

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
стандартизації та біотехнології**

Кафедра птахівництва, якості та безпечності продукції

Спеціальність 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

Допустити до захисту
Заступник декана
_____ Руслан ТРИБРАТ
“ ____ ” _____ 2022 р.

Рекомендувати до захисту
Заступник завкафедри
_____ Олексій СТАРОДУБЕЦЬ
“ ____ ” _____ 2022 р.

**ОЦІНКА МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТУ ЗА
ДОПОМОГОЮ РЕНТГЕНФЛУОРЕСЦЕНТНОГО
СПЕКТРОФОТОМЕТРА В УМОВАХ
ФІЛІЇ «ЮГЦЕМЕНТ» МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
04. 05. – КР. 9-О 22.01.10.008**

Виконавець:
Здобувач вищої
освіти II курсу _____ **Вікторія КРАМАР**

Науковий керівник:
доцент _____ **Олексій СТАРОДУБЕЦЬ**

Науковий керівник:
асистент _____ **Ірина КАНИЦЬКА**

Рецензент:
Доцент _____ **Олена ПЕТРОВА**

Миколаїв – 2022

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Характеристика цементної галузі в Україні та Миколаївській області	7
1.2. Технологія виготовлення цементу в умовах філії ЮГцемент	12
1.3. Методи оцінки якості цементу	17
1.4. Характеристика рентгенофлуоресцентного спектрометра	21
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	24
2.1. Місце та об'єкт досліджень	24
2.2. Методика виконання роботи	26
РОЗДІЛ 3. Розрахунково-технологічна частина	30
3.1. Розрахунок портландцементної сировинної суміші	30
3.2. Розрахунок хімічного складу цементу	36
3.3. Методика повірки спектрометра рентгенофлуоресцентного	42
3.4. Економічна ефективність проведених досліджень	48
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	62
ВИСНОВКИ	69
ПРОПОЗИЦІЇ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
ДОДАТКИ	76
ДОДАТОК А	76
ДОДАТОК Б	76
ДОДАТОК В	77
ДОДАТОК Г	77
ДОДАТОК Д	78

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана обсягом 79 сторінок комп'ютерного тексту з 1,5 інтервалом між рядками. В своєму складі має: 19 таблиць, 5 рисунків.

При написанні дипломної роботи використано 50 літературних джерел, найменувань спеціальної, довідникової літератури та періодичних видань.

Для виконання теми: «Оцінка метрологічних характеристик цементу за допомогою рентгенфлуоресцентного спектрофотометра в умовах філії «ЮГцемент» Миколаївської області».

Об'єктом дослідження є Рентгенофлуоресцентний спектрометр, який дозволяє проводити одночасно виміри декількох компонентів та показує кількісний склад сировини за допомогою піків на спектрі.

Метою досліджень було розглянути та дослідити метод рентгенофлуоресцентного аналізу марок портландцементу Хвильовим спектрометром моделі ARL OPTIM'X.

Предметом дослідження є портландцемент, який являється основною виробничою сировиною, що виготовляється на ПРАТ «ЮГцемент», його кількісні показники та основні компоненти.

Задачами досліджень було розрахувати склад сировинної суміші для визначення співвідношення між компонентами; зробити аналіз вимірювання кількісних метрологічних показників компонентів цементу за допомогою спектрометра; вирахувати похибку вимірювань приладу; проаналізувати отримані значення.

Згідно проведених економічних досліджень прибуток підприємства становить за 2020 рік 407233 тис. гривень. Собівартість реалізованої продукції складає 1876073 тис. грн. Рентабельність складає 21,7% .

Наведено висновки по матеріалам роботи та надано пропозиції для вдосконалення існуючого технологічного процесу в підприємстві.

ВСТУП

Цемент — мінеральна порошкоподібна речовина, будівельний матеріал, узагальнена назва штучних неорганічних в'язучих речовин, переважно гідралічних. Тонкоподрібнений порошок, який при змішуванні з водою або водними розчинами спершу тужавіє, а потім твердне, утворюючи разом з наповнювачами бетон. При цьому відбувається гідроліз алюмінату кальцію до гідроксиду кальцію та гідроксиду алюмінію, що реагуючи з силікатами кальцію, утворюють кристалічні алюмосилікати кальцію. Цемент одержують шляхом випалювання при високих температурах (900—1500°C) різноманітної сировини — гіпсу, вапняку, глини, металургійного і паливного шлаків, золи, шлаків [16, 17].

Важко переоцінити роль цементу серед існуючих будівельних матеріалів. Його застосовують для виробництва розчинів, які скріплюють об'ємні частини всієї будівельної конструкції, причому скріплюють, що називається, на століття [12].

Крім того, цемент використовують для виробництва низки будматеріалів - бетону, залізобетону, азбестоцементних виробів тощо [15].

Перш ніж розглядати промисловість з виробництва цементу бажано розкрити загальну структуру будівельного комплексу України, оскільки розуміння комплексу в цілому дасть змогу краще зрозуміти особливості розміщення та розвитку цементної промисловості в Україні [40].

Цементна промисловість - це матеріаломістка галузь, тому цементні заводи розміщуються в районах видобутку сировини. Найбільші центри цементного виробництва України - Амвросіївка, Краматорськ, Єнакієво (Донецька обл.), Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ (Дніпропетровська обл.), Балаклея (Харківська обл.), Миколаїв (Львівська обл.), Здолбунів (Рівненська обл.), Ямниця (Івано-Франківська обл.), Кам'янець-Подільський (Хмельницька обл.), Бахчисарай (Автономна Республіка Крим), Ольшанське (Миколаївська обл.), Одеса [26].

