

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Онищенко Анна Олегівна

УДК 504.064.4:625.07

**ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОЛІГОНІВ ТПВ
ВПРОВАДЖЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ СПІЛЬНОЇ ПЕРЕРОБКИ В
ЦЕМЕНТНІЙ ГАЛУЗІ**

Спеціальність 101 – Екологія

Автореферат
магістерської дисертації на здобуття
ступеня магістра

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інженерної екології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук,
ТКАЧУК Костянтин Костянтинович,
Національний технічний університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського»,
професор кафедри інженерної екології;

Рецензент:

доктор технічних наук,
ЗАЙЧЕНКО Стефан Володимирович,
професор кафедри електромеханічного обладнання
енергоємних виробництв.

Захист відбудеться «29» травня 2018 р. о 10:00 годині на кафедрі інженерної екології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, корпус 22, ауд. 201.

З магістерською дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, проспект Перемоги 37.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Необхідність утилізації та безпечного знешкодження твердих побутових відходів, на сьогоднішній день, є першочерговим завданням. Аналіз ситуації на ринку виробництва цементу дозволяє виділити необхідність у приведенні ціни до економічного балансу попиту і пропозиції.

Полігони для складування відходів знаходяться в переповненому стані, а виділення нових територій для звалищ не являється екологічно ефективним вирішенням питання. Технологія спільної переробки відходів на цементних підприємствах дає змогу утилізувати тверді побутові відходи з невисокими витратами на їх обробку та можливість скоротити використання невідновлювальних природних ресурсів за рахунок заміни їх на альтернативне паливо з тпв, що раніше ніколи не використовувалося на українському цементному виробництві.

Зростаюче населення та високий рівень споживання збільшують кількість муніципальних відходів, що потребує інтегрованих та екологічно ефективних систем поводження з відходами. Цементна промисловість має невід'ємну потребу в паливі з високою тепловою згоряння. Таким чином, муніципальні та промислові відходи, що мають високу теплотворну здатність, є бажаними в якості альтернативного палива для змішування із традиційним для термічних процесів у цементній промисловості.

У деяких європейських країнах показник заміни традиційного палива для обертів цементних печей може становити 100%, але за проведеними розрахунками такий показник може становити 30% через погані морфологічні властивості українського сміття.

Використання альтернативного палива з твердих побутових відходів, з екологічної точки зору, є прийнятним, тому що високі температури технологічного процесу дозволяють мінімізувати кількість шкідливих речовин у відхідних газах і забезпечити хімічне зв'язування в клінкерних мінералів токсичних матеріалів, що виділяються з відходами в процесі їх переробки. Це підтверджують дослідження, які показали, що вміст азоту в твердому відновленому паливі нижче, ніж в викопному паливі (0,3 – 0,5 % в порівнянні з 1,5 – 2 %), це означає, що викиди NO_x з твердого відновленого палива нижче, ніж для викопного палива при інших рівних умовах.

В Україні базовим документом у сфері альтернативного палива є Закон України «Про альтернативні види палива» від 21.05.2009 р N 1391-VI, в ньому закріплено, що альтернативне паливо є вторинним енергетичним ресурсом.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі інженерної екології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського) та охоплює задачі, які визначені:

- «Програмою поводження з твердими побутовими відходами» № 265 від 04.03.2004;
- «Концепцією загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки»;
- розділом 3 «Стратегії державної екологічної політики України на період до 2020 року»;

- «Загальнодержавною програмою поводження з відходами на 2013 - 2020 роки» N 23 від 22.07.2013;
- «Державною цільовою економічною програмою енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2020 роки» № 243 від 01.03.2010.

Мета та задачі дослідження. *Метою роботи* є впровадження технології спільної переробки твердих побутових відходів на українському цементному виробництві для зменшення навантаження на полігонах та економії традиційного палива.

Для досягнення поставленої мети сформульовані наступні *задачі*:

1. Визначення морфологічного складу твердих побутових відходів;
2. Визначення залежності показників зольності, вологості та теплотворної здатності від морфологічних властивостей твердих побутових відходів;
3. Розроблена технологічної схеми спільної переробки відходів для українського цементного підприємства;
4. Запропонований процес підготовки тпв для застосування їх безпосередньо на виробництві;
5. Розрахована енергетична ефективність заміни 30% вугілля на альтернативне паливо з ТПВ;
6. Проаналізований вплив спалювання твердих побутових відходів в цементних обертових печах на навколишнє середовище за методикою ІМРАСТ 2002+;
7. Розраховані потенційні викиди під час використання технології спільної переробки твердих побутових відходів у цементних печах.

