

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки України  
29 березня 2012 року № 384  
Форма № Н-9.02

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут суспільних наук, адміністрування та права  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

УДК 504.3.054

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ПП «ПОДІЛЛЯ-ЦЕГЛА» НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ»

Виконав: ст. 5 курсу, групи ЕКз-516  
напряму підготовки (спеціальності)

101 Екологія  
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Голощанов А. А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Ощуркевич-Панківська О.Є.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент доц.Марутяк С.Б.  
(прізвище та ініціали)

Львів - 2026  
( підпис )

(прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення суспільних наук, адміністрування та права  
Кафедра, циклова комісія екології

Освітньо-кваліфікаційний рівень  
магістр

Спеціальність 101 Екологія  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, голова  
циклової комісії проф. Копій Л.І.

«12» квітня 2026 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Голощাপову Антону Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оцінка впливу ПП «Поділля-цегла» на  
атмосферне повітря

керівник проекту (роботи) Ошуркевич-Панківська О.Є, к.с.-г.н., доц.  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від «20» січня 2026 р. № С-31

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 20.04.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічний регламент роботи  
ПП «Поділля-цегла»; Затвержені нормативи граничнодопустимих викидів  
забруднюючих речовин із стаціонарних джерел.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; 1. Характеристика діяльності ПП «Поділля-цегла»; 2. Опис  
поточного стану довкілля в районі впливу об'єкта господарювання; 3.  
Методика розрахунку масових викидів забруднюючих речовин в атмосферне  
повітря; 4. Оцінка впливу ПП «Поділля-цегла» на атмосферне повітря;  
Висновки; Список використаних джерел

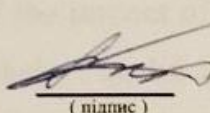
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Таблиці з розрахованими масами забруднюючих речовин від технологічних ланок та карєру.

6. Дата видачі завдання 21.01.2026

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

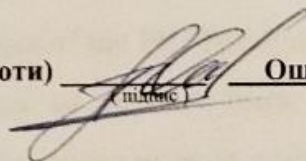
№ з/п	Назва етапів дипломного Проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи )	Примітка
1	Природно-кліматична характеристика території, на яку має вплив об'єкт господарювання	21.01.26-1.02.26	Вико- нано
2	Характеристика діяльності ПП «Поділля-цегла»	2.02.26-15.02.26	Вико- нано
3	Методика проведення досліджень та розрахунків	16.02.26-28.02.26	Вико- нано
4	Оцінка впливу виробництва цегли на атмосферне повітря	1.03.26-15.03.26	Вико- нано
5	Оцінка впливу кар'єру видобування глини на атмосферне повітря	16.03.26-30.03.26	Вико- нано
6	Оформлення пояснювальної записки	01.04.26-15.04.26	Вико- нано

Студент

  
( підпис )

Голощанов А. А. .  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

  
( підпис )

Ошуркевич-Панківська О.Є. .  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**УДК 504.3.054**

**Голощачов А. А. Оцінка впливу ПП «Поділля-цегла» на атмосферне повітря.** Кваліфікаційна робота бакалавра: 101 Екологія / Голощачов Антон Андрійович. Львів: НЛТУ України, 2026. - 46 с.

У роботі здійснено оцінку впливу ПП «Поділля-цегла» на атмосферне повітря. Для цього проаналізовано технологію виробництва керамічної цегли, виконано інженерно-технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від технологічних ланок виробництва цегли, а також операцій видобування корисної копалини (глини) відкритим способом.

*Ключові слова:* видобування глини відкритим способом, виробництво керамічної цегли, піч випалу цегли, викиди забруднюючих речовин, вплив на атмосферне повітря.

## SUMMARY

**UDC 504.3.054**

**Holoshchapov A. A. Assessment of the impact of the private enterprise "Podillia-tsegla" on atmospheric air.** Bachelor's qualification work: 101 Ecology / Anton Andriyovych Holoshchapov. Lviv: NLTU of Ukraine, 2026. - 46 p.

The work assesses the impact of the PE "Podillia-tsegla" on atmospheric air. For this purpose, the technology of ceramic brick production was analyzed, engineering and technological calculations of gross emissions of pollutants from the technological links of brick production, as well as operations of extracting minerals (clay) by open method were performed.

*Keywords:* open method clay extraction, ceramic brick production, brick kiln, emissions of pollutants, impact on atmospheric air.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПП «ПОДІЛЛЯ-ЦЕГЛА».....	7
1.1. Характеристика ПП «Поділля-цегла».....	7
1.1.1. Загальна характеристика ділянки Заслужненського родовища видобутку корисної копалини.....	8
1.1.2. Загальна характеристика технології виробництва цегли на ПП «Поділля-цегла».....	11
1.2. Характеристика джерел утворення викидів забруднюючих речовин.....	13
1.3. Санітарно-захисна зони підприємства .....	15
РОЗДІЛ 2. ОПИС ПОТОЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В РАЙОНІ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ .....	17
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МАСОВИХ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	22
3.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від спалювання кам'яного вугілля.....	22
3.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу під час випалу цегли.....	26
3.3. Розрахунок викидів шкідливих речовин від відділення підготовки шихти.....	26
3.4. Розрахунок викидів шкідливих речовин від складу сировини.....	27
3.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від спецтехніки.....	27
3.5.1. Розрахунок викидів пилу від переміщення спецтехніки.....	27
3.5.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від двигунів внутрішнього згорання спецтехніки.....	28
3.5.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від заправки спецтехніки.....	29
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПП «ПОДІЛЛЯ-ЦЕГЛА» НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	30
4.1. Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин від виробництва цегли.....	30
4.2. Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин від кар'єру видобування глини.....	37
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

## ВСТУП

Цілеспрямовані антропогенні дії на природу зумовлюють як позитивні, так і негативні зміни. Промислові підприємства є джерелами надходження забруднюючих речовин у навколишнє середовище. Значне забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери призводить до збільшення захворювань людей та зниження біологічної активності флори і фауни.

З огляду на це важливою характеристикою галузі промисловості та показником науково-технічного рівня й культури виробництва є ступінь екологічності роботи її підприємств, що обумовлюється використанням маловідходних технологій, впровадженням природоохоронних заходів, використанням технічних засобів зменшення надходження забруднюючих речовин у довкілля.

Будівельна галузь є важливим сегментом ринку держави, що багато у чому визначає рівень розвитку країни і відзначається великою потребою у сировинних та трудових ресурсах.

З огляду на це *актуальними* є роботи присвячені оцінці впливу об'єктів господарювання на довкілля.

**Мета роботи** полягає в оцінці впливу ПП «Поділля-цегла» на атмосферне повітря.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких завдань:

- вивчити структуру та роботу підприємства;
- проаналізувати технологію виробництва керамічної цегли;
- для визначення впливу об'єкта господарювання на атмосферне повітря виконати інженерно-технічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від технологічних ланок виробництва цегли.

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПП «ПОДІЛЛЯ-ЦЕГЛА»

#### 1.2. Характеристика ПП «Поділля-цегла»

Територія виробництва розташована в межах земельної ділянки з кадастровим номером 6822783400:06:005:0001 площею 4,1748 га, яка знаходиться на південній околиці с.Заслучне Заслучненської ТГ Хмельницького району Хмельницької області.



Рис.1.1. Ситуаційна карта-схема ділянки розміщення ПП «Поділля-цегла»

Діяльність підприємства ПП «Поділля-цегла» полягає у виготовленні цегли червоної повнотілої шляхом випалу в кільцевій печі, а також розробки діючого кар'єру з метою видобутку суглинків відкритим способом на ділянці Заслучненського родовища, як сировини для виготовлення цегли.

Змістом планованої виробничої діяльності є:

- видобуток суглинку в кількості 1,3 тис.м<sup>3</sup> на рік.
- виготовлення цегли із видобутого суглинку в кількості до 3000 тис.шт. на рік, (фактичний випуск на даний час складає 2000 тис.шт. на рік) [24].

### **1.1.1. Загальна характеристика ділянки Заслучненського родовища видобутку корисної копалини**

Об'єкт планованої діяльності займатиме один проммайданчик на території Заслучненської територіальної громади за адресою: Хмельницька обл., Хмельницький р-н, с.Заслучне, вул. Підберезна, 50.

