

Рис. 6.24. Апаратурно-технологічна схема оброблення концентрованих стоків:

1 – накопичувач; 2 – збірник; 3 – подрібнювач; 4 – теплообмінник; 5 – метантенк; 6 – водогрійний котел; 7 – газгольдер; 8 – відстійник; 9 – центрифуга; 10 – випарний апарат; 11 – розпилувальна сушарка; 12 – змішувач; 13 – формувальний апарат; 14 – сушильний агрегат; 15 – барабанний вакуум – фільтр; 16 – фасувальний апарат; 17 – газовий електрогенератор; 18 – насос.

*Джерело: авторська розробка*

Для метанової ферментації стічних вод свиноферми на 3000 голів, при рекомендованих параметрах процесу, на самозабезпечення витрачається близько 51 % біогазу. Також встановлено, що глибина доочищення стічних вод в аеротенках становить 97,3 ... 98,4 %.

Отже, безперервну метанову ферментацію гнойових стоків необхідно застосовувати як першу стадію очищення, що дає можливість використовувати субстрати будь-якої концентрації. В результаті бродіння ефект очищення за ХСК становить близько 90 %. Чим більша концентрація субстрату та доза завантаження, тим менше значення цього показника. Кількість біогазу, який синтезується при бродінні, становить 0,8 ... 2,1  $\text{дм}^3/\text{дм}^3$  культуральної рідини. Збільшення швидкості потоку прямо пропорційно впливає на вихід газу, але приводить до зменшення в ньому метану та знижує глибину очищення. Метанова ферментація сприяє синтезу значної кількості вітамінів кобаламінової групи, більшість з яких є в активних формах. Змінюючи швидкість потоку та концентрація субстрату, є можливість регулювати вміст активних форм у суміші кобаламінів. Застосування  $\text{CoCl}_2$  в концентрації 5  $\text{мкг}/\text{дм}^3$  є доцільним, коли метою ферментації є одержання вітамінів, оскільки спостерігався регресивний вплив солей кобальту на процеси очищення та газогенерації.

Отже, використання метанової ферментації для утилізації висококонцентрованих гнойових стоків тваринницьких ферм належить до самоокупних, екологічно і економічно виправданих технологій. Адже, окрім практично повного вилучення забруднювальних речовин зі стічних вод, ця технологія дає можливість отримати альтернативне джерело енергії – біогаз, що є особливо актуальним в умовах необхідності забезпечення енергонезалежності України.

### 6.10. Підвищення енергетичної ефективності шляхом ресурсозбереження

© Кадол О. М.

*к.і.н., доцент кафедри інженерної педагогіки та мовної підготовки,  
ДВНЗ “Криворізький національний університет”, м. Кривий Ріг, Україна*

© Кадол Л. В.

*к.тех.н., доцент кафедри економіки, організації та управління підприємствами,  
ДВНЗ “Криворізький національний університет”, м. Кривий Ріг, Україна*

© Кравчук Л. М.

*ст. викладач кафедри економіки, організації та управління підприємствами,  
ДВНЗ “Криворізький національний університет”, м. Кривий Ріг, Україна*

Загальновідомо, що значним резервом підвищення ефективності суспільного виробництва є запровадження ресурсозберігаючих технологій та використання вторинної сировини.

Використання вторинної сировини, втілення технологій ресурсозбереження надає можливість значно знизити витрати на енергоносії підприємств різних форм власності, що є досить наболілим та актуальним для них питанням і надасть можливість значно підвищити рівень їх конкурентоздатності.

Провідними країнами по переробці відходів є: Швеція, Німеччина, Швейцарія, Австрія.

В Україні вивчення промислових відходів як потенціальної мінеральної сировини почалося з 1993 р. з затвердженням Указу Президента України “Про геологічне вивчення і порядок використання техногенних родовищ корисних копалин України” [1].

На сьогодні Україна в руслі енергозбереження та ресурсозбереження вибрала для себе одним із пріоритетних напрямів розвитку спрямованість на ЄС, зокрема, шляхом приведення сучасного українського законодавства до європейських стандартів.

