

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА МАТЕРІАЛИ З ТОЧКИ ЗОРУ ОЦІНКИ ЇХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Гавриш О.М.

ТОВ «Кнауф Гіпс Київ»  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Стаття присвячена аналізу вимог до будівельних матеріалів та конструкцій з точки зору принципів сталого розвитку. Представлені результати дослідження енергоефективності виробництва гіпсокартонних плит на заводі «Кнауф Гіпс Київ», а саме – вміст первинної енергії як складова частина екологічної декларації на продукцію підприємства.

**АННОТАЦИЯ:** Статья посвящена анализу требований к строительным материалам и конструкциям с точки зрения принципов устойчивого развития. Представлены результаты исследования энергоэффективности производства гипсокартонных плит на заводе «Кнауф Гипс Киев», а именно – содержание первичной энергии как составная часть экологической декларации на продукцию предприятия.

**ABSTRACT:** The article deals with analysis of requirements to the building materials and constructions from the view point of sustainable development principles. It presents the results of energy efficiency analysis related to gypsum boards production at «Knauf Gips Kyiv» plant – it highlights the contents of primary energy being an integral part of environmental declaration for plant's products.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** сталий розвиток, гіпсокартон, екологічна декларація.

Поняття «життєвого циклу» традиційно використовується в маркетингових дослідженнях для оцінки конкурентоздатності товару від появи його на ринку і до завершення виробництва та продажів. З появою концепції сталого розвитку людства та все зростаючого інтересу до зелених технологій з'явилося нове тлумачення поняття життєвого циклу промислової продукції в системі екологічного менеджменту, яке стосується в основному визначення впливу виробництва, застосування та утилізації цієї продукції на навколишнє середовище [1].

Принцип сталого розвитку був задекларований на конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 році. Сталий розвиток – такий розвиток суспільства, при якому задоволення потреб в природних ресурсах теперішніх поколінь не повинно ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти в них свої потреби, коли будуть узгоджені екологічні, економічні та соціальні складові розвитку, коли техногенне навантаження не буде перевищувати можливостей природного доквілля до самовідновлення, а суспільство усвідомить перевагу екологічних пріоритетів над іншими.

Сталий розвиток визначено ООН як основний напрям розвитку людської цивілізації на XXI століття, альтернативи якому немає, бо інший шлях призведе до всесвітньої екологічної катастрофи. Принципи сталого розвитку торкаються багатьох сфер людської діяльності, в тому числі і будівництва. Будівництво на засадах сталого розвитку (енергоефективне, раціональне будівництво) означає, що необхідно прагнути на всіх етапах життєвого циклу (проектування, будівництво, експлуатація, перепланування, модернізація, капремонт і в кінці кінців – демонтаж та утилізація) до економії енергії та природних ресурсів, до найнижчого рівня негативного впливу на навколишнє середовище та до найвищих показників комфорту при врахуванні потреб майбутніх поколінь. Таким чином, будівництво на засадах сталого розвитку повинно прагнути до виконання наступних завдань:

- захист екосистеми і природного довкілля, наприклад, від шкоди атмосфері через парниковий ефект, від руйнування озонового шару чи руйнування розмаїття видів через хижацьку розробку руд чи хижацький обробіток землі і знищення лісів у тропічних лісових регіонах Землі для отримання деревних сировинних матеріалів;
- захист природних ресурсів, наприклад, від споживання скінчених ресурсів через надмірне використання невідновної сировини, передовсім від нестримного споживання енергії з викопних енергоносіїв або через енерго- і ремонтністі недовговічні будівлі (споруди);
- захист здоров'я, наприклад від поганих кліматичних і санітарних умов усередині будівель або від шкоди під час видобутку сировини чи виготовлення виробів;
- захист суспільних багатств і благ, наприклад, від занадто високого споживання води, площі і краєвиду;
- заощадження капіталу і матеріальних цінностей: кожне передчасне або необов'язкове знищення економічних і речових вартостей через дефектні недовговічні будівлі (споруди) призводить неминуче до відповідних затрат капіталу та ресурсів і дальшого шкідливого впливу на довкілля.

Яким чином можна цього досягти? Щоб оцінювати потребу та використання природних ресурсів в будівельній галузі вже в 1982 році було розроблено методика на основі визначення «вмісту» первинної енергії в будівельному матеріалі. Порівняння різних будматеріалів за екологічними критеріями стало основою для їх екологічної характеристики – оцінки життєвого циклу. При цьому будівельні матеріали розглядаються з точки зору повного циклу їх існування – від виробництва, через застосування в будівельних конструкціях і експлуатацію готових будівель – і до утилізації. Методика оцінки життєвого циклу доволі складна і поділяється при визначенні характеристик певного будівельного матеріалу на 4 розділи:

- розробка підходів до оцінки;
- оцінка «вмісту» первинної енергії та екологічних факторів;
- оцінка впливу на здоров'я людини, оцінка ресурсозбереження (природних ресурсів та капіталу);
- розробка рекомендацій та висновки.