Земельна ділянка для планованої діяльності межує:

- з півночі – із забудованою земельною ділянкою з кадастровим номером 6822783400:01:003:0081 і цільовим призначенням 02.01 Для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка), приватна власність;
- зі сходу – із проїжджою частиною польової дороги, за якою розміщені незабудовані земельні ділянки з цільовим призначенням 01.03 «Для ведення особистого селянського господарства, приватна власність»;
- з півдня - із незабудованими земельними ділянками з цільовим призначенням 01.01 «Для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, приватна власність»;

- із заходу - із незабудованою земельною ділянкою з цільовим призначенням 01.01 «Для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, приватна власність».

Найближча житлова забудова розміщена зі північного напрямку на відстані 304 м від межі розробки кар'єру та 100 м від труби кільцевої печі. Санітарно-захисна зона цегельного заводу у 100 м витримана, що підтвержено висновком санітарно-епідеміологічної експертизи від 18.04.2013 року №05.03.02-07/29209.

Площа кар'єрного поля – 2 га, його максимальна довжина – 230 м, ширина – 130 м. Запаси корисної копалини визначені протоколом ДКЗ №1988 від 27 травня 2010 року (додаток 16) і складають 113,0 тис.м<sup>3</sup>. Планована потужність виробництва (потужність гірничодобувного об'єкта), річну продуктивність роботи (за обсягом випуску продукції та/або за обсягом виконаних робіт: по розкритті робіт не передбачається, по видобування - 1,3 тис.м<sup>3</sup> на рік. та рекультивації – створення пасовища по всій площі кар'єру після його повного вироблення). Річний режим роботи кар'єра – сезонний, однозмінний, п'ятиденний. Видобуток породи відбувається протягом теплої пори року з квітня по листопад в світлу пору доби [24].

Враховуючи дані геологорозвідки, гірничотехнічні умови розробки, розробку кар'єру намічено розпочати із півдня на північ.

Підстелаючими породами є кварцові піски зеленувато-світло-сірого кольору, тонкодрібнозернисті сарматського віку. Максимальна пройдена потужність 0,9 м. Корисною копалиною на родовищі є суглинки лесоподібні, від світло-жовтого до темно-жовтого забарвлення, помірнопластичні. За основними фізико-механічними властивостями вони практично не відрізняються і розглядаються як один технологічний шар.

Згідно ДСТУ Б В.22.7-60-97 «Сировина глиниста для виготовлення керамічних будівельних матеріалів. Класифікація» суглинки родовища відносяться до низькодисперсної сировини, являються помірно пластичними з низьким вмістом включень, в тому числі карбонатних.

За результатами лабораторних кераміко-технологічних випробувань суглинки мають задовільні формувальні властивості, середньочутливі до сушки, відносяться до легкоплавкої, неспікливої сировини.

Таким чином, суглинки Заслучненського родовища в умовах фактичної роботи цегельного заводу ПП «Поділля-Цегла» придатні для виробництва способом пластичного формування в умовах природного сушіння протягом 14 діб, при температурі випалу 980-1000°C повнотілої рядової керамічної цегли марки 75 за міцністю, F15 - за морозостійкістю відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61-97 «Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови». Цегла за всіма параметрами відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-61-97 і має умовне позначення: Цегла КРПв - 1/75/1750/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97.

За радіаційно-гігієнічною оцінкою корисна копалина і готова продукція відповідно до НРБУ-97 віднесена до порід 1 класу з радіоактивності і може бути використана в усіх видах будівництва без обмежень.

Враховуючи гірничо-геологічні умови залягання корисної копалини, їх фізико-механічні властивості, товщину шарів залягання, рельєф місцевості, річний об'єм видобувних робіт, проектом передбачається транспортна система розробки відкритим способом із бульдозера, який розробляє і транспортує корисну копалину в бурт, а із бурта екскаватор JCB 3CX переміщає сировину в кузов вантажного автомобіля, який доставляє її до живильника цегельного заводу.

Розвиток фронту гірничих робіт - із півдня на північ.

Роботи при видобутку суглинків виконує бульдозер на базі трактора ДТ-75. Переміщення сировини із заскладованого бурту в живильник цегельного заводу здійснює бульдозер на базі трактора ДТ-75. Для забезпечення повноти виїмки корисної копалини проектом передбачається розробка суглинків шарами на всю глибину підрахунку запасів.

Технологічна схема і комплексна механізація ведення гірничих робіт визначалися відповідно до фізико-механічних властивостей розроблюваних порід і прийнятою системою розробки.

При розробці корисної копалини в проекті приймаються наступні елементи системи розробки: максимальна висота шару по корисній копалині приймається 1,0 м; кути укосів уступів: робочого - 55°; неробочого - 30°. Переміщення сировини із заскладованого бурту в живильник цегельного заводу здійснюється автомобілем вантажопідйомністю до 10 т. Родовище підготовлене до промислової розробки. Площа під відвалом становить 260 м<sup>2</sup>.

Кар'єрні дороги повинні утримуватись в справному стані і регулярно очищуватись від пилу та бруду, а в літній час поливатись водою з пилезв'язуючими домішками. Для догляду за кар'єрними дорогами використовуватиметься поливоміюча машина на базі вантажного автомобіля з дизельним двигуном внутрішнього згорання.

Заправка паливом землерийного і транспортного устаткування проводитиметься на межі кар'єрного поля (на дорозі, що веде до цегельного заводу) ручним способом або за допомогою стороннього паливозаправника на автомобільному шасі.

Виходячи із запланованої річної продуктивності кар'єру та подальшого її зростання і наявності промислових запасів корисних копалин в межах кар'єрного поля термін служби кар'єру складе 20 років.

Режим роботи по видобутку - сезонний, в одну зміну і складає 1200 годин [24].

### **1.1.2. Загальна характеристика технології виробництва цегли на ПП «Поділля-цегла»**

Глина з кар'єра подається в скриньковий живильник СМ-664. Фронтальний автовантажник з глинозапасника завантажує глиною живильники. Додатки до сировини додаються безпосередньо в живильник. Далі сировина в двохвалкову дробарку, яка розпушує сировину, забезпечуючи її подальшу транспортабельність. Пройшовши бігуни сировина

транспортерами потрапляє на козловий транспортер, який рівномірно заповнює шихтозапасник, другий - для споживання (забору сировини) [1,15].

Далі сировина подається на вальці помелу керамічної маси, а системою стрічкових транспортерів на вальці тонкого помелу, після якого вона надходить в шнековий змішувач з фільтруючою решіткою. На цьому етапі до сировини додається пара для зволоження [2,24].

Після дискового решітчастого живильник сировина надходить на преси з вакуумуванням, де відбувається пластичне формування глиняного бруса.

Сформований пресом глиняний брус різальним автоматом СМ-678 ріжеться на бруски (цеглу-сирець). Порізану цеглу-сирець складуються на рамки вагонетки, які по колії подаються в сушильні сараї. Кількість задіяних сушильних сараїв - 5 шт. Одночасно у сараї знаходиться не більше 8 тис. штук сирцю.

Висушений сирець завантажується на площадні вагонетки і в ручну подається в 14-ти клапанну кільцеву обпалювальну піч. Об'єм обпалювального каналу печі складає 270 м<sup>3</sup>. Щільність садки сирцю - 250-300 шт./м<sup>3</sup>. Сушка здійснюється гарячим повітрям при температурі 85-90 °С, на протязі 48 годин. Паралельно з цим в кільцеву піч за допомогою візків доставляється вугілля з відкритого складу зберігання. Після випалу цеглу площадними вагонетками відвозять на склад, вантажать за допомогою пересувного стрічкового транспортеру на автотранспорт і відправляють споживачам [3, 15]. В якості палива для кільцевої печі використовується вугілля, марки Г2, потенційне річне споживання вугілля 1200 т/рік.

Для здійснення планованої діяльності протягом року необхідно [6]:

- вугілля кам'яне – 1200 тон на рік;
- вода – 0,554 тис.м<sup>3</sup> на рік;
- дизельне паливо – 32,4571 тон на рік.

Випалена цегла розвантажується з вагонеток автоматичним пристроєм і подається на упаковку в стрейчплівку для складування та транспортування. Готова продукція автовантажувачами виноситься за межі корпусу на

відкритий склад, де козовим краном завантажується в автомобілі або залізничні вагони, і поставляється споживачам [24].

## **1.2. Характеристика джерел утворення викидів забруднюючих речовин**

Усього на промисловому майданчику підприємства розташовано 5 джерел викидів забруднюючих речовин: димова труба кільцевої печі (ДВ. №1), склад вугілля (ДВ №2, ДВ №3), кар'єр видобування сировини (ДВ №4, ДВ №5). Розміщення джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря наведена на рисунку 2.1.

У процесі виробничої діяльності підприємства в атмосферу викидаються шкідливі речовини: речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом (пил), оксиди азоту, оксид вуглецю, парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан).