Виробництво збірного залізобетону і залізобетонних конструкцій. Виробничі потужності галузі тяжіють до великих промислових центрів і вузлів, а також до населених пунктів зі значним обсягом житлового і цивільного будівництва [4].

В країні діє 25 виробничих об'єднань по виготовленню комплектів збірних залізобетонних конструкцій і деталей, основними з яких є Харківське, Львівське, Криворізьке, Луганське, Сумське. Домобудівні комбінати розміщені в усіх областях країни (найбільш потужні комбінати зосереджені в Києві, Донецьку, Луганську, Запоріжжі, Одесі) [31].

Цемент може стати внутрішнім драйвером розвитку інфраструктурного будівництва в Україні. Дороги з бетонним покриттям все частіше розглядають як більш практичну альтернативу асфальту [35].

Технологічний процес виробництва цементу вимагає ретельної сушки та подрібнення сировини, з якої випалюють клінкер, а сам випал клінкеру, напівфабрикату для виробництва цементу – це процес, температурний режим якого досягає 1400 С [16].

Вироби і конструкції, виготовлені з використанням портландцементу, широко використовують у надземних, підземних і підводних умовах. Його застосовують для виготовлення монолітного і збірного бетону і залізобетону в житловому, промисловому, гідротехнічному, дорожньому будівництві і т. д. На ньому виготовляють важкі і легкі бетони, комірчасті бетони, будівельні розчини високих марок, теплоізоляційні матеріали і т. д. [15].

Метою випускної кваліфікаційної роботи було дослідження якості цементу за допомогою рентгенфлуоресцентного спектрофотометра.

Відповідно до мети дослідження було поставлено наступні завдання:

- ознайомлення з технологією виготовлення цементу;
- дослідити якість виготовленого цементу за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізу.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Характеристика цементної галузі в Україні та Миколаївській області

Цементна галузь є матеріаломісткою, тому вітчизняні цементні підприємства розташовані у районах видобування сировини. До того ж, більшість підприємств цементної галузі України належать іноземному капіталу: Криворізький і Кам'янський цементні заводи – належать німецькій корпорації HeidelbergCement (частка на ринку – 13,4%); ПАТ «Подільський цемент», ПрАТ «Миколаївцемент» та ТОВ «Цемент» – належать ірландському холдингу Cement Roadstone Holdings (частка на ринку – 27,9%); ПрАТ «Євроцемент-Україна» – належить російському промислового холдингу «Євроцемент груп» (частка на ринку – 11,8%), володіє найбільшими виробничими потужностями серед заводів в Україні – 4050 тис. т в рік; філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україн», ПАТ «Волинь-Цемент» і ПАТ «Югцемент» – належать німецькій компанії Düscherhoff (частка на ринку – 18,5%), яка, в свою чергу, входить до складу італійського конгломерату Buzzi Unicem; ПрАТ «Івано-Франківськцемент» – належить швейцарській компанії CemIn West SA, було найбільшим підприємством за обсягом виробництва в 2017 р. – 2406 тис. т цементу (частка на ринку – 22,6%); ПП «Київ-Ресурс» – українська компанія (частка на ринку – 2,9%) [32].

Сумарна частка цих підприємств становила у 2017 році 97,1% від загального обсягу виробництва. Консолідована частка у виробництві інших компаній склала 2,9% [31].

У період з 2008 р. до 2015 р. динаміка обсягу виробництва цементу в Україні була спадною, за винятком 2011 р., коли відзначався позитивний приріст у 13,88% (рис. 1).

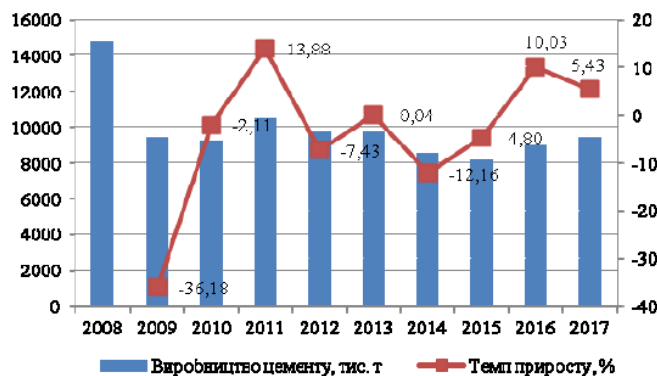


Рис. 1. Динаміка обсягу виробництва цементу в Україні

У 2016 р. порівняно з 2015 р. обсяг виробництва цементу збільшився на 10,03%, у 2017 р. порівняно з 2016 р. – на 5,43%. У 2017 р. серед провідних підприємств цементної галузі, що збільшили обсяг виробництва цементу, були ПрАТ «Євроцемент-Україна» (+95,65%), ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (+2,07%), ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» (+0,16%), ПрАТ «Миколаївцемент» (+0,41%), тоді як інші підприємства значно скоротили обсяги виробництва (ПрАТ «Хайдельбергцемент Україна» (-18,96%), ПАТ «Подільський цемент» (-13,82%). Відповідна динаміка обсягу виробництва цементу в Україні спричинена, в першу чергу, аналогічною динамікою обсягу виконаних будівельних робіт (рис. 2) [31].