Зазвичай одні матеріали, які при виготовленні потребують значних затрат первинної енергії, можуть вигравати у застосуванні або економічності експлуатації будівлі. Є однозначні аутсайтери – будівельні матеріали з вмістом шкідливих речовин, які продовжують емітувати їх впродовж багатьох років. А от плитні матеріали – основа сухого будівництва – лідери щодо показників врахування потреб майбутніх поколінь через економічно обґрунтовану можливість реагувати на зміни в суспільному житті.

Ще одним добре відомим і впровадженим інструментом оцінки застосованих будівельних матеріалів є енергетичні баланси будинків. На цій основі в багатьох країнах розроблено моделі житлових будівель майбутнього. В Німеччині – це пасивний

будинку, потреба в первинній енергії для опалення якого складає менше 15 кВт г/м<sup>2</sup> в рік, а також “Nullenergiehaus” – будинок, який виробляє достатньо енергії для забезпечення всіх потреб помешкання. В Швейцарії подібні будинки називають “Eco-Bau” або “Minergiehaus”, в Австрії - “Total Quality”, в Англії та США існують системи оцінки будинків, відомі під назвами BREEAM або LEED відповідно. Найпопулярнішою системою можна вважати американську LEED, яка базується на визнаних у всьому світі принципах «зеленого» будівництва.

Останнім часом з'явився ще один інструмент оцінки принципів сталого розвитку – дослідження ремонтпридатності та довговічності конструкцій. Нові стандарти ISO 21930-21932 «Сталість у будівельних конструкціях» повинні в майбутньому звести до купи термінологічні поняття, індикатори, базові дані та описи будматеріалів, а також методики оцінювання для раціонального (на засадах сталого розвитку) будівництва.

Принципи сталого розвитку стають все більш актуальними. Деякі країни (Швейцарія, Бутан, Екватор та Болівія) включили їх в конституції своїх країн. Європейський Союз створив багато центрів дискусії щодо проблем сталого розвитку, постійно удосконалюється законодавство, все жорсткішими стають норми щодо енергозбереження та екології. Так, в багатьох країнах державні закупівлі продукції, яка не підтверджена екологічною декларацією, неможливі. Таким чином, оцінка впливу виробництва, експлуатації та утилізації промислових виробів стає одним з вирішальних чинників їх конкурентоздатності на ринках недалекого майбутнього.

Таблиця 1

Результати оцінки життєвого циклу гіпсокартонних плит

Дані оцінки життєвого циклу продукції на м <sup>2</sup>	
CO <sub>2</sub> [кг/м <sup>2</sup> ]	1,8
CO [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00063
NO <sub>x</sub> [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00278
SO <sub>2</sub> [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00289
N <sub>2</sub> O [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00007
CH <sub>4</sub> [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00403
Неметанові летючі органічні сполуки [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00062
Тверді частинки [кг/м <sup>2</sup> ]	0,00023
Первинна енергія [МДж/м <sup>2</sup> ]	34
Відновлювана первинна енергія [МДж/м <sup>2</sup> ]	1,9
Вода [кг/м <sup>2</sup> ]	11,77
Дані аналізу повного життєвого циклу на м <sup>2</sup>	
Абіотичний потенціал руйнування [кг екв. сурми/м <sup>2</sup> ]	0,01483
Водна токсичність у прісній воді [кг екв. DCB/м <sup>2</sup> ]	0,00347
Водна токсичність у морській воді [кг екв. DCB/м <sup>2</sup> ]	55,5
Потенціал забруднення водойм [кг екв. PO <sub>4</sub> /м <sup>2</sup> ]	0,00080
Потенціал токсичності для людей [кг екв. DCB/м <sup>2</sup> ]	0,06203
Потенціал руйнування шару озону [кг екв. Rll-eq./м <sup>2</sup> ]	1,6E-07
Потенціал фотохімічного озону [кг екв. етилену/м <sup>2</sup> ]	0,00044
Наземна екотоксичність [кг екв. DCB/м <sup>2</sup> ]	0,00335
Потенціал глобального потепління [кг екв. CO <sub>2</sub> /м <sup>2</sup> ]	2,14
Потенціал закислення [кг екв. SO <sub>2</sub> /м <sup>2</sup> ]	0,0050

На кафедрі товарознавства та комерційної діяльності в будівництві КНУБА в рамках дослідницької роботи студентів та молодих науковців було проаналізовано деякі аспекти оцінки життєвого циклу плитних будівельних матеріалів, а саме гіпсокартонних плит, вироблених на підприємстві «Кнауф Гіпс Київ». Під час виконання цієї дослідницької роботи було встановлено, що «Європейським науково-технічним комітетом з охорони навколишнього середовища та сировини» в 2010 році був проведений інвентаризаційний аналіз життєвого циклу для гіпсокартонної плити, який відповідає стандарту ISO14040.

