пов'язаних з оцінюванням ролі лісу як потенційного джерела і поглинача CO_2 , показав, що в помірних і високих широтах, де основний запас вуглецю міститься в ґрунті, в масштабі декількох десятиків років ці ефекти можуть компенсувати один одного. Додатковий і дуже значний вплив на зростання лісів надає власне підвищення концентрації вуглекислоти в атмосфері.

Сьогодні створенню плантацій енергетичних лісів велику увагу приділяють багато європейських країн. У стадії досліднопромислової експлуатації знаходяться електростанції (для яких організовано вирощування енергетичних лісів, тобто деревини), що працюють на спалюванні. Широко використовуються відходи лісопереробки і лісозаготівель, а також енергетичного торфу для виробництва теплової і електричної енергії (країни Скандинавії) як у разі прямого спалювання біомаси, так і через її газифікацію з подальшим спалюванням отриманого генераторного газу. Підвищений інтерес до створення таких плантацій викликаний не тільки отриманням альтернативного джерела енергії, але і можливістю переорієнтації селянських господарств з вирощування надмірної сільськогосподарської продукції на ефективне використання земель в інших цілях. Сьогодні для цього випробувано майже 20 різних видів рослин – деревинних, чагарникових і трав'янистих, зокрема таких, як кукурудза і цукрова тростина. Як енергетичну сировину в Росії рекомендовано використовувати будяк і коров'як, які вкрай невибагливі до кліматичних умов і вельми цінні в енергетичному плані, оскільки містять у своєму складі 7,6...9,6% від ваги піролітичних масел.

Для створення плантацій енергетичних лісів у помірній кліматичній зоні найбільш перспективні різновиди швидкорослих сортів тополі (волосистоплодної і канадської) і верби, а в південній частині країни – акації і евкаліпту.

Кількість енергії, яку можна отримати з енергетичної плантації за врожайності 15 т сухої біомаси з гектара в рік (теплотворна здатність 15 МДж/кг), становить 225 ГДж/га. За ККД газотурбінної електростанції 40% – один гектар енергетичної плантації може забезпечити екологічно чистим паливом виробництво 252 МВт/год електроенергії в рік.

Використання біомаси енергетичних лісів на ТЕЦ для вироблення електроенергії дозволяє вирішити ще одну важливу задачу: отримати газу з високим вмістом CO₂ – до 10... 11%, що дає можливість після концентрації CO₂ досить просто використовувати його для вирощування мікроводоростей. Це може бути, наприклад, широко відома мікроскопічна водорість – хлорела, що містить у своїй біомасі 30...40% цукрів, які можуть бути переброджені в етанол, що є хорошим моторним паливом, і до 40% ліпідів, які також є прекрасним паливом і можуть бути використані як замітники мазуту. Принциповим у цій схемі є те, що після дезінтеграції і сепарації біомаси біогенні речовини – фосфор, калій, азот і так далі – повертаються в культуральне середовище для повторного вирощування мікроводоростей.

До основних промислових відходів належать теплові викиди в атмосферу і воду з теплоенергетичних установок, печей, систем опалювання, охолодження, вентиляції, кондиціонування повітря і так далі. З одного боку, вони є джерелом вторинних енергоресурсів, з іншого – негативно впливають на атмосферні процеси і клімат регіонів, змінюють біоценоз водоймищ і тому подібне. Сучасні електростанції, що працюють на органічному паливі, мають к.к.д. не вище 40%. Приблизно 10% теплової енергії відводиться з газами, і близько 50% розсівається з водою, що охолоджує. Для промислових підприємств такі теплові відходи не представляють інтересу. Основними споживачами низькопотенціальних вторинних енергоресурсів можуть бути галузі сільськогосподарського виробництва, зокрема тепличні господарства, які можуть використовуватися за прямим призначенням для вирощування продуктів рослинництва і виробництва мікроводоростей. Розрахунки показують вигідність часткової заміни градирен водоймищем - охолоджувачем, на поверхні якого можна розташовувати культиватори з мікроводоростями. У середніх широтах водорості можна вирощувати в цих умовах протягом літнього сезону (з травня по вересень). А у разі вирощування мікроводоростей

у тепличних комплексах скидне тепло ТЕЦ здатне покрити до 77% потреб в теплі, необхідному для підтримування оптимального мікроклімату. У разі вирощування біомаси спіруліни в теплицях у кліматичних умовах помірного поясу потрібний для стандартної плантації площа 10000 м² з продуктивністю 13 т сухої біомаси на рік близько 5000 ГКал теплової енергії і 540 тис. кВт·год електроенергії. У разі використання скидного тепла АЕС або ТЕС; досягається здешевлення виробництва принаймні на 30%.

Мікроводорості можуть бути використані як ефективний поглинач важких металів з рідкого середовища. У цій галузі є значний досвід вирощування спіруліни на промислових і муніципальних стічних водах. Оскільки АЕС потужністю 1 ГВт вимагає для свого охолодження водоймище площею 30 км², у разі розміщення на його поверхні плантації мікроводоростей з середньою врожайністю 10 - 20 г/м² сухої речовини на добу можна отримувати близько 0,1 млн т сухої біомаси на рік. Частина радіонуклідів скидних вод АЕС (10Со, 134Сs, 137Сr, 90Sr тощо) може бути сконцентрована в біомасі спіруліни. Під час виділення метану радіоактивні речовини, накопичені водоростями, залишаються у відходах метантенків і виключаються з біологічних циклів. Відходи метантенків можуть бути спрямовані на поховання або використання для отримання ізотопів і мікроелементів. Таким чином можливо комплексно вирішувати природоохоронні питання і проблему підвищення ефективності АЕС.

Пропонована система культивування мікроводоростей може бути інтегрована в енергобіологічні комплекси, що вже працюють на енергетичному потенціалі скидних теплих вод. Такий комплекс було створено на початку 1990 - х рр. на Курській АЕС ВНДІ «Атоменергопроект». До системи входили блоки відкритого ґрунту, що обігрівався, рибогосподарський, тепличний, біологічної меліорації водоймища - охолоджувача і блок метаногенеза, що працює на відходах цього комплексного виробництва. Така система може забезпечувати подібний енергобіологічний комплекс кормовими добавками (як для рибогосподарського блоку, так і сільськогосподарських тварин), давати біомасу для виробництва біологічно активних добавок до їжі і переробки в блоці метаногенезу, забезпечувати додаткову кількість добрив і біостимуляторів для рослин у вигляді шламу.

Серед методів біологічної конверсії біомаси представляють інтерес проекти отримання водню методом біофотолізу за допомогою пурпурних фотосинтезувальних бактерій з органічних речовин або відновлених неорганічних з'єднань сірки, а також за допомогою азотфіксуючих ціанобактерій безпосередньо з води. Проте практичне

застосування ензиматичного способу отримання фотоводороду – перспектива вельми віддаленого майбутнього.

Біомаса може бути використана для отримання енергії прямим спалюванням, можлива термохімічна газифікація з отриманням синтетичного газу або рідкого палива. Але найбільш реальним і економічним процесом є біоконверсія за допомогою мікроорганізмів. Мікробіологічне отримання палива – це анаеробний процес, біохімічна суть якого полягає в скиданні електронів на відмінні від кисню акцептори з утворенням відновлених речовин: спиртів, кетону, органічних кислот, сірководню, водню, метану. Шляхом мікробіологічної переробки рослинної сировини можуть бути отримані й інші відновлені продукти, наприклад, бутан, ацетон тощо.

Особливий інтерес представляє отримання газоподібного палива – водню і особливо метану. Розрахунки показують, що ефективність запасів енергії у водні під час бродіння не перевищує 20...30%, тоді як у метан переходить понад 80% енергії, спочатку ув'язненої в початковій органіці. Практично будь-яка органічна сировина, за винятком лігніну і воску, може бути піддана метановому бродінню. Найбільш важливою сировиною для виробництва біогазу може служити так звана вторинна біомаса, що є відходами, які підлягають очищенню і знищенню. Це комунальні стоки міст, відходи мікробіологічної, харчової, м'ясо-молочної та інших галузей промисловості. Найперспективнішим напрямом такої переробки біомаси є анаеробне зброджування гною, в процесі якого 40...50% твердої речовини гною перетворюється на метан і вуглекислий газ. Відносна частка аміаку в загальній кількості азоту збільшується з 27 до 48%, а частка органічного азоту – з 4 до 5,1%. Це дозволяє рахувати метанове зброджування ефективним способом очищення стічних вод, що знижує забруднення навколишнього середовища з одночасним отриманням енергії і високоякісного, екологічно чистого добрива, до складу якого входять гумусоподібні органічні речовини, сприяючі поліпшенню структури ґрунту і підвищенню її родючості. Тому, розраховуючи економічний ефект біогазових установок, треба враховувати окрім паливної складової ще і природоохоронний ефект, а також ефект від використання збродженого шламу як товарного продукту для добрива або корму. Виробництво біогазу стає економічно виправданим, коли метантен працює на переробці існуючого потоку відходів або іншої біомаси. Прикладами подібних відходів можуть бути стоки каналізаційних систем, тваринницьких комплексів, боєнь і тому подібне. Економічність у цьому випадку пов'язана з тим, що немає необхідності в попередньому збиранні початкової сировини, органі-

зації і управлінні процесом його подачі. Таким чином, технологія, заснована на мікробіологічній переробці сільськогосподарських відходів в анаеробних умовах (метанове зброджування), дозволяє вирішувати проблеми екологічного, енергетичного і агрохімічного характеру і служить основою для створення в сільськогосподарському виробництві безвідходних екологічно чистих технологій.

Спеціальне вирощування біомаси у вигляді мікроскопічних водоростей з подальшим її переброджуванням у спирт або метан дозволяє створити штучний аналог процесу утворення органічних палив, що перевершує за швидкістю природні процеси в багато мільйонів разів. Співвідношення між величиною первинної біологічної продукції і речовиною, що збереглася в морських осіданнях, становить 1000:1. Створення спеціальних умов може у багато разів прискорити утворення палива. ККД фотосинтезу завдяки оптимізації живлення біогенними елементами, температури і перемішування може бути збільшеним від 1 до 10%. У процес переробки біомаси в газ і нафту може бути включено всю речовину, а не 0,001 її частину, як відбувається в природі, тобто природний процес утворення вуглеводнів може бути значно інтенсифікований. З цієї точки зору великий інтерес становлять одноклітинні водорості ботріококкус, уміст вуглеводнів в яких досягає 80% від сухої маси. Вуглеводні локалізуються здебільшого на зовнішній поверхні кліток, отже, їх можна видаляти простим механічним способом або, наприклад, застосовуючи центрифуги, до того ж клітки при цьому не руйнуються і їх можна повертати назад до культиватора. Склад вуглеводнів, продукованих ботріококкусом, дозволяє використовувати їх як джерело енергії або сировину в нафтохімічній промисловості (безпосередньо або після неповного крекінгу). Після гідрокрекінгу на виході маємо 65% газоліну, 15% авіаційного палива, 3% залишкових масел.

2.6.3.1. Джерела утворення біомаси

На земній кулі в результаті процесів фотосинтезу – наймогутнішого перетворювача сонячної енергії – за допомогою конверсії CO_2 щорічно продукується понад 200 млрд т біомаси (по сухій речовині), тобто в середньому за вмісту в біомасі близько 50% вуглецю в процесі фотосинтезу засвоюється до 300 млрд т CO_2 . Майже така сама кількість CO_2 , виділяється в навколишнє середовище під час природного відмирання і розкладання органічної маси і лише дуже незначна частина трансформованих органічних речовин йде з природного коловороту вуглецю, накопичуючись на дні боліт (торф), озер (сапропель) або переноситься ґрунтовими і підземними водами в глибші шари Землі.

Цей баланс CO₂ необхідно зберегти, щоб не підсилювати «парниковий ефект». Один з напрямів щодо його зменшення – розширення застосування нетрадиційних джерел енергії і палива, зокрема – біомаси. Часто до поняття біомаси відносять і органічну частину твердих міських відходів.

Деревина є відмінним паливом. Високий вихід летких речовин, мала зольність і відсутність сірки дозволяють забезпечити добре згорання в простих пічних пристроях за вологості палива до 40...50%. І, оскільки для існування життя на Землі потрібна певна кількість рослинності, можливість використовувати ліс для опалювання буде завжди. За останній час використання соломи й інших рослинних залишків в енергетичних цілях також зростає.

Залишки цього виду складаються здебільшого з целюлози (вуглецевмісної) і можуть бути відносно легко підготовлені для виробництва з них енергії. Потенційні можливості виробництва енергії з рослинних залишків можна оцінити на основі деяких параметрів, найбільш важливими з яких є кількість і склад залишків, їх територіальне розміщення, сезонність збору урожаю.

Залежно від того, чи залишаються залишки після збору урожаю в ґрунті або збираються і вивозяться з поля разом з урожаєм, їх ділять на дві основні групи. До першої групи належить пшенична і кукурудзяна солома, а до другої – полова, рисове лушпиння, фруктова шкірка. Перша група у свою чергу підрозділяється на залишки, які залишаються на поверхні ґрунту і в ґрунті. Підгрупою другої групи є неїстівне коріння. Треба зазначити, що залишки другої групи становлять велику частину відходів що надходять на переробні підприємства.

Можливість використання рослинних залишків для виробництва енергії залежить від характеру переважаючої культури, якою засівають великі площі, і кількості залишків, які можуть бути зібрані з одиниці посівної площі. Польові культури дають більше рослинних залишків, ніж овочеві. У грубому наближенні кількість зібраних рослинних залишків для цієї сільськогосподарської культури можна визначити шляхом множення маси культури на характерну для неї частку залишку (або коефіцієнт), яка є відношенням сухої маси наземних залишків до маси зібраного з польовою вологістю урожаю. Нижче наводяться коефіцієнти для шести основних сільськогосподарських культур: соєві боби – 0,55...2,60; кукурудза – 0,55...1,20; бавовна – 1,20...3,0; пшениця – 0,47...1,75; цукровий буряк – 0,07...0,20 і цукрова тростина – 0,13...0,25. Чисельні значення коефіцієнтів залежать не тільки від виду культури, але і від умов її вирощування, способів збирання урожаю, а також від методів визначення коефіцієнта.

Зазвичай, чим вище вихід продукції з одиниці площі, тим більше частка рослинних залишків.

Основними характеристиками рослинних залишків, які за своїм складом достатньо однорідні, є розмір частинок, щільність, зміст вологи і золи. Залишки зернових культур, за винятком рису, належать до відносно сухих культур: уміст вологи в них скла - дає приблизно 15%. Теплота згорання рослинних залишків більшості цих культур коливається в межах 11 500...18 600 кДж.

Середнє значення теплоти згорання рослинних залишків прийняте рівним 16300 кДж/кг. На рівні з рослинними залишками як енергетичну біосировину використовують водорості і водні мікрофіти.

Велика кількість біомаси у вигляді бур'янів часто утворюється в міських і сільських місцевостях, де є стоки, багаті живильними речовинами.

Середня кількість біомаси, яку дають водорості, становить 15...25 г/м² сухої маси в добу, а максимальна швидкість її утворення – 30...40 г/м². Саме тому водоростеві культури теж можуть стати ефективними джерелами енергетичної сировини.

Раціональне використання і видалення твердих міських відходів, особливо у великих містах з передмістями, є однією з важливих проблем, пов'язаних з охороною навколишнього середовища від забруднень. До таких відходів належать домашні відходи, відходи легкої промисловості і будівельне сміття.

Тільки у містах утворюється 400...450 млн т твердих побутових відходів (ТПВ), причому на одного жителя доводиться 250...700 кг на рік. Кількість ТПВ щорічно збільшується на 3...6%, що істотно перевищує швидкість приросту населення Землі.

У Європейському Співтоваристві (ЄС) за типовий прийнято такий склад ТПВ, % сухої речовини: харчові відходи – 20...25, дворові відходи – 12...18, текстиль – 1...6, пластмаса – 3...8, деревина – 1...8, скло – 4...12, метали – 3...12, інші неорганічні відходи – 1...20.

Приблизно 80% відходів належать до горючих матеріалів, з яких 65,6% мають біологічне походження – папір, харчові і тваринні відходи.

Сучасними полігонами ТПВ є складні інженерні споруди, на яких проводиться сортування, а в окремих випадках і утилізація найбільш цінних вторинних ресурсів, що містяться у відходах. До таких утилізованих ресурсів належить і біогаз, що утворюється у разі анаеробного розкладання органічних відходів. До складу біогазу, який належить до поновлюваних джерел енергії, входить 50...60% метану. Теплотворна здатність біогазу становить 20...25 МДж/м³, що робить

його збір, транспортування і промислове застосування економічно доцільними.

Враховуючи, що з 1 га полігону протягом року можна зібрати близько 1 млн м³ біогазу його виробництво в країні могло б скласти значну цифру – 15 млрд м³ на рік. За загального обсягу споживання природного газу в 400...450 млрд м³ на рік біогаз міг би бути джерелом економії природних ресурсів і, що найважливіше, – поновлюваним джерелом енергії.

Потенційними джерелами енергії можуть бути тільки залишки органічного характеру, тому з погляду можливого використання промислових відходів для отримання енергії найбільший інтерес представляють відходи харчової промисловості. Під час виробництва різних харчових продуктів утворюються різні відходи. Так, наприклад, у відходах фруктів міститься значна кількість цукру і пектину, у відходах продовольчого зерна – крохмаль і целюлоза. Особливу увагу треба приділити такому важливому джерелу енергетично використуваної біомаси, як лігнін, що є відходом гідролізного виробництва. За масою він становить 1/3 деревини, що переробляється, і на більшості гідролізних заводів цілком або частково вивозиться у відвали, забруднюючи великі території.

У зв'язку з тим, що продукти харчової промисловості транспортують і вантажать здебільшого з великим змістом вологи, значна частина твердих компонентів суміші знаходиться в розчиненому і зваженому стані. Тому для характеристики фактичного стану харчових відходів найбільш відповідним терміном є суспензія. Наявність великої кількості вологи у відходах харчової промисловості істотно обмежує можливість отримання з них теплової енергії шляхом прямого спалювання відходів. Велика увага приділяється енергетичному потенціалу відходів цукрової тростини, що виникають під час витягування цукрів, які становлять приблизно 30% мас самої цукрової тростини.

2.6.4. Відходи тваринництва та птахівництва

Велике різноманіття технологій утримання тварин, способів збирання гною з тваринницьких приміщень, типів і потужностей тваринницьких ферм і комплексів, кліматичних умов призводять до отримання різного виду гною. Загалом гній сільськогосподарських тварин поділяють на підстилковий (гній з підстилкою і кормовими залишками) і безпідстилковий (гній без підстилки з добавкою води або без неї). Види безпідстилкового гною: напіврідкий, рідкий і гнойові стоки. Основну масу органічних відходів птахівництва отримують у вигляді рідкого посліду або пометних стоків.

Безпідстилковий гній – це суміш калу і сечі тварин з домішками води і залишків корму. Залежно від вмісту в цій суміші води розрізняють напіврідкий гній (вологістю до 90%), рідкий гній – суміш екскрементів з водою (вологістю 90...95%) і гнойові стоки – суміш екскрементів значно розбавлені водою (вологістю понад 93%).

Підстилковий гній є основним органічним добривом. Це – суміш твердих і рідких виділень сільськогосподарських тварин з солом'яною, торф'яною та іншої підстилкою. Кількість і співвідношення твердих і рідких виділень суттєво відрізняються залежно від видів тварин. Наприклад, велика рогата худоба, коні і вівці виділяють калу більше, ніж сечі, а свині – навпаки.

Технологія виробництва молока і м'яса, яка діє сьогодні на тваринницьких комплексах промислового типу і характеризується високою концентрацією поголів'я худоби на фермах, безпідстилковим утриманням тварин, механізацією процесів видалення гною з тваринницьких приміщень, сприяла утворенню якісно нового складу стічних вод. Стоки тваринницьких комплексів складаються із суміші природних випорожнень тварин, залишків кормів і води. Кількісна і якісна характеристика стоків залежить від ваги, вигляду і поголів'я тварин, способу утримання системи видалення гною, що діє, з виробничих приміщень, виду кормів й інших чинників.

До складу екскрементів великої рогатої худоби, свиней, курей входить (у % до сухої речовини): органічні речовини – 77...88; жир – 8,4...5,0; сирий протеїн – 9,3...42,1; лігнін – 9,6...30,0; азот – 8,3...10,3; фосфат – 0,2...8,7; калій – 1,0...3,1.

Розрахункова середньодобова кількість і вологість екскрементів (гною) від однієї тварини різних статевовікових груп при годівлі свиней концентрованими кормами на свинарських підприємствах наведено в табл. 2.20, на підприємствах великої рогатої худоби – в табл. 2.21.

При цьому, загальну зольність екскрементів треба приймати 15%, щільність сухої речовини екскрементів - 1400 кг/м^3 , вміст сечі, отриманої на підприємствах, треба приймати в 65% від загальної маси екскрементів, вміст сухої речовини в сечі – 17% від загальної маси сухої речовини в екскрементах.

Щільність сухої речовини екскрементів треба приймати 1250 кг/м^3 , зольність сухої речовини – 16%, кількість і вологість підстилкового гною великої рогатої худоби визначається розрахунковим шляхом з умов утримання тварин.

Таблиця 2.20 – Розрахункова середньодобова кількість і вологість екскрементів від однієї тварини на свинарських підприємствах

Статеві-вікові групи тварин	Показники	Склад екскрементів		
		всього	в тому числі	
			кал	сеча
Кнури	Маса, кг	11,1	3,86	7,24
	Вологість, %	89,4	75	97
Свиноматки	Маса, кг	10	2,6	7,4
	Вологість, %	91	73,1	98,3
Поросята (вік, дні)				
26-42	Маса, кг	0,4	0,1	0,3
	Вологість, %	90	70	96,7
43-60	Маса, кг	0,7	0,3	0,4
	Вологість, %	86	71	96,3
61-106	Маса, кг	2,4	0,9	1,5
	Вологість, %	86	71,4	96,3
Свині (маса, кг)				
до 70	Маса, кг	5	2,05	2,95
	Вологість, %	87	73	96,7
більше 70	Маса, кг	6,5	2,7	3,8
	Вологість, %	87,5	74,7	96,9

Хімічний склад стічних вод тваринницьких комплексів залежить від поголів'я, але із збільшенням тварин не завжди збільшується вміст забруднювальних речовин. Це пов'язано з різним ступенем розведення стоків свіжою водою, яка використовується на технологічні потреби. За концентрацією органічних і мінеральних речовин стоки тваринницьких комплексів у багато разів перевищують як господарські побутові, так і промислові, а тому є більш значущими забрудненнями навколишнього середовища. Сечовина, яка знаходиться в стоках, зумовлює присутність в них з'єднань, які містять азот, таких як сечовина і сечова кислота. Із зольних елементів з сечею надхо-

дить значна кількість калію. З'єднання фосфору і білкового азоту надходять до стоків з твердими фекальними масами.

Таблиця 2.21 – Розрахункова середньодобова кількість і вологість екскрементів від однієї тварини на підприємствах великої рогатої худоби

Статевовікові групи тварин	Показники	Склад екскрементів		
		всього	в тому числі	
			кал	сеча
Бики	Маса, кг	40	30	10
	Вологість, %	86	83	95
Корови	Маса, кг	55	35	20
	Вологість, %	88,4	85,2	94,1
Телята				
до 3-х місяців	Маса, кг	4,5	1	3,5
	Вологість, %	91,8	80	95,1
до 6-и місяців	Маса, кг	7,5	5	2,5
	Вологість, %	87,4	83	96,2
на відгодовуванні до 4-х місяців	Маса, кг	7,5	5	2,5
	Вологість, %	87,4	83	96,2
на відгодовуванні з 4-х до 6-и місяців	Маса, кг	14	10	4
	Вологість, %	87,2	83,5	96,5
Молодняк				
6-12 місяців	Маса, кг	14	10	4
	Вологість, %	87,2	83,5	96,5
12-18 місяців	Маса, кг	27	20	7
	Вологість, %	86,7	83,5	96
на відгодовуванні 6-12 місяців	Маса, кг	26	14	12
	Вологість, %	86,2	79,5	94,1
на відгодовуванні більше 12 місяців	Маса, кг	35	23	12
	Вологість, %	84,9	80,1	94,2

Склад гнойових стоків складно характеризувати середніми показниками, тому що він змінюється в широких межах (табл. 2.22).

Показник забруднення (біохімічне поглинання кисню, хімічне поглинання кисню, сухий залишок тощо) значно високі для гною, неподіленого на тверду і рідку фракції; тверда фракція характеризується низькими показниками забруднення. Також тваринні стічні води характеризуються високим бактеріологічним забрудненням.

Таблиця 2.22 - Фізико - хімічний склад стічних вод тваринницьких комплексів

Показник	Нормоване значення	Дійсне значення (за даними І.Ф. Яр- молік)
рН	6,0 - 7,0	7,7 - 8,1
Сухий залишок, мг/л	3700 - 5000	10500 - 1350
Залежні речовини, мг/л	1232 - 8600	5000 - 12000
БСК, мг/л	1800 - 9200	3000 - 20000
ХСК, мг/л	5892 - 11696	4000 - 24000
Загальний азот, мг/л	1300 - 3884	1143
Азот амонію, мг/л	1400 - 2690	400 - 500
Сечовина, мг/л	-	-
Фосфати, мг/л	155	2500
Хлориди, мг/л	122 - 930	150
Карбонати, мг/л	-	-

У стоках тваринницьких комплексів вміщується багато не використаних живильних речовин і мікробної біомаси, тому що з організму виділяється 20% не перероблених живильних речовин. Бактерійна біомаса, яка утворюється в процесі розщеплювання кормів, вміщує 50...60% протеїну. Все це виділяється з організму і накопичується в гної.

У разі низької технологічної дисципліни в гній потрапляють сторонні домішки, зокрема шматки бетону, металу, дерева і пластмаси, а також речі, які потрапили в гній під час ветеринарної обробки тварин. Рідкі і напіврідкі відходи тваринництва є полідисперсною системою. Тверді частини різних розмірів знаходяться у вигляді суспензії і частково в колоїдному стані. Всі розчинні солі і низькомолекулярні органічні сполуки знаходяться в молекулярно - дисперсному стані.

Розрахункова кількість гнойових стоків, що утворюються від однієї голови на доїльних майданчиках, становить 20 л на добу, вміст екскрементів – 2...3 % від їх середньодобового виходу.

Кількість посліду, що виділяється птахами за добу (залежно від виду та віку), можна приймати заданими табл. 2.23.

Таблиця 2.23 – Кількість і вологість посліду

Види, вікові категорії птиці	Вихід посліду з розрахунку на одну голову на добу, г	Розрахункова вологість посліду, %	Об'ємна маса посліду, т/м ³
Кури:			
яєчні батьківського стада	189	71-73	0,6-0,7
яєчні промислового стада	175	71-73	0,6-0,7
м'ясні батьківського стада	276-300	71-73	0,6-0,7
Індики	450	64-66	0,6-0,7
Качки	423	80-82	0,7-0,8
Гуси	594	80-82	0,7-0,8
Кури яєчні (вік, тижні)			
1...4	24	66-74	0,6-0,7
5...9	97	66-74	0,6-0,7
10...12	176	66-74	0,6-0,7
Кури м'ясні (вік, тижні)			
1...8	140	66-74	0,6-0,7
9...18	184	66-74	0,6-0,7
19...26	288	66-74	0,6-0,7
Індики (вік, тижні)			
1...17	378	70-72	0,6-0,7
18...33	480	70-72	0,6-0,7
Гуси (вік, тижні)			
1...3	330	76-78	0,7-0,8
4...9	480	76-78	0,7-0,8
10...30	195	76-78	0,7-0,8
31...34	495	76-78	0,7-0,8
Качки (вік, тижні)			
1...7	230	76-78	0,7-0,8
8...21	210	76-78	0,7-0,8
22...26	234	76-78	0,7-0,8

Усушка посліду дорослих курей, індиків і молодняка старшого за 60 днів при клітковому утриманні становить через 12 год – 13%; через 24 год – 27%. Усушка посліду молодняка курей та індиків у віці 1...60 днів становить через 12 год – 16%; через 24 год – 33%. Усуш-

ка посліду курей та індиків становить 50 %; качок - 35%. Об'ємна маса посліду становить 0,7...0,8 т/м³, зольність – 17,3 %, вологість – 55...60%.

2.6.5. Відходи рослинництва

Рослинництво — провідна галузь сільськогосподарського виробництва, де вирощуються зернові, технічні, кормові, овочеві, баштанні культури, картопля, фрукти, ягоди, виноград та ін.

Найважливішим засобом і базою розвитку рослинництва і всього сільського господарства є земля. Земельний фонд України (всі землі в межах країни незалежно від їх цільового призначення і господарського використання) становить 60,4 млн. гектара. З них на сільськогосподарські угіддя припадає 42 млн. гектарів, або 70% усієї площі земельного фонду. Під ріллею перебуває 33,1 млн. гектара, під пасовищами – 5,5 млн. гектара, під сіножатями – 2,3 млн. гектара.

Висока врожайність значною мірою залежить від організації агрохімічної служби. Сільське господарство України має значний агрохімічний потенціал. Ефективне використання цього потенціалу, обґрунтований розподіл добрив серед регіонів, раціональна структура та своєчасне внесення їх в ґрунт є дійовими чинниками прискорення розвитку землеробства. При нераціональному використанні мінеральних добрив часто погіршується якість сільськогосподарської продукції.

За останні роки у структурі посівних площ України відбулися незначні зміни. Вони виражені передусім у підвищенні частки зернових і зниженні частки кормових культур. Дещо знизилася частка посівів технічних культур.

Провідне місце в структурі посівів (до 50%) займають зернові культури. Їх площа становить близько 15,0 млн. гектара. За рівнем виробництва зерна Україна посідає одне з провідних місць у світі. Перше місце серед технічних культур належить соняшнику, який займає близько двох третин всієї площі технічних культур (2,1 млн. га). Важливе місце з-поміж технічних культур також займають цукрові буряки, що використовуються для виробництва цукру, площа їх посіву становить близько 1,1 млн. гектара.

В Україні на невеликих площах висівають коноплі. У південних районах України вирощують рицину, олія якої широко використовується в авіаційній, парфумерній, медичній, шкіряній та інших галузях.

Південь — головний район посівів сої, яка переважно культивується на зрошуваних землях. Також в Україні вирощують і заготовляють багато лікарських рослин (близько 100). Культивують валері-

ану лікарську, кмин, хрін, шавлію лікарську, лаванду, м'яту перцеву, фенхель, беладонну лікарську тощо.

Для потреб пивоварної, дріжджової та хлібопекарської промисловості вирощують хміль.

Важливою галуззю рослинництва є садівництво і виноградарство. Головними районами поширення плодоягідних насаджень (зерняткових, кісточкових і горіхоплідних) є приміські зони великих міст. Найбільші масиви садів зосереджені в лісостеповій і степовій зонах (близько 40% усіх площ).

Загальновідомо, що Україна належить до держав з розвинутим землеробством. На неї припадає 4% світового збору пшениці, 9% – ячменю,

6% – картоплі, 11% – цукрових буряків, понад 4% – вівса. Україна має всі можливості для збільшення збору сільськогосподарських культур за рахунок підвищення врожайності, яка є ще дуже низькою.

Але попри все вищезазначене, рослинництво характеризується великим об'ємом відходів та вторинної сировини (біомаси), які повноцінно не використовуються і які можуть бути чинниками забруднення навколишнього середовища.

Для досягнення цілей, поставлених Україною в сфері ресурсо- та енергоощадження, необхідна достовірна інформація про енергетичний потенціал біомаси. Однак результати існуючих оцінок ресурсів біомаси для однієї й тієї ж географічної місцевості суттєво різняться між собою. Найістотношою причиною відмінності результатів є різноманітність підходів до вибору загальної методології оцінки, вихідних даних, методів визначення потенціалу земель, доступних для вирощування енергетичних культур, коефіцієнтів та припущень щодо виробництва й утилізації біомаси. Крім того, існуючі оцінки ресурсів біомаси досить часто суттєво відрізняються одна від одної за глибиною та часовим діапазоном аналізу, а також за типами потенціалу.

Розрізняють три основні види потенціалу біомаси – теоретично можливий (теоретичний), технічно доступний (технічний) та економічно доцільний (економічний).

Теоретичний потенціал - загальний максимальний обсяг наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії у фундаментальних біофізичних межах. Коли мова йде про біомасу сільськогосподарських та енергетичних культур та лісів, теоретичний потенціал представляє собою максимальну продуктивність при теоретично оптимальному менеджменті з урахуванням обмежень, що впливають з температури, сонячної радіації та опадів. У випадку від-

ходів та залишків різного виду теоретичний потенціал дорівнює максимально утвореному обсягу цих відходів та залишків.

Технічний потенціал - частка теоретичного потенціалу, доступна за певних технічно-структурних умов та поточних технологічних можливостей. Крім того, беруться до уваги просторові обмеження, викликані конкуренцією між різними користувачами землі, а також деякі екологічні та інші нетехнічні обмеження.

Економічний потенціал - частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності за даних умов.

Європейські експерти з питань біоенергетики виділяють два основні підходи до оцінки потенціалу біомаси: ресурсно-орієнтований та орієнтований на енергетичні потреби. У першому випадку досліджується ресурсна база та питання конкурентного використання біомаси різними кінцевими споживачами, тобто енергетичне та неенергетичне використання. У другому випадку оцінюється конкурентоспроможність різних технологій виробництва енергії з біомаси порівняно з іншими видами ВДЕ та традиційними паливами з точки зору найбільш ефективного задоволення енергетичних потреб.

Використання створеної на даний час інформаційно-аналітичної системи оцінки енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України дозволяє проводити щорічне відслідковування та уточнення кількісних параметрів енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії по всій території України, отримуючи результати у вигляді картографічної інформації з візуалізацією результатів у вигляді картографічної та атрибутивної бази даних. Відслідковування і аналіз поточної та багаторічної інформації має за мету також видачу рекомендацій для застосування як вже освоєних, так і нових відновлюваних рослинних джерел енергії по всій території України.

До відходів рослинництва відносяться рослинні компоненти сільськогосподарських культур: стебла зернових та технічних культур, корзинки й стебла соняшнику, відходи льону, стрижні кукурудзяних качанів, бадилля картоплі і бобових культур, відходи сінажу та силосу, солома, пожнивні залишки тощо.

Відходи рослинництва (біосировини) класифікують:

- *За джерелами утворення* – відходи рослинного походження;
- *За агрегатним станом* – є твердими відходами;
- *За технологічною стадією отримання* – одержувані при первинній переробці сировини;
- *За матеріаломісткістю* – є багатотоннажних сировиною;
- *За ступенем використання* – повне використання;

- *За ступенем впливу на навколишнє середовище* – є безпечними;
- *За напрямками подальшого використання* – використовуються на кормові, харчові технічні та енергетичні цілі.

Так, при заготівлі лісу та подальшій його переробці з відходами втрачається близько 50% деревини. Ця біомаса у вигляді тирси, листя, гілок вивозиться на полігони, де гниє чи спалюється на місці, таким чином погіршуючи екологічний стан довкілля. У сільськогосподарському виробництві основними залишками біомаси є солома та сіно. Для рослинних залишків характерною є особливість сезонної відтворюваності. Пік використання їх припадає на другу половину літа та осінь. Можливість використання рослинних залишків для виробництва енергії залежить від характеру переважної культури, якою засівають більші площі, і від кількості залишків, які можуть бути зібрані з одиниці посівної площі. Польові культури дають більше рослинних залишків, ніж овочеві. У грубому наближенні кількість рослинних залишків, що збирають, для даної сільськогосподарської культури можна визначити шляхом множення маси даної культури на характерну для неї частку залишку, що є відношенням сухої маси наземних залишків до маси зібраного з польовою вологістю врожаю. Ці коефіцієнти для основних сільськогосподарських культур становлять: пшениця - 0,47...1,75; кукурудза - 0,55...1,20; бавовна - 1,20...3,0; цукровий буряк - 0,07...0,20. Значення коефіцієнтів залежать не тільки від виду культури, а й від умов її вирощування, способів збору, а також від методів визначення коефіцієнта.

Видову характеристику відходів (в т.ч. рослинного походження), які ще називають біоенергетичними, представлено в табл. 2.24.

Таблиця 2.24 – Види біоенергетичних ресурсів

Відходи	Енергетичні культури
тверді побутові відходи	водорості
осад станції очищення комунальних стічних вод	сільськогосподарські культури для виробництва біопалива
відходи тваринництва	швидкоростучі деревні насадження
відходи рослинництва	
органічні відходи промисловості	
відходи деревини	

Фізико-хімічні та енергетичні властивості деяких видів біосировини представлено в табл. 2.25.

Таблиця 2.25 – Основні параметри різних видів біосировини

Параметр	Тріска лісосічних відходів	Тріска цілого дерева	Тирса	Стружка	Вторинна деревна тріска	Солома
Вологовміст, %	50-60	45-55	50-55	5-15	15-35	17-25
Ефективна теплотворна здатність сухої речовини, МДж/кг	18,5-20	18,5-20	18,9-19,2	18,9	18-21	17,9-18,7
Ефективна теплотворна здатність отриманого продукту, МДж/кг	6-9	7-10			12-16	12,4-14,0
Насипна щільність отриманого продукту, кг/м ³ насипного об'єму	250-300	250-350	250-300	80-120	150-250	80
Ефективна теплотворна здатність отриманого продукту, МВт·год/ м ³ насипного об'єму	0,7-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	0,5	0,6-0,8	0,3-0,4
Зольність сухої речовини, %	1-3	1-2	0,4-1,1	0,4	0,4-1	5

За статистичними даними відомо, що найбільшим потенціалом біомаси володіють Одеська (0,64 Мтне), Дніпропетровська (0,56 Мтне), Полтавська (0,51 Мтне), Кіровоградська (0,49 Мтне), Запорізька (0,44 Мтне), Донецька (0,43 Мтне), Харківська (0,41 Мтне) області. Ці області покривають 47,8% загальних ресурсів біомаси.

Також великі ресурси біомаси є у Миколаївській (0,40 Мтне), Київській (0,38 Мтне), Херсонській (0,32 Мтне), Чернігівській (0,31 Мтне) та Вінницькій (0,29 Мтне) областях. Ці області складають 23,4% загального потенціалу біомаси.

Великим є потенціал відходів деревини (лісова, деревообробна промисловість) у Житомирській (0,12 Мтне), Закарпатській (0,09 Мтне), Київській (0,073 Мтне), Львівській (0,062 Мтне), Харківській (0,058 Мтне) та Сумській (0,048 Мтне) областях. Ці області складають 46,7% загального потенціалу біомаси в Україні. Вони розташовані переважно у західній і північній Україні, де є ліси і підприємства лісової промисловості. Частка деревини від загального потенціалу біомаси в цих областях дорівнює від 58,7 до 14,3%. Загальний потенціал біомаси в Україні наведено в табл. 2.26.

Таблиця 2.26 – Енергетичний потенціал біомаси в Україні

Вид біомаси	Енергетичний потенціал, млн. т у.п.		
	Теоретичний	Технічний	Економічний
Солома зернових культур	30,6	30	4,54
Солома ріпаку	4,2	40	0,84
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	40,2	40	4,39
Відходи виробництва соняшнику (стебла, кошики)	21,0	40	1,72
Вторинні відходи с/г (лушпиння, жом)	6,9	75	1,13
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	4,2	90	1,77
Енергетичні культури:			
верба, тополя, міскантус (з 1 млн. га)	11,5	90*	6,28
Всього	-	-	21,07

Аналіз результатів показує, що основними складовими потенціалу є первинні сільськогосподарські відходи (солома зернових культур та ріпаку, доходи виробництва кукурудзи на зерно та соняшника) і енергетичні культури. Відходи сільськогосподарського виробництва є реальною складовою потенціалу, яка вже зараз використовується для виробництва енергії. Енергетичні культури поки є віртуальною складовою, оскільки наразі в Україні практично немає енергетичних плантацій за виключенням декількох експериментальних ділянок. Але з огляду на досвід Європейських країн можна очікувати стрімкий розвиток цього сектору вже найближчими роками.

Зауважимо, що вся біомаса складає 21,07 млн. т. у.п., що в перерахунку на природний газ еквівалентно 18,16 млрд. м³.

Наразі з наявного потенціалу біомаси для виробництва енергії в Україні найбільш активно використовується деревина та лушпиння соняшника. З наведених у табл. 2.27 даних видно, що використання потенціалу деревної біомаси сягає 80%, а лушпиння – 59%. При цьому потенціал загальнодоступної соломи використовується лише на 1%.

Таблиця 2.27 – Використання біомаси для виробництва енергії в Україні (2011 - 2012 роки)

Вид біомаси	Річний обсяг споживання**		Частка від загального обсягу річного споживання біомаси, %	Частка від економічно доцільного потенціалу, %
	Натуральні одиниці	Тис тонн умовного палива		
Солома зернових та ріпаку	77 тис. т	37	1,6	1
Дрова, населення	2 млн. м ³	478	21,4	80
Дрова, крім населення	4 млн. т	1 330	59,5	
Лушпиння соняшника	665 тис. т	318	14,2	59
Біогаз з аграрних відходів	10 млн. м ³	7	0,3	2

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ВІДХОДІВ ОСНОВНИХ ГАЛУЗЕЙ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Біогаз з полігонів ТПВ	26 млн. м ³	18	0,8	7
Усього		2 236	100	

Нижче детально розглянемо характеристику деяких видів рослинних відходів у сільському господарстві та агропромисловому комплексі в цілому.

Солома є одним з основних джерел біопалива в Україні. Середня кількість соломи злакових культур в Україні становить 40,31 млн. т. За використання 20% загального збору соломи для енергетичних цілей може бути заміщено 4,3 млн. т у. п./рік (близько 2% від загального споживання первинних енергоносіїв в Україні).

Енергетичний потенціал соломи різних видів наведено в табл. 2.28.

Таблиця 2.28 – Енергетичний потенціал сільськогосподарських відходів (соломи) в Україні

Вид біомаси	Енергетичний потенціал, млн. т у.п.		
	Теоретичний	Технічний	Економічний
Солома пшениці	7,14	3,60	0,93 (2,55)*
Солома ячменю	2,45	1,21	0,31 (0,98)
Солома інших зернових	0,80	0,40	0,10 (0,26)
Солома ріпаку	1,07	0,75	0,75 (2,06)

З однією тонною соломи в ґрунт повертається 4,2 кг азоту, 1,7 кг фосфору, 8,3 кг калію, 4,2 кг кальцію, 0,7 кг магнію, і ряд мікроелементів, які більше накопичуються в соломі, ніж в зерні. Недопустимим є спалювання соломи на полях, що часто має місце в багатьох господарствах. Це приводить до втрати азоту і органічної речовини і знищенню ґрунтової фауни. Нормальне біологічне функціонування ґрунту в цьому випадку відновлюється тільки через 2-3 місяці.

Розрахунок кількості паливної соломи показує, що мінімум 5 мільйонів тонн цієї сировини, що залишається тільки після збору злакових культур, може бути використано в Україні для виробництва енергії. Повна утилізація цих об'ємів могла б сприяти економії в загальнодержавному масштабі до трьох млрд. куб. природного газу. Ефект від використання альтернативного палива із соломи наступ-

ний: створення екологічно чистого, безвідходного виробництва; зниження собівартості продукції; економічно ефективно використання рослинних відходів; економія бюджетних коштів, що виділяються на закупку палива для муніципальних котелень; розвиток малого бізнесу; створення нових робочих місць в селах; продукт горіння (CO₂) нейтральний – таким чином вміст CO₂ в атмосфері не збільшується, а отже й парниковий ефект не посилюється. Нижче для порівняння в табл. 2.29 наведено енергетичні дані соломи в порівнянні з відповідними показниками іншої біосировини.

Таблиця 2.29 – Енергетична характеристика соломи ячменю в порівнянні з іншими паливними матеріалами

Показник	Золотиста со- лома	Сіра со- лома	Тирса
Вміст вологи, %	10-20	10-20	40
Летюча складова, %	70	70	70
Попіл, %	4	3	0,6-1,5
Вуглець, %	42	43	50
Водень, %	5	5,2	6
Кисень, %	37	38	43
Хлорид, %	0,75	0,2	0,02
Азот, %	0,35	0,41	0,3
Сірка, %	0,16	0,13	0,05
Тепловіддача, ефективна, МДж/кг	14,4	15	10,4
Температура розм'якшення золи, °С	800-1000	950-1100	1000-1400

Зараз для виробництва енергії використовується солома в обсязі еквівалентному 2 ГВт год/рік. Прогноз розвитку біоенергетики показує, що споживання соломи та стебел для виробництва енергії в 2030 р. буде еквівалентним 23 ГВт тод/рік, можна припустити, що в 2050-му році цей показник зросте до 50 ГВт тод/рік, що потребуватиме використання до 60% технічно доступних ресурсів.

Теплова енергія 1 кг соломи з вологістю 15 % становить біля 14,3 МДж, що відповідає запасам теплової енергії 0,81 кг деревини для опалення, 0,75 грубого вугілля або 0,41 м³ природного газу.

Спалюванню соломи передують збирання, при необхідності, висушування та зберігання сировини. Важливою характеристикою даної біомаси є її щільність. Звичайно, сухі біологічні матеріали мають щільність у 3–4 рази нижчу, ніж вугілля. Важливим чинником якості твердого біопалива є технологія приготування біомаси до спалювання (табл. 2.30).

У табл. 2.31 представлено розрахункові показники економічної ефективності використання соломи в якості палива у розсипному вигляді, ущільненої у рулони або пресованої у брикети.

Таблиця 2.30 – Характеристика енергомідкості соломи в залежності від технологій її приготування до спалювання

Солома як біопаливо	Об'ємна маса, кг/м ³	Питомий об'єм, м ³ /т	Питома енергомідкості, МВт/м ³
насипна	20-50	20-50	0,7-0,16
подрібнена (січка)	40-60	16-25	0,13-0,19
прямокутні тюки	70-130	7,7-14	0,23-0,43
круглі тюки	60-90	11-16	0,19-0,29
в'язанки	50-110	9-20	0,16-0,36
брикети, гранули	300-450	2,2-3,3	0,99-1,48

Переваги використання соломи для енергетичних цілей: зменшення викидів CO₂, SO₂, NO₂; зменшення кількості спалюваної на полях соломи — уникнення деградації навколишнього середовища; високий рівень ККД обладнання; збільшення періоду між чистками котла (наприклад, котел 1 МВт вимагає очистки раз на тиждень); робочий режим котла від 20% до 100% від номінальної потужності; значне зменшення коштів на вироблення 1 ГДж теплової енергії; використання місцевого відновлюваного джерела енергії; підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції; створення додаткових робочих місць для місцевого населення при доставці палива; підвищення енергетичної безпеки; приток на місцевий ринок грошей за виробництво «зеленої енергії».

Таблиця 2.31 – Показники економічної ефективності використання соломи як альтернативного джерела палива

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ВІДХОДІВ ОСНОВНИХ ГАЛУЗЕЙ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Тип обробки соломи	Витрати на заготівлю, грн/т	Витрати на спалювання, грн/т	Собівартість транспортування автотранспортом на 10 км грн/т	Середня собівартість виробництва тепла, грн./ГДж	Економічна ефективність виробництва тепла із соломи у порівнянні з газовим опаленням, грн	
					на 1 т соломи	на 1 ГДж
Подрібнення	108	407	72	43	600	50
Ущільнення у рулони	112	415	68	47	526	47
Брикетування	467	382	22	72	451	38

Недоліки: низька теплотворна здатність – близько 15 ГДж/т; значна залежність теплотворної здатності від вологості соломи; великі витрати на отримання, переробку, транспортування та зберігання; недостатня кількість печей для спалювання соломи; недостатня кількість агрегатів для пелетування; недостатньо розвинений та насичений ринок біопалива не дає гарантій на забезпечення великих теплоелектроцентралей достатньою кількістю соломи; існуючі законодавчі акти не передбачають фінансових преференцій за тепло, отримане з соломи в теплових установках малої потужності; під час спалювання виділяються сполуки хлору, калію, які спричиняють корозію, а також велика кількість лужних металів, що призводять до виникнення шлаків.

Лушпиння. Кількість лушпиння при промисловій переробці насінневих культур становить значну частину – 17...20% до маси насіння. Лушпиння різних гібридів і сортів складає в середньому: жиру 3%, білка 3,4%, безазотистих екстрактивних речовин 29,7%, клітковина 61,1%, зола 2,83%.

На жаль, в даний час залишаються невирішеними проблеми, пов'язані з раціональним використанням лушпиння. Відсутність галузевого нормативного документу, який би передбачав використання лушпиння в якості палива гальмує розвиток промисловості.

Згідно літературних джерел можна виділити такі шляхи використання лушпиння: спалювання; виробництво гранул/брикетів; вивіз на звалища; інше (традиційне використання лушпиння в якості кормової добавки в тваринництві і птахівництві; застосування лушпиння в бу-

дівництві; при вирощуванні грибів; в якості добрива і покращення властивостей ґрунту; в гідролізній промисловості та ін.)

У відсотковому співвідношенні шляхи використання соняшникового лушпиння представлені в табл. 2.32.

Таблиця 2.32 – Шляхи використання соняшникового лушпиння в Україні

Шляхи утилізації	тис. т/рік	% від загального обсягу
Спалювання	390	57,8
Виробництво гранул/брикетів	150	22,2
Вивіз на звалища	80	11,9
Інше	55	8,1

На сьогодні, більше половини річного обсягу утвореного лушпиння спалюється в котлах з метою виробництва теплової енергії, близько 22 % використовується для виробництва гранул та брикетів, досить велика частка (до 80 тис т/рік) вивозиться на звалища, певна кількість продається сільськогосподарським підприємствам та населенню для господарських потреб.

Соняшникове лушпиння є пористим, волокнистим матеріалом з дуже розвинутою внутрішньою поверхнею (питома поверхня досягає 110...145 м²/г). При механічному подрібнюванні соняшникового лушпиння кількість голчастих фракцій розміром 300...500 мкм склала 90...95 %, а при механічному перетиранні з ударною дією домінують сферичні фракції розміром 1...1300 мкм (80...87 %). Фракції розміром 80, 100 і 200 мкм склали 86 %.

Аналіз хімічного складу показав, що мінеральних речовин (золи) у рисовому лушпинні міститься в 4,5 рази більше, ніж у соняшковому, і в 1,7 рази більше, ніж у гречаному. Целюлози у гречаному лушпинні значно більше (до 50 %) , ніж у соняшковому і рисовому (табл. 2.33).

Найбільший приріст біомаси вермикультури спостерігався в субстраті з соняшникового лушпиння майже на 400%, а найкращий показник за репродукцією – на основі суміші соняшникового та гречаного лушпиння (на 80%).

Теплотворна здатність 1 т сухої речовини лушпиння еквівалентна 17,2 МДж. За цим показником лушпиння переважає дрова – (14,6...15,9) МДж/кг і буре вугілля – 12,5 МДж/кг. При спалюванні лушпиння кількість вуглекислого газу, що виділяється не перевищує того, що утворюється при природному розкладанні деревини.

Таблиця 2.33 – Хімічний склад рослинних відходів, %

Лушпиння	Во-лога	Зо-ла	ЛГ П*	ВГ П**	Смо-ли	Ліг-нін	Целю-лоза	Пенто-зани
Соняшни-кове	7,7-9,3	3,7-4,5	18,0-19,43	28,7-29,9	5,9-6,3	28,5-29,5	22,5-23,1	19,5-21,0
Рисове	8,5-10,8	17,0-19,5	27,5-29,18	24,7-26,5	1,1-1,3	21,1-23,2	32,6-33,4	25,5-26,3
Гречане	11,2-13,2	10,1-12,3	22,5-23,4	21,7-22,9	1,4-1,6	19,5-20,2	48,5-50,0	22,8-23,2

* – полісахариди, що легко гідролізуються; ** – полісахариди, що важко гідролізуються

Так як лушпиння має дуже низьку насипну щільність (170 кг/м^3) та його транспортування на велику відстань є економічно недоцільним, тому надзвичайно актуальним і економічно вигідним, на сьогоднішній день, є виробництво гранул або брикетів, щільність яких складає 1200 кг/м^3 .

Якщо розглядати рисове лушпиння, то треба зазначити, що об'ємна маса рисового лушпиння становить $0,96 \dots 0,16 \text{ г/см}^3$, теплотворна здатність – $3300 \dots 3600 \text{ ккал/кг}$, температура горіння знаходиться в межах $800 \dots 1000^\circ\text{C}$, коефіцієнт теплопровідності – $0,2517 \dots 0,3288$. Загалом середньорічна частка використання рисового лушпиння від загального обсягу його виробництва розподілялась наступним чином: 50,2% відвантажено на гідролізні заводи для отримання фурфуролу та кормових дріжджів; 16,9% відправлено для виробництва кормових сумішей; 4,8% відпущено сільськогосподарським підприємствам для підстилання тваринам та 28,1% вивезено на сміттєзвалища. Хоча невикористану частку рисового лушпиння, зважаючи на його енергетичні властивості, цілком раціонально використовувати у біоенергетиці.

Деревина. Залежно від виробництва, при якому утворюються деревні відходи, їх можна поділити на два види: відходи лісозаготівель і відходи деревообробки.

Відходи лісозаготівель - це відокремлювані частини дерева в процесі лісозаготівельного виробництва. До них відносяться хвоя, листя, пагони, гілки, сучки, вершинки, козирки, вирізки стовбура, кора, відходи виробництва колотих балансів та ін.

Відходи деревообробки утворюються в деревообробному виробництві. До них відносяться: хвости обапунків і дощок; кускові відходи; фанерні і плиточні; всі види стружки; деревний пил і тирса; куски кори тощо.

Всі перераховані відходи також можна класифікувати: за породою деревини (хвойна, листяна); за вологістю (сухі – до 15%, напівсухі – 16...30%, вологі – 31% і вище, дуже вологі); за стадією обробки (первинні, вторинні); за подальшим використанням (ділові і неділові); за характером біомаси (відходи з елементів крони, стовбурної деревини та кори);

Залежно від форми і розміру часток деревні відходи поділяються на кускові і м'які (тирса, стружки).

Після переробки деревини утворюються відходи, що згідно з нормативами становлять: 12% від обсягу заготівельних робіт; 35% від обсягу лісопереробних робіт; 31% при виробництві віконних і дверних блоків, тари; 54% при виробництві меблів.

Деревних відходів, як сировини для подальшої переробки в Україні є вдосталь, переважна її більшість донедавна висипалася в яри, залишалася в лісах чи просто спалювалася, що погіршувало екологічну ситуацію довкілля в Україні. Загалом, за даними Державного агентства лісових ресурсів України, щорічно в українських лісах залишається близько 2 млн. куб. м відходів. Проте ситуація потрохи починає покращуватися. Зростає попит на вітчизняну паливну продукцію, відповідно, з'являються нові лінії з виробництва твердого біопалива, і ці відходи, які гнили в лісах, починають використовуватися.

Зокрема, тільки в 2010 р. виробництво твердого біопалива в порівнянні з 2009 р. зросло на 45...50% і склало близько 500 тис. т. 75...80% цих об'ємів – це тверде біопаливо з відходів деревообробної промисловості. Інші 20...25% – продукт, вироблений з відходів АПК (солома, лушпиння соняшника та ін.). Така пропорція пояснюється тим, що тверде біопаливо з відходів деревини має вищий показник теплотворної здатності, ніж з відходів АПК (табл. 2.34).

Очевидно, що раціональна утилізація деревних відходів дасть можливість знизити шкоду навколишньому середовищу, стане надійним джерелом економії коштів, отримання додаткового прибутку за рахунок реалізації нових видів продукції. Великі обсяги перероб-

люваної деревини тягнуть за собою очевидну проблему утилізації відходів від цього виду промисловості.

Таблиця 2.34 – Основні параметри різних видів палива з біомаси

Параметр	Тріска лісосічних відходів	Тріска цілого дерева	Тирса	Стружка	Вторинна деревна тріска	Солома
1	2	3	4	5	6	7
Вологовміст, %	50-60	45-55	50-55	5-15	15-35	17-25
Ефективна теплотворна здатність сухої речовини, МДж/кг	18,5-20	18,5-20	18,9-19,2	18,9	18-21	17,9-18,7

продовження табл. 2.34

1	2	3	4	5	6	7
Ефективна теплотворна здатність отриманого продукту, МДж/кг	6-9	7-10	-	-	12-16	12,4-14,0
Насипна щільність отриманого продукту, кг/м ³ насипного об'єму	250-300	250-350	250-300	80-120	150-250	80
Ефективна теплотворна здатність отриманого продукту, МВт?год/ м ³ насипного об'єму	0,7-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	0,5	0,6-0,8	0,3-0,4
Зольність сухої речовини, %	1-3	1-2	0,4-1,1	0,4	0,4-1	5

Отже, деревина – найбільш ефективне джерело енергії (крім природного газу) для отримання тепла, одночасно вона є найбільш екологічно чистим продуктом для ТЕС. Загальний енергетичний потенціал деревини наведено в табл. 2.35.

Таблиця 2.35 – Енергетичний потенціал деревної біомаси в Україні

Складові потенціалу деревної біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т у.п.	Коефіцієнт технічної доступності	Технічний потенціал, млн. т у.п.	Коефіцієнт енергетичного використання	Економічний потенціал, млн. т у.п.
1	2	3	4	5	6
Невивезена деревина на лісосіках (порубочні залишки), W 50-60%	0,26	0,9	0,24	0,9	0,21
Первинні відходи деревообробки (відходи у ліспромгоспах при розпилюванні кругляка), W	0,37	0,9	0,33	0,7	0,23

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ТА ВІДХОДІВ ОСНОВНИХ ГАЛУЗЕЙ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

40-45%					
--------	--	--	--	--	--

продовження табл 2.35

1	2	3	4	5	6
Вторинні відходи деревообробки (відходи на ДО-Ках при виготовленні готової продукції), W 25-30%	0,23	0,9	0,21	0,7	0,14
Дрова, що вивозяться з лісосіки, W 40-45%	1,27	0,7	0,89	1,0	0,89

У порівнянні з традиційними видами палива енергія з деревних відходів має низку переваг: екологічна чистота; доступність; висока теплотворна здатність; низький вміст золи, шкідливих речовин; можливість повної автоматизації процесу спалювання; відновлюваність вихідної сировини; можливість вторинного використання відходів (золи в якості добрива).

Узагальнюючи всю вищенаведену інформацію про відходи агропромислового комплексу в Україні, відмічено, що потенціал біоенергетики в країні практично не використовується. Це обумовлено тим, що існує низка бар'єрів на шляху розвитку біоенергетики, зокрема такі: субсидування внутрішніх цін на газ для населення та ЖКГ робить біомасу неконкурентоспроможною у цих секторах; відсутність субсидій для покупців біоенергетичного обладнання; відсутність діючої державної програми з розвитку біоенергетики; можливості сектора біоенергетики майже проігноровані при розробці проекту оновленої Енергетичної стратегії України на період до 2030 року; нерозвиненість ринку біомаси як палива; завищені екологічні вимоги до котлів, що працюють на біомасі; механізм утворення тарифів не стимулює виробників тепла застосовувати місцеві біопалива, а навпаки - спонукає їх до використання імпортного газу.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Основні підходи до класифікації відходів підприємств.
2. Класифікація відходів за ступенем небезпечного впливу на людину.

3. Енергозатратність цукрового виробництва та шляхи її зменшення
4. Основні положення ДСТУ 4714:207 «Енергозбереження».
5. Охарактеризуйте вторинні ресурси цукрових підприємств.
6. Які напрямки використання вторинних сировинних ресурсів у цукровій промисловості?
7. Який хімічний склад бурякового жому? Напрямки його переробки.
8. Де застосовується рафінадна патока?
9. Які напрямки використання фільтраційних осадів у цукровій промисловості?
10. Технологія виробництва ферментованих кормів.
11. Енергозберігаюча технологія переробки бурякового жому.
12. Як вилучають із жому пектин? Де застосовують цю харчову добавку?
13. Застосування ферментів для переробки відходів цукрових підприємств..
14. Сфери застосування нанокристалічної целюлози у народному господарстві.
15. Сфери застосування виноградних вичавок, гребенів і насіння.
16. Де застосовують виноробні сульфатовані та дріжджові осадки?
17. Охарактеризуйте області застосування відходів виноробної промисловості.
18. З чого виробляють винну кислоту і де її застосовують?
19. З чого виробляють амівіт? Де його застосовують?
20. Назвіть вторинні ресурси пивоварного виробництва і галузь їх застосування.
21. Напрямки застосування пивної дробини.
22. Чому пивна дробина при зберіганні небезпечна для довкілля?
23. Охарактеризуйте перспективні технології переробки вторинних ресурсів пивоварного виробництва.
24. Як проводять консервування сирої пивної дробини?
25. Ксиліт. Сфери застосування. Технологія виробництва.
26. Охарактеризуйте вторинні ресурси олійно-жирової галузі.
27. Сфери застосування соняшникових макух і шротів у народному господарстві.
28. Де можна застосувати лушпиння соняшника?
29. Сфери застосування соєвих макух і шротів.

