

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля  
Кафедра екології та екологічної безпеки

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ  
доповіді до до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему:  
**“РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ  
ЦЕГЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА”**

Розробив: студент гр. ЕКО-18м

Корінець Микола Анатолійович

Керівник: к.т.н., старший викладач Трач І.А.

Вінниця - 2019

## Актуальність

В Україні є багаті запаси природної будівельної сировини: легкоплавкі глини, каоліни, кварцити, будівельно-промисловий камінь. Промисловість будівельних матеріалів забезпечує вітчизняне виробництво багатьма видами продукції. Це і стінові, в'язучі, покрівельні, оздоблювальні, облицювальні, ізоляційні матеріали, будівельне скло, збірний залізобетон і бетон, покрівельна кераміка і фаянс, санітарно-технічні вироби та інше.

У виробництві стінових керамічних матеріалів окремою позицією виділяється виробництво цегли.

Цегельне виробництво є досить поширеним у Вінницькій області і становить велику частину її економіки. Цегла усіх різновидностей залишається основним будівельним матеріалом, особливо при спорудженні будівель, споруд або їх комплексів. Однак, при цьому також забруднюється навколишнє природне середовище.

Зниження витрат виробництва, підвищення якості та розширення асортименту продукції, що випускається є пріоритетною проблемою цегельного виробництва. Один із шляхів вирішення проблеми - використання промислових відходів, як сировинного компонента при виробництві цегли. Питання утилізації відходів стоїть на стику проблем ресурсо- та енергозбереження, екологічної безпеки, вдосконалення технологій. Серед актуальних напрямків досліджень важливе місце займає використання золи-виносу ТЕС.

ВАТ "Ладжинський завод силікатної цегли" в технологічному процесі виробництва силікатної цегли викидає в атмосферне повітря шкідливі забруднюючі речовини. Хімічне забруднення атмосферного повітря знижує адаптаційні можливості організму людини і, як наслідок, стійкість до негативних чинників, підвищує рівень захворюваності, насамперед органів дихальної системи.

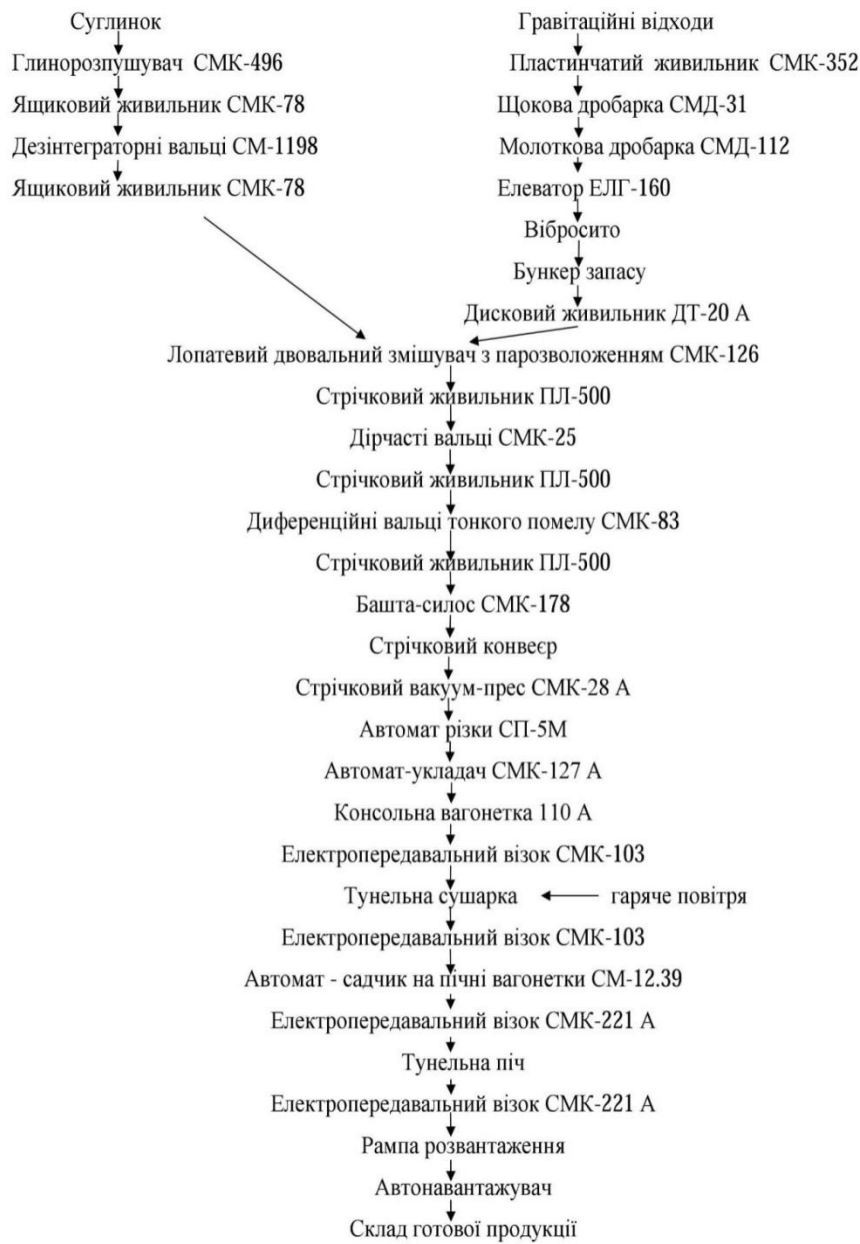
Отже, для підвищення рівня екологічної безпеки цегельного виробництва необхідно розробити ряд ефективних природоохоронних і ресурсозберігаючих заходів.

**Метою роботи** є розробка природоохоронних заходів і рекомендацій для підвищення рівня екологічної безпеки цегельного виробництва на прикладі ВАТ «Ладизинський завод силікатної цегли».

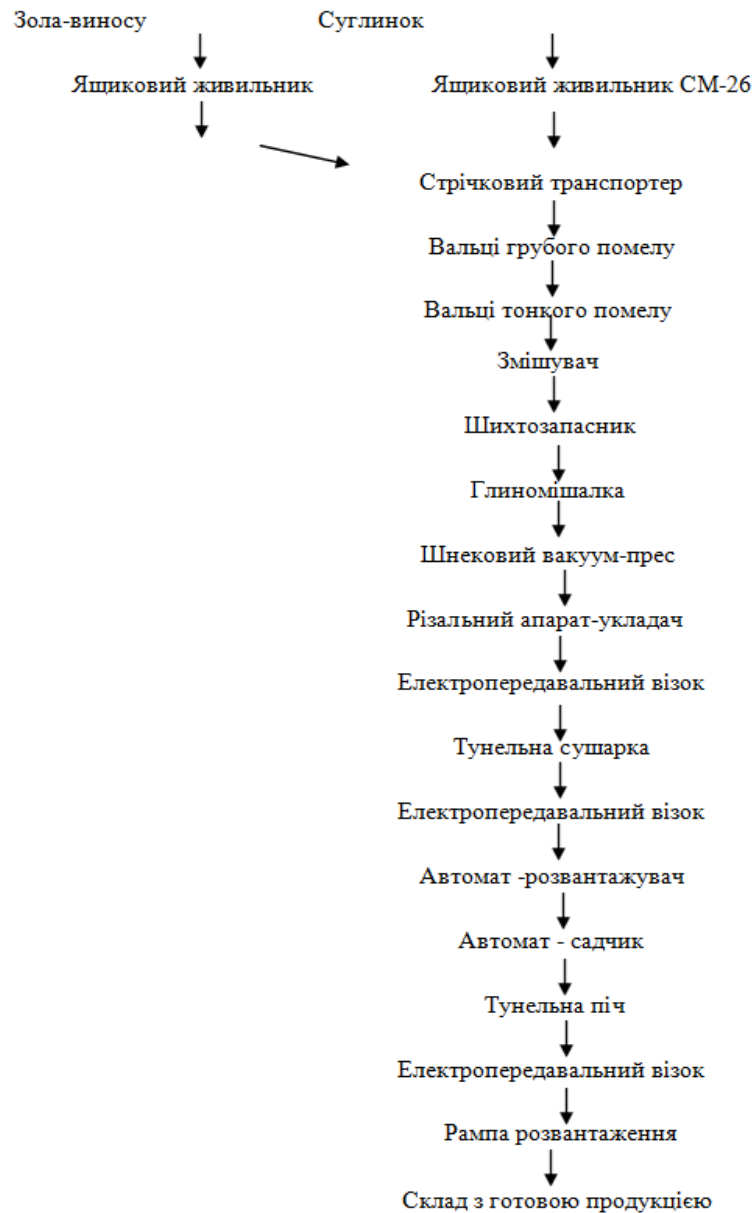
**Задачі дослідження.** Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