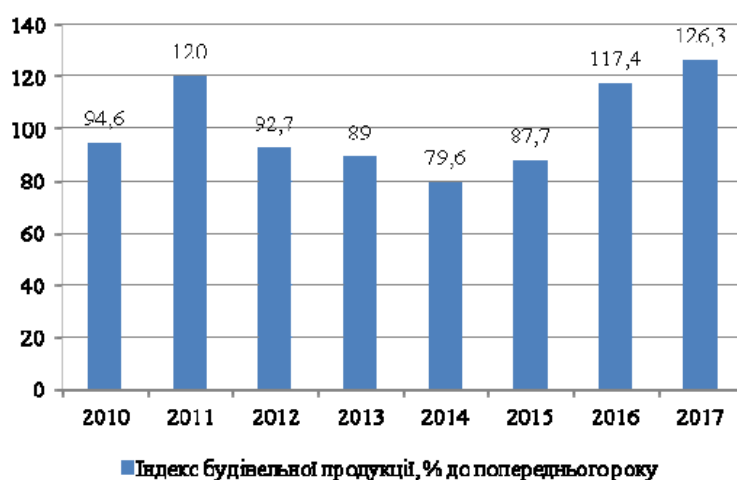


Рис.2. Динаміка індексу будівельної продукції в Україні

Цемент використовується як основний в'язучий матеріал і як основа для виробництва бетону у будівництві. Відповідно, параметри функціонування і розвитку цементного виробництва значною мірою залежать від стану та динаміки будівельної галузі. Коефіцієнт кореляції (за рівня довіри $p \leq 0,05$) між наведеними динамічними рядами складає 80,3%, що підтверджує наведений висновок [17].

На динаміку обсягу виробництва цементу, починаючи з 2014 р., значний вплив мали військово-політичні події, оскільки три заводи знаходяться на непідконтрольній Україні території (ТОВ «Промцемент», Амвросіївський завод ПАТ «Хайдельбергцемент Україна», ПАТ «Бахчисарайський комбінат «Будіндустрія» [32].

Все це об'єктивно впливає на скорочення внутрішнього попиту і обсягів виробництва цементу в Україні. Так, у січні-серпні 2018 р. обсяг виробництва цементу зменшився на 2,9% порівняно з аналогічним періодом 2017 р., при збільшенні обсягу виконаних будівельних робіт на 5,7%. Це спричинено також зростанням обсягу продажу дешевої фальсифікованої продукції (згідно дослідження Асоціації виробників цементу «Укрцемент», проведеного у серпні 2018 р., з 50-ти відібраних на ринку мішків цементу 82% виявилися фальсифікатом, з них 50% мали нестачу за вагою, 56% – за критерієм міцності) [31].

Серед важливих структурних недоліків цементної галузі слід також виділити енергоємність цементного виробництва, і пов'язану з цим високу енергоємність відходів. Адже на вітчизняних підприємствах використовують переважно застарілий енергоємний «мокрый» спосіб виробництва клінкеру, частка якого хоча й зменшується, проте залишається на високому рівні (у 2017 р. становила 77,78%) [45].

За різними оцінками, розмір викидів цементного виробництва коливається в діапазоні 0,54-0,83 т діоксиду вуглецю на 1 т цементу [48].

Щодо зовнішньої торгівлі, то вітчизняний ринок цементу фактично повністю забезпечений продукцією вітчизняного виробництва. Проте частка

імпорту в період з 2015 р. стрімко зростає: у 2016 р. порівняно з 2015 р. збільшилася на 40,87%, у 2017 р. порівняно з 2016 р. – на 987,19% (табл.1). Таке зростання імпорту спричинене, насамперед, збільшенням обсягу імпортованого білоруського цементу (у 2017 р. порівняно з 2016 р. – в 52 рази), частка якого у структурі імпорту становить 80,91% [49].

Таблиця 1

Структура імпорту вітчизняного цементу у 2014-2017рр.

Країна	Роки								Темп приросту, %		
	2014		2015		2016		2017		2015/ 2014	2016/ 2015	2017/ 2016
	тис.т	%	тис.т	%	тис.т	%	тис.т	%			
Туреччина	39,9	79,7	25,26	86,83	30,26	73,84	32,1	7,2	-36,8	19,79	6,08
Білорусь	2,3	4,59	1,03	3,54	6,91	16,86	360,4	80,91	55,22	570,8	5116,6
Молдова	3,78	7,54	0	0	0,33	0,81	44,04	9,88	0	0	13245,
Словаччина	0,73	1,46	1,21	4,16	1,29	3,15	1,34	0,3	65,75	6,61	3,88
Польща	0,85	1,7	0,57	1,96	0,94	2,29	1,15	0,26	32,94	64,91	22,34
Німеччина	0,6	1,2	0,35	1,2	0,54	1,32	1,04	0,23	41,67	54,29	92,59
Інші	1,91	3,81	0,67	2,3	0,71	1,73	5,39	1,21	64,92	5,97	659,15
Всього	50,1	100	29,09	100	40,98	100	445,5	100	41,98	-40,87	987,19

Щодо імпорту цементного клінкеру, то найбільшу вагу у структурі його імпорту в Україну займав імпорт з Російської Федерації (у 2017 р. – 85,45%). У 2017 р. порівняно з 2016 р. імпорт цементного клінкеру збільшився на 79,19% до рівня 877,69 тис. т. До того ж, вітчизняні підприємства мають виробничі потужності для заміщення імпортованого клінкеру власним виробництвом: за даними Асоціації «Укрцемент» виробничі потужності по випалюванню клінкеру підприємств України складають 15 млн т, а у 2017 р. ними фактично вироблено всього 6,3 млн т клінкеру [31, 36].

Як зазначає П. Лопатьєв, цементне виробництво – це галузь фактично одного товару, тобто є лише кілька класів цементу і клінкер, як основа для його

виробництва, і тому основним елементом збутової політики підприємств галузі виступають ціна продукції та її якість, а також рівень обслуговування споживачів [26].