Як відомо, одним із основних нормативно-правовим документом ЄС щодо застосування відходів є Директива 75/442/EWG [2]. Ціль даного нормативного документу – це забезпечення єдиного законодавчого погляду в сфері контролю та моніторингу управління відходами, особливо шкідливими, для всіх членів ЄС з застосуванням досягнень науково-технічного прогресу. Директива 75/442/EWG надає правові основи щодо управління відходами – єдині визначення термінів і понять “відходи”, “пошук”, “утилізація” тощо; надає класифікацію відходів – на сьогодні визначено 16 категорій відходів, перелік яких періодично переглядається та оновлюється.

Закон України “Про відходи” зі змінами від 23.05.2017 р. враховує законодавчий погляд Директиви 75/442/EWG та визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов’язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, сортуванням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров’я людини на території України [3].

Основними завданнями законодавства України згідно Закону України “Про відходи” є:

- а) визначення основних принципів державної політики у сфері поводження з відходами;
- б) правове регулювання відносин щодо діяльності у сфері поводження з відходами;
- в) визначення основних умов, вимог і правил щодо екологічно безпечного поводження з відходами, а також системи заходів, пов’язаних з організаційно-економічним стимулюванням ресурсозбереження;
- г) забезпечення мінімального утворення відходів, розширення їх використання у господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров’я людини [3].

Досить сумна статистика – на території України 160 тис. га вкриті промисловими відходами (мова йде про 36 млрд тон твердих відходів). Очевидно, що це серйозний виклик екології; страшний спадок, який отримують наші нащадки [4].

Тверді промислові відходи накопичуються підприємствами різних галузей промисловості (рис. 6.25), що створюють в процесі своєї діяльності техногенні родовища (рис. 6.26).

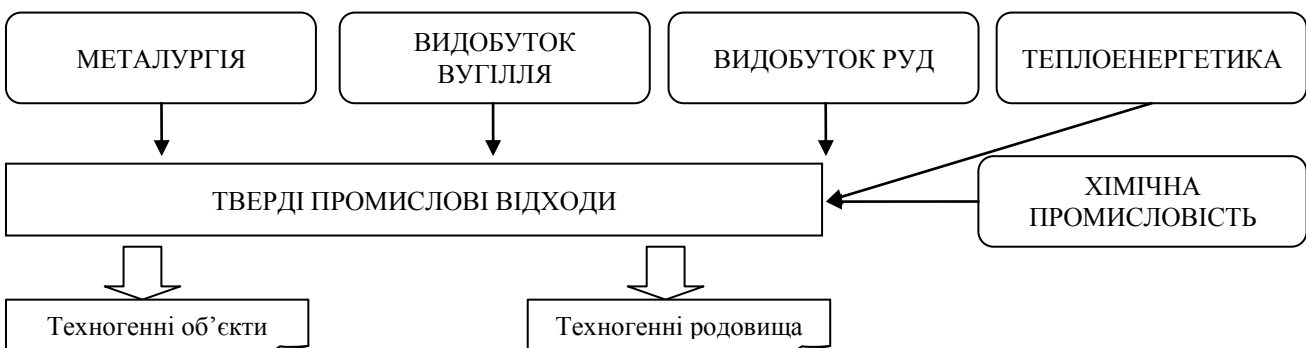


Рис. 6.25. Схема накопичення твердих промислових відходів

Джерело: [1]

Сучасні існуючі умови навколишнього середовища і екології на Україні є досить критичними, особливо в зв’язку з діяльністю підприємств, в тому числі і гірничодобувної галузі. Інтенсивне використання надр із значними обсягами вилучення корисних копалин і порід з їх наступною переробкою не могло не відобразитись на екологічному стані довкілля України [10].

Значна земельна територія виключена з сільськогосподарської уваги та забруднена промисловими відходами, які щорічно збільшуються.