30. Охарактеризуйте сенсорні та фізико-хімічні властивості соєвого шроту.
31. Який хімічний склад насіння ріпаку та шроту з нього? Сфери застосування ріпакової олії та шроту.
32. Основні технології переробки вторинних ресурсів олійно-жирової галузі.
33. Застосування рослинних олій для виробництва рідкого біопалива.
34. Класифікація технологій виробництва дизельного біопалива.
35. Які основні операції застосовують у технологіях виробництва дизельного біопалива з рослинних жирів?
36. Вимоги до якості ріпакової олії і її метилового ефіру (біопалива).
37. Де знаходять застосування відходів борошномельного і круп'яного виробництва?
38. Охарактеризуйте напрямки застосування відходів спиртової промисловості.
39. Технологія виробництва біогазу з відходів спиртової суміші.
40. Схеми утилізації після спиртової барди з використанням біотехнологій та фізико-хімічних методів.
41. Технологія переробки після спиртової барди для отримання кормових дріжджів.
42. Опишіть процес ферментації після спиртової барди для отримання кормових дріжджів.
43. Технологія переробки мелясної барди на біогаз.
44. Технологія виробництва і сфери застосування сухої барди.
45. Охарактеризуйте агропромисловий комплекс України і виробництва, на яких утворюються відходи, що придатні для переробки.
46. Процес відтворення сировинних ресурсів в АПК.
47. Класифікація відходів АПК. Напрямки їх використання.
48. Використання біомаси для енергетичних цілей.
49. Використання водоростей для виробництва біологічних палив.
50. Використання відходів тваринництва і птахівництва для виробництва енергоносіїв.
51. Використання відходів рослинництва для переробки на кормові, харчові та енергетичні цілі.
52. Використання лушпиння зерна і відходів деревини для виробництва альтернативних енергоносіїв.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА З ВІДХОДІВ ХАРЧОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ ТА АГРАРНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1. Біогаз

Біогаз – паливний газ, який виробляють із біомаси або біологічно розкладених компонентів, який може підлягати очищенню для придання йому

якості природного газу, і використовують як біопаливо або генераторний газ (хімічна формула – CH_4).

У нетрадиційній енергетиці особливе місце займає переробка біомаси (органічних сільськогосподарських і побутових відходів) метановим бродінням з отриманням біогазу, що містить майже 70% метану, і знезаражених органічних добрив. Надзвичайно важлива утилізація біомаси в сільському господарстві, де на різні технологічні потреби витрачається велика кількість палива і безперервно ростуть потреби у високоякісних добривах. Всього в світі сьогодні використовується або розробляється майже 60 - ти різновидів біогазових технологій.

Біогаз – це суміш метану і вуглекислого газу, що утворюється в процесі анаеробного зброджування в спеціальних реакторах – метантанках, улаштованих і керованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану. Енергія, що отримується під час спалювання біогазу, може досягати від 60 до 90%, яку має початковий матеріал. Інше, – і дуже важливе, – цінність процесу переробки біомаси полягає в тому, що в його відходах міститься значно менше хвороботворних мікроорганізмів ніж у початковому матеріалі. Отримання біогазу економічно виправдане і є переважним під час переробки постійного потоку відходів (стоки тваринницьких ферм, боєнь, рослинних відходів тощо). Економічність полягає в тому, що немає потреби в попередньому зборі відходів, організації і управлінні їх подачі.

3.1.1. Історія освоєння виробництва і використання біогазу

Широке використання біогазу почалося на початку двадцятих років минулого сторіччя після розробки технології безперервного виробництва біогазу з очисних комунальних стоків. Першу установку для отримання газу із стоків було побудовано поблизу Гааги. Проте, вона не забезпечувала переробку органічних відходів сільськогосподарської продукції, які складаються головним чином із целюлози. У 1942 році в Алжирі професори Дуцеллер і Ісманн запатентували

установку для виробництва біогазу з гною з періодичною системою роботи без засобів підігрівання сировини. Енергетичні труднощі післявоєнного періоду сприяли розповсюдженню нової технології автономного енергозабезпечення. За короткий проміжок часу в Північній Африці, Італії і Франції було побудовано майже 1000 установок типу Дуцеллер Ісманн для ферментації твердого гною. Пізніше, в останній чверті ХХ ст., у багатьох країнах Європи відновилися інтенсивні експериментальні пошуки ефективної технології метанової ферментації, яка дає можливість виробництва біогазу з різної сировини сільськогосподарського походження. Як результат широкомасштабних досліджень було створено технологію безкисневої переробки сільськогосподарських відходів, відому сьогодні у всьому світі. Її реалізація в різних регіонах має свою специфіку. У Європі унаслідок низьких температур застосовують додаткове підігрівання для забезпечення необхідної температури метанової ферментації. У більшості випадків використовують комплексні системи, які виробляють з біогазу водночас тепло і електроенергію, проте їх недоліком є високі одиничні інвестиційні витрати.

Порівняно з іншими носіями енергії біогаз відрізняється своєю перспективністю, особливо для сільської місцевості (табл. 3.1).

Наступним, після біогазу, продуктом метанової ферментації є шлам, який називають біошламом або обробленою гноївкою, що є цінним органічним добривом.

Таблиця 3.1 – Енергоємність біогазу порівняно з іншими носіями енергії

Продукт	Одиниці вимірювання	Еквівалент 1 м³ неочищеного біогазу 23 МДж/м³	Еквівалент 1 м³ очищеного біогазу 35,2 МДж/м³
Спирт	дм ³	1,10	1,70
Бензин	дм ³	0,73	1,10
Електроенергія	кВт·год	0,620	0,940
Природний газ	м ³	0,61	0,93
Вугілля	кг	0,82	1,25

Завдяки виробництву біогазу власники господарств мають можливість отримання додаткових доходів від використання або продажу як біогазу, так і обробленої гноївки у вигляді високоякісних органічних добрив. Живильні речовини з переробленої гноївки набагато краще засвоюються сільськогосподарськими рослинами. Оброблена

гноївка краще зневоднюється (займає менший об'єм, завдяки чому її легко утилізувати) і майже не має запаху порівняно з необробленою. У разі застосування її як добрива зменшуються забруднення ґрунтових вод і розповсюдження хвороб і бур'янів, що у свою чергу дозволяє зменшити витрати на хімічні засоби підживлення і захисту рослин.

3.1.2. Розвиток біогазових технологій у країнах Європейського Союзу та світу

На сьогоднішній день відновлювані джерела енергії (ВДЕ) займають значне місце в енергобалансі країн світу. Як свідчать дані Міжнародного енергетичного агентства¹, 13,1% первинної енергії в світі в 2010 р. було вироблено з ВДЕ, більшу частину яких склали біомаса – 9,9%. За період з 1991 р. споживання енергії з ВДЕ в ЄС збільшилося в два рази і склали в 2009 р. 153 млн. т н.е./рік, або 9% загального енергоспоживання ЄС-27. Енергія з біомаси склали 107,1 млн. т н.е. (70% від усіх відновлюваних джерел).

Виробництво електроенергії в ЄС в останні роки тримається на рівні 3200...3300 ТВт·год/рік. На частку ВДЕ припадає близько 21 % загального обсягу виробництва. У структурі виробництва електроенергії з відновлюваних джерел перше місце займає гідроенергетика (57% всіх ВДЕ), на другому і третьому місцях знаходяться енергія вітру (21%) і біомаси (19%). Всього за рахунок ВДЕ в ЄС в 2020 р. має бути забезпечено 34% загального споживання електроенергії. Виробництво електроенергії з біомаси (тверда біомаса, органічні відходи, біогаз) повинно потроїтися і досягти 300 ТВт·год/рік.

Одним з важливих секторів ВДЕ в світі є виробництво та енергетичне використання біогазу. Лідером у виробництві біогазу по праву можна вважати Євросоюз в цілому, і Німеччину зокрема. Загальне виробництво біогазу в ЄС-25 у 2010 р. склали 10,9 млн. т н.е. (еквівалент 13,5 млрд. м³ природного газу), з них 6,7 млн. т н.е. – вироблено в Німеччині (табл. 3.2). При цьому приріст по відношенню до 2009 р. склав 31,3%.

Загальна кількість біогазових установок в Європі перевищує 11 тис. одиниць. Протягом 2011 року в Німеччині за даними національної біогазової асоціації запущено 1310 нових БГУ. Загальна кількість БГУ в Німеччині склали 7215 одиниць, при цьому їх сумарна встановлена потужність досягла 2,9 ГВт. Всього протягом року з біогазу було вироблено 19,4 ТВт·год. електроенергії, що становить 3% виробленої електроенергії в країні.

Таблиця 3.2 – Виробництво біогазу та електроенергії з біогазу в країнах світу у 2010 р.

Країна	Виробництво біогазу, тис. т н.е.				Валове виробництво електроенергії з біогазу, ГВт-год.		
	Біогаз полігонів ТПВ	Біогаз стічних вод	Інші види біогазу	Всього	ТЕС	ТЕЦ	Всього
Німеччина	232,5	402,6	6034,5	6669,6	14847,0	1358,0	16205,0
Великобританія	1492,6	258,0	0,0	1750,6	5137,0	575,0	5712,0
Італія	349,6	8,1	149,8	507,5	1451,2	602,9	2054,1
Франція	255,9	44,2	53,5	353,6	756,0	296,1	1052,1
Нідерланди	36,7	50,2	206,5	293,4	82,0	946,0	1028,0
Чехія	29,5	35,9	111,3	176,7	361,0	275,0	636,0
Іспанія	119,6	12,4	66,7	198,7	536,0	117,0	653,0
Австрія	5,1	22,3	144,2	171,6	603,0	45,0	648,0
Польща	43,3	63,3	8,0	114,6	149,3	418,0	567,3
Бельгія	41,9	14,6	70,9	127,4	0,0	398,4	398,4
Швеція	35,7	60,7	14,8	111,2	1,0	352,0	353,0
Данія	8,1	20,1	74,0	102,2	184,0	22,0	206,0
Греція	51,7	15,0	1,0	67,7	190,5	31,4	221,9
Ірландія	44,2	9,6	4,6	58,4	75,0	21,0	96,0
Фінляндія	22,7	13,2	4,6	40,4	90,0	11,0	101,0
Словаччина	0,8	9,5	1,8	12,2	51,5	37,8	89,2
Португалія	28,2	1,7	0,8	30,7	7,2	90,2	97,4
Словенія	7,7	2,8	19,9	30,4	1,0	21,0	22,0
Угорщина	2,6	12,3	19,3	34,2	5,9	50,8	56,7
Литва	7,9	3,3	2,2	13,3	0,0	55,9	55,9
Люксембург	0,1	1,2	11,7	13,0	0,0	31,0	31,0

**РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА З ВІДХОДІВ ХАРЧОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ
ТА АГРАРНОГО КОМПЛЕКСУ**

Латвія	2,0	3,0	5,0	10,0	0,0	36,4	36,4
Румунія	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	1,0	1,0
Естонія	2,7	1,1	0,0	3,7	0,0	10,2	10,2
Кіпр	0,0	0,0	1,0	1,0	-	-	-

У 2011 році в Європейському Союзі 56,7% біогазу було вироблено на біогазових установках, що використовують як сировину відходи АПК і спеціально вирощену рослинну сировину. Близько третини біогазу (31,3%) отримано на полігонах ТПВ. Решта (12%) вироблена на станціях очистки стічних вод. При цьому різні європейські країни мали різну спеціалізацію. Біогаз полігонів ТПВ відіграє основну роль у Великобританії, Франції, Італії та Іспанії, у той час як біогаз з сільськогосподарських відходів та рослинної сировини домінує в Німеччині, Нідерландах, Чехії, Австрії, Бельгії, Данії та Східній Європі.

Біогаз переважно використовувався для виробництва електроенергії та/або тепла. Домінуюча частина корисного використання енергії біогазу припадає на виробництво електроенергії, що становить 30,3 ТВт-год. на рік.

У 2011 році виробництво електроенергії з біогазу в ЄС зросло порівняно з 2010 роком на 18,4% і досягло 35,9 ТВт-год. За той же період продаж тепла, отриманого з використанням біогазу, підприємствам та тепловим мережам збільшився на 16% до 2,2 млн. т н.е.

У балансі виробництва електроенергії з ВДЕ в ЄС електроенергія з біогазу становить 4,5%, а в балансі виробництва електроенергії з біомаси - 24,4%. Згідно з офіційним прогнозом Єврокомісії⁴ щодо структури виробництва електроенергії з ВДЕ в ЄС в 2020 р. частка електроенергії з біогазу становитиме близько 8%, перевищивши внесок малої гідроенергетики, геотермальної та сонячної енергетики, а також електроенергії з відходів.

Значна частина первинної енергії біогазу споживається на власні потреби БГУ (підігрів біореакторів, привід механізмів) або просто розсіюється у вигляді теплової енергії в атмосферу через відсутність споживача теплової енергії поблизу БГУ. У зв'язку з цим, в останні роки почали стрімко розвиватися проекти з виробництва очищеного біогазу (біометану) з подальшим закачуванням в мережі ПГ. У 2011 році в Європейському Союзі налічувалося за різними даними приблизно 180 установок з виробництва біометану, 130 з яких постачали біометан в газові розподільчі мережі, на інших біометан використовувався як моторне паливо для автомобілів. Сумарна потужність біометанових установок становила 70000 нм³/рік. Тільки в Німеччині в

липні 2012 року працювало 87 установок, на яких вироблялося 55930 нм³/рік біометану. В цей же час в процесі будівництва знаходилося ще 39 установок з перспективою збільшення виробництва біометану до 81620 нм³/рік. У Швеції з 47 біометанових установок 7 постачали біометан в газові мережі, решта виробляли моторне паливо для транспорту, у Швейцарії відповідно 7 і 15, в Нідерландах всі 13 установок забезпечували постачання в мережу ПГ. Загальне виробництво біометану у 8 країнах ЄС в 2010–2011 рр. склало приблизно 0,5 млрд. м³/рік.

Крім того, розвивалися проекти будівництва БГУ поблизу споживачів тепла або створення таких споживачів тепла поблизу БГУ. Це дозволило більш повно використовувати енергію виробленого біогазу в періоди і в місцях максимального повного використання виробленої теплової енергії.

Великі обсяги виробництва біогазу та біометану стали наслідком додаткового використання як субстрату спеціально вирощуваних енергетичних рослинних культур (переважно силосу кукурудзи). Наприклад, у Німеччині для цих цілей було задіяно близько 1 млн. га, що становить 8,3% від загальної площі орних земель (більше 12 млн. га).

Дорожня карта з виробництва біогазу в країнах ЄС показує можливість виробництва біогазу в 27 країнах ЄС в 2020 р. в обсязі, еквівалентному 29,43 млн. т н.е. (еквівалент 36,29 млрд. м³ природного газу) Для цього достатньо буде використовувати 35 % всіх гнойових відходів тваринницьких ферм і вирощувати енергетичні культури під біогаз на 5% сільськогосподарських земель. При цьому приблизно 3/5 обсягу біогазу планується виробляти з енергетичних культур, 1/5 – з гною, і ще 1/5 – з інших відходів і побічних продуктів промисловості та сільськогосподарства. За оцінками аналітиків, ринок біогазу продовжить стрімко розвиватися, заміщуючи інші енергоносії у загальній структурі енергетичного балансу країн.

3.1.3. Біогазові технології в Україні

В Україні тільки на великих свинарських і птахівницьких комплексах щорічно утворюється понад 3 млн. т органічних відходів у сухій речовині, переробка яких дозволить отримати майже 1 млн. т у.п. у вигляді біогазу, це еквівалентно 8 млрд. кВт год. електроенергії. Крім того, в Україні є майже 2 млн. негазифікованих сімейних підвір'їв. Досвід країн, незабезпечених природним газом (наприклад,

КНР), показує, що віддалені сільські місцевості доцільно газифікувати за допомогою малих біоустановок, що працюють на органічних відходах сімейних подвір'їв. Енергетичний потенціал біогазу наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Енергетичний потенціал біогазу

Вид біогазу	Теоретичний потенціал, млн. т у.п.	Коефіцієнт технічної доступності	Технічний потенціал, млн. т у.п.	Коефіцієнт енергетичного використання	Економічний потенціал, млн. т у.п.
Біогаз з відходів тваринництва	3,27	0,7	2,45	0,3	0,76
Біогаз з твердих побутових відходів	0,77	0,6	0,46	0,6	0,26
Біогаз з осадів станцій аерації	0,21	0,6	0,13	0,7	0,09
Біогаз з кукурудзи як енергетичної культури	1,59	0,7	1,11	1,0	1,11

В Україні існують поодинокі приклади впровадження біогазових технологій. Перша з нині працюючих на відходах тваринництва БГУ промислового типу була побудована в 1993 р. на свинофермі комбінату «Запоріжсталь». Після цього були запуснені біогазові установки компаній «Агро-Овен», «Еліта», «Українська молочна компанія». Станом на 2012 р. на базі сільськогосподарських підприємств в Україні функціонували 4 біогазові установки (табл. 3.4).

Біогазова установка на комбінаті «Запоріжсталь» була впроваджена з метою очищення стоків та зменшення споживання енергії, на сьогоднішній день енергетична (теплова) утилізація біогазу реалізується на власні потреби свиногомплексу комбінату. На свиногомплексі корпорації «Агро-Овен» електроенергія, що виробляється у біогазовій установці, споживається на власні потреби установки та пі-

дприємства, при цьому когенераційна установка не підключена до загальної електромережі.

Експлуатація БГУ компанії «Еліта» була призупинена в 2011 р. у зв'язку з нерентабельністю роботи за відсутності «зеленого» тарифу. Єдиною біогазовою установкою, підключеною до мережі, є на сьогоднішній день БГУ на фермі ВРХ «Української молочної компанії». УМК отримала дозвіл на подачу і продаж електроенергії, що виробляється за спеціальним тарифом (нижче ринкового тарифу на електроенергію з мережі для промислових підприємств). Компанія планувала збільшення потужності КГУ до 1,0 МВт за рахунок використання додаткових рослинних субстратів (імовірно силосу кукурудзи).

Таблиця 3.4 – Діючі біогазові установки в Україні

Підприємство	Рік запуску	Поголів'я	Види сировини	Об'єм сировини, т/доб	Об'єм реакторів, м ³	Встановлена електрична потужність, кВт	Постачальник технології
Свиноферма комбінату «Запоріжсталь», м. Запоріжжя	1993	8000-12000	Гній свиней	20...22	595	-	Bigadan Ltd, Данія
Свиноферма корпорації «Агро-Овен», с. Оленівка, Дніпропетр. обл.	2003	15000	Гній свиней, жирові відходи забою птиці	80	2 x 1000	180	BTG, Нідерланди
С / г компанія «Еліта», Терезине, Київська обл.	2009	1000	Гній ВРХ та свиней (90:10 за СР)	60	1500	250	LIPP, Німеччина
Ферма ВРХ «УМК», с. В.Крупіль, Київська обл.	2009	4000 + 2000	Гній	400	3 x 2400 + 1000	625 + 330	Зорг, Україна

У вересні 2011 р. було розпочато будівництво біогазової установи на базі свинокомплексу в с. Копанки, Калуського району, Івано-Франківської обл., власник підприємства і біогазової установки - датська компанія «Danosha Ltd.». Потужність КГУ повинна була скласти кВте. Залежно від умов реалізації вироблюваної електроенергії планувалося зброджувати лише гній свиней (за відсутності «зеленого» тарифу) або з додаванням зеленої рослинної маси (у разі прийняття ЗТ під біогаз).

У 2012 році «Миронівський хлібопродукт» розпочав роботи з будівництва біогазової установки на птахофабриці «Оріль-Лідер» у Дніпропетровській області. Планує реалізувати амбітну біогазову програму з тридцяти БГУ і компанія «Укрлендфармінг».

Експертами підраховано, що впровадження 2 млн. установок в Україні дозволили б отримати майже 2 млрд. м³ біогазу в рік, що еквівалентно 13 млрд. кВт год. енергії, і забезпечило б сімейні садиби органічними добривами у кількості 10 млн. т у рік. Для розвитку біоенергетики в Україні з метою отримання біогазу і високоякісних добрив необхідне створення економічного механізму, стимулюючого науково - технічні роботи в цій галузі.

Агропромисловий сектор України, виробляючи значні обсяги органічних відходів, потенційно володіє ресурсами для виробництва біогазу, здатними замінити 2,6 млрд. м³ ПГ/рік. При подальшому розвитку сільського господарства та широкому використанні рослинної сировини (силос, трави) цей потенціал може бути доведений за різними оцінками від 7,7 до 18 млрд. м³/рік у перерахунку на природний газ. У першому випадку передбачається використовувати 6% орних (50% вільних від посівів) земель в Україні під вирощування кукурудзи на біогаз з консервативною величиною урожайності 30 т/га. При цьому частка біогазу з силосу кукурудзи складе 53,0% від загального потенціалу, з побічної продукції та відходів рослинництва – 5,7%, з побічної продукції та відходів харчової переробної промисловості – 5,3%, з гнойових відходів тваринництва – 36%.

Другий варіант з більш високим прогнозом передбачає використання 7.9 млн. га вільних від посівів земель під вирощування кукурудзи на біогаз з урахуванням підвищення врожайності.

У табл. 3.5 показаний потенціал виробництва біогазу на існуючих підприємствах АПК України і при вирощуванні силосу кукурудзи для виробництва біогазу на 50% вільних орних земель (при врожайності 40 т зеленої маси з 1 га і виході біогазу 180 м³/т зеленої маси).

Потенційний обсяг біогазового ринку в Україні може бути освоєний протягом 10...20 років (до 2030 року). Необхідною передумовою реалізації даних проектів на першому етапі є введення економічно

обґрунтованого ЗТ для електроенергії з біогазу. Для реалізації ефективних енергетичних біогазових проектів важливо стимулювати виробництво електроенергії з біогазу, отриманого не тільки з відходів біомаси, а також зі спеціально вирощеної рослинної сировини. Паралельно з виробництвом електроенергії в Україні доцільно впроваджувати виробництво біометану для прямого заміщення природного газу або більш ефективної енергетичної утилізації біогазу при виробництві електроенергії та тепла.

У цілому біогазовий ринок в Україні можна оцінити як перспективний, з досить широкою обізнаністю учасників, що очікує сигналів з боку держави. Такими сигналами на першому етапі може бути введення в дію гарантованої законом величини «зеленого» тарифу для електроенергії з біогазу без обмеження видів обладнання чи сировини, інші види реального законодавчої підтримки та нормативно-правового забезпечення.

Таблиця 3.5 – Потенціал виробництва біогазу в ряді галузей АПК України

Вид діяльності	Загальна кількість підприємств в Україні	Обсяг основної продукції	Загальний обсяг основних відходів	Потенціал виробництва біогазу із загального обсягу відходів/продукції	Частка економічно доцільного потенціалу
		тис. т (голів)	тис. т	млн м ³ /рік	на БГУ з міні-ТЕЦ від 0.1 МВт
Всього по Україні	11667	-	39727	9543	54%
Цукрові заводи	60	1546,0	23263,5	975,5	46%
Пивоварні	51	3100,0	1016,8	121,8	10%
Спиртові заводи	58	204,7	2705,0	116,8	13%
Ферми ВРХ	5079	1526,4	15431,6	385,8	97%
Свиноферми	5634	3625,2	5656,7	160,3	30%
Птахофабрики	785	110561,3	4721,5	377,7	68%
Силос кукурудзи	вирощування на 50% вільних орних земель	41140,4	-	7405,5	-

3.1.4. Основні види сировини для виробництва біогазу

В якості сировини для виробництва біогазу можуть використовуватися як органічні агропромислові чи побутові відходи, так і рослинна сировина - силос кукурудзи, трав'яний силос, зерно і силос злакових культур. Найбільш придатними для виробництва біогазу видами відходів агро-промислового комплексу (АПК) є:

- гній свиней та ВРХ, послід птиці;
- бадилля овочевих культур;
- некондиційний урожай злакових та овочевих культур, цукрових буряків, кукурудзи;
- жом і меляса;
- барда спиртова;
- мучка, дробина, дрібне зерно, зародок;
- дробина пивна, солодові паростки, білковий відстій;
- відходи крахмало-патокового виробництва;
- вичавки фруктові та овочеві;
- сироватка і маслянка.

Кількість субстратів/видів відходів, що використовуються для виробництва біогазу в межах однієї біогазової установки, може варіюватися від одного до десяти і більше. Залежно від типів і кількості видів застосовуваних субстратів існують різні варіанти технологічних схем біогазових станцій. У разі застосування декількох субстратів, що відрізняються властивостями, наприклад, рідких і твердих відходів, їх накопичення, попередня підготовка (подрібнення, біоактивізація, підігрів, гомогенізація або інша фізико-хімічна обробка) проводиться окремо, після чого вони або змішуються перед подачею в біореактори, або подаються роздільними потоками.

Використання попередньої підготовки у ряді випадків дозволяє домогтися збільшення швидкості і ступеня розпаду сировини в біореакторах, а отже - загального виходу біогазу.

Біогазові проекти в агропромисловому секторі можуть бути організовані за одним зі способів: виробництво біогазу на базі відходів окремого підприємства (наприклад, гній тваринницької ферми, жом цукрового заводу, барда спиртового заводу), при цьому один вид відходу буде домінуючим; виробництво біогазу на базі відходів різних підприємств, з прив'язкою проекту до окремого підприємства або окремо розташованої централізованої БГУ; виробництво біогазу з переважним використанням енергетичних рослин на окремо розташованих БГУ.

Біогазові проекти в житлово-комунальному секторі можуть бути організовані таким чином: виробництво біогазу з органічної частини

твердих побутових відходів, що збираються одним або кількома комунальними підприємствами; виробництво біогазу з осадів станцій очистки стічних вод; збір біогазу на полігонах і звалищах ТПВ.

Властивості біогазу є одним з головних параметрів, які впливають на придатність його використання як палива для двигуна когенераційної установки. Деякі властивості можуть значно підвищити ціну всього проекту. Або зробити його неможливим. До оцінювання біогазу треба приступати з повною відповідальністю. Під час його оцінювання треба знати такі властивості.

Нормальний вміст метану CH_4 – 55...65%. Мінімальною вважається 50% концентрація.

Тиск біогазу під час спалювання в когенераційній установці має знаходитися в межах від 1,5 до 10 КПа.

Постійність якості газу (константний склад і тиск біогазу) – вплив на стабільність роботи і кількість емісій.

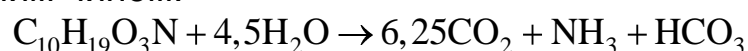
Вміст шкідливих речовин (перш за все з'єднання сірки, фтору і хлору) – ці з'єднання можуть викликати корозію компонентів всмоктувального тракту і внутрішніх частин двигуна, які контактують із змащувальними оліями. За вищого вмісту сірки є доцільним встановлювати сіркоочищувач.

3.1.5. Опис технологічного процесу утворення біогазу

Біогаз утворюється у результаті анаеробної ферментації органічних матеріалів. Необхідною умовою для отримання біогазу є продуктивна життєдіяльність метанотворної бактерії. На сьогоднішній день відомо, що це є нестача кисню, РН – фактор від 6,5 до 7,5 і постійна температура від 15 °С до 55 °С. Період ферментації становить від 10 до 120 днів в залежності від умов які регулюються приведеними параметрами, а саме фактором рН і температурою середовища.

Метанове зброджування являє собою процес розкладання органічних речовин до кінцевих продуктів, в основному метану і вуглекислого газу, завдяки життєдіяльності складного комплексу мікроорганізмів в анаеробних умовах. При оптимальних умовах ці гази утворюються в кількості які складають 90...95 % розкладеної органічної речовини. Решта 5...10 % витрачаються на відновлення бактеріальних клітин.

По теорії Маккарті повне руйнування органічних речовин відбувається наступним чином:



Згідно сучасним уявленням анаеробне метанове збродження має чотири пов'язані стадії:

1. Стадія ферментативного гідролізу нерозчинних складних органічних речовин з утворенням простих розчинних речовин;

2. Стадія кислототворного процесу з виділенням летючих жирних кислот (ЛЖК), амінокислот, спиртів, водню і вуглекислого газу (кислотогенна стадія);

3. Ацетогенна стадія перетворення ЛЖК, амінокислот і спиртів в оцтову кислоту;

4. Метаногенна стадія – утворення метану з оцтової кислоти і відновлення воднем вуглекислого газу.

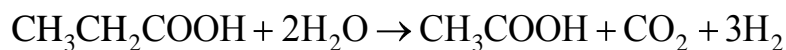
Ферментативний гідроліз відбувається з допомогою бактерій *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* і т.д., які перетворюють органічні складні сполуки в прості шляхом ферментативного гідролізу і кислотоутворення. Ці бактерії при рН = 6,5...7,6 швидко ростуть і виділяють в середовище біологічні каталізатори – екзоферменти, при участі яких і протікає гідроліз і перехід твердих нерозчинних з'єднань в розчинний стан. Швидкість гідролізу залежить від природи органічних речовин і умов його проведення: необхідно забезпечити достатню кількість ферментів, створити умови для їх контакту з органічним субстратом, витримувати оптимальні температури і величини рН.

Оскільки наступні стадії анаеробного збродження не можуть початися, поки не пройде гідроліз і тверді нерозчинні речовини не перейдуть в рідку фазу, загальна швидкість процесу може сповільнюватись закінченням гідролізу. Технологічні параметри гідролізу вивчені недостатньо.

Кислотогена стадія відбувається за допомогою гетерогенних мікроорганізмів, для яких вуглець, що перейшов в розчин простих органічних сполук є джерелом живлення. Дослідження показали, що 20 % органічних сполук перетворюються в оцтову кислоту, 15 % - в пропіонову і 65 % в інші перебіжні з'єднання.

Стадії кислотоутворення відбуваються швидко, оскільки кислототворні бактерії невибагливі і розмножуються з великою швидкістю. Інтенсивний перебіг гідролізу і кислотоутворення (загальна тривалість близько 7 годин) приводить до накопичення летких кислот і зниження рН, що пригнічує ріст бактерій і стримує метаногенез.

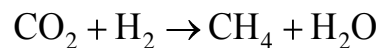
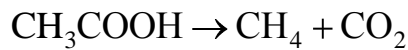
На третій ацетогенній стадії з пропіонової і масляної кислот утворюється оцтової кислота і водень:



Друга група ацетогенних бактерій утворює оцтову кислоту завдяки відновленню вуглекислого газу воднем:



На четвертій метаногенній стадії метанові бактерії утворюють метан двома шляхами – розщепленням ацетату (оцтової кислоти) і відновленням вуглецевої кислоти воднем.



На рис. 3.1 показана схема, стадії і процеси анаеробного метанового зброджування.

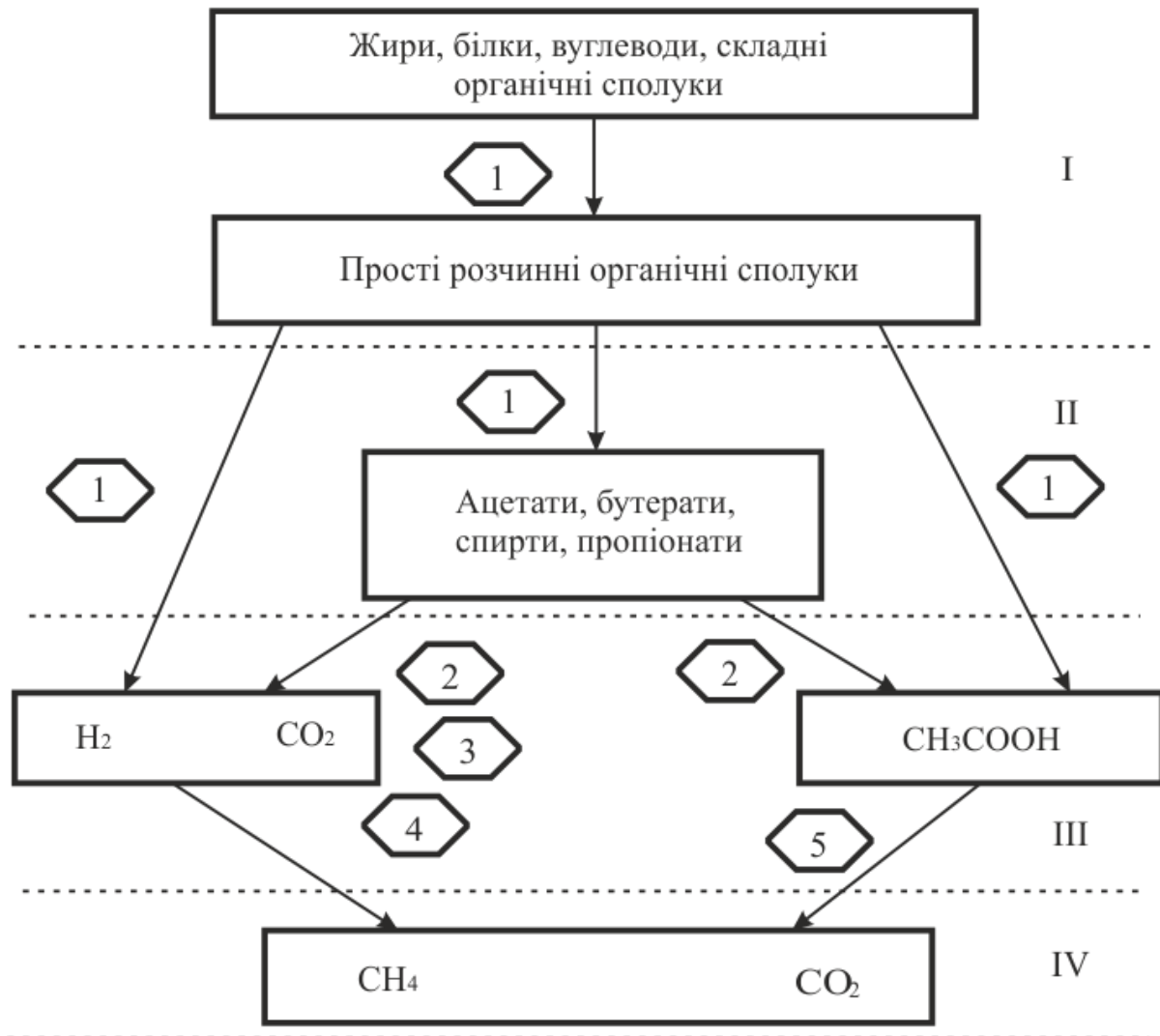


Рис. 3.1 –Схема анаеробного метанового зброджування: 1 – ферментативні кислотогени; 2 – ацетогени утворюючі H_2 ; 3 – ацетогени, використовуючі H_2 ; 4 – метаногени відновлюючи CO_2 ; 5 – метаногени, використовуючі ацетат. I – гідроліз; II – кислотоутворення; III – утворення оцтової кислоти; IV – утворення метану

Найпростіший процес метанового бродіння відбувається у водонепроникних цистернах (дайджестерах) з бічним отвором, через який вводиться ферментна сировина. Над дайджестером установлюється контейнер (металевий, чи пластиковий) для збирання газу. Встановлений над біомасою, що бродить купол-контейнер запобігає проникненню повітря в середину купола і забезпечує анаеробні умови процесу.

У випадках використання відходів органічного походження, рідкого гною, фекалій співвідношення між органічним компонентом і водою повинно складати 1:1, що відповідає загальній концентрації сухих речовин в розчині 8...12% по вазі. Жом після водовідділення має близьке до такого співвідношення. Суміш можна засівати ацетогенними і метаногенними бактеріями або осадом з інших біо- газових установок. Низький рН знижує ріст метаногенних бактерій і зменшує вихід біогазу, такий ефект викликає перевантаження метантенку і неефективне його використання.

Проти закиснення, як стабілізатор, використовується вапно. Оптимальне «дихання» в метантенку відбувається в умовах, близьких до нейтральних (рН 6,0...8,0). Максимальна температура процесу залежить від мезофільності або термофільності мікроорганізмів (30...40°C або 50...60°C) різкі зміни температури небажані.

З точки зору живильних потреб бактерій надлишок азоту (наприклад, у випадку рідкого гною) сприяє накопиченню аміаку, який пригнічує ріст бактерій. Для оптимальної переробки співвідношення C/N повинно бути 30:1 (за масою). Це співвідношення можна змінювати, змішуючи складові, збагачені азотом, з складовими збагаченими вуглецем. Так, співвідношення гною можна змінювати добавками соломи або жому з цукрових буряків. Відходи харчової промисловості і сільськогосподарського виробництва мають значну кількість вуглецю, тому вони краще всього підходять для метанового «бродіння», тим більше, що деякі з них (жом) отримуються при температурі, найбільш оптимальній для цього процесу.

Бажано перемішувати суспензію зброджуваних речовин, щоб запобігти розшаруванню, яке знижує інтенсивність бродіння. Тверді матеріали необхідно подрібнити і роздробити, так як великі частинки

зменшують поверхню контакту і таким чином знижують вихід метану. Практично, період переробки гною великої рогатої худоби складає два-чотири тижні, для свинячого гною – 10 днів. Такого часу достатньо для того, щоб знищити всі патогенні ентеробактерії і ентеровіруси, а також 90 % інших шкідливих вірусів.

3.1.6. Генерація біогазу з полігонів твердих побутових відходів

Будь-який полігон твердих побутових відходів (ТПВ) є своєрідним біохімічним реактором, у надрах якого в процесі експлуатації протягом декількох десятиліть після закриття виходить, унаслідок анаеробного розкладу відходів рослинного і тваринного походження, біогаз. Біогаз, або як його іноді називають, газ звалища, – це суміш метану і вуглекислого газу приблизно в рівній пропорції і незначних домішок газів, які зазвичай не перевищують 1%.

Біогаз неминуче потрапляє в атмосферу, що призводять до низки негативних наслідків. Так, відомо немало випадків отруєння під час технічного обслуговування комунікацій. Накопичення газу звалища часто призводить до самозагоряння звалищ. Процес горіння супроводжується утворенням токсичних речовин, зокрема діоксину. Останнім часом особливо актуальним стало питання, пов'язане з парниковими властивостями метану, який міститься в біогазі, у зв'язку з проблемою зміни земного клімату. Найбільш ефективним способом усунення вказаних наслідків є збір і, за можливості, використання біогазу як джерела енергії.

Системи збирання і утилізації біогазу сьогодні широко використовують на полігонах ТПВ у цілому світі. За даними Європейської біогазової асоціації, кількість таких систем в 2002 році становила: у Німеччині – 409, Італії – 89, Швеції – 83, Данії – 17. У США є близько тисячі полігонів, на яких біогаз збирається і, як мінімум, спалюється у факелах. Газ звалища майже третини цих полігонів використовується для отримання теплової або електричної енергії.

Наявність системи збирання і утилізації біогазу є обов'язковою умовою під час будівництва полігонів ТПВ у більшості розвинених країн світу.

В Україні щорічно виробляється приблизно 15 млн. тонн ТПВ. Майже 90% ТПВ вивозять на звалища. З 655 звалищ майже 140 можна вважати придатними для збору і використання біогазу. Проте, до останнього часу в країні не було ні жодної системи збору і утилізації біогазу, яка б працювала, за винятком демонстраційного проекту в м. Луганську.

У рамках українсько - американської програми «Еколінкс» у 2002 році почалася реалізація демонстраційного проекту «Зниження ви-

кідів парникових газів в атмосферу за рахунок збору і утилізації метану на полігоні ТПВ м. Луганська».

Проектом передбачалася розробка для всього полігону системи збору і утилізації газу, яка об'єднує майже тридцять бурових свердловин, зокрема три демонстраційних. Зібраний біогаз передбачалося спалювати за допомогою факельної установки.

Вибраний для реалізації проекту полігон був уведений в експлуатацію 1979 р. Щорічно сюди вивозиться 350...500 тис.м³ ТПВ. До 2002 року накопичилося 1600 тис. тонн відходів. Оскільки полігон практично заповнений, розпочато роботи із спорудження його другої черги.

Первинне оцінювання кількості біогазу, який утворюється на полігоні, було виконано за широко використовуваною моделлю Агентства захисту навколишнього середовища (США):

$$Q=L \cdot R \cdot (e^{-k \cdot c} - e^{-k \cdot t}),$$

де Q – кількість метану, який утворюється протягом року (м³/рік), L – потенціал утворення метану (м³/т ТПВ), R – середня кількість ТПВ, які вивозяться на звалище (т/рік), k – постійний показник утворення метану (1/ рік), c – час, який пройшов з моменту закриття полігону (років), t – час, що пройшов з моменту відкриття полігону (років).

В умовах недостатньої інформації про реальні властивості українських ТПВ під час розрахунків було прийнято параметри, типові для США та інших розвинених західних країн: потенціал утворення метану $L= 125\text{м}^3/\text{т}$, постійний показник утворення метану $k= 0,04$ рік⁻¹. Для визначення кількості біогазу отриманий об'єм метану необхідно подвоїти.

Для українських полігонів ТПВ ці параметри можуть відрізнятися від прийнятих у зв'язку з іншими кліматичними умовами і морфологічними складовими відходів. Проте уточнення параметрів – справа майбутнього, коли на українських полігонах будуть реалізовані перші проекти збору біогазу. Вже перші результати, отримані на Луганському, полігоні ТПВ показали, що використовувані величини, придатні для попереднього оцінювання об'ємів створюваного біогазу.

Для оцінювання можливої кількості зібраного біогазу було прийнято, що система збору покриватиме 80% площ полігону, а ефективність збору з окремої бурової свердловини становитиме 75%. У розрахунках приймалося, що вивезення ТПВ на полігон триватиме до 2010 року включно. У такому разі кількість ТПВ досягне 2150 тис. тонн.

Проектом було передбачено буріння трьох вертикальних шурфів глибиною до 20 метрів і діаметром не менше 400 мм. Досі бурової свердловини такого діаметра на українських полігонах ТПВ не споруджувалося.

На першому етапі освоєння проекту застосовувалася бурильна машина на базі автомобіля ГАЗ - 66 зі шнеком діаметром 135 мм і завдовжки 3 м. Шнек міг нарощуватися в процесі буріння аж до проектної глибини, яка у такому випадку становила 21 м. Виконання однієї бурової свердловини займало майже дві години. Буріння маленьким діаметром (135 мм) давало можливість ретельно досліджувати вертикальний розподіл складу і вологості ТПВ.

На другому етапі до робіт було залучено геологорозвідувальну компанію, яка має можливість бурити свердловини діаметром 400 мм. Спосіб буріння – роторний, що робить можливим промивання робочої зони для винесення роздроблених порід з бурової свердловини разом з водою на поверхню. Декілька спроб показали, що такий метод непридатний для полігонів ТПВ.

Третій етап робіт виконувала будівельна компанія, устаткування якої дозволяє бурити шурфи діаметром 620 мм і глибиною до 15 м. Застосовувалася бурова установка на базі крана РДК - 25, який зазвичай використовується в будівництві, а також для забивання паль. Загальна вага установки – 50 тонн, діаметр робочого шнека – 620 мм. Метод буріння роторний за допомогою шнекового бура, що обертається. Максимальна глибина була обмежена висотою шнека. Процес буріння до глибини 15 м виконаний без ускладнень у всіх трьох бурових свердловинах. Єдиною практичною проблемою було розміщення крупних механізмів на дещо м'якій поверхні полігону. У бурових свердловинах встановили перфоровані труби. Ці бурові свердловини засипали гравієм до глибини 2,4 м від поверхні полігону і ущільнили глиною їх верхню частину. Споруда колектора і підключення його до факельної установки завершилася в січні 2003 року. Сьогодні біогаз спалюється у факелі. Перші вимірювання показали, що в трьох бурових свердловинах накопичується 90 м³/год біогазу за концентрації метану майже 60%. Оскільки три демонстраційних бурових свердловини становлять 10% від повномасштабної системи, вимірювання добре узгоджуються з результатами попередніх розрахунків. Проте остаточні висновки про кількість біогазу, який збирається, можна буде зробити після моніторингу протягом, принаймні, декількох місяців.

У цьому проекті важливою проблемою стало питання можливості утилізації біогазу. Було розглянуто п'ять основних варіантів утилі-

зації біогазу: просте спалювання у факелі; транспортування до споживача газовими трубопроводами і продаж як замітника природного газу; виробництво електроенергії на полігоні; виробництво електроенергії з частковою утилізацією теплоти на полігоні; використання як палива для автомобілів.

Для кожного з п'яти варіантів було здійснено оцінювання капітальних витрат, необхідних для створення системи збору і утилізації біогазу і розглянуто дві можливості використання устаткування, – вітчизняного і зарубіжного. Під час визначення вартості системи збору з використанням місцевих матеріалів і залученням субпідрядників враховувалися ціни і вартість послуг, визначених у процесі реалізації демонстраційного проекту. Для іноземного варіанта послуг і устаткування використовувалися рекомендовані показники Світового Банку і Агентства захисту навколишнього середовища США.

Капітальні витрати включають декілька складових: матеріали для будівництва бурових свердловин, горизонтального колектора і факельної установки; роботи з буріння свердловин, монтажу бурових свердловин і колекторів, а також підготовка полігону до будівництва системи збирання і утилізації біогазу, так звана рекультивация поверхні полігону. Споживання біогазу на місці або його транспортування до споживача газовими трубопроводами з подальшим продажем як замітника природного газу – привабливий варіант утилізації біогазу, оскільки він потребує незначних капіталовкладень. Час окупності придбаного споживачами біогазу становить 1,0 або 1,8 року, залежно від застосованого оснащення вітчизняного або більш вартісного іноземного. Під час розрахунків термін «життя» проекту брався за 15 років. Амортизація розподілялася рівномірно на весь цей час. Вважалося, що витрати на технічне обслуговування (окрім заробітної плати) становлять 3% від капітальних витрат. Період самокупності визначений як просте відношення капітальних витрат до річного доходу за винятком витрат на технічне обслуговування і заробітну плату. Виробництво електроенергії на полігоні з подальшим продажем у мережу залишається популярним способом утилізації біогазу на Заході. Проте в умовах України ця можливість залишається проблематичною через низькі тарифи на електроенергію і практичні труднощі, які виникають у малих виробників під час передачі електроенергії в мережу. Кількість зібраного біогазу є достатньою, щоб встановити на полігоні газову електростанцію загальною встановленою потужністю 1500 КВт.

Розглянуто також два варіанти використання устаткування українського і західного виробництва. Перший варіант передбачав використання трьох газових двигунів потужністю 500 КВт, кожен компанії

ВАТ «Першомайськдизельмаш», другої, – трьох потужностей по 512 КВт виробництва Jenbacher (Австрія).

Період самоокуповування проекту у разі продажу електроенергії становитиме відповідно 1,6 і 3,9 року, якщо оснащення працюватиме впродовж 8000 годин у рік.

Але є ще один з найважливіших аспектів, який стосується продажу електроенергії, яка виробляється на полігонах ТПВ з біогазу. Такий варіант стане реальним, якщо законодавчо зобов'язати енергоспоживачі компанії купувати електроенергію у малих виробників за фіксованими цінами.

Виробництво електроенергії з частковою утилізацією теплоти на полігоні теоретично дозволить поліпшити економічні показники проекту порівняно лише з виробництвом електроенергії.

Емісія парникових газів, коли проект збирання і утилізації біогазу на Луганському полігоні буде реалізований, зменшиться на 62000 тонн CO₂- еквівалента за рік за рахунок зменшення викидів метану в атмосферу і заміщення ним використовуваного досі природного газу для виробництва тепла і електроенергії. У разі реалізації проектів загального впровадження і передачі одиниць зниження викидів парникових газів потенційному інвесторові за ціною три американські долари за тонну (цей механізм передбачений Кіотським протоколом), період самоокуповування цього проекту вдасться понизити приблизно в два рази.

Витрати на зниження викидів парникових газів впродовж 2008- 2012 рр. становлять від 0,88 до 2,61 \$ США за 1 т CO₂- еквівалента. А це ще раз підтверджує виняткову ефективність проектів збору і утилізації біогазу на полігонах ТПВ, враховуючи проблеми зміни клімату.

Встановлено, що будівництво сучасних систем збору та утилізації біогазу забезпечує низку мультиплікаційних ефектів: екологічні ефекти 1-го порядку породжують екологічні ефекти 2-го, які, в свою чергу, зумовлюють економічні та соціальні ефекти (табл. 3.6).

Одним із технологічних чинників, що визначає перспективи створення системи збору та утилізації біогазу, є потенціал газоутворення на полігоні. Дослідження потенціалу біогазу на вітчизняних полігонах ТПВ дозволяє стверджувати, що близько 90 існуючих полігонів є найбільш великими і містять до 30 % всіх ТПВ України. Потенціал біогазу, доступного для виробництва енергії на цих полігонах, становить близько 400 млн. м³/рік, що еквівалентно 300 000 т умовного палива. Орієнтовними критеріями відбору полігонів є такі: обсяги накопичених відходів – більше 1 млн. т; глибина полігону – більше

10 м. Інформація щодо деяких полігонів ТПВ, які відповідають зазначеним критеріям, наведена в табл. 3.7.

Потенціал газоутворення, в свою чергу, залежить від морфологічного складу та часу функціонування полігонів. Польові дослідження, проведені вітчизняними науковцями, довели, що анаеробний розпад органічної речовини в тілі полігону може тривати десятиліттями, причому, інтенсивність цього процесу досягає максимуму вже через 1 рік після закриття відходів ізолюючим шаром ґрунту і перебуває практично на одному рівні протягом 5...6 років, а далі плавно спадає. Для практичних розрахунків можна вважати, що 42,5 % біогазу виділяється за перші 6 років і ще 57,5 % – за наступні 15 років.

Протягом перших 15...20 років 1м³ ТПВ при розкладанні виділяє 1,0...1,5 м³/рік біогазу. Надалі інтенсивність виділення біогазу зменшується. Період повного розкладання становить близько 50 років.

Таблиця 3.6 – Систематизація ефектів від використання біогазових установок

Екологічний ефект		Економічний ефект		Соціальні ефекти
1-го порядку	2-го порядку	1-го порядку	2-го порядку	
припинення викидів газу метану в атмосферне повітря	зменшення ризику руйнування озонового прошарку та зміни клімату	отримання коштів від продажу одиниць скорочення викидів згідно з Кіотським протоколом	інвестування коштів від продажу одиниць скорочення викидів згідно з Кіотським протоколом	створення додаткових робочих місць у результаті інвестування коштів, отриманих від продажу одиниць скорочення викидів
зменшення негативного впливу на довкілля від функціонування сміттєзвалищ та полігонів	відновлення екосистем навколо сміттєзвалищ та полігонів ТПВ	відновлення економічних функцій земельних ресурсів навколо сміттєзвалищ та полігонів ТПВ	отримання доходів від використання землі навколо сміттєзвалищ та полігонів ТПВ як капіталізованої вартості	зменшення негативного впливу сміттєзвалищ та полігонів ТПВ на здоров'я місцевого населення
зменшення	очищення	інвестуван-	отримання	створення до-

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА З ВІДХОДІВ ХАРЧОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ ТА АГРАРНОГО КОМПЛЕКСУ

викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря внаслідок заміни традиційних джерел енергії на біогаз	атмосферного повітря навколо стаціонарних та пересувних джерел забруднення, що використовували традиційні джерела енергії	ня коштів у розвиток біоенергетики	доходів від використання біогазових установок та продажу біогазу	даткових робочих місць у галузі біоенергетики; зменшення негативного впливу на довкілля та людей від викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря
---	---	------------------------------------	--	--

Таблиця 3.7 – Полігони ТПВ, які відповідають критеріям відбору для впровадження проекту зі збирання та утилізації біогазу в Україні

Місто	Населення, тис. чол.	Початок експлуатації	Обсяг ТПВ, млн. т/рік	Площа, га	Глибина, м
Луганськ	505	1979	1,6	8,4	20-25
Одеса	1096	1972	5,3	30,0	22-25
Харків	1622	1975	2,2	20,8	30
Київ	2642	1986	7,5	35,5	до 20
Львів	807	1959	8,4	33,3	35
Полтава	324	1953	2,7	17,4	20-30
Хмельницький	250	1956	3,0	8,8	35
Біла Церква	208	1940	2,0	10,7	10-20

3.1.7. Виробництво біогазу з відходів тваринництва і птахівництва

Надзвичайно придатною сировиною для заводів з виробництва біогазу є гній ВРХ, свинячий гній та курячий послід, оскільки основна бактерія, що виробляє метан, вже міститься в шлунку тварин. Однак,

специфічне виробництво газу нижче, а вміст метану становить близько 60...65% через попереднє бродіння в шлунку.

Збір і вивіз гною великої рогатої худоби і свинячого гною, та курячого посліду з ферм – є предметом державного регулювання відповідно до Державних норм технологічного проектування. Тип вивозу (механічного або гідравлічного) також впливає на склад гною і його подальші енергетичні характеристики. Крім того, дані державні норми також визначають добові норми виходу екскрементів ВРХ, свиней та курей. У нашому аналізі ми спираємося на ці норми, як на основне джерело для визначення потенціалу біогазу на основі кількості поголів'я худоби на сільськогосподарських підприємствах України.

У 2008 році налічувалося близько 5,1 млн. голів великої рогатої худоби, 6,5 млн. голів свиней та 177,6 млн. голів птиці в Україні. Значна кількість великої рогатої худоби та свиней все ще утримуються у приватних домогосподарствах. Крім того, існує безліч дрібних сільськогосподарських підприємств, які мають невелику кількість худоби, однак не можуть вважатися надійними постачальниками сировини через складності збору тваринних відходів. Якщо не враховувати приватні домогосподарства під час нашої оцінки потенціалу, то у сільськогосподарських підприємствах, які можна розглядати як потенційних постачальників сировини (відходи тваринництва) для виробництва біогазу в Україні, налічується близько 34% великої рогатої худоби, 42% свиней і 50% птахів.

Для того, щоб забезпечити сировиною біогазовий завод із встановленою електричною потужністю 0,5 МВт, необхідно принаймні 2 тис. (дійних) корів, або 25 тис. постійного поголів'я свиней, або 250 тис. курей-несучок (або 500 тис. бройлерів). На 1 січня 2009 лише близько 3% з усіх сільськогосподарських підприємств в Україні мали достатню кількість ВРХ для забезпечення виробництва біогазу з власної сировини. Зокрема, 107 сільськогосподарських підприємств мали поголів'я ВРХ понад 2 тис. голів; 199 - поголів'я птахів понад 50 тис. голів, і 65 – поголів'я свиней понад 6 тис. Інші сільськогосподарські підприємства можуть розглядатися, як потенційні постачальники гною для виробництва біогазу, за умови групування їх відходів. В такому випадку гній тварини стає товаром з певною грошовою вартістю на ринку. Крім того, виробник біогазу повинен нести значні витрати на логістику для збору та доставку даних відходів до біогазового заводу.

До 20 березня 2009 на українських сільськогосподарських підприємствах в цілому було близько 3,1 млн. тонн гною великої рогатої худоби, 0,874 млн. т гною свиней і 0,558 млн. т пташиного посліду. У

середньому гній може містити 75% води в залежності від типу збору і виду худоби. Тому, для розрахунку потенційного виходу біогазу точніше було б використовувати дані на основі сухого гною. Кількість гною кожної тварини залежить також від її віку. Беручи все вищесказане до уваги, було розраховано вихід сухого гною за різними віковими групами великої рогатої худоби та свиней (табл. 3.8).

Загальний потенціал сухого гною, що може бути отриманий з відходів великої рогатої худоби, свиней і курей в Україні становить 12,5 тис. тонн за добу. Потенціал сирого гною в цілому становить 84,8 тис. тонн за добу. Вологість сирого гною і гною, що використовується на біогазових заводах, різняться. Тому, розрахунки ґрунтуються на консервативній методології летючих речовин, де враховується суха частка субстрату. Таким чином, з існуючої кількості сухої маси гною в Україні може бути вироблено 2,5 млн. м³ біогазу за добу.

Таблиця 3.8 – Розрахунок потенціалу виробництва біогазу на основі сухих летких речовин (VS)

Тварини	Кількість тварин на с/г підприємствах, тис. голів (за 2008 рік)	Кількість VS на голову, кг/24год. д.	Загальна кількість VS в Україні, тон/24год. д.	Ступінь ферментації VS, одиниць	Вихід біогазу на кг VS, м ³ /24год. д.	Загальний вихід біогазу, тис. м ³ /24год.
Велика рогата худоба, всього	1720,1		5890,32	0,35	0,4	824,644
Свині, всього	2730,9		1442,71	0,4	0,8	461,67
Кури та півні	85720	0,036	3085,92	0,45	0,9	1249,8

* $VS = DM - (1 - ASH)$, де VS це сухі летючі речовини (кг на голову за 24 год.), DM - сухий гній (кг на голову за 24 год.), ASH це частка золи у гної (коефіцієнт).

Ґрунтуючись на кількості голів та віковій структурі тварин у 2008 році, український щорічний потенціал виробництва біогазу з гною великої рогатої худоби, свиней та курячого посліду складає 926 млн. м³. Коли 1 м³ біогазу відповідає 1,5-3 кВт год. електроенергії 12, 926 млн. м³ можна перевести приблизно у 1,39-2,78 млрд. кВт год. елек-

троенергії, що становить близько 1% поточного виробництва електроенергії в Україні.

3.1.8. Виробництво біогазу з відходів рослинництва

Рослинними сільськогосподарськими відходами, що використовуються для виробництва біогазу, є кукурудзяний силос, фруктовий і буряковий жом, меляса, барда зернова і мелясна, пивна дробина та ін. Найбільш ефективно піддавати анаеробної обробці кукурудзяну зерностержневу суміш, силосну і зелену масу подрібнену соломую злакових культур.

У табл. 3.9 представлені дані по виходу біогазу з різних відходів рослинного походження (субстратів).

Таблиця 3.9 – Вихід біогазу з різних рослинних субстратів

Субстрат	Вихід біогазу з 1 тонни субстрату, м ³
Силос кукурудзяний	400
Свіжа трава	500
Фруктовий жом	70
Буряковий жом	50
Меляса	430
Бурякова гичка	400
Барда зернова	70
Барда мелясна	50
Пивна дробина	160
Відходи коренеплодів	400

Експериментально встановлено, що використання рослинних відходів в якості єдиного або основного компонента зброджуваного субстрату вважається нераціональним. Найбільш вигідним є анаеробне зброджування субстратів, що представляють собою суміш, наприклад, гною або пташиного посліду і коферментів, якими можуть бути відходи рослинництва і харчопереробних галузей.

В даний час існує близько 60 різновидів біогазових технологій. На рис. 3.2 наведено схему виробництва біогазу з рослинної сировини за технологією фірми «Biogaz PlanET» (Німеччина).

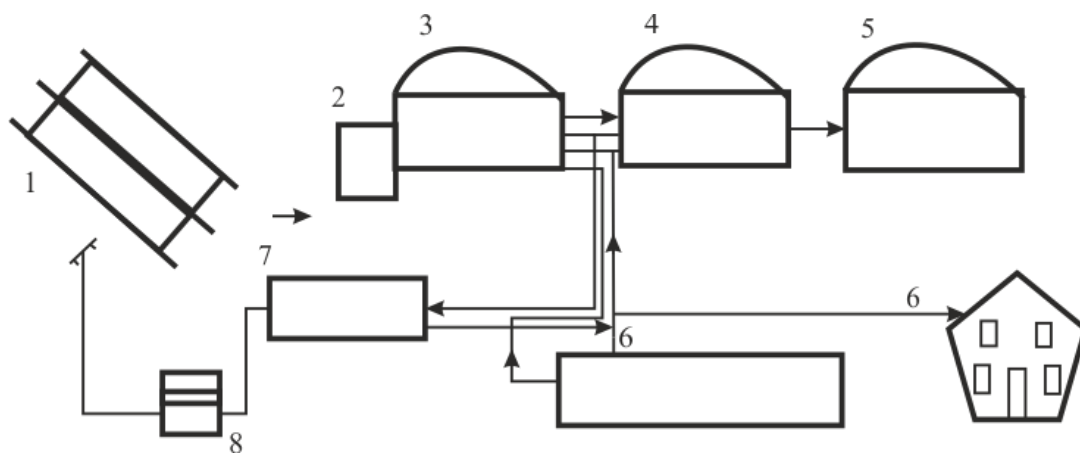


Рис. 3.2 – Схема біогазової установки «BiogazPlanET»: 1 – місце для накопичення і зберігання біомаси; 2 – воронкоподібний бункер для завантаження біомаси; 3 – ферментер; 4 – пост-ферментер; 5 – ємність для дигестата; 6 – споживачі теплової енергії; 7 – машинний зал електростанції; 8 – енергоспоживач

Основу технології складає біологічна реакція розкладання субстрату на метан і вуглекислий газ в ферментаторі. Технологічний процес істотно прискорюють активні мікроорганізми, задіяні у виробництві біогазу.

В ємності для дигестата субстрат перетворюється у високоякісне добриво, яке може застосовуватися на полях. Теплова енергія від реакції може бути використана для опалення житлових будинків і тваринницьких приміщень, а також на продаж (після попереднього перетворення в електричну).

Нижче в табл. 3.10 наведено технічні характеристики типових біоенергетичних установок.

Таблиця 3.10 – Технічна характеристика типових біоенергетичних установок

Показник	Об'єм біореактора, м ³						
	5	10	25	50	100	200	400
Продуктивність за добу, м ³ :							
по сировині	1	2	5	10	20	40	80

**РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА З ВІДХОДІВ ХАРЧОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ
ТА АГРАРНОГО КОМПЛЕКСУ**

по газу	20...80	40...60	100...150	200...300	400...6000	800...1200	1600...2400
Еквівалентна теплова продуктивність, кВт	5...8	10...15	23...27	40...60	100...150	200...300	400...600

Біоенергетичні установки призначені для переробки відходів сільськогосподарського виробництва та харчової промисловості. Дозволяють утилізувати відходи в зонах виробництва та переробки сільгосппродуктів, поліпшити екологічну обстановку, отримати додаткові енергетичні ресурси на основі місцевого відновлюваної сировини.