При цьому важливо враховувати ще одну особливість цементного виробництва - низький технологічний рівень продукції [29].

Це проявляється, по-перше, у невідповідності вітчизняної продукції цементної промисловості європейським стандартам, по-друге, низьким рівнем виробництва та експорту виробів з цементу. Враховуючи наведені дані, негативною тенденцією функціонування цементної промисловості України є велика частка збиткових підприємств (у 2017 р. – 52% від загальної кількості підприємств галузі), серед яких одні з найбільших ПрАТ «Хайдельбергцемент Україна» (збиток у 2017 р. становив 430983,00 тис. грн., що на 14,43% більше порівняно з 2016 р.), ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» (розмір Серія «Економічні науки» збитку у 2017 р. – 316001,00 тис. грн.). Що свідчить про необхідність формування (удосконалення) на підприємствах галузі системи антикризового управління на інноваційних засадах [32].

Основними експортними ринками збуту вітчизняного цементу у 2017 р. були серед країн СНД Білорусь - 20,6% від загального обсягу експорту у натуральному вигляді та Молдова - 13,64%, серед інших країн – Румунія -40,66% та Угорщина - 23,34% (рис. 3.) [40].

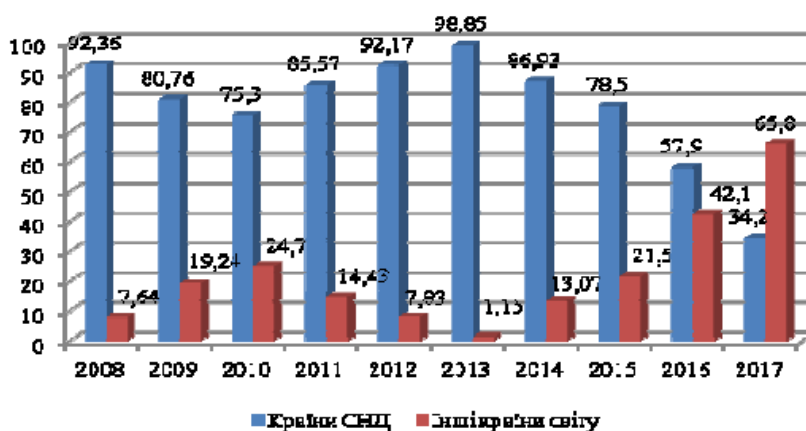


Рис.3. Структура експорту вітчизняного цементу по країнах у 2008-2017 роках

1.2. Технологія виготовлення цементу в умовах філії ЮГцемент

У цементній промисловості застосовуються три способи виробництва, що відрізняються технологією підготовки сировинних сумішей: мокрий, сухий і комбінований [17].

Мокрий спосіб передбачає тонке здрібнювання сировинної суміші у водному середовищі з одержанням шихти у вигляді водної суспензії – шламу вологістю 30–38% [16, 17].

При використанні сухого способу сировинну шихту готують у вигляді тонкоподрібненого сухого порошку, тому перед помелом чи у його процесі сировинні матеріали висушують, і на випал надходить порошкоподібна суха сировинна суміш [14].

Комбінований спосіб поєднує перші два: сировинну суміш готують за мокрим способом у вигляді шламу, а потім зневоднюють на фільтрах до вологості 16–18% і подають на випал у печі у вигляді напівсухої маси, або ж гранулюють тонкоподрібнений сухий порошок, додаючи 10–14% води, і подають на випал гранули діаметром 10–15 мм [16].

Вибір технологічної схеми визначається властивостями перероблюваної сировини, тобто її вологістю, твердістю, однорідністю тощо [17].

Філія «ЮГцемент» використовує технологію мокрого способу виробництва клінкеру. Основним видом діяльності підприємства є виробництво цементу. Виробництво цементу включає: гірничо – дробильний цех, цех випалу клінкера, цех помолу цементу. Клінкер є сировиною для виробництва цементу. Основною сировиною при виробництві клінкеру є вапняк, глина та суглинок, що видобуваються в кар'єрі. Огарки і каолін – добавки до основної сировини [28].

Процес виробництва цементу філією «ЮГцемент» складається із таких етапів:

1. Проведення розкривних робіт. Геологічна розвідка проводиться з допомогою бурових машин з метою знаходження корисних копалин необхідних виробництва цементу. В подальшому знімається верхній родючий шар

(чорнозем) товщиною 350 - 400 мм і перевозиться автотранспортом у відвали для подальшої рекультивації земельної ділянки [7];

М'які розкривні породи (пісок, суглинок) по безтранспортній системі розробляються екскаватором ЕШ 10/70 з відвантаженням в відвали виробленого простору кар'єру. Породи проміжного розкриву без попереднього розпушування розробляються електричним та гідравлічним екскаваторами і відвантажуються в автосамоскиди з подальшим транспортуванням їх у внутрішні відвали; Проводяться комплекс буро-вибухових робіт для розпушення скельних порід. Для цього використовується станок обертового буріння свердловин. Діаметр свердловини – 150 мм, глибина буріння до 10 м [9].

2. Видобування сировини (в кар'єрі вапняку, глини та суглинку). Вапняк, глина та суглинок екскаваторами завантажуються у автомашини вантажопідйомністю 27 т і доставляються до відділення виробничого майданчику, де відбувається процес розвантаження сировини та формування у відповідні склади. Для усереднення сировини, що подається у виробництво передбачені склади (проміжні) площадки, де з допомогою бульдозерів відбувається ретельне перемішування [16].