Об'єкт дослідження – процес спалювання у цементній обертовій печі суміші палива з вугілля і альтернативного палива з ТПВ у співвідношенні 70:30.

Предмет дослідження – підвищення ефективності випалу клінкеру шляхом заміною 30 % традиційного палива на паливо з ТПВ.

Методи дослідження. При проведенні дослідження використані наступні методи: *методи відбору проб за ГОСТ 54227-2010* для визначення морфологічного складу твердих побутових відходів; *методами порівняння та аналізу* запропонована технологічна схема використання спільної переробки відходів на цементному виробництві; *методом теоретичного моделювання* встановлено залежність теплотворної здатності ТПВ від вологості; *методикою ІМРАСТ 2002+* визначений потенційний вплив використання ТПВ у якості альтернативного палива для цементних обертових печей на навколишнє середовище за методикою.

Наукова новизна одержаних результатів, що виноситься на захист, представлена науковими положеннями, в яких *вперше*:

- визначено, що морфологічний склад, вологість, зольність та теплотворна здатність ТПВ мають такі показники, при яких заміна 30% палива з вугілля на альтернативне паливо з відходів не буде мати негативного впливу на процес випалу клінкеру;
- запропоновано та розроблено технологічну схему спільної переробки сміття на прикладі українського цементного заводу ПАТ «Волинь-Цемент»;

- визначено економічний ефект від впровадження використання суміші палива (30 % ТПВ та 70 % твердого вугілля) для умов ПАТ «Волинь-Цемент».

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- розроблені методики підбору морфологічного складу палива для індивідуальних особливостей обертових печей;
- розроблено методику розрахунку енергоефективності заміни 30% палива з вугілля на альтернативне паливо з ТПВ;
- отримана вища теплотворна здатність суміші вугілля та альтернативного з ТПВ (70:30 відповідно), що дорівнює 16 610 кДж/кг та показник витрати паливної суміші становлять 9 360,7 кг/год;
- встановлено, що річна економія при виробництві 54 т клінкеру/год Для умов ПАТ «Волинь-Цемент» із застосуванням 30 % альтернативного палива з ТПВ становить 8 782 323 УАН.

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні ідеї, мети, задач досліджень, наукової новизни, аналізу результатів, розробці рекомендацій та методики розрахунку. У роботі [1]: розроблена технологічна схема використання спільної переробки ТПВ у цементній обертовій печі та розрахована енергетична ефективність використання такої технології.

Апробація результатів наукової роботи. Наукові роботи за темою дисертації доповідались та були відмічені на **конференціях**: на Х науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія. Людина», 26-27 квітня 2018 р.

Публікації. Результати досліджень опубліковано в 1 науковій праці.

Об'єм і структура роботи. Дисертація викладена на 95 сторінках, складається зі вступу, 4 розділів та заключення, уміщує 20 рисунків, 18 таблиць, список використаних джерел із 58 найменувань на 6 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **ВСТУПІ** зазначено, що магістерська дисертація направлена на залучення технології спільної переробки ТПВ у цементних обертових печах з метою зменшення використання традиційного палива та зменшення навантаження на полігони ТПВ. Визначено актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мету і завдання дослідження, об'єкт, предмет та методи дослідження, наукові положення та новизну одержаних результатів, практичне значення. Викладено дані щодо апробації та публікації результатів досліджень, об'єм і структура роботи.

У **ПЕРШОМУ РОЗДІЛІ** проведено аналіз впливу морфологічних властивостей ТПВ на їх теплотворну здатність та визначено раціональний спосіб термічної утилізації ТПВ.

Визначено раціональний спосіб термічної утилізації ТПВ за аналізом літературних джерел – спільна переробка ТПВ у цементних обертових печах. Визначені переваги спільної переробки ТПВ:

- скорочення використання невідновлюваних викопних видів палива, таких як вугілля;

- зменшення викидів парникових газів, шляхом заміни використання викопного палива.
- зменшення навантаження на полігони ТПВ;
- можливість утилізувати небезпечні відходи, так як спалювання у цементній обертій печі відбувається за високих температур 1500 – 2000 °С.