3.2. Біодизель

3.2.1. Сьогодення і перспективи виробництва дизельного біопалива в Україні

У Законі України «Про основні засади державної політики на період до 2015 року» від 18 жовтня 1995 р. №2982-IV вказано на необхідність розроблення та виконання програми розвитку виробництва дизельного біопалива. Державна політика щодо такого виробництва полягає у проведенні органами державного управління комплексу стратегічних і тактичних дій, спрямованих на створення виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції. Основна мета цього напрямку – сприяння стабільності та ефективності означеного вище виробництва.

Проблема енергетичного забезпечення аграрно-промислового комплексу суттєво загострилася, тому втрати в аграрному секторі становлять значні обсяги. Значення забезпечення енергоресурсами агропромислової сфери постійно зростає через підвищення цін на нафту. Тому енергетичне забезпечення для АПК є головним чинником самоствердження в новій інноваційній якості.

Нинішньому ринку продовольчих товарів України притаманна, на жаль, наявність протиріч і деформацій його структур. Негативні наслідки цього виявляються у значному скороченні обсяги виробництва продовольчих товарів, звуженні ринкових відносин, а також у гальмуванні розвитку АПК.

Якість життя населення практично не поліпшується, споживання основних продовольчих товарів зменшується, однак витрати на купівлю продовольчих товарів зростають. Частка таких витрат в Україні становить майже 70%.

Економістами доведено, що 50%-ва частка зазначених витрат свідчить про низький життєвий рівень населення і є одним із показників бідності. Для порівняння: у другій половині 90-х років у США витрати на продовольчі товари становили менше 10% від обсягу загальних споживчих витрат. В інших розвинених країнах вони коливаються в межах 15 до 20%.

За калорійністю харчування Україна за роки кризи перейшла від рівня розвинутих країн до нижньої межі продовольчої безпеки (2500 ккал), а за споживанням протеїнів тваринного походження опинилася нижче цієї межі. Наприклад, у США середньо добовий раціон харчування становить 3630 ккал на душу населення, у тому числі 1307 ккал припадає на їжу тваринного походження. За загальною калорійністю раціон пересічного американця перевищує аналогічний по-

казник в Україні на 43%, а за споживанням продуктів тваринного походження – майже у 2,5 разу.

Задоволення на більш високому рівні потреб у продукції сільського господарства загалом, а також тієї, що призначена для продовольчого забезпечення та для виробництва дизельного біопалива, потребує якіснішого розвитку виробництва харчових продуктів з його удосконаленням і поліпшенням результатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання зазначеної проблеми, показує, що матеріальним підґрунтям економічного розвитку країни стає кількість основного капіталу і технологій – основних елементів продуктивних сил. Саме вони роблять можливим розвиток виробництва. Лише високий рівень їх розвитку за наявності необхідної великої кількості високоякісних виробничих ресурсів, включаючи передовий технологічний потенціал, дає змогу збільшити обсяги виробництва сільськогосподарської продукції.

Зростання та відтворення засобів виробництва та його продуктивних сил перш за все потребує стратегії інтенсивного його розвитку з найповнішим використанням необхідних ресурсів. Останні мають стати підґрунтям перспективного розвитку економіки.

АПК має знайти безкомпромісну позицію щодо узгодженої надійності продовольчої безпеки країни зі спрямуванням рослинної сировини для виробництва дизельного біопалива. Продовольчу безпеку потрібно розглядати з позицій гарантування населенню вільного доступу до продуктів харчування за доступними цінами.

Нині істотні зміни відбуваються й у виробництві олійних культур і у зростанні та відтворенні їх. Ці складні, досить неоднозначні процеси потребують системного дослідження. Сьогодні численні пояснювальні прийоми, в тому числі і в наукових колах, щодо вирощування олійних культур і як продовольчого продукту, і як сировини для виробництва дизельного біопалива, що їх використовували протягом десятиліть, виявилися зовсім невиправданими. Вони практично не сприяють розумінню тих процесів, що відбуваються у світовій економіці.

Для комплексної реальної оцінки ситуації на системних засадах без ускладнення методології розвитку паливно-енергетичних ресурсів потрібно проаналізувати наукові праці. З урахуванням цього визначено перелік невирішених раніше частин загальної проблеми.

Сутність їх полягає у наступному. Не розглянуто розвитку ринків олійних культур і продукції їх переробки загалом у світі та в Україні у двох взаємопов'язаних площинах – у сільському господарстві та переробній галузі

промисловості. Відходи від вирощування олійних культур можна використовувати як сировину для виробництва дизельного біопалива. Проте це виробництво ще не зорієнтовано так, як того вимагає час – на міжнародні стандарти.

Не визначено основні чинники, що зумовлюють інтенсивний розвиток ринку дизельного біопалива та особливості формування та функціонування ринку олійних культур. Не опрацьовано питання на подолання протиріч у розвитку цього ринку. Не розглянуто аспект одночасного збільшення обсягів виробництва дизельного біопалива та обсягів продовольчих ресурсів у комплексі.

Цілком очевидно, що не можливо збагнути сутність виробництва дизельного біопалива, залишаючись у колі колишніх концепцій виробництва взагалі. Важливо визначити перспективи нових тенденцій і напрямів трансформації виробництва олійних культур.

Щодо окреслення цілей питання, то, з урахуванням усього викладеного, до них варто віднести такі завдання:

- зіставити тенденції розвитку стосовно обсягу валового збору олійних культур, рівень продуктивності, абсолютний приріст, у тому числі за рахунок підвищення продуктивності і за збільшенням обсягу валового збору олійних культур загалом у світі і в Україні і за результатами такого ґрунтового аналізу визначити найбільш прийнятний тип так званого «міжнародного стандарту»;
- з'ясувати характер основних чинників, що зумовлюють інтенсивний розвиток виробництва дизельного біопалива і на цих засадах віддзеркалити перспективні напрями вдосконалення зростання та відтворення ринку олійних культур як сировини для виробництва дизельного біопалива.

Що б з'ясувати та зіставити рівні обсягів виробництва олійних культур в Україні й у світі, а також визначитися зі зростанням і відтворенням ринку олійних культур в Україні на перспективу, використаємо індексний метод. Нагадаємо, що індекс – це відносна величина, що характеризує зміну явища у часі, просторі або ступінь відхилення від стандарту. Як відносна величина індекс подається у формі коефіцієнта. Назва індексу вказує на його економічний зміст, а числове значення – інтенсивність зміни або ступінь відхилення.

Індекси виконують дві функції: синтетичну – узагальнююча характеристика зміни явища; аналітичну – вивчення впливу окремих факторів на зміну явища. Більшість індексів виконує обидві функції одночасно.

У табл. 3.11 наведено дані для розрахунку взаємозалежних індексів виробництва олійних культур у світі.

Індекс валового збору олійних культур: $1\ p q = 296/219 = 1,35$ показує, що обсяг валового збору загалом збільшується на 35 %.

Як свідчить індекс урожайності цих культур: $1\ p = 296/269 = 1,10$, для соняшнику; для ріпаку та сої вона вища у середньому на 10 відсотків.

Таблиця 3.11 – Індеси виробництва олійних культур у світі

Культу- ра	Площа збирання, млн.га		Урожайність, т/га		Валовий збір, млн.т		
	базис- ний період - до 2003 р., q_0	поточ- ний період після 2003 р., q_1	базисно- му p_0	по- точ- ному p_1	$p_0 q_0$	$p_1 q_1$	$p_0 q_1$
Соняш- ник	21	22	1,2	1,3	25	29	26
Ріпак	25	27	1,5	1,7	38	46	41
Соя	71	92	2,2	2,4	156	221	202
Разом	—	—	—	—	219	296	269

Індекс фізичного обсягу становить $1\ q = 269/219 = 1,228$, тобто обсяг отриманого валового збору олійних культур (соняшнику, ріпаку та сої) збільшився у середньому на 22,8 відсотка.

Добуток взаємозалежних індексів валового збору олійних культур загалом становить: $p q = 296 - 219 = 77$ млн.т, у тому числі за рахунок підвищення урожайності: $p = 296 - 269 = 27$ млн.т, а завдяки збільшенню валового збору: $q = 269 - 219 = 50$ млн.т.

У табл. 3.12 наведено дані для розрахунку взаємозалежних індексів виробництва олійних культур в Україні.

Індекс валового збору цих культур $1\ p q = 5,8/5,0 = 1,16$ показує, що його обсяг загалом має збільшуватися на 16 відсотків.

Як свідчить індекс врожайності $1\ p = 5,8/5,3 = 1,09$, урожайність по соняшнику, ріпаку та сої в Україні має зростати у середньому на 9%.

Індекс фізичного обсягу становить: $1\ q = 5,3/5,0 = 1,06$, тобто обсяг отриманого валового збору олійних культур (соняшнику, ріпаку та сої) збільшився в середньому на 6 відсотків.

Добуток взаємозалежних індексів підтверджує результат розрахунку: $1\ p\ q = 1,09 \times 1,06 = 1,16$.

Абсолютний приріст обсягу валового збору олійних культур загалом становить: $p\ q = 5,8 - 5,0 = 0,8$ млн.т., у тому числі за рахунок підвищення урожайності: $p = 5,8 - 5,3 = 0,5$ млн.т., за рахунок збільшення обсягів валового збору: $q = 5,3 - 5,0 = 0,3$ млн.т.

Застосування методики оцінки зростання і відтворення обсягів олійних культур як сировини для виробництва дизельного біопалива за критеріями «міжнародного стандарту» має сприяти тому, щоб не загострювати суперечки, які ще точаться до останнього часу стосовно раціонального спрямування обсягів соняшнику, ріпаку та сої на продовольчі цілі і на цілі виробництва дизельного біопалива.

Таблиця 3.12 – Взаємозалежність індексів виробництва олійних культур в Україні

Культура	Площа збирання, млн.га		Урожайність, т/га		Валовий збір, млн.т		
	базисний період до 2003 р., q_0	поточний період після 2003 р., q_1	базисному p_0	поточному p_1	p_0q_0	p_1q_1	p_0q_1
Соняшник	3,8	3,9	1,2	1,3	4,6	5,0	4,7
Ріпак	0,1	0,2	1,0	1,4	0,1	0,3	0,2
Соя	0,2	0,3	1,3	1,6	0,3	0,4	0,4
Разом	–	–	–	–	5,0	5,8	5,3

Більшість розвинутих країн за основу наукових пріоритетів щодо виробництва біопалив беруть пошук шляхів використання енергоресурсів поновлюваної енергії, накопиченої живою речовиною завдяки фотосинтезу. Особлива увага приділяється енергетичним сільськогосподарським культурам та біомасі рослин, що мають вагомні переваги над викопними вуглеводами. Для збереження природних ресурсів та поліпшення екології наукою пропонується замкнутий цикл обміну споживання і відтворення енергії. Зазначеній вимозі відповідає використання палива на основі біоетанолу та дизельного біопалива, які зайняли значний сегмент світового ринку енергоносіїв і щороку він набуває дедалі більшого значення.

Завдяки спалюванню біопалива відбувається природний обмін речовин – вуглекислий газ (CO_2) знову поглинається рослинами.

Виробництво дизельного біопалива нарощується переважно за рахунок ріпакової та соєвої олії, а біоетанолу здебільшого за рахунок кукурудзи та інших зернових культур. Цьому сприяли відповідні директиви в яких, з одного боку, регламентується обов'язкове використання домішок до бензину етанолу та дизельного біопалива до мінерального, а з іншого, – створення економічних умов для сприяння виробництву цих джерел енергії. Технологічний процес переробки насіння ріпаку у дизельне біопаливо передбачає чітку організацію матеріальних потоків, тобто кластерне об'єднання юридичних осіб (рис. 3.3).

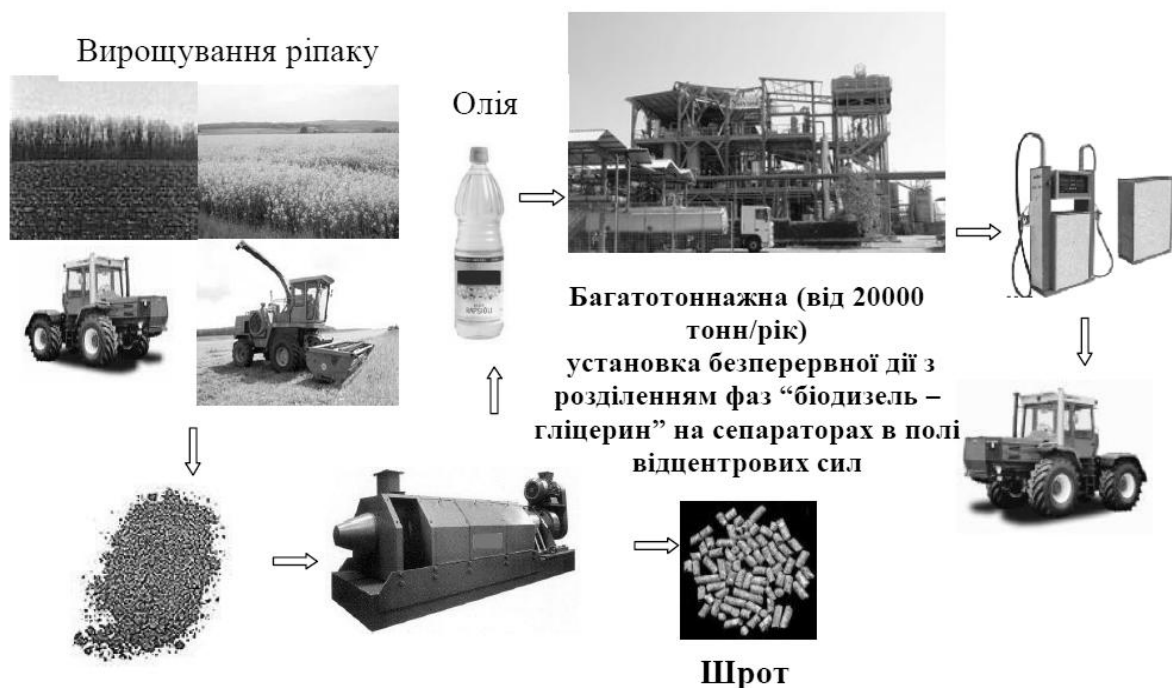


Рис. 3.3 – Кластерне об'єднання юридичних осіб з виробництва дизельного біопалива

Для України одним з найбільш потенційних і незадіяних джерел відновлюваної енергії є виробництво рідких біопалив з біомаси (сільськогосподарські культури, деревинні культури, трав'яні рослини).

Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для виробництва сільськогосподарських культур як біосировини в усіх регіонах, зокрема: кукурудзи, тритикале, пшениці озимої, різних видів сорго, проса, цукрових буряків, соняшнику, ріпаку, а також використання відходів сільського і лісового господарства.

Рекордсменом з накопичення енергії на гектар площі в наших умовах є картопля, однак не розв'язано проблеми її зберігання протягом тривалого часу до переробки.

В Україні є можливість задіяти достатню кількість потужностей спиртових, цукрових, дріжджових заводів і цехів, а також оліє жирових комбінатів для виробництва біопалив. Так, загальна потенційна потужність спиртових заводів нині становить близько 600 тис. т на рік, потреби України у підакцизному (харчовому, парфумерному) спирті – 250...300 тис.т, тобто існуючі «зайві» спиртзаводи можуть теоретично виробити близько 300 тис.т біоетанолу.

Внутрішній ринок біоетанолу може сягнути 800...1200 тис.т на рік за умови, що він замінить 10...15% вуглеводневої частини бензинів, що споживаються в Україні. Європейський простір є ще більшим потенціалом для експорту біоетанолу.

Для створення системи стратегічного управління процесами кластеризації у сфері виробництва біопалив, необхідно провести аналіз організаційно-технологічних змін, визначити ключові фактори успіху, розробити механізм кластеризації регіонів, організувати моніторинг стану розвитку кластерів у регіонах з метою вжиття заходів щодо забезпечення їхньої життєдіяльності та розвитку в перспективі.

Кластеризація як основа аграрної політики регіону повинна орієнтуватись на першочерговий розвиток аграрного виробництва у найбільш розвинутих районах, не знижуючи рівень виробництва в інших районах. На основі зробленої стратегії аграрного виробництва області, треба визначити потенціал рівня розвитку району, зокрема, наявність ресурсної бази, трудових ресурсів, транспортної інфраструктури, інноваційних проектів розвитку галузей сільського господарства і переробних підприємств. Названі критерії дозволять визначити високоперспективні, середньоперспективні і недостатньо перспективні райони, тобто визначити етапність формування кластерів з виробництва біопалив.

Водночас разом із переходом на використання біопалива необхідно здійснити модернізацію автозаправних станцій і мереж збуту продукції, а також зацікавити вітчизняних нафтотрейдерів, які є власниками заправок, у виході на цей ринок. Вихід на ринок автозаправних послуг нових учасників, які є власниками спиртових заводів або олієжирових комбінатів, супроводжує конкуренцію потужних гігантів, кожен з яких у своїй галузі має певні прибутки, аби відстоювати свої позиції.

Об'єднання підприємств у регіональні кластери із замкнутим технологічним циклом виробництва біопалива за схемою «виробництво біосировини – переробка біосировини – виробництво біопалива –

реалізація біопалива» з чітко налагодженим плануванням виробництва і централізованим фінансуванням усіх робіт із виробництва біоенергетичної сировини та біопалива дає змогу створити належні умови для стабільної роботи об'єднаних підприємств та зниження собівартості виробництва біопалива шляхом розміщення на цих підприємствах корпоративних замовлень.

Наприклад, для формування кластеру з виробництва дизельного біопалива доцільно, щоб до його складу увійшли такі профільні підприємства та установи:

- науково-освітні установи, які здійснюють наукові дослідження з проблем виробництва альтернативних палив;
- підприємства сільського господарства із виробництва ріпаку, де його виробництво не буде основним видом продукції, а замовленням на певну кількість насіння товарного ріпаку для завантаження потужностей підприємств кластера, що переробляють насіння на олію;
- переробні підприємства із переробки насіння на олію, де виробництво ріпакової товарної олії для цього підприємства не буде основним видом продукції, а лише замовленням кластера на певний обсяг олії для завантаження підприємств кластера із виробництва дизельного біопалива;
- підприємства-виробники, що переробляють олію на дизельне біопаливо, де виробництво дизельного біопалива буде основним видом продукції (підприємства-виробники дизельного біопалива);
- підприємства, що здійснюють реалізацію дизельного біопалива.

Інтегратором кластеру з виробництва дизельного біопалива можуть бути науково-освітні установи або підприємства-виробники біопалива.

Виробництво дизельного біопалива кластерне формування планує таким чином, щоб взаєморозрахунки між своїми підприємствами зумовлювали стимулюючий характер виробництва біоенергетичної сировини, а саме:

- для зменшення енергетичного складника собівартості основної продукції (у тому числі і самого ріпаку) кластерні підприємства – виробники дизельного біопалива, мають у першу чергу передавати підприємствам сільського господарства, які є членами кластерного формування і спеціалізуються на виробництві насіння ріпаку, за ціною на рівні собівартості частину своєї продукції (дизельне біопаливо) в обсягах, які б покривали енергетичні потреби цих підприємств;
- переробні підприємства – виробники ріпакової олії мають у першу чергу передавати підприємствам-виробникам насіння ріпаку ча-

стину своєї побічної продукції за ціною на рівні собівартості – шрот в обсягах, які б в основному покривали потреби у кормах цих кластерних підприємств – виробників насіння ріпаку.

Зазначений комплексний підхід до розв'язання проблеми взаєморозрахунків і водночас ціноутворення на дизельне біопаливо дає можливість суттєво зменшити основні складові вартості дизельного біопалива завдяки досягненню підвищення врожайності ріпаку з 1 га посівної площі, зниженню рівня собівартості його вирощування, зменшенню вартості переробки ріпаку на олію, виробництву побічних, крім дизельного біопалива, продуктів переробки ріпаку – харчового, кормового, фармацевтичного та іншого спрямування.

У рамках кластерного об'єднання виробників і переробників біоенергетичної сировини у більшості районах України на базі комплексних багатофункціональних технологічних ліній є можливість включити виробничі потужності господарюючих суб'єктів усіх форм власності і господарювання з вирощування високоенергетичних культур та їхньої переробки. Це сприятиме нарощуванню земельних ресурсів для виробництва біосировини, створенню та розвитку виробничої інфраструктури вирощування насінневої продукції ріпаку, створенню та розвитку інфраструктури виробництва ріпакової олії, дизельного біопалива та інфраструктури застосування біопалива в транспортній галузі.

У нинішній фінансово-економічній ситуації, що склалася в аграрній сфері, необхідна державна підтримка розвитку виробництва біопалива на засадах кластеризації щодо захисту від ризиків на етапі проведення пілотного проекту і в перші роки становлення кластерів біоенергетичної галузі України.

3.2.2. Процеси переробки рослинної олії для виробництва дизельного біопалива

Для триацилгліцеридів можливе протікання хімічних реакцій як за участю кратних зв'язків вуглеводневих радикалів, так і за участю складних груп.

Важливою властивістю ненасичених вуглеводневих радикалів триацилгліцеринів є здатність приєднувати водень у ненасичених зв'язків в присутності каталізаторів (платинових, паладієвих та ін.), з утворенням триацилгліцеридів граничних аліфатичних кислот. Ця реакція використовується для отримання маргарину і кулінарного жиру. Для виробництва рідкого палива така реакція непридатна, оскільки триацилгліцериди граничних кислот мають високі температури плавлення і при 20 °C є твердими речовинами.

Рослинні олії окислюються киснем повітря з утворенням переки-
сних сполук, оксикислот та інших продуктів. Під дією високих темпе-
ратур

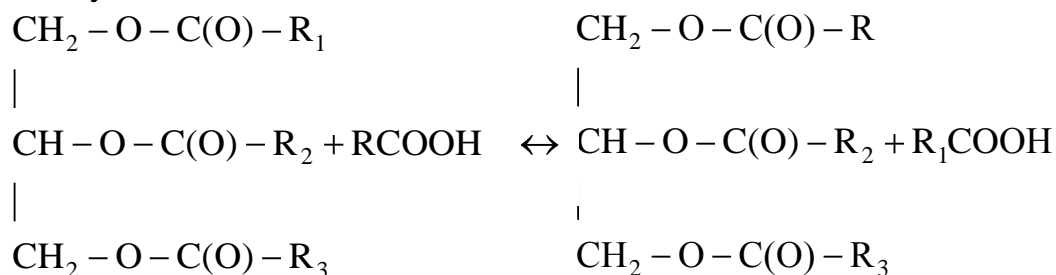
(250 ... 300 °С) відбувається їх термічний розпад з утворенням акро-
леїну та інших продуктів. Складні ефіри можуть гідролізуватись за
складноефірним механізмом з утворенням гліцерину і жирних кис-
лот. Процес прискорюється при підвищених температурах і тиску
(безреактивне розщеплення), а в організмі під дією ферменту ліпази.
При дії водних розчинів лугів в наслідок гідролізу утворюється гліце-
рин (при надлишку луку – гліцерат натрію) і солі вищих аліфатичних
кислот (мила). Проте ні гліцерин, ні карбонові кислоти, ні тим більше,
мила в чистому вигляді не представляють інтересу як альтернативні
палива: гліцерин через свою високу в'язкість, карбонові кислоти –
через високу корозійну агресивність, натрієві мила являють собою
тверді речовини, калієві – густі в'язкі рідини.

Ще однією важливою властивістю складноефірних груп є їх зда-
тність вступати в реакції обміну з кислотними або спиртовими гру-
пами. Ці реакції в загальному вигляді називають реакціями переес-
терифікації, оскільки в результаті з вихідних складних ефірів вихо-
дять з'єднання того ж класу – складні ефіри, які мають іншу будову.

До реакцій переестерифікації відносять реакції алкоголіз, аци-
доліз і, власне, переестерифікації. Зазначені реакції протікають тіль-
ки за присутності каталізаторів – сильних мінеральних кислот
(H₂SO₄, HCl) і кислот Льюїса (BF₃, AlCl₃, CaCl₂, ZnO, PbO). Реакції
алкоголізу і переестерифікації ще більш ефективно прискорюються
за присутності сильних основ CH₃ONa, KOH.

Реакція ацидолізу

Якщо в реакцію вступають складний ефір і кислота, то в резуль-
таті виходить новий ефір, що містить залишки кислоти і спирт вихід-
ного ефіру, що вступили в реакцію, тобто відбувається обмін ациль-
ними радикалами між триацилгліцеридами і кислотою – реакція
ацидолізу.



Швидкість ацидолізу і положення рівноваги цієї реакції залежать
від співвідношення активностей кислот, що знаходяться в триацилг-
ліцериді і діючих на нього. Ацидоліз посилюється і поглиблюється

при збільшенні активності діючих на триацилгліцерид кислот. Так, нагріваючи триацилгліцериди високомолекулярних жирних кислот з оцтовою або олійною кислотами, можна в них частину високомолекулярних кислот замінити вищевказаними низькомолекулярними кислотами. Кількість введених низькомолекулярних кислот залежить від їх активності і відносної кількості.

Якщо взяти для проведення реакції ацидоліз вищі аліфатичні кислоти (великої молекулярної маси), то в цьому випадку ми отримуємо продукт, що є аналогом рослинного масла. Якщо для реакції використовувати кислоти невеликої молекулярної маси, наприклад оцтову кислоту, то отриманий триацетат гліцерину матиме довільно високу температуру кипіння (258...260 °С), що відповідає середній частині фракційного складу товарного нафтового палива (160...360 °С), але, через високу частку кисню в цьому з'єднанні його теплота згорання буде невисокою.

Так, формула триацетилгліцериду: $C_9H_{14}O_6$.

Тоді за Менделєєвим:

- Нижча теплота згорання триацетилгліцериду, МДж/кг

$$Q_n = 34,013 \times 0,495 + 125,6 \times 0,065 - 10,9 \times 0,44 - 2,512 \times 9 - 0,1205 = 18,72 \text{ МДж/кг};$$

- Вища теплота згорання триацетилгліцериду, МДж/кг

$$Q_v = 34,013 \times 0,495 + 125,6 \times 0,065 - 10,9 \times 0,44 = 20,198 \text{ МДж/кг}.$$

Для порівняння, нижча теплота згорання нафтового дизельного палива приблизно 42,5 МДж/кг, вища – близько 45,9 МДж/кг.

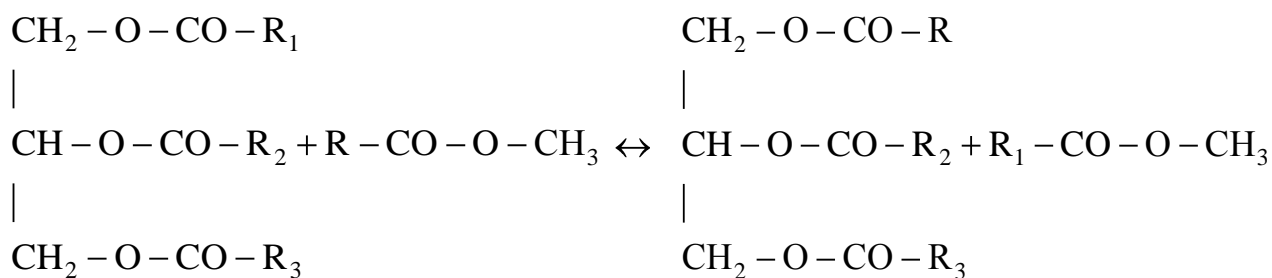
Таким чином, використання продуктів ацидолізу в якості дизельного біопалива недоцільне.

Реакція переестерифікації

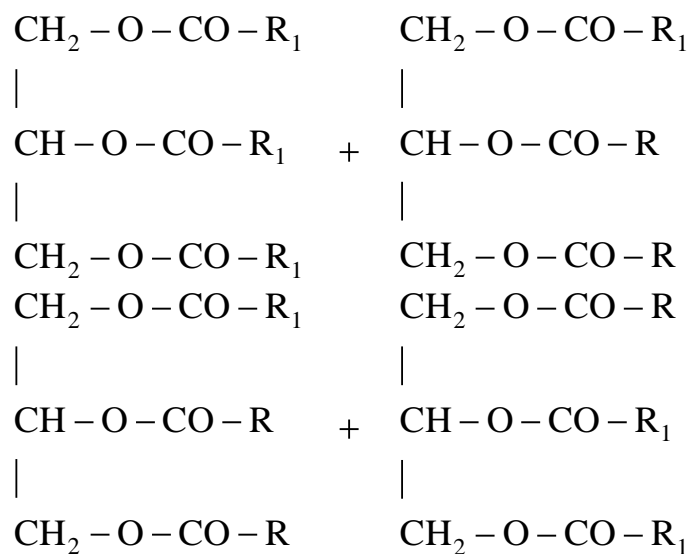
Переестерифікацією називається реакція обміну радикалами при взаємодії молекул двох різних складних ефірів.

Розрізняють два види переестерифікації – між- і внутрішньомолекулярних. Міжмолекулярна переестерифікація може відбуватись за різними схемами залежно від складу спиртів складних ефірів. Загальна схема процесу переестерифікації складних ефірів, що відрізняються складом їх жирних кислот, представлена формулою: $R_1 - CO - O - R_2 + R_3 - CO - O - R_4 \rightarrow R_1 - CO - O - R_4 + R_3 - CO - O - R_2$.

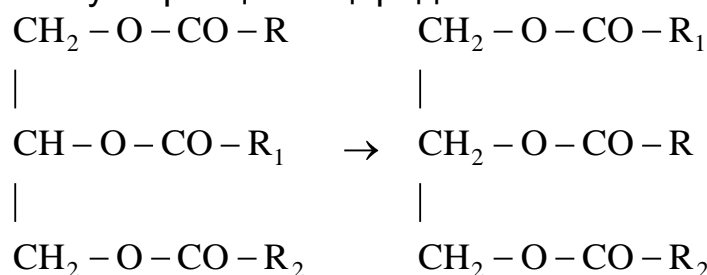
Переестерифікація даного типу можлива між молекулами складних ефірів багатоатомного спирту (гліцерину) і одноатомного (метанолу) за схемою:



Між молекулами триацилгліцеридів різного складу вона протікає у такий спосіб:



Внутрішньомолекулярна переестерифікація полягає в переміщенні ацилов у молекулі складного ефіру багатоатомного спирту, наприклад в молекулі триацилгліцеридів.



Без каталізаторів переестерифікація протікає з помітною швидкістю лише за температури 250 °С і вище. Вона зазвичай супроводжується більшим чи меншим термічним розпадом ефірів. Каталізатори прискорюють переестерифікацію і дозволяють вести її при більш низькій температурі, знижуючи або навіть запобігаючи термічному розпаду ефірів. В якості каталізаторів застосовують сірчану кислоту, сульфокислоти, луги, алкогольяти, деякі метали - цинк, олово, їх мила. При застосуванні зазначених металів переестерифікація з досить великою швидкістю протікає за температури 210...230 °С.

Найбільш сильно діють алкогольяти лужних металів, що застосовуються в кількості 0,1...0,25% від маси попередньо висушених ефі-

рів. У присутності алкоголятор лужних металів, особливо з веденням переестерифікації в розчинниках, вона може протікати з великою швидкістю і за температури близько 0 °С.

Як показують дослідження, в ряді жирів рослинного походження розподіл жирних кислот в триацилгліцериді 100 %-го розподілу не спостерігається. Тому при сильному нагріванні таких жирів, особливо в присутності каталітично діючих речовин, повинна відбуватися переестерифікація їх триацилгліцеридів, завдяки якій розподіл жирних кислот в триацилгліцериді має відповідати статистичному. Зазвичай в результаті цього різко змінюється вміст у жирі тринасичених гліцеридів.

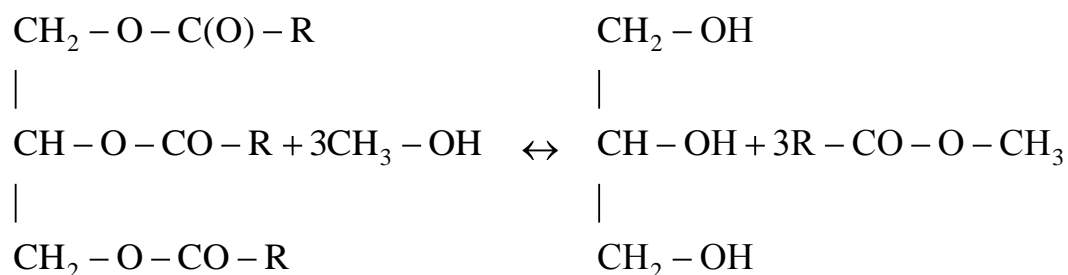
Таким чином, очевидно, що обмін кислотними залишками між молекулами триацилгліцеридів призводить до виникнення молекул, будова яких аналогічна будові триацилгліцеридів рослинних олій і використовувати цю реакцію для отримання дизельного біопалива недоцільно.

Реакція алкохолізу

До реакцій алкохолізу відносять реакції між складним ефіром і спиртом, в результаті якої утворюються нові складні ефіри, до складу яких входить спирт і залишок кислоти вихідного ефіру – відбувається перехід ацильних радикалів ефіру до молекули спирту. Розрізняють, залежно від використовуваного спирту, реакції метанолізу, гліцеролізу тощо.

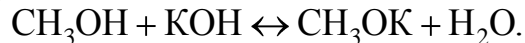
Триацилгліцериди при нагріванні з нейтральним метиловим або етиловим спиртами навіть при кип'ятінні майже не змінюються. Але якщо до олії, нагрітої приблизно до 60 °С, при перемішуванні прилити метиловий спирт, в якому розчинено трохи гідроксиду калію (приблизно 0,9 н. розчин), то через кілька хвилин з розчину, що утворився гліцерин, виділяється у вигляді окремої фази. Аналізи показують, що в спиртовому розчині над шаром гліцерину виявляються метилові ефіри жирних кислот вихідної олії з невеликою кількістю моно-, ди- і триацилгліцеридів.

План реакції можна представити наступним рівнянням:



Як видно, при цій реакції з триацилгліцеридів жирних кислот утворюються метилові ефіри цих кислот. Загалом алкоголіз аналогічний гідролізу жирів. Відмінність полягає в тому, що замість водичинним агентом є спирт.

Алкоголіз здійснюється за наявності каталізатора. Без каталізатора він протікає вкрай повільно навіть за температури 250 °С. В описаному вище прикладі каталізатором є алкогольят калію, що утворюється в спиртовому розчині за рівноважною реакцією:



Тому для алкоголізу олії з метиловим спиртом можна користуватися замість їдкоого луґу спиртовим розчином алкогольята калію або натрію.

Технічно цікавим видом алкоголізу є реакція, що протікає при нагріванні триацилгліцеридів з гліцерином, найчастіше в інтервалі 170...250 °С, під нормальним атмосферним тиском або при розрідженні, у присутності алкогольятів або окисів свинцю, цинку, магнію, марганцю, а іноді й деяких інших речовин. Цей випадок алкоголізу називають гліцеролізом. В результаті утворюються ди- і моноацилгліцериди.

Реакції алкоголізу природних рослинних олій призводять до утворення окрім гліцерину складних метилових ефірів вищих аліфатичних кислот, що мають меншу молекулярну масу (порівняно з триацилгліцеридами), меншу в'язкість і температуру кипіння. Саме продукти реакції алкоголізу в даний час знаходять технічне застосування, наприклад, для отримання дизельного біопалива.

У випадку використання суміші олій отримання продукту з реакції алкоголізу може ускладнюватися протіканням паралельної реакції переестерифікації – обміну кислотними залишками між триацилгліцеридами різного складу.

Переестерифікація відбувається одночасно з реакцією алкоголізу і заважає протіканню останньої. Одночасно з реакцією алкоголізу, коли в реакційній масі накопичуються моно- і диацілгліцериди, стає можливим протікання ще однієї побічної реакції – дизпропорціонування.

В результаті реакцій алкоголізу і дизпропорціонування утворюється вільний гліцерин. Однак реакція гліцеролізу в цих умовах протікати не може, тому що вимагає більш жорстких умов (високої температури).

Існуючи методи отримання метилових ефірів рослинних олій зводяться до використання трьох основних способів, що розрізня-

ються природою каталізаторів (оскільки каталітичні реакції більш ефективні, ніж некаталітичні):

- Метаноліз триацилгліцеридів рослинних олій в присутності гомогенного каталізатора лужного типу;
- Метаноліз триацилгліцеридів рослинних олій в присутності гомогенного каталізатора кислотного типу;
- Метаноліз триацилгліцеридів рослинних олій в присутності гетерогенного каталізатора.

У випадку каталізу лугом, реакція метанолізу протікає значно швидше, ніж при каталізі кислотою. Однак, якщо вихідна рослинна олія містить значну кількість вільних жирних кислот і воду, то кислотний каталіз реакції метаноліза є більш дієвим. Метилату натрію і калію є більш ефективними каталізаторами порівнянні з гідроксидами. Концентрації лугу в каталізаторі досягає 2,0% (мас.), що дозволяє досягати величин конверсії рослинних олій в ефіри на рівні 94...98%. Подальше збільшення концентрації каталізатора не призводить до збільшення виходу цільових продуктів, але веде до додаткових витрат на видалення каталізатора з продуктів реакції по завершенні процесу. В даний час практично все біодизельне паливо отримують за допомогою гомогенного каталізу. Використання гомогенних каталізаторів дозволяє провести реакцію метанолізу ліпідної сировини (складних ефірів гліцерину і вищих карбонових кислот) зі спиртом у м'яких умовах. Цей вид каталізаторів в наш час є найпоширенішим. При каталізі лугом реакції метанолізу гліцериди і спирт повинні бути максимально зневоднені, так як вода сприяє протіканню реакції омилення, яка призводить до отримання мила, що знижує вихід ефірів і погіршує поділ ефірів, гліцерину і води. Вологість може бути знижена шляхом використання силікагелю. Найбільш важливі параметри, що впливають на процес отримання дизельного біопалива шляхом метаноліза: температура реакції, молярне співвідношення спирту і олії, концентрація каталізатора, тривалість реакції, присутність вологи і вільних жирних кислот. Ці фактори знаходяться в стадії безперервного вивчення, накопичується статистика, ведеться аналіз результатів отриманих даних, але вони поки далекі від оптимальних значень.

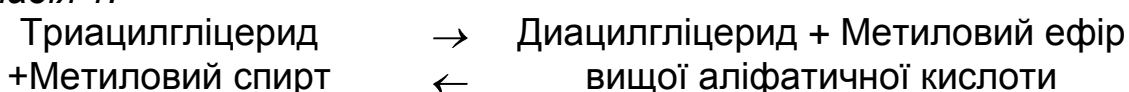
Всі дослідження і промислове виробництво дизельного біопалива в різних країнах ведуть в апаратах ємнісного типу («бочках»), в яких перемішування здійснюється тільки за рахунок використання механічних пристроїв.

Досліджувана реакція метанолізу має зворотній характер, в даному процесі неможливо досягти 100 %-го перетворення жиру. У кінцевій реакційній суміші завжди будуть присутні моно-, ди- і триаци-

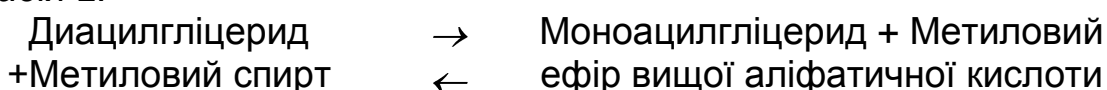
лгліцериди. Ця проблема набуває специфічного значення через суворі норми щодо чистоти комерційного дизельного біопалива. Наприклад, стандарт DIN EN 14214 на дизельне біопаливо допускає вміст гліцерину в кінцевому продукті до 0,25% (мас.), три- і діацилгліцеридів до 0,2 % (мас.), моноацилгліцеридів до 0,8% (мас.), що передбачає вихід метилових ефірів вищих аліфатичних карбонових кислот не нижче 98,5%. Одним з напрямків збільшення виходу ефірів є проведення процесу в дві стадії.

Схему реакції метаноліза можна представити в загальному вигляді:

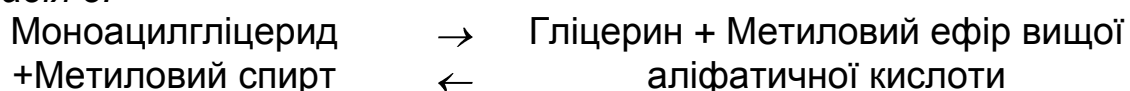
Стадія 1.



Стадія 2.



Стадія 3.



У процесі алкоголізу олії у дві стадії, гліцерин, отриманий на першій стадії, був відділений. Суміш, подана на другу стадію, містила метилові ефіри та моно-, ди- і триацилгліцериди. Процес тривав після додавання додаткових кількостей метанолу і каталізатора. На другій стадії відбувається збільшення виходу метилових ефірів. Криві кінетики процесу на першій і другій стадіях були аналогічними. Фактично спостерігалось різке збільшення виходу ефірів в перші хвилини реакції, а згодом криві ставали асимптотичними. Фізико-хімічні характеристики та експлуатаційні властивості біопалива, отриманого двохладійним метанолізом, практично не відрізнялися від тих, що були притаманні біопаливу, отриманому в одну стадію.

При отриманні дизельного біопалива на початковому етапі (при концентрації метилових ефірів нижче 70%) реакція метанолізу є гетерогенною з обмеженою масопередачею, а тому механічне перемішування виявляється малоефективним. Вище цієї концентрації ефірів суміш компонентів реакції формує єдину фазу. Одним із способів вирішення проблеми незмішуваності компонентів реакції є введення співрозчинників. Часто як співрозчинник використовують тетрагідрофуран (ТГФ), який за температурою кипіння близький до метанолу і може бути відділений перегонкою в одну стадію в одному апараті. Досліди проводилися за кімнатної температури 23°C і атмо-

сферному тиску з каталізатором КОН у кількості 1 % (мас.) і без спеціального перемішування, крім початкового слабкого змішування. Однофазна реакція з співрозчинником ТГФ проходять дуже швидко і за 5 хвилин наближається до рівноваги.

Третя стадія реакції метанолізу відбувається дуже повільно, в продуктах реакції присутня підвищена кількість непрореагованих моногліцеридів. Усунути це можливо за рахунок збільшення концентрації метанолу в реакційній суміші або проведення процесу у дві стадії (рис. 3.4).

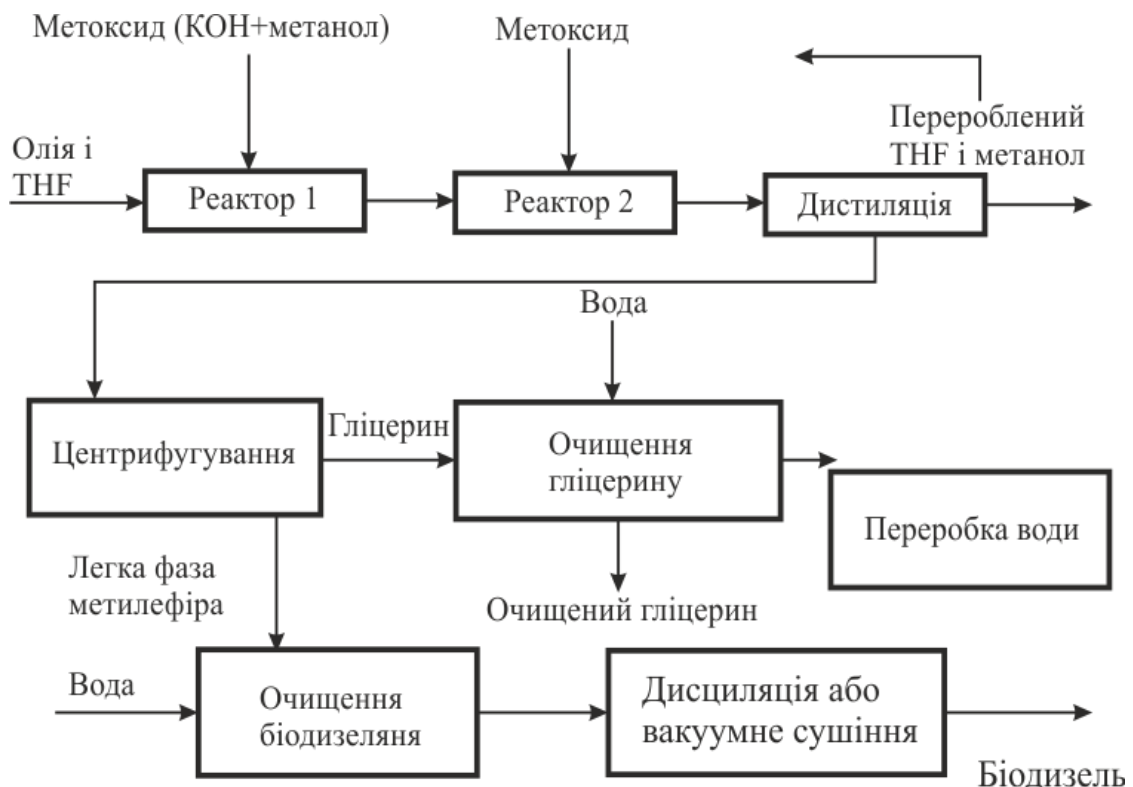


Рис. 3.4 – Схема виробництва біопалива з співрозчинниками

За даною схемою принципово можна організувати безперервний процес. Реакція метанолізу проводиться у дві стадії послідовно в трубчастих реакторах, в яких достатньо 10 хвилин часу для перебування реагентів. Після виходу з реакторів метанол і ТГФ разом відганяються, конденсуються і повертаються в реактори. Гліцеринову і ефірну фази відокремлюють центрифугуванням, промивають (промивну воду відокремлюють центрифугуванням), продукти сушать і отримують дизельне біопаливо і гліцерин. В реакторах не застосовують мішалки і нагрівання. Оптимальне співвідношення кількості олії до ТГФ 1:0,5. У разі присутності в реакційній масі води ТГФ утворює азеотропи і для їх поділу потрібно більш складна екстрактивна

дистиляція. Цей підхід вимагає додаткових витрат на обладнання та енергію для наступного поділу (наприклад, видалення ТГФ). Крім того, небажані речовини, які присутні в компонентах реакції, можуть через зміни умов розчинення потрапити у біопаливо.

Висока вартість рослинної олії змушує використовувати сировину для промисловості меншої вартості (наприклад, прогірклі або фритюрні масла), але в них високий вміст води та / або вільних жирних кислот. У цьому випадку для реакції потрібно більш висока концентрація каталізатора. Це створює труднощі при відділенні гліцерину і промивної води. Крім того, необхідні додаткові процеси очищення промивної води, щоб видалити метанол і каталізатор, які прореагували, що є енергоємною операцією. Ці проблеми принципово можуть бути подолані за допомогою гетерогенних, у тому числі ферментативних іммобілізованих каталізаторів і застосування мембранних реакторів у виробництві дизельного палива.

Виробництво біопалива каталізуванням ферментами, було запропоновано для подолання недоліків, притаманних кислотним і лужним каталізаторам. Головна перешкода, з якою зіткнулися при використанні ферменту ліпази – це його вартість. Тому економічно важливе багаторазове використання ліпази, яке можливе у разі іммобілізованої форми ліпази. У процесі багаторазового використання іммобілізованої ліпази при отриманні палива з соняшникової олії поліпшується стабільність і активність каталізатора.

Звичайні методи іммобілізації включають розміщення ферменту на твердих підкладках і закріплення в межах матриці полімеру або в гідрофільній піні поліуретану. Якщо ліпаза іммобілізована, то вона стає твердою фазою, при цьому мають місце додаткові переваги: запобігається забруднення продукту каталізатором і продовжується період корисної активної роботи ферменту. Збільшення температури збільшує швидкість ферментно-каталітичної реакції, але до певної межі; за температур вище 45 °С ліпаза, що має білкову природу, денатурує, що призводить до зменшення кількості активного ферменту. Оскільки іммобілізація забезпечує більш тверду зовнішню основу для молекул ліпази, температурні оптимуми, як очікується, збільшаться, що призведе до більш високої швидкості реакції.

Серед усіх методів іммобілізації зазвичай вибирається фізична адсорбція через її простоту, відсутність дорогих і отруйних реагентів, здатності зберегти активність і можливість регенерації.

З іншого боку, недостатня адсорбція ферментів призводить до вилуговування їх з поверхні підкладки, що змушує застосовувати інші засоби іммобілізації ферментів. Можливо досягти посилення зв'язків між розчинним у воді ферментом і водонерозчинними поверх-

нями, використовуючи біфункціональні з'єднання невеликої молекулярної маси типу глутарового альдегіду. Розроблено процедуру іммобілізації ліпази в межах гелевої матриці. Проаналізовано застосування у виробництві дизельного біопалива іммобілізованої ліпази на магнітних наночастинках. Ця система робить можливим проведення процесу з відділенням продуктів, що утворюються в реакції алкоголізу.

Магнітний характер носія дозволяє забезпечити переважне місце розташування біокатализатора на поверхні розділу між двома рідкими незмішуваними фазами.

Для забезпечення тісного контакту іммобілізованого ферменту з реакційною сумішшю необхідно здійснювати ефективне перемішування в реакторі. Іммобілізований фермент утримується в реакторі за рахунок установки фільтра на виході. Такі реактори не вимагають великих витрат. Проте ще один продукт реакції – гліцерин змішується з метанолом. При цьому утворюється друга рідка фаза, яка не змішується з рослинною олією, але ця друга полярна органічна фаза витягує метанол з ліпідної фази, зменшуючи концентрацію його в середовищі реакції, і це зменшує ступінь перетворення триацилгліцеридів, знижуючи вихід цільового продукту – біопалива. Отже, ступінь перетворення (і вихід) можна збільшити за умови видалення гліцерину з реакційної суміші. Для досягнення цього запропоновані мембранні реактори з іммобілізованою ліпазою, в яких можуть використовувати плоскі мембрани. В реакторах цього типу реакція і поділ можуть відбуватися одночасно.

Більш складний та інноваційний підхід був запропонований із застосуванням мембранного реактора, в якому іонний обмін здійснюється безпосередньо мембраною. Цей пристрій дозволяє провести майже повну етерифікацію олеїнової кислоти з метанолом за кімнатної температури, переміщаючи рівновагу реакції до формування ефірів.

Мембранна реакторна технологія застосовується у виробництві дизельного біопалива. В мікропористій неорганічній мембрані реактора відбувалося селективне проникнення ефірів вищих аліфатичних кислот, метанолу, каталізатора і гліцерину протягом процесу метанолізу. Мембранний модуль складається з пористої мембранної труби, розміщеної в кожусі, утворюючи конфігурацію «труба в трубі». Метаноліз, як вважають, відбувається на поверхні масляних крапельок. У міру того як у ході реакції утворюються метилові ефіри вищих карбонових кислот, вони дифундують у фазу метанолу. Незмішуваність рослинної олії з метанолом і змішуваність компонентів біопалива з метанолом дозволяють здійснити легке відділення продукту.

ктів від реагентів. Через позитивну відмінність тиску поперек мембрани, фаза ефіри / метанол / гліцерин / каталізатор проходить через мембрану і проникає в потік. Олія і метанол не змішуються і сукупність молекул масла, сформованих у крапельки, дисперговані у спирті являє собою емульсію. Жирові крапельки не можуть пройти крізь пори мембрани через їх великий розмір по відношенню до розміру пор мембрани.

Застосовується новий напівбезперервний мембранний реактор для виробництва високоякісного дизельного біопалива. В установці насос циркуляції, мембранний модуль і теплообмінна система складають циркуляційний контур, в межах якого реакція метанолізу відбувається за керованих температур і тисків. Вибір мембран з відповідним розміром пор залежить від розміру диспергованих жирових крапельок у безперервній фазі алкоголю. Середній розмір краплі для емульсії – 44 мкм, з нижньою і верхньою межами розміру 12 і 400 мкм, відповідно. Обрана мембрана з найбільшим розміром пор 1,4 мкм, що майже на порядок менша, ніж найнижча межа розміру краплі 12 мкм.

Важливим є підтримання гетерогенного стану в межах реактора. Змішувальність реагентів і поділу продуктів, отриманих з мембранного реактора, оцінюють з використанням октанол-водних коефіцієнтів поділу. У відповідності з цими даними можна очікувати, що диацилгліцериди і триацилгліцериди залишаться у дисперсній фазі, тоді як моноацилгліцериди і гліцерин перейдуть у рухливу метанольну фазу і можуть проникнути крізь мембрану. Але моноацилгліцериди швидко перетворюються в метилові ефіри, тому, не дивлячись на те, що моноацилгліцериди можуть проникати крізь мембрану, в продукті вони не виявляються.

У досліджах олія каноли була успішно переестерифікована з використанням метанолу та NaOH у мембранному реакторі. Всі перевірені вуглецеві мембрани з різними розмірами пор (а саме: 0,05; 0,2; 0,5 і 1,4 мкм) зберігали олію каноли в реакторі. Встановлено, що найнижча допустима об'ємна частка метанолу 0,29 відповідає теоретичним розрахункам. Поділ фаз проникаючого потоку відбувся за кімнатної температури. Багата ефірами фаза практично не містила гліцерину, що спрощувало очищення дизельного біопалива, а полярна, багата метанолом фаза, може рециркулювати в реакторі і дозволити в перспективі здійснити безперервне виробництво дизельного біопалива.

Процеси, що використовують гетерогенні (наприклад, цеолітні) каталізатори, поки знаходяться в стадії опрацювання на лабораторному рівні. Вони вимагають дуже високих температур (200...220 °C) і

тисків (20...22 атм.), щоб забезпечити ефективність метанолізу. Об'ємна швидкість переміщення олії крізь 1 літр гетерогенного катализатора в біореакторі не повинна перевищувати 1 літра на годину. Регенерація катализатора передбачає його прожарювання в муфельній печі на повітрі при 550 °С протягом 3 годин. Нагрівання треба проводити зі швидкістю не більше 10 °С/хв. Охолоджувати також бажано повільно, без доступу повітря, щоб на поверхні катализатора не утворювалися карбонати. Після охолодження катализатор поміщається в біореактор або ємність для зберігання і герметизується. Це один з перспективних напрямків, але основною проблемою є пошук найбільш оптимального катализатора.

Японські вчені працюють над створенням методу отримання дизельного біопалива без катализатора. Метанол за новим методом (за температури близько 400 °С і тиску до 200 МПа) переходить в так званий «надкритичний стан». Передбачається, що в цьому випадку швидкість реакції етерифікації повинна збільшитися в кілька десятків разів при високому виході продукту. Після завантаження ріпакової олії та метанолу посудину занурювали в олов'яну баню, попередньо нагріту до 350...400 °С і витримували протягом 4 хв до настання надкритичних параметрів метанолу, після чого посудину поміщали в холодну баню для припинення реакції. Отримані продукти реакції аналізували рідинною хроматографією високої роздільної здатності і підтвердили проходження реакції алкохолізу.

Синтез дизельного біопалива в надкритичних спиртах без катализатора – багатообіцяючий метод, в перспективі здатний замінити каталітичний процес алкохолізу. Некаталітичний спосіб виробництва дизельного біопалива з надкритичним метанолом дозволяє реалізувати процес алкохолізу і досягти високих виходів продукту через одночасну переестерифікацію триацилгліцеридів і етерифікації жирних кислот. Спостерігалось, що в докритичному стані метанолу швидкість реакції є дуже низькою і поступово збільшується з підвищенням тиску і температури. Збільшення температури реакції, особливо в надкритичних умовах, збільшує ступінь перетворення складних ефірів гліцерину і вищих карбонових кислот. Крім того, в даному процесі, на відміну від процесу, що каталізується лугом, присутність води позитивно впливає на формування метилових ефірів. У порівнянні з каталітичними процесами за атмосферного тиску, надкритичний процес з метанолом є некаталітичним, а тому очистка продуктів реакції (компонентів біопалива) набагато простіша. Також у цьому випадку відзначається менший термін застосування реакції. Проте реакція вимагає температур 250...400 °С і тисків 35...60 МПа.

Подальша еволюція методів отримання дизельного біопалива відбувається в напрямку комплексного впливу різних чинників на складні ефіри гліцерину і вищих карбонових кислот.

Вивчено синтез палива з касторової і лляної олії в двоокис вуглецю з ферментами і в надкритичних спиртах без каталізатора. Досліджено вплив мольного співвідношення спирту до олії, температури і кількості ферменту на кінетику алкоголізу. В процесі з ферментативним каталізом і мольним співвідношення спирту до олії 5:1 відмічено збільшення перетворення у паливо касторової олії до 45% (з метанолом) і до 35% (з етанолом) при підвищенні завантаження ферменту до 20% від маси олії. Подальше збільшення завантаження ферменту не призводить до збільшення виходу метилових ефірів карбонових кислот. Це узгоджується з результатами, які показують максимальну ступінь перетворення для метанолізу соняшникової олії при завантаженні ферментів 30% і більше від маси олії.

Оптимальне мольне співвідношення спирту до олії 6:1 отримано для алкоголізу олії ядра пальми в оксиді вуглецю при 40 °С і 73×10^5 Па.

Подальше збільшення температури веде до зменшення ступеня перетворення, що очевидно бути пов'язано з дезактивацією ферменту. Результати дослідів алкоголізом касторової олії з метанолом і етанолом показують оптимальну температуру 50 і 45 °С, з максимально можливим ступенем перетворення 45 і 38% відповідно.

Вивчено кінетику некаталітичної реакції одержання дизельного біопалива з касторової і лляної олії при надкритичних умовах з метанолом і етанолом за температур 200, 250, 300 і 350 °С. Реакція алкоголізу також проходить у три стадії. Кінетика реакцій з метанолом і етанолом є майже однаковою і для касторової і лляної олії. Температурні залежності відповідали рівнянню Арреніуса, що дозволило визначити енергії активації 35, 55, 46,5 і 70 кДж/моль для метилового ефіру касторової олії, етилового ефіру касторової олії метилового ефіру лляної олії і етилового ефіру лляної олії відповідно. Енергії активації 117, 128 і 29 кДж/моль були отримані для першої, другої і третьої стадії реакції, відповідно. Певні енергії активації реакції отримання метилових ефірів касторової і лляної олії (69 і 39 кДж / моль) можна порівняти з енергією активації для одноступінчатого механізму реакції отримання метилових ефірів різних рослинних олій.

Вивчено вплив на некаталітичну реакцію мольних відношень метанолу до касторової і лляної олії з докритичним (200 °С) і надкритичним (250...350 °С) станом метанолу та етанолу. Мольне співвідношення спирту до олії змінювалося від 10:1 до 70:1 при чотирьох

різних температурах (час реакції 40 хвилин). Відзначено збільшення ступеня перетворення олії у паливо зі збільшенням мольних відношень спирту до олій до 40:1.

Ступінь перетворення, отриманий при 200 °С після 60 хвилин – 55 і 27%. Більш високі виходи метилових ефірів ріпакової олії 68 і 70% досягнуті при 200...230 °С, відповідно, за 60 хвилин. Ступінь перетворення 60% була отримана у разі синтезу метилових ефірів різних рослинних олій при 220 °С за 5 хвилин.

Переестерифікація олії сої з метанолом показала ступінь перетворення тільки 11 і 20% при 220 і 235 °С. При 350 °С реакція проходила швидко з виходом метилових ефірів 65 % протягом 10 хв. Для повного перетворення у паливо витратили 40 хв для касторової і лляної олій.

При високих температурах, які характерні для процесу переестерифікації олії в надкритичному метанолі, можливо утворення – метилових ефірів вищих аліфатичних кислот. Хоча за двохступеневого методу, який складається з гідролізу олій у воді і подальшої естерифікації в надкритичному метанолі, можна запропонувати відносно помірні умови реакції (температуру 300 °С, тиск від 7 до 20 МПа), але вони все ж складніші, ніж традиційно з лужним каталізатором. У таких жорстких умовах процесу головним завданням стає забезпечення термічної стабільності дизельного біопалива.

3.2.3. Сучасні технології виробництва дизельного біопалива

Виробництво біопалива на основі ріпакової олії

Найбільш перспективним для дизельних двигунів є паливо рослинного походження з насіння олійних культур (соняшник, соя, ріпак, рижик, гірчиця тощо). Найчастіше вживаною для отримання біопалива з насіння є ріпак, що відзначається фізико-хімічними властивостями ріпакової олії (РО), близькими до властивостей дизельного біопалива (ДП).

В даний час більшість розвинених країн практикують виробництво та використання біопалива, створюють нові потужності з його виробництва. Однак, отримання ДП є складною технологією з використанням метилового спирту, тому виробництво і застосування такого палива вимагає значних матеріальних затрат і особливих заходів безпеки.

Одна з головних проблем при роботі дизеля на чистій РО – підвищена кількість вуглецевих відкладень на поверхні камери згоряння і закоксованість соплових отворів розпилювальних форсунок. Вирішити цю проблему можна на стадії виробництва біопалива шляхом

часткової нейтралізації РО і подальшого змішування з ДП у співвідношенні 0,7/0,3 для використання суміші.