Ця проблема особливо гостро стосується й гірничо-збагачувальних підприємств Криворізького басейну, відходи, яких утворюються в процесі видобутку та збагачення руди. Але через відсутність прогресивних технологій виробництва більш ніж 150 млн. т. відходів щорічно поповнює відвали та

борти шламосховищ. Вже нині на площі 13 тис. га Криворізького басейну накопичено 9,1 млрд. т промислових відходів. Критичні обсяги їх утворення та нагромадження зумовили загострення економічних, екологічних, соціальних проблем та вимагають термінових заходів. Наведені дані свідчать про невідкладність переходу до нових стратегій управління гірничо-збагачувальними підприємствами, орієнтованих на комплексну переробку мінеральних ресурсів [7].

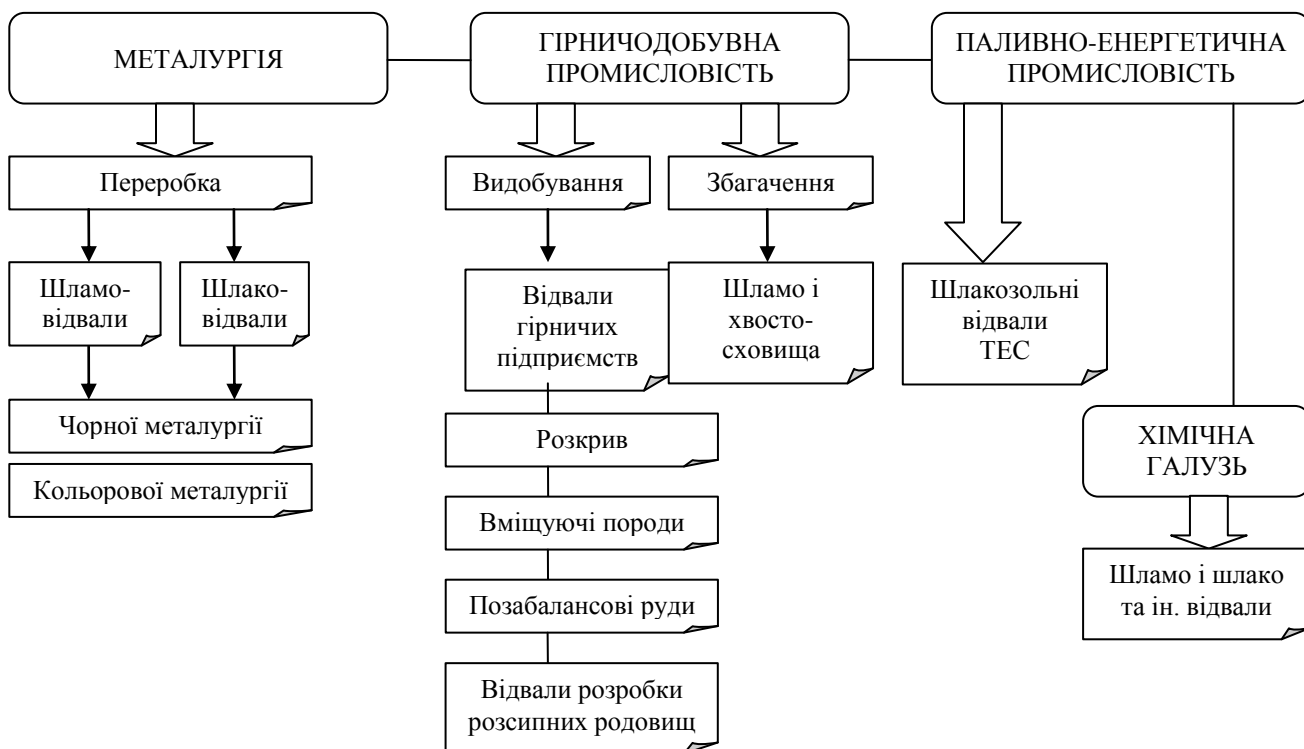


Рис. 6.26. Техногенні родовища

Джерело: [1]

Найбільші обсяги відходів накопичуються у видобувній (вугільні терикони, відвали порожньої породи) і переробній промисловості (особливо в металургії і хімічній промисловості) [4].