Проведено дослідження з визначення морфологічного ТПВ. Під час проведення дослідження були зібрані проби ТПВ ручним (механічним) способом, в лабораторії були підготовлені окремі контейнери для кожного з 8 видів відходів: харчові відходи, макулатура, текстильні залишки, скляні та металеві відходи, пластик та інше. Було проведено зважування загальної вибірки ТПВ, а потім ручним способом виконано відокремлення кожного компонента і окреме його зважування, після чого був встановлений відсотковий склад кожного компонента від загальної маси. Експериментально визначений морфологічний склад ТПВ представлений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Морфологічний склад досліджуваної маси твердих побутових відходів

Компонент	Проби твердих побутових відходів []					
	I лютий	II лютий	III березень	IV березень	V квітень	VI квітень
Папір	15.1	17.2	17.2	21.33	18.83	18.7
Дерево	4.6	3.46	0.4	0.51	-	0.3
Скло	10.9	8.3	3.6	1.83	8.14	2.8
Шкіра, резина	-	1.1	-	-	-	-
Пластмаса	38.55	40.25	19.9	22.46	14.71	15
Текстиль	-	-	0.1	6.06	-	-
Харчові відходи	-	-	5.2	8.9	31.29	8.3
Метал	-	-	7.5	-	-	2.3
Інше	41	29.69	46.1	38.92	27.03	52.6

З таблиці 1 видно, що морфологічний склад ТПВ є неоднорідним і залежить від погодних умов та пори року.

Для визначення теплотворної здатності ТПВ визначені вологість та зольність відібраної проби ТПВ.

Масова частка загальної вологи розраховується за формулою:

$$w_c = \frac{(m_2 - m_3) - m_4 - m_5 + m_6}{(m_2 - m_1)} \quad (1)$$

де m_1 – маса пустого лотка, г; m_2 – маса лотка із зразком до процесу висушування, г; m_3 – маса лотка із зразком після висушування, г; m_4 – маса порівняльного лотка до висушування (зваженого при кімнатній температурі), г; m_5 – маса порівняльного лотка після висушування (зваженого гарячим), г; m_6 – маса вологи, зібраної з

упаковки, г.

Зольність визначається за допомогою розрахунків маси залишку, що лишається після процесу горіння. Для цього зразок, зольність якого потрібно визначити, нагрівається до температури близько 540 – 560 °С. Для розрахунку зольності сухого зразку A_d , % застосовано формулу (2):

$$A_d = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \times W_a \quad (2)$$

де m_1 – маса пустого тигля, г; m_2 – маса тигля з пробою, г; m_3 – маса тигля із зольним залишком, г; W_a – масова частка вологи у аналітичній пробі, %.

Результати вологості і зольності представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вологість і зольність досліджуваних зразків твердих побутових відходів, %

Показники	1 лютий	2 лютий	3 березень	4 березень	5 квітень	6 квітень
Вологість	6.1	4.2	40.1	18.1	38.1	45.1
Зольність	10.1	9.1	14.1	16.1	12.1	17.1

Теплотворна здатність ТПВ була розрахована за рахунок отриманих показників зольності та вологості, яка є критерієм потенційного використання ТПВ як альтернативного палива. Теплотворна здатність розрахована за формулою (3).

$$Q_{нт} = 4360 [1 - (W_p/100 + A^c/100)] \quad (3)$$

Результати розрахунку приведені у таблиці 3.

Таблиця 3 – Розрахунок теплотворної здатності по даних вологості та зольності

Значення	Проби твердих побутових відходів []					
	I лютий	II лютий	III березень	IV березень	V квітень	VI квітень
Теплотворна здатність, МДж/кг	13.21	13.81	9.38	10.74	9.55	13.95

Теплотворна здатність ТПВ залежить від морфологічного складу, вологості та зольності. Розглядаючи пробу № 5 можна зробити висновок, що її теплотворна здатність низька за рахунок наявності у складі великої кількості харчових залишків. Пробі № 6 навпаки, високий показник, через наявність великої кількості складника «Інше» та макулатури.