***Кільцева піч випалу цегли (ДВ №1).*** Висушену цеглу-сирець на пічних вагонетках проштовхують у піч, на якій встановлено малотоксичні пальники з ступеневою подачею повітря та рециркуляцією пічних газів. Час роботи джерела 5760 год/рік. В процесі випалу цегли виділяється в атмосферу забруднюючі речовини: оксиди азоту, ангідрид сірчистий, оксид вуглецю, пил неорганічний (суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом), парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан).

***Склад вугілля (ДВ №2, ДВ №3).*** В якості палива для кільцевої печі використовується вугілля, марки Г2, потенційне річне споживання вугілля 1200 т/рік. У процесі пересипання вугілля та під час його статичного зберігання в атмосферне повітря виділяється пил вугілля (суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом).

***Розробка кар'єру глини (видобування корисної копалини) (ДВ № 4).*** Система розробки кар'єру - відкритим способом бульдозером на базі трактора ДТ-75, який розробляє і транспортує корисну копалину в бурт, а із бурта



екскаватор JCB 3CX переміщає сировину в кузов вантажного автомобіля, який доставляє її до живильника цегельного заводу. Під час видобування глини в атмосферу виділяється пил неорганічний (суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом), а також продукти згорання палива у двигунах внутрішнього згорання спецтехніки (діоксид азоту, аміак, оксид і діоксид вуглецю, вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, діоксид сірки). Режим видобутку - сезонний, в одну зміну і складає 1200 год/рік [24].

***Заправка паливом спецтехніки проводиться на межі кар'єрного поля (ДВ №5)*** (на дорозі, що веде до цегельного заводу) ручним способом або за допомогою стороннього паливозаправника на автомобільному шасі. Під час заправки в атмосферу виділяються вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> та сірководень. Протягом року використовується 32,4571 тон дизельного палива.

Джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря не обладнані газоочисним устаткуванням [24].

### **1.3. Санітарно-захисна зони підприємства**

Згідно з додатком №4 до ДСП-173-96 для виробництва цегли розмір нормативної санітарно-захисної зони становить 100 м [5].

Санітарно-захисна зона для відкритих кар'єрів передбачена при розробці гірничих порід VI - VII категорії. Основна корисна копалина на родовищі - суглинки згідно класифікації ДБН Д.2.2-1-99 відноситься до I категорії (групи) порід, у залежності від труднощів їхньої розробки і видобуток корисної копалини є частиною технологічного процесу виготовлення цегли, що належить до IV класу по санітарній класифікації підприємств. Отже, орієнтуючись на міцність породи та санітарну класифікацію підприємств, розмір санітарно-захисної зони для Заслучненського родовища суглинків також приймається рівною 100 м [5].

Найближча житлова забудова розміщена зі північного напрямку на відстані 304 м від межі розробки кар'єру та за 100 м від труби кільцевої печі.

Нормативна санітарно-захисна зона у 100 м витримана, що затверджено висновком санітарно-епідеміологічної експертизи від 18.04.2013 року №05.03.02-07/29209.

Територія санітарно-захисної зони не повинна розглядатись як резерв нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту об'єктів підприємства та розширення сельбищної території.

Розташування об'єктів, що межують, за напрямками світу:

1) сторона світу: північ;

назва об'єкта: житлова забудова за 100 м, с. Заслучне, вул. Підберезна, 47.

2) сторона світу: схід,

назва об'єкта: польова дорога, за нею незабудовані сільськогосподарські землі місцевої громади, найближча житлова забудова за 2677 м, с. Слобідка-Чернелівська, вулиця Лугова, 9.

3) сторона світу: південь,

назва об'єкта: незабудовані сільськогосподарські землі місцевої громади, найближча житлова забудова за 2348 м, с. Писарівка, вул. Середня.

4) сторона світу: захід,

назва об'єкта: незабудовані сільськогосподарські землі місцевої громади, найближча житлова забудова за 1455 м, с. Світле (Улянівка Друга), вул. Центральна, 1 [24].

## РОЗДІЛ 2

### ОПИС ПОТОЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В РАЙОНІ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ

**Клімат та метеорологічні умови.** Територія області має помірно-континентальний клімат з теплим літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів. Він сформувався під впливом різноманітних чинників. Головним з них є географічна широта, з якою пов'язана висота Сонця над горизонтом і величина сонячної радіації. Висота Сонця над горизонтом на території області в червні в полудень досягає 63-65°C, в грудні – 16-18°C, а в рівнодення - 39,5-41,5°C. Тривалість дня змінюється від 8 до 16,5 години.

Неоднакові показники висоти Сонця над горизонтом та зміни хмарності протягом року впливають на зміну сонячної радіації від 130 кал/см<sup>2</sup> в грудні до 530 кал/см<sup>2</sup> в червні, досягаючи за рік 101 ккал/см<sup>2</sup>.

В усі пори року територія області перебуває під впливом циклонів, які формуються над Атлантичним океаном. Влітку вони зумовлюють значну хмарність, опади, зниження температури повітря, а взимку – потепління, відлиги, снігопади.

Середньорічна температура повітря коливається від 6,8 °C в північній і центральній частинах області до 7,3 °C - в південній.

Найтепліший місяць – липень, найхолодніший – січень. Влітку найвищі середні температури повітря спостерігаються в південній частині області (18,8 -19,3 °C), а найнижчі – в північній (18,5 °C) і західній (18,3 °C). Середні січневі температури повітря найнижчі в центральній частині області (-5,4 °C). Це пояснюється тим, що це найбільш підвищена, безліса частина височини. Дещо вищі вони в північній частині (-5,5 °C), а особливо – в південній (-0,5°C).

На території області випадає достатня кількість опадів (530-670 мм/рік). Найбільше їх на півночі, найменше – на півдні. Найбільша кількість опадів випадає влітку, найменша – взимку. В літній період часто бувають зливи, грози, іноді – град. Сніговий покрив утворюється в другій половині грудня і

тримається, переважно, до першої декади березня. Товщина його незначна (10-15 см).

Протягом року над територією області дмуть переважно північно-західні і північно-східні вітри. Влітку переважають північно-західні і західні вітри, а взимку – північно-західні і південно-східні. Взимку їх швидкість більша, ніж улітку. Кількість днів з тихою погодою влітку майже в півтора рази більша, ніж узимку.

На всій території чітко виділяються пори року. Кожна з них має свої особливості. Зима коротка і м'яка, з частими відлигами. Вона триває від 100 на півдні до 115 днів на півночі. Кількість днів із сніговим покривом досягає 75-95. Відлиги і різкі коливання температури повітря часто наносять шкоду озимим культурам [8].

Весна починається з другої декади березня, коли температура повітря стійко переходить вище  $0^{\circ}\text{C}$  і триває до останньої декади травня. Збільшується кількість опадів, ясних днів. Але повторні похолодання в квітні і травні зумовлені вторгненням на територію області північних вітрів, нерідко наносять шкоду сільськогосподарським культурам.

Літо триває з кінця травня до першої декади вересня. Температури повітря піднімаються вище  $15^{\circ}\text{C}$ , можливе підвищення до  $+39^{\circ}\text{C}$  (м. Кам'янець-Подільський). Переважають південно-східні вітри, збільшується кількість ясних днів. В першій половині літа нерідко бувають короткочасні зливи, велика кількість опадів. Іноді випадає град, який супроводжується сильними вітрами, що завдає неабиякої шкоди сільськогосподарським культурам.

Осінь триває з кінця вересня до кінця листопада. Вона настає тоді, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря до  $15^{\circ}\text{C}$  і нижче. Перша її половина відзначається погожими сонячними днями. Перші приморозки бувають вже в середині вересня. В листопаді ґрунт промерзає на глибину 5-6 см [14].

**Атмосферне повітря.** До основних антропогенних джерел забруднення атмосфери належать: теплове та енергетичне устаткування, промислові підприємства, сільське господарство, всі види транспорту. Однією з основних причин забруднення атмосферного повітря є низький рівень оснащення джерел викидів пилогазоочисним обладнанням. Значно впливає на забруднення атмосфери відсутність установок по вловлюванню газоподібних сполук, а саме: діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду вуглецю, летючих органічних сполук та інших.

Проблема транскордонного забруднення повітря вирішується шляхом укладення багатосторонніх угод (Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані 1979 р., та протоколів до неї), які передбачають попередження, скорочення, забезпечення готовності і ліквідації наслідків транскордонного забруднення повітря, а також його зменшення і контроль. Однією з найважливіших умов успішної боротьби з транскордонним забрудненням повітря є наявність достовірної і повної інформації про стан навколишнього середовища і рух потоків забруднювачів [22].