1. Дослідити технологічні схеми цегельного виробництва із зазначенням джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
2. Провести екологічний аналіз характеристик забруднення атмосферного повітря ВАТ «Ладизинський завод силікатної цегли».
3. Зробити розрахунок викидів забруднювальних речовин Ладизинського заводу силікатної цегли.
4. Розробити природоохоронні заходи і рекомендацій для для підвищення рівня ресурсоенергозбереження та екологічної безпеки цегельного виробництва.
5. Обґрунтувати еколого-економічну доцільність використання зольних відходів ТЕС в якості паливно-мінеральної добавки при виробництві керамічної цегли.

## Технологічна схема виробництва керамічної цегли з використанням гравітаційних відходів вуглезбагачення



## Технологічна схема виробництва керамічної цегли з використанням золи-виносу ТЕС

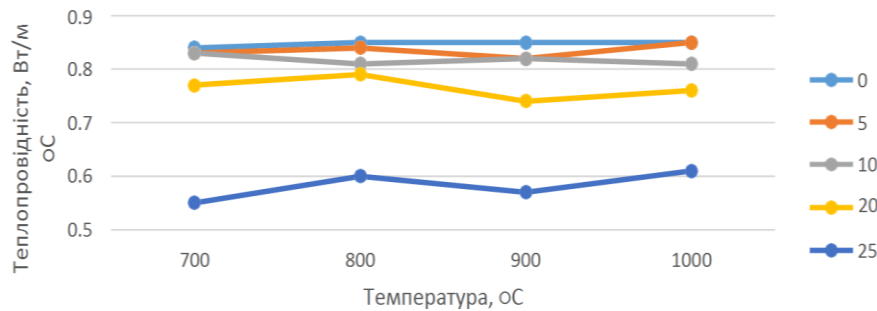


# Обґрунтування використання золи-виносу для виробництва керамічної цегли

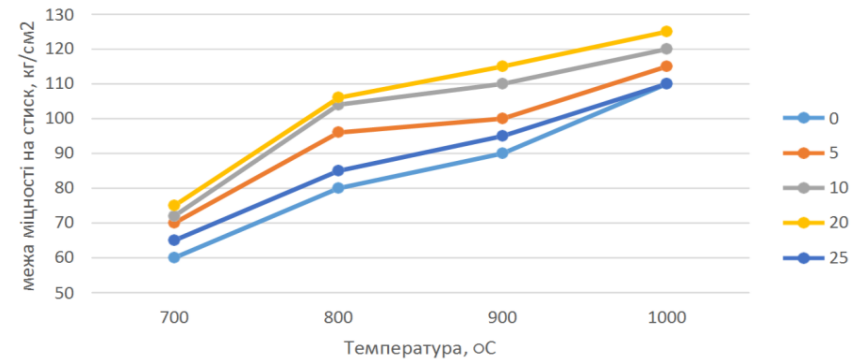
Фізико-механічні характеристики керамічної цегли при різному вмісті золи та різній температурі випалу

Вміст золи, %	Теплопровідність, Вт/м <sup>0</sup> С				Водопоглинання, %				Межа міцності на стиск, кг/см <sup>2</sup>			
	Температура, <sup>0</sup> С				Температура, <sup>0</sup> С				Температура, <sup>0</sup> С			
	700	800	900	1000	700	800	900	1000	700	800	900	1000
0	0,84	0,85	0,85	0,85	11	10	9	8	60	80	90	110
5	0,83	0,84	0,82	0,85	17	17	15	10	70	96	100	115
10	0,83	0,81	0,82	0,81	18	18	16	12	72	104	110	120
20	0,77	0,79	0,74	0,76	20	19	17	13	75	106	115	125
25	0,55	0,6	0,57	0,61	27	25	20	18	65	85	95	110

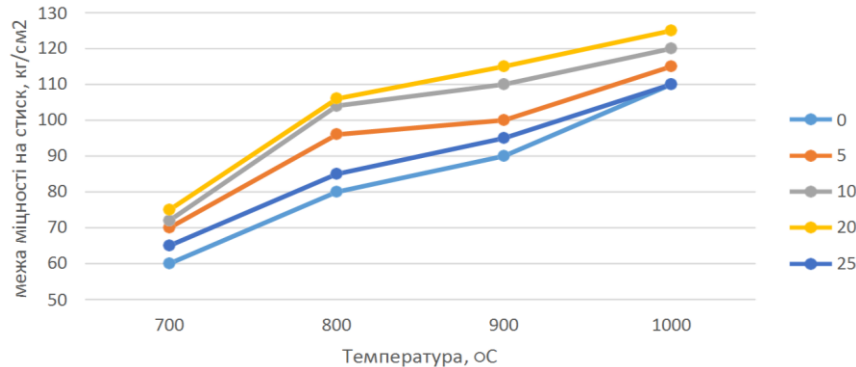
Графік залежності теплопровідності цегли від  $t_{\text{випалу}}$



Графік залежності водопоглинання цегли від  $t_{\text{випалу}}$



Графік залежності межі міцності на стиск цегли від  $t_{\text{випалу}}$



Оптимальним процентним співвідношенням додавання золи-виносу є 20% при температурі випалу 1000<sup>0</sup>С. За таких умов теплопровідність готових виробів становить 0,76 Вт/м<sup>0</sup>С, водопоглинання – 13%, а межа міцності на стиск – 125 кг/см<sup>2</sup>.

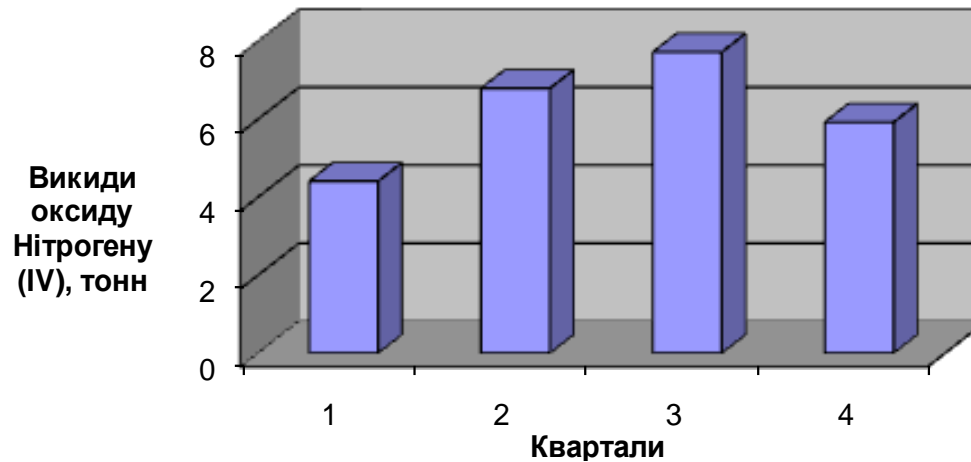
Технологічна схема виробництва силікатної цегли із  
зазначенням джерел викидів забруднюючих речовин в  
атмосферне повітря