Для видалення важких жирних кислот, зменшення щільності й в'язкості перед змішуванням з мінеральним ДП пропонується нейтралізація РО. Це досягається додавкою в попередньо очищену і підігріту до температури 50...60 °С РО їдкою калію (KOH) в кількості 0,1...0,3%. При інтенсивному перемішуванні компонентів тривалість реакції становить 7...10 хв з випаданням солей важких кислот в осад щільністю 1150 кг/м³. Обсяг осаду досягає 5...7% від обсягу олії. При цьому її в'язкість і щільність знижуються на 10 і 2%, відповідно.

При великому різноманітті мобільних і стаціонарних комплексів з виробництва біопалива з насіння ріпаку залишається відкритим питання про вибір технологічної лінії для порівняно невеликих господарств з річним споживанням ДП – 300...500 т. Оскільки мова йде не тільки про переробку сировини на олію (як основи палива), але й про отримання ріпакової макухи. Таке виробництво має забезпечуватись комплектом устаткування, що задовольняє умовам господарської діяльності (річної потреби в паливі з урахуванням розміру оброблюваних угідь, можливості реалізації побічної продукції тощо).

Технологію виробництва палива без переестерифікації олії з насіння ріпаку (рис. 3.5) умовно можна поділити на кілька основних етапів: пресування насіння; попереднє відстоювання олії; фільтрування; лужна нейтралізація; змішування РО з ДП.

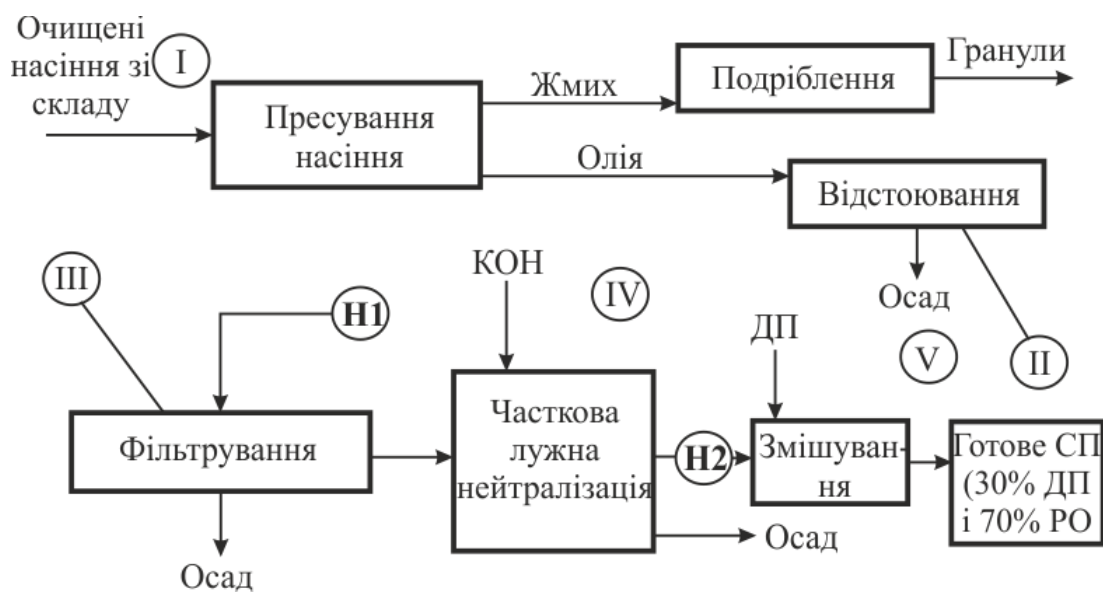


Рис. 3.5 – Схема технологічного процесу виробництва біопалива з насіння ріпаку

Очищене насіння зі складу або засипної ями транспортером подається до живильника шнекового преса (I), на виході з якого встановлений подрібнювач макухи, транспортер для її відводу та ємність (II) під попереднє відстоювання олії, що самопливом надходить з преса. Після відстоювання, олія насосом Н1 відкачується з ємності (II) і подається у фільтр-прес (III) для очищення. Очищена від домішок олія піддається лужній нейтралізації в нейтралізаторі-роздільнику (IV), де проводиться підігрів до 50 °С і перемішування олії з лугом, в результаті чого випадає до 7% осаду, який тут же відокремлюється і виділяється в спеціальний резервуар (на подальшу переробку). Після нейтралізації, РО насосом Н2 перекачується в змішувач (V). У змішувачі до РО через дозатор додається мінеральне ДП для отримання сумішевого палива (СП), яке самопливом надходить в ємність готової продукції.

Нижче наведені показники технологічної лінії (табл. 3.13) виробництва біопалива з насіння ріпаку продуктивністю (за насінням) 250 кг/год.

Таблиця 3.13 – Показники технологічної лінії виробництва біопалива з насіння ріпаку на основі шнекового преса

№ п/п	Показник	Значення показника
1.	Продуктивність за СП (70% РО + 30% ДП) при виході олії 29 % і кількості осаду до 9 %, кг/год	87,2
2.	Вихід олії (без нейтралізації та фільтрування), кг/год	72,5
3.	Вихід макухи, кг/год	120
4.	Витрата лугу (КОН10%), кг/год	0,19
5.	Встановлена потужність обладнання, кВт	30,5
6.	Конструктивна маса обладнання, кг	3740
7.	Габаритні розміри комплексу, м	5,2×3,5×3,6
8.	Обслуговуючий персонал, чел. при експлуатації при монтажі, ТО та ремонті	1 3

Лінія з виробництва дизельного біопалива з використанням установок кавітаційної обробки ЮРЛЕ-К

Одним з перспективних альтернативних відновлювальних джерел енергії є рослинні і тваринні жири, які можуть бути використані для виробництва дизельного біопалива (дизельного біопалива).

Дизельне біопаливо – це метиловий або етиловий ефір, що володіє властивостями горючого матеріалу і отримується в результаті хімічної реакції з рослинних чи тваринних жирів. Для отримання метилового ефіру до рослинної олії додається метанол, а також невелика кількість лужного каталізатора. Суміш обробляється в спеціальних реакторах. В результаті хімічної реакції утворюється метиловий ефір (паливо), а також побічний продукт – гліцерин, широко використовуваний у фармацевтичній і лакофарбовій промисловості. Отриманий ефір має добру здатність до запалювання. Якщо для мінерального дизпалива характерне цетанове число 50...52, то метиловий ефір характеризується цетановим числом 53...55% цетана. Це дозволяє використовувати його в дизельних двигунах без їх конструктивного удосконалення. Завдяки такій властивості метиловий ефір, що отримується з рослинних олій і тваринних жирів, і був названий дизельним біопаливом.

Технологічна схема з виробництва такого палива з використанням установок кавітаційної обробки ЮРЛЕ-К наведена на рис. 3.6.

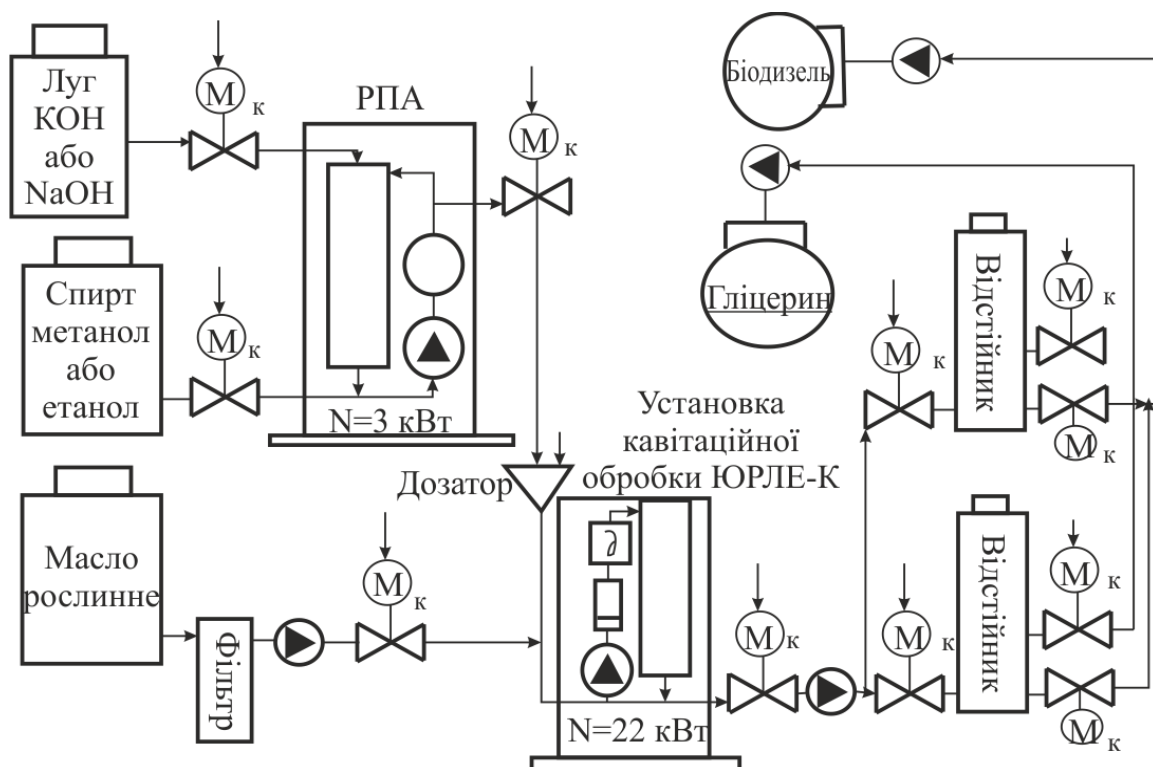


Рис. 3.6 – Технологічна схема з виробництва дизельного біопалива з використанням установок кавітаційної обробки ЮРЛЕ-К

Рослинна олія фільтрується і надходить за допомогою насоса в установку кавітаційної обробки (УКЗ) ЮРЛЕ-К. До цієї ж установки надходить дозована кількість суміші луґу (KOH або NaOH) і спирту (метилового або етилового). Суміш луґу та спирту попередньо підготовляється за допомогою роторно-пульсаційного апарату (РПА) або окремої установки кавітаційної обробки малої потужності.

Установка кавітаційної обробки ЮРЛЕ-К служить одночасно як реактором переестерифікації (трансестерифікації) речовини, так і прискорювачем цього процесу. У процесі обробки в УКО відбувається прискорення реакції за рахунок багаторазового інтенсивного кавітаційно-вихрового впливу на рухому суміш.

Після закінчення обробки в УКО продукти реакції перекачуються у відстійники для поділу на фракції. Після закінчення процесу поділу біодизель і гліцерин перекачуються у відповідні ємності для накопичення готового продукту.

Установка кавітаційної обробки ЮРЛЕ-К дозволяє також (за необхідності) ефективно змішати біодизель із мінеральним дизельним паливом.

Переваги даної лінії в порівнянні з класичними:

1. Безпека. Процес переестерифікації відбувається при низьких температурах і тиску, що підвищує безпеку виробництва.

2. Енергоефективність та продуктивність. Кавітаційно-вихрова обробка у багато разів підвищує продуктивність і зменшує енергоємність процесу.

3. Простота. Для керування і спостереження за лінією достатньо одного оператора.

Технологія отримання дизельного біопалива «ТЕКМАШ».

Унікальність технології «ТЕКМАШ» ґрунтується на гідродинамічній обробці компонентів реакції у вигляді рослинної олії і метилового спирту, що призводить до інтенсифікації реакції трансестерифікації – основна реакція одержання дизельного біопалива.

Це, по-перше, збільшує швидкість проходження реакції, по-друге, збільшує повноту перетворення олії у паливо.

Збільшення повноти проходження реакції відбувається, по-перше, за рахунок гідромеханічного впливу на молекулярному рівні на реагенти, реакції, по-друге, за рахунок ефективного перемішування середовища, що забезпечує транспортування метилового спирту і гідроксиду калію або натрію в необхідній пропорції в будь-яку область реактора. Це повністю виключає попадання в біодизельне паливо залишків метилового спирту або рослинної олії.

Інтенсифікація процесу протікання реакції відбувається за рахунок кавітаційного впливу на компоненти реакції в спеціально спроектованих насадках. Відомо, що при кавітаційному впливі на оброблювану середовище, тиск і температура в локальній зоні впливу підвищуються до сотень градусів і атмосфер. За таких умов реакція трансестерифікації відбувається практично миттєво і при мінімальному енергоспоживанні.

Для ефективного перемішування компонентів реакції використовується спеціальна технологія «ТЕКМАШ» та обладнання у вигляді струменево-вихрових гідродинамічних нагрівачів типу ТЕК-БД. У замкнених гідродинамічних апаратах повністю відсутні застійні зони, що забезпечує 100 %-у повноту проходження реакції трансестерифікації.

Кавітаційна обробка може розглядатися як «холодне кип'ятіння» середовища, в результаті якого мінеральні сполуки, що містяться в рослинній олії, ефективно випадають в осад. Це дозволяє отримувати високоякісне паливо за критерієм «зольність» без використання додаткового дорогого очищення обладнання.

На сьогодні відомо, що кавітаційна обробка палива дозволяє поліпшити його експлуатаційні характеристики на 2...3%. Вплив кавітації, за аналогією з відомими процесами отримання палива з нафти, називають мікрокрекінгом. Обладнання, що випускається компанією «ТЕКМАШ» дозволяє ефективно перемішувати одержане біодизельне паливо з традиційною «соляркою» класичного походження. При цьому продуктивність лінії виробництва композиційного палива в 5...8 разів вища від традиційних аналогів.

Використання підходу «ТЕКМАШ» дало можливість вписатися в американський стандарт якості дизельного біопалива ASTM, отримавши при цьому:

- мінімальна кількість відходів, які потребують утилізації (не більше 2% від маси рослинної олії);
- мінімальне енергоспоживання (не більше 10...20 кВт·год) на 1 тону виробленого дизельного біопалива.

Для порівняння, при виробництві дизельного біопалива за класичною технологією із застосуванням нагрівання за допомогою електрокотла енергоспоживання для отримання 1 тонни дизельного біопалива лежить в межах 50...100 кВт·год, тобто практично в 3 рази більше, ніж за технологією «ТЕКМАШ».

Порівняння використання технології «ТЕКМАШ» і класичної технології отримання дизельного біопалива (з розрахунку продуктивності одна тонна на годину) наведено в табл. 3.13.

Лінія з виробництва дизельного біопалива працює таким чином (рис. 3.7): Рослинна олія з ємності 1 перекачується насосом Н1 в реактор-трансестерифікатор 5, куди додається порція спирту і гідроксиду калію (KOH) або натрію (NaOH) з дозатора 9. Після заповнення реактора 5 включається насос установки ТЕК-БД і компоненти реакції багаторазово циркулюють через зону гідромеханічного впливу за схемою «ємність – ТЕК-БД – насос – турбулентна насадка – місткість». При цьому температура в реакторі ТЕК-БД піднімається на 10...12 °С. Після закінчення циркуляції продукти реакції перекачуються насосом Н3 в одну з ємностей 6 для поділу на паливо і гліцерин (процес поділу триває 15...20 хвилин). Після поділу паливо і гліцерин перекачуються насосами Н4 і Н5 в ємності 7 і 8 відповідно. Після заповнення ємностей 7 і 8 готовий продукт надходить на зберігання чи використання.

Таблиця 3.13 – Порівняльна характеристика технологій виробництва дизельного біопалива

Параметри	Класична технологія	Технологія «ТЕКМАШ»
Питомі енерговитрати на 1 т масла, кВт·год.	50-60	10-15
Повнота проходження реакції, %	92-96	97-99
Кількість метилового спирту, % від масла	14-20	14-18
Необхідна площа, не більше, м ²	150-200	25-40

Перед початком роботи лінії попередньо готується 4...5 порцій суміші KOH (або NaOH) і спирту в реакторі 4, куди подається спирт з ємності 2 і KOH з ємності 3. Процес приготування суміші займає 10 хвилин. За допомогою насоса Н2 готова суміш перекачується в дозатор 9.

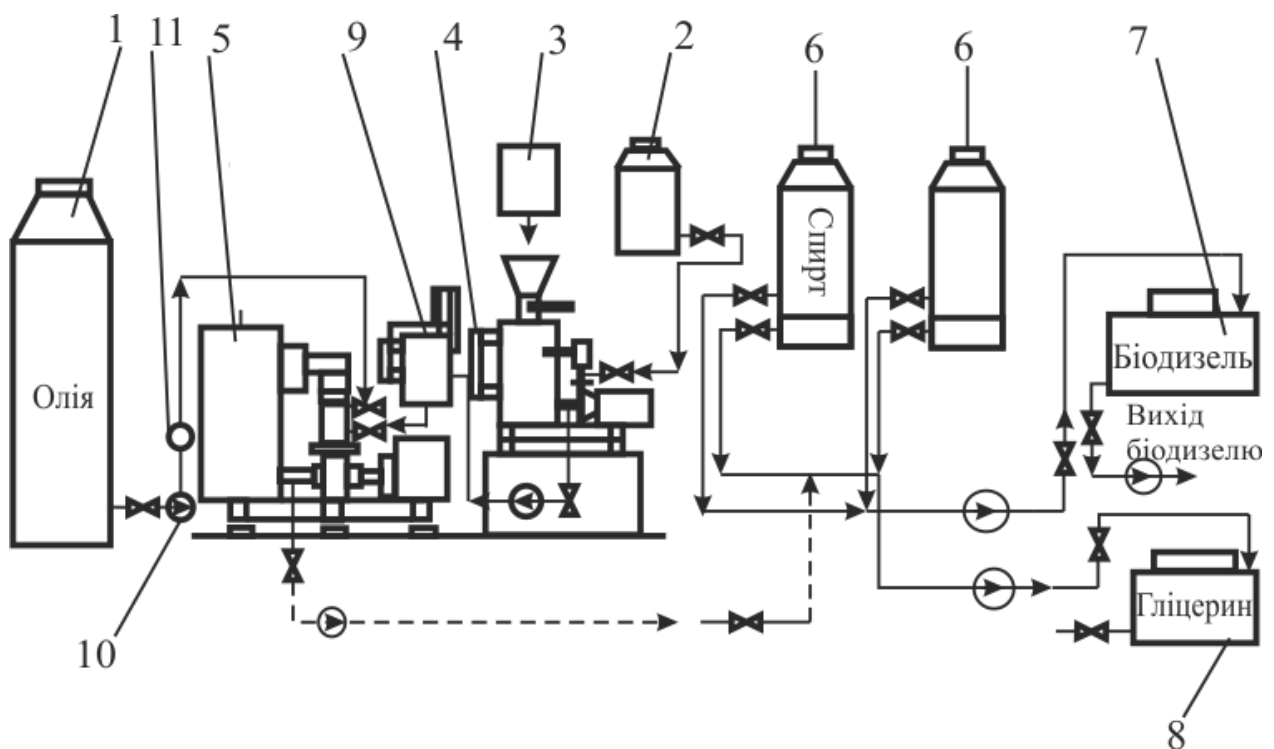


Рис. 3.7 – Схема лінії з виробництва дизельного біопалива
Біодизельна установка ws-230

Біодизельна установка складається з наступних основних частин (рис. 3.8): платформа завантаження, що складається з трьох цистерн в комплекті з дозуючими системами і насосами завантаження, в які надходить олія, каталізатор і нейтралізатор. Насоси цистерн посилають три продукти в реактор для попереднього нагрівання і зменшення вологості. Далі вся маса надходить в центрифугу реактора. Платформа обладнана системами завантаження твердих або рідких відходів. Тверді відходи на вході піддаються додатковому обробленню, яке передбачає подрібнення, сушіння (якщо необхідно), видалення інертних матеріалів (метали, пісок та ін.).

Центрифуга ректора, яка є «серцем» системи, сконструйована досить складно, з використанням матеріалів, стійких до температури + 400 °С і має високі антикорозійні властивості. Тертя між частинками реагентів підвищує температуру до + 350 °С. Під впливом термічного ефекту і каталізатора в суміші відбувається хімічна реакція виробництва вуглеводнів, які при даній температурі мають газоподібний стан. Далі суміш надходить в циклонний сепаратор, де ділиться на рідку і газоподібну фракції. Рідка фракція повертається в цистерну завантаження, а газоподібна фракція потрапляє в колону дистиляції.

З колони дистиляції виходять рідкі синтетичні вуглеводні, які можна розділити на важкі і легкі. Перші (важкі) надходять на теплообмінник і потім в цистерну збору дизельного біопалива.

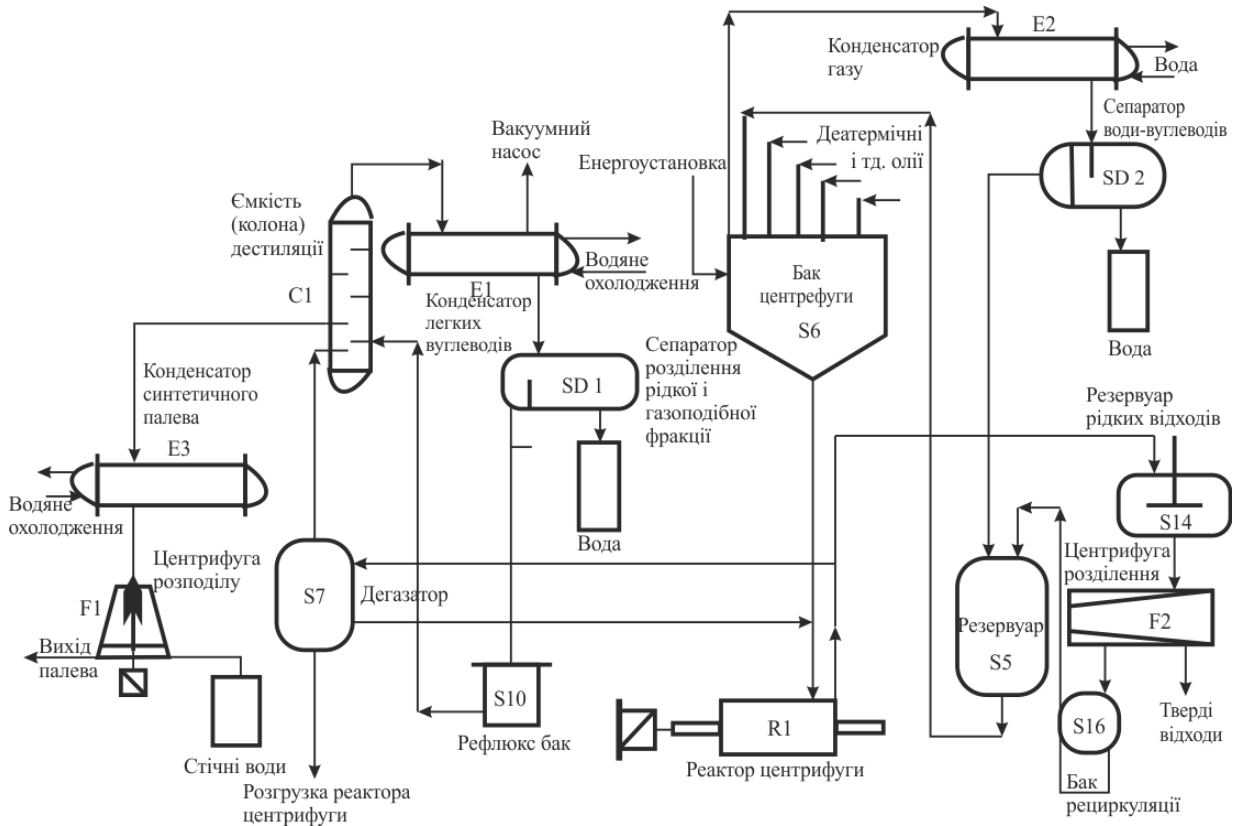


Рис. 3.8 – Технологія отримання дизельного біопалива за допомогою біодизельної установки ws-230

Залишки продуктів надходять на установку, яка відділяє рідку фракцію від твердої. Рідка фракція надходить знову в переробку, а тверда, після контролю складу, на утилізацію. Тверда фракція складає 3...8% від маси первісних реагентів. Вироблений газ відсмоктується насосами з тиском 105 кПа. Неконденсований газ подається в цистерну через систему фільтрів, а потім надходить на виробництво енергії в когенераційні установки. Рідка складова – паливо з цистерни надходить на подальше використання.

Вимоги до відходів, що використовуються для переробки в установці дизельного біопалива ws-230:

- вологість не більше 10%;
- відсутність інертних матеріалів (пісок, метал, скло, каміння);
- повинні бути дрібно розмелені (фракція менше 3мм).

Принциповим продуктом технології ws є синтетичне пальне, яке має середню щільність близько 0,840 кг/л та теплотворну здатність

43000 кДж/кг (близько 10 000 ккал). Характеристики даної речовини схожі на характеристики палива для дизельних двигунів або палива для спалювання в пальниках опалювальних котлів. Це паливо представляє собою суміш аліфатичних вуглеводнів C7-C21. Конфігурація установки може бути адаптована для отримання продукту з необхідними властивостями. Таке синтетичне паливо може бути використане для виробництва електричної енергії за допомогою модернізованих дизельних моторів. Середня продуктивність дорівнює 4 кВт.год з 1 літра продукту.

Аналіз отриманого біопалива показав, що вміст вуглецю в ньому становить близько 86%, водню близько 13%, кисню близько 0,2%, азоту менше 0,2%.

Газоподібна складова. За процесом молекулярної каталітичної реструктуризації утворюються вуглеводні коротких ланцюгів (від C1 до C5 –пентан, езан, епта а також CO і CO₂), що знаходяться в концентрації, що не рекомендована для розділення. Ці гази можуть бути спрямовані в когенератори для виробництва теплової/електричної енергії, для отримання теплової енергії та мають теплотворну здатність близько 16 500 кДж/кг.

Вода. Молекулярна каталітична реструктуризація, як вторинний продукт, виробляє забруднену воду, яка повинна піти на водоочистку або як емульсатори для використання в дизельних двигунах («білий» дизель).

Тверді речовини. Складаються з дрібних гранул, що містять вуглець (до 30%), нейтралізатор, каталізатор, мінеральні солі, присутні у вихідних речовинах. Зовнішній вигляд біодизельної установки ws-230 представлено на рис. 3.9.

Виробництво дизельного біопалива за допомогою трікантерів, декантерів і сепараторів для дизельного біопалива

Залежно від виду та якості сировини при виробництві дизельного біопалива використовуються різні методи.

Центрифуга для виробництва дизельного біопалива застосовується на декількох етапах процесу (рис. 3.10):

- роздільний сепаратор для виділення гліцеринової води зі складного ефіру жирної кислоти і промивання дизельного біопалива,
- кларифікатор для виділення дрібних речовин з дизельного біопалива,
- трікантер для обробки сировини перед естерифікацією,
- трікантер для розділення трьох фаз: вільних жирних кислот, гліцерину і солей, наприклад, сульфату калію, при очищенні гліцерину за одну технологічну операцію,

- декантер для додаткового промивання солей, наприклад, сульфату калію, при очищенні гліцерину.



Рис. 3.9 – Зовнішній вигляд біодизельної установки ws-23

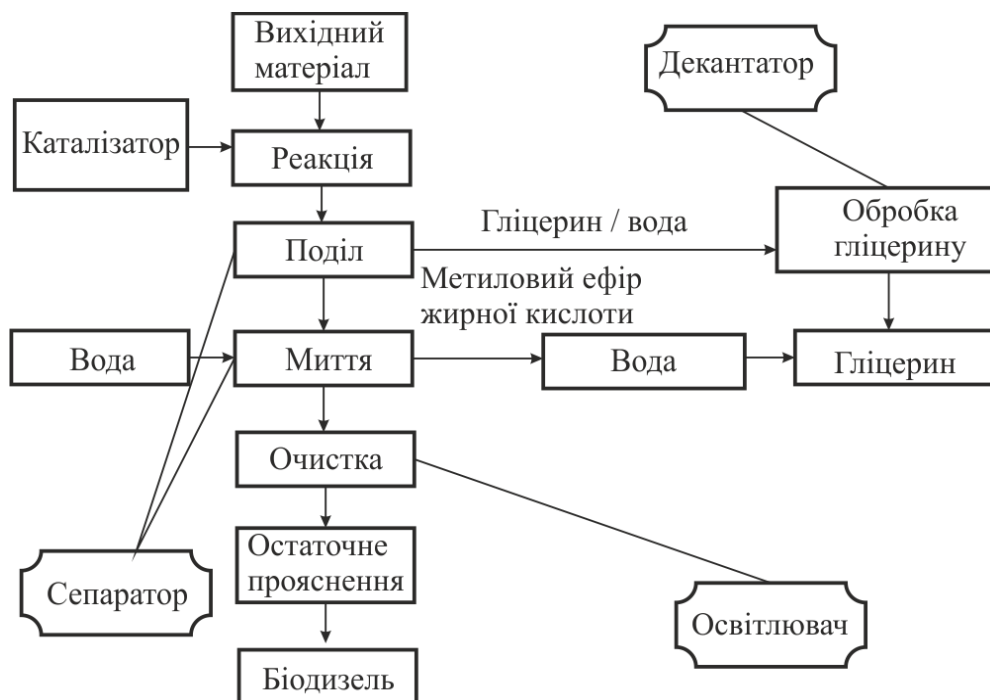


Рис. 3.10 – Технологічна схема виробництва дизельного біопалива за допомогою трікантерів, декантерів і сепараторів для очищення продукту

Переваги при виробництві дизельного біопалива за допомогою центрифуг:

- покращена якість палива біопалива і побічних продуктів завдяки видаленню забруднень перед перетворенням,
- підвищення чіткості поділу при відділенні гліцерину від палива і його промиванні,
- запобігання утворенню відкладень і виходу з ладу фільтрів завдяки ефективному відділенню стеролглікозидів,
- максимальне знежирення твердої речовини.

Поділ біопалива і гліцерину

Для забезпечення оптимального ступеня переестерифікації потрібно максимально швидко і максимально повне відділення гліцерину. Для виконання цих завдань вже протягом десятиліть використовують сепаратори. Відокремлений гліцерин можна переробити для застосування в якості сировини у фармацевтичній і косметичній промисловості.

Промивання біопалива

При промиванні палива з використанням води вимивається велика кількість побічних продуктів, які потім видаляються за допомогою сепаратора. Шляхом промивання палива біопалива можна додатково і в значній мірі підвищити якість продукту. Це також зменшує навантаження на наступні агрегати.

Переваги при поділі біопалива і гліцерину і промиванні дизельного біопалива:

- високоефективне поділ за допомогою сепаратора при мінімальній витраті електроенергії,
- високий ступінь чистоти і якість,
- захист від вибуху згідно директивам АTEX95.

Освітлення дизельного біопалива до кришталевої прозорості

При освітленні дизельного біопалива до кришталевої прозорості біодизель додатково очищують і полірують за допомогою додаткового сепаратора. Рештки забруднень видаляються і підвищується якість продукту, забезпечується відповідність найсуворішим стандартам якості.

Видалення стеролглікозидів

За певних умов, в першу чергу при використанні як сировини пальмової та соєвої олій, в біодизелі можуть осідати стеролглікозиди. При переробці таких олій в більшості випадків потрібні додаткові витрати на технічне обслуговування виробничого обладнання. Сепаратори можуть ефективно видаляти стеролглікозиди і, тим самим, знизувати ризик порушень процесів.

Переваги при видаленні стеролглікозидів:

- висока якість продукту,
- надійний процес і виконання вимог стандартів якості.

Очищення гліцерину і промивання

Побічні продукти при виробництві дизельного біопалива також можна переробити і отримати цінні речовини. Поряд з гліцерином можна виділяти використану сіль з високим ступенем чистоти.

Переваги при очищенні гліцерину і промиванні солі:

- ефективне механічне розділення – велика частка сухої речовини в отриманій солі,
- захист сушильного обладнання – сіль ефективно видаляється,
- надійна техніка і просте управління.

Виробництво дизельного біопалива в промислових масштабах

Приклад заводу з виробництва дизельного біопалива (Іспанія) наведено на рис. 3.11.

Потужність - 21000 м³ палива на рік

Персонал - 18 осіб

Територія - 6000 м² (будівлі – 2300 м²)

Кількість реакторів - 3

Сировина - соєва олія, пальмова олія

Зберігання олії - 300 м³

Ємності для метанолу - 60 м³

Ємності для готового дизельного біопалива (B100) - 400 м³

Ємності для гліцерину - 100 м³



Рис. 3.11 – Схема виробництва дизельного біопалива (завод потужністю 7,3 млнлітрів на рік).

Автоматизований малогабаритний завод для виробництва дизельного біопалива

Серія мобільних-заводів для виробництва дизельного біопалива продуктивністю від 1-ї до 10-ти тонн дизельного біопалива на добу розроблена у м. Києві, Товариством з обмеженою відповідальністю «Елерон». Технічні характеристики заводів наведено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Технічні характеристики малогабаритних заводів для виробництва дизельного біопалива

Марка заводу	Тип заводу	Продуктивність з біопалива, тонн / добу	Габаритні розміри, м	Маса обладнання, тонн	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання за потужністю	Кількість обслуговуючого персоналу, чол	Середній наробіток на відмову, не менше, год
МЗДП-1	Контейнерний модульний *	1,0-2,0**	8,0x2,4x2,9	6,5	44,09	0,50	1	2000
МЗДП-2	Те ж	2,0	9,0x2,4x3,0	6,75	48,5	0,65	1	2000
МЗДП-3	- // -	3,0	9,5x2,4x3,1	6,9	50,2	0,70	2	2000
МЗДП-4	- // -	4,0	10,0x2,4x3,2	7,2	52,5	0,70	2	2700
МЗДП-5	- // -	5,0	12,0x2,4x3,5	7,5	55,0	0,75	2	3000
МЗДП-10	стаціонарний	10,0	12,0x4,8x4,0	11,5	85,0	0,80	3	3000

* Завод має олійний, естерний і очисний модулі для виробництва палива, які можуть поставлятися окремо

** За умови комплектування двома додатковими ємностями об'ємом 1,2 м³ для відстоювання палива

Наприклад, міні-завод з виробництва дизельного біопалива продуктивністю 2 тонни дизельного біопалива на добу (рис. 3.12), відзначається мобільністю і легкістю транспортування. Працює мобільний завод в автоматичному режимі, керується мікропроцесором, потребує невеликих витрат часу для введення в експлуатацію. Обладнання заводу може бути змонтовано на опорній плиті.

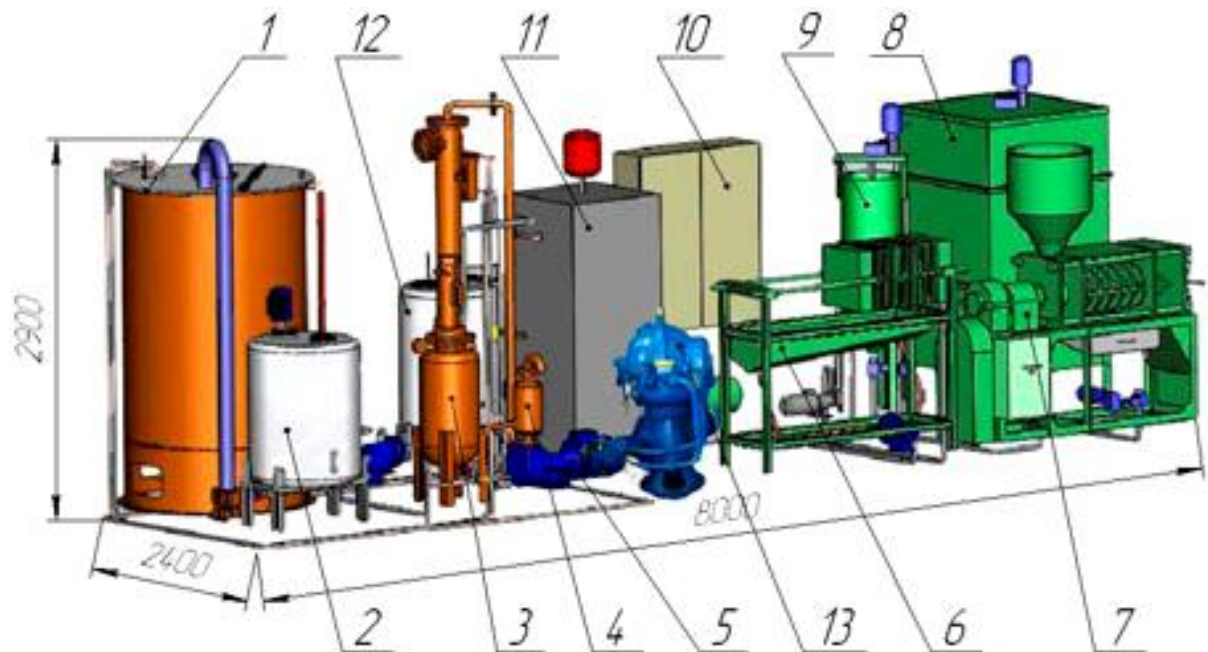


Рис. 3.12 – Загальна схема обладнання мобільного-заводу МЗДП-1 для виробництва дизельного біопалива: 1 – реактор; 2 – місткість для суміші метанолу та КОН; 3 – апарат ректифікації; 4 – адсорбер; 5 – вакуум-насос; 6 – фільтр-прес; 7 – прес для відтискання олії; 8 – місткість для накопичення олії; 9 – відстійник; 10 – шафа управління; 11 – водонагрівач; 12 – місткість для води; 13 – сепаратор

Технологічний процес або виробництва дизельного біопалива на обладнанні мобільного-заводу МЗДП-1 (рис. 3.12) проходить наступним чином. Насіння ріпаку автоматично, за допомогою шнекового транспортера, подається на прес для відтискання 7, з якого олія надходить у відстійник-очищувач 9, де звільняється від шламу (фуза), який насосом повертається для додаткового відтискання у прес. Попередньо очищена олія з відстійника 9 для повного очищення подається у фільтр-прес 6, а потім у збірник чистої олії 8, в якому очищається абсорбентом "Фосфолісорб" і підігрівається до заданої температури. Підігріта і попередньо очищена олія насосом подається в реактор для виробництва дизельного біопалива 1. Туди ж перекачується з ємності 2 розчин каталізатора в метанолі. При постійному кавітаційному змішуванні і підігріванні реагентів за допомогою водонагрівача 11 і водяного контуру, в реакторі проходить реакція переестерифікації олії, завдяки чому утворюються РМЕ (естери), які за

своїми характеристиками близькі до нафтового дизельного мінерального палива.

Виготовлення дизельного біопалива проходить наступним чином. У реакторі з палива видаляється гліцерол (сирий гліцерин), залишки каталітичного розчину і, за допомогою кислого або нейтрального водного мийного розчину, який подається насосом з ємності 12, відбираються залишки мила, метанолу, поверхнево-активних речовин.

Отримані естери олії висушуються в ректифікаційному апараті 3, а залишки води та метанолу конденсуються в адсорбері 4. Метанол може повертатися до збірки 2, або нейтралізуватися в адсорбері. Звільнені від води та метанолу олійні естери, пройшовши крізь систему фільтрів, додатково очищуються від води і механічних домішок в сепараторі 13, обробляються сорбентом "Амберлайт" і подаються до збірної ємності для подальшого використання як дизельного біопалива.

Основні якісні показники виробленого біопалива наведені нижче.

Показник	Значення
Кінематична в'язкість за температури 40 °С, мм ² /с	3,50-4,75
Температура спалаху в закритому тиглі, °С	165-175
Щільність за температури 20 °С, кг/м ³	875-885
Цетанове число	52-54
Кислотне число, мгКОН/г	0,10-0,13
Коксування, %	0,15-0,25
Вміст метанолу, лугу, води, сірки і механічних домішок	відсутні
Відповідність стандартам EN 14214, ДСТУ 6081	відповідає

3.3. Біоетанол. Перспективи виробництва та використання

Біоетанол – етиловий спирт, який виробляють з біомаси або біологічно розкладених компонентів відходів і використовують як біопаливо (хімічна формула C_2H_5OH). Початок використання біоетанолу як палива йде з часу появи перших двигунів внутрішнього згорання. На сьогодні вже декілька відомих машинобудівних фірм (GM, «Ford», «Volkswagen», «Fiat») продемонстрували двигуни, що працюють виключно на етанолі. Більш широко етанол (зневоднений спирт) використовують як домішку до моторного бензину. Він покращує процес спалювання бензину, одночасно обмежуючи емісію оксидів вуглецю і азоту, а також вуглеводнів у вихлопних газах.

Органічні сполуки кисню – спирти і ефіри – визнані компоненти так званого чистого палива. Спирти додають до бензину безпосередньо або в перероблений в етилотетрабутиловий ефір (ЕТБЕ), чим підвищують ефективність згоряння, знижуючи концентрацію CO у вихлипних газах. Спиртам властиве вище октанове число, ніж вуглеводним компонентам, що дозволяє зменшити вміст таких токсичних складових палива, як оксиди свинцю і ароматичні вуглеводні.

Етанол виробляють методом зброджування цукрів (глюкози, цукрози і деяких інших) в безкисневому середовищі спиртовим дріжджами. Раніше майже весь етанол, виготовлений таким шляхом, використовували для виробництва алкогольних напоїв, і лише невеликі об'єми, отримані хімічними методами, застосовували в промисловості.

За останніх 25 років ситуація докорінно змінилася. Сьогодні понад половину виробленого в світі етанолу використовують як добавку до палива для двигунів внутрішнього згоряння і лише 15% – для виготовлення алкогольних напоїв. Етанол із біомаси, який застосовують як паливо, називають **паливним етанолом** або **біоетанолом**.

По суті, він є абсолютизованим етиловим спиртом. Світове виробництво етанолу в 1998 році становило близько 32 млрд літрів, з них 4 млрд – харчового етанолу, 8 млрд – для хімічної промисловості, 20 млрд – паливного. Лише 7% загальної кількості було отримано методом хімічного синтезу, а 93% – дріжджовою ферментацією цукру і зерна. Цікаво, що обсяги виробництва харчового спирту залишаються незмінними з 1975 року, тоді як паливного етанолу збільшилися з 2 до 20 млрд літрів у 1998 році.

Використання етилового спирту як енергоносія не є новиною. Свій перший автомобіль Генрі Форд сконструював на базі двигуна, який працював саме на такому спирті, а в умовах дефіциту палива під час Другої світової війни в Німеччині спирт додавали до бензину.

Проведений аналіз світового виробництва і споживання вуглеводневої сировини і біопалива показує, що середньорічні темпи зростання обсягів виробництва викопних видів палива за останні п'ять років становлять 1,6...2,8%, виробництво біоетанолу – 31,7%, а дизельного біопалива – 80,7%. Розвиток виробництва біоетанолу призвів до значного підвищення світового попиту на сільськогосподарську сировину.

Для отримання етанолу широко використовують зерно, цукровий буряк і цукрова тростина. Зростання світового ринку біоетанолу становить 25% в рік, у перспективі він конкуруватиме з нафтопродуктами. Під час його згоряння виділяється в 10 разів менше вуглекислого газу, ніж під час згоряння бензину.

У майбутньому очікується подальше зростання виробництва біологічного палива у деяких країнах, зокрема, Бразилії, США і Канаді. У Бразилії етанол виробляють з цукрової тростини, США – з кукурудзи, у Канаді – з кукурудзи і пшениці.

У країнах ЄС темпи розвитку виробництва біологічного палива будуть не такими високими.

У США кожні 11 днів запускають новий біоетаноловий завод. Для виробництва цього палива необхідно збільшувати посіви кукурудзи, що позитивно позначається на доходах фермерів, збільшенні попиту на сільгоспмашини, особливо на ті, які потрібні для вирощування і збирання врожаю кукурудзи. У 2005 р. понад 30% палива, що продається в США, містило спирт. У 2006 р. 18% вирощеної в США кукурудзи (6 млн. га) пішло на виробництво етилового спирту. До 2009 р. цей показник зріс до 30%. І, що характерно, що ця тенденція зберігається. Підраховано, що в США, Канаді і країнах ЄС на заміну 10% споживання транспортного палива біологічним потрібно буде задіяно від 30 до 70% сільськогосподарських угідь, щоб отримати необхідну кількість початкової сировини.

Додатковий попит на сільськогосподарську сировину, ймовірно, вплине і на розвиток відповідних ринків. За оцінюванням експертів, найбільші виробники біологічного палива – Бразилія, США, країни ЄС і Канада – в перспективі істотно скоротять експорт і/або збільшать імпорт такої сировини. В результаті до 2014 р. світові ціни на цукор можуть вирости приблизно на 60%, на зерно – на 4%, рослинні олії – на 20%.

Проте прогнозами не охоплені такі країни, як Індія і Китай, в яких виробництво біологічного палива може значно збільшитися в наступному десятилітті.

Сьогодні у деяких країнах на експериментальних заводах випускають біологічне паливо другого покоління, зокрема етанол із целюлози або рідкої біомаси. Сьогодні конверсійні витрати на виробництво дуже високі, проте в найближчих 10...20 років вони можуть істотно скоротитися.

Орієнтовно в Росії потужності з виробництва етанолу, який може бути використаний у складі бензину, становлять близько 320 тис. т (близько 1% від об'єму виробництва бензину), зокрема 200 тис. т гідролізного і 120 тис. т синтетичного етанолу.

«Чистий» етанол міцністю 95% і більше використовують як моторне паливо в порівняно невеликих об'ємах, найширше застосовують його різні суміші з бензином, що містять від 5...10 до 85...95% етанолу. При цьому здебільшого використовують отриманий з поновлюваних джерел рослинної сировини біоетанол.

Фахівці зазначають, що просування виробництва біоетанолу в Європі серйозно вплине на сільськогосподарський сектор. Якщо допустити, що в законодавчій базі дотримуватиметься баланс між біоетанолом і біодизелем і за тієї умови, що загалом європейські країни вироблятимуть 5 млн. т біоетанолу в рік, то потреба в пшениці становитиме близько 17 млн. т, тобто понад 10% загального її виробництва.

Особливої важливості в забезпеченні конкурентоспроможності виробництва набуває організація логістики постачань сировини.

З часом це може привести до збільшення об'єму інвестицій в ті галузі, які використовують імпортовану пшеницю, що може позначитися на економічній ефективності виробництва. Відсутність вирощуваної у власному регіоні пшениці може стати обмежувальним чинником у реалізації нових проектів із виробництва біоетанолу в Європі.

У агротехніці пшениці, зокрема вирощуваної для виробництва етанолу, важливу роль відведено чергуванню культур, що необхідно враховувати під час підготовки проектів виробництва біоетанолу. Пшениця дуже вимоглива до вмісту в ґрунті живильних речовин, і її ефективне культивування потребує регулярного чергування культур. З цим зіткнулися у Великій Британії і Франції, але у виробництві біопалива пріоритет поки віддають дизельного біопалива, а не етанолу. Під час вирощування пшениці один раз в три - чотири роки поля засівають конюшиною і (або) бобовими культурами, які сприяють накопиченню в ґрунті азоту.

У разі чергування пшениці з бобами після закінчення збору урожаю не зернову частину цих культур зазвичай заорюють в ґрунт, що дозволяє відновити баланс живильних речовин.

Перед європейською індустрією виробництва біоетанолу в короткостроковій перспективі виникне низка завдань, які необхідно вирішити для того, щоб виконати положення директив ЄС про біопаливо для транспортних засобів. Забезпечення постачання пшениці — завдання, актуальне для будь-якого проекту з виробництва біоетанолу. Для забезпечення максимальної прибутковості продажів сухої гранульованої барди і безперебійності постачань пшениці за конкурентоспроможними цінами вибір місця розміщення заводу має бути ретельно опрацьованим. Схема організації логістики з притиском на місцеву сировину і продажу сухої барди на місцевому ринку, швидше за все, матиме велику інвестиційну привабливість, ніж схема, побудована на імпорті сировини (за умови, що питання сівозміни і наявності достатнього обсягу пшениці будуть належним чином опрацьовані).

Проте, тільки наприкінці ХХ ст. з'явилися повномасштабні програми використання біоетанолу як палива для двигунів. У складі палива біоетанол дає змогу збільшити октанове число і поліпшити експлуатаційні характеристики змішаного бензину. Відомо, що використання такого бензину з вмістом до 15% етанолу не потребує зміни конструкції сучасних двигунів внутрішнього згорання і допоміжних приладів до них. Апробована концентрація етанолу в бензині коливається від 10% (США) і 8% (Канада) до 5...6% (Франція і Польща). Завдяки використанню змішаного бензину зменшується концентрація шкідливих компонентів у вихлипних газах (чадного газу, оксиду азоту і інших токсичних викидів, що випаровуються). Так, вміст оксиду вуглецю зменшується на 25%, вуглеводнів і оксидів азоту на 5%, що надзвичайно важливо для великих міст, де основним джерелом забруднення є автомобільний транспорт. Спалювання етанолу, отриманого з біомаси, не призводить до парникового ефекту, оскільки біомаса є CO₂ - нейтральною.

Сьогодні весь паливний етанол отримують методом збродження цукрів (цукрова тростина) або сировини з вмістом крохмалю (в основному кукурудза).

США посідає друге місце після Бразилії з виробництва етанолу – палива, яке дає можливість щорічно економити близько 1,5 млрд доларів на придбанні нафтопродуктів, забезпечувати стабільну роботу сільського господарства, створювати нові робочі місця за рахунок будівництва спиртових заводів і покращувати екологічну ситуацію. Ще в 1988 році в США був ухвалений закон про альтернативне моторне паливо, який поклав початок програмам зменшення витрат бензину новими автомобілями і програмам розробки нового палива. Зокрема, було вирішено виробити 20 тис. автомобілів, які могли б споживати паливо Е85 (85% етанолу і 15% бензину), і сьогодні в країні експлуатується понад 1,5 млн. таких транспортних засобів. У 1990 році в США прийнятий закон про чисте повітря, відповідно до положень якого бензин має містити не менше 2% (за масою кисню) кисневмісних добавок (головним чином етанолу), що дає можливість знизити токсичність вихлопних газів. Поправками до цього закону було впроваджено федеральні знижки податкової ставки на рівні 0,54 долара США на галон чистого етанолу. З введенням у дію Акту про склад автомобільного палива у деяких містах США і Програми паливних окиснювачів ці знижки у більшості штатів поповнилися додатковими субсидіями для виробників етанолу. У мегаполісах (з населенням понад 1 млн) взимку використовують тільки бензин із вмістом 10% етанолу (так званий Е - 10, або газохол). Обсяг

продажів газохоло в країні становить 12% від загального обсягу продажів бензину.

Порівняно з Бразилією, виробництво паливного етанолу з кукурудзи в США менш прибуткове, хоча його собівартість за останні п'ятнадцять років зменшилася на 2/3. Навіть сьогодні в країні діють податкові знижки на паливний етанол, щоб зробити його дешевшим за бензин. Річна потужність спиртових заводів США з виробництва етанолу становить близько 7,5 млрд. літрів. Очікується, що в США виготовлятиметься близько 15 млрд. літрів цього продукту в 2010 році і 36 млрд. у 2020 р.

Країни ЄС щорічно виробляють 2 млрд. літрів етанолу, але як паливо використовується менше 10%. Дві комісії ЄС прийняли Директиви щодо використання біопалива країнами ЄС, так звані «бідирективи» про обов'язковість вмісту біопалива. З - по між інших до поновлюваних видів палива віднесено біоетанол і ЕТБЕ (етилтретбутиловий ефір - естеризований біоетанол). Майже всі зареєстровані в ЄС транспортні засоби технічно придатні для використання палива з добавкою до 15% біоетанолу або ЕТБЕ. У Франції прийнято Закон про чисте повітря, яке зобов'язує автомобілістів використовувати кисневмісні добавки до бензинів, перш за все етанол і ЕТБЕ. При цьому паливний етанол звільнений від внутрішніх податків. Приклад США переконує, що для підтримки рентабельності виробництва паливного етанолу потрібні державні субсидії, і це при тому, що сировина (кукурудза) там дуже дешева. Необхідно, щоб технологія його виготовлення стала дешевою і тоді він становитиме гідну конкуренцію бензину. Основними засобами зменшення собівартості етанолу можуть бути: інша сировина, комплексний підхід до утилізації побічних продуктів, виробництво і удосконалення технології алкогольної ферментації.

Заміна сировини полягає в тому, щоб замість зернових злаків використовувати біомасу рослин як трав'янистих, так і дерев, а також відходи сільського господарства, деревообробної промисловості і комунальні тверді побутові відходи. Розрахунки показують, що використання таких відходів дозволило б США замінити етанолом 40% бензину. Спеціальне вирощування певних дерев (вільха, осика тощо) і трав'янистих рослин (наприклад, сорго) для подальшої переробки в паливний етанол змогло б забезпечити останні 60% його потреби.

Україна має великий потенціал біомаси, придатної до енергетичного використання, зокрема відходи сільського господарства (солома, качани кукурудзи, лушпиння соняшнику й інших масляничних

культур), тверді побутові відходи, які переважно складаються з лігноцелюлози. Сировиною для паливного етанолу може бути також меліса (її об'єми становлять близько 2 млн. т/рік), зернові культури, картопля, фрукти, спеціальні технічні культури.

Україна є великим виробником харчового спирту. Річна сумарна потужність спиртових заводів становить близько 700 млн. літрів спирту, зокрема 340 млн виробляють заводи з переробки меліси. На жаль, велика кількість таких підприємств працює з неповним навантаженням або взагалі простоє. У перспективі їх потужності можна спрямувати на виробництво паливного етанолу з лігноцелюлози, але цей процес має бути рентабельним. Очевидно, що ціна біоетанолу залежатиме як від податкової політики держави, так і його собівартості, на що, у свою чергу, впливатиме технологія виробництва.

Концепція виробництва біоетанолу в Україні включає декілька напрямів. Реконструкція існуючих спиртових заводів дозволить довести виробництво паливного етанолу до 0,3 млн т/рік. Крім того, планується будівництво таких заводів малої потужності (до 5 т етанолу за добу) на базі підприємств переробної промисловості і безпосередньо в сільських господарствах. Пуск в експлуатацію нових технологічних ліній малої потужності дасть можливість отримувати 0,05 млн т/рік цього продукту. Виробництво також доцільно розміщувати на цукрових заводах, що діють.

Їх теплосилове господарство може обслуговувати спиртові цехи і в період між сезонами – виробництва цукру. Донедавна часу в Україні працював 191 цукровий завод, 75 з яких поступово до 2010 року можна дообладнувати відділеннями з виробництва паливного етанолу, що розширить період використання технологічного оснащення, яке традиційно працює лише три - чотири місяці в рік. До оснащення цукрових заводів відповідними технологічними лініями дасть можливість отримувати 1,65 млн. тонн етанолу на рік. Таким чином, з урахуванням всіх напрямів концепції, в Україні можна було б отримувати 2 млн. т/рік біоетанолу.

У нашій країні вже виконано значний об'єм робіт по розробці і впровадженню технології виробництва аналога паливного етанолу високооктанової кисневмісні добавки до бензину (ВКД), яку отримують біоконверсією вуглеводневмісної поновлюваної сировини. Технологія отримання ВКД розроблена українськими вченими і освоєна на семи спиртових заводах України з сумарною добовою потужністю понад 120 т. Термін окупності реконструкції брагоректифікаційних установок цих заводів не перевищував півроку. Оскільки меляса дешевша за зерно, то на ВКД переробляли саме її, а із зерна отримували ректифікований спирт для високоякісних алкогольних напоїв. Із

збільшенням виробництва зерна в Україні і за умов його комплексної переробки за ефективними технологіями з отриманням сухої зернової барди, цілком економічно виготовляти ВКД з крохмалевмісної сировини. Перспективна сировина для цього – цукрове сорго.

Виконані в Україні експлуатаційні, стендові і дорожні випробування підконтрольної групи автомобілів на змішаних бензинах дають підстави дійти висновків: експлуатаційні властивості автомобілів, які працюють на змішаних бензинах з додаванням 6% ВКД, практично не погіршуються порівняно з тими, які працюють на товарних бензинах А - 92 і А - 76; підвищується октанове число змішаних бензинів; не зафіксовано негативного впливу тривалої роботи автомобілів на технічний стан і стабільність регулювання паливної апаратури; зменшується концентрація шкідливих речовин у відпрацьованих газах: оксидів азоту NO_x на 4,5..16%, ароматичних вуглеводнів C_mH_n на 9...15% (залежно від типу бензину і двигуна).

Технічний комітет із стандартизації і допуску до застосування продуктів нафтопереробки і нафтохімії «Нафто - Стандарт» дав дозвіл на застосування в бензинах 6% ВКД. Його виробництво і застосування стимулює і Указ Президента України від 22 червня 1999 року № 688/99 «Про організацію виробництва бензину в моторних сумішах», що передбачає істотну знижку в оподаткуванні виробникам ВКД і змішаних екологічних бензинів з її застосуванням, що, безумовно, позитивно впливає на темпи зростання об'ємів виробництва ВКД.

Мінімальна потреба ВКД в Україні становить 100 тис. т/рік, оптимальний обсяг споживання – 250...300 тис. т/рік, що забезпечує виробництво і використання 1,7...5,1 млн. т змішаних бензинів.

Фахівцями «Укрспирту» за участю науково - технічних установ і за підтримки держави розроблено і ухвалено Кабінетом Міністрів від 4 липня 2000 року за № 1044 програму «Етанол», спрямовану на виробництво спиртовими заводами нових видів продукції і пошук нових ринків збуту. Ця програма об'єднує стратегію виробництва ВКД, технічного спирту і продукції з його використанням (етилену, етилгліколя, синтетичного каучуку, «дизельного біопалива», продуктів тонкого органічного синтезу) з напрямками зменшення собівартості етилового спирту і комплексного безвідходного використання сільськогосподарської сировини. Перераховані виробництва на основі спирту конкурентоздатні за вартістю спирту 220...230 доларів США за тонну. Програмою «Етанол» передбачено організацію виробництва ВКД як добавки до бензинів на спиртових заводах, які переробляють мелісу, і на деяких зернових заводах загальною продуктивністю понад 350

тис. т у рік. Це дозволить отримувати близько 6 млн. т змішаних бензинів.

Цей напрям виробництва рідкого біопалива інтенсивно розвивається в багатьох країнах.

Застосування зневодненого спирту як добавки до бензину для двигунів розпочалося в Польщі ще в 1928 році. У США введено так звані Clean Air Act, які зобов'язують виробників рідкого палива збільшувати вміст «кисневих добавок» у бензині для поліпшення коефіцієнта спалювання вуглеводнів, що зменшує емісію забруднень в навколишнє середовище.

Відповідно до рішень Європарламенту (Директива 2003/30/ЕС з використання на транспорті біопалив або інших поновлюваних джерел енергії) в найближчій перспективі частка біоетанолу і ефірів рослинного походження в загальній витраті рідких палив буде динамічно і стабільно зростати. Треба зазначити, що вартість виробництва біоетанолу в Європі оцінюється в 1700 Євро/т (0,4...0,8 Евро/дм³), де частка вартості сировини становить 55...70%. Таким чином, вартість виробництва біоетанолу вища приблизно вдвічі вартості отримання метилового спирту. А виробництво 1 тонни ефіру ЕТВЕ пов'язане з витратою майже 415 кг етанолу. Не дивлячись на те, що вартість виробництва біоетанолу за останнє десятиліття значно зменшилася, вона, як і раніше, залишається високою.

Витрати на виробництво біоетанолу залежать не тільки від вартості сировини, але від масштабів виробництва (на заводах із продуктивністю 120...150 Гл/год витрати удвічі менше порівняно з тими, де продуктивність становить 60...80 Гл/год). Під час аналізу виробництва біоетанолу слід відмітити значні капітальні витрати (майже 25%) і витрати енергії (майже 10%). Прибуток, отриманий від продажу висушеної барди як цінного корму, дозволяє зменшити на 15...20% витрат на безпосереднє виробництво біоетанолу.

Бар'єром, що обмежує подальше удосконалення сучасних способів виробництва біоетанолу мікробіологічними методами (ферментаціями), є отруєння бактерій власними відходами: у разі перевищення межі в 12...15% вмісту спирту процес ферментації припиняється.

Найбільш перспективним вважають виробництво біоетанолу ензиматичними методами з лігніноцелюлозних матеріалів, таких як солома, дерево з енергетичних лісів тощо. Не дивлячись на проведені дослідження, ці економічно ефективні методи виробництва ще не введено в широку практику. Головною перешкодою є висока ціна отримання бактерій, які утворюють високопродуктивні ферменти. Останніми роками завдяки розробленому методу зворотного осмосу

із застосуванням сепарації, що використовує синтетичні мембрани із спеціально структурованих полімерів, досягнуті успіхи в розділенні фаз компонентів ферментації. Мокрий помел зерна з використанням мембранної сепарації дозволяє скоротити процес зацукрування і тим самим знизити витрати приблизно на 10...15%. Чималі надії покладають також на виробництво біоетанолу з деревини і енергетичних рослин методами швидкого піролізу.

Доповнення ринку енергетичних продуктів в Україні біоетанолом є важливою перспективою, особливо з урахуванням можливостей щодо розширення виробництва сільськогосподарської продукції для власних енергетичних потреб. Головною рушійною силою, що стимулює додавання спирту до бензину, є економічне заохочення (понижена ставка акцизного податку для виробників бензину, що додають етанол до бензину в об'ємі від 4,5 до 5%).

3.3.1. Сировина для виробництва біоетанолу

Біоетанол є етиловим спиртом, що утворюється під впливом ферментів у біополімерах. Біополімери – це загальна назва макромолекулярних з'єднань, що існують у живій природі (білки і полісахариди). Ферменти є природними речовинами, що виконують роль каталізаторів (біокаталізаторів), і виробляються дріжджами. Синтетичний етиловий спирт можна виробляти також за допомогою каталітичної гідратації етилену.