**Поверхневі води.** Водні ресурси Хмельницької області складаються з поверхневого стоку (в середньому 2.1 млрд.м<sup>3</sup>/рік) і запасів підземних вод (прогнози – 720 тис. м<sup>3</sup>/рік, затверджені – 160 млн. м<sup>3</sup>/рік). Водозабезпеченість місцевим поверхневим стоком одного жителя області становить 1,5 тис.м<sup>3</sup> при середній по державі 1,1 тис.м<sup>3</sup>, проте води нерівномірно розподіляються як по території, так і по сезонам року, але в основному всі галузі забезпечені необхідною кількістю води, хоча якість не завжди відповідає вимогам.

Річкова сітка області представлена річками басейнів Дністра (займає 7,74 тис.км<sup>2</sup> або 37,6 % території області), Південного Бугу (4,61 тис.км<sup>2</sup> або 22,4 %) і Дніпра (8.27 тис.км<sup>2</sup> або 40 % території області) [14].

**Рельєф, земельні ресурси та ґрунти.** Сучасний ґрунтовий покрив Хмельницької області сформувався під впливом ґрунтоутворних порід, рельєфу, клімату, рослинного покриву та господарської діяльності людини.

Земельний фонд області складає більше 2000 тис. га, в структурі земельного фонду майже 3/4 території зайнято сільськогосподарськими землями. Площа сільськогосподарських угідь зменшується, в свою чергу збільшується кількість забудованих земель.

Земельний фонд Хмельницької області станом на 1.01.2016 року становить 2062,9 тис. га, з них 1566,2 тис. га або 76,0 % займають сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень сільськогосподарського освоєння земель.

У структурі сільськогосподарських угідь рілля становить 80,0 %, багаторічні насадження – 2,6 %, сіножаті – 8,6 %, пасовища – 8,6 %.

Площа лісових та дерево-чагарникових насаджень становить 287,6 тис. га, у тому числі полезахисних лісосмуг - 4,3 тис. гектарів. Загальна лісистість області з урахуванням усіх захисних лісових насаджень становить 13,9 %.

Під водою зайнято 42,3 тис. га (2,0 %), у тому числі водосховищами, ставками та іншими штучними водоймами 32,5 тис. га, болотами – 20,2 тис. га (1,0 %). Під забудованими землями зайнято 85,1 тис. га (4,1 %), іншими землями – 61,5 тис. га (3,0 %).

Грунтовий покрив Хмельницької області досить різноманітний. Навіть в межах землекористувань окремих сільськогосподарських підприємств зустрічаються ділянки з різноманітними ґрунтами, які різняться між собою за агровиробничими властивостями і природною родючістю. В залежності від родючості ґрунтів і агрокліматичних умов територія області поділена на сім земельно-оціночних (агроґрунтових) районів.

Найбільш поширеними і родючими ґрунтами в області є чорноземи типові на різних ґрунтоутворюючих та підстилаючих породах, різного ступеня еродованості. Вони займають 496,6 тис. га, або 31,6 % обслідуваних земель. Чорноземи опідзолені та темно-сірі опідзолені ґрунти в межах області займають 514,4 тис. га, що становить 32,8 %, ясно-сірі та сірі опідзолені ґрунти займають 274,7 тис. га або 17,5 %. У власності і користуванні юридичних та фізичних осіб нараховується 117,2 тис. га осушених сільськогосподарських

угідь. Для поліпшення меліоративного стану цих земель необхідно провести реконструкцію осушувальної мережі на площі 12,4 тис. гектарів [16].

**Біорізноманіття (рослинний та тваринний світ).** Хмельниччина – область, що поєднує у собі рослинний світ Малого Полісся та Лісостепу. Тут створено багато об'єктів природно-заповідного фонду з метою збереження рідкісних видів рослин та тварин, які також охороняються на різних рівнях: регіональному, національному, європейському та світовому. Охороні підлягають болотні види Малого Полісся; степові види, що зростають на Товтрах та в долині річки Дністер; лучні види долин річок Південний Буг, Случ, Хомора; лісові види грабово-дубових, дубових та соснових лісів.

Сучасна фауна, на території Хмельниччини, представлена наступними видами: ссавці – вовки, лисиці, зайці-русаки, європейські козулі, дикі свині, лосі, рябі ховрахи, звичайні хом'яки, звичайні та малі бурозубки, їжаки, жовтогорлі, лісові і польові миші, лісові полівки, сірі та лісові вовчки. До Червоної книги України занесені: видра річкова, борсук звичайний, вечірниця мала та велетенська, підковоніс малий. Регіональної охорони потребують: куниця лісова, кутора мала, сліпак подільський, горностаї [16].

**Території та об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ).** Мережу територій та об'єктів природно-заповідного фонду Хмельницької області складають два національні природні і один регіональний ландшафтний парки, заказники, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного і місцевого значення, пам'ятки природи загальнодержавного і місцевого значення, заповідні урочища, зоопарк, ботанічний сад загальнодержавного значення – всього 522 об'єкти загальною площею 328493,48 га.

Під охорону взяті унікальні за своїми ландшафтами, багатством рослинного і тваринного світу, природні комплекси. На їх територіях зростає більше 150 видів рідкісних для області та таких, що потребують особливої охорони видів рослин, з яких 116 є червонокнижними, 88 видів лісової фауни [8,22].

### РОЗДІЛ 3

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МАСОВИХ ВИДКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

### 3.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від спалювання кам'яного вугілля

Розрахункові методи визначення викиду забруднювальної речовини базуються на використанні показника емісії. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка викидається енергетичною установкою в атмосферне повітря разом із димовими газами, віднесена до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива. Валовий викид  $j$ -ї забруднювальної речовини  $E_j$ , т, що надходить в атмосферу з димовими газами енергетичної установки за проміжок часу  $P$ , визначається за формулою [4]:

$$E_j = 10^{-6} k_j V Q^R \quad (3.1)$$

де

$E_j$  – валовий викид  $j$ -ї забруднювальної речовини під час спалювання палива за проміжок часу  $P$ , т;

$k_j$  – показник емісії  $j$ -ї забруднювальної речовини для  $i$ -го палива, г/ГДж;

$V$  – витрата  $i$ -го палива за проміжок часу  $P$ , т;

$Q^R$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг.

#### **Валовий викид речовин у вигляді суспендованих твердих частинок.**

Показник емісії у вигляді суспендованих твердих частинок визначається, як специфічний і визначається за формулою:

$$k_{ТВ} = 10^6 / Q^r (a_{вин} A^r / (100 - \Gamma_{вин})) (1 - \eta_{зу}) + k_{ТВS} \quad (3.2)$$

де

$k_{ТВ}$  – показник емісії твердих частинок, г/ГДж;

$Q^r$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$A^r$  – масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %

$a_{\text{вин}}$  – частка золи, яка виходить із котла у вигляді легкої золи;

$\eta_{\text{зу}}$  – ефективність очищення димових газів від твердих частинок = 0;

$\Gamma_{\text{вин}}$  – масовий вміст горючих речовин у викидах твердих частинок, %

$k_{\text{твс}}$  – показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і твердих частинок сорбенту, г/ГДж.

**Валовий викид діоксидів сірки  $\text{SO}_2$ .** Показник емісії  $k_{\text{SO}_2}$ , г/ГДж, оксидів сірки  $\text{SO}_2$  та  $\text{SO}_3$ , у перерахунку на діоксид сірки  $\text{SO}_2$ , які надходять в атмосферу з димовими газами, є специфічним і розраховується за формулою:

$$k_{\text{SO}_2} = (10^6/Q^r_i) (2S^r/100) (1 - \eta_1)(1 - \eta_{\text{II}}\beta) \quad (3.3)$$

де

$Q^r_i$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$S^r$  – вміст сірки в паливі на робочу масу за проміжок часу  $P$ , %;

$\eta_1$  – ефективність зв'язування сірки золою або сорбентом у енергетичній установці;

$\eta_{\text{II}}$  – ефективність очистки димових газів від оксидів сірки;

$\beta$  – коефіцієнт роботи сіркоочисної установки.