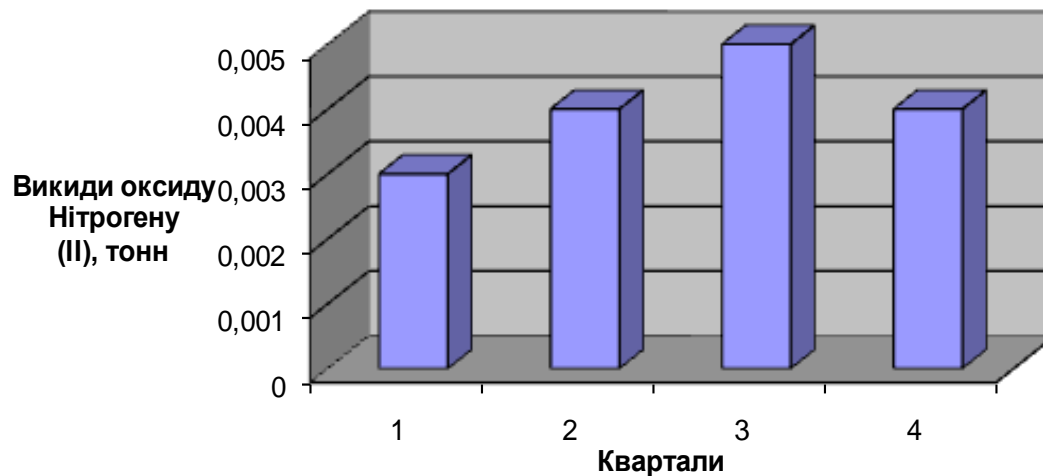
# Викиди забруднюючих речовин Ладижинського заводу силікатної цегли за 2017 рік, тонн

	1 квартал			2 квартал			3 квартал			4 квартал			За рік		
	ко- тель- ня	ш. піч	кузня	ко- тель- ня	ш. піч	кузня	ко- тель- ня	ш. піч	кузня	ко- тель- ня	ш. піч	кузня	ко- тель- ня	ш. піч	кузня
NO <sub>2</sub>	2,093	2,319	–	4,303	2,488	0,003	4,419	3,204	0,001	3,140	2,783	0,0009	13,955	10,794	0,005
	4,412			6,794			7,724			5,924			24,754		
N <sub>2</sub> O	0,001	0,002	–	0,0025	0,0015	–	0,003	0,002	–	0,002	0,002	–	0,009	0,007	–
	0,003			0,004			0,005			0,004			0,0016		
NO <sub>2</sub> + N <sub>2</sub> O	2,094	2,321	–	4,306	2,489	0,003	4,422	3,206	0,001	3,142	2,785	0,0009	13,964	10,801	0,005
	4,415			6,794			7,629			5,928			24,770		
CO	0,2360	0,233	–	0,486	0,249	0,063	0,499	0,322	0,017	0,355	0,279	0,022	1,576	1,085	1,102
	0,469			0,798			0,838			0,656			2,761		
CH <sub>4</sub>	0,012	0,014	–	0,026	0,015	–	0,026	0,020	–	0,019	0,017	–	0,083	0,066	–
	0,026			0,041			0,046			0,036			0,149		
SO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	0,016	–	–	0,004	–	–	0,006	–	–	0,026
	–			0,016			0,004			0,006			0,026		
CO <sub>2</sub> парни- ковий	2,342	2,568	–	4,818	2,753	0,082	4,974	3,548	0,022	3,516	3,081	0,029	15,623	11,950	0,133
	4,910			7,653			8,517			6,626			27,706		
Всього	779,43	862,9	–	1602,1	925,7	–	1645,4	1192,4	–	1169,1	1035,5	–	5196,2	4016,8	–
	1642,427			2527,427			2837,972			2204,743			9213,069		

Викиди оксиду Нітрогену (IV) ВАТ „ЛЗСЦ” за 4 квартали 2016 року, тонн.

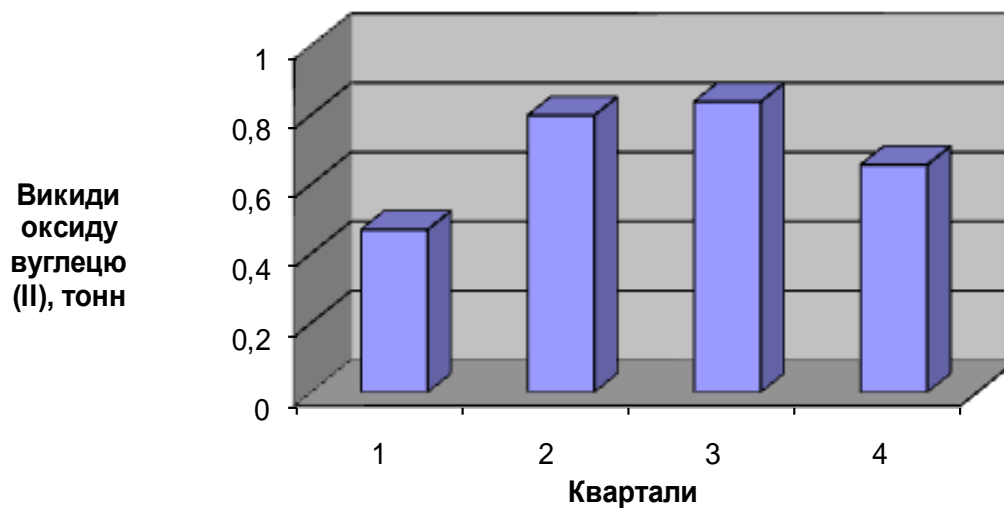


Викиди оксиду Нітрогену (II) ВАТ „ЛЗСЦ” за 4 квартали 2016 року, тонн.