3. Приготування сировинного шламу (у стержневому та сировинному відділенні). Усереднений вапняк, глина, та коригуюча добавка каолін, глиноземний кек, волога зола-виносу подаються на приймальний бункер щоклової дробарки ЩКД-9 (потужністю 2*500 т/год) де відбувається первинне дроблення. Сировина після щоклової дробарки стрічковим транспортером подається у молоткову дробарку ДМ-17х14,5 (2 шт) продуктивністю 500 т/год, де відбувається вторинне дроблення. Після молоткової дробарки сировина надходить у стрижневі млини МСЦ-4х5,5 м (2 шт) продуктивністю до 350 т/год, де з додаванням води, в кількості 120 м³/год, відбувається грубий помел сировинних матеріалів [28].

Приготування суглинкового шламу відбувається з допомогою бовтанки потужністю 100т/год Суглинок зі складу подається автонавантажувачем у бункер. Де з допомогою стрічкових транспортерів суглинок подається в

бовтанку з додаванням води 50 м³/год. Суглинковий шлам з бовтанки перекачується насосами в горизонтальний шламбасейн V=6000 м³. Для усереднення шламу в горизонтальному шламбасейні використовується одноплечева пневмомеханічна мішалка з використанням пневмо-перемішування стисненим повітрям. З басейну суглинковий шлам подається на стержневий млин, де разом з попередньо подрібненими вапняком, глиною, каоліном, глиноземним кеком, вологою золою -виносу і водою розмелюється до порошкоподібної маси та стає грубомеленим шламом [17].

Грубомелений шлам з стрижневих млинів надходить в зумпф, а потім вуглесосами перекачується по шламопроводу в горизонтальні басейни, ємністю по 6000 м³ кожен. Для усереднення шламу у горизонтальних шламбасейнах використовується одноплечева кранова мішалка з системою пневмо-перемішування (барботації) стисненим повітрям. Грубомелений шлам з басейнів насосами по шламопроводу надходить у сировинні млини розміром 3,2x15м (2 шт) та продуктивністю до 110 т/год. Сюди ж подається вода і залізовмісні добавки (пил колошниковий, шлам залізовмістний) [9].

4. Приготування палива (у вугільному відділенні). Вугілля подається в вагонах на роторний вагоноперекидач продуктивністю 700 т/год. Під приймальним бункером вагоноперекидача знаходиться установка живильника.

У зимовий період часу передбачається розморожування напіввагонів в тепляку з допомогою газу та інфрачервоного випромінювання, 6 вагонів одночасно за 1 раз [28].

Від вагоноперекидача системою стрічкових конвеєрів та штабелеукладальника вугілля направляється на відкритий склад вугілля. Основний відкритий склад вугілля обладнаний штабелеукладальником продуктивністю 700 т/год, який і формує в штабелі. З допомогою автотранспорту, автомашин та бульдозеру зі штабелів вугілля перевозиться та формується в окремі бурти (склади) [16].

Системою стрічкових конвеєрів вугілля доставляються для дроблення в двовалкову зубчасту дробарку продуктивністю до 200 т/год. Дроблене вугілля

надходить у бункери сирого вугілля, через вагові дозатори шихта подається на конвеєр, а потім в вугільний млин. Для помелу та сушіння вугілля застосовується вертикальний тарілчасто-роликовий млин MPS200K продуктивністю до 40т/год вугільного порошку [17].

Для сушіння вугілля, що розмелюється, встановлено теплогенератор, що працює як на природному газі, так і на вугільному порошку [28].

Вугільний порошок надходить в бункер пневмогвинтового насосу, з подальшим його транспортуванням у силос вугільного пилу, ємністю 660 м³ кожен, а також в бункер пневмодозуючого пристрою, з наступним його подаванням в пальник газогенератора вугілепомельного відділення [38].

Для спалювання вугільного палива в печах встановлено багатофункціональні пальники (вугілля, газ, альтернативне паливо) [28].

5. Випал клінкеру (у цеху випалу). Готовий шлам з басейнів насосами через шламовий живильник подається у обертові печі діаметром 5 м і довжиною 185 м та продуктивністю 68 т/год. Клінкер надходить на охолодження в колосниковий холодильник Волга-75С продуктивністю 68 т/год. Кожна з ліній печей обладнана робочим транспортером продуктивністю по 100 т/год [4].

Охолоджений клінкер подається в силоси діаметром 12 м (4 шт) та ємністю 3350 т кожен. Клінкерні транспортери оснащені дисковими живильниками на які додатково подається клінкер автотранспортом зі складів у силоса. Для створення запасу клінкеру на період тривалих ремонтів клінкер з силосів через спеціальні течки випускається назовні, а потім перевозиться автотранспортом на відкритий склад [4, 28].

6. Помел цементу (у помольному відділенні). Шлак надходить у вагонах навалом, вивантажується на відкритий склад. Далі шлак з відкритого складу бульдозером подається на приймальний пристрій і через систему стрічкових транспортерів надходить в сушильний барабан діаметром 3,5х27 м (1 шт), продуктивністю 55 т/год, Для сушіння шлаку використовується природний газ [4].

Висушений шлак з сушильного барабану системою стрічкових конвеєрів

надходить в силос діаметром 12 м ємністю 1660 т (4 шт).

Гіпс надходить на завод у вагонах і вивантажується на відкритий склад. Далі гіпс з допомогою стрічкових транспортерів подається у силоси діаметром 12 м ємністю 1660 т (4 шт) [6].