Під час виробництва біоетанолу використовуються такі компоненти біомаси, як вуглеводи і лігнін. Вуглеводи виступають у формі простих цукрів і полімерів цукрів. Прості цукри, такі, що містяться в біомасі, – це, зазвичай, цукроза і глюкоза, а полімери цукрів – крохмаль, целюлоза і геміцелюлоза. Процесам спиртової ферментації піддаються тільки прості цукри шляхом гідролізу. Гідроліз полягає в розкладанні полімерів цукрів у воді або водних розчинах, зазвичай, з додаванням кислот.

Біоетанол можна виробляти з крохмалю – полісахариду, який є продуктом засвоєння CO_2 в клітинах рослин, змінюється під впливом гідролізу в декстрини, потім в мальтозу і, нарешті, в глюкозу; целюлози – полісахариду, який міститься у всіх вищих рослинах і становить 40 - 50% маси клітинних оболонок, гідролітично і ензиматично розщеплюються на глюкозу (складна технологія); геміцелюлози – полісахариду, 20...40% маси клітинних стінок, під дією гідролізу він перетворюється на ксилолу (деревинний цукор), а потім – в пентозу. Невисока ефективність перетворення целюлози і геміцелюлози в цукри пояснюється будовою стінок клітин, в яких лігнін «покри-

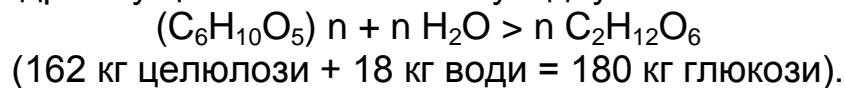
ває» ці компоненти і ускладнює доступ ферментів до розчину речовини складної структури, що становлять 20...5% маси клітинних стінок рослин, особливо таких матеріалів, як дерево, солома або мискант.

Тому гідроліз лигніно - целюлозної біомаси, зазвичай, ретельного подрібнення сировини, вищої температури і тиску, «сильніших» кислих каталізаторів. Теоретично з 100 кг деревини можна отримати 50 кг глюкози і 25 кг (35 дм³) етанолу, але насправді отримують до 75% цієї кількості: 26 л спирту з 100 кг деревини.

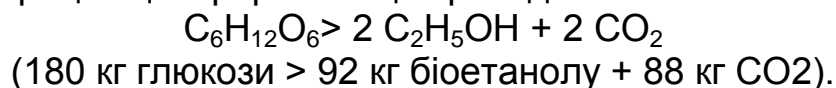
Біоетанол можна виробляти такими методами: гідролізом і ферментацією, проведеними як окремі процеси (під час гідролізу додають ферменти або кислоти); зацукровуванням і ферментацією, що проводяться разом; екзимічною ферментацією, коли ферменти використовують для гідролізу і ферментації.

Найбільш поширеним методом виробництва біоетанолу є метод гідролізу полісахаридів у прості цукри (мальтози з крохмалю зернових і картоплі, цукрози з меляси і буряку, а також целюлози з дерева). У меншому масштабі застосовують процеси гідролізу целюлози з геміцелюлози, а також ензиматичний гідроліз целюлози з використанням лігніну як твердого палива для виробництва тепла під час процесу.

Процес гідролізу целюлози в глюкозу відбувається таким чином:



Процес спиртної ферментації полягає в перетворенні простих цукрів (глюкоза, фруктоза) під впливом ферментів в етанол і CO₂. Теоретично процес цієї ферментації проходить таким чином:



Сировинною базою для підприємств з виробництва біоетанолу можуть бути культури, що вирощуються в районах, непридатних для виробництва продуктів харчування. Ефективність отримання біоетанолу з одиниці площі залежить від виду рослин (табл. 3.15).

Джерелами цукрів для спиртової ферментації можуть бути також дерево, рослинні відходи й інші матеріали, що містять целюлозу. На вартість виробництва біоетанолу значно впливає ціна первинної сировини, тому в багатьох країнах ретельно розробляють методику виробництва біоетанолу з деревини, що вирощується в енергетичних лісах, а також відходів деревини.

Ця сировина, окрім вуглеводів, містить значну кількість лігніну, смол і фенолу. Загалом технологія отримання біоетанолу склада-

ється з двох основних етапів, а саме: виробництво спирту - сирцю і обезводнення етанолу. Технологія виробництва спирту сирцю передбачає очищення етанолу від домішок методом дистиляції.

Таблиця 3.15 – Ефективність виробництва біоетанолу з різних культур

Культура	Врожайність, т/га	Вміст крохмалю або цукру, %	Виробництво біоетанолу		Виробництво енергії, ГДж/га
			дм ³ /т	т/га	
Жито	2,8	62	390	0,9	26
Пшениця	6,0	58	350	1,8	52
Картопля	16,0	18	115	1,5	44
Кукурудза, вологістю (W = 12%)	8,0	60	380	2,5	72
Кукурудза, вологістю (W=30 - 35 %)	11,0	45	310	2,5	72
Цукровий буряк	50,0	16	85	3,3	96

Отриманий таким чином спирт містить близько 4% об'єму води. Склад цієї суміші змінюється залежно від тиску. Проте, методом ректифікації неможливо отримати зневоднений етиловий спирт, саме такий, який потрібний як добавка до палива. Теоретично зневоднений спирт можна отримати з використанням вакуум - апаратів, але їх розробка, а також «отримання» вакууму дорого коштують.

Для обезводнення спирту можна застосовувати вапно, гіпсі інші з'єднання, що приєднують воду, проте, великі втрати етанолу під час регенерації зневоднювальних засобів не дають цим методам практичного значення.

За останні роки з'явилися методи отримання зневодненого спирту за допомогою молекулярних сит і напівпроникних плівок, але висока вартість сит і клопіт із їх регенерацією є причиною того, що вони і досі залишаються на експериментальному рівні.

Заводи – виробники зневодненого спирту, можуть дегідрувати водні спирти, які виробляються на невеликих сільськогосподарських установках з різної сировини. У табл. 3.16 наведено дані про потен-

ційні можливості сільськогосподарських культур у виробництві біоетанолу.

Таблиця 3.16 – Потенційні можливості сільськогосподарських культур у виробництві біоетанолу

Сільськогосподарська культура	Урожай (тон/га/рік)	Етанол (л/тон)	Етанол (л/га/рік)
Цукрова тростина	50 - 90	70 - 90	3500 - 8000
Цукровий буряк	15 - 50	90	1350 - 5500
Кормовий буряк	100 - 200	90	4400 - 9350
Пшениця	1,5 - 2,1	340	510 - 714
Ячмінь	1,2 - 2,5	250	300 - 625
Рис	2,5 - 5,0	430	1075 - 2150
Кукурудза	1,7 - 5,4	360	600 - 1944
Сорго	1,0 - 3,7	350	350 - 1295
Картопля ірландська	10 - 25	110	1110 - 2750
Виноград	10 - 25	130	1300 - 3250

Потенційні можливості виробництва біоетанолу в світі відповідно до технологій (0,42 м³ з тонни біомаси) оцінюються в 2 млрд. тонн. Розробка в найближчі 10 - 15 років методів, які дозволять переробляти лигнини біомаси, збільшить виробництво біоетанолу в 2,5–3 рази. Така кількість біоетанолу покриє 35–40% нинішнього споживання нафти.

3.3.2. Технології виробництва біоетанолу

Виробництво біоетанолу складається з послідовного виконання процесів підготовки сировини, ферментації з дистиляцією, дистиляції з ректифікацією і дегідратації етанолу. Узагальнена структурна схема процесу виробництва етанолу наведена на рис. 3.13.

Операції, пов'язані з приготуванням сировини, полягають в її митті і подрібненні. Потім біомасу спрямовують у камери ферментації. Обсяг підготовчої роботи залежить від виду сировини. Найбільш складною є підготовка картоплі, яку перед ферментацією необхідно запарити, після чого змішати з солодом і підігріти.

Найбільш простою є підготовка меляси, яка полягає в розчиненні її водою, заквасці і додаванні живильних речовин для дріжджів. У результаті утворюється так звана патокова брага, яку потім залива-

ють безпосередньо в камери ферментації. Схему технологічного процесу отримання біоетанолу з патоки представлено на рис. 3.14.

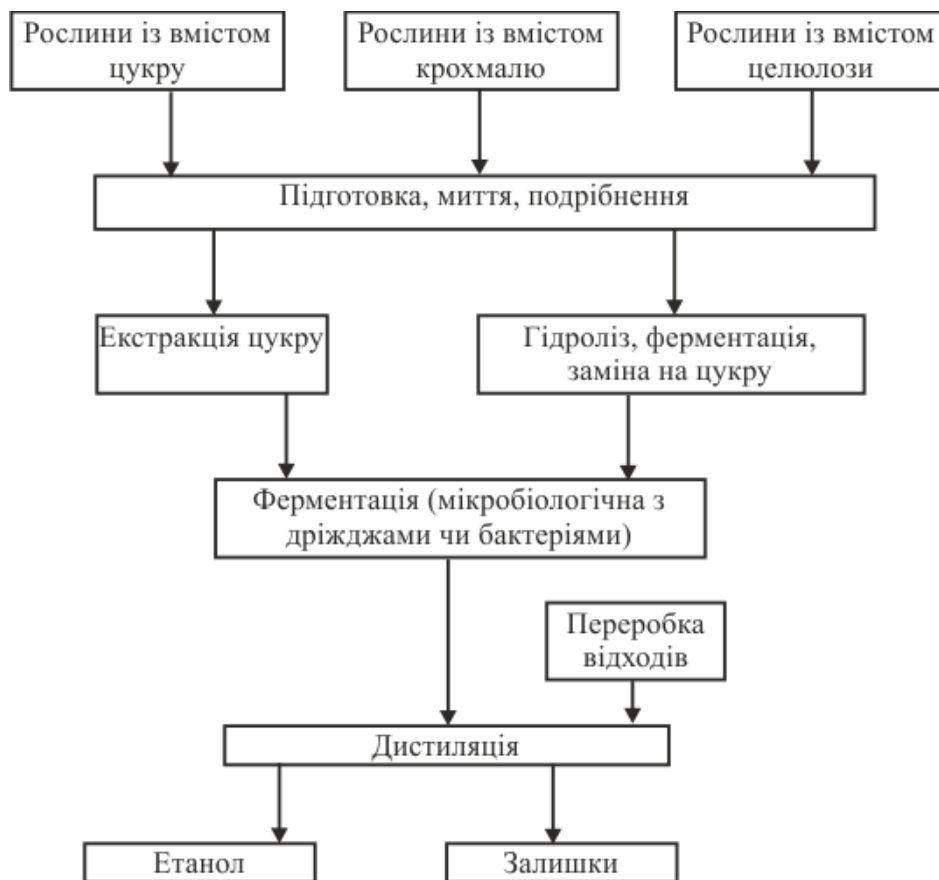


Рис. 3.13 – Схема виробництва біоетанолу з різновидів сировини

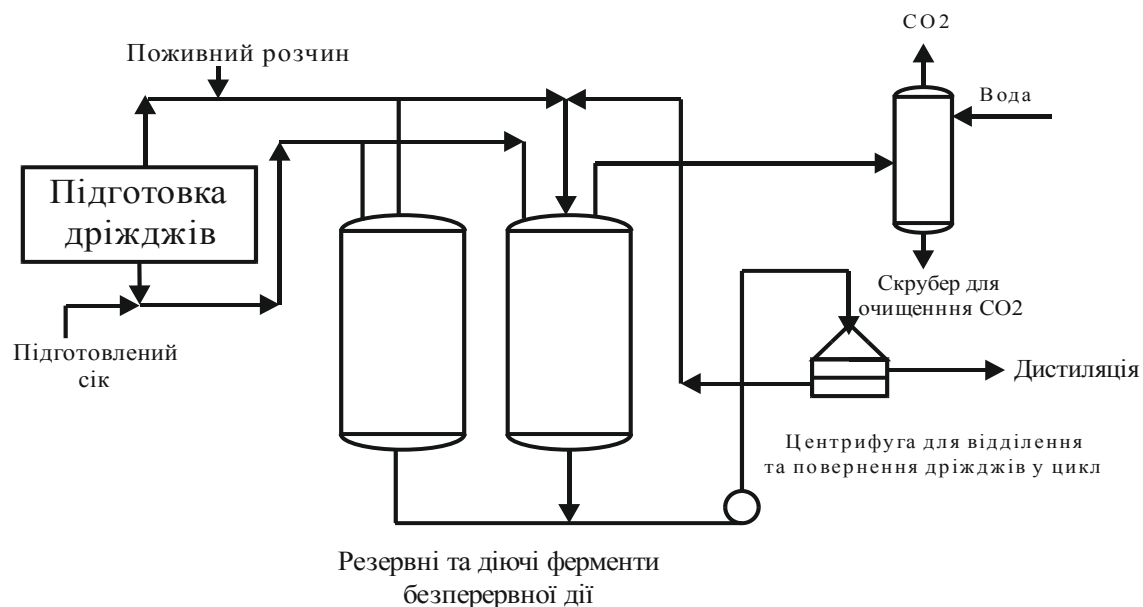


Рис. 3.14 – Схема виробництва біоетанолу з безперервним процесом збродження субстрату

Під час підготовки зерна до переробки в біоетанол його спочатку розмелюють сухим або мокрим способами. Після сухого помелу (часто застосовують для пшеничного і ячмінного зерна) подрібнена маса піддається гідролізу і ферментації.

Після мокрого помелу отриману масу розділяють на фракції (крохмальну, клейковину і волокнисту). У свою чергу крохмальна фракція розділяється на дві частини, з яких менша призначається для гідролізу і ферментації, а більша – для продуктів харчування.

Проведена у такий спосіб переробка і ферментація підвищує економічну ефективність процесу. З цієї самої причини уразі мокрого помелу із зерна кукурудзи відділяють зародки і вижимають з них олію високої харчової цінності.

У разі використання сухого помелу із 100 кг зерна злаків отримують приблизно 33 дм³ біоетанолу та 27 кг кормів. У разі використання мокрого помелу є можливість отримувати 36...38 дм³ етанолу, 20 кг кормів, 4 кг клейковини і 2 кг олії із зародків кукурудзи. Збільшення кількості етанолу у разі мокрого помелу, пояснюється кращим використанням целюлози, яка становить майже 9,5% сухої маси зерна злаків.

Ферментація триває, зазвичай, 48...72 години. Зброджену зернову масу, так зване сусло, спрямовують в перегінний апарат, відганяють з неї неочищений спирт, використовуючи різницю температур кипіння спирту (78,3°C) і води. Неочищений спирт містить лише 88...94% алкоголю за об'ємом, а залишок становить до 40 побічних продуктів ферментації.

Наступною фазою є виділення спирту із залишку методом ректифікації, тобто введенням в неочищений спирт хімічних сполук (NaOH і KMnO₄) і повторну дистиляцію. Звичайними методами ректифікації із спирту - сирцю неможливо повністю видалити воду, оскільки етиловий спирт (95,57% мас) і вода (4,43% мас) утворюють суміш, склад якої за подальшої дистиляції не піддається змінам. Характерною властивістю цієї суміші є її здатність до зміни складу під дією підвищеного тиску, у наслідок чого вода і етанол піддаються розшаруванню.

Ця особливість серйозно ускладнює застосування цієї суміші як моторного палива. Серед безлічі різних методів дегідратації спирту найбільш поширеним є метод дистиляції з додаванням елементів аеротропів (бензолу, вузькофракційного бензину). Ця суміш утворює разом з водою і спиртом трикомпонентний розчин, що кипить за нижчої температури, що дозволяє виділити безводний етанол.

Для дегідратації спирту застосовують установки, що складаються із зневоднювальної колони, яка відокремлює аеротропи, і компле-

кту дефлегматорів, конденсаторів та охолоджувачів. Операція зневоднення – процес енергоємний і дорогий.

Треба пам'ятати, що важливою і необхідною умовою гідролізу целюлози, що міститься в деревині, є подрібнення і висушування, а також оброблення теплом, кислотою і ферментами. Отримані цукри перед ферментацією концентрують за допомогою випаровування.

На діючих сьогодні установках із однієї тонни сухої масидереви ни одержують 230...320 кг біоетанолу, що відповідає використанню майже 90% цукрів із вхідної сировини.

Детальний проект системи ферментації може бути розроблений після того, як буде вибрано сировину. Залежно від цього використовується різне устаткування.

Перед переробкою велика частина твердих матеріалів подрібнюється. Для подрібнення зернової сировини, зазвичай, використовують дискові млини, плоскі плити, що обертаються, з виступаючими зубами для розриву зерен. Відділення соку цукрової тростини або ретельне подрібнення целюлози, щоб добитися прийнятних виходів, здійснюється за допомогою кульових млинів або шляхом оброблення сильними розчинниками.

Після подрібнення субстрат піддається гідролізу для утворення ферментованих цукрів із вуглеводних полімерів. Найбільш ферментованою частиною зерен злаків є крохмаль, який після обробки високотемпературними ферментами на етапі «варива» повністю зріджується. Гідроліз завершується утворенням глюкози за допомогою другого ферменту. Під час ферментації целюлози також утворюються стійкі до розкладання тверді залишки. У сучасних умовах целюлоза може бути гідролізована за допомогою ферментів або кислот у процесах, складніших, ніж гідроліз крохмалю. У разі отримання соку цукрової тростини або меляси немає необхідності в гідролізі, оскільки твердий залишок, що утворюється, є ферментованим. Після подрібнення і суспендування або розчинення субстрат має бути звільнений від конкурентних мікроорганізмів. У тих випадках, коли для стерилізації субстрату недостатньо високотемпературного гідролізу, проводять самостійну стерилізацію. Ця операція може бути здійснена у ферментерах періодичної дії з підведенням рідкого середовища перед ферментацією після нагрівання. Проте при цьому скорочується робоча ємність ферментера. У разі безперервної ферментації необхідна попередня стерилізація субстрату; для розчинних субстратів можуть використовуватися стандартні теплообмінники і ємності з належним часом утримання. Для стерилізації твердих субстратів, що створюють суспензії, потрібне складніше устаткування, оскільки має забезпечуватися прогрівання всієї маси.

Кінцева стадія підготовки сировини полягає в її розбавленні для отримання певної концентрації твердих речовин, здатних до ферментації. Концентрація визначається здатністю мікроорганізмів витримувати дію етанолу, що утворюється, за експлуатаційних умов ферментації. Такі умови встановлюються на підставі балансу між великою продуктивністю за високої концентрації і великими виходами за низької концентрації сировини. Деякі види сировини можуть піддаватися тільки такій ферментації. У разі ферментації сировини з хлібних злаків неферментовану частину, зазвичай, також доводиться пропускати через ферментер. Витягання дріжджових клітин з твердих речовин, що містяться в рідкій фазі ферментації, за безперервної рециркуляції не ефективно і не економічно. Суспендовані субстрати чутливі до забруднення, якому легко запобігти під час періодичної ферментації. Для періодичної ферментації потрібна низка ферментерів, що діють послідовно. У типових випадках повний цикл ферментації в одному апараті періодичної дії продовжується 2 - 3 доби. Ємкість апарату має бути такою, щоб забезпечувалася ферментація сировини у присутності продуктів, щовідходять, а решта частини установки експлуатувалася на безперервному потоці. Тому для проведення періодичного процесу використовуються ферментери великої ємкості.

Така ферментація здійснюється, зазвичай, під час використання розчинної сировини. У разі розчинної сировини рециркуляція дріжджових клітин не викликає ускладнення, і, крім того, легше здійснюється його стерилізація. За безперервної ферментації потрібне складніше контрольне - вимірювальне устаткування і устаткування для витягування дріжджів. Проте витрати на придбання цього обладнання в малих установках компенсуються за рахунок менших капіталовкладень на споруду ферментерів меншої ємкості.

Для нормального виробництва етанолу важливе значення має наявність відповідного штаму дріжджів. Дріжджі можуть купуватися або вироблятися на місці. Економічно, мабуть, вигідніше розводити штам в середовищі, де переробляється субстрат. В цьому випадку штам пристосовується до субстрату і навколишніх умов. Для приготування посівних культур з достатньою кількістю дріжджових клітин використовують ферментери меншого розміру, ніж для ферментації субстрату. Система вирощування дріжджів як посівного матеріалу включає низку ферментерів і устаткування для перенесення посівної культури беззабруднення. У періодичному процесі інокуляція проводиться для кожної ферментації. У безперервному процесі велика ча-

стина дріжджових клітин виділяється з рідкого середовища і використовується для зростання культури у ферментері.

Утворення дріжджових клітин здійснюється, зазвичай, центрифугуванням. Дріжджі, що втрачаються, заповнюються новими з системи вирощування, яка значно менше ніж потрібно було б для періодичних процесів з такою самою продуктивністю. У рециркуляційному процесі споживання субстрату для вирощування дріжджів знижується.

Зазвичай, етанол отримують відгоном, і, ймовірно, цей спосіб застосовуватиметься і в найближчому майбутньому. Відгін проводиться в колонах шляхом послідовного відділення етанолу від інших компонентів рідкої фази.

У першій колоні відділяються продукти ферментації (головним чином етанол) і деяка кількість води від неферментованих твердих речовин у рідкій фазі (барді). Ця колона, зазвичай, називається «Пивним перегінним кубом». Бажано, щоб на цьому етапі з рідкого середовища був відігнаний весь етанол. Для відділення твердих речовин з рідкої фази, рухомої вниз, передбачена відпарна секція.

Послідовність перегонки після «пивного перегінного куба» залежить від вимог, що ставляться до етанолу. Під час виробництва харчового етанолу останній має бути очищений відповідно до вимог стандартів на етанол або продукту, в якому він буде використаний.

Під час виробництва етанолу промислового призначення необхідно видалити з нього всі забруднювальні речовини, зокрема сивушні масла, які є побічними продуктами ферментації. У разі отримання безводного етанолу до очищеного продукту додають речовини, що руйнують водно-етанольну азеотропну суміш. Етанол і азотоутворювальні компоненти відокремлюють один від одного в наступній колоні. У стандартних умовах для виробництва безводного етанолу потрібна принаймні чотирикратна перегонка.

Етанол, призначений для використання як паливо, не має містити воду. Водночас передбачається, що з такого етанолу немає необхідності відокремлювати сивушні масла. Тому перегінна система для отримання етанолу, призначеного для використання як паливо, включає «пивний перегінний куб» з ректифікацією і колони для азеотропної перегінки і відпарювання.

Кількість енергії, що витрачається на очищення етанолу, визначає кількість колон, що діють. У кожній колоні для підтримки заданої рівноваги пари і рідини над тарілками витрачається значна кількість теплової енергії. Тому з енергетичної точки зору важливе значення має специфікація на готовий продукт. Залежно від специфі-

кації і гнучкості установки для виробництва ширшого асортименту продуктів експлуатаційні витрати можуть зрости більше або менше.

За наявності ринків збуту реалізація побічних продуктів може принести значні доходи. При цьому не виключено, що для задоволення вимогам, які пред'являє споживач до побічних продуктів, виникає необхідність у розширенні етанольного заводу і об'єднанні його з цехами для виробництва побічних продуктів.

У процесі ферментації може бути отриманий діоксид вуглецю високої чистоти. Для збуту цього газу його необхідно очистити і компримувати в балони. Не дивлячись на те що діоксид вуглецю є цінним побічним продуктом, ринки збуту його локалізовані, і тому кількість діоксиду вуглецю, одержуваного на великих ферментаційних установках, не завжди може бути реалізовано. Споруда установки для отримання діоксиду вуглецю повинна бути економічно обґрунтованою.

Навіть у тих випадках, коли діоксид вуглецю не отримують як побічний продукт, гази, що відходять, мають бути очищені від зосередженої рідини, а концентрація речовин, що містяться в них, які сприяють забрудненню атмосфери, не має перевищувати встановлені норми.

Донні залишки в «пивному перегінному кубі» краще всього використовувати безпосередньо. Проте в цьому випадку необхідне одночасне проведення таких операцій, як іригація полів і виробництво кормів. Потоки, що відходять, можуть бути використані для анаеробного виробництва метану або для аеробного виробництва одноклітинного протеїну, що дозволяє компенсувати витрати на обробку цих відходів із високою біологічною потребою кисню.

У тих випадках, коли як сировину використовують хлібні злаки, побічним продуктом для збуту на ринку може бути барда, що потребує додаткових витрат на її обезводнення. Білки та інші тверді речовини, що отримують із злаків, збагачуються протеїном, зосередженим в дріжджових клітинах. У такий спосіб, згідно з даними, можна отримувати високоякісні добавки до корму тварин. Оскільки обезводнення цього матеріалу обходиться досить дорого, він виробляється лише для зниження витрат на одиницю маси протеїну під час транспортування на великі відстані.

В даний час активний розвиток отримали технології виробництва автомобільного палива - біоетанолу - з вуглеводовмісної сировини та дизельного біопалива - з олійних культур. Перспективною може стати технологія біологічного палива з лігноцелюлози (відходи деревини, солома злакових культур та ін.). Так, у Швеції, Данії та Іспанії за цією технологією вже працюють 3 експериментальних заво-

ди. Створення ринку біологічного палива має певні переваги, оскільки передові технології будуть затребувані як в країнах, що не мають природних родовищ, так і в нафто- і газодобувних. За собівартістю біопаливо дешевше природного та екологічно безпечніше.

На рис. 3.15 представлені принципові схеми отримання біоетанолу з бурякоцукрової меляси і пшениці.

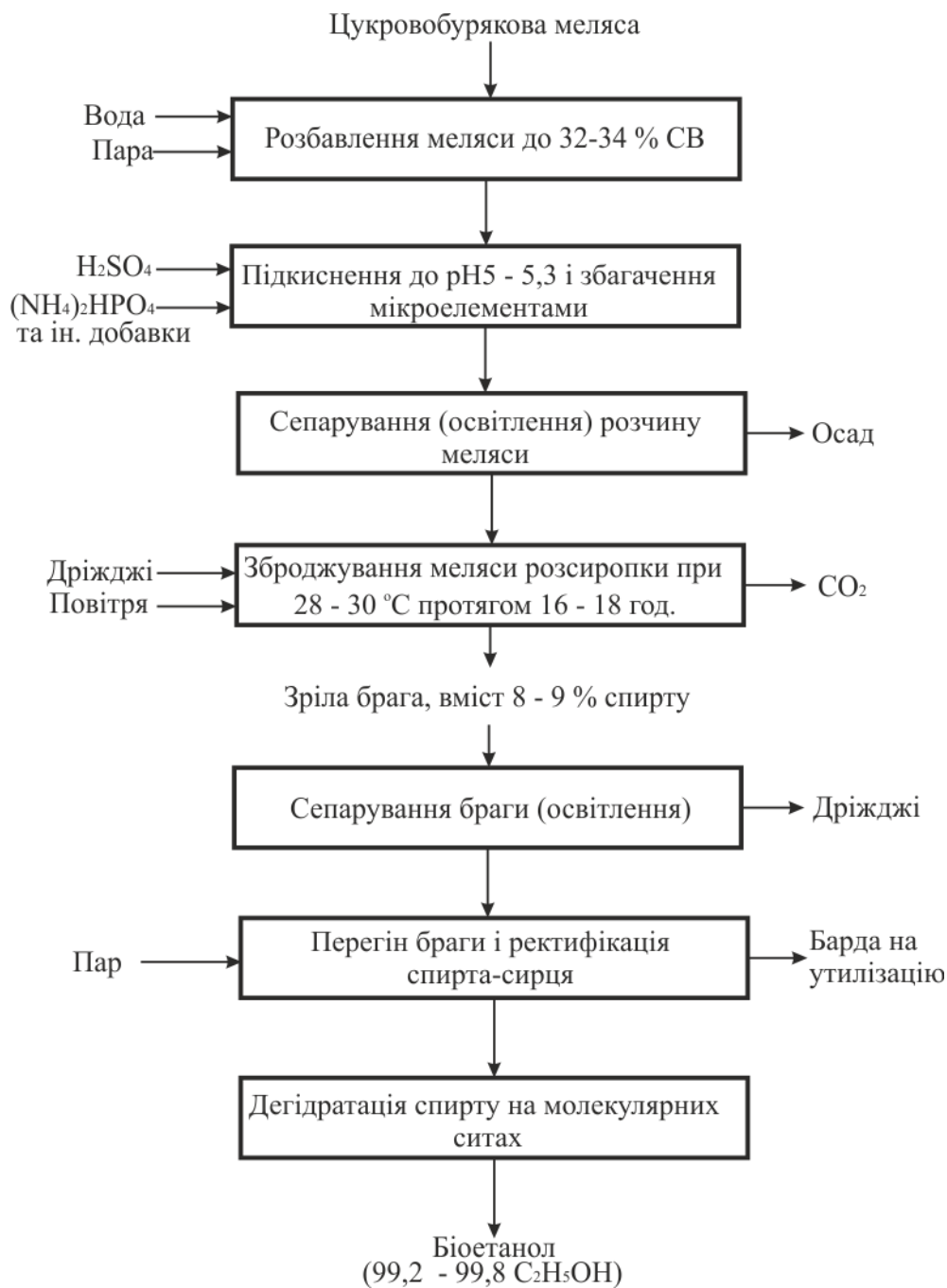


Рис. 3.15 – Схема отримання біоетанолу із бурякової меляси

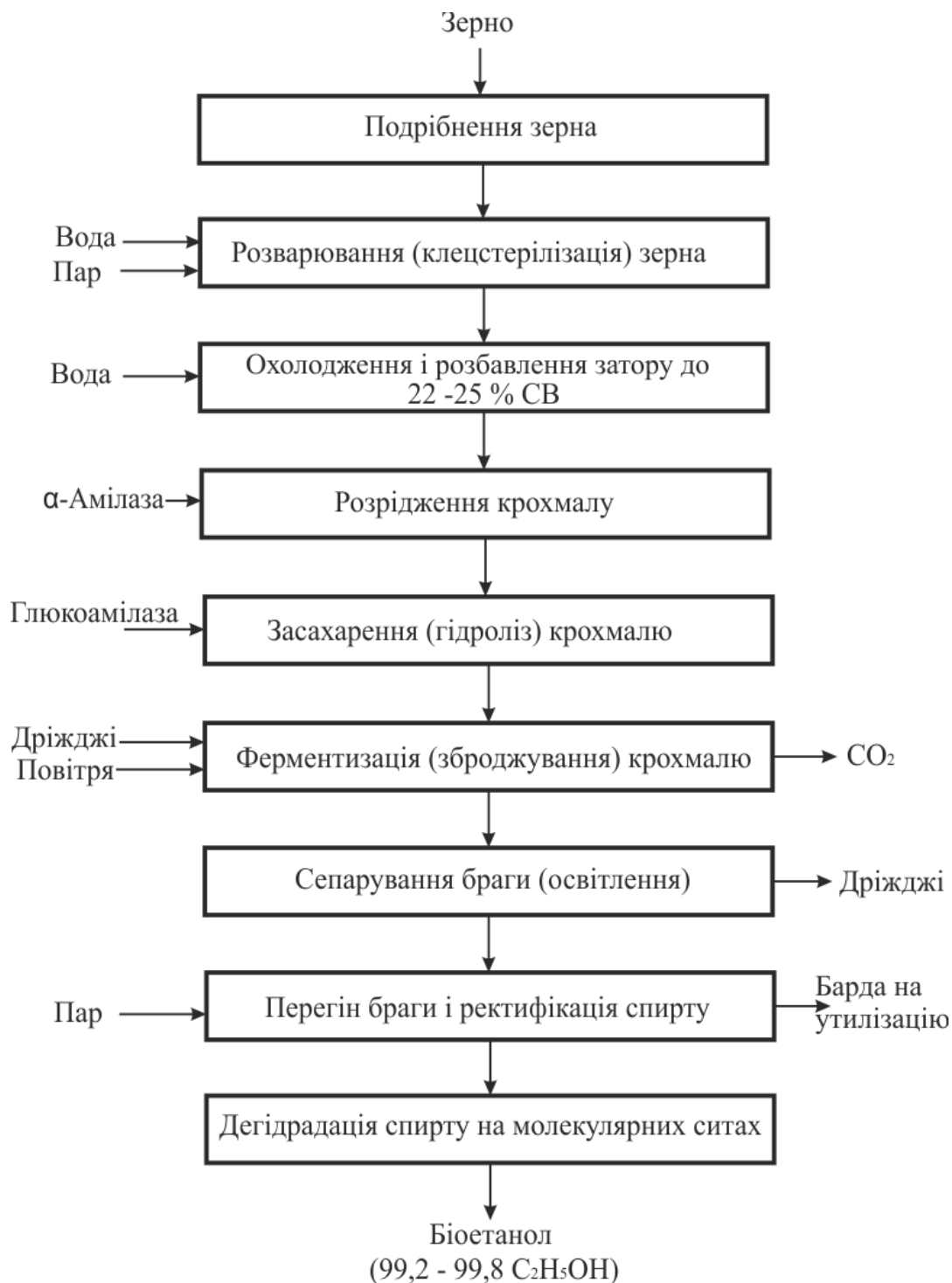


Рис. 3.16 –Схема отримання біоетанолу із зерна пшениці (кукурудзи)

Моторне паливо «біодизель» готують з рослинних олій за спрощеною схемою: 90 частин рослинної олії (ріпакова, соняшникова, кукурудзяна, пальмова), 9 частин метилового спирту і 1 частина луку. Все це перемішують при кімнатній температурі до розшарування ма-

си (вгорі будуть знаходитися моноефіри (біодизель), внизу – гліцерин).

За допомогою бактерій виробляють ще й біобутанол (бутиловий спирт, C_4H_9OH). У виробництві він менш витратний і легко змішується з бензином, етанолом. Його додають в бензин у великих кількостях (11...12%) без модернізації двигуна. У присутності води суміш «бензин-бутанол» менш розшаровується, ніж «бензин-біоетанол».

Виробництво моторного палива з відновлюваної органічної сировини в світі розвивається швидко. Ініціатором цього напрямку стала Бразилія, яка ще в 70-і роки ХХ століття прийняла програму використання біоетанолу з цукрової тростини в якості автомобільного палива. В даний час в Бразилії замінюють до 20...25% бензину біоетанолом.

Французькі промисловці інвестували 1 млрд. євро в будівництво 10 заводів з виробництва біологічного пального з цукрового буряка і олійних культур.

Половину врожаю ріпаку в Євросоюзі переробляють на біодизель. Вважають, що в холодну пору року паливо з геномодифікованого ріпаку - найкраща добавка до дизельного палива.

У Канаді станом на 2010 рік вироблено близько 500 тис. m^3 дизельного біопалива з сої при потребі 1,25 млн. m^3 .

У Малайзії, Індонезії, Сінгапурі та інших країнах розширюють посівні площі олійних пальм. Передбачається, що на 90 заводах з продукування пальмової олії вироблятимуть дизельне паливо.

В Австралії, Таїланді, Бразилії розширюють посівні площі цукрової тростини. А сільське господарство швидко переорієнтовується на виробництво сировини для біопалива.

Японія та інші густонаселені країни планують закуповувати біоетанол в інших країнах, щоб не збільшувати викиди парникових газів на власних територіях.

В Україні планують на базі старих спиртових заводів створити концерн з виробництва біоетанолу. Але собівартість його буде значно вище, ніж на новому обладнанні.

Ініціатором розвитку біоетанольної галузі в країнах СНД стала Республіка Казахстан. У 2008 р. там здали в експлуатацію завод з виробництва біоетанолу виробничою потужністю 57 тис. т. на рік. На зазначеному підприємстві передбачено глибоку переробку пшениці в борошно і біоетанол з проміжною стадією вилучення сухої клейковини, а також виробництво кормових дріжджів і діоксиду вуглецю.

У розвитку нового напрямку використання вуглеводоємної сировини особливу увагу варто приділити більш раціональному застосуванню бурякоцукрової меляси. Якщо із зерна пшениці, кукурудзи

можна виробляти високоякісний питний спирт, то з бурякоцукрової меляси отримати такий спирт важко. А біоетанол, отриманий із меляси, відповідає всім технічним вимогам як моторне паливо. З 1 т. зерна пшениці отримують 355...360 дм³ біоетанолу, а з 1 т. умовної меляси (СВ = 85%) можна виробити 310...315 дм³ біоетанолу.

На типовому цукровому заводі виробничою потужністю 6 тис. т. переробки буряка за добу отримують = 300 т. умовної меляси (містить = 150 т. цукру). З цієї меляси можна отримати 300·310 = 9300 дал етилового спирту. Таку кількість продукту виробляють за добу на одному спиртовому заводі середньої виробничої потужності.

Відповідно, доцільно не вивозити мелясу з цукрового заводу, а організувати своє виробництво біоетанолу. Для цього треба придбати комплект типового технологічного обладнання та установку з молекулярними ситами для зневоднення спирту. Все інше (ТЕЦ, водопостачання, майстерні, транспорт, управлінський апарат, кваліфіковані працівники) на цукровому заводі є. Переробка меляси в біоетанол буде проводитися в міжсезонний період. При цьому організувати зберігання меляси з мінімальними втратами цукру нескладно.

При такій організації виробництва економічно ефективною може бути робота цукрового заводу з двохкристалізаційною схемою, коли перший і другий відтоки утфелю II виводять в резервуар на короткочасне зберігання, а потім переробляють в етиловий спирт за спрощеною схемою з наступним зневодненням до біоетанолу. Такий варіант роботи заводу дозволяє скоротити технологічну схему цукрового заводу, виключивши багатогодинну (36...40 год.) кристалізацію цукру охолодженням, звільнити великі виробничі площі і працювати без меляси.

З розвитком цукробурякової промисловості буде збільшуватися і кількість меляси, найціннішої сировини для виробництва біоетанолу. Собівартість такої продукції на цукровому заводі може бути значно нижче, ніж на штатних спиртових заводах, куди мелясу додатково необхідно доставити і організувати її зберігання.

3.4. Тверде біопаливо

Тверде біопаливо – тверда біомаса, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина.

Тверді енергоносії біологічного походження (головним чином гній, відходи деревина, торф) брикетують, сушать і спалюють в камінах житлових будинків і топках теплових електростанцій, виробляю-

чи дешево електрику для побутових і виробничих потреб. Відходи деревини з мінімальним ступенем підготовки до спалювання (тирса, кора, лушпиння, солома тощо) пресують в паливні брикети або в пелети, які мають форму циліндричних або сферичних гранул діаметром 8...23 мм і довжину 10...30 мм.

В Україні одним з найперспективніших напрямів використання потенціалу біомаси є виробництво брикетів і гранул. За даними Асоціації учасників ринку альтернативних видів палива та енергії, протягом 2011 року в країні виробили 810 тис. тонн твердого біопалива. Зараз більшу частину цього палива експортують, оскільки в Україні немає значного попиту на цей енергоресурс. Однак можна відзначити і незначну тенденцію зростання потреб у твердому біопаливі всередині країни. Кілька років тому виробники твердого палива експортували близько 90...95% своєї продукції. У 2012 році ця цифра становила 70 %.

Гранулювання – це сукупність фізичних і фізико-хімічних процесів, що забезпечують формування часток певного спектру розмірів, форми, необхідної структури і фізичних властивостей.

Гранула – це циліндр з розмолотої, спресованої деревини або іншої біосировини. Вона має від 10 до 30 міліметрів в довжину і від 6 до 10 міліметрів в діаметрі.

Процеси гранулювання являються масовими технологічними процесами, досить поширені в наш час, і знаходять усе більш широке використання в хімічній, нафтохімічній, фармацевтичній, металургійній галузях промисловості. Це пояснюється перевагами гранул у порівнянні з порошкоподібною, рідкою і пастоподібною формами речовин.

Гранулювання проводять з метою поліпшення якості як проміжних, так і готових продуктів. Показники якості залежать від специфіки продукту і його призначення. У загальному випадку, гранулювання дозволяє істотно зменшити схильність продукту до злежування, а отже, спростити зберігання, транспортування і дозування; підвищити сипучість при одночасному усуненні запиленості, і тим самим поліпшити умови праці в різноманітних сферах виробництва. Поряд з цим, гранулювання відкриває можливість гомогенізувати суміш відносно фізико-хімічних властивостей; збільшити поверхню теплообміну та масообміну; регулювати структуру гранул і пов'язані з нею властивості. Все це сприяє інтенсифікації процесів, в яких використовуються гранульовані продукти, підвищенню продуктивності праці і культури виробництва.

Розглянемо більш детально використання паливних гранул, так як використання гранул у даній сфері є найбільш раціональним та розповсюдженим.

Паливні гранули – екологічно чисте паливо з вмістом золи не більше 3 %. При спалюванні гранул в атмосферу викидається рівно стільки CO₂, скільки було поглинуто рослиною під час росту. Проте, якщо в місці зростання сировини докиля містило токсини або радіоактивні речовини, то при спалюванні гранул ці речовини можуть бути розпорошені в атмосферу. Гранули менш схильні до самозаймання, оскільки не містятьпилу і спор, які також можуть викликати алергічну реакцію у людей. Гранули мають незначну вологість (8...12 %) та значну щільність. Ці якості забезпечують високу теплотворну здатність – при згоранні тонни гранул виділяється приблизно 5 тис. кВт год. тепла, що у півтора рази більше, ніж у звичайних дров. Низька вологість – це не лише перевага гранул як палива, але і проблема їх виробництва. Сушка може виявитися однією з основних статей витрат при виробництві паливних гранул. Крім того, залежно від виробництва, підготовка, сортування і очищення сировини також можуть спричинити додаткові витрати. Процес сушки важливо ретельно спланувати, що дозволить зменшити ризики, пов'язані з якістю готової продукції, її собівартістю і пожежонебезпекою виробництва. Одна з найважливіших переваг гранул – висока і постійна насипна щільність, що дозволяє відносно легко транспортувати цей сипкий продукт на великі відстані. Завдяки правильній формі, невеликому розміру і однорідній консистенції продукту, гранули можна пересипати через спеціальні рукави, що дозволяє автоматизувати процеси навантаження, розвантаження і спалювання цього виду палива.

Сільськогосподарська біомаса, що використовується як паливо, має ряд особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються в якості джерела енергії. Деякі з характеристик твердого біопалива, у першу чергу зовнішні (щільність, розміри часток, специфічність поверхні), за допомогою подрібнення та ущільнення можуть бути змінені. В той же час, його основні паливно-технологічні характеристики прийнято розглядати як сталі.

Найбільш важливою паливно-технологічною характеристикою біомаси, яку використовують в якості сировини, є її теплотворна здатність, що залежить від багатьох чинників: генетичних особливостей енергетичних рослин, впливу навколишнього середовища, умов зберігання, вологості тощо. Нижче наведено середню теплотворну здатність сільськогосподарської енергетичної сировини (що раніше від-

носили до відходів агропромислового виробництва) при абсолютній її вологості на рівні 20 %.

Теплотворна здатність енергетичної сировини

Назва енергетичної сировини	Теплотворна здатність, МДж/кг
Солома зернових культур	10,5
Стебла кукурудзи	12,5
Гілки плодкових дерев	10,5
Лузга гречки	12,5
Лузга соняшнику	14,2

До основних видів біомаси, що використовується в якості твердого біопалива, відносять деревину разом із сировиною з енергетичних рослин, таких як верба, шавнат та румекс, а також солому та зрубки з різного роду насаджень. Спалюванню деревини та соломи в печах передуює збирання, а також за потреби висушування та зберігання зібраної сировини. Важливою характеристикою даної біомаси є її щільність. Звичайно, сухі біологічні матеріали мають щільність у 3...4 рази нижчу, ніж вугілля. Доставка і переробка таких матеріалів є трудомісткою і високовартісною, особливо якщо утилізація ведеться на значній відстані від джерел виробництва біомаси, тому їх необхідно переробляти в гранульоване біопаливо на відстані не більшій за 50 км від місця вирощування.

Орієнтовний розподіл енергетичного потенціалу відходів сільськогосподарських культур, які можуть бути використані на енергетичні потреби, за статистикою 2011 року, представлений на рис. 3.16.

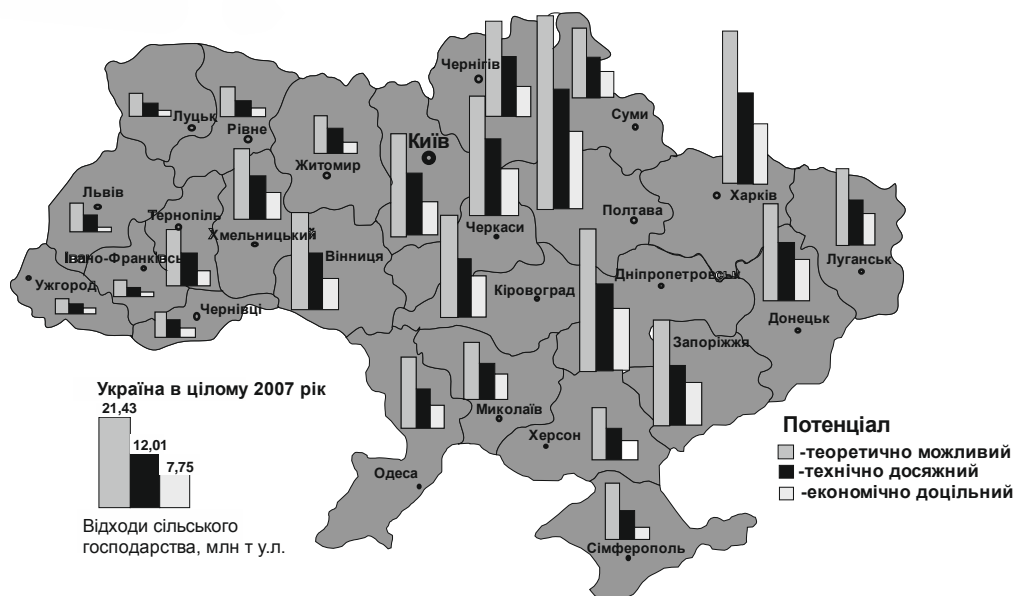


Рис. 3.16 – Розподіл енергетичного потенціалу (у млн. т. у.п.) відходів сільськогосподарських культур

Для виробництва гранул витрачається біля 3 % енергії, що містить отримана гранула. Тоді як, під час виробництва нафти ці енерговитрати складають 10 %, а при виробництві електроенергії 60...90 %. Теплотворна здатність гранул складає 4,5...5,0 кВт/кг, що в 1,5 рази більше, ніж у звичайної деревини і вона наближається до теплотворної здатності вугілля. Горіння гранул в топці котла відбувається більш ефективно – кількість залишків (золи) не перевищує 0,5...1,0 % від загального об'єму використаного палива.

Для багатьох регіонів України використання власного твердого біопалива доцільніше, ніж вугілля або нафтопродуктів, бо вироблене з місцевої сировини біопаливо обходиться у 2...4 рази дешевше й не потребує значних транспортних витрат на його доставку. Використовують тверде біопаливо у вигляді солом'яний брикетів, гранул, зруб та відходів сільськогосподарського виробництва. Наприклад, на 14 підприємствах олійної галузі України парові котли переведені на спалювання лушпиння, за рахунок чого у 2008 році заощаджено 152 млн. м³ газу. В минулому році олійно-жирова галузь використала для спалювання в промислових котлах лушпиння соняшнику в кількості до 500 тис. тонн. Крім того, близько 120 тис. тонн лушпиння щорічно гранулюється і продається на експорт та населенню. Властивості різних органічних палив наведено в табл. 3.17.

Таблиця 3.17 – Порівняльна характеристика властивостей різних видів палива

Вид палива	Вологість матеріалу, %	Теплотворна здатність, МДж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %
Природний газ	–	35...38	0	0
Кам'яне вугілля	–	15...25	1...3	10...35
Паливо моторне	–	42,5	0,2	1,0
Мазут	–	42	1,2	1,5
Тріски дерев, тирса	40...45	10,5...12,0	0	2,0
Брикет, гранули з деревини	7...8	16,8...21,0	0,1	1,0
Брикет, гранули з соломи	8...10	16,5...18,8	0,2	3,0

Подрібнене тверде біопаливо для котлів, яке складається з відходів деревини (залишки кори, тирса, зрубки, шматки деревини, тощо), повинне мати теплотворну здатність сухої маси вищу ніж 5400

кВт·год/т; вологість меншу за 40 %; середній розмір частинок — на рівні 50?50?20 мм, при цьому кількість частинок з розмірами до 150?60?20 мм не більше ніж 10 %; вміст золи до 2 % його сухої маси. До того ж, не дозволяється додавання у біопаливо речовин, що здатні негативно вплинути на його зберігання, перевезення і використання в опалювальному обладнанні.

Вибір технології виробництва паливних брикетів залежить від ряду факторів, а саме: а) планованого обсягу брикетів, б) наявності деревних відходів, в) виду та розміру деревних відходів, г) вологості деревних відходів.

Технологічний процес брикетування деревних відходів (у загальному випадку) складається з таких етапів: збір відходів; їх подрібнення, накопичення, сортування, сушіння і пресування; складування брикетів з розфасовкою, зберігання, відвантаження.

Лінії брикетування можуть бути з послідовним розміщенням устаткування, паралельним або змішаним.

У лініях послідовного агрегування продуктивність машин і механізмів повинна бути приблизно однаковою.

У лініях паралельного агрегування співвідношення продуктивності обладнання може бути довільним.

Найпростішими є лінії послідовного агрегування з розташуванням між агрегатами буферних пристроїв, які здійснюють гнучкий зв'язок між суміжними агрегатами.

Буферні пристрої в лініях брикетування - це різні бункери або циклони з механізмами порціонної видачі брикетувальної деревної маси.

Основні вимоги до вихідної сировини: вологість не більше 12 %, вміст гнилі не більше 5 %, величина частинок (95 % - тирса і 5 % - дрібні частинки розміром не більше 5 мм.).

При штемпельному пресуванні допускається вологість до 15 % і розмір частинок до 8 мм. При більш високій вологості (> 20 %) отриманий брикет «розірве» внутрішнім тиском вологи, що утворився при стисненні подрібненої деревної маси.

Температура підігріву пресуючого матеріалу повинна бути в межах 100...220 °С, тиск пресування - до 2000 кг / см² для шнекових пресів і до 100 МПа в штемпельних пресах.

Витрата деревної сировини на 1 т. брикету складає 2,6...2,8 м³ (в шнекових пресах) і 1,5...2,2 м³ при штемпельному пресуванні.

Схема технологічного процесу виготовлення брикетів з вологих деревних відходів показана на рис. 3.17.

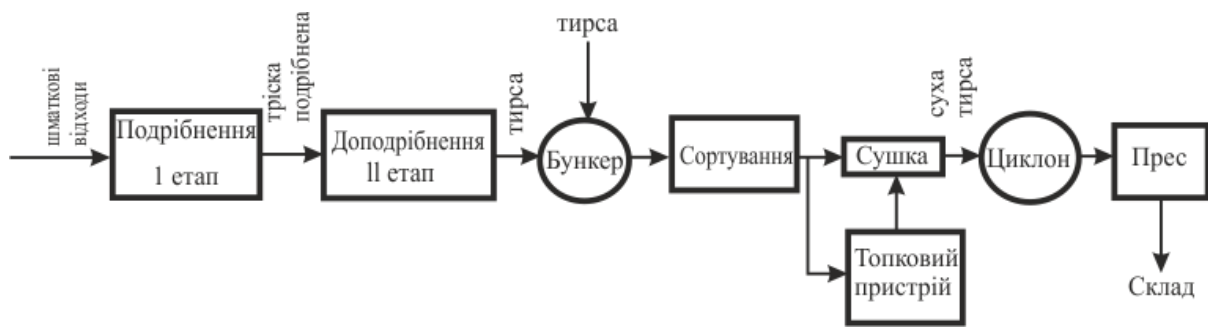


Рис. 3.17 – Технологічна схема виробництва брикетів з вологих відходів деревини

Деревні шматкові відходи надходять на подрібнення в подрібнюючу машину, отримана подрібнена тріска направляється на доподрібнення в тирсу. Цю тирсу, а також тирсу від основного виробництва, направляють в бункер. З бункера тирса подається в теплогенератор сушильного барабана і в топку топкового пристрою.

У теплогенераторі тирсу змішуються з топковим газами і направляються в сушильний барабан. До сушильного барабану приєднаний топковий пристрій, укомплектований бункером-дозатором, в яких сполучною ланкою є теплогенератор.

З сушильного барабана аеросуміш (тирса плюс топкові гази) надходить в циклон. Подача тирси в циклон здійснюється за допомогою пневмоефекта, який створює вентилятор, встановлений на циклоні. Цим же вентилятором засмоктуються топкові гази з топки.

В циклоні відбувається поділ сухої тирси від відпрацьованих газів. Тирса осідає на дно і через шлюзовий затвор (живильник) видається на конвеєр, який подає її в пресуючу установку (за наявності в ній бункера) або в бункер сухої стружки. З бункера суха тирса направляються в прес.

Так, наприклад, при застосуванні сушильного агрегата типу АВМ-0,65 в лінії можуть бути розміщені два шнекових преса, кожен продуктивністю 300 кг / год. Брикети з пресів транспортуються стрічковим конвеєром на склад, де відбувається їх охолодження, а потім розфасовка або укладання на піддони.

Технологічна схема за наявності сухих відходів показана на рис. 3.18.

Сухі відходи подрібнюються в тріску, потім доподрібнюються в тирсу, яка з цеху надходить в бункер сухої маси. З бункера тирса направляється в пресуючу установку. Кількість пресів залежить від обсягу відходів і від продуктивності самого преса. Якщо на підприєм-

стві переважає тирса і є невелика кількість кускових відходів, технологічна схема може мати вигляд, показаний на рис. 3.19.

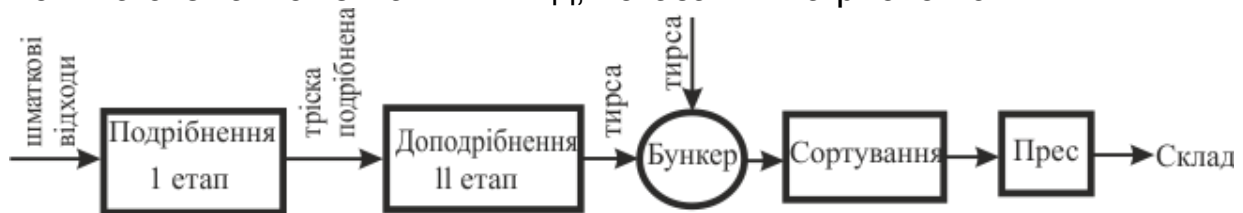


Рис. 3.18 – Технологічна схема виробництва брикетів із сухих відходів деревини

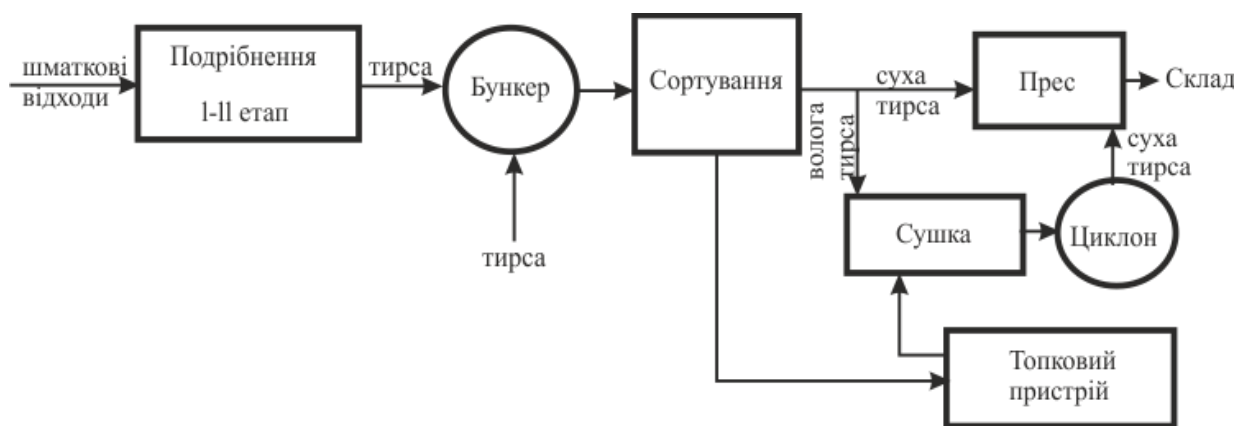


Рис. 3.19 – Технологічна схема виробництва брикетів із тирси та кускових відходів

Кускові відходи подрібнюються безпосередньо в тирсу і направляються в бункер. В цей же бункер надходить і тирса від основного виробництва. Якщо ця деревна маса має вологість менше 12 %, то вона направляється в пресуючу установку. При вологості 12 % і більше вся маса надходить в сушильний барабан, а потім в циклон і в прес.

При наявності на підприємстві сухої тирси схема спрощується і включає в себе лише циклон для накопичення і порціонної видачі сухої тирси в пресуючу установку (рис. 3.20).



Рис. 3.20 – Технологічна схема виробництва брикетів із сухої тирси

Якщо пресуюча установка шнекового типу має сортувальний барабан, то в технологічну схему сортувальна машина не входить. В

іншому випадку технологічною лінією передбачено встановлення сортувальної машини.

Нижче наведемо основні технічні дані для найбільш поширеної технології брикетування – сушильний агрегат АВМ-0,65, шнекова пресуюча установка продуктивністю 300 кг / год, сировина волога (кускові відходи і тирса): річна продуктивність, при одному пресі – 1000-1200 т.; встановлена потужність устаткування – до 70 кВт; число обслуговуючого персоналу - 4 чол.; витрата сировини: на брикети (1т) – 2,6...3,0 пл. м³, на вироблення топкових газів (1 т) – 3,0...4,5 нас. м³; потужність топкового пристрою по тепловій енергії – 400...500 кВт; площа цеху – 170-200 м².

При масовому використанні брикетів в котельних установках із автоматичним завантаженням котлів, на пресі можна отримувати брикети довжиною 3...5 см, які транспортуються в контейнерах або мішках. Для цього пристрій поділу перелаштовується на необхідний крок.

Технологічні схеми виробництва твердого біопалива

На рис. 3.21 і 3.22 представлені технологічні схеми виробництва біопалив.

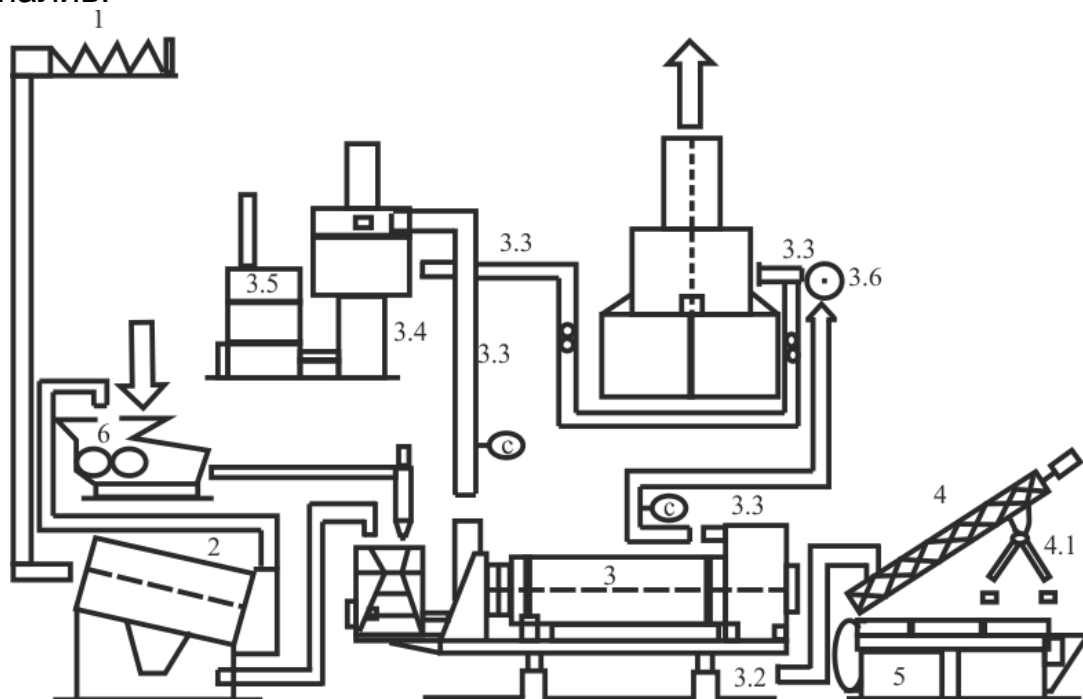


Рис. 3.21 – Технологічна схема виробництва твердого біопалива: 1 – шнек; 2 – сито; 3 - сушильна камера; 3.1 - бункер для сировини; 3.2 - відвід для сировини; 3.3 - повітряні трубопроводи; 3.4 - бойлер на сировині; 3.5 - паливний бункер; 3.6 – вентилятор; 3.7 – фільтр; 4 - шнекова подача в брикетер (гранулятор); 4.1 - розподільник сировини; 5 - брикетуючий прес (гранулятор); 6 - дробарка відходів.