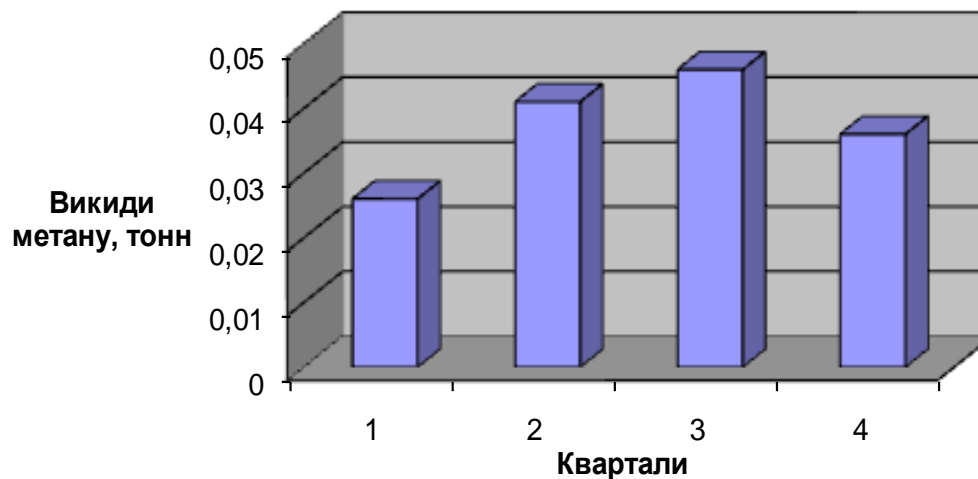




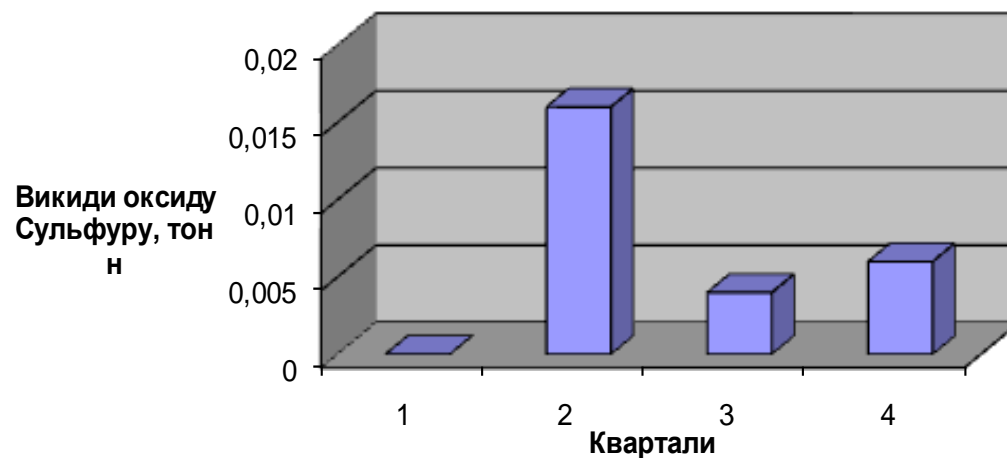
Викиди оксиду вуглецю (II) ВАТ „ЛЗСЦ” за 4 квартали 2016 року,  
ТОНН.



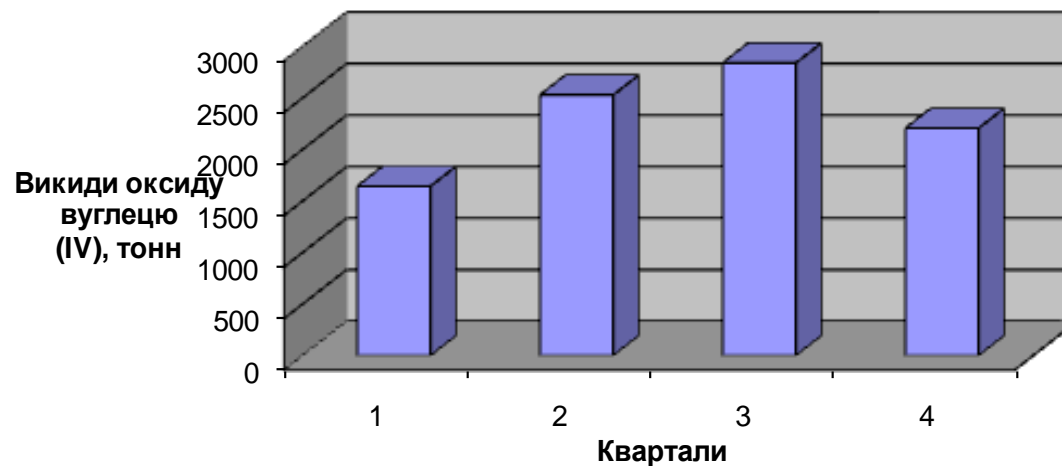
Викиди метану ВАТ „ЛЗСЦ” за 4 квартали 2016 року, тонн.



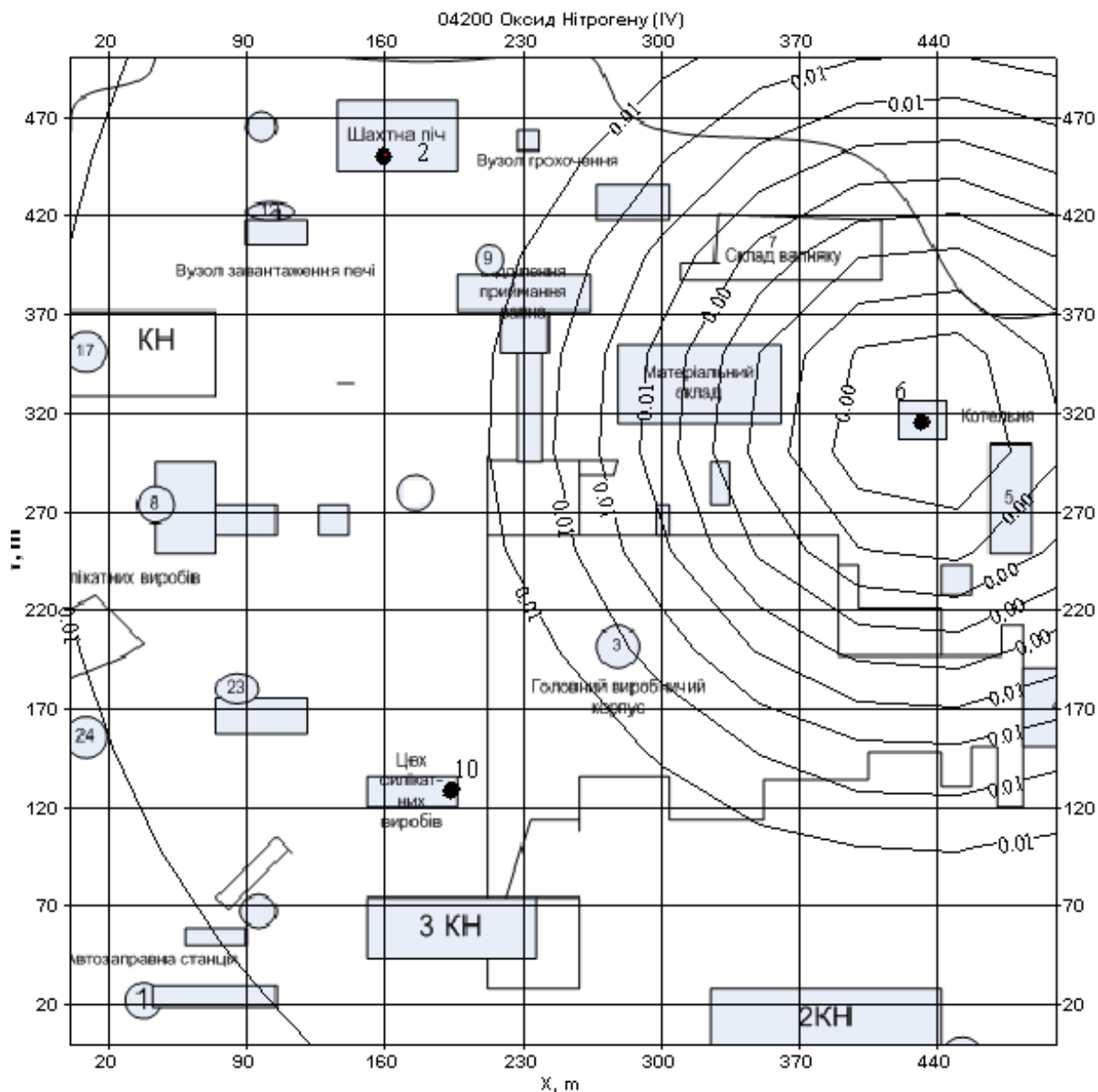
Викиди оксиду Сульфуру ВАТ „ЛЗСЦ” за 4 квартали 2016 року,  
ТОНН.