Під час видобутку вугілля щорічно на поверхню з надр піднімають близько 1 млрд м<sup>3</sup> порожньої породи. З неї утворюють терикони, які займають тисячі гектарів родючої землі. Терикони “палають”, утворюють хмари диму [9].

З видобутком донецького вугілля кількість відходів порожньої породи щорічно зростає на 10 % через роботу на більшій глибині з менш потужними вугільними пластами. Ці відходи можна використовувати для заповнення порожнеч вироблених шахт, при виробництві будівельного матеріалу, мінеральних добрив, у дорожньому будівництві [9].

Для дорожнього будівництва придатні 70 % пустих порід, для виробництва цементу – 24 %, щебеню – 30 %, кераміки – 16 %, силікатної цегли – 10 %. Проте, поки використовується не більше 5 % подібних відходів [9].

У табл. 6.32 представлено інформацію щодо потенціалу використання відходів порожньої породи. Питома вага фактичного використання відходів на сьогодні мізерно низька та наділяє сумними думками про марно втрачені та невикористані резерви.

Таблиця 6.32

**Потенціал використання відходів порожньої породи**

Напрямок використання	Потенціал використання, %
Дорожнє будівництво	70
Виготовлення цементу	24
Виготовлення щебня	30
Виготовлення кераміки	16
Виготовлення силікатної цегли	10
Фактичне використання відходів на сьогодні	5

Джерело: [1]

Зниження собівартості продукції також може відбуватися за рахунок зменшення втрат під час видобутку і збагачення руд. Наприклад, при розробці Криворізького залізрудного родовища втрачається 8 – 8,5 млн т сировини в надрах. А зменшення втрат руди на 1 % забезпечує приріст запасів більш ніж на 500 тис. т за рік без витрат на розвідку, проходку гірничих виробок, придбання устаткування [1].

Великі резерви зниження втрат металу можуть бути досягнуті при збагаченні руди. На шести гірничо-збагачувальних комбінатах України щорічно з відходами губиться до 25 % заліза. У Нікопольському марганцевому басейні у відходах збагачення втрати марганцю складають 27 % [1].

Значні обсяги газоподібних і твердих відходів утворюються в теплоенергетиці. Так, при згорянні вугілля, утворюється окис кальцію – погашене вапно, що може застосовуватися для вапнування кислих (підзолистих) ґрунтів [9].

За одну добу роботи ТЕС спилує до 10 тис. т вугілля, після чого запишається 1 тис. т шлаку і золи. Так, на Прибалтійській ДРЕС в Естонії, що працює на горючих сланцях, щорічно утворюється більш ніж три мільйони тонн золи, 55 % якої використовується вдалі в сільському господарстві для вапнування ґрунтів. Ця зола багата окисами кальцію, магнію, калію і фосфору. При внесенні таких добрив у ґрунт середня врожайність зернових культур в Естонії підвищується у 2 рази. Проте, незважаючи на явну економічну вигідність такого застосування даних відходів, Прибалтійська ДРЕС зазнає збитків від утилізації золи, оскільки встановлена ціна на добрива не компенсує витрат на їхнє виробництво [9].

Вугільна зола може бути використана для виробництва будівельних матеріалів. Засоби утилізації золи широко відомі, але лише 10 % її в даний час використовується для виробництва будівельних матеріалів. З золи можуть бути отримані панелі з підвищеною звукоізоляцією, водостійкі бетони, шлакозольні в'язкі матеріали, керамічна плитка, стінові шлакоблоки [9].

У розвинутих країнах використовується 20 – 100 % відходів від спалення вугілля в якості сировини в будівництві при виробництві цементу ще з 1950 року (в США цей показник сягає 20 %, у Великій Британії – 60 %, у Франції – 72 %, у Фінляндії – 84 %), а в Данії та Нідерландах взагалі до 100 %. Переробки золи ж в Україні знаходиться в межах лише 10 – 14 % (рис. 6.27) [8].