Середня теплотворна здатність ТПВ за три місяці складає 11,77 МДж/кг (2813,97 ккал) при середній вологості 25 %. Встановлено та розраховано залежність теплотворної здатності ТПВ, яка визначена у лабораторних умовах, від вологості, рисунок 1. У таблиці 4 представлені результати розрахунку. Перерахунок нижчої

теплоти згоряння ТПВ в залежності від вологості ТПВ виконано за формулою (4) [], ккал/кг:

$$Q_{\text{ТПВ}}(W^p) = Q_{(\text{ТПВ}1)} \times \frac{1-W^p}{1-W_1^p} \quad (4)$$

де $Q_{\text{н(ТПВ}1)}^p = 2813,97$ ккал – теплота згоряння ТПВ за три місяці, визначена в лабораторних умовах; $W_1^p = 25$ % – визначена в лабораторних умовах за три місяці вологість ТПВ»; $Q_{\text{н(ТПВ)}}^p$ – теплота згоряння підсушених ТПВ.

Таблиця 4 – Результати розрахунку теплотворної здатності ТПВ, яка визначена у лабораторних умовах, від вологості

Вологість ТПВ, %	Теплотворна здатність ТПВ, ккал/кг	Вологість ТПВ, %	Теплотворна здатність ТПВ, ккал/кг	Вологість ТПВ, %	Теплотворна здатність ТПВ, ккал/кг
5	3564,362	12	3301,725	19	3039,088
6	3526,842	13	3264,205	20	3001,568
7	3489,323	14	3226,686	21	2964,048
8	3451,803	15	3189,166	22	2926,529
9	3414,284	16	3151,646	23	2889,009
10	3376,764	17	3114,127	24	2851,49
11	3339,244	18	3076,607	25	2813,97

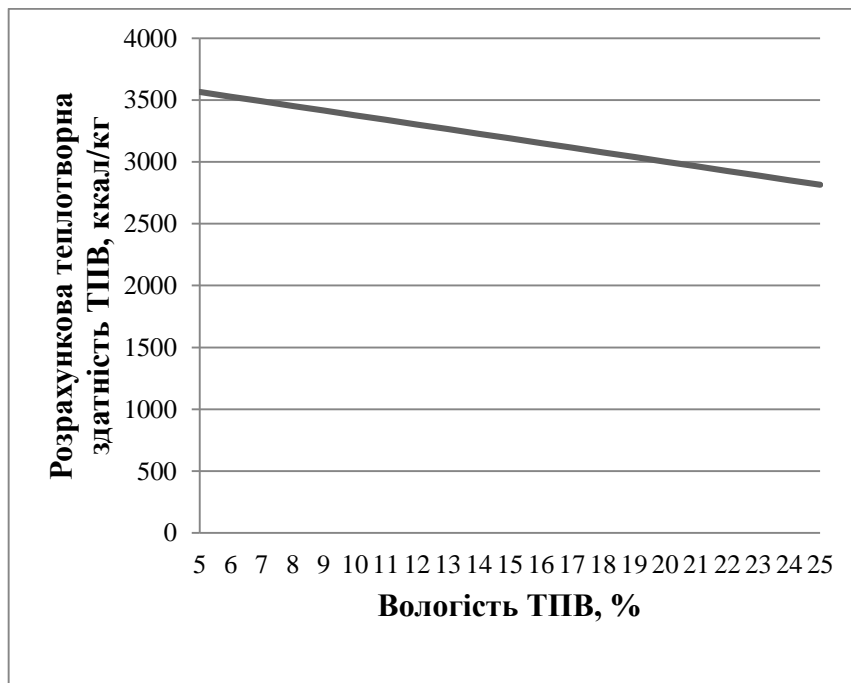


Рисунок 5 – Залежність теплотворної здатності від вологості ТПВ

Отже, проведені дослідження морфологічного складу ТПВ показали, що він вкрай неоднорідний і залежить від погодних умов і сезонів року. У досліджуваних пробах ТПВ вологість варіювалася від 4.2 до 45.1%, при зольності від 9.1 до 17.1%.

Встановлена залежність теплоти згоряння ТПВ, яка визначена лабораторним методом, від вологості. Теплота згоряння зменшується з 3564,362 ккал/кг до 2813,97 від збільшенням вологості у ТПВ з 5 % до 25 % відповідно.