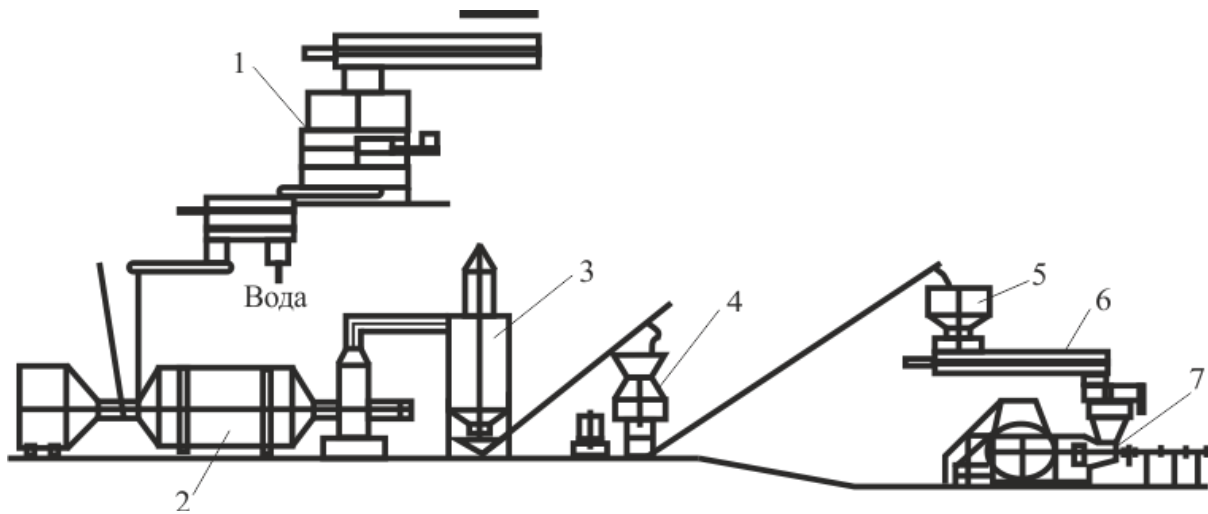


Рис. 3.22 – Технологічна схема виробництва твердого біопалива: 1 – крупно-фракційна дробарка; 2 - сушильна камера; 3 - бункер; 4 - дрібно-фракційна дробарка; 5 - бункер; 6 - шнек; 7 - брикетуючий прес (гранулятор).

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю «біогаз».
2. Назвіть основні етапи освоєння виробництва і використання біогазу.
3. Охарактеризуйте основні етапи розвитку біогазових технологій в країнах ЄС та світу.
4. Як розвиваються біогазові технології в Україні? Досягнення і перспективи.
5. Назвіть основні види сировини для виробництва біогазу.
6. Метанове зброджування – основа для виробництва біогазу. Чотири стадії анаеробного метанового зброджування сировини.
7. Роль ферментів у виробництві біогазу з відходів переробної і харчової промисловості та агропромислового комплексу.
8. Виробництво біогазу з твердих відходів.
9. Характеристика полігонів твердих побутових відходів як об'єктів для організації системи збирання і утилізації біогазу.
10. Відходи тваринництва і птахівництва – сировина для виробництва біогазу.

11. Охарактеризуйте нинішній стан виробництва дизельного біопалива в Україні.
12. Охарактеризуйте сировинні ресурси для виробництва дизельного біопалива.
13. Способи виробництва і сфери застосування біоетанолу.
14. Реакція алкоголізу жирів – основа у виробництві рідкого біопалива.
15. Каталізатори реакції переестерифікації тригліцеридів у ефіри жирних кислот (дизельне біопаливо).
16. Охарактеризуйте три стадії метанолізу тригліцеридів рослинних і тваринних жирів для отримання дизельного біопалива.
17. Які основні якісні показники дизельного біопалива обмежені стандартом EN 14214 і національним стандартом ДСТУ 6081: 2009.
18. Охарактеризуйте технологічні схеми виробництва дизельного біопалива з рослинних і тваринних жирів.
19. В чому заключається технологія виробництва дизельного біопалива з застосуванням мембранних реакторів?
20. Навіщо застосовують кавітаційну обробку реагентів у виробництвах рідких біопалив з жирової сировини?
21. Охарактеризуйте основне вітчизняне обладнання для виробництва рідких біопалив.
22. Біоетанол. Сировина для виробництва і перспективи використання як біопалив.
23. Охарактеризуйте ефективність виробництва біоетанолу з різних сільськогосподарських культур.
24. Виконайте технологічну схему виробництва біоетанолу з різновидів сировини.
25. Схема виробництва біоетанолу з безперервним зброджуванням субстрату.
26. Роль ферментації у виробництві етанолу.
27. Подайте схему виробництва біоетанолу з бурякової меласи.
28. Тверде біопаливо. Його роль в енергозабезпеченні галузей народного господарства.
29. Сировина для виробництва твердого біопалива.
30. Гранулювання твердого біопалива для покращення якісних показників.
31. Охарактеризуйте теплотворну здатність енергетичної сировини для виробництва твердого біопалива.

32. *Місце твердого біопалива серед інших видів паливно-енергетичних ресурсів. Переваги і недоліки.*
33. *Використання відходів деревини для виробництва паливних брикетів.*
34. *Дайте порівняльний аналіз технологічних схем для виробництва твердого біопалива.*
35. *Основні технічні дані вітчизнаних брикетувальних установок для виробництва твердого біопалива з відходів підприємств АПК.*

РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ХАРЧОВІЙ І ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

4.1. Проблеми вітчизняних харчових і переробних виробництв екологічного характеру

Запорукою сталого розвитку нашої держави є збереження і відновлення довкілля. Недотримання умов гармонійного співіснування природи і суспільства ставить під загрозу життєдіяльність людства. Новітня історія має чимало прикладів того, як споживацьке та насильницьке ставлення до природи супроводжується виникненням серйозних загроз повноцінному існуванню будь-якої країни. Вплив негативних антропогенних чинників на навколишнє природне середовище вже тепер перевищує компенсаційні можливості біосфери. Нині межі розвитку людства визначаються ступенем екологічних порушень, а не простим споживанням ресурсів. Втручання людини у природні процеси зайшло вже так далеко, що пов'язані з цим зміни можуть виявитись незворотними у разі невжиття серйозних господарських природоохоронних заходів.

Економіці України притаманна висока питома вага ресурсомістких та енергоємних технологій, проектування і впровадження яких здійснювалися «найдешевшим» способом – без будівництва очисних споруд. Це стосується і харчових виробництв. Харчова промисловість України об'єднує 25 підгалузей, що мають понад 22 тисячі підприємств, асортимент продукції яких перевищує 4 тисячі найменувань. Питома вага харчової і переробної промисловості в загальному обсязі промислового виробництва країни становить близько 18 % і за цим показником галузь посідає друге місце в економіці країни. За ступенем антропогенного впливу на довкілля харчова промисловість України справляє значно меншу негативну дію, ніж цілий ряд інших галузей: металургійна, гірничо-видобувна, хімічна, нафтопереробна, теплоенергетична, целюлозно-паперова тощо. Водночас технологічні процеси виробництва багатьох харчових продуктів характеризуються високими питомими витратами сировини, палива, енергії, води та інших природних ресурсів, що робить їх неконкурентоспроможними на міжнародному ринку. Крім того утворені і виведені у навколишнє середовище виробничі відходи різного агрегатного стану та хімічного складу забруднюють атмосферу, водойми та ґрунти, що негативно впливає на екологічну безпеку довкілля і,

зокрема, рослинної та тваринної сировини для харчових виробництв.

Багато років підприємства харчової і переробної промисловості не мали мотивації щодо серйозних практичних дій в плані екологізації виробництва та раціональної утилізації або очищення відходів за встановленими вимогами. Причини: необхідність вкладання великих коштів для вирішення цих проблем, незначна реальна підтримка та відсутність економічного стимулювання природоохоронних заходів з боку держави, ' невелика плата за скиди і викиди у довкілля.

Таке становище стало наслідком недостатнього впровадження мало- та безвідходних харчових технологій, а також того, що на більшості підприємств працює морально застаріле і фізично спрацьоване природоохоронне устаткування (пило- та водоочисні споруди) або його зовсім немає, практично немає технологій перероблення виробничих відходів тощо. Але в останнє десятиріччя, коли постала потреба у входженні українських підприємств у європейську та світову економічну спільноту та одержанні міжнародних сертифікатів не тільки щодо якості продукції, а й екологічного стану виробництва, актуальність екологізації харчових підприємств різко зростає.

В умовах економічної та екологічної кризи перед харчовою промисловістю України постало завдання не тільки збільшити обсяги виробництва доступних для широких верств населення традиційних продовольчих товарів, а й забезпечити споживачів біологічно повноцінними та екологічно безпечними харчовими продуктами на основі натуральної сировини. Актуальним є застосування інноваційного підходу до створення принципово нових та удосконалення існуючих технологій, що передбачає ; реалізацію принципів енерго- та ресурсозаощадження, інтенсифікацію і екологізацію технологічних процесів тощо. При цьому глибоке комплексне перероблення сільськогосподарської сировини сприятиме не тільки збільшенню обсягів виробництва повноцінних за складом харчових продуктів, а й зниженню негативного впливу виробничих комплексів на довкілля. В напрямку екологізації навколишнього середовища актуальним також є комплексна переробка твердих побутових відходів та стічних вод, які нерозривно пов'язані з різними галузями харчової промисловості.

4.2. Оцінка екологічного стану і потенціалу харчової промисловості України

Економічний аналіз ефективності екологізації харчового виробництва. Підвищення рівня еколого-економічної ефективності розвитку харчової промисловості є одним із важливих напрямів забез-

печення виробництва в достатній кількості високоякісних екологічно безпечних продуктів харчування для задоволення обґрунтованих потреб населення. При цьому треба забезпечити мінімальні витрати природних ресурсів — сировини рослинного і тваринного походження та енергоносіїв, а також значно поліпшити екологічний стан довкілля. У зв'язку з цим основними пріоритетами «зеленої» (екологічної) модернізації харчових виробництв є такі: широке впровадження у виробництво досягнень науково-технічного прогресу з метою раціонального використання природно-сировинних ресурсів; зменшення рівня використання природно-ресурсного потенціалу впровадженням безвідходних і маловідходних технологій; впровадження технологій комплексної переробки сировини з підвищенням рівня і ефективності використання відходів виробництва харчової промисловості, перехід до безвідходних циклів виробництва, що забезпечують повну переробку сировини; впровадження у виробничий процес енергозберігаючих технологій з широким застосуванням нетрадиційних джерел енергії (сонячної, гідротермальної, вітрової енергії, біоенергетики та ін.); повсюдне впровадження в організаційну структуру підприємства харчової промисловості екологічного менеджменту відповідно до міжнародних стандартів; обов'язкове проведення еколого-економічної експертизи проектів «зеленої» модернізації наявних підприємств і будівництва нових та продукції з метою запобігання негативному впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я людей; підвищення рівня економічних засобів регулювання системи природокористування через пільгове оподаткування екологічно безпечних виробництв, надання пільгових кредитів для здійснення природоохоронних заходів; обов'язкове врахування регіональних чинників під час розміщення підприємств харчової промисловості; підвищення ролі міжнародного співробітництва і широкий обмін досвідом природоохоронної діяльності.

Велике значення має впровадження комплексу еколого-економічних заходів щодо захисту повітряного басейну. Їх можна розподілити на чотири групи: санітарно-технічні — спорудження надвисоких димових труб, встановлення пилогазоочисного устаткування, герметизація технологічного і транспортного устаткування; технологічні — створення технологій, що ґрунтуються на частково чи повністю замкнених циклах, впровадження нових методів підготовки сировини, заміна вихідної сировини і сухих способів переробки пилонабезпечних матеріалів мокрими, автоматизація виробничих процесів; планувальні — створення санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств, оптимальне розташування промислових підприємств; винесення найтоксичніших виробництв за межі міст, озе-

лення підприємств; контроль-запобіжні – заборона виробництва окремих токсичних продуктів, автоматизація контролю за викидами.

Має зрости значення екологічного аудиту та екологічної експертизи. Остання є обов'язковою в процесі законотворчої, інвестиційної, управлінської, господарської та інших видів діяльності, що впливають на стан навколишнього середовища. Кінцевою метою екологічної експертизи є складання висновків про вплив на навколишнє середовище. Одне з основних завдань екологічного аудиту полягає в тому, щоб зробити аналіз стану навколишнього середовища невід'ємною частиною техніко-економічного обґрунтування проектів.

Для будівництва нових підприємств та «зеленої» модернізації існуючих істотним заходом екологізації харчових виробництв є впровадження екологічної освіти та виховання виробничого персоналу. Це дасть змогу підготувати екологічно свідомих і технічно грамотних виконавців програми екологізації харчової промисловості.

Для підвищення еколого-економічної ефективності розвитку харчової промисловості велике значення має еколого-економічна оцінка проектів у результаті здійснення екологічної експертизи. Вона передбачає оцінку економічної доцільності будівництва нових і «зеленої» модернізації діючих підприємств та споруд; економічне обґрунтування проектів; мінімізацію впливу проєктованого об'єкта на навколишнє середовище; визначення порівняного еколого-економічного ефекту капіталовкладень на будівництво нових і реконструкцію діючих виробничих об'єктів.

Здійснення екологічного контролю на харчових підприємствах відповідно до вимог міжнародних стандартів.

Екологічний аудит – управлінський інструмент, методологія, що ґрунтується на системному підході, за допомогою яких оцінюють і підвищують екологічну ефективність управління підприємством, галуззю з метою збереження навколишнього природного середовища і забезпечення власної екологічної безпеки та конкурентоспроможності. Екологічну ефективність управління оцінюють за критеріями відповідності вимогам: екологічного законодавства, екологічних норм і стандартів, екологічної політики, прогресивної практики; поліпшення екологічних характеристик виробництва, господарювання, результативності екологічних витрат.

Незалежна й об'єктивна екологічна експертиза слугує ефективним механізмом держави і суспільства у створенні нормальних умов для функціонування природних систем і біосфери загалом та гарантує їх екологічну безпеку.

Екологічна експертиза – це науково-практична діяльність спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних фор-

мувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому економічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, дія яких впливає або може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я людей.

Екологічну експертизу провадять з метою підготовки висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності того чи іншого об'єкта господарювання нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки. Екологічна експертиза має сприяти запобіганню появі нових, обмеженню та ліквідації виявлених негативних джерел впливу на довкілля та здоров'я людей, а також дає змогу оцінити ступінь екологічної безпеки господарської та екологічної діяльності на окремих територіях чи об'єктах.

Основними завданнями екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику й безпеки суб'єкта господарської діяльності; встановлення відповідності вимогам екологічного законодавства; оцінка впливу різних об'єктів на довкілля, здоров'я людей і стан ресурсів та можливих негативних екологічних наслідків; оцінка природоохоронних заходів; підготовка обґрунтованих висновків. Основними принципами екологічної експертизи є: гарантування безпечного життя довкілля; збалансованість екологічних, економічних, медико-біологічних та соціальних інтересів; наукова обґрунтованість і незалежність, об'єктивність і гласність, варіантність і превентивність; державне регулювання; доцільність реалізації об'єктів експертизи; законність.

Розрізняють такі форми екологічної експертизи: державну, громадську, спеціальну й додаткову. Додаткову незалежну екологічну експертизу провадять за ініціативою зацікавлених організацій і осіб, а також за рішенням центральних та місцевих органів влади. Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення здійснює управління екологічної експертизи Мінекоресурсів України, об'єктів місцевого значення — відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки. Для врахування громадської думки щодо реалізації запланованої проектом господарської діяльності проводять громадську екологічну експертизу. Її здійснюють з ініціативи громадських організацій на добровільних засадах екологоекспертні формування з представників громадськості, преси та незалежних фахівців.

Для встановлення фактичного екологічного стану підприємства, визначення відхилень від норми й вимог чинного природоохоронного законодавства або міжнародних стандартів та накреслення заходів

щодо приведення виробничої діяльності підприємства у відповідність з цими вимогами провадять екологічний аудит, тобто екологічне обстеження.

На практиці еколого-аудиторська діяльність може бути ширшою за стандартне визначення, залежно від намірів і бажання замовника щодо використання екоаудиту. Згідно з визначенням Ради Європейського союзу, екологічний аудит – це засіб управління, який надає систематичну, періодичну, об'єктивну й документовану оцінку системи управління та процесів, встановлених для охорони навколишнього середовища з метою: підвищення ефективності і полегшення контролю практики, що впливає на навколишнє середовище; оцінки узгодженості діяльності компаній з екологічною політикою.

Отже, екологічний аудит – це інструмент управління, який системно охоплює всі питання оцінки екологічної діяльності підприємства, удосконалення системи регулювання впливу на довкілля та його інвестиційної привабливості.

Екоаудит організується за ініціативою керівника або власника об'єкта і має характер самоконтролю екологічної діяльності. Його здійснюють незалежно від державної екологічної експертизи. Для проведення екоаудиту залучають спеціалізовані аудиторські організації, які мають відповідний кваліфікаційний сертифікат. Аудитори повинні знати сучасні передові досягнення технологій виробництва, щоб зробити критичну оцінку технології, яку перевіряють. Сфера дії екоаудиту – це система екоменеджменту підприємства, його виробничі площі та прилегла територія на відстані 5 км по периметру, основні й допоміжні технологічні процеси, будівлі та обладнання.

Актуальним є застосування екологічного аудиту під час приватизації, в інвестиційному процесі, при ціноутворенні та впровадженні «зелених» технологій, у разі поточної діяльності підприємства з метою визначення ефективності її.

Розрізняють такі типи екоаудиту: екологічна експрес-оцінка інвестиційних ризиків (інвестиційний, або фінансовий, аудит); оцінка екологічного стану ділянки території, власником якої є підприємство або якщо власник змінюється в процесі приватизації; екоаудит продукції на стадії маркетингових досліджень; технічний аудит на стадії виробничої діяльності; аудит системи екоменеджменту підприємств.

Екоаудит дає змогу без додаткових бюджетних витрат підвищити ефективність управління охороною довкілля та поліпшити ефективність державного екоменеджменту. Тому держава зацікавлена у впровадженні екологічного аудиту і створенні відповідних правових та нормативних умов для його здійснення.

Отже, впровадження екологічного аудиту сприяє:

- зменшенню витрат на видалення відходів зменшенням кількості їх;
- зменшенню витрат на сировину ефективним використанням її;
- зменшенню витрат на виробництво використанням кращих технологій;
- поліпшенню інформації, на якій ґрунтується рішення вибору технологій, що дає змогу вигідніше витратити кошти;
- зменшенню витрат на воду та енергію завдяки економному використанню їх;
- підвищенню рівня виробництва;
- розширенню ринків збуту товарів серед «екологічно свідомих» покупців;
- поліпшенню репутації підприємства.

Еколого-економічне обґрунтування "зеленої" модернізації харчових виробництв

«Зелену» модернізацію харчового підприємства здійснюють з метою екологізації виробництва, в результаті якої передбачається поліпшення якості та екологічної безпечності харчової продукції за найменших витрат природних ресурсів (сировини, енергії та допоміжних матеріалів) і завдання мінімальної шкоди навколишньому природному середовищу. В харчовій промисловості виробництво, якість продукції та її споживання нерозривно пов'язані з поняттями екологічності виробництва та екологічної безпечності харчової продукції. Тому збалансований, ефективний розвиток харчової промисловості неможливий без вирішення комплексу еколого-економічних проблем, спрямованих на розвиток виробництва і підвищення екологічної стабільності регіонів, де розміщені підприємства, що модернізуються.

Увесь комплекс еколого-економічних проблем у харчовій промисловості можна класифікувати за двома напрямками: підвищення екологічності виробництва (екологічний напрям) і забезпечення економічної доцільності й ефективності заходів з екологізації виробництва (економічний напрям «зеленої» модернізації).

Основними проблемами екологічного характеру є:

- раціональне використання природних ресурсів;
- забруднення земельних ресурсів відходами виробництва;
- забруднення атмосферного повітря газодимовими викидами;
- забруднення природних водойм (поверхневих і підземних вод) скидами промислових стічних вод;
- негативний вплив відходів виробництва на відтворювальну здатність природних біоценозів, унаслідок чого порушуються приро-

дні ландшафти і природні колообіги речовин, змінюється структура навколишнього природного середовища;

- порушення регіональної стабільності, здоров'я та працездатності населення, зниження якості випущеної продукції унаслідок впливу забрудників на довкілля.

Із основних економічних проблем, які впливають на підвищення екологічності виробництва, треба назвати:

- правильне використання витрат для подолання шкідливих наслідків нераціонального природокористування (усунення завданих збитків та запобігання очищенню газодимових викидів і стічних вод, відновлення флори і фауни та працездатності людей);

- комплексна переробка сировини;
- впровадження мало- і безвідходних технологій;
- організація замкнених водооборотних циклів;
- впровадження системи енергозбереження з одночасним використанням нетрадиційних джерел енергії (сонячного випромінювання, енергії вітру, геотермальної енергії, біоенергетики, водної енергетики тощо);

- визначення оптимальних витрат на захист навколишнього природного середовища та їх ефективності;

- доцільний вибір методів економічного стимулювання природоохоронної діяльності, що сприяють здійсненню підприємствами цієї діяльності.

Серед основних завдань програми з екологізації харчових виробництв треба виділити такі: вироблення методологічної основи екологізації харчової промисловості; вивчення екологічної ситуації на підприємствах у кожній підгалузі харчової промисловості; формування й функціонування економічного механізму фінансування системи екологізації виробництв та охорони навколишнього середовища; раціоналізація розміщення продуктивних сил харчової промисловості з урахуванням можливостей для самовідновлення природного стану навколишнього природного середовища; створення передумов для функціонування соціально-екологічної стабільності території та соціально-екологічного захисту населення від впливу діяльності харчових підприємств; екологізація технологій харчових виробництв; організація ефективної системи екологічної освіти та виховання для працівників харчової промисловості.

Екологізація технологій передбачає впровадження мало- та безвідходних технологій, що забезпечують мінімум розсіюваних та неутилізовуваних відходів. При цьому треба звернути увагу на: економічне і комплексне використання природних ресурсів (сировини та енергії); зміну техніко-технологічних принципів організації виробництва на та-

кі, що забезпечують динамічну екологічну рівновагу; урахування загального господарського навантаження регіону на навколишнє природне середовище; оптимізацію концентрації промислових об'єктів у регіоні; забезпечення діалектичної єдності обґрунтованих потреб населення і системи споживання; еколого-економічне обґрунтування всіх проектів організації нових виробництв та «зеленої» модернізації існуючих.

Отже, екологізація виробництва під час «зеленої модернізації» передбачає формування чіткої системи екологічних заходів, зокрема:

- впровадження мало- та безвідходних технологій;
- комплексну переробку сировини;
- використання ефективних систем водоочищення для підготовки якісної води для виробничих цілей;
- утилізацію відходів виробництва;
- комплексну переробку стічних вод з одночасним використанням продуктів водоочищення;
- впровадження ефективної екологізації технологій харчових виробництв;
- організацію ефективної системи екологічної освіти та виховання для працівників харчової промисловості;
- впровадження ефективної системи тепло- і енергозбереження;
- використання нетрадиційних джерел енергії;
- використання альтернативних екологічно безпечних технологій у сільському господарстві для вирощування високоякісної екологічно безпечної сільськогосподарської продукції та сировини рослинного і тваринного походження для постачання підприємств харчової промисловості;
- впровадження замкнених водооборотних циклів;
- очищення газодимових викидів і утилізація продуктів газоочищення там, де це можливо;
- мінімізацію розсіюваних та неутилізовуваних відходів;
- екологічне навчання персоналу підприємств, що модернізуються.

Екологізація виробництва може здійснюватися різними шляхами, а саме впровадженням: раціонального природокористування (заощадження природних ресурсів, витрат сировини, палива, енергії тощо) та екологічних нововведень у промисловість (виробництво екологічно безпечної харчової продукції тривалого і багаторазового використання – наприклад, тари, споживання відновних природних ресурсів замість невідновних, комплексна переробка сировини та утилізація відходів виробництва і споживання, мінімізація розсіюва-

них і невідновних відходів, використання нетрадиційних джерел енергії тощо).

Процесу екологізації виробництва у харчовій промисловості повинні передувати передусім розробка програми екологізації виробництва і формування механізму природоохоронної діяльності. Серед основних завдань програми екологізації виробництва можна виділити такі:

- вироблення теоретичної, методологічної та методичної основи екологізації виробництва за різних форм власності;
- створення можливостей для екологізації виробничого потенціалу харчових підгалузей виробництва, вивчення передумов переведення господарських навантажень з природних комплексів на технологічні та економічні;
- раціоналізація розміщення продуктивних сил харчової промисловості з урахуванням можливостей для самовідновлення екологічного стану природного середовища;
- створення передумов для функціонування соціально-екологічної стабільності території та соціально-екологічного захисту населення від негативного впливу діяльності підприємств;
- формування і функціонування економічного механізму фінансування охорони навколишнього середовища;
- організація ефективної системи екологічної освіти та виховання, формування екологічного світогляду у працівників харчової промисловості.

Основні принципи екологізації харчових виробництв:

- планомірність і комплексність процесів екологізації, запобігання вузьковідомчим інтересам;
- раціональність розміщення виробництва і концентрація продуктивних сил з урахуванням екологічних проблем;
- територіальний підхід, максимальне врахування економічних і соціальних умов регіонів, рівня використання природно-ресурсного потенціалу;
- глибоке вивчення можливих змін, що можуть вплинути на здоров'я та умови життя людей, зміну естетичних цінностей природних і антропогенних ландшафтів;
- науковість екологізації, здійснення екологічної експертизи проєктів та організація науково обґрунтованих форм екологізації виробництва. Важливою ланкою у ланцюзі екологізації виробництв та зростанні економічної ефективності є інвестиційна система природокористування. Зміна пріоритетів у розподілі інвестицій екологічного призначення виявляється у збільшенні частки інвестицій, спрямованих на здійснення природоохоронних і природооновлювальних ком-

плексів, а також науково-технічних розробок поліпшення якості природного середовища та інтенсифікації природокористування.

Пріоритетними напрямками екологізації виробництв є:

- вирішення проблем регенерації харчових відходів і використання їх як вихідної сировини в інших виробництвах. Відходи виробництва і споживання треба розглядати як основні джерела палива, сировини, матеріалів;
- розширення комплексності використання кожного виду ресурсів;
- інтенсифікація розвитку природоексплуатаційних галузей на основі ресурсозбереження. Виробництво харчових продуктів має здійснюватися за умови забезпечення відносної стійкості та продуктивності природних екосистем;
- розробка нових і вдосконалення існуючих конструкційних матеріалів, що відкривають перспективи вирішення сировинних проблем. Отже, в результаті екологізації виробництва модернізована модель із поліпшеними еколого-економічними характеристиками може бути отримана лише завдяки застосуванню системного підходу та екологічного менеджменту.

На основі комплексного аудиту, який передбачає обстеження промислової ділянки, прилеглої місцевості, відходів та системи екологічного менеджменту тощо, розпочинають процеси екологізації виробництва з формулювання завдань та розроблення програми. Після цього перехід від вихідної до кінцевої, або модернізованої, екологічної моделі здійснюють із застосуванням екологічного інжинірингу та екологічного маркетингу модернізації діючого технологічного процесу. В результаті у виробництво впроваджують «зелені» технології, тобто екологічно безпечні технології, що гарантують випуск екологічно безпечної продукції. Отже, екологічний аудит надає змогу встановити дійсний екологічний стан на підприємстві та розробити програму екологічного й технічного оздоровлення виробництва, а екологічний маркетинг — управлінські й технологічні рішення, спрямовані на виконання запропонованих заходів. За допомогою екологічного інжинірингу впроваджують усі заплановані заходи у виробництві.

4.3. Тверді виробничі та побутові відходи

4.3.1. Характеристика та проблеми утилізації твердих побутових відходів

Проблема утилізації твердих виробничих та побутових відходів з часом не просто не вирішується, а набуває усе більшої і більшої гос-

трати. Основним документом, який встановлює класифікацію відходів в Україні є Державний класифікатор відходів ДК 005–96, затверджений наказом Держстандарту України від 29 лютого 1996 року № 89. Цей документ визначає відходи як будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення, власник яких позбувається, має намір або повинен позбутися їх шляхом утилізації чи видалення.

Діяльність людини зумовлює утворення твердих відходів. Газоподібні і рідкі відходи швидко поглинаються природним середовищем, на відміну від них, тверді відходи асимілюються десятки і сотні років. Місця складування твердих відходів займають великі території. В Україні щороку утворюється до 1,5 млрд. тон твердих відходів. Загалом в країні накопичилось до 30 млрд. тон. Звалища відходів займають більше 150 тис. га. Об'єм утворення твердих відходів в Україні в 6,5 разів більший ніж в США і в 3,2 рази ніж в країнах ЄС. Проблема відходів – це, в основному, проблема міст, чим більше місто, тим більше відходів.

Побутовими вважаються відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини, накопичуються у житлових будинках, закладах соціальної сфери, та є непридатними до подальшого використання за місцем їх утворення.

В Україні також прийнята класифікація відходів за класами небезпеки згідно ДСанПіН 2.2.7.029-99 "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення" (I клас – надзвичайно небезпечні, II клас – високо небезпечні, III клас – помірно небезпечні, IV клас – мало небезпечні). Строго кажучи, ця класифікація стосується промислових відходів, однак її часто застосовують і для ТПВ, відносячи їх до IV класу небезпеки.

Склад (морфологія) ТПВ може суттєво варіювати у різних країнах чи навіть різних населених пунктах. Однак перелік основних компонентів ТПВ є, в цілому, незмінним і включає:

- Матеріали біологічного походження – залишки продуктів харчування, рештки рослинності, папір;
- Потенційна вторинна сировина – папір, метали, скляна та пластикова тара тощо;
- Інертні матеріали – каміння, кераміка, пісок, цегла, бруд тощо;
- Композиційні матеріали – синтетичний текстиль, пластмаси, електроприлади;
- Небезпечні матеріали – аерозолі, фарби, добрива, інші хімікати.

Від поняття ТПВ, як правило, прийнято відділяти деякі потенційно небезпечні муніципальні відходи, які потребують особливого поводження (медичні відходи, акумуляторні батареї, автомобільні шини, флуоресцентні лампи тощо).

Розвиток сфери поводження з ТПВ у найбільш розвинених країнах Європи дозволяє переробляти, компостувати та спалювати до 95 % утворених відходів. При цьому обсяги переробленого та компостованого сміття перевищують обсяги спаленого. А спалення як таке здебільшого здійснюється в енергетичних цілях. Досвід цих країн показує, що переробка твердих побутових відходів – економічно, екологічно та соціально вигідний вид діяльності.

Лідерами за обсягами корисного використання ТПВ є Бельгія, Данія, Нідерланди, Німеччина, Швеція та Швейцарія. Питома вага побутових відходів, що захоронюються, у цих країнах не перевищує 5% від їх загального обсягу. При цьому показники переробки та компостування перевищують 50 %, а питома вага спалення ТПВ з метою рекуперації енергії в усіх перелічених країнах крім Німеччини складає 99...100 %.

Показники поводження з твердими побутовими відходами в Україні є прямо протилежними. За останньою інформацією Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, щорічний обсяг утворення ТПВ в Україні складає приблизно 52 млн. куб. м, або 13 млн. тонн. Обсяги їх переробки, компостування та спалювання не перевищують 8 %. Таким чином, більше 90 % ТПВ щорічно захоронюються на полігонах, велика частина з яких перевантажена та експлуатується з порушеннями базових екологічних та проектних норм (рис. 4.1).

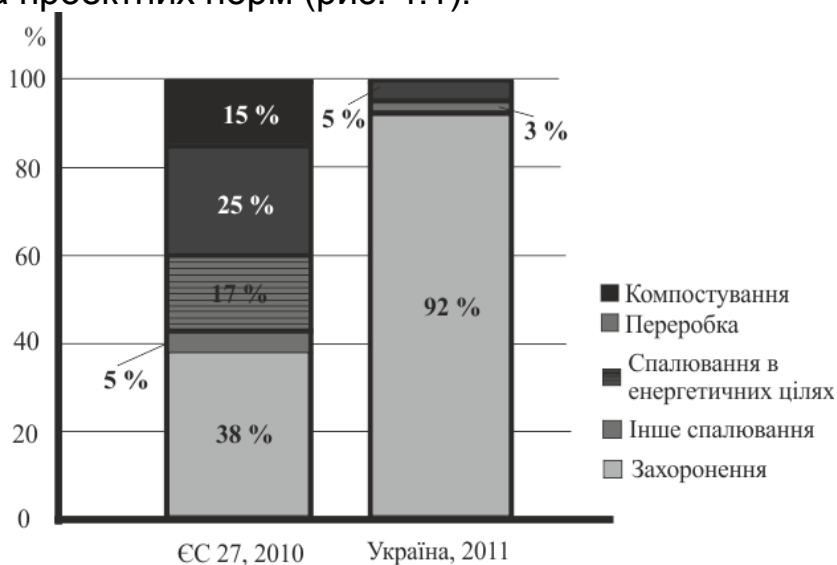


Рис. 4.1 – Показники поводження з твердими побутовими відходами

В останні роки обсяги утворення ТПВ у ЄС-27 демонструють чітку тенденцію до зниження, при збільшенні кількості населення. Так, у період з 2007 по 2011 рік кількість населення ЄС-27 збільшилась на 1,2 % (або на 6 млн. осіб), а загальна кількість утворених ТПВ зменшилась при цьому на 3,5 % (або на 9 млн. тонн) (рис. 4.2).

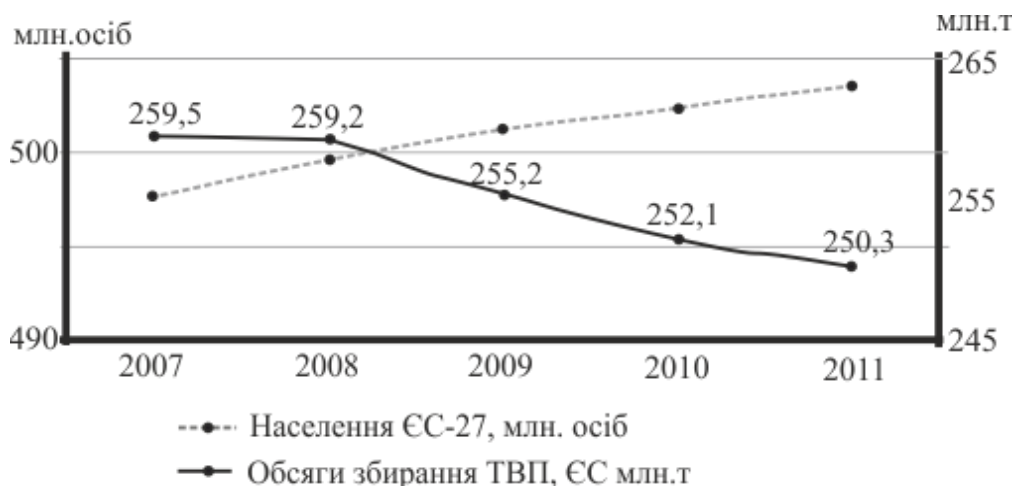


Рис. 4.2 –Обсяги утворення ТПВ

Обсяг утворення ТПВ в Україні збільшується при тому, що кількість населення зменшується – у період з 2007 по 2011 роки кількість населення зменшилась на 1,6 % (або 739 тис. осіб), а загальні обсяги збирання ТПВ зросли на 12%. При цьому, за офіційною статистикою, обсяги утворення ТПВ зменшувались у 2007...2009 роках (рис. 4.3).



Рис. 4.3 – Обсяги збирання ТПВ

Середній обсяг утворення ТПВ на одну особу за 2007...2011 роки склав близько 510 кг для країн ЄС-27, та 250 кг для України. У по-

рівнянні з 2007 роком, у 2011 даний показник зменшився на 5% у ЄС-27, і зріс на 14 % в Україні (рис. 4.4).



Рис. 4.4 – Середній обсяг утворення ТПВ на одну особу

За прогнозами Інституту економіки природокористування та сталого розвитку НАН України, норма утворення ТПВ на одиницю населення до 2020 року має зрости до 347 кг/рік, а у 2030 році – до рівня 395 кг/рік.

Дуже чітко простежується динаміка утворення ТПВ в ЄС-27 в залежності від індустріального розвитку країни, густоти населення та рівня його життя. Промислово розвинутий та більш багатий захід Європи генерує значно більше побутових відходів, ніж країни сходу. За останніми даними Євростату, порівнювана з Україною за кількістю населення Іспанія генерує 535 кг ТПВ/особу (Україна – 287 кг/ос). Територіальні сусіди України, – Польща та Румунія, генерують 315 кг/ос та 365 кг/ос відповідно (рис. 4.5).

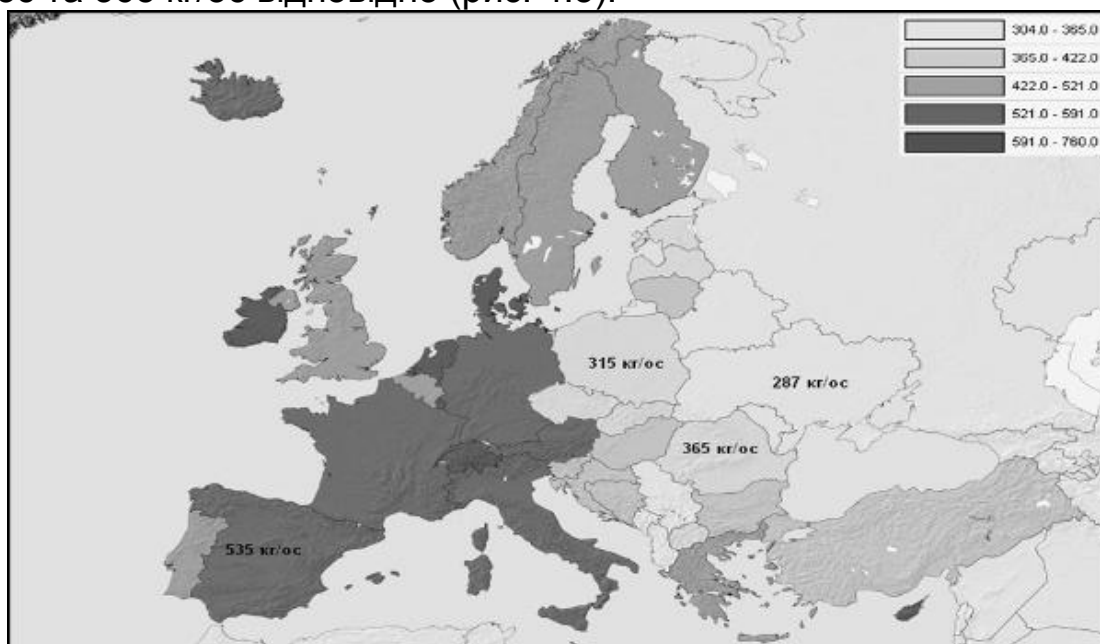


Рис. 4.5 – Динаміка утворення ТПВ

В Україні ж найбільшу кількість ТПВ генерують густонаселені регіони сходу та півдня, а також м. Київ. При цьому, послугами з вивезення ТПВ охоплено лише 3/4 населення країни.

Зауважимо, що офіційні статистичні дані Мінрегіону є значною мірою приблизними. В зв'язку з тим, що в Україні практично відсутня практика зважування твердих побутових відходів, зазвичай облік ведеться у одиницях об'єму (кубічних метрах). Перерахунок у одиниці маси (тони) здійснюється виходячи з густини ТПВ, яка складає біля 0,2...0,3 т/м³.

У статистичній звітності подекуди зустрічаються числові невідповідності, коли наприклад обсяг перевезених чи захоронених ТПВ у певному регіоні дещо перевищує обсяг утворених. Скоріше за все це пов'язано з надходженням даних з різних джерел – від ЖЕКів, перевізників, полігонів та інших учасників. Незначні похибки у локальних підрахунках кожного з підприємств призводять до подібних невідповідностей у масштабах регіону. Також це може бути спричинено віднесенням до ТПВ інших видів відходів, наприклад захороненням на полігонах ТПВ відходів промисловості.

За інформацією Мінрегіону, до 40 % обсягу побутових відходів складаються з ресурсів, які можуть бути повернені у господарський обіг. Основну частину ТПВ займають харчові відходи, папір та упаковки, пластикові пляшки та поліетиленові вироби.

У найбільш розвинених країнах використання вторинних ресурсів вважається прибутковим бізнесом – з різних типів відходів роблять добрива, будівельні матеріали, біопаливо тощо. Наприклад, паперові відходи складають значну частку ТПВ. Однак, потрапивши на смітник, вони псуються і переробці не підлягають. При цьому, сучасні технології дозволяють перетворювати макулатуру на тканину, газетний папір, технічний і покрівельний картон тощо.

Полімерних відходів (наприклад пляшок), за деякими оцінками, на смітниках по всій країні зібралося більше 300 тис. тонн, хоча їх також можна переробляти. Проблемним вважається збір даної сировини, оскільки за неї відносно небагато платять. Однак продукти її переробки (гранули) затребувані за кордоном. З гранул роблять нові пляшки та іншу тару, сантехнічні труби, тканини, одяг, іграшки та ін.

Тверді відходи: визначення і класифікація.

Компоненти сировини, які не використовуються при виробництві продукції, або речовини і енергія, які виникають під час технологічних процесів, і не піддаються утилізації на даному виробництві, називаються відходи.

Тверді побутові відходи (ТПВ) – це непридатні для подальшого використання харчові продукти і предмети побуту.

Вторинні матеріальні ресурси (ВМР) – сукупність всіх видів відходів, які можуть бути використані як основна чи допоміжна сировина для випуску нової продукції.

Реальні ВМР – це ті ресурси для яких створені ефективні методи і технологічні схеми для переробки.

Потенціальні ВМР – ті ресурси, що не відносяться до реальних.

За походженням відходи поділяють на такі групи:

1) побутові – тверді відходи, які не утилізуються в побуті (предмети побуту і харчові продукти не придатні для використання);

2) промислові – залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, які утворюються при виробництві продукції;

3) сільськогосподарські – відходи сільськогосподарського виробництва;

4) будівельні – відходи, які утворюються при будівництві і виробництві будівельних матеріалів;

5) радіоактивні – радіоактивні речовини і матеріали, які утворюються при роботі ядерних реакторів, при виробництві і застосуванні радіоактивних ізотопів;

6) відходи споживання – вироби, які втратили свої споживчі властивості в результаті зносу.

За токсичністю відходи поділяють на:

1) токсичні – відходи, які можуть викликати отруєння чи інше ураження живих організмів;

2) нетоксичні.

Склад ТПВ залежить від благоустрою міста, пори року, кліматичних та інших умов.

Морфологічна сполука. До складу ТПВ входять наступні компоненти: папір, картон – 20...30 %, харчові відходи – 28...45 %, дерево – 1,5...4 %, метал чорний – 1,5...4,5 %, метал кольоровий – 0,2...0,3 %, текстиль – 4...7 %, кістки – 0,5...2 %, скло – 3...8 %, шкіра, гума, взуття – 1...4 %, камені, фаянс – 1...3 %, пластмаса – 1,5...5 %, кошторисів (< 15 мм) – 7...18 %, інше – 1...3 %.

Процентні співвідношення морфологічної сполуки ТПВ досить умовні, тому що на співвідношення складових впливають ступінь благоустрою житлового фонду, сезони року, кліматичні й інші умови. У складі ТПВ постійно збільшується зміст папера, пластмас, фольги, різного роду банок, поліетиленових плівок і інших упакувань. Особливо великі сезонні коливання харчових відходів – з 28 % весною до 45 % більш влітку і восени.

До складу харчових відходів входять картопляні очистки, відходи овочів, фруктів, хліба і хлібопродуктів, м'ясні і рибні відходи, яєчна шкарлупа тощо. Вони містять крохмаль, жири, білки, вуглеводи, кліт-

ковину, вітаміни. Вологість харчових відходів коливається від 60...70 % навесні до 80...85 % влітку і восени. Вологість харчових відходів ресторанів, столових і інших підприємств харчування досягає 95 %. Баластові домішки харчових відходів представлені кістка, боєм скла і фаянсу, металевими кришками і банками.

З метою схоронності і можливості використання харчових відходів їх варто зберігати влітку при $t > 6...7$ °С не більш 10 год, узимку при тій же температурі до 30 годин.

Ємності для збереження харчових відходів необхідно мити 2 % розчином кальцинованої соди або розчином хлорного вапна, що містить 2 % активного хлору, і потім полоскати чистою водою.

Орієнтовний морфологічний склад ТПВ для різних регіонів України наведено на рис. 4.6.

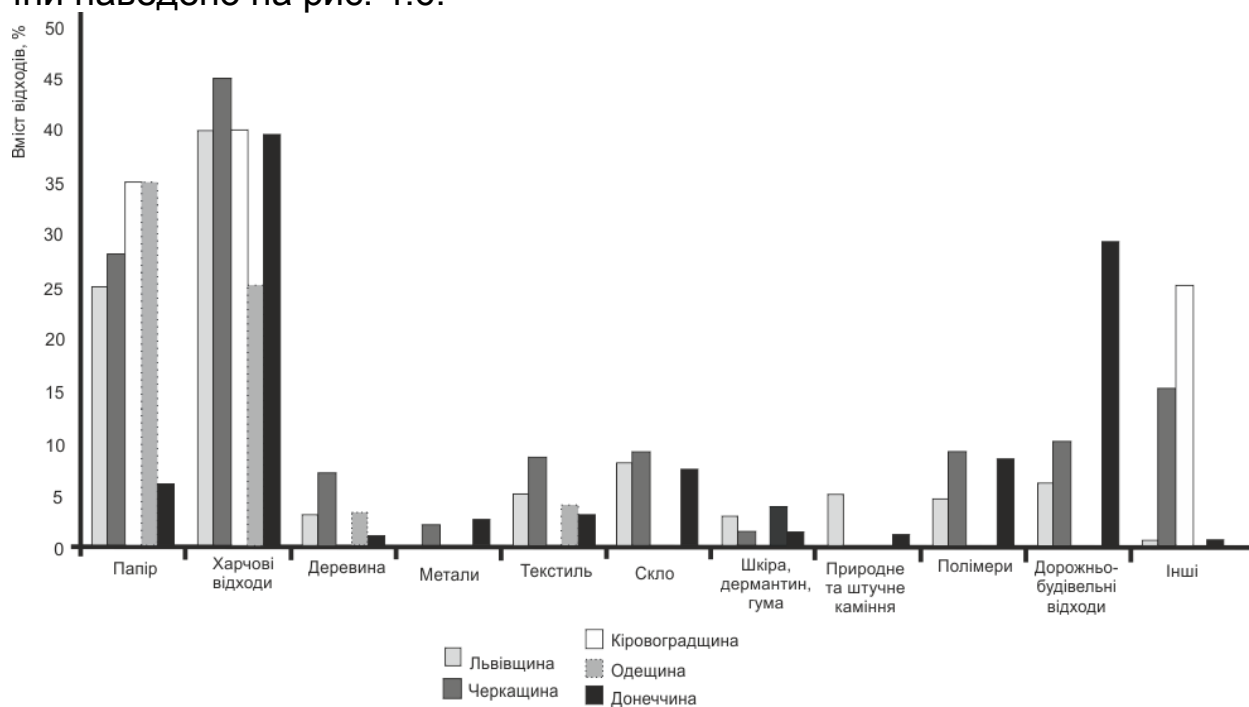


Рис. 4.6 – Морфологічний склад полігонів ТПВ різних регіонів України

Фракційна сполука. Основна маса ТПВ представлена фракціями до 150 мм (80...90 %) і тільки менш 2 % (баластові домішки) представлені фракціями більш 350 мм.

Хімічний склад. Усереднені дані хімічного складу ТПВ по кліматичних зонах наведені в табл. 4.1. Україна відноситься до середньої кліматичної зони, за винятком Південного берега Криму, що відноситься до південної. Як видно з результатів, наведених у цій таблиці, по змісту таких елементів, як азот, фосфор, калій і кальцій, ТПВ можуть бути віднесені до речовин, з яких можна одержувати цінні добрива.

Таблиця 4.1 –Хімічний склад ТПВ в різних кліматичних зонах, % від сухої маси

Показники	Кліматична зона:	
	середня	південна
Органічна речовина	56 – 72	56 – 80
Зольність	28 – 44	20 – 44
Загальний азот	0,9 – 1,9	1,2 – 2,7
Кальцій	2 – 3	4 – 5,7
Вуглець	30 – 35	28 - 39
Фосфор	0,5 – 0,8	0,5м0,8
Загальний калій	0,5 – 1	0,5 – 1,1
Вологість (% від загальної маси)	40 – 50	35 – 70

Фізичні властивості ТПВ: щільність, зв'язаність і зчеплення.

Щільність ТПВ міст України складає в середньому 0,19...0,23 т/м³.

Зв'язаність і зчеплення. Папір і картон, текстиль і пластмасові плівки формують структуру ТПВ і додають їм механічну зв'язаність. Липкі і вологі компоненти забезпечують зчеплення.

Абразивні і корозійні властивості (від лат. abrasio – скобління і scorsio – роз'їдання). Скобління тертьових поверхонь відбувається за рахунок баластових фракцій (метал, бій скла, фаянсу, кістки тощо). У зв'язку з цим ТПВ можуть стирати дотичні з ними поверхні. При контакті з металами ТПВ роблять корозійний вплив, що пов'язано з їх високою вологістю, наявністю у фільтраті розчинів різних солей і кислим середовищем (рН=5...6,5).

Теплотехнічні властивості. Наявність у ТПВ великої кількості органічних речовин обумовлює їхню теплотворну здатність.

Теплотворна здатність ТПВ також залежить від їхньої щільності. Так, при зміні щільності від 0,2 т/м³ до 0,5 т/м³ теплотворна здатність ТПВ знижується з 2000 до 940 ккал/кг.

Санітарно-бактеріологічні властивості. ТПВ містять велику кількість вологих органічних речовин, що, розкладаючись, виділяють гнильні запахи і фільтрат. При висиханні продукти неповного розкладання утворюють насичену забруднювачами і мікроорганізмами (від 300 до 15 млрд. на 1 м сухої речовини) пил. У результаті відбувається інтенсивне забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод. Розповсюдниками патогенних мікроорганізмів є мухи, пацюки, птахи, бездомні собаки і кішки.

Джерела утворення твердих промислових відходів

Основна маса твердих промислових відходів утворюється на підприємствах:

- гірничої промисловості (шлаки, відвали та ін.);
- чорної та кольорової металургії (шлаки, шлами, відходи металу, колошниковий пил та ін.);
- металообробна промисловість (металева стружка, браковані вироби, лом, тощо);
- лісової та деревообробної промисловості (лісозаготівельні відходи, відходи деревини при виготовленні меблів, паркету, дверей, вікон та інших дерев'яних виробів, відходи клеїв, формальдегідних смол, лакофарбових матеріалів та ін.);
- енергетики (шлаки, попіл, жухелиця, які утворюються на теплових електростанціях);
- хімічної та суміжних галузей промисловості (фосфогіпс, галіт, недогарок, шлами, шлаки, скло, цементний пил, гума, пластмаси та ін.);
- харчової промисловості (кості, шерсть та ін.);
- легкої промисловості (шматки тканини, шкіри, гуми, пластмаси та ін.);

До твердих промислових відходів належать також:

- осади стічних вод;
- шлами пилу в системах мокрого очищення газів;
- промислове сміття.

Екологічні аспекти проблеми утворення твердих промислових відходів та шляхи її вирішення

Проблеми з накопиченням та утилізацією твердих промислових відходів виникають і потребують свого вирішення в кожній цивілізованій країні. Не являється виключенням і Україна.

На сьогоднішній день в нашій державі накопичено 25 млрд. тон твердих промислових відходів. Які займають площу 1600 км² або рівну п'ятій частині площі Чернівецької області.

Інвентаризація та статистична звітність за останні 10 років свідчить, що на підприємствах України щороку утворюється 1 млрд. твердих промислових відходів. Із них 100 млн. тон токсичних, а 2,5...3,5 млн. тонн високотоксичних, які за європейськими стандартами відносяться до першого класу небезпеки. Кількість підприємств, на яких віксують токсичні відходи перевищує 2500. Загальний обсяг накопичення токсичних відходів становить 4,5 млрд. тонн, а поточні витрати на їх утримання становлять щорічно більше 25 % від вартості виробленої продукції.

За обсягами утворення домінують токсичні відходи, які містять важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). Переважно це відходи підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування (гальванічні виробництва), гірничо-хімічні комбінати та інші.

Окрему групу твердих токсичних відходів становлять непридатні до використання та заборонені до застосування хімічні засоби захисту рослин. За даними офіційної статистики, кількість цих відходів, накопичених в Україні, становить близько 13500 тонн. Вони зосереджені по всій території України, нерідко знаходяться у непристосованих приміщеннях, а подекуди просто неба.

В нашій державі нараховується близько 300 накопичувачів твердих токсичних відходів, які побудовані без належного технічного захисту і стали джерелом екологічної небезпеки регіонального масштабу. Не вистачає обладнаних сховищ для зберігання токсичних відходів і установок для їх знешкодження та регенерації.

В Україні на сьогоднішній день неподолану розриву між прогресуючим накопиченням твердих токсичних відходів і заходами з їх утилізації та знешкодження загрожує поглибленням екологічної кризи.

Ефективне вирішення всього комплексу питань, пов'язаних з ліквідацією чи обмеженням негативного впливу твердих токсичних відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини можливе тільки на основі реалізації законів України «Про відходи» та «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами». Якими передбачається:

- послідовне скорочення обсягів накопичення твердих токсичних відходів шляхом утилізації, знешкодження та видалення;
- обмежене утворення твердих токсичних відходів шляхом реконструкції виробництва. Впровадження маловідходних технологій та процесів замкнутого циклу;
- очищення забруднених територій від твердих токсичних відходів;
- створення мережі спеціалізованих підприємств з утилізації та видалення твердих токсичних відходів;
- здійснення утилізації та видалення переважної частини непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин;
- будівництво цілого ряду заводів на базі типових модульних комплексів з утилізації та видаленні твердих промислових відходів;

- знешкодження небезпечних місць розміщення твердих промислових відходів в обсягах, що визначаються економічними та технологічними можливостями;
- розроблення та впровадження технологічних рішень щодо утилізації та знешкодження відходів гальванічних виробництв;
- розроблення базових технологій, проектних рішень та устаткування у сфері поводження з твердими промисловими відходами;
- розроблення та впровадження технологічного обладнання: установки по утилізації відходів лакофарбових матеріалів; установки для термохімічного знешкодження твердих промислових відходів; установки для переробки гальванічних шламів; установки по рекуперації хрому в шкіряному виробництві.

Однак вирішення цих задач знаходиться в стадії виконання, тому ми можемо говорити тільки про стабілізацію сучасних екологічних проблем в Україні.

Раціональне використання сировини та вторинна переробка твердих промислових відходів

На сучасних вітчизняних підприємствах гірничої та гірничорудної промисловості здійснюється розробка корисних копалин на 5 тис. родовищ. Однак їх добування та використання проводиться не раціонально. Застосування застарілих методів їх видобутку приводить до того, що в надрах Землі залишається 50 % солей, 40 % кам'яного вугілля, 25 % руди металів. Лише третина одержаних корисних копалин використовується за прямим своїм призначенням, а дві третини попадають у відвали та підсипання. Не дивлячись на те, що потенційно можуть використовуватись в якості сировини або вторинних матеріальних ресурсів у гірничо-хімічній промисловості для одержання цінних матеріалів, в будівництві для одержання штучних гальки і щебеню з подальшим їх використанням як наповнювача бетонних сумішей, в будівництві брукованих доріг, для підсипання залізничних насипів, для одержання керамічних виробів і т.д..

Більш повного використання сировинно-матеріальних ресурсів добиваються в гірничо-хімічній промисловості. Прикладами можуть служити електрохімічні виробництва, комплексне використання апатита-нефілінової породи, та хімічна переробка вугілля, нафти, сланців, торфу та деревини. Якщо раніше при коксуванні вугілля єдиним продуктом був кокс, то на сучасних коксохімічних підприємствах крім коксу одержують ароматичні вуглеводні, аміак, водень, метали та інші органічні речовини. Їх кількість становить понад 300 видів органічних сполук. Значне зменшення кількості відходів в даному виробництві знизило антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище.

На підприємствах кольорової металургії для зниження кількості відходів використовують метод комбінування, сутність якого полягає в поєднанні основного виробництва з підприємствами сірчаноокислої промисловості, які переробляють флотаційний колчедан (хвости флотації поліметалевих сульфідних руд) та пічні вихідні гази, що містять діоксид сірки.

Великий обсяг твердих відходів утворюється і на підприємствах чорної металургії. Так, при виплавленні однієї тонни сталі утворюється 650...700 кг твердих відходів-шлаків, шлаків та відходів металу. Шлаки та шлами використовуються у будівельній індустрії для виробництва будівельних матеріалів, а відходи металу направляються на повторну переплавку. Тому на сьогоднішній день потребує вирішення проблема бережливого та раціонального використання металу та виробів із нього.

Раціональне використання металу необхідно здійснювати на підприємствах металообробної промисловості, добиваючись зниження металоємкості виробів, розумного використання металопрокату, зменшення випуску бракованих виробів, здійснення всіх мір по його максимальному використанню, дбайливого ставлення до відходів металу. Згідно державних стандартів відходи металу діляться на лом та відходи.

Ломом металів називаються зношені деталі та ті, що вийшли з вжитку, а також вироби з металу і сплавів.

Відходи металів називаються промислові відходи всіх стадій переробки металу або сплаву від його виплавлення до механічної обробки, які становлять 80...85 % відходів металообробних заводів.

Відходами лісової галузі являється деревина, яка не може бути використана в деревообробній промисловості та в будівництві. Використовують її, як екологічно чисте паливо.

Відходи деревообробної промисловості використовують для виготовлення товарів широкого вжитку та культурно побутового призначення, ДВП та ДСП, карболітових та каролітових плит.

Відходи шлаку та золи, які утворюються в процесі експлуатації ТЕС, запаси яких оцінюються в десятки мільйонів тонн, використовують як сировину для виробництва будівельних матеріалів.

Тверді відходи хімічної та суміжних з нею галузей промисловості складають щорічно більше 500 млн тонн. Близько 120 видів із них включно до вторинних матеріальних ресурсів.

Зупинемось на характеристиці найбільш важливих відходів хімічної промисловості та їх використання.

При отриманні сірчаної кислоти з колчедану залишається твердий відхід – піритний недогарок. На кожен тону сірчаної кислоти

утворюється близько 0,6 тонни недогарку, що містить близько 58 % заліза, до 3 % міді, сульфату кальцію, невеликих кількостей срібла, золота і деяких інших цінних компонентів. Піритні недогарки з успіхом використовуються у виробництві цементу, скла, кераміки та в будівельній індустрії для одержання штучних гальки та щебеню, для регенерації металів.

Одним з можливих шляхів переробки недогарка є хлорне випалення.

При отриманні фосфорної кислоти утворюється фосфогіпс. Фосфогіпс використовують для отримання сірчаної кислоти і цементу, для обробки засолених ґрунтів, для виробництва будівельних матеріалів. Переробка фосфогіпса на вказану продукцію вимагає значних матеріальних затрат на створення і експлуатацію відповідних виробництв, проте витрати в цьому випадку менші, ніж витрати на отримання тієї ж продукції з традиційної сировини, а також зберігання і транспортування фосфогіпсу.

Враховуючи масштаби відходів фосфогіпсу, що утворюються, раціональне використання його має величезне народногосподарське значення.

При отриманні концентратів фосфорної сировини утворюється значна кількість хвостів збагачення (1,7...2 т на 1 т готової продукції). Утилізація цих відходів є частиною проблеми комплексного використання сировини. Так, наприклад, з апатитової руди можна виділити нефеліновий, титано-магнієвий та інші концентрати, які служать сировиною для отримання кольорових і рідкісних металів.

Вельми важливе значення мають переробка галітових відходів, що утворюються на збагачувальних фабриках калійних комбінатів (1,8...2,6 т на 1 т хлориду калія). Складування цих відходів вимагає відчуження великих сільськогосподарських угідь, створюючи загрозу їх засолення, підвищення ступеня мінералізації підземних вод на прилеглий території. В той же час галітові відходи можна успішно застосувати для отримання хлориду натрію (харчової, технічної та кормової солі).

Собівартість цієї солі буде значно вище за звичайну. Тому до цих пір не наладжується її виробництво, а здійснюють поховання цих відходів у вироблених шурфах копалень.

Велика кількість відходів утворюється в содовій промисловості у вигляді так званої дистилярної рідини (на 1 т готової продукції близько 8 т відходів). Основними компонентами відходів содового виробництва є хлориди натрію і кальцію. Розроблено декілька варіантів утилізації дистилярної рідини з отриманням хлоридів кальцію і на-

трію, вапняної муки, товарного і будівельного вапна та інших матеріалів.

Цим переліком далеко не вичерпуються відходи хімічної промисловості. Не названі відходи азотної промисловості, виробництв органічного синтезу та ін. В даний час всі ці відходи все більше і більше використовуються як сировина для отримання нових продуктів. Але все ще значна частина твердих відходів хімічної промисловості не використовується на сьогоднішній день.

До твердих промислових відходів відносять і промислове сміття, щорічні обсяги накопичення якого у масштабах нашої держави досягають десятки мільйонів тонн. Поділ його на компоненти виявся економічно недоцільним. Тому на сучасному етапі розвитку вітчизняної промисловості використовують дві системи його обробки:

- переробка;
- утилізація за допомогою високотемпературного піролізного реактора.