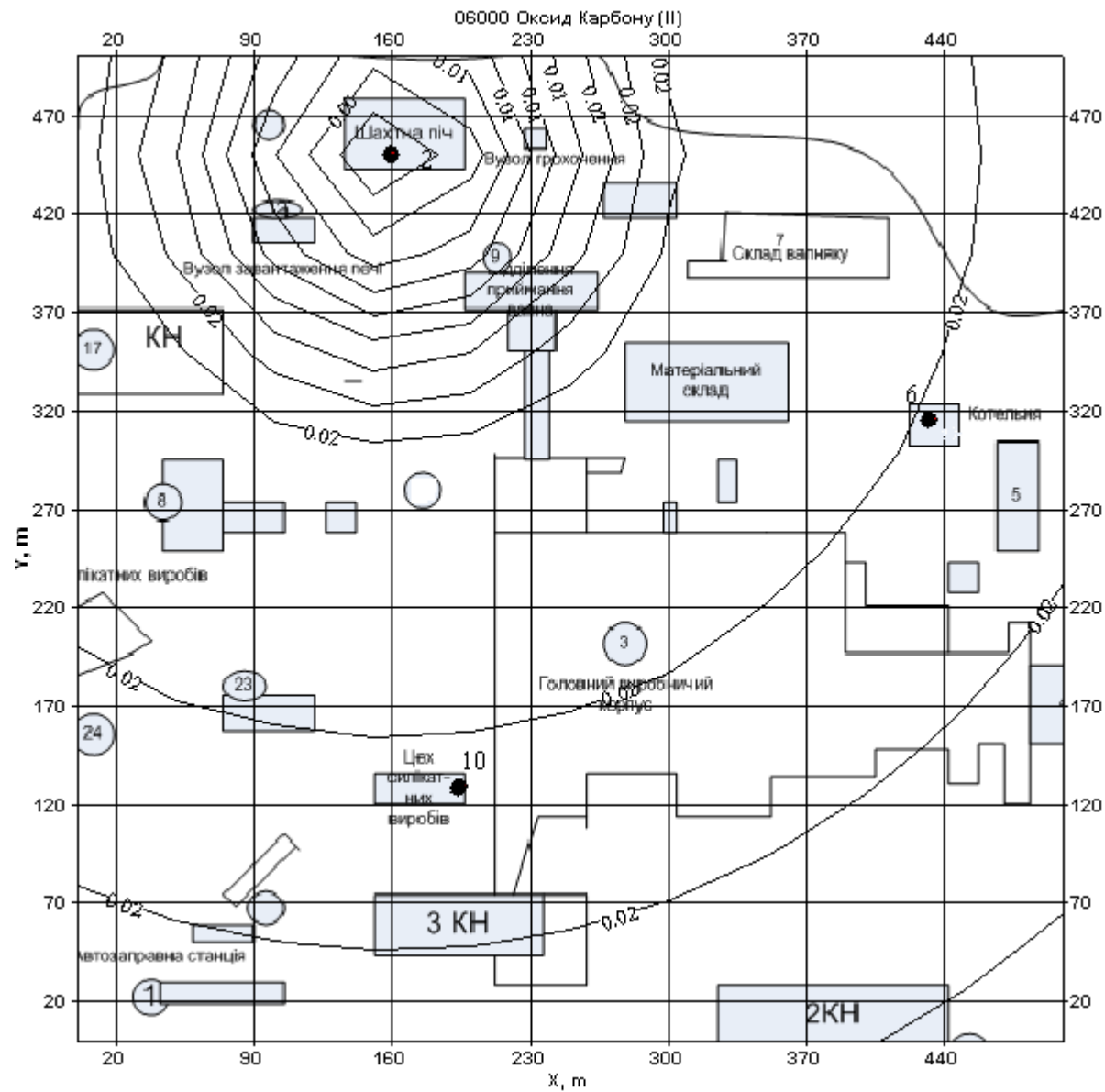
Викиди оксиду вуглецю (IV) ВАТ „ЛЗСЦ” за 4 квартали  
2016 року, тонн.



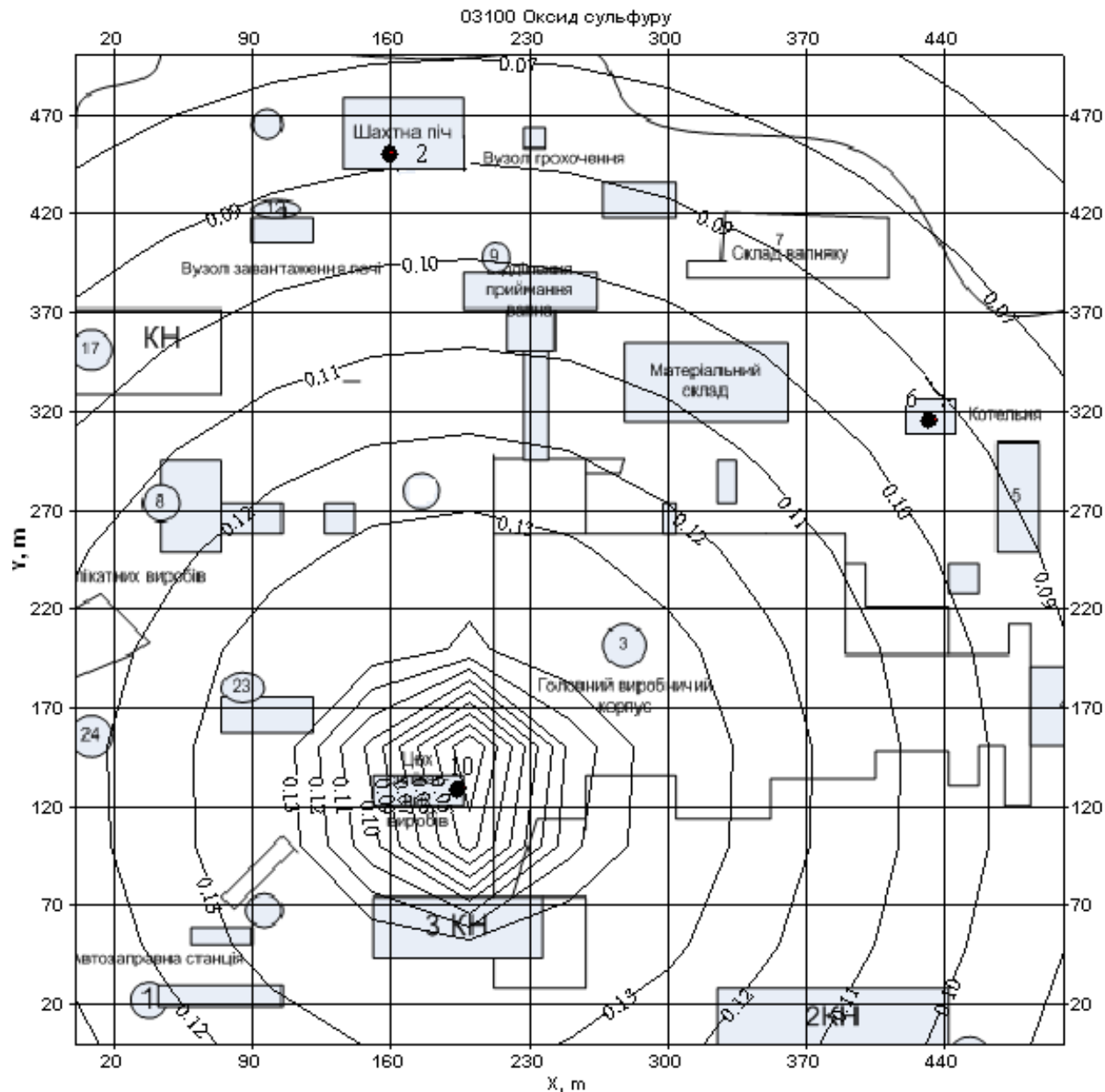
# Розсіювання оксиду Нітрогену IV в атмосферному повітрі, що викидається Ладижинським заводом силікатної цегли



