

DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-337-1-28>

## **ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Сучасний стан досягнень науки та прогресу поки що не дозволяє радикально знизити екологічну шкоду від виробництва цементу, адже технологічний процес виробництва клінкеру пов'язаний з вивільненням великої кількості двоокису вуглецю внаслідок спікання сировинних компонентів, великими енерговитратами, а також утворенням значної кількості пилу через необхідність подрібнення сировини та самого клінкеру. По своїй суті цементне виробництво є одним із найбільш ресурсо- та енергомістких виробництв, але без виготовлення цементу сучасний розвиток людства також неможливий. Тому пріоритетними завданнями для галузі стають раціоналізація ресурсовикористання, оптимізація технологічних процесів пов'язаних із випалом клінкеру, а також пошук сучасних енергоносіїв, які можна інтегрувати у систему виробництва.

Для українських цементних виробників потенціал зниження рівня екологічної шкоди від цементного виробництва є набагато вищим, ніж, наприклад, для європейських виробників. Це пов'язано з тим, що основні модернізаційні процеси серед більшості європейських країн почалися набагато раніше, ніж в Україні. Окрім цього, для європейських виробників цементу характерною є здебільшого низька вологість сировини, що зумовило превалювання сухого способу виробництва над мокрим. Для прикладу, середнє споживання теплової енергії при виробництві 1 т. клінкеру у Німеччині складає 3510 МДж. При цьому німецькі виробники цементу планують знизити середній показник галузі до 3300–3400 МДж до 2030 року та до рівня 3150–3250 до 2050 року [1, с. 10]. Для українських підприємств даний показник енергоспоживання коливається від 6700 МДж до 3180 МДж в залежності від технології виробництва та етапу модернізації. Тому потенціал скорочення рівня енергоспоживання є значним.

З огляду на потребу європейських виробників цементу у купівлі одиниць скорочення викидів у зв'язку з необхідністю привести свої викиди у відповідність зі встановленими квотами, український потенціал скорочення викидів може бути представлений як можливість комерціалізувати техніко-технологічне перетворення цементного

виробництва на більш екологічне. Наявність європейського досвіду з використання найкращих доступних технологій має сприяти переходу українських виробників на сучасні способи господарювання.

Основними джерела викидів CO<sub>2</sub> при виробництві цементу виступають викиди від процесу кальцинації (54%), другими за часткою є викиди від спалювання палива (43%), найменшу частку складають непрямі викиди, пов'язані зі споживанням електроенергії (12%) [2, с. 75].

Існують чотири основні шляхи зниження рівня екологічної шкоди, зокрема, скорочення викидів CO<sub>2</sub> від виробництва цементу:

- зниження показника енергоспоживання;
- заміна традиційних видів палива на альтернативні;
- зниження клінкерного фактору у цементі;
- використання технології уловлювання вуглецю.

До головних заходів технічного напрямку з підвищення ефективності енергоспоживання при виробництві цементу є ті, які передбачають зміну технології виробництва на більш ощадливу (наприклад з мокрої на суху або напівсуху). Перед усім, перехід від мокрої технології до сухої вирішує проблему енергоємності виробничого процесу: від 5450 до 6800 КДж на тону виготовленого цементу і від 2700 до 3700 КДж на тону при сухій технології. Внаслідок зниження частки енергоносіїв у структурі матеріальних витрат, зменшується і кількість викидів вуглекислого газу та інших шкідливих сполук, середній рівень пічних газів стає нижче на 30–40% у порівнянні з мокрою технологією

За даними Європейської Академії з вивчення цементу (European Cement Research Academy) [1, с. 14], використання альтернативних видів палива для потреб цементної індустрії у світовому розрізі в середньому складає 16%, з яких 6% припадають на спалювання біомаси. Решта 84% паливно-енергетичних ресурсів охоплюють усі традиційні види палива, які і раніше забезпечували енергетичні потреби цементного виробництва. Загалом, середня часта заміщення традиційних видів палива на альтернативні є різною як за регіонами, так і за окремими підприємства. Тому використання альтернативних видів палива стає однією із пріоритетних цілей цементних виробників.

Зниження значення клінкерного фактору може бути досягнуто декількома шляхами: заміщенням сировинних компонентів на відходи інших галузей, які мають цементуючі здатності; розробка сучасних видів цементу з новими характеристиками. Заміщення сировинних компонентів на відходи інших галузей промисловості може бути багатоваріантним. Наприклад, технологи пропонують використовувати шлаки чорної та кольорової металургії. Це дозволить знизити частку алюмосилікатного компоненту або карбонатного компонентів до 20% у структурі сировинної суміші. Золошлакові відходи здатні замістити до

50% карбонатного компоненту у сировині і до 70% алюмосилікатного. Кооперація із металургійними підприємствами здатна забезпечити заміщення 100% золотмісного компоненту у сировинній суміші [3, с. 41]. На сьогодні увага вчених також присвячена дослідженню можливості використання кальцинованої глини та карбонізованої бетонної крошки, так як згідно до прогнозів обсяги відходів від вугільних електростанцій та доменних печей з часом будуть зменшуватись.

Технологія уловлювання вуглецю (ТУВ) унікальна тим, що не змінюючи технологічний процес виготовлення цементу дозволяє подолати усталені норми викидів та значно знизити їх. Для виробництва цементу таке рішення дасть змогу скоротити викиди вуглекислого газу попри технологічно передбачені норми забруднення. Попри свою вартість ця технологія постає як один з тих кроків, які промислові підприємства будуть вимушені здійснити на шляху зниження свого вуглецевого сліду у недалекому майбутньому. Чим більшою буде вартість викидів вуглецевих одиниць, тим швидше активізується впровадження ТУВ на підприємствах.

Для української цементної галузі період до 2030 року має стати ключовим для ґрунтовної екологізації галузі. Саме до цього року діятимуть “м’які” обмеження Паризької угоди як доповнення до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату. Національний внесок виступатиме лише як бажана, а не обов’язкова мета на шляху декарбонізації світового господарства. Це означає, що якщо не здійснити екологічний перехід до вказаного року, найімовірніше цементні виробники просто будуть змушені виходити з ринку через невідповідність екологічному законодавству та низьку конкурентоспроможність продукції. Одним із проявів поступового звуження коридору можливостей для екологічно недружніх виробників стає введення обмежень для імпорту продукції з надлишковими вуглецевим слідом.

### **Список використаних джерел:**

1. Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead. Geneva: CSI/ECRA-Technology Papers, 2017. 190 p. URL: [https://ecraonline.org/fileadmin/redaktion/files/pdf/CSI\\_ECRA\\_Technology\\_Papers\\_2017.pdf](https://ecraonline.org/fileadmin/redaktion/files/pdf/CSI_ECRA_Technology_Papers_2017.pdf)
2. Pathways to a Low-Carbon Economy. 192 p. URL: [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client\\_service/sustainability/cost%20curve%20pdfs/pathways\\_lowcarbon\\_economy\\_version2.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/cost%20curve%20pdfs/pathways_lowcarbon_economy_version2.ashx)
3. Плашихін С. В. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва цементна промисловість. Київ: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2020. 96 с.