Дослідження свідчать про вкрай неоднорідний склад нетрадиційного палива. Організувати раціональний процес спалювання дуже складно. Для використання цих відходів як палива необхідно провести підготовку відходів з метою стабілізації показників вологості і зольності.

У **ДРУГОМУ РОЗДІЛІ** проаналізовано технологію спільної переробки ТПВ на прикладі Чеського цементного заводу у м. Мокра та розрахована енергетична ефективність впровадження спільної переробки ТПВ для умов цементного заводу ПАТ «Волинь-цемент» м. Здолбунів.

Основною перевагою виробничого процесу на Чеському цементному заводі у м. Мокра було визначено застосування технології спільної переробки ТПВ у цементних обертових печах при суміші альтернативного палива з ТПВ і вугілля (30 : 70 % відповідно). Здатність ТПВ до тепловиділення при згорянні знайшло відображення в Директивах Європарламенту та Ради ЄС 2009/28 від 23.04.2009 р. «Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел» та 75/442 від 15.07.1975 р. «Про відходи». На рисунку 6 зображена технологічна схема використання ТПВ в якості альтернативного палива в цементній обертовій печі.

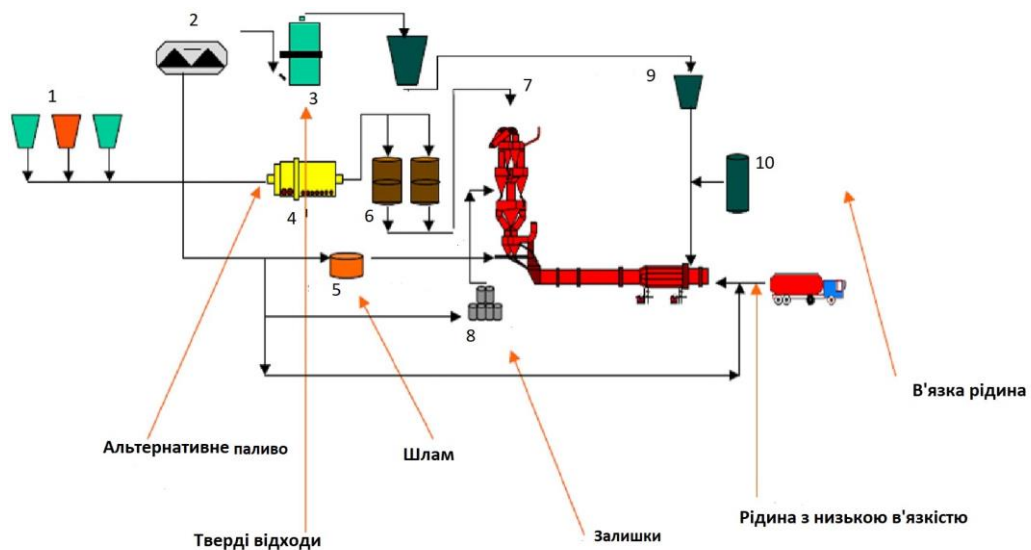


Рисунок 6 – Технологічна схема використання ТПВ в якості альтернативного палива в цементній обертовій печі на Чеському цементному заводі, де 1 – сировина; 2 – резервуар для паливних сумішей; 3 – вугільний млин; 4 – сировинний млин; 5 – резервуар для шламу; 6 – гомогенізатор; 7 – попереднє нагрівання; 8 – сховище залишків; 9 – кокс, вугілля; 10 – мазут.

Була запропонована технологічна схема підготовки ТПВ з метою використання використання їх у якості альтернативного палива.

У **ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛІ** розрахований економічний ефект від впровадження спільної переробки ТПВ для умов ПАТ «Волинь-Цемент».

Для підготовки альтернативного палива пропонується сортування, подрібнення та брикетування на Рівненському сміттєспалювальному заводі. Для цього пропонується модернізація заводу додатковим обладнання, сума витрат складе 3 645 000 грн.

За зробленими підрахунками економія при виробництві 54 т клінкера/год, із застосуванням альтернативного палива (ТПВ), в порівнянні із використанням вугільного палива, становить 2661,31 UAH.