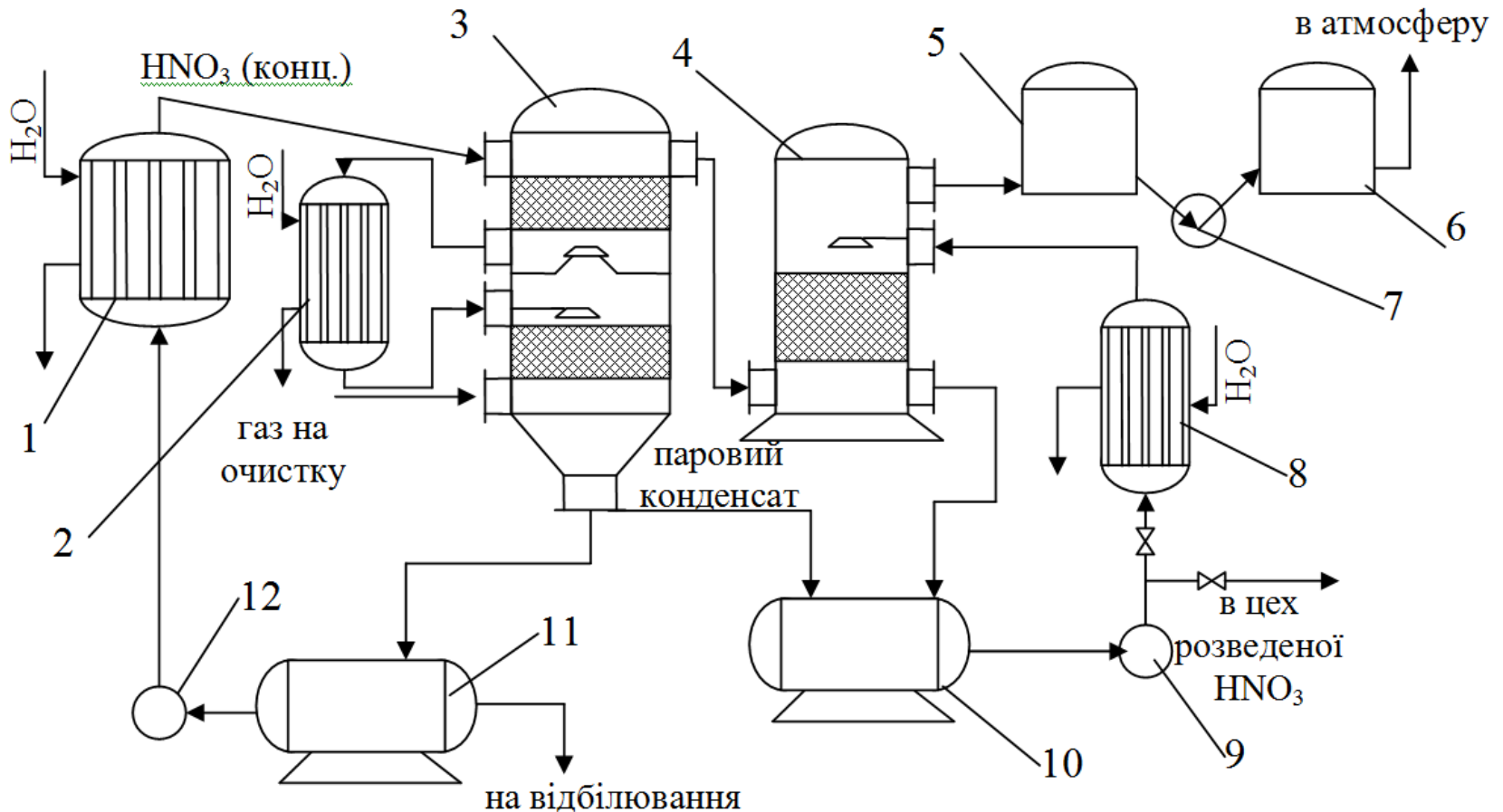
# Розсіювання оксиду Карбону II в атмосферному повітрі, що викидається Ладизинським заводом силікатної цегли