Матеріали (клінкер, гіпс, шлак) через дозатори надходять в ковшовий транспортер довжиною 55 м (по 1 на кожний млин) і подаються в цементний млин. У цеху «Помел» встановлено п'ять цементних млинів діаметром 3,2 м та довжиною 15 м, продуктивністю по 45 т/год [6, 2].

Для збільшення годинної продуктивності і текучості цементу застосовується інтенсифікатор помелу пропіленгліколь. Подача здійснюється з ємності 16м³ дозуючими насосами. Для охолодження цементу, особливо в літній час, у млинах встановлено систему подачі води фірми Естанда шляхом вприскування в другу камеру [4, 5].

Готовий цемент з цементного млина пневмогвинтовими насосами (5 шт.) по цементопроводу діаметром 250 мм транспортується в силоси для зберігання цементу. Силос діаметром 12 м, ємністю 4500 т в кількості 8 шт кожен для певного виду цементу [5].

7. Зберігання (на силосному складі цементу). Змелений портландцемент після цементних млинів транспортується в цементні силоси 8 по 4000 т для зберігання і подальшого відвантаження споживачам насипом або у пакувальних мішках [6, 7].

Відвантаження цементу насипом проводиться в ж/д. транспорт (вагони-цементовози) вантажопідйомністю 69-75 т. Зважування вагонів проводиться на ж/д вагах, а також у автоцементовози вантажопідйомністю від 8 до 25 т [28].

Фасований цемент пакується в паперові мішки вагою 25 кг. Зважування мішків проводиться на електронному дозаторі. Подача цементу відбувається від цементних силосів з допомогою системи транспортування на пакувальне відділення [5, 7].

Мішки з цементом (в палетах) транспортною системою стрічкових конвейерів та рольгангів подають до навантажувача. Паллети з готовою

продукцією відвантажуються відразу з лінії палетування на буферний склад. Відвантаження готових паллетів, як в автотранспорт так і в залізничні криті вагони здійснюється навантажувачем вантажопідйомністю 2,5 т [7, 8].

1.3. Методи оцінки якості цементу

Серед методів аналізу широко поширені фотометричний, гравіметричний, комплексонометричний, рентгенофлуоресцентний [18].

При виборі методу і методики аналізу враховують структуру аналізованих матеріалів, вимоги до точності визначення, межі виявлення елементів, чутливості визначення, селективності і специфічності, а також вартість аналізу, кваліфікацію персоналу, швидкість проведення аналізу, рівень необхідної пробоподготовки і наявність необхідного обладнання [2, 18].

Фотометричний метод аналізу ґрунтується на переводі компоненту, що визначається, в забарвлену сполуку з подальшим вимірюванням інтенсивності світлопоглинання. Працюють в діапазоні довжин хвиль 400–760 нм і тільки з забарвленими речовинами [30].

Гравіметричний метод аналізу ґрунтується на переведенні визначуваної речовини у важкорозчинну сполуку, яку відділяють, зважують та за її масою обчислюють вміст шуканого інгредієнта (елемента, речовини). Іноді замість осаду одержують летку речовину і після її повного видалення визначають зменшення маси [2].

Комплексонометричний метод заснований на реакції утворення міцних, добре розчинних у воді внутрішньокмлексних сполук іонів металів з амінополікарбонowymi кислотами та їх солями, що отримали загальну назву комплексонів [48].

Рентгенофлуоресцентний аналіз — метод спектрального аналізу спектрів флюоресценції елементів випромінених при адсорбції високоенергетичного випромінювання. Один із сучасних спектроскопічних методів дослідження речовини з метою отримання його елементного складу, тобто його елементного

аналізу [2].

Принцип. Атоми досліджуваного об'єкту збуджуються рентгенівським-, гамма — чи іонізуючим випромінюванням (на противагу до методів WDS чи EDX, де збудження відбувається пучком електронів). При взаємодії атомів речовини з високоенергетичним випромінюванням, електрони близькі до ядра атома вибиваються із своїх орбіталей. При цьому електрони з вищих енергетичних орбіталей займають їх місце, виділяючи при цьому фотони — характеристичне флуоресцентне випромінювання. Тобто відбувається емісія випромінювання з меншою енергією за поглинуту. За допомогою різноманітних детекторів (PIN diode, Si(Li), Ge(Li), Silicon Drift Detector SDD) реєструють спектр флуоресценції. За положенням максимумів у спектрі випромінювання можна провести якісний елементарний аналіз такого спектру флуоресценції, а за їх величиною, використавши еталонні зразки, зробити кількісний аналіз [2].

Рентгенофлуоресцентний аналіз дозволяє проводити якісний і кількісний аналіз у речовині усіх елементів починаючи від фтору. Рентгенофлуоресцентний метод аналізу (РФА) заснований на вимірюванні хвильового розподілу інтенсивності нерівноважного ЕМІ випромінювання в діапазоні 0,01-10 нм, випущеного атомами внаслідок фотоіонізації рентгенівським випромінюванням. РФ-спектри мають порівняно просту лінійну структуру, обумовлену спонтанними випромінювальними квантовими переходами між внутрішніми електронними рівнями атомів. Енергія цих переходів суворо індивідуальна кожного елемента і, зазвичай, слабо залежить від найближчого хімічного оточення атома, що дозволяє вимірювати характеристичні РФ-спектри конденсованої фази без попередньої атомізації [30].

Розглянемо базові засади функціонування послідовного РФ-спектрометра з хвильовою дисперсією. Як джерело первинного рентгенівського випромінювання зазвичай використовують рентгенівську трубку. Вона являє собою вакуумований балон, всередині якого знаходяться два електроди - катод, що нагрівається, і охолоджуваний анод. На електроди подають високу напругу (20-100 кВ). При цьому на поверхні катода з'являється термоелектронна емісія

Випущені електрони рухаються до анода, прискорюючись електричним полем. При гальмуванні швидких електронів у центральному полі ядер атомів матеріалу анода виникає «гальмівне» рентгенівське випромінювання [21].