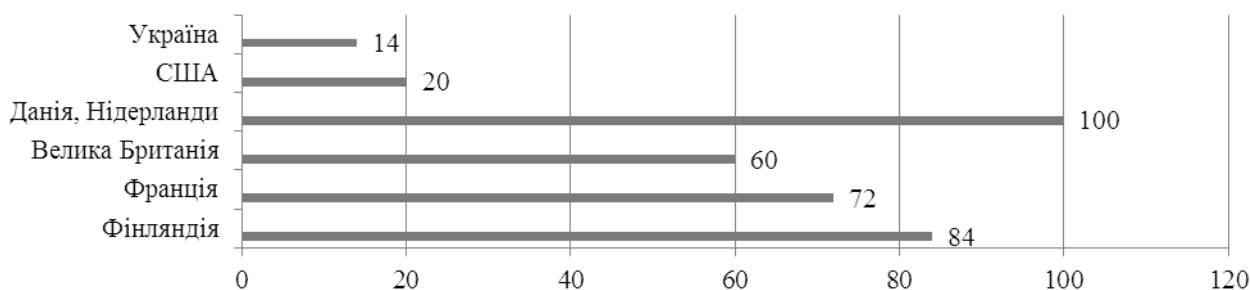


Рис. 6.27. Переробка вугільної золи

Джерело: [1]

На ТЕС України утворюється 15 – 16 млн т золошлакових відходів, а загальна кількість золошлаків у відходах складає не менше 220 млн т. З них може бути отриманий: пористий жужільний заповнювач легких бетонів, золошлакогіпсобетон, керамзитозолобетон, пінозолобетон, золосілікатна цегла, золошлакові стінові блоки, фасадна керамічна плитка, цементи різноманітних марок [5].

Останнім часом в Україні використовується зола Бурштинської ДРЕС при виробництві цементу і шиферу на Здолбуновському цементно-шиферному комбінаті [5].

Безпосередньо відходи чорної металургії утворюються вже на самій стадії видобутку руди і близько 70 % пустих порід і відходів збагачення можна використовувати для виробництва будівельних матеріалів.

О. А. Підлісна та В. М. Філософ на основі Державних класифікаторов надають наступну інформацію про вміст корисних елементів у промислових шлаках (табл. 6.33).

Таблиця 6.33

**Вміст корисних елементів у промислових шлаках**

Вид шлаку	Перелік корисних елементів у промислових шлаках	Вихід шлаку	Ступінь утилізації
Шлак сталеплавильний	Марганець, залізо, окис кальцію, смарагди, сапфіри, топази, аметисти, димчатий і чорний агат, рідкісні метали і золоти	50	70
Шлак феросплавний	Залізо, карбонати, кремній	50	70
Шлак виробництву чавуну	Ванадій, марганець, ніобій, кремній, магній, кальцій, алюміній, залізо	50	80
Шлак передільний	Нікель, мідь, титан, ванадій	90	70
Шлак відвальний	Оксиди металів	90	10

Джерело: [6]

Підприємства чорної металургії, в тому числі і Криворізького залізрудного комбінату, видобуваючи залізну руду, супутні матеріали, відправляють у відвали. У шламосховищах Криворізьких ГЗК, що переробляють залізісті кварцити, вже накопичено 500 млн. т відходів збагачення і щорічно їх стає на 70 – 80 млн. т більше. Окрім втрати корисних елементів при виробництві продукції чорної металургії постає наступна глобальна проблема – збільшення земельних площ під відвали для зберігання пустих порід. Це одна із екологічних проблем людства, яка потребує негайного рішення.