**Валовий викид оксидів азоту  $\text{NO}_x$ .** Під час спалювання органічного палива утворюються оксиди азоту  $\text{NO}_x$  (оксид азоту  $\text{NO}$  та діоксид азоту  $\text{NO}_2$ ), викиди яких визначаються в перерахунку на  $\text{NO}_2$ . Показник емісії оксидів азоту  $k_{\text{NO}_x}$ , г/ГДж, з урахуванням заходів скорочення викиду розраховується по формулі:

$$k_{\text{NO}_x} = (k_{\text{NO}_x})_o f_{\text{и}} (1 - \eta_1) ((1 - \eta_{\text{II}}\beta) \quad (3.4)$$

де

$(k_{\text{NO}_x})_o$  – показник емісії оксидів азоту без урахування заходів скорочення викиду 175 г/ГДж;

$f_{\text{и}}$  – ступінь зменшення викиду  $\text{NO}_x$  під час роботи на низькому навантаженні;

$\eta_1$  - ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду;

$\eta_{II}$  – ефективність вторинних заходів (азоту очисної установки);

$\beta$  – коефіцієнт роботи азоту очисної установки.

$f_{и} = (Q_{\phi}/Q_{н})^z$  – ступінь зменшення викиду оксидів азоту під час роботи на низькому навантаженні;

$Q_{\phi}$  - фактична теплова потужність енергетичної установки, МВт;

$Q_{н}$  - номінальна теплова потужність енергетичної установки, МВт;

$Z$  – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду енергетичної установки, її потужності, типу палива тощо.

**Валовий викид важких металів.** Під час спалювання вугілля показник емісії важкого металу  $k_{в.м.}$ , г/ГДж, є специфічним і визначається за формулою:

$$k_{в.м.} = (c_{в.м.}/Q^r_i) [a_{вин} f_{зб} (1-\eta_{зy})(1-f_r) + f_r (1-\eta_{гзy})] \quad (3.5)$$

де

$c_{в.м.}$  – масовий вміст важкого металу у паливі, мг/кг;

$Q^r_i$  - нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$a_{вин}$  – частка золи, яка виходить з котла у вигляді легкої золи;

$f_{зб}$  – коефіцієнт збагачення важкого металу;

$\eta_{зy}$  – ефективність золоуловлювальної установки;

$f_r$  - частка важкого металу, яка виходить у газоподібній формі;

$\eta_{гзy}$  - ефективність уловлення газоподібної фракції важкого металу в золоуловлювальній установці.

З наявних у вугіллі важких металів ртуть і арсен частково виходять з палива в газоподібному вигляді. За даними таблиці Д-13 ця частка становить 0,9 ( для ртуті) і 0,005 (для арсену). Для решти важких металів вона дорівнює нулю.

**Валовий викид оксидів вуглецю.** Показник емісії оксиду вуглецю  $k_{CO}$ , під час спалювання органічного палива визначається за формулою:

$$k_{CO} = (k_{CO})_o \times (1 - q_4/100) \quad (3.6)$$

де

$(k_{CO})_o$  - узагальнений показник емісії СО при відсутності механічного недопалу (2000 г/ГДж);

$q_4$  - втрати тепла палива через механічний недопал = 1,5 %.

**Валовий викид діоксиду вуглецю.** Діоксид вуглецю ( вуглекислий газ  $CO_2$ ) відноситься до парникових газів і є основним газоподібним продуктом окислення вуглецю органічного палива. Обсяг викиду  $CO_2$  безпосередньо пов'язано із вмістом вуглецю в паливі та ступенем окислення вуглецю палива в енергетичній установці.

Показник емісії діоксиду вуглецю  $k_{CO_2}$ , г/ГДж. Під час спалювання органічного палива визначається за формулою:

$$k_{CO_2} = (44/12) \times (C^r/100) \times (10^6/Q_i^r) \times \varepsilon_c \quad (3.7)$$

де

$C^r$  – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

$Q_i^r$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$\varepsilon_c$  – ступінь окислення вуглецю палива;

Ступінь окислення вуглецю  $\varepsilon_c$  для робочої маси палива в енергетичній установці розраховується за формулою:

$$\varepsilon_c = 1 - A^I/C^I [a_{вин} \Gamma_{вин}/(100 - \Gamma_{вин}) + (1 - a_{вин}) \Gamma_{шл}/(100 - \Gamma_{шл})] \quad (3.8)$$

**Валовий викид оксиду діазоту  $N_2O$ .** Показник емісії к оксиду діазоту становить 1,4 г /ГДж [4].

**Валовий викид метану.** Показник емісії к метану становить 1,0 г /ГДж [4].

### 3.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу під час випалу цегли

Розрахунок валових викидів проводимо за формулою [11,12,13]:

$$M = 10^{-3} \times B \times k, \quad (3.9)$$

де:

$k$  – питомі виділення, кг/т.

$B$  – річний випуск цегли, т.

$M$  – валові викиди, т/рік.

### 3.3. Розрахунок викидів шкідливих речовин від відділення підготовки шихти

Загальні викиди (т/рік) при пересипанні та статичному зберіганні визначаються за формулою [13]:

$$M_c = K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times F \times q + K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_7 \times B \times G \times 10^6 / 3600, \quad (3.10)$$

де:

$K_1$  – вагова доля пилової фракції в матеріалі;

$K_2$  - доля пилу, що переходить в аерозоль;

$K_3$ – коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови;

$K_4$  – коефіцієнт, який враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішньої дії, умови пиловловлення;

$K_5$  – коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу;

$K_6$  – коефіцієнт, який враховує профіль поверхні;

$K_7$  – коефіцієнт, який враховує розмір матеріалу;

$F$  – поверхня пилевиділення в плані, м<sup>2</sup>;

$q$  – винесення пилу з одного квадратного метра фактичної поверхні пилоутворення;

$B$  – коефіцієнт, який враховує висоту пересипання;

$G$  – продуктивність вузла завантаження;

$\Phi$  – фонд робочого часу.

### 3.4. Розрахунок викидів шкідливих речовин від складу сировини

Річні валові викиди (т/рік) при виймально-навантажувальних роботах визначаються за формулою [10, 13]:

$$M_c = (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times B \times G \times 10^6) / 3600 \quad \text{т/рік} \quad (3.11)$$

де

$K_1$  – вагова доля пилової фракції в матеріалі;

$K_2$  – доля пилу, що переходить в аерозоль;

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови;

$K_4$  – коефіцієнт, який враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішньої дії, умови пиловловлення;

$K_5$  – коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу;

$K_6$  – коефіцієнт, який враховує розмір матеріалу;

$B$  – коефіцієнт, який враховує висоту пересипання;

$G$  – продуктивність вузла завантаження;

$\Phi$  – фонд робочого часу.

### 3.5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від спецтехніки

#### 3.5.1. Розрахунок викидів пилу від переміщення спецтехніки

Масу викидів пилу від переміщення спецтехніки розраховуємо за формулою [10]:

$$M_T = (C_1 \times C_2 \times C_3 \times N \times L \times q_1 \times C_6 \times C_7) / 3600 + C_4 \times C_5 \times C_6 \times q_2 \times F_0 \times n, \text{ г/с} \quad (3.12)$$

$C_1$  – коефіцієнт, що враховує середню вантажопідйомність одиниці

транспорту;

$C_2$  - коефіцієнт, що враховує середню швидкість пересування транспорту в кар'єрі;

$C_3$  - коефіцієнт, що враховує стан доріг;

$N$  – число ходок (туди і назад) усього транспорту;

$L$  – середня довжина однієї ходки в межах кар'єру;

$q_1$  – пиловиділення в атмосферу на 1 км пробігу;

$C_6$  - коефіцієнт, що враховує вологість поверхневого шару матеріалу;

$C_7$  - коефіцієнт, що враховує частку пилу, яка виноситься в атмосферу;

$C_4$  - коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу:  $F_{\text{факт}}/F$ , де  $F_{\text{факт}}$  – фактична поверхня матеріалу;

$C_5$  - коефіцієнт, що враховує швидкість обдуву матеріалу;

$q_2$  – пиловиділення з одиниці фактичної поверхні матеріалу на платформі,  $\text{г}/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ;

$F_0$  – середня площа платформи;

$n$  – кількість одиниць техніки, що одночасно працює у кар'єрі.

### **3.5.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від двигунів внутрішнього згорання спецтехніки**

Масу викидів пилу від двигунів внутрішнього згорання спецтехніки розраховуємо за формулою [18]:

$$E_i = \sum_j \left( \sum_m (F \cdot C_{jm} \cdot E \cdot F_{ijm}) \right), \text{г/с} \quad (3.13)$$

де

$E_i$  – маса  $i$ -тої забруднюючої речовини;

$FC_{jm}$  – споживання палива транспортним засобом категорії  $j$ , що використовує паливо  $m$ ,  $\text{кг}$ ;

$EF_{ijm}$  – коефіцієнт викиду  $i$ -ї забруднюючої речовини, що залежить від споживання палива транспортним засобом категорії  $j$  та  $m$ -го палива,  $\text{г}/\text{кг}$ .