Крім безперервної складової гальмівного випромінювання, спектрі випромінювання рентгенівської трубки присутні характеристичні лінії, що виникають в результаті іонізації атомів анода електронним ударом з подальшою випромінювальною релаксацією. Через тонке Ве-вікно первинне випромінювання з поверхні анода потрапляє на аналізований зразок і збуджує вторинну рентгенівську поліхроматичну емісію(рис.4) [18].

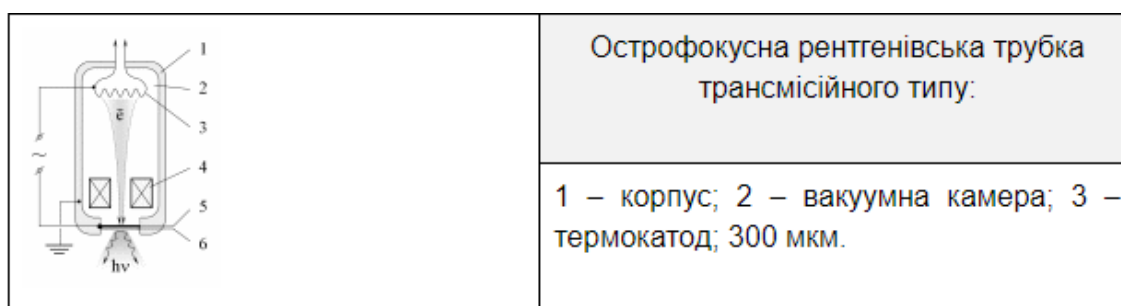


Рис 4. Схема острофокусної рентгенівської трубки

Флуоресцентне випромінювання проби попадає на вхідну щілину спектрометра. Для дифракційного диспергування вторинного рентгенівського випромінювання використовують кристал-аналізатор (LiF, кварц та ін.) [30].

Для вимірювання інтенсивності випромінювання аналізованого зразка необхідний детектор - перетворювач променистої енергії електричну. Як детектор у лабораторних спектрометрах зазвичай використовують газорозрядний пропорційний лічильник. Він є балоном, заповненим ксенон-метановою сумішшю при атмосферному або зниженому тиску. Усередині балона розташовані два електроди, на які подають високу напругу (зазвичай кілька кВ). При попаданні через тонке (200 мкм) берилієве вікно у міжелектродний простір рентгенівський квант іонізує атоми газу-наповнювача, ініціюючи електричний розряд. За час протікання розряду (близько 1 мкс) на електродах фіксується імпульс напруги, величина якого є пропорційною енергії рентгенівського кванта.

Підсумовує кількість імпульсів вибраний час експозиції, тобто. знаходить інтенсивність сигналу, інтегратор, включений до ланцюга детектора. Як реєструючий пристрій, а також для управління всіма вузлами РФ-спектрометра зазвичай використовують персональний комп'ютер, блок-схема РФ-спектрометра представлена на рисунку 5.

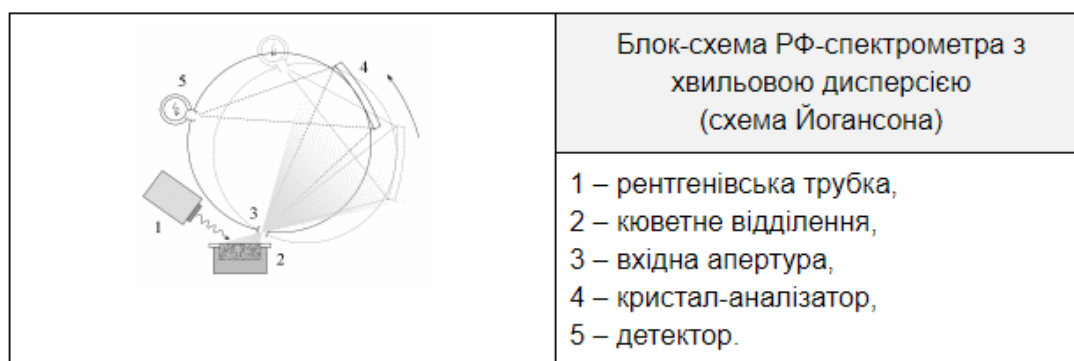


Рис. 5. Блок-схема РФ-спектрометра з хвильовою дисперсією

Метод РФА використовують для неруйнівного багатоеlementного якісного та кількісного аналізу різних об'єктів – металів та сплавів, руд та мінералів, ґрунтів та донних відкладень, вуглеводневої сировини та біологічних проб. Можливе визначення практично всіх хімічних елементів важче за берилію в твердих і рідких об'єктах. Метод РФА характеризується високою селективністю і широким діапазоном визначених змістів (від десятих часток мкг/г майже до 100 мас. %).

Відносна похибка результатів аналізу становить 2-10%. При цьому метрологічні характеристики відчутно залежать від природи аналіту, матричного складу проби, робочих параметрів спектрометра та методики пробопідготовки. Найбільша чутливість досягається щодо важких елементів у легких матрицях з використанням рентгенівських трубок високої потужності [2].