При виплавленні однієї тонни сталі утворюється 650 – 700 кг твердих відходів – шлаків, шлаків, відходів металу. Утилізація доменних шлаків досягає 80 %. У цементній промисловості використовуються гранульовані шлаки при виробництві шлакопортландцементів та сульфатостійкого бетону з використанням шламової суспензії методом барботування. Це досить інноваційна технологія криворізьких дослідників, яка надає можливість досить енергоефективно готувати бетон з зменшеними витратами та з заданими властивостями. Бетонні та злізобетонні конструкції з таких шлаколужних бетонів відрізняються довговічністю, тривкістю і стійкістю до корозії. Спеціалістами Кривбасу у цій галузі накопичений великий досвід у використанні відходів гірничо-збагачувальних комбінатів в якості великих та малих наповнювачів при виробництві шлаколужних бетонів. Відходи ГЗК у 6 – 10 разів дешевші застосовуємого для виготовлення бетонів річкового піску, який привозять у Кривбас з Дніпропетровська. Окрім того, для виготовлення шлаколужних бетонів не потрібен цемент. Відмінністю шлаколужних бетонів є те, що в них в якості наповнювачей можна використовувати некондиційні матеріали і різні відходи промисловості. Для виробництва шлаколужного бетону використовують лужний, домений, гранульований шлак, відходи ГЗК, рідке скло, щебінь з природнього каменю. Особливо важливими напрямками зниження витрат на виробництво будівельної продукції є використання промислових відходів та застосування хімічних домішок – прискорювачів твердіння бетону, що дозволяє значно скоротити витрати цементу. Із розплавлених шлаків методом термічної обробки одержують жужільну пемзу – термозит, який використовуються в будівництві як замітник природного щебеню. Широко застосовується у чорній металургії технологія виробництва вогнетривкого бетону, згідно якій відходи вогнетривких матеріалів служать наповнювачем вогнетривних бетонів – вони дробляться, а потім змішуються з високими марками цементу.

Шлаки кольорової металургії використовуються не більш ніж на 15 %, що пов'язано з наявністю у відходах багаточисельних рідкісних і кольорових металів. Після вилучення зі шлаків корисних компонентів, їх використовують в будівельній індустрії при виробництві будівельних матеріалів та конструкцій – для залізобетонних конструкцій, глиняної, силікатної або жужільної цегли, для підсіпки основ залізничної полотнини або автодоріг, мінеральної вати; а також в сільському господарстві – з них отримують добрива. Останнім часом виготовляють новий будівельний матеріал – шлакоситал, отриманий із суміші шлаку, піску, глини й інших компонентів. Шлакоситал застосовується при виробництві підлог як теплоізоляційного матеріалу, як антикорозійний матеріал для будівельних конструкцій, для декоративного облицювання. Його порівняно невисока собі вартість, поліпшенні якості і можливість збільшення довговічності конструкцій; надають цьому матеріалу перспективи його застосування [8].

Доменний шлак широко застосовується для масового виробництва різноманітного асортименту будівельних деталей (блоків, плит і т. д.). Головними товарними виробами для реалізації з твердих промислових відходів металургії є: різноманітні види гранульованого шлаку – 54 %; щебінь – 35 %; жужільна пемза – 6 %; обернений продукт для металургії – 4 % [8].

Великий відсоток відходів простежується і при агломераційному виробництві. Супутні головні товарні вироби з твердих промислових відходів металургії представлено на рис. 6.28.

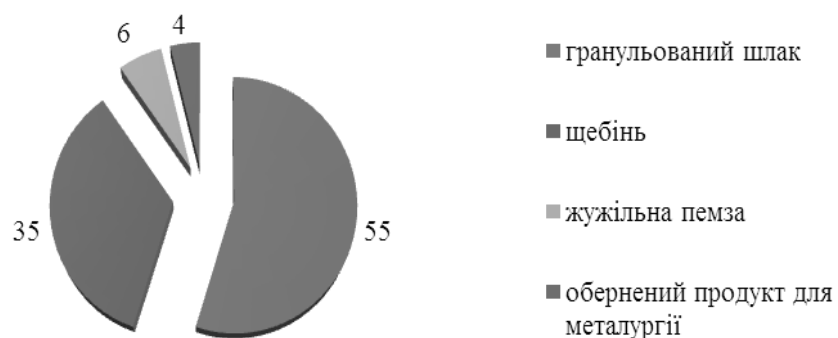


Рис. 6.28. Супутні головні товарні вироби з твердих промислових відходів металургії  
Джерело: [1]

Проблеми сучасного ринкового середовища, постійна динаміка до збільшення вартості енергоносіїв та дослідження вчених свідчать про необхідність переходу до нових стратегій управління гірничо-збагачувальними підприємствами, які будуть орієнтовані на застосування технології комплексної переробки відходів виробництва підприємств всіх галузей народного господарства – ресурсозбереження, що надасть підприємствам різних форм власності зміцнити свої конкурентні переваги як на вітчизняному, так і світовому ринках.