Викиди діоксиду сірки для  $m$ -го типу палива оцінюють виходячи з припущення, що вся сірка у паливі перетворюється на діоксид сірки за формулою:

$$E_{so_2} = 2 \cdot k_{sm} \cdot FC_m, \text{ г/с} \quad (3.14)$$

де

$k_{sm}$  – відносний масовий вміст у паливі  $m$ -го типу сірки, г/г;

$FC_m$  – маса палива  $m$ -го, що споживається.

### **3.5.3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від заправки спецтехніки**

Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин від заправки спецтехніки дизпаливом проводимо за формулою [18]:

$$M = Q \cdot K \cdot g, \text{ кг/год} \quad (3.15)$$

де

$Q$  – продуктивність установки, м<sup>3</sup>/год;

$K$  – коефіцієнт, що залежить від насиченості парів палива;

$g$  – густина палива, кг/м<sup>3</sup>.

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ПП «ПОДІЛЛЯ-ЦЕГЛА» НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Для оцінки впливу ПП «Поділля-цегла» на атмосферне середовище виконано технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від ланок виробництва.

Для виконання розрахунків використано програмне середовище MS'Excel 2016, в якому була створена електронна таблиця, куди заносили довідкові дані та фактичні дані про обсяги використаної сировини. На основі макрозв'язків між ними здійснено розрахунок максимально разових та валових викидів забруднюючих речовин від ланок виробництв.

#### **4.1. Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин від виробництва цегли**

Основне виробництво включає такі технологічні операції: приготування сировини, подача сировини, приготування суміші, випалювання та розвантаження цегли з печі.

**Кількість забруднюючих речовин, що утворюється під час виробництва цегли та випалювання цегли у кільцевій печі.** В топках печі проходить спалювання кам'яного вугілля, в результаті чого утворюються димові гази з високою температурою, які проходячи через канали цегли-сирцю, сушать та випалюють її. Як паливо використовують кам'яне вугілля, при згорянні якого у атмосферу виділяються: ангідрид сірчистий, азоту діоксид, сажа, вуглецю оксид, важкі метали (арсен, хром, мідь, ртуть, нікель, свинець, цинк), парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан). Час роботи джерела 5760 год/рік.

За даними елементного та технічного аналізу склад робочої маси вугілля такий, %: вуглець(C<sup>I</sup>) – 79,5 %; водень(H<sup>I</sup>) – 5,2 %; кисень (O<sup>I</sup>) – 10,3 %; азот

(N<sup>I</sup>) – 1,3 %; сірка (S<sup>I</sup>) – 2,3 %; зола (A<sup>I</sup>) – 31,5 %; волога (W<sup>I</sup>) – 5,1 %; легкі речовини (V<sup>I</sup>) – 39,0 %.

Нижча теплота згорання робочої маси вугілля становить 31,69 МДж/кг. Технічний аналіз уловленої золи та шлаку показав, що масовий вміст горючих речовин у легкій золі  $\Gamma_{\text{вин}}$  дорівнює 1,5 %, а в шлаці  $\Gamma_{\text{шл}}$  – 0,5 %. При згорянні кам'яного вугілля у атмосферу виділяються: ангідрид сірчистий, азоту діоксид, сажа, вуглецю оксид, важкі метали (арсен, хром, мідь, ртуть, нікель, свинець, цинк), парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан).

Вихідні дані для розрахунку масових викидів забруднюючих речовин від кільцевої печі:

Вид палива	кам'яне вугілля	
Витрата палива	1200	т/рік
Нижча робоча теплота згорання природного газу	31,69	МДж/кг
Масовий вміст золи в паливі на робочу масу	31,5	%
Параметр $a_{\text{вин}}/(100-\Gamma_{\text{вин}})$ для котлів з нерухомою решіткою і ручним закиданням палива	0,0023	
Ефективність очищення димових газів від твердих частинок	0	
Показник емісії твердих продуктів взаємодії сорбенту та оксидів сірки і твердих частинок сорбенту	0	г/ГДж
Вміст сірки в паливі на робочу масу за проміжок часу	2,3	%
Ефективність зв'язування сірки золою або сорбентом у енергетичній установці	0	
Ефективність очистки димових газів від оксидів сірки	0	
Коефіцієнт роботи сіркоочисної установки	0	
Показник емісії оксидів азоту без урахування заходів скорочення викиду	175	г/ГДж
Ступінь зменшення викиду NO <sub>x</sub> під час роботи на низькому навантаженні	1	
Ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду	0	
Ефективність вторинних заходів (азоту очисної установки)	0	
Коефіцієнт роботи азоточисної установки	0	

З присутніх у вугіллі важких металів ртуть і арсен частково виходять з палива в газоподібному вигляді. За даними [4,13] ця частка становить 0,9 (для ртуті) і 0,005 (для арсену). Для решти важких металів вона дорівнює нулю. Вихідні дані для розрахунку масових викидів важких металів подані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

## Вміст важких металів у паливі та їх показники емісії [13]

Важкий метал	As	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Масовий вміст важкого металу у паливі, мг/кг	20	47	29	0,16	26	16	40
Показник емісії, г/ГДж	0,097349	0,222468	0,137267	0,004620	0,123067	0,075734	0,189334

Результати розрахунків масових викидів забруднюючих речовин від димової труби кільцевої печі заносимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

## Масові викиди забруднюючих речовин від димової труби (піч кільцева)

Речовина	Викиди забруднюючих речовин	
	г/с	т/рік
Діоксид азоту	0,553	4,028
Вуглецю оксид	1,221	8,697
Діоксид сірки	0,344	28,8
Діоксид вуглецю	46,54	2388,6
Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	0,104	23,35
Метан	0,0009	0,018
Важкі метали:		
As	0,00014	0,00293
Cr	0,00032	0,00668
Cu	0,00019	0,00412
Hg	$6,7 \cdot 10^{-6}$	0,00014
Ni	0,00018	0,0037
Pb	0,00011	0,00228
Zn	$8,6 \cdot 10^{-6}$	0,00018

**Кількість забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу від складу вугілля.** В якості палива для кільцевої печі використовується вугілля, марки Г2, потенційне річне споживання вугілля 1200 т/рік. У процесі пересипання вугілля та під час його статичного зберігання в атмосферне повітря виділяється пил вугілля (суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом).

Параметри, що необхідні для розрахунків:

Коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови	K <sub>3</sub>	1,2
Коефіцієнт, який враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішньої дії, умови пилевловлення	K <sub>4</sub>	1,0
Коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу	K <sub>5</sub>	0,6
Коефіцієнт, який враховує профіль поверхні	K <sub>6</sub>	1,3
Поверхня пиловиділення в плані, м <sup>2</sup>	F	50
Винесення пилу з одного квадратного метра фактичної поверхні пилоутворення	q	0,005
Вагова доля пилової фракції в матеріалі	K <sub>1</sub>	0,03
Доля пилу, що переходить в аерозоль	K <sub>2</sub>	0,02
Коефіцієнт, який враховує розмір матеріалу	K <sub>7</sub>	0,4
Коефіцієнт, який враховує висоту пересипання	B	1,5
Продуктивність, т/год	G	0,683687
Фонд робочого часу для статичного зберігання, год	Ф	6624,0
Фонд робочого часу для операцій пересипання вугілля, год	Ф	1386,6

Результати розрахунків викидів забруднюючих речовин від складу вугілля занесені в таблицю 4.3.

*Таблиця 4.3.*

Масові викиди вугільного пилу від складу вугілля

Технологічні операції	Максимально разовий викид, г/с	Валовий викид, т/рік
Операції розвантаження	0,063	0,0017
Статичне зберігання	0,008	0,252

Валові викиди забруднюючих речовин від основного виробництва подані в таблиці 4.4. Головними джерелом забруднення атмосфери є кільцева піч випалу цегли, внаслідок роботи якої в атмосферу виділяються: діоксид вуглецю, діоксид сірки, суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом (пил), вуглецю оксид, діоксид азоту, метан та важкі метали. Велика кількість діоксиду вуглецю зумовлена не лише спалюванням органічного палива (вугілля), а й технологією термічного розкладу карбонату кальцію та органічних домішок, які присутні у глині, як домішка. Значна кількість пилу виділяється внаслідок підготовки сировини, завантаження та розвантаження цегли у піч.