Так, у Запоріжжі розроблена і з успіхом використовується система переробки промислового сміття в будівельні матеріали та в комбіновані добрива.

Знешкодження та захоронення твердих промислових відходів

Всі тверді промислові відходи в залежності від їх впливу на ґрунти, підземні ґрунтові води, атмосферу та здоров'я людини поділяють на чотири класи токсичності:

- I – надзвичайно небезпечні;
- II – високо небезпечні;
- III – помірно небезпечні;
- IV – мало небезпечні.

До I класу токсичності відносяться надзвичайно небезпечні тверді промислові відходи :

- малорадіоактивні;
- ртуть та її сполуки;
- миш'як та його сполуки ;
- цианіди;
- та інші надзвичайно отруйні речовини.

До II групи токсичності відносять високо небезпечні тверді промислові відходи :

- важкі метали та їх солі;
- хром та його солі ;
- кадмій та його солі ;
- свинець та його солі;
- відходи гальванічних виробництв;
- осад стічних вод промислових підприємств;

- шлам пилу із систем мокрого очищення газів.

До III групи токсичності відносять помірно – небезпечні тверді промислові відходи (які утворюються на підприємствах хімічної промисловості і не відносяться до перших двох груп токсичності)

- сода та дистилярна рідина ;
- розчини солей;
- пластмаси та інші.

До IV групи токсичності відносять мало небезпечні тверді промислові відходи :

- деревина;
- зола;
- шлами;
- продукти збагачення мінеральної сировини .

В залежності від класу токсичності тверді промислові відходи знешкоджують та проводять їх захоронення.

Основними методами знешкодження та захоронення твердих промислових відходів являються:

1. біологічне окислення ;
2. термічна обробка;
3. складування у поверхневих сховищах;
4. захоронення високотоксичних речовин та їх сполук в поверхневих шарах землі .

Біологічне окислення використовують для знешкодження та стабілізації осадів стічних вод на очистних спорудах. В результаті його застосування утворюється біогаз та органічні добрива. Біогаз використовують для одержання тепла та електроенергії, а органічні добрива в сільському господарстві .

В останній час все більше застосування для знешкодження та утилізації твердих промислових відходів знаходять термічні методи їх обробки на сміттязпалювальних заводах та полігонах. Незалежно від конструкції застосованих печей спалювання вони повинні забезпечувати:

1. гарне перемішування відходів в процесі горіння для забезпечення більш повного їх згорання;
2. збереження і підтримка достатньо високих температур, що забезпечить повне знешкодження токсичних компонентів.

Спалювання помірно та малонебезпечних твердих промислових відходів можна здійснювати в печах різної конструкції (камерні, барабанні, із зваженим шаром та інші), але в кожній із них повинні існувати наступні температурні зони:

- Підсушування (до 250 °С)
- Підготовка відходів до спалювання (250...600 °С)

- Запалення (600 °C)
- Горіння (600...900 °C)
- Допалювання (1100 °C)
- Випалювання (1100...1600 °C)
- Перспективними напрямками термічної обробки твердих промислових відходів є:
 - Низькотемпературний піроліз;
 - Високотемпературний піроліз.

Піролізні продукти з успіхом використовуються в якості сировини для виробництва органічного синтезу або палива.

Процес низькотемпературного піролізу проходить за температур від 300 до 900 °C в стаціонарних вертекальних циліндричних печах (ретортах). В якості теплоносія використовуються рідкі продукти розкладання твердих горючих матеріалів, розплави солей та інші матеріали. Використовують також нагрівання за допомогою електричної дуги та струму високої частоти.

Склад газоподібних продуктів процесу можна змінювати в широких межах залежно від складу твердих промислових відходів, температури і кількості кисню в реакційній зоні. Часто для попередження утворення вуглецю в реакційну зону вводиться водяний пар. Твердий залишок низькотемпературного піролізу використовують як наповнювач при виробництві гумотехнічних та пластмасових виробів або як сорбент.

Високотемпературний піроліз використовують для утилізації лаків, фарб, клеїв, пластмас та інших відходів, до складу яких входить хлор та його сполуки для запобігання утворення діоксину. В результаті цього процесу одержуємо: горючий газ, пірокарбон і рідку смолу.

Горючий газ використовують як альтернативне джерело теплової енергії, полікарбон – як сировину для виробництва різних полімерних матеріалів.

Одним з основних способів захоронення великотоннажних твердих відходів є їх складування в поверхневих сховищах.

Для їх створення потрібно:

- виділення землі органами місцевого самоврядування;
- проведення геолого-екологічної експертизи виділеної ділянки;
- походження на її розміщення з екологічною інспекцією та державним санітарним наглядом;
- віддалення її від населених пунктів та відкритих водоймищ;
- незатопленістю її території паводковими водами;
- низьким рівнем ґрунтових вод;
- наявності водотривкого глинистого шару;
- проектна документація на її будівництво;

- будівництво та експлуатація сховища відповідно до екологічних та санітарних вимог.

В них зберігають піритний недогарок, фосфогіпс, галітові відходи, дистильярну рідину та інші відходи.

Як правило, складовані у поверхневих сховищах відходи не відносять до категорії токсичних, але у разі неправильного їх зберігання та при наявності недоліків в конструкції можуть привести до значного забруднення ґрунту та водоймищ.

Основними типами поверхневих сховищ являється шламонакопичувачі та шламосховища.

Шламонакопичувачі – це відкриті земельні ємності, які розташовані поза територією заводів і призначені для накопичення проектної кількості шламів. Шлам подається трубопровідним транспортом або підвозяться автомашинами.

Вони можуть бути в залежності від місця утворення слідуючих типів: балково-ярового і насипні.

Після заповнення шламонакопичувача його консервують шляхом засипання піском (товщина шару 0,6 м) та ґрунтом (товщина шару 0,5) та передаються для використання у сільському господарстві.

Шламосховища – це відкриті земельні ємності, які розташовані поза територією підприємств і призначені для накопичення шламів, які подаються трубопровідним транспортом.

За конструкцією вони бувають насипного типу. Їх розміщують на спеціально спланованих майданчиках і обгороджують валами трапецієподібної форми. Їх висота залежить від виду, властивостей та кількості осаду. Найчастіше вали роблять із ґрунту, взятого із чаші шламосховища, що дозволяє збільшити його об'єм.

Кожне шламосховище повинно мати дренажні пристрої, що збільшують міцність греблі та покращують процес зневоднення шламів. Він дозволяє також відводити забруднені стоки з сховища для знешкодження або повторного використання.

При похованні високотоксичних твердих відходів в поверхневі шари землі (шурфи, печери, свердловини і т.д.) їх заделегіть стабілізують розчинами рідкого скла, бетону, бітуму. Отримані блоки поміщають у поверхневі шари землі. Цей спосіб використовується для захоронення малорадіоактивних відходів, ртуті та її солей, миш'яку, цианідів, арсенідів, солей важких металів, гальванічних шламів та інших відходів, які відносяться до I і II групи небезпеки.

На сьогоднішній день ТПВ представляють собою суміш, яка складається з різноманітного непотребу. Але більш прискіпливий аналіз показує, що вона складається з харчових відходів, паперу,

картону, деревини, металобрухту чорних і кольорових металів, кісток, шкіри, гуми, текстиля, скла, полімерних матеріалів. Але разом з тим, в цій суміші можна знайти солі ртуті з батарей, фосфоро-карбонати з флюорисцентних ламп, токсичні хімікати, які містяться в залишках фарб та розчинників, лаків та аерозолей, акумуляторах і т.п.

Його кількість залежить від: пори року, побутових та харчових потреб людини, розвитку економіки товарів народного вжитку, тари та інших чинників.

Так, осінню кількість твердих побутових відходів зростає за рахунок опавшого листя з дерев та відходів фруктів та овочів.

Зростанню кількості ТПВ сприяють товари одноразового використання; товари народного споживання з короткочасним терміном служби людині, які ми купуємо, споживаємо та викидаємо не дивлячись на їх залишкову вартість.

Сприяє росту потоку сміття і тара, яка до тогож видозмінює його. Так за останні п'ятдесят років в твердих побутових відходах зменшилась кількість скла та жестяних банок, в той же час значно зросла кількість пластику та інших полімерних матеріалів. На сучасному етапі розвитку суспільства кожна людина за даними статистики в середньому за одну добу створює від 2 до 3 кг твердих побутових відходів і мають тенденцію до постійного зростання, що заставляє муніципальну владу всіх міст постійно шукати оптимальні шляхи утилізації відходів своїх громадян.

Найкращим із них являється шлях по елементного збирання відходів, який дає змогу оптимально вирішувати проблему їх утилізації та всебічного використання вторинних ресурсів сировини та матеріалів.

Другим шляхом утилізації ТПВ, являється їх вивіз до санітарних зон, де вони сортуються для одержання вторинної сировини і спалюють в спеціальних печах для отримання енергії.

Третім шляхом утилізації твердих побутових відходів являється їх захоронення на спеціальних сміттєзвалищах або полігонах.

Четвертим шляхом утилізації ТПВ являється його зберігання на відкритих площадках, яке приводить до розмноження гризунів та забруднення атмосфери, підземних і поверхневих вод.

Основні етапи та технології по утилізації твердих відходів.

Комплексна система управління твердими побутовими відходами передбачає слідуєчу схему розв'язання проблеми з їх утилізацією.

1. роздільний збір небезпечних компонентів твердих побутових відходів;
2. скорочення відходів;

3. вторинна переробка відходів;
4. спалювання відходів;
5. захоронення твердих побутових відходів.

Виконуючи вимоги Законів України «Про відходи» та «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» в нашій державі з 2001 року організовано роботу по прийманню особливо небезпечних високотоксичних компонентів твердих відходів: акумуляторів та батарейок; люмінесцентних ламп. Але їх мережа ще недостатньо розвинута.

Під скороченням відходів ми розумієм не тільки зменшення їх загальної кількості, але й зменшення їх токсичності та інших шкідливих властивостей.

Суттєвого скорочення твердих побутових відходів на сучасному етапі можна досягти виконуючи триєдину задачу:

1. Видалення з твердих побутових відходів небезпечних токсичних компонентів (акумулятори, батарейки, люмінесцентних ламп) через відокремлене їх збирання.

2. Видалення з твердих побутових відходів через відокремлене збирання відходів будівництва та будівельного сміття.

3. Скороченням відходів паперу та пластику, які є домінуючими компонентами в твердих побутових відходах, складаючи 40...45 % від їх кількості. Для цього необхідно:

- зменшити вагу та об'єм паперової та пластикової упаковки товару;
- використовувати оптимально необхідну кількість матеріалів на упаковку товару;
- використовувати тару багаторазового використання або таку, яку легко переробити;
- віддавати перевагу упаковці, для виготовлення якої використовували екологічно чисті матеріали.

Згідно постанови Кабінету Міністрів України №668 «Про програму використання відходів виробництва і споживання» здійснюємо вторинну переробку твердих побутових відходів, яка передбачає виконання наступних задач:

1. Відбір компонентів, які можна використати в якості вторинного матеріального ресурсу.

2. Відбір органічних компонентів твердих побутових відходів (залишки харчових продуктів, очисток овочів та фруктів, тощо) для компостування.

3. Відбір залишків лаків, фарб, клеїв, пластмас, пластику та інших продуктів органічного синтезу для високотемпературного піролізного спалювання.

4. Відбір відходів, які не піддаються спалюванню.

Значна кількість компонентів твердих побутових відходів з успіхом переробляється в корисні матеріали та товари.

Скло переробляють шляхом подрібнення та переплавлення. Якщо скляний бій одного кольору та задовільної якості то його використовують як вторинний матеріальний ресурс для виготовлення виробів з скла. Якщо він не одного кольору та низької якості, то його використовують як наповнювач при виготовленні будівельних матеріалів. В багатьох містах існують підприємства по відмиванню і повторному використанню скляного посуду.

Сталеві та алюмінієві банки видаляють з твердих побутових відходів і переробляють з метою одержання відповідного металу.

Папір та паперові відходи видаляють з відходів і використовують як вторинний матеріальний ресурс у виробництві паперу.

Відходи будівництва та будівельне сміття використовують як вторинний матеріальний ресурс для одержання щебеню та піщано-гравійної маси.

Харчові відходи, очистки овочів та фруктів, листя та інші органічні відходи використовують для компостування або біотехнологічної переробки.

Компостування здійснюють на відкритому повітрі з утворенням компостних куп різного розміру та доступу кисню повітря до них за допомогою періодичного їх перекидання або застосування спеціальної аерації. В результаті одержують компост через 2 тижні або три роки в залежності від застосованої технології компостування.

Більш перспективною технологією переробки твердих побутових відходів являється компостування без доступу кисню повітря. Для цього бетонні ємкості або колодязі заповнюють відходами харчування, очистками овочів і фруктів, гноєм, листям, тирсою тощо, щільно закривають їх, щоб не було доступу повітря. Через певний період починається бродіння суміші внаслідок життєдіяльності метанобактерій і виділення ними біогазу (суміші метану та чадного газу) який використовують як вторинний енергетичний ресурс. Після закінчення процесу бродіння отримуємо компост-знежарений, без запаху, цінніший за гній. Його використовують як високо ефективно органічне добриво.

Слідуючим етапом вторинної переробки твердих побутових відходів являється відбір залишків лаків, фарб, клеїв, пластмас, пластику, лінолієму та інших продуктів органічного синтезу до складу

яких входить або може входити хлор, спалювання яких не допускається при температурі 600...900 °С, так як утворюються діоксини. Існує 75 видів діоксинів. Всі вони токсичні. Добове надходження їх в організм людини одної мільярдної грама підвищує ризик онкологічних захворювань. А при спалюванні 1 кг полівінілхлориду, з якого виготовляють багато видів лінолеумів, шпалер, пластикових віконних рам та бутілок, утворюється до 50 кг діоксину. Цієї кількості досить для інтенсивного розвитку онкологічних пухлин у 50000 лабораторних тварин.

Тому потрібно хлормісткі побутові відходи спалювати при температурі більше 1200 °С, щоб не допустити утворення діоксинів.

Заключним етапом вторинної переробки твердих побутових відходів являється видалення із них компонентів, які не піддаються горінню. В більшості випадків цими компонентами являється будівельне сміття, яке використовують для виготовлення щебеню та пісчано-гравійної маси (суміші).

Спалювання твердих побутових відходів використовують для зменшення їх обсягів та для одержання тепла і електроенергії.

У світовій та вітчизняній практиці використовують чотири методи термічного знешкодження та утилізації твердих побутових відходів:

1. шарове спалювання непідготовлених твердих побутових відходів у топках сміттєспалювальних котлів;
2. шарове або камерне спалювання підготовлених твердих побутових відходів (звільнених від баластових складових) у топках енергетичних котлів;
3. низькотемпературний піроліз твердих побутових відходів з їх підготовкою або без неї;
4. високотемпературний піроліз твердих побутових відходів з їх підготовкою або без неї.

Кожний із них, втій чи іншій мірі зменшує об'єм перероблених відходів: від 2 % при високотемпературному піролізі до 30 % при шаровому спалюванні непідготовлених відходів.

Треба зазначити, що сучасні сміттєспалювальні установки забезпечені системою газової очистки та електрогенератором. Вони використовуються в комплексі з іншими методами утилізації твердих побутових відходів або у випадку їх великого потоку.

Захоронення твердих побутових відходів використовуються як міра їх утилізації в наступних випадках:

1. високотоксичності матеріалів;
2. негорючості компонентів відходів та неможливість їх переробки в будівельні матеріали;
3. залишки горючих компонентів відходів;

4. всі побутові відходи у випадку відсутності установки для їх спалювання.

Захоронення здійснюється на санітарних полігонах, які відповідають екологічним вимогам та санітарно-епідеміологічним нормам і являють собою сучасну складну інженерну споруду, обладнану системами боротьби із забрудненнями ґрунту, води, повітря.

Полігони – це природоохоронні споруди, призначені для складування ТПВ. Вони забезпечують захист від забруднення атмосфери, ґрунтів, підземних і поверхневих вод, перешкоджають розповсюдженню патогенних мікроорганізмів за межі майданчика складування і забезпечують знезараження ТПВ біологічним способом. На полігонах можлива утилізація органічної складової ТПВ шляхом уловлювання біогазу.

Термін служби полігона повинен бути не менше 15–20 років.

Розміщувати полігони необхідно з урахуванням вимог санітарних норм, з віддаленням від найближчої житлової забудови на відстань не менше 500 м. До полігона повинна бути підведена дорога з твердим покриттям. По всьому периметру майданчика, відведеного для полігона, повинна бути облаштована захисна лісосмуга завширшки не менше 20 м. Рівень ґрунтових вод під днищем полігона повинен знаходитися на глибині більше 2 м. На майданчику полігона не повинні знаходитися виходи водних джерел. Категорично забороняється використовувати під полігони акваторії річок, озер, стариць і боліт. Загальний вид полігона представлений на рис. 4.7.

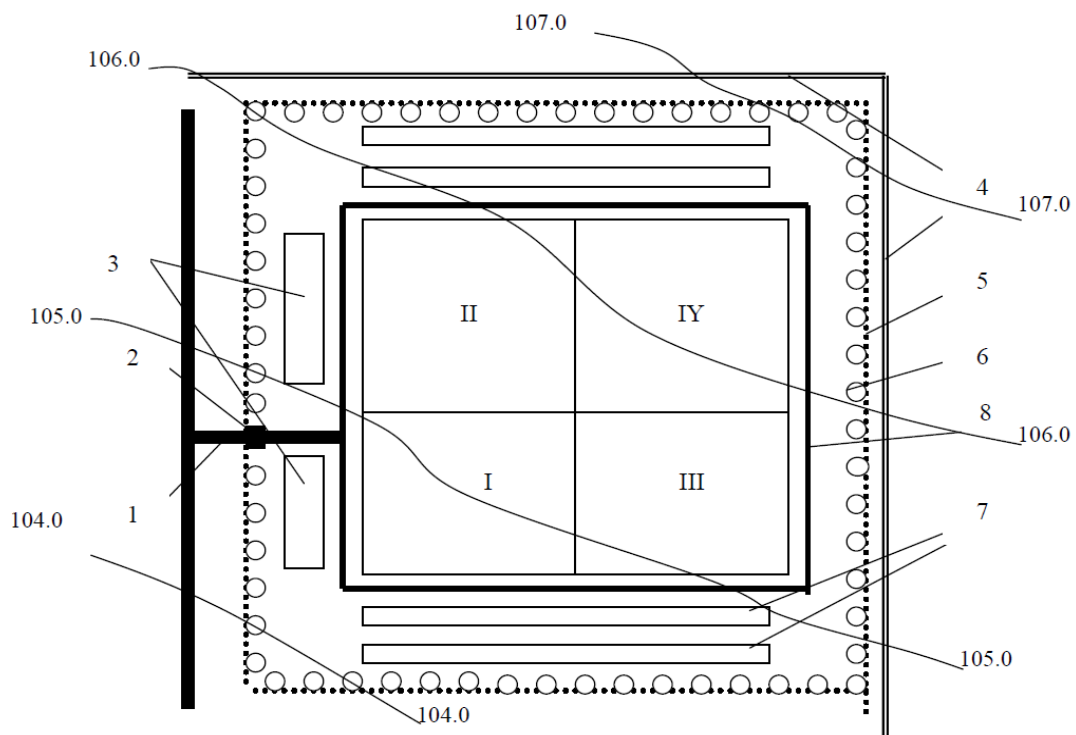
Захист від забруднення ґрунтів і ґрунтових вод здійснюється шляхом установки спеціального протифільтраційного екрану, укладеного по всьому днищу і бортам полігона, системи перехоплення, відведення і очищення фільтрату, а також системи наглядових свердловин для контролю якості ґрунтових вод.

Захист від забруднення ґрунтів і повітряного басейну здійснюється шляхом щоденного перекриття заповнених робочих карт полігона шарами ґрунту, організації системи збору, відведення й утилізації біогазу, устаткування робочих карт переносними сітками для перехоплення легких фракції (папір, плівки), рекультивації поверхні заповнених ділянок полігона.

До розміщування та функціонування сучасних санітарних полігонів включають наступні вимоги:

- геологічні (не допускається розміщення полігону на тектонічних розломах та сейсмічно небезпечній зоні);
- гідрологічні (віддаленність від відкритих водоймищ, низький рівень ґрунтових вод, незатопленість їх території паводковими водами);

- санітарні (будівництво та експлуатація полігону згідно санітарних правил та вимог);
- екологічні (недопустити розміщення полігону в природоохоронній зоні, екологічна експертиза проекту, експлуатація полігону, функціонування його згідно екологічних норм і правил, зменшення його впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людей, державна реєстрація його як джерела екологічного лиха, план виводу його з експлуатації та рекультивациі земель зайнятих під ним, контроль і моніторинг навколишнього природного середовища на полігоні і його санітарній зоні);
- фінансові (надання фінансових гарантій безпечного функціонування полігону, страхування на випадок екологічного лиха).



(I–IV) – черги експлуатації полігону.

Рис. 4.7 – Загальний вигляду полігону: 1 – під'їзна дорога; 2 – в'їзд на полігон з пунктом радіометричного контролю; 3 – адміністративно– господарська зона; 4 – нагірний канал; 5 – огороження полігону; 6 – лісосмуга; 7 – кавальєри мінерального та родючого ґрунту; 8 – внутрішньогосподарська дорога

Санітарні полігони ще тривалий час будуть залишатися основним способом переробки твердих побутових відходів. Альтернативою йому може стати первинна покомпонентна утилізація відходів.

Правила обмеження можливостей підприємств щодо утворення та розміщення твердих відходів

Відповідно до вимог Конституції України, Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про відходи», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про поводження з радіоактивними відходами», «про металобрухт», постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів», нормативно-правових актів та державних стандартів України з охорони навколишнього природного середовища, санітарних норм і правил та інших документів суб'єкти господарської діяльності у сфері поводження з твердими відходами повинні виконувати наступні загальнодержавні задачі:

1. Всебічний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людей від негативного впливу відходів.

2. Обґрунтоване узгодження економічних та екологічних інтересів суспільства щодо утворення, розміщення, утилізації та збереження твердих відходів.

3. Здійснення комплексу наукових, технічних, технологій та маркетингових досліджень по виявленню ресурсної цінності твердих відходів.

4. Проводити максимально можливу утилізації твердих відходів шляхом прямого, повторного та альтернативного використання їх ресурсної цінності.

5. Зведення до мінімуму утворення та зберігання твердих відходів та зниження токсичності.

6. Організація роздільного збору небезпечних (високотоксичних) компонентів твердих відходів.

7. Проведення екологічної паспортизації суб'єктів господарської діяльності.

8. Здійснювати науково-технічне обґрунтування лімітів на утворення та розміщення твердих відходів під час виробництва суб'єктами господарської діяльності.

9. Проведення загальнодержавної класифікації та паспортизації твердих відходів.

10. Здійснювати державний облік твердих відходів щодо їх утворення і розміщення через органи статистики.

11. Здійснювати загальнодержавний контроль та моніторинг за місцями та об'єктами утворення та розміщення твердих відходів для запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людей.

Основні напрямки роботи, права та обов'язки суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження з твердими відходами.

Суб'єктами господарської діяльності у сфері поводження з твердими відходами являються: громадяни України, іноземці, особи без громадянства, підприємства, установи та організації всіх форм власності, робота і діяльність яких пов'язана з поводженням з твердими відходами.

Основними напрямками роботи суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження з твердими відходами, які обумовлені їх правами та обов'язками, являються:

1. Організовувати екологічну перевірку технологічних процесів, виробничого обладнання та устаткування на предмет утворення твердих відходів.

2. Встановлення джерел забруднення твердими відходами навколишнього природного середовища, їх реєстрація та паспортизація.

3. Проведення детального фізико-хімічного аналізу утворених твердих відходів на основі якого встановлюється їх якісний та кількісний характер.

4. Проведення класифікації та паспортизації утворених твердих відходів.

5. Здійснення розрахунку та науково-технічного обґрунтування проектів лімітів на утворення та зберігання твердих відходів. Їх погодження з державними службами: охорони природи і санітарно-епідеміологічною та затвердження обласною державною адміністрацією.

6. Проведення екологічної паспортизації суб'єкта господарської діяльності.

7. Забезпечення своєчасного і повного збирання твердих відходів.

8. Створення тимчасових місць зберігання твердих відходів, експлуатація яких не впливає на довкілля та здоров'я людей.

9. Організація роздільного збору, зберігання та утилізації небезпечних (високо токсичних) твердих відходів.

10. Здійснення обліку утворення та зберігання твердих відходів. Своєчасна і правдива звітність з даного питання в державну службу статистики.

11. Не допускати зберігання відходів у несанкціонованих місцях.

12. Не допускати змішування твердих відходів.

13. Не допускати знищення та псування твердих відходів, які мають вторинний ресурсний резерв і існує технологія по їх переробці.

14. Не допускати надлімітне утворення твердих відходів.
15. Своєчасно утилізувати тверді відходи згідно заключених договорів та контрактів.
16. Своєчасно в установленому порядку вносити плату за розміщення відходів.
17. Здійснювати контроль за тимчасовими місцями зберігання твердих відходів.
18. Призначити відповідальних осіб у сфері поводження з твердими відходами.
19. Надавати місцевим органам виконавчої влади та місцевого самоврядування інформацію про тверді відходи та пов'язану з ними діяльність.
20. Здійснювати комплекс науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення ресурсної цінності твердих відходів.
21. Сприяти максимально можливій утилізації твердих відходів шляхом прямого, повторного та альтернативного використання ресурсної цінності твердих відходів.
22. Постійно працювати над мінімізацією утворення та зберігання твердих відходів та зниження їх токсичності.
23. Забезпечувати суворе дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з твердими відходами.
24. Розробити в разі необхідності й виконувати план практичних дій на випадок виникнення надзвичайної ситуації пов'язаної з поводженням із небезпечними твердими матеріалами.
25. Виконувати інші види робіт у сфері поводження з твердими відходами, які передбачені законодавчими та нормативними документами та в разі виникнення ситуації забруднення навколишнього середовища твердими відходами.

Лімітування підприємств щодо утворення та розміщення твердих відходів здійснюється на основі Законів України «Про відходи», «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» та постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку розроблення, затвердження лімітів на утворення та розміщення відходів».

Ліміт на утворення твердих відходів визначається їх власником у процесі діяльності на підставі дозволу на розміщення твердих відходів та договору (контракту) на їх передачу іншому власнику.

Ліміт на утворення твердих відходів розраховується на підставі нормативів утворення для кожного виду відходів за класами їх небезпеки і повинні дорівнювати сумарному обсягу твердих відходів, розміщених на своїй території та переданих іншому власнику. Він не

може перевищувати нормативно допустимі обсяги утворення твердих відходів.

Норматив утворення твердих відходів визначається технологічним регламентом на підставі питомих показників утворення відходів.

Звільняється від одержання лімітів на утворення та розміщення твердих відходів:

1. Власники твердих відходів, які отримали ліцензію на збирання і заготівлі окремих видів твердих відходів як вторинної сировини.

2. Власники твердих побутових відходів, якщо вони уклали договори на їх розміщення з підприємствами комунального господарства.

3. Власники твердих відходів, для яких платежі за розміщення твердих відходів усіх класів небезпеки не перевищує 10 гривень на рік.

Власники твердих відходів, які здійснюють їх утворення та розміщення повинні до 1 червня поточного року подати в обласні управління охорони навколишнього природнього середовища заяву на одержання дозволу на розміщення відходів в наступному році.

До заяви додаються наступні документи:

1. Проект лімітів на утворення та розміщення твердих відходів.

2. Довідка про наявність спеціально відведених в установленому законодавством порядку тимчасових місць розміщення твердих відходів.

3. Відомості про склад та властивості твердих відходів, що утворюються, їх ступінь небезпечності для навколишнього природнього середовища та здоров'я людини.

4. Довідка про нормативно допустимі обсяги утворення твердих відходів.

5. Довідка про типові показники утворення твердих відходів.

6. Довідка про наявність установок з видалення твердих відходів.

7. Довідка про наявність потужностей з утилізації твердих відходів.

8. Копії договорів (контрактів) на передачу твердих відходів іншим власникам.

9. Довідка про обсяги токсичних відходів за минулий рік:

- обсяги утворення;
- використання;
- поставки відходів як вторинної сировини;
- відходи виробництва за поточний рік.

10. Висновки санітарно-епідеміологічної експертизи щодо об'єктів поводження з відходами.

11. Інформацію стосовно розміщення чи накопичення твердих відходів за попередні роки.

12. Наказ про призначення відповідальних осіб у сфері поводження з відходами.

13. Звіт про виконання планових заходів у сфері поводження з твердими відходами за попередній рік.

14. Перспективний план заходів у сфері поводження з твердими відходами, спрямований на запобігання або зменшення обсягів утворення відходів та запобігання їх негативного впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

15. Ліцензія на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними твердими відходами у разі одержання лімітів на їх утворення та розміщення.

16. Дозвіл на експлуатацію об'єкта поводження з небезпечними твердими відходами на відповідній території, виданий органом місцевого самоврядування.

На підставі представлених документів обласне управління з охорони навколишнього природного середовища приймає аргументоване рішення про видачу дозволу на розміщення відходів або відмову в його видачі, вказуючи причини цього рішення, ліквідація яких приводить до видачі дозволу.

На підставі одержаних дозволів власники твердих відходів готують скореговані проекти лімітів на утворення та розміщення твердих відходів, подають їх на погодження до обласного управління охорони навколишнього природного середовища.

В разі погодження вони передаються державним обласним адміністраціям на затвердження.

Ліміти на утворення та розміщення твердих відходів встановлюються терміном на 1 рік і доводяться власникам відходів до 1 жовтня поточного року.

Дозвіл набирає чинності після затвердження лімітів на утворення та розміщення твердих відходів. Його корегування не допускається.

В той же час, ліміти на утворення та розміщення твердих відходів можуть змінюватися, як в сторону збільшення їх, так в сторону зменшення. Підставами для їх перегляду являється:

- використання у виробництві нових видів сировини та матеріалів;
- випуск нових видів продукції;
- удосконалення технологічних процесів;
- модернізація устаткування;

- укладення нових договорів на передачу відходів іншим власникам;
- корегування плану виробництва.

В разі утворення твердих відходів, що перевищують рівень затверджених лімітів, власник відходів повинен одержати на них окремий дозвіл.

Відповідальність за правильність визначення нормативів утворення твердих відходів, визначення лімітів утворення та розміщення твердих відходів, несвоєчасне їх затвердження несе власник відходів.

Контроль за правильністю визначення лімітів на утворення та розміщення відходів, їх дотримання здійснюють працівники екологічної інспекції.

Основні принципи та шляхи вирішення проблеми твердих відходів на сучасному етапі.

Основними принципами державної політики України у сфері вирішення проблем твердих відходів на сучасному етапі є пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від їх негативного впливу, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів щодо утворення та використання твердих відходів.

Основними напрямками вирішення проблеми твердих відходів на сучасному етапі являється:

- розроблення та затвердження загальнодержавної програми по вирішенню проблем твердих відходів;
- запровадження молівідходних та безвідходних технологічних процесів в переробці твердих відходів;
- забезпечення своєчасного збирання та знешкодження твердих відходів;
- дотримування правил екологічної безпеки при їх розміщенні, переробці та знешкодженні;
- зменшення токсичності твердих відходів у виробничих процесах;
- забезпечення комплексного використання твердих відходів;
- стимулювання роздільного збирання компонентів відходів;
- сприяння максимально можливій утилізації твердих відходів;
- постійне розширення переліку твердих відходів, які підлягають вторинному використанню;
- організація контролю та моніторингу за місцями та об'єктами розміщення твердих відходів, запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей;

- обов'язковий облік твердих відходів на основі їх класифікації та паспортизації;
- створення загальнодержавної інформаційно-аналітичної системи та банку даних по утворенню, використанню та знешкодженню твердих відходів;
- розробка загальнодержавних нормативних документів, які регламентують та регулюють питання утворення, використання та знешкодження твердих відходів;
- погодження лімітів на утворення та розміщення твердих відходів;
- затвердження загальнодержавних санітарних норм і правил під час утворення, збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження та захоронення твердих відходів;
- встановлення санітарно-гігієнічних вимог до продукції яка виготовлена із ресурсів вторинної сировини та видача гігієнічних сертифікатів на неї;
- моніторинг місць утворення, зберігання та видалення твердих відходів;
- заборонення вести будь-яку господарську діяльність з утворенням твердих відходів без затверджених лімітів на їх утворення;
- організація роздільного збору небезпечних (високотоксичних) компонентів твердих відходів.

Вилучення цінних компонентів ТПВ. Закордонний досвід поводження з відходами.

У багатьох країнах світу відсутнє попереднє сортування відходів перед їх переробкою чи захороненням, тому вилучення цінних компонентів є важливою задачею з екологічної та економічної точки зору.

Закон про рециклінг прийнятий більш ніж в 50 країнах світу. У 1995 році світова індустрія рециклінга забезпечила зайнятість більше 1 млн. чоловік.

Загальна вартість продукції, отриманої у світі за рахунок рециклінга тільки в 1995 році склала 175 млрд. дол. Ступінь вилучення цінних компонентів може становити від 30% до 80%.

Практично в усіх економічно розвинених країнах на рівні урядів розроблені та діють програми, які включають заходи щодо кваліфікованого обстеження (приймання, обробка) машин, часткового демонтажу шин на переробних підприємствах, повторного застосування знятих деталей, переплавлення машин, поховання відходів, що не переробляються, (в основному пластик, тканина). Зазвичай загальний обсяг матеріалів, що вивозяться у відвали, становить 25...30% від маси автомобіля.

Обіг відходів чітко регламентується нормативно–правовими актами, контролюється державними органами та регулюється економічно: підприємства відповідають за переробку випущеної ними продукції. Необхідні засоби на переробку відходів виділяються державою (за рахунок збору податків) й акумулюються в спеціальних екологічних фондах на місцевому й державному рівні.

Для зниження токсичності відходів усе більше уваги приділяють добуванню небезпечних хімічних матеріалів (наприклад, важких металів, полімерів, що містять хлор та ін.). Цьому сприяє відповідне стандартизоване маркування деталей на стадії їхнього виготовлення.

Використання металобрухту істотно знижує вартість всієї металлопродукції. За усередненими даними, при переплавленні сталевого металобрухту потрібно тільки 25% енергії, затраченої на виплавку стали з руди в домнах.

Особлива увага останнім часом приділяється переробці пластмас, поліпропілену, які усе більше використовуються у виробництві автомобілів.

Їхня переробка у вторинні матеріали і використання з максимальною ефективністю можливі тільки після розсортування за видами полімерів і за конкретними марками пластмас. Деякі фірми ввели із цією метою стандартизоване маркування деталей з гуми й пластмас, що дозволяє чітко визначити марку матеріалу.

Європейською Комісією розроблені проекти законів «Введення документів про переробку», згідно яких передбачено, що при утилізації, наприклад, автомобілів, починаючи з 2015 року мінімум, 85 % (у 2015 р. – 95 %) ваги повинен давати рециклінг матеріалів, тільки 10 % можуть бути термічно перероблені (перетворені в енергію) і всього 5 % можуть бути поховані.

Стратегія країн ЄС полягає в:

- запобіганні утворення відходів;
- рециклюванні відходів і вторинній переробці матеріалів;
- оптимізації кінцевої обробки відходів;
- регламентації транспортування відходів;
- проведенні заходів щодо реабілітації навколишнього середовища;
- виховній роботі з населенням;
- врахуванні екологічних параметрів при стандартизації якості продукції.

Основою збору та систематизації даних про відходи може служити стандартний уніфікований паспорт відходу. Який містить як мі-

німум фізико-хімічні характеристики відходу, дані про його кількість, технологію утворення, місце утворення. Накопичення і зберігання даних про відходи здійснюється в базах даних ЕОМ. При об'єднанні ЕОМ у мережі з'являється можливість створення розподілених баз даних і об'єднаних вузлів прийняття управлінських рішень.

Для прикладу докладніше зупинимося на Федеральному Законі «Про економічний рециклінг Німеччини» (від 07.10.1996). Даний закон сьогодні багатьма експертами визнаний зразком у питаннях організації авторециклінга.

Основна ідея полягає в тому, що вже на стадії розробки продукції треба домагатися зменшення кількості майбутніх відходів.

Однак, перевага вторинного використання перед знищенням діє не завжди. Так, матеріали передаються на вторинну переробку тільки в тому випадку, якщо це можливо технічно, економічно та екологічно виправдано. У іншому випадку відходи знищуються. А саме: коли знищення відходів є більш прийнятним рішенням з екологічної точки зору; коли вартість переробки відходів є значно більшою вартості кінцево-виробленої продукції.

У Швеції формується база даних зі всіх питань, що стосується автотранспортних засобів. Організації, які одержують право проводити інспекційний огляд автомобілів, будуть зобов'язані щодня повідомляти інформацію про автотранспортні засоби, що представляються до огляду й виявлених при цьому неполадках.

У Швейцарії демонтаж автомобілів і селективний збір матеріалів з виділенням небезпечних відходів роблять ремонтні майстерні, що мають державну ліцензію на виконання робіт даних видів. Із загального потоку відходів автотранспорту відбираються кондиційні вузли й деталі (для рециклінга та продажу), акумулятори, зношені шини. Інші відходи (кузова, рами, великогабаритні частини автомобіля) обробляються за допомогою пресування, різання, дроблення. Металобрухт сортується на чорні й кольорові метали, які надалі надходять на переплавлення. Таким чином, переробляється 114 тис. т чорних і 12 тис. т кольорових металів у рік, що становить 15 % усього обсягу виплавленого металу у Швейцарії. Свинець вивозиться для переробки в інші країни, а полімерні відходи знищуються шляхом їхнього високотемпературного спалювання.

У США державне регулювання як на федеральному, так і на штатному рівнях відіграє усе більше помітну роль у стимулюванні виробництва вторинної сировини з відходів. Прийнятий у США в 1976 р. Закон про боротьбу із твердими відходами (з виправленнями 1980 і 1984 р.) встановлює стандарти з обов'язкового мінімального вмісту вторинної сировини в товарній продукції. У цей час вивчаєть-

ся ринкова кон'юнктура вторинних матеріалів, економічні й екологічні бар'єри, що перешкоджають їхньому застосуванню, нові галузі їхнього використання й т.д.

Ще більш активно діють уряди деяких штатів: у низці штатів установлена плата за поховання відходів, у результаті чого збільшилося споживання вторинної сировини. У штаті Нью-Джерсі прийнятий законопроект про 50 %-у податкову знижку на виробниче устаткування, на якому виробляється продукція, що містить не менше 50 % вторинних матеріалів.

Найбільш важливим економічним стимулом переробки відходів у вторинну сировину є та обставина, що утилізація стає в американських містах найдешевшим способом боротьби з відходами. У США заборонена організація нових відкритих смітників, а поховання й спалювання відходів з урахуванням дотримання всіх екологічних норм виявляється в три рази дорожче, ніж переробка цих відходів у вторинну сировину. У багатьох штатах прийняті закони, згідно з якими кожний округ під загрозою припинення фінансування з фондів штату зобов'язаний на певний термін увести рециклізацію деякої частини відходів на своїй території. Повсюдно заборонене поховання автомобільних акумуляторів.

У США існує вимога купувати адміністраціями штатів продукцію вторинної переробки.

Більших успіхів у справі раціонального природокористування домоглася Японія. Відомо, що ця країна з більшості видів сировини й палива сильно залежить від імпорту. Саме тому в Японії приділяють проблемі переробки відходів надзвичайну увагу. Вже до 1985 р. у японській промисловості утилізувалося до 60% відходів.

Канада. Досвід провінції Альберта У рамках Міністерства навколишнього середовища провінції Альберта працює спеціальна Служба, що займається питаннями охорони навколишнього середовища.

У результаті на сьогодні у провінції Альберта діють більше тридцяти регіональних органів і комісій, що займаються питаннями керування відходами (загальна площа провінції 662 км², загальна чисельність населення 3 млн. чоловік).

Досвід провінції Альберта підтвердив, що кожна громада відрізняється властивими тільки їй особливостями (уже існуючі системи керування відходами, вік населення, уже наявний досвід в області переробки відходів, відношення до цієї проблеми громадськості й персоналу), а тому відрізняються й рішення для кожної із громад.

Досвід Провінції Британської Колумбії Рада з рециклінгу Британської Колумбії створила свою інформаційну службу «Гаряча лінія з

рециклінгу». Співробітники гарячої лінії відповідають більш ніж на 60000 дзвінків у рік.

Гаряча лінія з рециклінгу оперує складною пошуковою системою даних, що містить інформацію про компанії по керуванню відходами й рециклінгу, про чиновників з Уряду й муніципалітетів, що координують керування відходами, групах із захисту навколишнього середовища, постачальниках устаткування, корпоративних програмах з рециклінгу, про законодавство й агентства з моніторингу.

В економічно розвинених країнах розроблена й діє система державного регулювання політики з рециклінгу, законодавча база, розвинена інфраструктура підприємств з переробки відходів автотранспорту, проводяться численні заходи й акції з освіти й залучення населення. Світова практика говорить про те, що власник сам платить у Європі за утилізацію автомобіля (за звичай при покупці).

У закордонній і вітчизняній практиці діє багато різних за складом, продуктивністю й ступенем добування корисних елементів сортувальних і переробних технологій. Так, ступінь добування коштовних компонентів може коливатися в основному від 30 % до 80 %.

4.4. Стічні води. Методи та способи очищення стічних вод

4.4.1. Класифікація стічних вод

Стічні води, що відводяться з території промислових підприємств (ПП), за складом розділяють на три види:

виробничі, які утворюються в процесі виробництва різних виробів, продуктів, матеріалів (технологічні розчини, що відпрацювали, промивні води, води від охолодження; шахтні і кар'єрні води; води хімводочистки; води від миття устаткування й виробничих приміщень, води від збагачувальних фабрик, а також від очистки та охолодження газоподібних відходів, очистки твердих відходів і їх транспортування тощо);

атмосферні води- дощові води та води від танення снігу;

побутові – стічні води від санітарних вузлів виробничих корпусів і будинків, а також від душових установок, наявних на території ПП.

Відповідно до цього розподілу на ПП існують 3 колектори для відводу: виробничо-технологічних стічних вод, тобто використаних у технологічному процесі або що утворюються при видобутку корисних копалин (вугілля, руди, нафти), технологічних процесах їх переробки на металургійних підприємствах і одержанні готового продукту; побутових стічних вод; поверхневого стоку з території ПП, що утворюється з дощових і талих вод;

Побутова каналізація ПП підключається до загальноміської. Таким чином, водовідведення ПП розглядається в основному відносно до виробничих стічних вод

4.4.2. Склад та властивості стічних вод

Виробничі стічні води діляться на 2 основні категорії: забруднені і незабруднені (умовно чисті). Незабруднені води надходять від холодильних, компресорних, теплообмінних апаратів. Вони утворюються при охолодженні виробничого устаткування, готової продукції. Ці води тільки нагріваються і після охолодження використовуються повторно.

Отже, до промислових стічних вод відносяться:

- умовно чисті(від охолодження агрегатів);
- хімічно забруднені стічні води;
- зливові стоки, що збираються з території ПП.

Хімічно забруднені стічні води, в свою чергу, підрозділяють на:

- органічно забруднені (підприємства м'ясної, харчової, целюлозно-паперової, хімічної промисловості, заводи з виробництва пластмас, каучуку);
- забруднені переважно мінеральними домішками (підприємства металургійної, машинобудівної, рудо-вуглевидобувної промисловості, заводи виробництва мінеральних добрив, кислот, будівельних матеріалів);
- забруднені мінеральними і органічними домішками (підприємства нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної, легкої, фармацевтичної промисловості; заводи з виробництва консервів, цукру, та ін.);
- води, що мають специфічні забруднення.

Речовини, що забруднюють виробничі стічні води, різноманітні і залежать від технології та виду виробництва.

За вмістом забруднюючих речовин виробничі стічні води (слабкоконцентровані та висококонцентровані) розділяються на чотири групи: 1...500, 500...5000, 5000...30000 і більше30 000 мг/л.

Виробничі стічні води можуть розрізнятися за фізичними властивостями забруднюючих їх органічних продуктів(наприклад, за температурою кипіння): менше120°C, 120...250°C та вище250°C.

За ступенем агресивності стічні води розділяють на: слабкоагресивні (слабкокислі із рН= 6,6...6,5 і слабколужні із рН= 8...9); сильноагресивні (сильнокислі із рН< 6 і сильнолужні із рН> 9); неагресивні(з рН=6, 5...8).

Для розробки раціональної схеми водовідведення і оцінки можливості повторного використання виробничих стічних вод визнається

їх склад і режим водовідведення. При цьому аналізуються фізико-хімічні показники стічних вод і режим надходження в каналізаційну мережу не тільки загального стоку промислового підприємства, але й стічних вод від окремих цехів.

При аналізі стічних вод повинні визначатися: вміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва (фенолів, нафтопродуктів, поверхнево-активних, радіоактивних, вибухонебезпечних речовин), загальна кількість органічних речовин, що виражається величинами БПК_{повн} і ХПК; активна реакція; інтенсивність окрашення; ступінь мінералізації. Необхідно встановити такі параметри, як кінетика осідання або спливання механічних домішок, коагулюємість стоку та ін. Ці дані дозволяють вибрати найбільш доцільний і економічно обґрунтований метод очистки стічних вод для певного підприємства.

Фізико-хімічні показники виробничих стічних вод окремих підприємств свідчать про широкий діапазон коливань складу цих вод, що викликає необхідність ретельного обґрунтування вибору оптимального методу очистки для кожного виду виробничих стічних вод.

На різних підприємствах, навіть при однакових технологічних процесах, склад виробничих стічних вод, режим водовідведення і питома витрата на одиницю продукції, що випускається, досить різноманітні. Велике значення у формуванні складу виробничих стічних вод має вид сировини, що переробляється.

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і за їх концентраціями. Також склад стічних вод залежить від технологічного процесу виробництва, застосовуваних компонентів, проміжних виробів і продуктів, продукції, що випускається, складу вихідної водопровідної води, місцевих умов та інших факторів.

Кількість виробничих стічних вод визначається залежно від продуктивності підприємства за укрупненими нормами водоспоживання та водовідведення для різних галузей промисловості.

Нормою водоспоживання вважається доцільна кількість води, яка необхідна для виробничого процесу, встановлена (або що рекомендується) на підставі передового досвіду чи науково обґрунтованого розрахунку. Нормою водовідведення є встановлена середня кількість стічних вод, що відводяться від виробництва у водойму при доцільній нормі водоспоживання.

До укрупненої норми водоспоживання входять всі витрати води на підприємстві, як виробничі, так і господарсько-питні, витрати для приймання душів тощо. Норма водовідведення включає кількість стічних вод, що випускаються у водойму: очищених виробничих і побу-

тових, виробничих, що не потребують очистки, фільтраційних, із ставків-освітлювачів, хвостосховищ і шламонакопичувачів.

Укрупнені норми водоспоживання та водовідведення виражаються в м³ води на одиницю готової продукції або використуваної сировини.

Укрупнені норми водовідведення в різних галузях промисловості коливаються в широких межах. Так, наприклад, при виробництві 1 т хліба – 4 м³, 1 т м'яса – 22 м³. За відсутності норм водовідведення кількість стічних вод визначається за технологічними розрахунками відповідно до регламенту виробництва. Кількість стічних вод від великих промислових підприємств може досягати 200...400 тис. м³ за одну добу, що відповідає кількості стічних вод від міста з населенням 1...2 млн. чол.

Виробничі стічні води протягом зміни можуть надходити рівномірно або нерівномірно, що пов'язано з безперервною або періодичною роботою технологічних установок. На багатьох виробництвах хімічної, легкої, текстильної, фармацевтичної, харчової й інших галузей промисловості відбуваються залпові надходження висококонцентрованих і високотоксичних стоків. При цьому періодичність скидання може бути один раз у зміну, у добу, у тиждень. Режим спуску виробничих стоків цілком визначається регламентом технологічного процесу виробництва окремих цехів і промислового підприємства в цілому.

Для промислових підприємств, крім режиму водовідведення стічних вод за годинами, на протязі доби треба враховувати графіки добового коливання складу стічних вод за основними фізико-хімічними показниками, а також за специфічними забруднюючими компонентами (поверхнево-активними, токсичними і радіоактивними речовинами).

4.4.3. Методи очищення промислових стічних вод

Для очистки стічних вод промислових підприємств застосовуються головним чином: механічні методи (проціджування, відстоювання у відстійниках, піскоуловлювачах, нафтовловлювачах; у гідроциклонах, осаджувальних центрифугах і фільтрування – пропуск води через шар зернистого матеріалу, або фільтруючу перегородку під дією гравітації, вібрації, відцентрової сили, перепаду тисків); хімічні методи (нейтралізація, коагуляція, флокуляція); фізико-хімічні методи (флотація, сорбція, екстракція, евапорація); електрохімічні методи, що пов'язані з накладанням електричного поля – електрокоагуляція, електрофлотація; комбіновані методи.

Основним фактором при виборі методу обробки води є фазовий стан речовини.

Вибір методу очистки води, типи і розміри очисних споруд залежать від складу, властивостей і витрати промстоків, площі території підприємства та інших факторів, а також вимог до якості очищеної води.

Споруди для очистки стічних вод розміщуються за висотою на майданчику очисних споруд таким чином, щоб очищувані стічні води із однієї споруди в іншу надходили самотпливом.

Найпростіша з них - технологічна схема очистки міських стічних вод у природних умовах, зображена на рис. 4.8. Вона застосовується при витратах очищуваних стічних вод до 10000 м³/добу при наявності достатніх розмірів майданчика під очисні споруди.

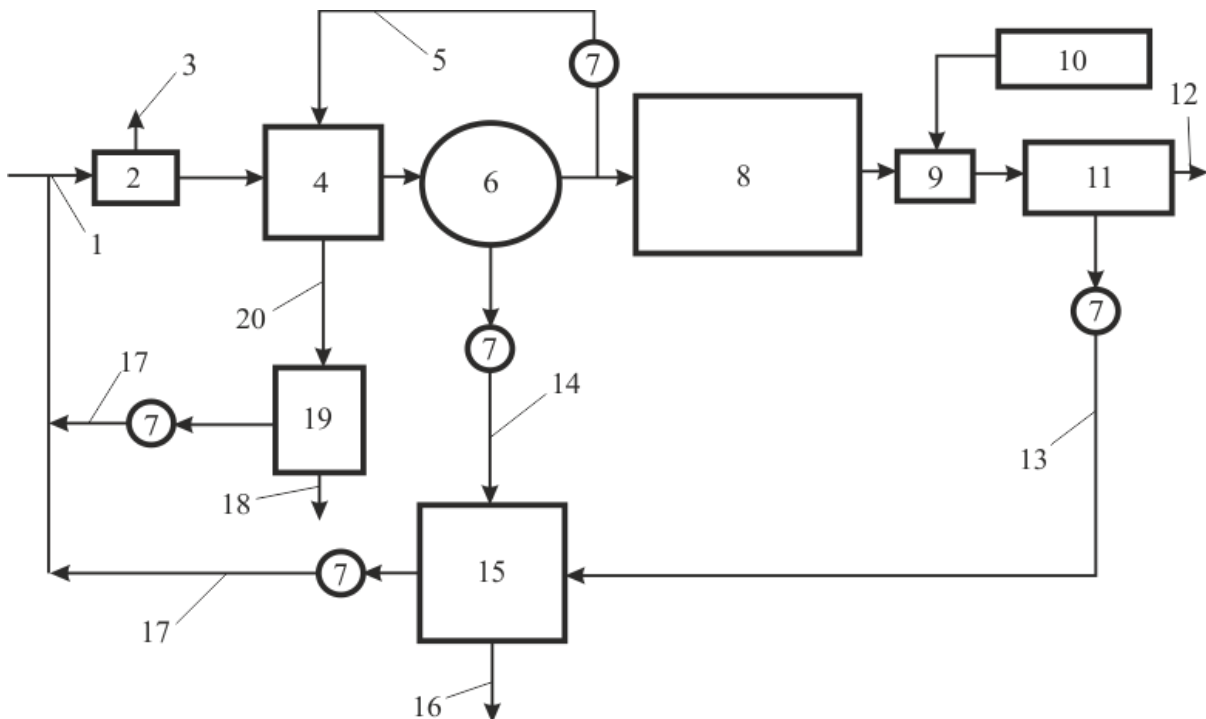


Рис. 4.8 – Технологічна схема очищення стічних вод у природних умовах: 1 - очищувані стічні води; 2 - решітка; 3 - покидьки; 4 - піскоуловлювач; 5 - технічна вода; 6 - двоярусний відстійник (освітлювач-перегнівач); 7 - насосна станція; 8 - поля фільтрації (біоставки); 9 - змішувач; 10 - хлораторна; 11 - контактний резервуар; 12 - очищені стічні води; 13 - осад з контактного резервуару; 14 - стабілізований осад; 15 - муловий майданчик; 16 - зневоднений осад; 17 - дренажна вода; 18 - зневоднений пісок; 19 - пісковий майданчик; 20 - піщана пульпа

Механічна очистка стічних вод. Одним з основних видів забруднень виробничих стічних вод є нерозчинні (легкі й важкі) мінеральні і органічні домішки, концентрація яких коливається в широких межах. Усереднення концентрації й регулювання витрати стічних вод, а також виділення нерозчинних домішок з води в очисних спорудах становлять завдання механічного очищення. Механічна очистка служить для видалення нерозчинених речовин розміром більше 10 см. Забезпечується це за рахунок проціджування на ґратах, дугових ситах, грохотах; відстоювання (гравітаційного або відцентрового), фільтрування через спеціальні сітки або піщано-гравійні фільтри (для відділення дрібних частинок що перебувають у воді в зваженому стані, тобто суспензій) та центрифугування.

Залежно від вимог до якості очищеної води застосовують різні очисні споруди: ґрати та сітки, призначені для затримки крупних домішок, що рухаються по каналу (проціджування); піскоуловлювачі – для відділення важких мінеральних домішок, головним чином, піску; відстійники та фільтри – для затримки більш дрібних у воді домішок; гідроциклони та осаджувальні центрифуги.

Як правило, механічна очистка є попереднім, рідше – остаточним етапом очищення виробничих стічних вод. При механічному очищенні забезпечується видалення завислих речовин зі стічних вод на 90...95 %, зниження органічних забруднень (по БПК_{повн}) на 20...25 %. Більш високий ефект механічної очищення стічних вод досягається інтенсифікацією гравітаційного відставання, наприклад, добавкою реагентів, проясненням у зваженому шарі або в тонкому шарі (тонкошарові відстійники).

Для затримки різних речовин, що плавають на поверхні стічних вод (масел, жирів, нафти, смол і т.п.), служать різні споруди: мастило-, жиро-, нафто-, смолоуловлювачі. Процес більш повного прояснення стічних вод здійснюється фільтруванням - пропуском води через шар різного зернистого матеріалу (кварцового піску, гранітних щебенів, дробленого антрациту і керамзиту та інших матеріалів) або через сітчасті барабанні фільтри і мікрофільтри, через високопродуктивні напірні фільтри та фільтри із плаваючим завантаженням – пінополіуретановим або пінополістірольним.

На різних ПП механічна очистка є єдиним і достатнім способом очищення стічних вод від механічних домішок і для підготовки їх до повторного використання в системах оборотного водопостачання.

Гравітаційне відстоювання. Метод відстоювання використовують для відділення з виробничих стічних вод нерозчинених різноманітних твердих і рідких домішок, які здатні в спокійній воді осідати на дно або спливати на поверхню. Час очищення залежить від швидкості

осідання (спливання) нерозчинених домішок у спокійній воді. Така швидкість (гідравлічна крупність часток) є основною величиною для розрахунку відстійних споруд.

Відстійники для очистки виробничих стічних вод можуть являти собою як самостійні споруди, на яких процес очистки закінчується, так і споруди, призначені тільки для попередньої очистки.

Для очистки стічних вод ПП використовують як звичайні конструкції відстійних споруд, що застосовуються при очищенні міських стічних вод (піскоуловлювачі, відстійники), так і спеціальні. Залежно від вимог до якості проясненої виробничої стічної води застосовують горизонтальні і радіальні відстійники різних конструкцій, які можуть бути обладнані камерами флокуляції.

Очистка стічних вод від дрібнодисперсних і колоїдних домішок за допомогою коагуляції та флокуляції. Стічні води багатьох хімічних виробництв являють собою низько концентровані емульсії або суспензії, що містять дрібнодисперсні частки розміром 0,1...10 мкм і більше, а також колоїдні частки розміром 0,001...0,1 мкм. Застосовані методи механічної очистки стічних вод дозволяють видаляти частки крупніше 10...50 мкм. Для очистки стічних вод від дрібнодисперсних і колоїдних часток використовують методи коагуляції і флокуляції, які обумовлюють злипання часток з утворенням великих агрегатів, що легко видаляються з води механічними методами.

Для інтенсифікації процесу осадження високодисперсних завислих і колоїдних часток застосовують різні коагулянти і флокулянти (солі алюмінію, заліза), а також флокулянти- поліакриламід і ін.).

У процесі простого відстоювання відділення механічних домішок відбувається під дією сил ваги. При цьому частки осаджуються або спливають.

У процесі осадження або спливання частки взаємодіють одна з одною, у результаті чого в одних випадках частки злипаються, а в інших осаджуються самостійно. Можливість і інтенсивність укрупнення залежить від багатьох факторів: від природи і хімічного складу забруднень стічних вод, від температури і т.п.

Таким чином, можливе укрупнення часток без впливу реагентів. Укрупнення часток називається процесом коагуляції. Найчастіше цей метод застосовується до процесу укрупнення часток під дією хімічних речовин: електролітів (коагулятив). До таких речовин відносять $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $Ca(OH)_2$ та ін.

Для інтенсифікації процесів укрупнення механічних домішок застосовуються речовини - поліелектроліти. Це високомолекулярні органічні речовини: поліакриламід і його похідні. Укрупнення часток під дією флокулянтів називається флокуляцією. Таким чином, поняття

коагуляція та флокуляція багато в чому і відрізняються застосуванням тих або інших хімічних речовин.

Завислі речовини, що втримуються в природних і стічних водах, мають певний електричний заряд. У більшості випадків частки завислих речовин несуть негативний електричний заряд.

Сутність коагуляції і флокуляції полягає в зміні електрокінетичного потенціалу, а іноді й у зміні знака потенціалу з негативного на позитивний. Зниження величини електричного потенціалу сприяє коагуляції. Застосування флокуляції це використання поліелектролітів, які характеризуються високою молекулярною вагою і структурою молекули, що володіє високими поверхнево-активними властивостями. Механізм дії флокулянтів полягає у тому, що молекули цих флокулянтів мають у стічній воді структурні активні ділянки (сегменти), якими ця молекула і прикріплюється до завислих часток.

Очистка води методом фільтрування

У більшості випадків фільтри застосовуються для глибокої очистки (доочистки) стічних вод після фізико-хімічної або біологічної очистки для подальшого вилучення тонкодиспергованих речовин, а також для виділення специфічних забруднень.

Для очистки стічних вод застосовують високовиробничі фільтраційні споруди – швидкі та сітчасті фільтри зі швидкістю фільтрації відповідно 5...15 та 30 м/год на 1 м² площі фільтрації та спеціальні конструкції фільтрів для видалення специфічних забруднень.

Сітчастими фільтрами видаляють зі стічних вод завислі та плаваючі речовини при концентрації їх у вихідній воді більше 30 мг/л. Стабільна та надійна робота швидких фільтрів може бути забезпечена при концентрації завислих речовин не більше 30 мг/л і нафтопродуктів не більше 50 мг/л.

Для швидких фільтрів використовуються відкриті (безнапірні) або напірні апарати з висхідним або низхідним напрямом руху фільтраційного потоку.

Фільтрування води полягає в пропущенні її через шар зернистого або пористого фільтруючого матеріалу, що володіє здатністю затримувати на своїй поверхні під дією сил прилипання або у своїй товщі завислі частки забруднень, що втримуються у воді.

Фільтри із зернистим завантаженням застосовуються для доочистки стоків виробництв хімічної, металургійної, легкої, гірничодобувної, будівельної й ряду інших галузей промисловості. До фільтруючих матеріалів пред'являється ряд вимог. Вони повинні мати певний фракційний склад, механічну міцність (на стирання і здрибнювання), хімічну стійкість до води і її домішок, повинні бути доступними і мати невисоку вартість.

В якості фільтруючого середовища можуть бути застосовані природні та штучні фільтруючі матеріали (кварцовий пісок, дроблений антрацит, кварц, мармур, керамічна крихта, доломіт, магнетит і ін.). Останнім часом одержали поширення керамзит, синтетичні матеріали (полістирол, поліуретан і ін.), горілі породи і т.п. Для завантаження фільтрів застосовують середньозернистий (розміри зерен 0,35...1,5 мм) і грубозернистий пісок (0,5...2 мм). Крім зернистих матеріалів фільтрувати воду можна через різні металеві сітки, перегородки.

За крупністю фільтруючого матеріалу розрізняють – дрібнозернисті (розміром часток верхнього шару завантаження 0,4 мм), середньозернисті (0,4...0,8 мм) і грубозернисті (більше 0,8 мм) завантаження.