# Розсіювання оксиду Сульфуру в атмосферному повітрі, що викидається Ладижинським заводом силікатної цегли

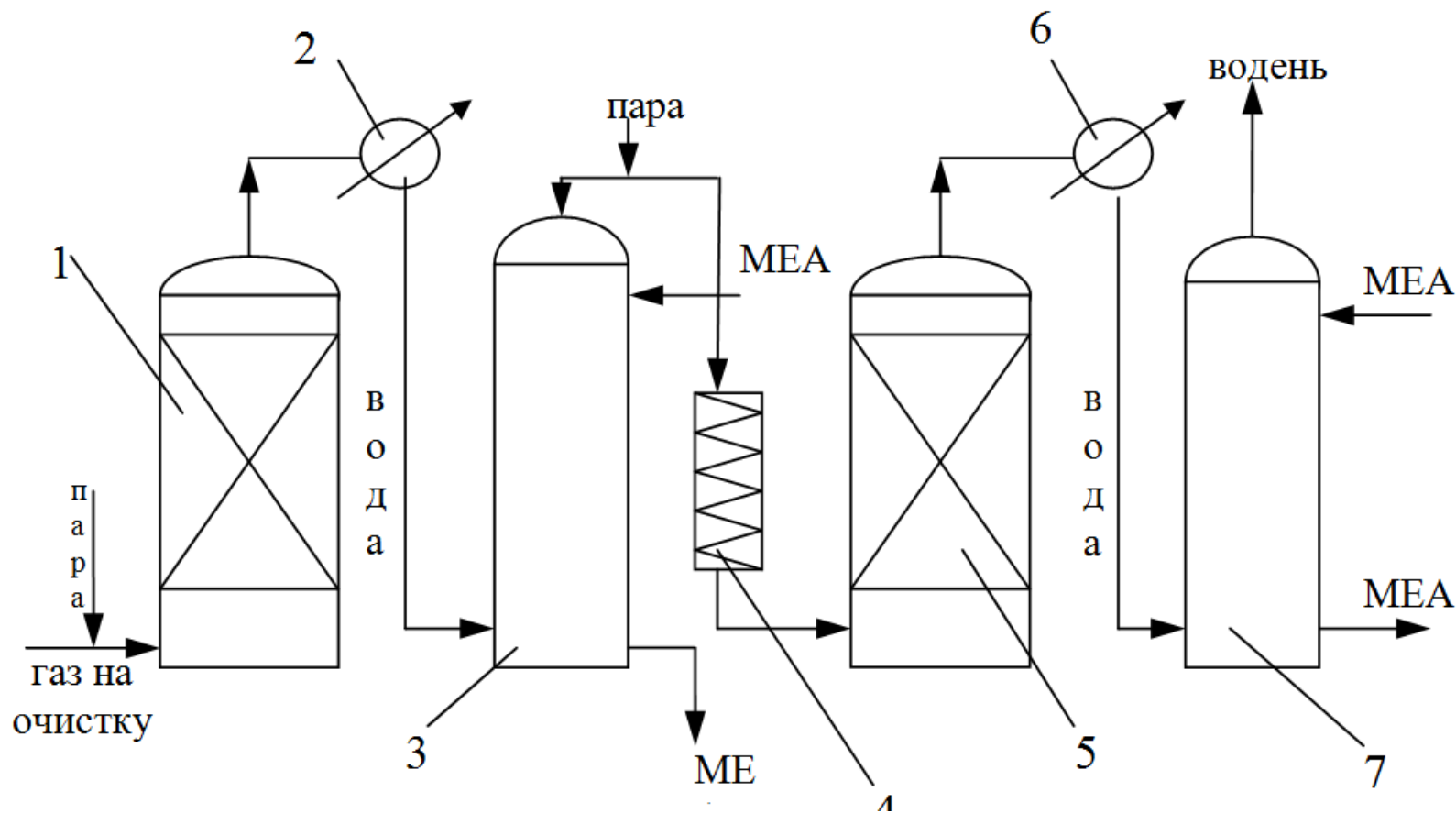


## Схема установки для очистки газів з високою концентрацією оксидів нітрогену



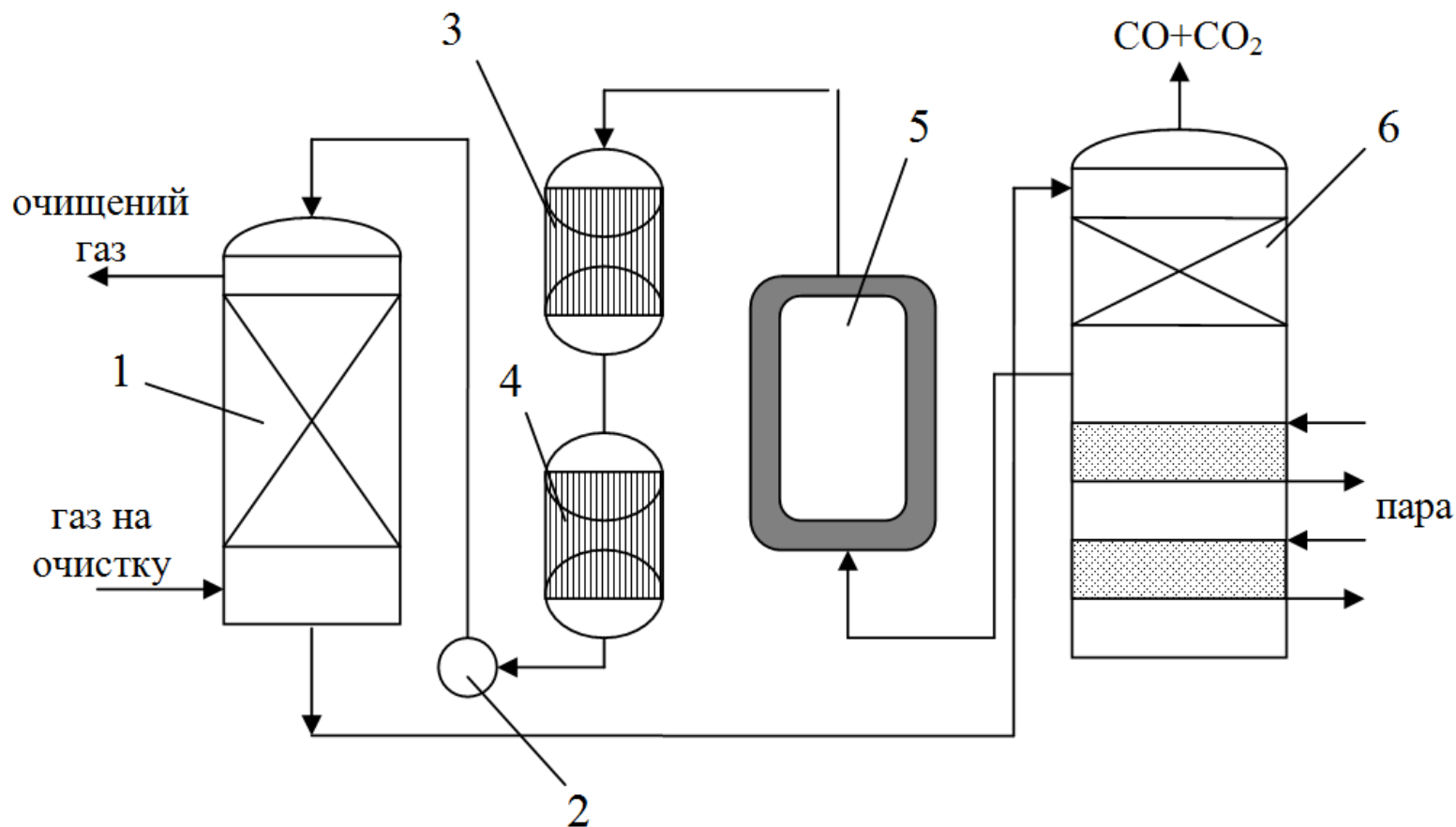
1,2-теплообмінники, 3-абсорбер першого ступеня, 4-абсорбер першого ступеня, 5-краплевловлювач; 6-електрофільтр, 7-вентилятор, 8-холодильник, 9,12-насоси, 10,11-ємності.

## Схема установки для очистки газів від карбоксиду реакцією ВОДЯНОГО ГАЗУ



1-конвектор СО першого ступеня, 2,6-холодильник, 3-абсорбер  
СО<sub>2</sub> першого ступеня, 4-нагрівач газу, 5-конвектор СО другого  
ступеня, 7-абсорбер СО<sub>2</sub> другого ступеня

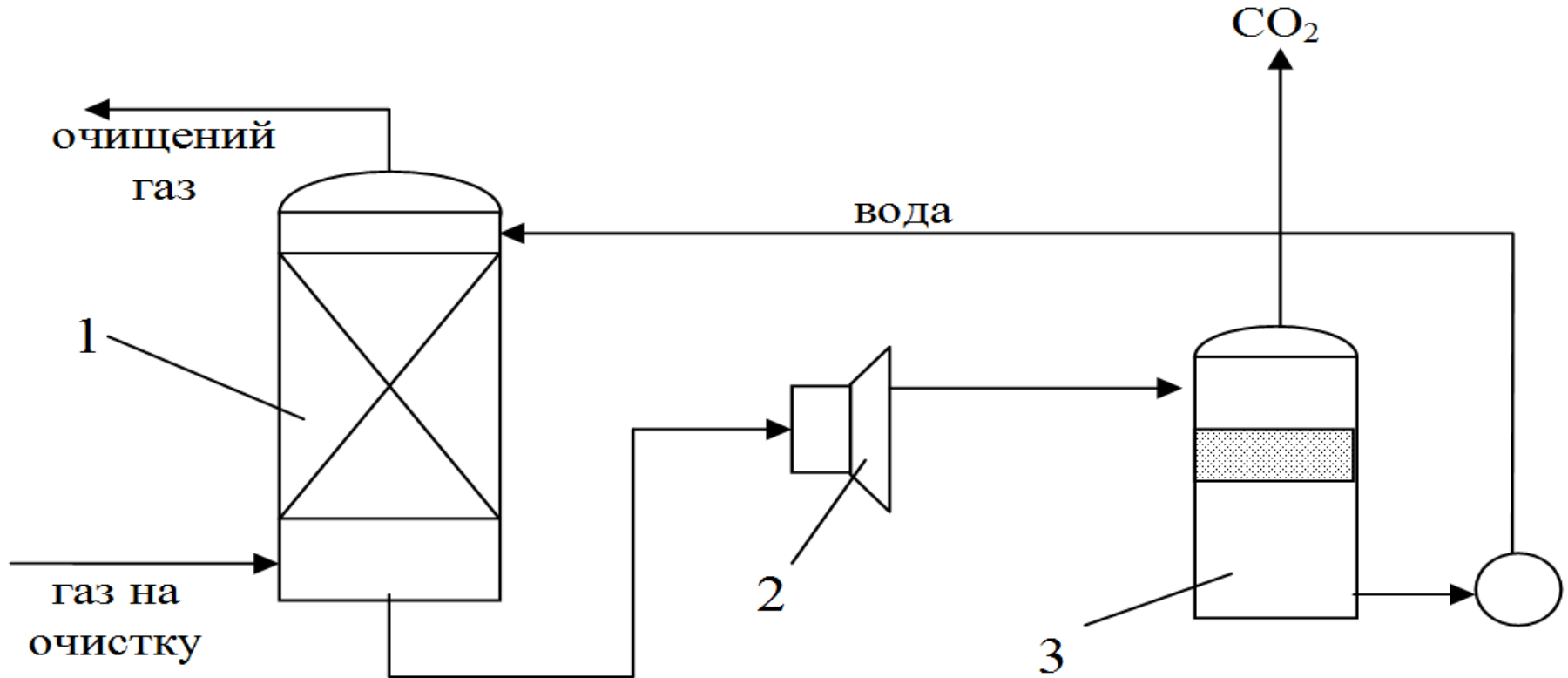
# Схема купрум - аміачної очистки газів



1-абсорбер, 2-насос, 3- водяний холодильник, 4-аміачний холодильник,  
5-ємність, 6-десорбер