Маса пилу вугільного, що надходить в атмосферу від складу вугілля під час статичного зберігання та операцій розвантаження є, порівняно, незначною.

Для єдиного стаціонарного джерела викиду – викидної труби кільцевої печі, на основі об'ємів відхідних газів та розрахованих масових викидів забруднюючих речовин обчислено їх концентрації на виході з джерела (табл. 4.5). Бачимо, що концентрація оксиду вуглецю у 106 разів, діоксиду азоту - у 24 рази перевищує граничнодопустимі значення, що, очевидно, є наслідком режимів спалювання палива в печі.

Понаднормовий вміст діоксиду сірки у викидних газах (у 15 разів) зумовлений значним вмістом сірки у паливі (вугіллі).

Концентрації важких металів на виході з джерела значно менші за граничнодопустимі.

Варто зазначити, що відповідно до чинного законодавства України [9] гранично допустимі викиди для основних парникових газів - діоксиду вуглецю та метану не встановлені.

Таблиця 4.4

## Валові викиди забруднюючих речовин від основного виробництва, т/рік

Речовини	Технологічні операції			Разом
	Склад вугілля		Димова труба кільцевої печі	
	операції розвантаження	статичне зберігання		
Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	0,0017	0,252	23,35	<b>23,6037</b>
Діоксид азоту			4,028	<b>4,028</b>
Вуглецю оксид			8,697	<b>8,697</b>
Діоксид сірки			28,8	<b>28,8</b>
Діоксид вуглецю			2388,6	<b>2388,6</b>
Метан			0,018	<b>0,018</b>
Важкі метали:				
As			0,00293	<b>0,00293</b>
Cr			0,00668	<b>0,00668</b>
Cu			0,00412	<b>0,00412</b>
Hg			0,00014	<b>0,00014</b>
Ni			0,0037	<b>0,0037</b>
Pb			0,00228	<b>0,00228</b>
Zn			0,00018	<b>0,00018</b>

Таблиця 4.5

Концентрації забруднюючих речовин на виході з джерела викиду (основне виробництво), мг/м<sup>3</sup>

Речовини	Технологічні операції			Гранично допустимі викиди [9], мг/м <sup>3</sup>
	Склад вугілля		Димова труба кільцевої печі	
	операції розвантаження	операції розвантаження		
Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	-	-	83,64	<b>150</b>
Діоксид азоту			11981,2	<b>500</b>
Вуглецю оксид			26451,75	<b>250</b>
Діоксид сірки			7454,68	<b>500</b>
Діоксид вуглецю			37529,3	-
Метан			0,73	-
Важкі метали:				
As			0,113757	<b>1,0</b>
Cr			0,259911	<b>5,0</b>
Cu			0,160388	<b>5,0</b>
Hg			0,005406	<b>0,2</b>
Ni			0,143781	<b>1,0</b>
Pb			0,088478	<b>5,0</b>
Zn			0,006962	-

## 4.2. Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин від кар'єру видобування глини

Під час відпрацювання родовища в кар'єрі джерелами викидів забруднюючих речовин є: виймально-навантажувальні роботи, тимчасове статичне збереження корисної копалини, автотранспортні роботи, заправка спецтранспорту дизпаливом.

**Викиди забруднюючих речовин від виймально-навантажувальних робіт у кар'єрі.** Під час видобування корисної копалини (глини) в атмосферу буде виділятися пил.

Параметри, що необхідні для розрахунків:

Кількість матеріалу, що пересипається, т/год	G	1,98
Коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови	P <sub>3</sub>	1,7
Коефіцієнт, який враховує місцеві умови	P <sub>6</sub>	0,5
Коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу	P <sub>4</sub>	0,4
Вологість матеріалу, %		8,0
Вагова доля пилової фракції в матеріалі	P <sub>1</sub>	0,05
Доля пилу, що переходить в аерозоль	P <sub>2</sub>	0,02
Розмір фракції матеріалу, мм		0,32-0,15
Коефіцієнт, який враховує розмір матеріалу	P <sub>5</sub>	1
Коефіцієнт, який враховує висоту пересипання	B	0,1
Фонд робочого часу, год/рік	Ф	1200

Результати розрахунків масових викидів пилу від виймально-навантажувальних робіт у кар'єрі занесені в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6

Масові викиди забруднюючих речовин від виймально-навантажувальних робіт у кар'єрі

Речовини	Максимально разовий викид, г/с	Валовий викид, т/рік
Пил неорганічний	0,0187	0,0807

### Викиди пилу з поверхні відвалів при статичному зберіганні породи.

Джерелом здування пилу з поверхні є тимчасовий відвал корисної копалини.

Параметри, що необхідні для розрахунків:

Коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови	K <sub>3</sub>	1,7
Коефіцієнт, який враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла від зовнішньої дії, умови пилевловлення	K <sub>4</sub>	0,5
Вологість матеріалу, %		більше 10
Коефіцієнт, який враховує вологість матеріалу	K <sub>5</sub>	0,1
Коефіцієнт, який враховує профіль поверхні	K <sub>6</sub>	1,3
Поверхня пиловиділення, м <sup>2</sup>	F	260
Винесення пилу з одного квадратного метра фактичної поверхні пилоутворення	q	0,004
Розмір фракції матеріалу, мм		0,32-0,15
Коефіцієнт, який враховує розмір матеріалу	K <sub>7</sub>	1
Кількість днів без опадів	днів/рік	365-170

Результати розрахунків занесені в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7

Масові викиди пилу від статичного зберігання глини у кар'єрі

Максимально разовий викид, г/с	Валовий викид, т/рік
0,115	1,93

**Розрахунок викидів пилу від переміщення спецтехніки.** Рух транспорту у кар'єрі супроводжується викидами пилу, що виділяється при взаємодії коліс з полотном дороги та здування глини навантаженої у кузов для транспортування.

Параметри, що необхідні для розрахунків:

Коефіцієнт, що враховує середню вантажопідйомність одиниці транспорту	C <sub>1</sub>	0,8
Коефіцієнт, що враховує середню швидкість пересування транспорту в кар'єрі	C <sub>2</sub>	0,5
Коефіцієнт, що враховує стан доріг	C <sub>3</sub>	1,0

Кількість ходок (туди і назад) усього транспорту	N	0,25
Середня довжина однієї ходки в межах кар'єру, км	L	0,2
Пиловиділення в атмосферу на 1 км пробігу	q <sub>1</sub>	1450
Коефіцієнт, що враховує вологість поверхневого шару матеріалу	C <sub>6</sub>	0,01
Коефіцієнт, що враховує частку пилу, яка виноситься в атмосферу	C <sub>7</sub>	0,01
Коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу: F <sub>факт</sub> /F, де F <sub>факт</sub> – фактична поверхня матеріалу	C <sub>4</sub>	1,3
Коефіцієнт, що враховує швидкість обдуву матеріалу	C <sub>5</sub>	1,0
Пиловиділення з одиниці фактичної поверхні матеріалу на платформі, г/ м <sup>2</sup> ·с	q <sub>2</sub>	0,004
Середня площа платформи, м <sup>2</sup>	F <sub>0</sub>	8,0
Кількість одиниць техніки, що одночасно працює у кар'єрі	n	1
Фонд робочого часу, днів		150

Результати розрахунків масових викидів пилу від переміщення спецтехніки у кар'єрі занесені в таблицю 4.8.

Таблиця 4.8

Масові викиди забруднюючих речовин від виймально-навантажувальних робіт у кар'єрі

Речовини	Максимально разовий викид, г/с	Валовий викид, т/рік
Пил неорганічний	0,0007	0,003

**Розрахунок викидів забруднюючих речовин від двигунів внутрішнього згорання спецтехніки.** Під час видобування корисної копалини у кар'єрі працює чотири одиниці спецтехніки (екскаватор JCB 3CX, бульдозер, вантажний автомобіль для перевезення породи, вантажний автомобіль для поливання території у бездощовий період). Для заправки спецтехніки використовують дизельне паливо, що відповідає вимогам ДСТУ 7688:2015. Дані про витрату палива занесені в таблицю 4.9. Коефіцієнти викиду забруднюючих речовин – у таблиці 4.10.