Інвентаризаційний аналіз життєвого включає збір та кількісне визначення вхідних і вихідних потоків для даної продукції на всіх етапах її життєвого циклу. Під вхідним потоком розуміють продукцію, матеріал чи потік енергії, які надходять в одинарний технологічний процес, а під вихідним потоком продукцію, матеріал чи потік енергії, які виходять з одинарного процесу. Отримані дані розраховувалися за допомогою спеціальної програми GABI 4, яка є універсальним інструментом для повної оцінки життєвого циклу будь-якого товару. Розрахунок проводився для 1 м<sup>2</sup> гіпсокартонної плити товщиною 12 мм. Дані надавалися з трьох країн, а саме з Німеччини, Великобританії та Франції. Саме ці країни займають 53% європейського ринку гіпсокартону. Компанії з виробництва гіпсокартонних плит цих країн подали повний опис виробничого процесу, який починається з добування необхідної сировини, закупівлі необхідних компонентів, їх транспортування та виробництво готової продукції. Крім цього опис виробничого циклу включав також і вплив технологічних процесів на навколишнє середовище. Отримані дані наведені в табл. 1.

В рамках дослідницької роботи в КНУБА був здійснений аналіз та оцінка енергозатрат при виробництві 1м<sup>2</sup> звичайної ГКП завтовшки 12,5 мм виробництва ТОВ «КНАУФ Гіпс Київ». Вміст первинної енергії – це один з головних критеріїв оцінки життєвого циклу будівельного матеріалу на засадах сталого розвитку, тому були розглянуті три основні етапи життєвого циклу, де безпосередньо використовуються різні джерела енергії (газ, дизель, електроенергія), а саме при: добуванні та транспортуванні гіпсового каменю; виробництві гіпсового в'язучого; виробництві ГКП.

Щоб перевести використану для виробництва енергію в первинну, для кожного джерела енергії використовувався коефіцієнт, прийнятий в Європі (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти перерахунку різних джерел енергії в первинну енергію

Джерело енергії	Коефіцієнт
Вугілля	1,1
Рідке паливо	1,1
Газ	1,1
Електроенергія	2,6
Деревина	0,2
Сонячна енергія, енергія вітру, хвиль	0

В результаті дослідження та аналізу енергозатрат на всіх етапах виготовлення гіпсокартону починаючи з видобутку сировини та закінчуючи складуванням готової продукції на заводі «Кнауф Гіпс Київ» був отриманий показник 25,98 МДж на 1 м<sup>2</sup> ГКП товщиною 12,5 мм. Суттєва позитивна різниця в порівнянні з показником первинної енергії для ГКП, опублікованим «Європейським науково-технічним комітетом з охорони навколишнього середовища» (34 МДж) пояснюється з одного

боку відсутністю аналізу енергозатрат на картон та інші добавки, необхідні для виготовлення ГКП. З іншого – низькі енергозатрати на підприємстві «Кнауф Гіпс Київ» - результат постійної та напруженої роботи по підвищенню енергоефективності виробництва [2].

Будівництво на засадах сталого розвитку – це нова і дуже важлива вимога сучасного суспільства. В результаті такого підходу будівлі будуть оцінюватися на протязі всього їх існування на основі факторів екології, економії, технічних та соціокультурних функціональних можливостей. Для виробників будівельних матеріалів та конструктивних елементів це означає, що вони повинні розробляти оцінку життєвого циклу їх продукції. З допомогою екологічних декларацій представлена інформаційна система для узагальнення таких фактів, яка визнана наразі у всьому світі. Багато підприємств вже скористались цією можливістю та публікують оцінку життєвого циклу для своєї продукції [3].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура: ГОСТ Р ИСО 14040 – 2010. - Москва, Стандартинформ, 2010.
2. Гавриш О.М. З досвіду підвищення енергоефективності виробництва гіпсокартонних плит на підприємстві «Кнауф Гіпс Київ» / Гавриш О.М. // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: зб. наук. праць НДІБМВ. – 2012. - №44. – С.113 – 118.
3. [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com).

Стаття надійшла до редакції 14.03.2013 р.