Отже, використання вторинних ресурсів, впровадження інноваційних енергозберігаючих та ресурсозберігаючих технологій підвищує ефективність суспільного виробництва та енергетичну незалежність як суб'єкта господарювання, так і регіону та держави в цілому; сприяє забезпеченню виробництва дешевою сировиною, визволенню значної земельної території, поліпшенню екології оточуючого середовища, підвищує конкурентоздатність вітчизняних виробників на світовому ринку.

Розв'язання цих проблем потрібно здійснювати за підтримкою на державному рівні шляхом впровадження ефективного законодавчого регулювання, яке повинно враховувати як національні особливості так і застосовувати позитивний досвід відповідного законодавства провідних країн світу, та системи державного мотивування.

### **6.11. Енергоефективність та екологізація логістичної діяльності**

© Савченко Л. В.

*к.т.н., доцент, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна*

Живучи у світі 2018 р., важко не замислюватись про енергоефективність та екологію. Ці два терміни можна часто зустріти поруч, адже енергоефективність передбачає кінець-кінцем зменшення споживання земних ресурсів, що зазвичай позитивно відображається на екологічних показниках, принаймні зменшуючи забруднення природного навколишнього середовища.

18 грудня 2017 р. було введено в дію Закон України “Про оцінку впливу на довкілля”, прийнятий Верховною Радою 23 травня 2017 р. Цей Закон передбачений Угодою про асоціацію з ЄС та впроваджує нову європейську модель процедури оцінки впливу на довкілля замість існуючої екологічної експертизи. Законом також визначено переліки видів діяльності та об'єктів, які підлягають оцінці.

Згідно Закону, вплив на довкілля (далі – вплив) – це будь-які наслідки планованої діяльності для довкілля, в тому числі наслідки для безпечності життєдіяльності людей та їхнього здоров'я, флори, фауни, біорізноманіття, ґрунту, повітря, води, клімату, ландшафту, природних територій та об'єктів, історичних пам'яток та інших матеріальних об'єктів чи для сукупності цих факторів, а також наслідки для об'єктів культурної спадщини чи соціально-економічних умов, які є результатом зміни цих факторів [1].

Як бачимо, зовсім нещодавно на законодавчому рівні чітко прописано основні аспекти оцінки впливу на навколишнє природне середовище. Для порівняння, наразі існує лише один досить “локальний” закон щодо енергоефективності – “Про енергетичну ефективність будівель” (прийнятий 22.06.2017 р.). Поруч з тим в Україні ще в 1994 р. прийнятий Закон “Про енергозбереження”, останні зміни до якого було внесено у червні 2017 р. Згідно нього, основними принципами державної політики у сфері енергозбереження, зокрема, є:

– створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

– популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері [2].

Як бачимо, і в законодавчій сфері екологія та енергоефективність, енергозбереження йдуть поруч, що обґрунтовує поєднання цих двох аспектів у даній науковій роботі.

Для врахування екологічних та енергетичних аспектів діяльності логістичної системи підприємства варто зосередитися на логістичних процесах. Саме процеси є продуцентами негативного впливу на НПС та використання енергії. Отже, стандартний поділ логістичної системи на елементи – транспорт, склад, збут, виробництво, постачання, запаси, інформація – є не зовсім придатним, оскільки відображає елементи логістичної системи з точки зору менеджменту, а не екології та енергозбереження.

Вважаємо, що для оцінки енергоефективності та шкідливого впливу на НПС логістичну систему доцільно розбивати на такі елементи:

1. Процеси логістики постачання.
2. Процеси виробничої логістики.
3. Процеси транспортної логістики.
4. Процеси складської логістики.
5. Процеси інформаційної логістики.