Таблиця 4.9

## Витрати дизельного палива спецтранспортом

Спецтехніка	Витрата палива	
	кг/год	т/рік
Екскаватор JCB 3CX	10,44	12,528
Бульдозер	11,3	13,560
Вантажний автомобіль для перевезення породи	4,96	5,95
Вантажний автомобіль для поливання території	4,96	5,95

Таблиця 4.10

## Коефіцієнти викиду забруднюючих речовин (питомі викиди), г/кг

Речовина	Коефіцієнт викиду забруднюючої речовини, г/кг
Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	0,94
Діоксид азоту	33,37
Аміак	0,013
Вуглецю оксид	7,58
Діоксид вуглецю	3169
Діоксид сірки	-
Оксид діазоту	0,051
Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1,92

Результати розрахунків масових викидів пилу від двигунів внутрішнього згорання спецтехніки, що працює у кар'єрі занесені в таблицю 4.11.

**Розрахунок викидів забруднюючих речовин від заправки спецтехніки.** Заправка дизельним паливом здійснюється ручним способом або за допомогою стороннього паливозаправника на автомобільному шасі. Протягом року використовується 32,4571 тон дизельного палива.

Параметри, що необхідні для розрахунків:

Продуктивність установки, м <sup>3</sup> /год	Q	3,0
Коефіцієнт, що залежить від насиченості парів палива	K	0,000036
Густина палива, кг/м <sup>3</sup> .	g	930
Час роботи джерела, год/рік		11,6

Таблиця 4.11

Масові викиди пилу від двигунів внутрішнього згорання спецтехніки, що працює у кар'єрі

Речовини	Викиди забруднюючих речовин							
	Екскаватор JCB 3CX		Бульдозер		Вантажний автомобіль для перевезення породи		Вантажний автомобіль для поливання території	
	г/с	т/рік	г/с	т/рік	г/с	т/рік	г/с	т/рік
Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	0,002726	0,0118	0,002951	0,0127	0,001295	0,0056	0,001295	0,0001
Діоксид азоту	0,09677	0,418	0,1047	0,452	0,045976	0,199	0,045976	0,002
Аміак	0,000038	0,000163	0,000041	0,000176	0,000018	0,000077	0,000018	0,000001
Вуглецю оксид	0,002198	0,095	0,02379	0,1028	0,01044	0,0451	0,010444	0,0005
Діоксид вуглецю	9,19	39,701	9,9471	42,972	4,36618	18,862	4,366178	0,189
Діоксид сірки	0,00029	0,00125	0,000314	0,00136	0,000138	0,0006	0,000138	0,00001
Оксид діазоту	0,000148	0,000639	0,00016	0,000692	0,00007	0,0003	0,00007	0,000003
Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,00557	0,0241	0,006	0,026	0,002645	0,0114	0,002645	0,0001

Таблиця 4.13

Валові викиди забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу від робіт у кар'єрі, т/рік

Речовини	Технологічні операції				Разом
	виймально-навантажувальні роботи	статичне зберігання глини	двигуни внутрішнього згорання спецтехніки	заправки спецтехніки дизельним паливом	
Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	0,0807	1,93	0,0302		<b>2,0409</b>
Діоксид азоту			1,071		<b>1,071</b>
Аміак			0,000417		<b>0,000417</b>
Вуглецю оксид			0,2434		<b>0,2434</b>
Діоксид вуглецю			101,724		<b>101,724</b>
Діоксид сірки			0,00322		<b>0,00322</b>
Оксид діазоту			0,001634		<b>0,001634</b>
Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>			0,0616	0,00116	<b>0,06276</b>
Сірководень				0,000003	<b>0,000003</b>

Результати розрахунків викидів пилу забруднюючих речовин від заправки спецтехніки, що працює у кар'єрі занесені в таблицю 4.12.

Таблиця 4.12

Масові викиди забруднюючих речовин від заправки спецтехніки

Речовини	Максимально разовий викид, г/с	Валовий викид, т/рік
Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0278	0,00116
Сірководень	0,0000781	0,000003

Валові викиди забруднюючих речовин від робіт у кар'єрі подані в таблиці 4.13. Під час відпрацювання родовища в кар'єрі джерелами викидів забруднюючих речовин є: виймально-навантажувальні роботи, тимчасове статичне збереження корисної копалини, автотранспортні роботи, заправка спецтранспорту дизпаливом. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є двигуни внутрішнього згорання спецтехніки, основні забруднювачі - продукти згорання дизпалива (суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом, діоксид азоту, аміак, вуглецю оксид, діоксид вуглецю, діоксид сірки, оксид діазоту, вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>).

Крім цього, від тимчасових складів глини та виймально-навантажувальних робіт виділяється пил неорганічний, а під час заправки спецтехніки дизельним паливом - вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub> та сірководень. Проте, валові викиди цих речовин є, відносно, незначними.

Оскільки, частина джерел викидів забруднюючих речовин є неорганізованими (виймально-навантажувальні роботи, статичне зберігання глини), або ж пересувними (двигуни внутрішнього згорання спецтехніки, заправка спецтехніки паливом), для яких в Україні не встановлені нормативні гранично-допустимі викиди, то розрахунку їх концентрації не проводили.

## ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано показники впливу виробничої діяльності ПП «Поділля-цегла» на атмосферне повітря по стадіях технологічного процесу. Виконано технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від технологічних ланок виробництва. Головні висновки полягають в тому, що:

- головними джерелами забруднення атмосфери при виробництві цегли є піч випалу цегли, від роботи якої в атмосферне повітря надходять продукти спалювання органічного палива (діоксид вуглецю, діоксид сірки, суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом (пил), вуглецю оксид, діоксид азоту, метан та важкі метали), а при розробці кар'єру - двигуни внутрішнього згорання спецтехніки, від роботи яких викидаються продукти згорання дизпалива (суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом, діоксид азоту, аміак, вуглецю оксид, діоксид вуглецю, діоксид сірки, оксид діазоту, вуглеводні граничні C12-C19);
- у викидах печі випалу цегли простежується завищений вміст оксиду вуглецю (у 106 разів), діоксиду азоту (у 24 рази) та діоксиду сірки (у 15 разів), що вимагає впровадження технологічних та екологічних заходів.

## Список використаних джерел

1. Августінік А.І. Кераміка – Л: Стройиздат, 1975 - 592 с.
2. Бахталовський І.В., Барибін В.П., Гаврилов М.С. Механічне обладнання керамічних заводів - М.: Машинобудування, 1982 – 432 с.
3. Буткевич Г.Р., Ковальов С.А. Стан та перспективи розвитку промисловості будівельні матеріалів - Ж.: Будівельні матеріали, № 3 – 2006. – 264 с.
4. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – Київ: Світ, 2002. – 24 с.
5. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом МОЗУ від 19.06.96 №173. – Київ: Світ, 1996. – 25 с.
6. Довідка про обсяг використаної сировини за 2023 рік ПП «Поділля-цегла». – 1 с.
7. Екологія міста / За ред. Ф.В. Стольберга. - К.:Лібра, 2000. – 464 с.
8. Екологічний паспорт Хмельницької області за 2020 рік. - URL: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=7157](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=7157)
9. Затверджені нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. – Київ: ВР України, 2006. – 12 с.
- 10.Збірник методик розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами.- Гідрометевидав, 1986. – 142 с.
- 11.Збірник методик розрахунку вмісту забруднюючих речовин у викидах неорганізованих джерел забруднення атмосфери. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 1990 р. – 189 с.
- 12.Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том – II. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – С. 114-135.
- 13.Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том - III. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 105 с.

14. Інвестиційний портал Хмельницької області URL: <http://www.invest-hmelnytskregion.com>.
15. Канаєв В.К. Нова технологія будівельної кераміки - М.: Стройиздат, 1990 - 264 с.
16. Клімат України: НАН України, Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, 2003. – 413 с.
17. Вельбой В. П. Системи технологій: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / В. П. Вельбой. – Хмельницький: ТУП, 2003. – С. 91-101.
18. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Наказ № 452 від 13 листопада 2008 року. – Київ: Державний комітет статистики України, 2008 р. – 28 с.
19. Мороз І.І. Технологія будівельної кераміки - Київ: Вища школа, 1980 - 384 с.
20. Михайлов К.В. Енциклопедія «Будіндустрія і промисловість будівельних матеріалів» - М.: Стройиздат, 1996 - 169 с.
21. Полубояринов Д.М., Попільській Р.Я. Хімічна технологія кераміки та вогнетривів - М.: Стройиздат, 1972 - 547 с.
22. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища у Хмельницькій області. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Hmelnytska-ODA-2021.pdf>
23. Рохваргер Є.Л. Довідник «Будівельна кераміка» - М.: Стройиздат, 1976 - 491 с.
24. Технологічний регламент роботи ПП «Поділля-цегла». – Хмельницький: ПП «Поділля-цегла», 2017 р. – 16 с.
25. Щукін А.А. Промислові печі і газове господарство заводів - М.: Енергія, 1973 - 300 с.