Для запобігання виносу фільтруючого матеріалу з фільтратом застосовують спеціальні дренажні системи (пористі труби і плити, ковпачки та ін.) або укладають фільтруючі матеріали на підтримуючі шари (гравій, щебінка і т.п.), розташовані один за одним у порядку збільшення крупності часток.

При погіршенні якості фільтрату або значному збільшенні гідравлічного опору фільтра проводиться промивання фільтруючого матеріалу завантаження. За числом фільтруючих шарів фільтри існують одношарові, двошарові та багатшарові, наприклад, каркасно-засипні.

Швидкі фільтри можна завантажувати матеріалом з рівною крупністю часток або декількома різнорідними матеріалами, які розташовують у напрямку зменшення крупності завантаження. Фільтри застосовують з вертикальним низхідним або висхідним потоком води. Брудоемкість (кількість забруднень, кг, що видаляються з 1 м² поверхні завантаження фільтра) фільтрів з висхідним потоком води та зменшенням крупності завантаження, як правило, у 2 рази перевищує брудоемкість фільтрів з однорідним завантаженням і низхідним потоком води.

У системах виробничого водопостачання фільтрування води найчастіше здійснюється в напірних фільтрах із грубозернистим завантаженням кварцовим піском або дробленим антрацитом. Напірні фільтри застосовують для механічної очистки стічних вод після їх гравітаційного відстоювання.

Хімічна очистка стічних вод

Хімічні й фізико-хімічні способи застосовують для очистки стічних вод від колоїдних і розчинених речовин. До основних хімічних способів очистки відносяться окиснювання забруднюючих воду ре-

човин, нейтралізація із введенням у стічні води речовин з кислотою або лужною реакцією для забезпечення в них рН у межах 6,5...8,5.

Хімічна очистка може здійснюватися як самостійний метод перед подачею виробничих стічних вод у систему оборотного водопостачання, а також перед спуском їх у водойму або міську каналізаційну мережу. Більшу небезпеку представляють кислі стоки, які до того ж зустрічаються значно частіше, ніж лужні. Найбільше часто стічні води забруднені кислотами - сірчаною, азотною, соляною, а також їхніми сумішами. У більшості кислих стоків містяться солі важких металів, які необхідно видаляти.

З метою попередження корозії матеріалів очисних споруд, порушення біохімічних процесів у біологічних окиснювачах у водоймах, а також з метою осадження зі стічних вод солей важких металів кислі та лужні стоки необхідно піддавати нейтралізації.

При хімічному очищенні застосовують наступні способи нейтралізації: взаємна нейтралізація кислих і лужних стічних вод; нейтралізація реагентами (розчини кислот, негашене вапно, гашене вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$, кальцинована сода, аміак); фільтрування через нейтралізуючі матеріали (вапно, вапняк CaCO_3 , доломіт $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, магнезит MgO).

Вибір способу нейтралізації залежить від багатьох факторів: виду й концентрації кислот, що забруднюють виробничі стічні води, витрат і режиму надходження відпрацьованих вод на нейтралізацію, наявності реагентів, місцевих умов і т.п.

У процесі нейтралізації сірчано-кислих стічних вод вапняним молокоутворюється осад гіпсу, який має вологість 98...99%.

Установки для нейтралізації стічних вод (рис. 4.9) включають реагентне господарство, усереднювачі, змішувачі, контактні резервуари, відстійники для виділення шламу.

Кисла вода з усереднювача потрапляє до змішувача 1, який є одночасно і контактним резервуаром. Заглибний датчик 2, встановлений на виході зі змішувача, а також прилад системи автоматичного регулювання 3 дозволяють здійснювати автоматичне регулювання рН вод на виході зі змішувача. Вапняне молоко зі збірника 4 насосом 5 подається у приймальну частину 6 дозатора 7. Час перебування води в камері нейтралізації при використанні вапняного молока складає 5...30 хвилин, в залежності від наявності у воді солей важких металів та інших домішок.

Виробничі стічні води в більшості випадків являють собою слабо концентровані емульсії або суспензії, що містять колоїдні частки розміром 0,001...0,1 мкм, дрібнодисперсні частки розміром 0,1...10 мкм, а також частки розміром більше 0,1 мкм.

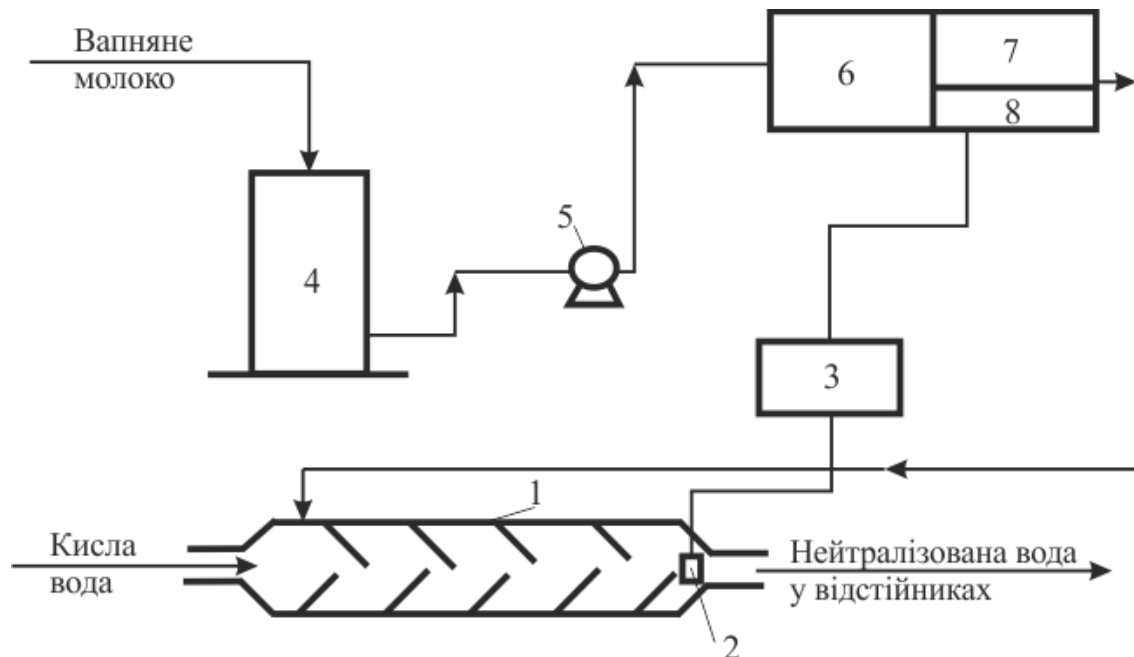


Рис. 4.9 – Схема установки для нейтралізації стічних вод: 1 - змішувач; 2 - заглибний датчик; 3 - пристрої системи автоматичного регулювання; 4 - збірник вапняного молока; 5 - насос; 6 – приймальна частина дозатора; 7 - дозатор; 8 - виконавчий механізм

У процесі механічної очистки зі стічних вод легко видаляються частки розміром більше 10 мкм, дрібнодисперсні й колоїдні частки практично не видаляються. Стічні води багатьох виробництв після споруд механічної очистки являють собою агрегативно-стійку систему. Для їх очистки застосовують методи коагуляції, при цьому агрегативна стійкість порушується, утворюються більші агрегати часток, які видаляють зі стічних вод механічними методами.

Застосування електрохімічних методів для очистки промислових стічних вод засновано на їх електролізі, тобто на пропусканні через них постійного електричного струму за допомогою занурених електродів. Очистка методом електрокоагуляції основана на їх електролізі з використанням металевих (стальних або алюмінієвих) анодів, що підлягають електролітичному розчиненню. Внаслідок розчинення анодів вода збагачується відповідними іонами, які потім утворюють у нейтральному чи слабколужному середовищі гідроксид алюмінію або гідроксид заліза, яка під впливом розчиненого у воді кисню переходить у гідроксид заліза. У результаті здійснюється процес коагуляції, аналогічний обробці води відповідними солями алюмінію або заліза. Однак, на відміну від застосування коагулянтів, при елек-

трокоагуляції вода не збагачується сульфатами чи хлоридами вміст яких в очищеній воді лімітується як при скиданні у водойми, так і при повторному використанні в системах оборотного водопостачання.

Електрокоагуляційні методи застосовують в основному для очистки стічних вод із нейтральною або слабколужною реакцією (рН=5...9). Електрокоагуляція у поєднанні з електрофлотацією або без неї застосовується, головним чином, для видалення зі стічних вод нерозчинених тонкодиспергованих домішок, що утворюють у воді різні колоїдні системи.

Електрофлотацію застосовують для обробки невеликої кількості стічних вод і технологічних розчинів у гальванічному виробництві при витраті не більше 20...40 м³/год з високим вмістом солей і низькою електропровідністю.

При електрофлотації можливе використання коагулянтів і флокулянтів, а також комбіновані схеми напірної флотації та електрофлотації. Сутність цього способу очистки стоків полягає в перенесенні забруднюючих часток з рідини на її поверхню за допомогою пухирців газу, що утворюються при електролізі стічної води. У процесі електролізу води на катоді виділяється водень, а на аноді - кисень.

Фізико-хімічні методи очистки

При фізико-хімічному очищенні використовують наступні методи: *коагулювання із введенням у стічні води речовин – коагулянтів*, що сприяють прискоренню виділення з них нерозчинених і частинирозчинених забруднень; *екстракцію* – введення в стічні води речовини, що не змішується з ними, але здатної розчиняти забруднення, що перебувають в них. При цьому сам розчинник не повинен розчинятися у воді.

Рідинна екстракція органічними розчинниками(екстрагентами) - один з найпоширеніших методів добування зі стічних вод фенолів і жирних кислот при відносно високому їхньому вмісті, особливо продуктів, що представляють технічну цінність. Процес екстракції є, як правило, багатоступінчастим, тобто складається з ряду послідовно проведених процесів змішання вихідної стічної води з розчинником (екстрагентом) і наступного розподілу рідких фаз, що незмішуються.

Флотація полягає в пропусканні через стічну воду повітря, пухирці якого при русі нагору захоплюють забруднюючі воду речовини. Під дією молекулярних сил дрібні частки суспензій і емульсій (наприклад, нафтопродуктів) злипаються з пухирцями диспергованого в стічній воді повітря і системи, що утворюються, спливають на поверхню.

Адсорбція – здатність деяких речовин концентрувати на своїй поверхні речовини, що перебувають у стічних водах.

Абсорбція – це процес переходу молекул речовин з газу в рідину.

Евапорація – пропускання через нагріту стічну воду водяної пари.

Очистка виробничих стічних вод методом флотації. Флотація відноситься до фізико-хімічних методів очистки стічних вод і застосовується в багатьох виробництвах нафтопереробної, гірської, металургійної промисловості, машинобудівної, хімічної, харчової, целюлозно-паперової, шкіряної, м'ясо-молочної промисловості тощо. Вона використовується також для виділення активного мулу після біологічної очистки.

Останнім часом широке застосування для прояснення стічних вод, забруднених легкими високодисперсними суспензіями, одержав метод флотації. Ефект флотації полягає в тому, що дисперговані в тонкій суспензії пухирці повітря прилипають до часток суспензії й спливають разом з ними на поверхню рідини, утворюючи над нею піну (флотаційний шлам). У процесі флотації в пінний шар переходять емульсії нафтопродуктів, жирів, а також розчинені у стічних водах різні поверхнево-активні речовини.

Перевагами флотації є безперервність процесу, широкий діапазон застосування, невеликі капітальні вкладення і експлуатаційні витрати, проста апаратура, селективність виділення домішок, у порівнянні з відстоюванням більша швидкість процесу, а також можливість одержання шламу (пінного продукту), більш низької вологості, високий ступінь очистки (95...98%), можливість рекуперації речовин, що видаляються. Концентрація нафтопродуктів у стоках після очистки флотацією нижча в порівнянні з очисткою у нафтоуловлювачі.

Серед різновидів флотаторів найбільше поширення отримав флотатор, побудований на принципі диспергування повітря турбіною насосного типу (імпелером). Такі установки застосовують для видалення зі стічних вод емульгованих нафтопродуктів.

На флотаційний процес впливають: рН стічних вод, температура стоків, солеміст, конструкція флотаційної установки та ін. Розрізняють такі види флотації:

- з виділенням повітря з розчину (напірна, вакуумна, ерліфтна, ежекторна);
- з механічним диспергуванням повітря (імпелерні, безнапірні і пневматичні флотаційні установки);

- з подачею повітря через пористі матеріали; – електрофлотація;
- біологічна й хімічна флотації.

Флотаційні установки бувають: одно-, двох- і багатоканерні. Найбільше поширення знайшли напірні установки (рис. 4.10). Вони прості й надійні в експлуатації й дозволяють очищати стоки з концентрацією завислих речовин до 5...10 г/л і навіть вище.

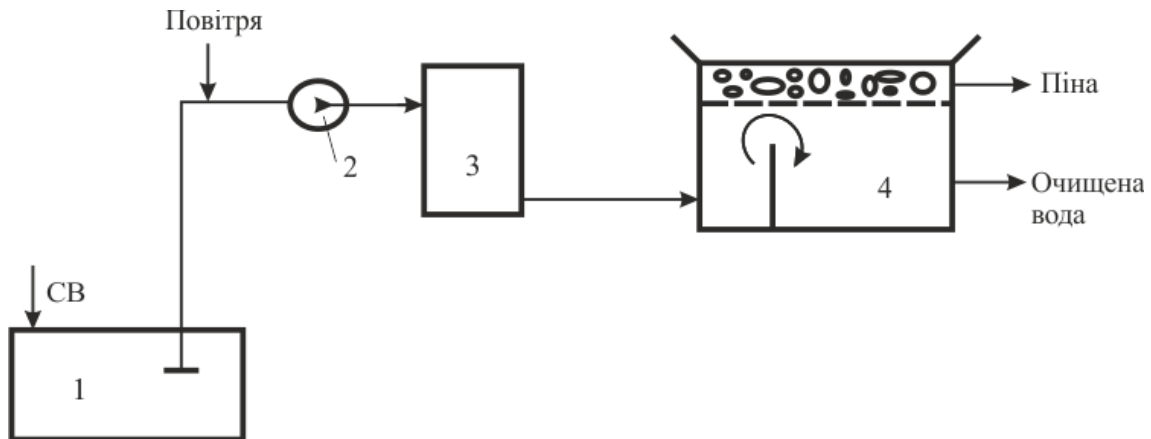


Рис. 4.10 – Принципова схема напірної флотації: 1 – ємкість; 2 – напірний бак; 3 – флотатор

Процес здійснюється у дві стадії: 1) насичення води повітрям під тиском; 2) виділення розчиненого газу під атмосферним тиском. Напірні флотоустановки мають продуктивність від 5...10 до 2000 м³/год. При проектуванні флотаторів для очистки стічних вод з витратою до 100 м³/год приймаються прямокутні в плані камери глибиною 1...1,5 м з горизонтальним рухом води, а з витратою більше 100 м³/год — радіальні флотатори глибиною не менше 3 м. Глибина зон флотації й відстоювання приймається не менше 1,5 м, а тривалість перебування води в них, відповідно, не менше 5 і 15 хв. Площу флотаційної камери треба приймати виходячи з гідравлічного навантаження 3...6 – 10 м³/год на 1 м² площі поверхні камери.

Горизонтальна швидкість руху води в прямокутних і радіальних флотокамерах - не більше 5 мм/с. Об'єм флотокамери складається з об'ємів робочої зони (глибина 1,0...3,0 м), зони формування і нагромадження піни (глибина 0,2...1 м), зони осаду (глибина 0,5...1,0 м). Кількість флотокамер повинно бути не менше двох і всі камери робочі.

Флотатори-відстійники є комбінованими спорудами, що складаються із круглого у плані радіального відстійника з вбудованою у

нього підвісною флотокамерою. Воду, що очищається, насичують повітрям за допомогою насоса і подають у флотатор через редукційний клапан, розташований в окремій камері. Застосовують для очистки великих обсягів стічних вод. Розроблені типові проекти радіальних флотаторів і флотаторів - відстійників з пропускною здатністю 300, 600 і 900 м³/год, що мають відповідно діаметри 9, 12 і 15 м і глибину 3 м.

Очистка стічних вод від розчинених органічних домішок регенераційними методами. Застосування регенераційних методів для очистки виробничих стічних вод дозволяє не тільки знешкоджувати стічні води, але також вилучати з них цінні домішки. У ряді випадків очищені стічні води можуть бути повторно використані у виробництві. Повернення у виробництво вилучених домішок зменшує втрати сировини, реагентів і продукції та часто робить процес очистки стічних вод рентабельним. Створення комплексних безвідхідних виробництв підвищує значення і перспективи використання регенераційних методів очистки стічних вод.

Очистка стічних вод методом екстракції. Екстракційний метод широко застосовується для очистки стічних вод від органічних домішок, особливо фенольних стічних вод термічної переробки твердих палив (вугілля, сланцю, торфу). Використання методу екстракції економічно доцільне у випадку значної концентрації органічних домішок або високої вартості речовини, що вилучаються. Наприклад, добування фенолів зі стічної води раціональне за їх концентрації не менше 2...4 г/л.

У процесі екстракції розчинена речовина розподіляється між стічною водою і екстрагентом до досягнення рівноваги, яка характеризується законом рівноважного розподілу, який виражають через коефіцієнт розподілу, що залежить від ряду факторів: температури, присутності домішок у воді та екстрагенті тощо.

Для успішної реалізації процесу екстракції екстрагент повинен мати наступні властивості: 1) мати добру екстрагуючу здатність стосовно речовини, що вилучається, тобто високий коефіцієнт розподілу; 2) володіти певною селективністю - здатністю екстрагувати із складної водної системи одну або певну групу речовин; 3) відрізнятися малою розчинністю у воді (з іншого боку, вода повинна мало розчинятися в екстрагенті); 4) помітно відрізнятися щільністю від щільності води, що забезпечує швидкий і повний розподіл фаз; 5) мати температуру кипіння, що значно відрізняється від температури кипіння екстрагуючої речовини, що забезпечує легкість їхнього розділу; 6) не взаємодіяти з екстрагуючою речовиною, матеріалом апаратури і не піддаватися помітному гідролізу; 7) мати невелику пито-

му теплоту випаровування та малу теплоємність, що дозволяє знизити витрати пари і охолоджувальної води; 8) мати можливо меншу вогнебезпечність, вибухонебезпечність і токсичність; 9) мати низьку вартість.

Органічні розчинники (наприклад, бензол, прості й складні ефіри) застосовуються для екстракційної очистки стічних вод від фенолів у коксохімічній, сланцепереробній і вуглепереробній промисловості.

У якості екстрагентів при добуванні фенолів у деяких випадках використовують різні технічні продукти, такі, як антраценове масло, сирий бензол, що містить толуол, ксилоли та інші домішки, побічні продукти виробництва бутилового спирту, одержувані при ректифікації бутилового й ізобутилового спиртів. Ці екстрагенти мають низьку вартість і дозволяють значно зменшити вартість очистки стічних вод. Основний недолік зазначених екстрагентів - нестабільність складу.

Часто екстракція сумішшю двох розчинників виявляється більш ефективною, ніж роздільне застосування компонентів суміші.

Для екстракційної очистки стічних вод застосовують схеми багатоступінчастої противоточної екстракції і безперервної противоточної екстракції. Схеми установок одноступінчастої (однократної) і багатоступінчастої екстракції в перехресному струмі не одержали поширення внаслідок недостатньої ефективності і великої витрати екстрагента.

При екстракції за багатоступінчастою противоточною схемою стічна вода і екстрагент надходять із протилежних кінців установки, що складається з декількох ступенів, кожна з яких включає змішувач води і екстрагенти тавідстійник (або відцентровий сепаратор). Стічна вода і екстрагент рухаються назустріч один одному, в результаті очищена стічна вода виходить із останнього ступеня, а кінцевий екстракт - з першого ступеня. На останньому ступені стічна вода, що містить невелику кількість вилучаємих домішок змішується зі свіжим екстрагентом, а на першому ступені вихідна стічна вода контактує з екстрагентом, що містить деяку кількість домішок. Завдяки цьому досягається більша рушійна сила процесу екстракції і висока ефективність очистки стічних вод.

При безперервної противоточної екстракції стічна вода (дисперсійнесередовище) і краплі диспергированного екстрагента (дисперсна фаза) рухаються назустріч один одному й домішки стічної води безупинно переходять в екстрагент. Поділ фаз відбувається на вході й виході з апарата. Ця схема також забезпечує високу рушійну силу процесу екстракції.

При безперервній протитечійній екстракції стічна вода (дисперсійне середовище) та краплі диспергированого екстрагенту (дисперсійна фаза) рухаються назустріч одна одній і домішки стічної води безперервно переходять в екстрагент. Розділ фаз здійснюється на вході та виході з апарата. Ця схема також забезпечує високу рушійну силу процесу екстракції.

У деяких випадках екстрагент може бути дисперсійним середовищем. Метод безперервної противоточної екстракції найбільш часто використовується для очистки стічних вод. Відповідно до зазначених схем для очистки стічних вод застосовують дві групи екстракційних апаратів: 1) східчасті екстрактори; 2) диференційно-контактні екстрактори, у яких відбувається практично безперервна зміна складу фаз.

Технологічна схема очистки стічних вод екстракційним методом залежить від кількості і складу стічних вод, властивостей екстрагента, способу його регенерації і ряду інших факторів. Зазначена технологічна схема включає зазвичай чотири установки: 1) підготовки води; 2) екстракції; 3) регенерації розчинника з очищеної води; 4) регенерації розчинника з екстракту.

До складу установок підготовки води для екстракційної очистки зазвичай включають відстійники, флотатори, фільтри для механічної очистки; нейтралізатори для доведення рН до необхідної величини; карбонізатори для обробки стічних вод, що містять аміак; поверхневі холодильники для охолодження стічної води до температури не вище 30...40 °С.

Очистка перегонкою і ректифікацією. Перегонка і ректифікація є одним з найпоширеніших методів видалення зі стічних вод розчинених органічних рідин. Установки перегонки і ректифікації стічних вод, як правило, входять до складу технологічних схем основних виробництв. Видалені зі стічної води домішки звичайно використовують на цих же виробництвах.

Для очистки стічних вод застосовують просту перегонку, перегонку в присутності водяної пари або інертних носіїв, азеотропну перегонку, а також ректифікацію у відгінних колонах, у присутності водяної пари і азеотропну ректифікацію.

Специфічність процесу очистки стічних вод цими методами обумовлюється відносно малими концентраціями домішок і необхідністю практично повного виділення їх зі стічних вод.

Просту перегонку проводять на установці періодичної дії шляхом поступового випарювання стічної води, що перебуває в перегінному кубі. Пари, що утворюються, конденсуються в конденсаторі-холодильнику, і дистилат надходить у збірник. Просту перегонку

здійснюють також і безперервним методом. Метод простої перегонки доцільно застосовувати для очистки стічних вод від домішок, температура кипіння яких значно нижче температури кипіння води (ацетон, метиловий спирт і т.п.).

Досить часто для очистки стічних вод застосовують перегонку з водяною парою. Відмінність цієї схеми від схеми простої перегонки полягає у введенні гострої пари безпосередньо в стічну воду, що спрощує конструкції перегінних апаратів, знижує витрату тепла на перегонку. Для відгону зі стічної водидомішок використовують інертні носії, наприклад газу, азот, диоксид вуглецю та ін. Застосування цього методу доцільно для виділення домішок, що мають високий тиск пари і, відповідно, низьку температуру кипіння, зміст яких у стічній воді не великий (100...200 мг/л).

Недоліком методу відгону з інертними носіями є складності, які пов'язані з відділенням дистилляту, що важко спалюється від інертного носія.

Очистка стічних вод від розчинених органічних домішок деструктивними методами. До основних деструктивних методів знешкодження стічних вод від органічних домішок відносяться термоокислювальні, окислювальні методи (наприклад, озонування, хлорування), а також електрохімічне окиснення. Деструктивні методи застосовують у разі неможливості або економічної недоцільності вилучення домішок зі стічних вод. Вибір деструктивного методу для знешкодження стічних вод здійснюється з урахуванням витрати стічних вод, складу та властивостей домішок, вимог до якості очищеної води та можливості її повторного використання.

До термоокислювальних методів знешкодження стічних вод відносяться парофазне окиснювання ("вогневий" метод) та рідкофазне окиснювання. Сутність цих методів полягає в окислюванні домішок киснем повітря при підвищеній температурі.

4.4.4. Проблеми очищення стічних води деяких галузей харчової промисловості

Для виробничої діяльності підприємств цукрової галузі характерним є значне забруднення повітря, водних ресурсів, виснаження земель.

Серед основних забруднюючих речовин, що викидаються *цукровими* заводами в атмосферне повітря треба відмітити зазначити продукти згорання палива ТЕЦ (природного газу), відпрацьований сатураційний газ (оксид вуглецю), аміак від випарних установок, оксид заліза та сполуки мангану при газовому різанні металу та елект-

родуговону зварюванні, масляна та оцтова кислоти від сховища жому, сірководень та карбонові кислоти від полів фільтрації.

Істотними забруднювачами середовища є осади, що утворюються у відстійниках-накопичувачах та після фільтрування очищеного вапнокарбонізацією дифузійного соку. До їх складу входять органічні та мінеральні речовини. Осади після фільтрування складаються переважно з карбонату кальцію, який після спеціальної обробки може застосовуватися в якості адсорбенту в технологічному процесі або інших галузях промисловості.

Основною ж екологічною проблемою цукрових заводів є значне водоспоживання, адже більшість підприємств не мають зворотного водопостачання. На цих підприємствах для переробки 1 т цукрового буряку споживають близько 8 т вихідної води. Впровадження системи зворотного водоспоживання дає можливість знизити цей показник до 1,25...2,5 т. Кількість стічних вод, що направляються на очисні споруди, становить 224 % маси буряку.

В технологічному процесі виробництва цукру вода, перш за все, використовується для миття буряків, екстрагування цукрози з бурякової стружки, промивання фільтраційного осаду, а також цукру в центрифугах. Також вода в бурякоцукровому виробництві використовується як хімічний реагент при одержанні вапняного молока із оксиду кальцію для очищення дифузійного соку.

Значна кількість води використовується як охолоджувальний агент під час конденсації утфельної пари й одержанні вакууму для уварювання утфелю; охолодженні напівпродуктів виробництва (утфелю останньої кристалізації), охолодженні і промиванні сатураційного газу, також для охолодження різних агрегатів, компресорів і підшипників насосів.

У значних кількостях вода застосовується як середовище, що транспортує буряки з кагатного поля у бурякомийне відділення цукрового заводу, а із заводу – відходи виробництва: жом, фільтраційний осад, транспортерно-мийний осад до місць їх складування. Найбільш забрудненими органічними домішками є транспортерно-мийна та жомпресова води, кількість яких може сягати відповідно 60 % до маси перероблених буряків. Вони містять значну кількість органічних речовин у розчиненому стані та у вигляді завислих часточок: цукрозу і продукти її розкладання, білки та інші азотисті речовини, пектин, сапонін, пентози, солі калію, магнію, фосфорної і соляної кислот тощо. Оскільки стічні води містять значну кількість поживних речовин для розвитку мікроорганізмів, то в них швидко відбуваються процеси бродіння і загнивання.

Частково воду використовують повторно, наприклад, конденсати з випарних установок. Однак і вони містять у своєму складі аміак та інші речовини, тому потребують очищення. Води, які використовують для охолодження турбін, котельні, змішувачів та іншого обладнання, зараховують до умовно чистих. Їх можна використовувати повторно після відповідної підготовки.

Забруднені води III категорії містять у своєму складі завислі речовини, залишки ґрунту та органічних речовин у твердому і розчиненому станах. Після змішування зі стічними водами станції жомопресування та після миття обладнання вони надходять у відстійник, а потім на поля фільтрації, де природне самоочищення стічної води відбувається за рахунок дії симбіозу природних мікроорганізмів та шляхом фільтрування у шарі ґрунту. Такий спосіб очищення призводить до неефективного використання великих площ під фільтраційні карти, втрати водних ресурсів, викидів в атмосферу шкідливих продуктів мікробіологічних процесів розкладання органічних сполук стічних вод.

Незначна кількість цукрових заводів використовують штучне біологічне очищення у ставках-накопичувачах або спеціальних спорудах – біофільтрах.

Ефективним є комплексний реагент для використання в технології очищення вод різних категорій цукрового виробництва, зокрема жомопресової, барометричної, транспортерно-мийної, води для розчинення клеровки тростинного цукру сирцю, а також для освітлення цукровмісних розчинів для поляриметричного аналізу цукровмісних продуктів. До складу реагента входять солі основного сульфату алюмінію та полігексаметиленгуанідину гідрохлориду (ПГМГХ).

В *олієжировій промисловості* більше уваги треба приділяти заходам, спрямованим на зменшення кількості забруднювальних речовин у стічних водах, що скидаються безпосередньо у водойми. Високий ефект дає застосування реагентних методів очищення стоків (з сульфатом та основними солями алюмінію і хлоридом кальцію), використання мембранних методів очищення води з метою усунення недоліків реагентного методу (наявність реагентів, потреба в спеціальних спорудах, проблема утилізації продукту очищення у зв'язку з видозміненням жирів тощо).

У *плодоовочевій промисловості* перспективним природоохоронним заходом є перехід на біологічні способи очищення стічних вод з використанням одноклітинної водорості хлорели.

Для *спиртової промисловості*, де більшість підприємств не мають очисних споруд, для захисту водойм від забруднення стічними водами доцільним є створення замкнених систем водопостачання з

використанням очищених стічних вод у системі технічного і зворотного водоспоживання і забором свіжої води з джерел лише для господарсько-побутових потреб і підживлення оборотної системи.

У *маргариновій промисловості* найефективнішою є мембранна технологія водопідготовки і очищення стоків, що забезпечує значну економію жирів, води та енергоресурсів.

Стічні води заводів первинного виноробства відносяться до найбільш забруднених в харчовій промисловості. Вони являють собою гетерогенні багатокомпонентні системи з різким коливанням якісного і кількісного складів протягом усього періоду роботи заводу. При переробці винограду в них потрапляють залишки м'якоті і шкірки виноградної ягоди, сусло і осадки гущі. Такі води мають кислу реакцію, а до їхнього хімічного складу входять білки, редуруючі цукри, органічні кислоти, амінокислоти, біополімери і фенольні речовини.

Стічні води вторинного виноробства менш забруднені, у порівнянні з заводами первинного виноробства. Вони утворюються в основному під час прибирання приміщень, миття посуду та обладнання. На ступінь їх забруднення впливають пресовані клейові осадки, залишки вина, залишки паперу та інші забруднення зі стоків пляшкомиючих машин. Вони мають слаболужну реакцію, містять соду, луг, етиловий спирт, фенольні речовини і продукти їх поліконденсації.

Стічні води коньячного виробництва відносяться до висококонцентрованих і токсичних, які містять велику кількість органічних кислот, цукрів, поліфенолів та інших речовин, що утворюються під час отримання коньячного спирту.

У багатьох країнах ведеться пошук найбільш економічних і високоефективних способів очищення стічних вод. В основному це є поєднання класичних методів очищення з новими, які передбачають анаеробні та аеробні способи очищення з використанням їм мобілізованих мікроорганізмів.

Анаеробні процеси розкладання органічних з'єднань з отриманням біогазу та його використання для побутових цілей відомі досить давно. При цьому, метанове бродіння повинно розглядатися не тільки як засіб захисту навколишнього середовища, але і як метод отримання газоподібного палива, цінних органічних добрив і кормових добавок.

На підприємствах виноробної промисловості біогаз можна використовувати: в системах опалення будь-яких приміщень, для сушки відходів виробництва, в домашніх газових плитах, у спеціальних генераторах для виробництва електроенергії, для підігріву води, опалення теплиць, та інших цілей.

Біодеградація органічних речовин під час метанового бродіння в метантанк протікає в три після послідовної фази. У першій, гідролітичній фазі, близько 76 % органічних речовин переходять у вищі жирині кислоти, до 20 % - в ацетат і 4 % - в водень. Вона може бути розбита на фази гідролізу та ацидогенезу (утворення кислот). У другій фазі основним процесом є утворення з вищих кислот ацетату (52 %) і водню (24 %). У третій фазі (бродіння) метаногенні бактерії утворюють з ацетату 72 % метану, а з під водню і діоксиду вуглецю - 28 % метану.

Біологічне аеробне очищення здійснюють у біофільтрах, аеротенках, на зрошувальних полях і в біологічних ставках. Біофільтри будують у вигляді залізобетонних резервуарів діаметром до 30 м і висотою: низькі – 1, 5...2 м, високі – 2...4 м і баштові – 10...20 м. На дірчасте днище резервуара накладають щебні, гальку, керамзит або градчасті блоки з пластмаси. На поверхні укладених матеріалів поселяють мікроорганізми, які харчуються органічними примусами стічних вод. Мікроорганізми перетворюють органічні речовини на низькомолекулярні органічні і неорганічні сполуки (переважно на діоксид вуглецю, метан, аміак і воду або ін.).

УкрНДІспиртбіопрод і ООО «Інтермаш» розробили технологію двоступеневого очищення стічних вод спиртових заводів, яка включає в себе анаеробно передочистку їх в метантенках з утворенням біогазу та заключне аеробне очищення. Принципова схема матеріальних потоків розробленої технології показана на рис. 4.11.

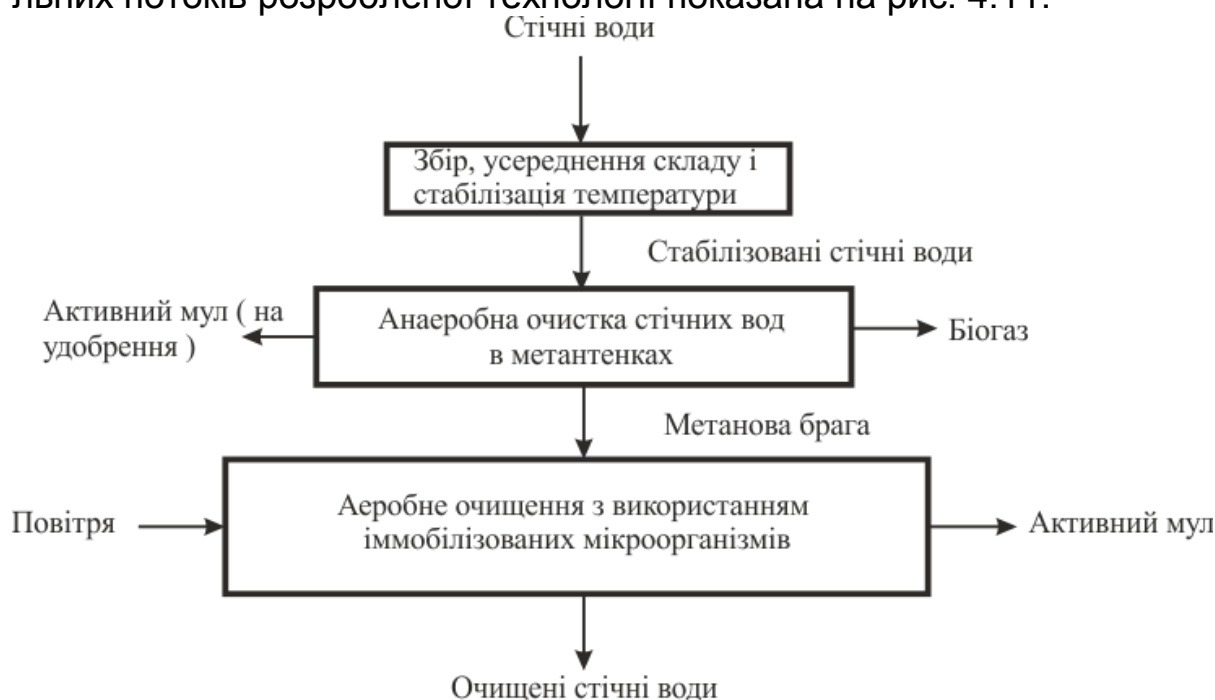


Рис. 4.11 – Схема двостадійного очищення стічних вод

Анаеробна стадія очищення концентрованих стічних вод потребує забезпечення оптимальної температури процесу 35...37 °С. Під час метаногенеза утворюється біогаз, який можна утилізувати і тим самим економити витрату основного палива для забезпечення виробничих цілей.

Після анаеробної очистки стічні води будуть відноситися до класу концентрованих.

Друга заключна стадія очищення стічних вод (аеробне очищення) проводиться за допомогою повітря і мікроорганізмів, іммобілізованих на стаціонарних волокнистих носіях.

Перед класичними методами очищення стічних вод така система біологічної очистки має такі переваги: прискорений запуск системи і можливість тривалих зупинок; зменшення витрат повітря до 30 %; висока стабільність очищення незалежно від концентрації забруднень в стічних водах; мінімум обладнання і простота його обслуговування; відсутність рідких відходів; стабільність в роботі при пікових навантаженнях.

Біологічне очищення стічних вод проводиться в неперервному потоці, який підвищує продуктивність обладнання, полегшує умови роботи обслуговування персоналу, дозволяє автоматизувати всі процеси.

Інтенсифікація швидкості споживання органічних і мінеральних речовин підвищує ефективність очищення за рахунок зменшення капітальних витрат на спорудження метантенків іммобілізованих на біологічно інертному поліамідному волокнистому носії, який має добру адгезійну здатність до мікрофлори аеротенка. Іммобілізація аеробних мікроорганізмів на носіїві дозволяє зменшити їх винесення з очищеними стічними водами, створити просторову сукцесію, в якій кожне утворення займає своє місце, що сприяє підвищенню ефективності очищення.

Таким чином, анаеробноаеробне очищення дозволяє зменшити забрудненість стічних вод на 98,2... 99,8 % відповідно. Подальша їх доочищення проводиться ціанобактеріями у фотобіореакторі або в біоставках, після чого очищені стічні води можна скидати у відкриті водойми.

Наведена технологія дозволяє очищати стічні води з будь-якою концентрацією забруднюючих речовин, скоротити тривалість очищення з 500 до 90 год., зменшити капітальні витрати на будівництво очисних споруд, отримати допоміжне паливо - біогаз і активний мул, як добриво для сільського господарства.

Утворення стічних вод є невід'ємною частиною кожного технологічного процесу на підприємствах *молочної промисловості*, але за концентрацією забруднювачів даних стічних вод можна визначати можливі шляхи їх очищення.

У молочної промисловості витрати води на підприємстві складають в середньому 20...2000 м³ на добу в залежності від потужності даного заводу. Воду використовують в різноманітних технологічних процесах, для санітарно-гігієнічних цілей, в виг ляді теплоносія (пара), для мийтя території тощо. Вода на молочних заводах надходить із сировиною (в середньому 1,5% переробленого на підприємстві молока). Вилучаючи з неї всі корисні речовини, воду, що залишилася, можна використовувати на технічні потреби, не споживаючи чистої води взагалі. Це стосується заводів, де з молока вилучаються його складові частини. Якщо продукт готується з незбираного молока чи у вигляді вторинного продукту із сироватки, то вода, яка міститься в молоці, йде на споживання. В цьому випадку необхідна певна кількість свіжої (водопровідної) води для миття обладнання. Концентрація забруднень стічних вод різних підприємств молочної промисловості має значний діапазон коливань, що обумовлено не лише різноманітним асортиментом продукції, яка випускається, але і коливаннями виходу і забрудненості стоку протягом доби. Діапазон змін рН середовища від 3,6 до 10,4, температури - від 15 до 35°C. Вміст жирів у стічних водах цехів, що випускають продукцію з високим вмістом жиру (масло, вершки, сметану) складає 200...400 мг/л. Дисперсна фаза представлена, в основному, жирами, частинками скоагульованого білку: у розчиненому стані знаходяться органічні кислоти, молочний цукор. Вміст лактози в стоках коливається в межах 0,04...0,25%; жиру: 0,01...0,15%. Мікробіологічна забрудненість стоків молочних підприємств невисока і представлена, в основному, мікроорганізмами, що викликають молочнокисле, спиртове, пропіоновокисле і маслянокисле бродіння.

Отже, стоки молокопереробних підприємств, не зважаючи на значні коливання концентрації забруднюючих речовин, можуть бути вихідним субстратом для біохімічного очищення. Перед скидом стічних вод молокозаводів у водойми потрібне їх повне очищення до БСК 15...25 мг О₂/л., а у окремих випадках і більш глибоке. Очищення стоків від забруднюючих речовин на молокопереробних підприємствах має здійснюватися на локальних очисних спорудах. Існують різноманітні методи їх очищення. Основною стадією технології очищення є біохімічне розкладання (окиснення) органічних речовин за допомогою асоціації мікроорганізмів. На цьому принципі заснована і традиційна технологія очищення міських (комунальних) стічних вод.

Вона ж може застосовуватися і для очищення промислових (молочних) стічних вод, з обов'язковим врахуванням специфіки забруднювальних речовин стоків молокозаводів. Складність біохімічного очищення стічних вод молокозаводів за допомогою аеротенків може полягати в тому, що вони містять швидкометаболізуючу лактозу і білки, які повільно розкладаються аеробними мікроорганізмами. Такі стічні води відносяться до концентрованих за органічними забрудненнями, тобто величина ХСК в даному випадку перевищує 2000 мг O_2 /л. Виходом з цієї проблеми може бути застосування комплексної анаеробно-аеробної схеми очищення стоків молочних заводів, що, як відомо, здатна нейтралізувати велику кількість забруднювачів (величина ХСК становить від 2 до 7...8 десятків тисяч мг O_2 /л). Метанове бродіння використовується як попередня стадія очищення концентрованих стоків із послідуочим обов'язковим аеробним доочищенням. При цьому утворюється велика кількість біогазу (вміст метану 60...80%). Крім цього в процесі метанового бродіння стічних вод харчових виробництв (в тому числі і молочних) утворюється значна кількість вітамінів групи В, особливо вітаміну B_{12} (40...50 мкг на 1 г сухого активного мула), та незамінні амінокислоти, що свідчить про високу корисну цінність мулу.

В цілому, захисту навколишнього середовища для підприємств харчової промисловості має сприяти комплекс захисних заходів, які визначаються системою державних законодавчих актів, у відповідності з якими повинні виконуватися наступні дії: 1) контроль забруднення атмосфери викидами харчових підприємств; 2) архітектурно-планувальні та конструктивно-технологічні заходи; 3) очищення вентиляційного повітря димових та технологічних газів перед викидом в атмосферу.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте проблеми харчових і переробних підприємств у забезпеченні екологічності виробництва.
2. Мотивація підприємств галузі у забезпеченні екологізації виробництва.
3. Дайте оцінку екологічного стану і потенціалу харчової промисловості України.
4. Навіщо проводять екологічну експертизу харчових і переробних підприємств АПК?
5. Екологічний аудит як інструмент регулювання впливу підприємств на довкілля.

6. Еколого-економічне обґрунтування «зеленої» модернізації харчових і переробних виробництв.
7. Діяльність людей як чинник зростання кількості твердих відходів у побуті та на виробництві.
8. Склад твердих виробничих і побутових відходів та їх вплив на довкілля.
9. Відходи харчових підприємств і закладів ресторанного господарства. Напрямки їх використання та знешкодження.
10. Морфологічний склад полігонів твердих промислових і побутових відходів України.
11. Напрямки вторинної переробки твердих промислових відходів.
12. Способи утилізації дистильованої рідини у содовій промисловості.
13. Чи доцільний поділ на компоненти промислового сміття? Як його утилізувати?
14. На які класи токсичності поділяють тверді промислові відходи.
15. Застосування термічних методів обробки для знешкодження та утилізації твердих промислових відходів.
16. Застосування піролізу для виробництва енергоносіїв з твердих відходів.
17. Комплексна система управління з утилізацією твердих виробничих і побутових відходів.
18. Напрямки переробки твердих відходів у корисні матеріали і товари.
19. Особливості облаштування полігонів для складування і захоронення твердих відходів.
20. Законодавство України про обмеження можливостей підприємств, щодо утворення та розміщення твердих відходів.
21. Принципи і шляхи вирішення проблеми утилізації твердих відходів.
22. Закордонний досвід поводження з твердими відходами і вилучення з них цінних компонентів.
23. Наведіть класифікацію стічних вод. Опишіть їх склад і властивості.
24. Характеристика стічних вод основних галузей харчової і переробної промисловості.
25. Назвіть методи очищення промислових стічних вод.
26. В чому заключається механічне очищення стічних вод?
27. Коагуляція і флокуляція як способи очистки стічних вод.
28. Різновиди фільтрування як засоби очищення стічних вод.

29. Хімічне очищення стічних вод переробних і харчових підприємств.
30. Електрохімічні методи очищення стічних вод.
31. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод.
32. Які особливості очищення виробничих стічних вод методом флотації?
33. Назвіть способи очищення стічних вод від органічних домішок.
34. Роль екстракційних методів в очищенні стічних вод.
35. Які екстрагенти використовують при очищенні стічних вод?
36. Особливості застосування перегонки і ректифікації в процесах очищення стічних вод.
37. Які методи очищення стічних вод відносять до деструктивних?
38. Охарактеризуйте проблеми очищення стічних вод у цукровій промисловості.
39. Охарактеризуйте біологічні способи очищення стічних вод у плодоовочевій промисловості.
40. Особливості очищення стічних вод в оліє жировій і м'ясопереробній промисловості.
41. Особливості очищення стічних вод виноробних, спиротових і кон'ячних заводів.
42. Очищення стічних вод з залученням іммобілізованих мікроорганізмів.
43. В чому заключається двохступеневе очищення стічних вод за технологією УкрНДІспиртбіопрод?
44. В чому заключається двохступеневе очищення стічних вод м'ясо- і молокопереробних підприємств?
45. Комплексна анаеробно-аеробна схема очищення стоків м'ясокомбінатів і молочних заводів.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Таблиці переведення фізичних величин

Таблиця 1

Переведення одиниць вимірювання площі

Перерахунок	В							
	см ²	м ²	км ²	дюйм ²	фут ²	ярд ²	акр	миля ²
см ²	1	0,0001	–	0,155	0,001076	0,0001196	–	–
м ²	10000	1	0,000001	1550	10,7639	1,19599	0,0002471	–
км ²	–	1000000	1	–	–	–	247,105	0,386102
дюйм ²	6,4516	0,000645	–	1	0,006944	0,000772	–	–
фут ²	929,03	0,092903	–	144	1	0,111111	0,000023	–
ярд ²	8361,27	0,836127	–	1296	9	1	0,0002066	–
акр	–	4046,86	0,004047	–	43560	4840	1	0,001562
миля ²	–	–	2,589987	–	–	–	640	1

Таблиця 2

Переведення одиниць вимірювання маси

Перерахунок	В						
	кг	тона	фунт	Англ. cwt	Англ. тона	Амер. cwt	Амер. тона
кг	1	0,001	2,20462	0,019684	0,000984	0,022046	0,001102
тонна	1000	1	2204,62	19,6841	0,984207	22,0462	1,10231
фунт	0,453592	0,000454	1	0,008929	0,000446	0,01	0,0005
Англ. cwt	50,8023	0,050802	112	1	0,05	1,12	0,056
Англ. тона	1016,05	1,01605	2240	20	1	22,4	1,12
Амер. cwt	45,3592	0,045359	100	0,892857	0,044643	1	0,05
Амер. тона	907,185	0,907185	2000	17,8517	0,892857	20	1

Таблиця 3

Переведення одиниць вимірювання енергії

Перерахунок	В				
	Btu	Терм	Дж	кДж	кал
Btu	1	0,00001	1055,06	1,055	251,996
терм	100000	1	–	105 500	25 199 600
Дж	0,00094	–	1	0,001	0,2388
кДж	0,9478	0,000009478	1000	1	238,85
Кал	0,0039683	0,0039683 x 10 ⁻⁵	4,1868	–	1

Таблиця 4

Переведення одиниць вимірювання об'єму

Пере- раху- нок	В									
	см ³	м ³	літр (дм ³)	дюйм ³	фут ³	ярд ³	UK пі нта	UK галон	US пі нта	US га лон
см ³	1	-	0,001	0,061 024	0,0000 353	-	0,001 760	0,000 22	0,002 113	0,000 264
м ³	-	1	1000	61023 ,7	35,314 7	1,3079 5	1759, 75	219,9 69	2113, 38	264,1 72
літр (дм ³)	1000	0,001	1	61,02 37	0,0353 15	0,0013 08	1,759 75	0,219 969	2,113 38	0,264 172
дюйм ³	16,387 1	-	0,016 387	1	0,0005 787	0,0000 214	0,028 837	0,003 605	0,034 632	0,004 329
фут ³	28316, 8	0,0283 17	28,31 68	1728	1	0,0370 37	49,83 07	6,228 83	59,84 42	7,480 52
ярд ³	76455 5	0,7645 55	764,5 55	46656	27	1	1345, 429	168,1 784	1615, 793	201,9 74
UK пі- нта	568,26 1	0,0005 683	0,568 261	34,67 74	0,0200 68	0,0007 43	1	0,125	1,200 95	0,150 119
UK га- лон	4546,0 9	0,0045 461	4,546 09	277,4 2	0,1605 44	0,0059 46	8	1	9,607 6	1,200 95
US пі- нта	473,17 6	0,0004 732	0,473 176	28,87 5	0,0167 1	0,0006 19	0,832 674	0,104 084	1	0,125
US га- лон	3785,4 1	0,0037 854	3,785 411	231	0,1336 81	0,0049 51	6,661 392	0,832 674	8	1

Таблиця 5

Переведення одиниць вимірювання потужності

Перерахунок	В			
	Btu/час	Вт	ккал/час	кВт
Btu/час	1	0,293071	0,251996	0,000293
Вт	3,41214	1	0,859845	0,001
ккал/час	3,96832	1,163	1	0,001163
кВт	3412,14	1000	859,845	1

Таблиця 6

Переведення одиниць вимірювання теплоти

Перерахунок	В	
	Btu/lb °F	Дж/кг °C
Btu/lb °F	1	4186,8
Дж/кг °C	0,00023	1

Таблиця 7

Переведення одиниць вимірювання тиску

Перерахунок	В							
	атм	мм рт.ст.	мбар	бар	паскаль	дюйм вод.ст.	дюйм рт.ст.	psi
атм	1	760	1013,25	1,0132	101325	406,781	29,9213	14,6959
мм рт.ст.	0,0013158	1	1,33322	0,001333	133,322	0,53524	0,03937	0,019337
мбар	0,0009869	0,750062	1	0,001	100	0,401463	0,02953	0,014504
бар	0,9869	750,062	1000	1	100000	401,463	29,53	14,504
паскаль	0,0000099	0,007501	0,01	0,00001	1	0,004015	0,0002953	0,000145
дюйм вод.ст.	0,0024583	1,86832	2,49089	0,002491	249,089	1	0,073556	0,036127
дюйм рт.ст.	0,033421	25,4	33,8639	0,0338639	3386,39	13,5951	1	0,491154
фунт/дюйм	0,068042	51,7149	68,9476	0,068948	6894,76	27,6799	2,03602	1

Таблиця 8

Переведення одиниць вимірювання коефіцієнта теплопередачі

Перерахунок	В		
	Btu/ft ² год	Вт/м ²	ккал/м ²
Btu/ft ² год	1	3,154	2,712
Вт/м ²	0,3169	1	0.859
ккал/м ²	0,368	1,163	1

Таблиця 9

Переведення одиниць вимірювання теплоємності

Перерахунок	В	
	Btu/фунт	кДж/кг
Btu/фунт	1	2,326
кДж/кг	0,4299	1

Додаток 2

Насипна густина подрібненої деревини з вологістю 3 – 5 %

Асортимент подрібненої деревини	Насипна густина ρ , кг/м ³
Тріска після переробки крупної деревини	250-315
Тріска після переробки горбулів і рейок	200 250
Подрібнені частинки, отримані в молотковій дробарці:	
довга	140
середня	170
коротка	200
Тирса	120- 140
Стружка, отримана від обробки деревини на верстатах	90
Деревинний порошок	200 - 250

Додаток 3

Елементний склад деревини і деревного вугілля

Назва породи	C, %	H, %	(O + N), %
Ялина	52,1	5,9	39,3
Деревне вугілля з неї	80,8	3,9	14,7
Береза	57,6	6,7	34,6
Деревне вугілля з неї	81,4	4,1	15,3

Додаток 4

Вихід біогазу з різних речовин

Сировина	Вихід біогазу з 1 кг сухої речовини, м ³ /кг	Вміст CH ₄ в біогазі, %
Трава	0,63	70
Листя дерев	0,21...0,294	59
Соснові гілки	0,037	69
Листя картоплі	0,42	60
Стебла картоплі	0,42	53
Солома	0,342	58
Солома льняна	0,359	59
Твердий гній	0,2...0,3	60
Кінський гній	0,25	58
Домашні відходи та сміття	0,6	50
Фекальні осади	0,25...0,312	60
Тверді залишки	0,57	70

Додаток 5

Коефіцієнти перерахунку різних видів палива в умовне паливо

Вид палива	Одиниці вимірювання	ГДж	МВт	т умовного палива в перерахунку на нафту	т/м ³ (або т/м ³ насипного об'єму)
Сира нафта	т	41,868	11,63	1,00	0,855
Мазут	т	40,60	11,278	0,970	0,955
Легке дистильоване паливо	т	42,5	11,806	1,015	0,845
Вугілля	т	25,211	7,003	0,602	0,800
Кокс	т	29,30	8,139	0,700	0,750
Природний газ	1000 м ³	36,00	10,00	0,860	0,732
Дрова (береза)	м ³ штабельованої деревини	5,40	1,50	0,129	0,400
Тирса	м ³ насипної деревини	2,16	0,60	0,052	0,300
Гранульована деревина	т	17,3	4,80	0,472	0,670
Кора	м ³ насипної деревини	2,52	0,70	0,060	0,350

Література

1. Біопалива: Технології, машини, обладнання / В.О. Дубровін, М.О.Корчемний, І.П.Масло та інші К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
2. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: Науково-методичні рекомендації щодо впровадження передового досвіду аграрних підприємств Польщі, Литви та України зі створення новітніх об'єктів біоенергетики, ефективного виробництва і використання біопалив / За ред. Дубровіна В.О., Анни Гжибек та Любарського В.М. – Kaunas: IAE LUA, 2009. – 120 с.
3. V. Dubrovin, M. Melnychuk. Agricultural & environmental engineering for Bioenergy Production / Proceedings of the 33TH CIOSTA & 5TH cigr Conference. – Reggio Calabria. – 2009. – Vol. 2. – P. 1121-1123.
4. Валентас К.Д. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов: Пер. с англ./ К.Д. Валентас, Є. Ротштейн, Р.П. Сингх. – С.Пб.: Профессия. – 2004. – 848с.
5. Г. Гелетуха, С. Кудря. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Україна // Зелена енергетика. – 2005. – №18 – С. 8-10.
6. Горбунов Д. Е. Инновационный подход к производству альтернативных видов топлива из древесных отходов [Текст] / Д. Е. Горбунов // Инновационная деятельность. – 2010. – № 3. – С.75- 77.
7. Калетник Г.М. Біопаливна галузь і енергетична та продовольча безпека України. / Г.М. Калетник. // Вісник аграрної науки. – 2009. – №8. – С.62- 64.
8. Найда В. Г. Один из возможных вариантов решения проблемы современной энергетики [Текст] / В. Г. Найда // Вестник развития науки и образования. – 2011. – № 6. – С.3-9.
9. Превращение органических отходов сельского хозяйства в топливо для альтернативной энергетики [Текст] / С. М. Абрамов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 1. – С.8-11.
10. Серьогін О.О. Енерго- і ресурсощадні технології: конспект лекцій з дисципліни «Енерго- і ресурсощадні технології» для студентів напряму підготовки 0917 «Харчова технологія та інженерія» для денної та заочної форм навчання. / О.О. Осьмак, О.О. Твердохліб, Д.В. Риндюк, – К.: НУХТ, 2011. – 71 с.

11. Цыганков С.П. Биоэтанол в Украине: реалии и перспективы // Нефтяное обозрение: Терминал. – 2009. – № 47 (477). – С. 6-7.
12. Щербина О. М. Енергія для всіх : техн. довід. з енергоощад. та відновних джерел енергії / Олександр Щербина. – Вид. 4-е, доп. і перероб. – Ужгород: Вид-во Валерія Падяка, 2007. – 336 с.
13. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учеб. для вузов. - М.: АСВ, 2004.-704с.
14. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні // Звіт про існуючу ситуацію в секторі та стратегію управління. -К.: Квітень 2004р
15. Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК : посібн. / Кюрчев В.М., Дідур В.А, Грачова Л.І. ; за ред. В.А. Дідура. – К. : Аграрна освіта, 2012. – 416 с.
16. Віршовка М.І. Фізико - хімічні властивості альтернативного пального на основі рослинних олій / М.І. Віршовка // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2002. – Вип. 86. – С.290 - 294.
17. Дубровін В.О. Розвиток технологій використання рослинницької продукції на енергетичні потреби в Україні / В.О. Дубровін // Аграрна наука і освіта. - 2004. –Т.5. –№ 1 - 2.– С.86 - 91.
18. Будакова Э.Д., Миронова И.В., Нигматьянов А.А. Применение отходов пивоварения в производстве комбикормов // Интеграция аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием в рамках XVIII Междунар. специализированной выст. «АгроКомплекс – 2008». – Ч. IV. – С. 211-214.
19. Воротников И.Л., Петров К.А., Кононыхин В.В. Ресурсосберегающее развитие перерабатывающих отраслей АПК // Экономика с.-х. и перераб. предприятий. – 2010. – №10. – С. 21-23.
20. Горохов Д.Г., Бабурина М.И., Иванкин А.Н. Биодизельное топливо из животных жиров // Мясная индустрия. – 2008. – № 11. – С. 60-63.
21. Кузьмина Р.И., Штыков С.Н., Панкин К.Е. и др. Высокотемпературная переработка пищевых отходов // Пищевая промышленность. – 2010. – № 7. – С. 20-21.
22. Лебедев Е.И. Безотходные технологии пищевых производств – М: Пищепромиздат. – 2002. – 352 с.

23. Мхитарян Г.А., Леснов А.П., Ткаченко В.М. Современные технологии переработки свекловичного жома // Сахарная свекла. – 2009. – № 2. – С. 33-35.
24. Чичкин А. Комплексная переработка отходов сельского хозяйства // Техника и оборуд. для села. – 2010. – № 7. – С. 29-30.
25. Сухенко Ю.Г. Проектування реакторів з механічними змішувачами для виробництва дизельного біопалива / Ю.Г. Сухенко, М.М. Муштрук, В.Ю. Сухенко // Научно-практический журнал «Продовольча індустрія АПК», № 1 – 2/ 2015 С. 8 – 14.
26. Сухенко Ю.Г. Виробництво дизельного біопалива з використанням ультразвукового перемішування реагентів / Ю.Г. Сухенко, М.М. Муштрук, В.Ю. Сухенко // Научно-практический журнал «Продовольча індустрія АПК», № 1 – 2/ 2015 С. 10 – 14.
27. Сухенко Ю.Г. Автоматизований міні-завод для виробництва дизельного біопалива [Текст] / Ю. Г. Сухенко, В. Ю. Сухенко, Ю. І. Бойко // Наукові, науково-технічні і інноваційні розробки НУХТ.- Київ, НУХТ, 2008.- С. 161-163.
28. Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: Підручник. /Ю. Г. Сухенко, О. А. Литвиненко, В. Ю. Сухенко; під ред. професора Ю. Г. Сухенка. – К.: НУХТ, 2010.– 547 с.
29. Сухенко В.Ю. Интенсификация процессов и защита оборудования пищевых производств: монография / Под ред. проф. Ю.Г. Сухенко – К.: ТОВ «ДІЯ», 2006. – 254 с.
30. Мануилов В.В. Современный агропромышленный комплекс и сельскохозяйственные науки : [Монография] / [В.В. Мануилов, В.Ю. Сухенко, Л.Т. Печеная]. – Одесса: КУПРИЕНКО С.В., 2014 – 124 с.
31. Сухенко Ю.Г. Технологічне обладнання плодоовочевих переробних виробництв: [Навч. посібник] / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, В.Ю. Сухенко. За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. – К.: НУБіП України, 2012. – 421 с.
32. Сухенко Ю.Г. Завод для виробництва дизельного біопалива / [Текст] /Ю.Г. Сухенко, В.Ю. Сухенко, Ю.І. Бойко/ Науково-технічні розробки та інноваційні технології НУХТ. –К.: НУХТ, 2008. - С.55-56.
33. Хіміко-технологічне забезпечення виробництва дизельного біопалива [Текст] / Ю.Г. Сухенко, В.Ю. Сухенко, В.І. Кравчук, В.А. Ясенецький, В.Ю. Марченко// Техніка АПК. -2008. -№ 6-7. – С.8-10.

ПІДРУЧНИК

Сухенко Юрій Григорович,
доктор технічних наук, професор
Серьогін Олександр Олександрович,
доктор технічних наук, професор
Сухенко Владислав Юрійович,
доктор технічних наук, доцент
Рябокоть Наталія Валеріївна,
кандидат технічних наук, асистент

**РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВИХ І
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

Редактор О.О. Серьогін
Художнє оформлення В.В.Рябенка
Комп'ютерна верстка В.Ю. Сухенка

Формат 60.90/16. Тираж 300 пр. У м. друк. арк. 34. Зам. № 736

Видавець і виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»
03151, Київ, вул. Предславинська, 28
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.