# Схема установки для очистки газів від діоксида карбону водою

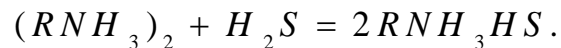
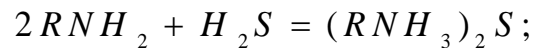
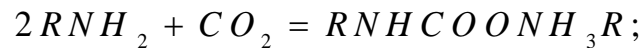
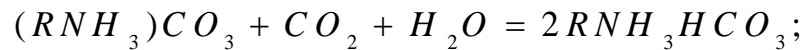
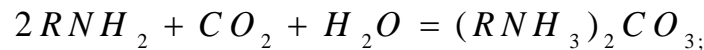


1-колона високого тиску, 2-турбіна, 3-дегазатор

## Видалення діоксиду карбону з газів розчинами етаноламінів

Етаноламінова очистка - найпоширеніший метод очистки промислових газів від діоксиду карбону ( $\text{CO}_2$ ) та гідрогенсульфату ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Як поглинювачі використовують моно-, ди- та триетаноламіни (МЕА, ДЕА, ТЕА). Реакції, на яких базується поглинання газоподібних домішок наведено нижче:



Поглинання діоксиду карбону та гідрогенсульфіду є не тільки процесом розчинення, але й утворення хімічних сполук (на основі кислотно-основної взаємодії). Проте ці сполуки за нормальних умов мають значний тиск насиченої пари. З підвищенням температури тиск парів цих сполук швидко зростає, тому нагріванням можна проводити десорбцію кислотних газів. В промисловості використовують розчини МЕА, тому що ДЕА і ТЕА є нестійкими.

Для зменшення корозії сталевого обладнання, концентрація амінів, як правило, не перевищує 15-30%. Іноді, щоб з газу видалити одночасно  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ , застосовують суміші діетиленгліколю (триетиленгліколю) та МЕА, що вміщує до 5% води. Регенерацію насичених розчинів проводять при 115-125°C. Алканоламінові методи недоцільно застосовувати для очищення газів (від гідрогенсульфіду), які містять значні кількості кисню. Схема процесу звичайна для абсорбційних методів.

## Наукова новизна

1. Запропоновано технологічну схему виробництва керамічної цегли із застосуванням золи-виносу ТЕС, яка дає енергозберігаючий ефект і дозволяє зменшити енергетичні витрати на 11%, що виражається в 11,9 кг умовного палива на 1000 шт.цегли;
2. Удосконалений метод екологічного контролю забруднення атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин на різних стадіях технологічного процесу, що дозволило підвищити достовірність екологічного контролю цегельного виробництва.

## Практичне значення

Результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці виробничої діяльності цегельних підприємств для підвищення рівня екологічної безпеки і подальшої розробки природоохоронних заходів. Здійснення екологізації цегельних підприємств може здійснюватися за такими основними напрямками:

- 1) розробка та застосування в промисловості маловідходних та безвідходних технологічних процесів, машин та обладнання, які забезпечують раціональне використання матеріальних та сировинних ресурсів, зниження норм використання сировини на одиницю готової продукції;
- 2) проектування і застосування серійного газоочисного та пиловловлюючого обладнання для захисту повітряного басейну від викиду шкідливих речовин;
- 3) використання і переробка відходів цегельного виробництва;
- 4) розробка засобів контролю та автоматизації споруд та установок пилогазоочистки з цілю підвищення їх ефективності та зниження експлуатаційних витрат на очистку.

# СТАРТАП-ПРОЕКТ

Бізнес-ідея: застосування золи-виносу ТЕС при виготовленні керамічної цегли.

Техніко-економічні показники заводу з виробництва керамічної цегли

Показник	Проектний показник
Річний випуск продукції, шт	26000000
Кількість персоналу	100
Усього персоналу на заводі	120
Середньорічна випуск продукції, шт.	260000
Капіталовкладення, грн	68353943,1
Собівартість продукції, грн	2,68
Рентабельність продукції, %	23,1
Період повернення капіталовкладень, рік	4,6

Оптимальне співвідношення між суглинком та золою-виносом становить 80:20. Зола-виносу ТЕС дозволяє скоротити сушку напівфабрикатів при виготовленні керамічної цегли за рахунок зниження формувальної вологості пластичної керамічної маси, а це в свою чергу дозволяє покращити сушильні властивості сирцю та зменшити енергоємність виробництва. Готові вироби мають високі показники якості та морозостійкості. Використання відходів золи-виносу дозволить скоротити витрати природного газу на випал виробів та знизить собівартість продукції.

1. Наведено загальну характеристику Ладизинського заводу силікатної цегли. Розглянуто технологічний процес виробництва силікатної цегли.
2. Дано характеристику основних забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря під час виробництва силікатної цегли.
3. Наведено основні джерела викиду шкідливих речовин в атмосферу. Встановлено, що головними джерелами є шахтна піч і цех силікатних виробів та проаналізовано динаміку викиду.
4. З метою зменшення викидів запропоновано заходи для покращення екологічної ситуації на підприємстві.
5. Здійснено математичне моделювання викидів оксиду нітрогену (IV), оксиду карбону (II), та оксиду сульфуру в приземному шарі атмосфери, а також побудовано карти розсіювання забруднюючих речовин від джерел викиду.
6. Запропоновано природоохоронні заходи щодо зменшення шкідливого впливу підприємства на навколишнє природне середовище.
7. У розділі «Стартап-проект» описано бізнес-ідею та проведено розрахунок складових калькуляції на її розробку і реалізацію.
8. Важливим напрямом ресурсоенергозбереження цегельного виробництва є використання зола-виносу ТЕС. Ці відходи використовуються в якості паливно-мінеральної добавки. Зола дозволяє скоротити сушку напівфабрикатів при виготовленні керамічної цегли за рахунок зниження формувальної вологості пластичної керамічної маси, а це в свою чергу дозволяє покращити сушильні властивості сирцю та зменшити енергоємність виробництва. Готові вироби мають високі показники якості та морозостійкості. Використання відходів золи-виносу дозволить скоротити витрати природного газу на випал виробів та знизить собівартість продукції.

## **Публікації результатів роботи:**

Викладені у МКР положення доповідались на XLVII науково-технічна конференція викладачів, співробітників та студентів Вінницького національного технічного університету (2018 р.).

## **Особистий внесок автора**

Автором визначено основні завдання роботи, обрано та опановано методи їх вирішення, підбрано та опрацьовано літературні джерела, здійснено аналіз і теоретичне обґрунтування зібраного матеріалу, його узагальнення та формулювання висновків.

*Доповідь закінчена.*

*Дякую за увагу!*