Річна економія при виробництві 54 т клінкера/год на цементному заводі із застосуванням 30 % альтернативного палива з ТПВ становить 8 782 323 UAH.

Встановлено, що залучення технології спільної переробки відходів скоротить витрати на енергоспоживання та безпосередньо знизить навантаження на полігони твердих побутових відходів.

У **ЧЕТВЕРТОМУ РОЗДІЛІ** визначено екологічний ефект від використання технології спільної переробки ТПВ для мокрого способу виробництва у стандартній цементній обертовій печі №6,5,4× 150 м на ПАТ «Волинь-Цемент», продуктивність якої дорівнює 54 т/год, що виробляє 10 200 м³/т клінкера. На рисунку 7 представлено потенційні викиди CO₂, HCl, SO₂, NOx в результаті спільної переробки ТПВ.

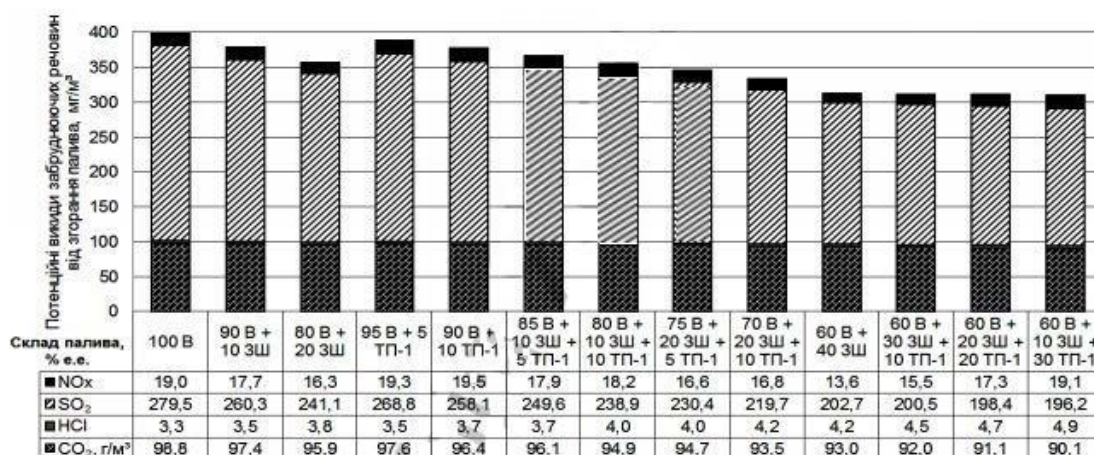


Рисунок 7 – Потенційні викиди CO₂, HCl, SO₂, NOx в результаті спільної переробки твердих побутових відходів

За допомогою діаграми зображеної на рисунку 7 встановлено, що спільна переробка ТПВ у цементній печі як альтернативного палива позитивно впливає на зниження викидів CO₂, HCl, SO₂, NOx, тобто викиди менші, ніж при використанні чистого вугільного палива. При заміщенні близько 10 - 40% вугільного палива викиди SO₂ скорочуються майже до 85 мг/м³. При цьому ж показнику CO₂ до 8600 мг/м³. Але HCl збільшується до 1,5 мг/м³. Для NOx відбувається збільшення викидів при заміщенні до 10% вугільного палива, але при заміщенні до 40% вугільного палива потенційні викиди можуть бути зменшені до 2,3 мг/м³.

ВИСНОВКИ

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, в якій вирішена актуальна нова наукова задача із удосконалення технології цементного виробництва шляхом впровадження спільної утилізації ТПВ у цементних печах з метою зменшення використання викопного палива та зменшення навантаження на полігони ТПВ, що є важливим для подальшого розвитку енергозберігаючих технологій на цементних заводах.

Основні наукові і практичні результати роботи полягають у наступному:

1. Проведений аналіз морфологічного складу ТПВ в лабораторних умовах показав, що він вкрай неоднорідний і залежить від погодних умов і сезонів року. У досліджуваних пробах ТПВ вологість варіювалася від 4.2 до 45.1% при зольності від 9.1 до 17.1%.

2. Встановлена залежність теплоти згоряння ТПВ, яка визначена лабораторним методом, від вологості. Теплота згоряння зменшується з 3564,362 ккал/кг до 2813,97 від збільшенням вологості у ТПВ з 5 % до 25 % відповідно.

3. Відповідно до аналізу літературних джерел встановлено, що спільна переробка ТПВ у цементних печах є найбільш оптимальним рішенням для зменшення навантаження на полігони ТПВ та підвищення екологічного ефекту під час виробництва цементу.

4. Запропонована технологічна схема спільної переробки ТПВ для ПАТ «Волинь-Цемент» (м. Здовбунів) відповідно до технології Чешського цементного заводу (м. Мокра), а саме використання суміші палива 30 % ТПВ та 70 % традиційного палива (кам'яне вугілля) під час спалювання у цементних печах.

5. Для умов ПАТ «Волинь-Цемент» розрахована економія при виробництві 54 т клінкера/год із застосуванням 30 % ТПВ та 70 % кам'яного вугілля в порівнянні із використанням вугільного палива, яка становить 2661,31 UAH.

6. Річна економія при виробництві 54 т клінкера/год Для умов ПАТ «Волинь-Цемент» із застосуванням 30 % альтернативного палива з ТПВ становить 8 782 323 UAH.

7. Встановлено, що при заміщення близько 10 - 40% вугільного палива викиди SO_2 скорочуються майже до 85 мг/м^3 . При цьому ж показнику CO_2 до 8600 мг/м^3 . Але $HC1$ збільшується до $1,5 \text{ мг/м}^3$. Для NOx відбувається збільшення викидів

при заміщення до 10 % вугільного палива, але при заміщенні до 40% вугільного палива потенційні викиди можуть бути зменшені до $2,3 \text{ мг/м}^3$.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Онищенко А. О. Waste materials co-processing in cement industry / Онищенко А. О., Ткачук К. К. Тези X МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Енергетика. Екологія. Людина», 26 – 28 квітня 2018 року. – Київ: Основа, 2018.

Здобувачем розроблена технологічна схема використання спільної переробки ТПВ у цементній обертовій печі та розрахована енергетична ефективність використання такої технології..

АНОТАЦІЯ

Онищенко А.О. – Зниження екологічного навантаження полігонів тпв впровадженням технології їх спільної переробки в цементній галузі. - На правах рукописи

Дисертація на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 101 – Екологія. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2018.

Застосування технології сумісної переробки твердих побутових відходів у цементних печах з ціллю вирішення проблеми утилізації відходів в Україні. Спалювання твердих побутових відходів як альтернативного палива на цементних заводах задля економії невідновлювальних джерел енергії та зменшення засміченості територій.

Ключові слова: ТПВ, спалювання, теплотворна здатність, вологість ТПВ, сміттєспалювальний завод, енергоефективність, теплоенергія.

АННОТАЦИЯ

Онищенко А.А. - снижение экологической нагрузки полигонов ТБО внедрением технологии их совместной переработки в цементной отрасли. - На правах рукописи

Диссертация на соискание степени магистра по специальности 101 – Экология. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» МОН Украины, Киев, 2018.

Применение технологии совместной переработки твердых бытовых отходов в цементных печах с целью решения проблемы утилизации отходов в Украине. Сжигание твердых бытовых отходов как альтернативного топлива на цементных заводах для экономии невозобновляемых источников энергии и уменьшения засоренности территорий.

Ключевые слова: ТБО, сжигание, теплотворная способность, влажность ТБО, мусоросжигательный завод, энергоэффективность, тепловая энергия.

ABSTRACT

Onyshchenko A.O. - Decrease in ecological load of SDW landfills, introduction of technology for their joint processing in the cement industry - As a manuscript

Thesis for a Master's degree, specialty 101 – Ecology. – National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2018.

Application of technology for the co-processing of municipal solid wastes in cement kilns with the aim of solving the problem of waste utilization in Ukraine. Combustion of municipal solid wastes as alternative fuels at cement plants to save on non-renewable sources of energy and to reduce the contaminated area.

Key words: MSW, combustion, calorific value, humidity of waste, waste incineration plant, energy efficiency, heat energy.

Онищенко Анна Олегівна

**ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОЛІГОНІВ ТПВ
ВПРОВАДЖЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ СПІЛЬНОЇ ПЕРЕРОБКИ В
ЦЕМЕНТНІЙ ГАЛУЗІ**

Спеціальність 101 – Екологія

(Автореферат)