Підтвердження відповідності властивостей цементу вимогам нормативних документів і оцінку рівня його якості здійснюють із застосуванням критеріїв відповідності. При цьому використовують статистичні критерії і критерій для одиничних результатів. ДСТУ Б В.2.7-112-2002 С.14 8.2 Статистичні критерії

відповідності базуються на: - нормативних значеннях показників механічних, фізичних і хімічних властивостей, що регламентовані технічними умовами відповідного нормативного документа на конкретний вид цементу [49].

Статистичні критерії відповідності визначають двома статистичними методами оцінки результатів випробувань - за перемінними і за характеристиками. При оцінці за перемінними вважається, що результати випробувань нормально розподілені. За перемінними оцінку відповідності виконують для показників міцності [1].

Фізичні і хімічні властивості цементу, як правило, оцінюють за характеристиками, однак при наявності достатньої кількості результатів випробувань в контрольний період (період, за який проводиться оцінка), можливо проводити оцінку відповідності за перемінними. ДСТУ Б В.2.7-112-2002 С.15 8.3.1.

1.4. Характеристика рентгенофлуоресцентного спектрометра

Хвильовий рентгенофлуоресцентний (WDXRF) є одним із найбільш гнучких способів хімічного аналізу (з 1Н) твердих та рідких матеріалів. Метод дозволяє визначати у різноманітних пробах вміст елементів від F до U з високою точністю, надійністю та відтворюваністю. Обладнання та аналітичні методики добре зарекомендували себе у кількісному та якісному визначенні різноманітних матеріалів. Сучасні технологічні розробки дозволили включити хвильові рентгенофлуоресцентні прилади в рекомендовані засоби для аналітичних лабораторій (наприклад, стандарти ASTM та ISO), завдяки їх простоті, гнучкості, доступності та надійності. Вартість одного аналізу також демонструє переваги даного обладнання перед багатьма традиційними методами мокрої хімії та іншими спектральними методами (зовнішній вигляд спектрометра представлений у додатку А) [45].

Компактний та автономний спектрометр Компактний та автономний WDXRF спектрометр Продовжуючи традиції новаторства та лідерства у

хвильовій рентгенівській спектроскопії, корпорація Thermo Scientific з гордістю представляє компактний прилад OPTIM'X.

Різноманітність проб. На спектрометрі ARL OPTIM'X можна аналізувати безліч різноманітних проб провідних і непровідних твердих проб, рідких непресованих порошків пресованих таблеток, спечених глобул, паст. Кожна конфігурація приладу оптимізується під конкретні завдання. Технічні характеристики Рентгенофлуоресцентного спектрометра ARL OPTIM'X подані в таблиці 5.

Управління приладом та обробка даних: аналітична програма OXSAS
Управління роботою спектрометра та обробка даних здійснюється програмою OXSAS. Програма OXSAS використовує найсучаснішу програмну платформу, що відповідає запитам споживача та дозволяє довічної модернізації програмного забезпечення спектрометра. [44].

Таблиця 5

Технічні характеристики спектрометра Рентгенофлуорисцентного моделі ARL OPTIM'X

Діапазон елементів	Від флору (Z=9) до урану(Z=92)
Робоче середовище	Вакуум для твердих проб, гелій для рідких та порошкових проб.
Конструкція	Аналітичні системи знаходяться в термостабілізованій вакуумній камері, що виконана з сірого чавуну.
Прилад	Рентгенівська трубка розташовується під кутом до пробки.
Комплектація	Чотири мультихроматора™; послідовно-одночасна конфігурація: один гоніометр SmartGonio™ та один мультихроматор™. Рентгенівська трубка 50Вт з Rh - анодом, Ве-вікном та повітряним охолодженням. Технологія UCCO(Ultra closely Coupled Optics), еквівалент 200Вт трубки, завдяки близькому розташуванню і великому куту. Рентгенівська трубка 200Вт з Rh-анодом, Ве-вікном і рідинним охолодженням..

продовж. табл. 5

Рентгенівське збудження	Полупровідниковий високочастотний генератор максимальної напруги 50кВт.
Мультихроматор™	Має фіксовані канали. В фіксованому каналі використовується оптика зігнутого кристалу. Мультихроматор має зап'ястні детектори для всіх елементів, починаючи від натрію (Z=11). Пропонуються також поточно-пропорційні або сцинтиляційні детектори, в залежності від елементів, що аналізуються.
Гоніометр SmartGonio™	Повністю автоматичний, нешестерний, керований мікропроцесором, компактний гоніометр з оптичними декодерами.
Реєструюча електроніка	Багатоканальний аналізатор для розпізнання піків високої енергії. Цифровий автоматичний контроль посилення для корекції усадки імпульсів. Автоматична корекція мертвого часу забезпечує лінійні характеристики до 2 Мимп\с на поточно-пропорційному лічильнику, та до 1,5Мимп\с на сцинтиляційному.
Пробоподатчик	Базовий: 1 положення для касети або кювети. За замовленням: 13-ти позиційний датчик
Тримачі для проб	Касети для твердих проб максимального розміру: висота 26 мм, діаметр 52 мм. Кювета для рідини: 22 мм, зовнішній діаметр 40мм. Отвір діаметром 29мм (базовий варіант). Обертання касети під час аналізу: від 6 до 60 об\хв.
Розміри і вага	Висота 128 см, ширина 88 см, глибина 82 см, з базовою системою подачі проб. Вага системи приблизно 250 кг
Потужність	1,5 КВА, одна фаза
Стандарти безпеки	Електричні та захисні: IEC 1010-1, IEC 950. Радіація (цілком захищена) система): норми ORaP (CH) 414.501 та BGB 1.1. Електромагнітний імунітет: CENELEC EN 50081-2+EN 50082-2 (промисловий).

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт досліджень

Дослідження для виконання дипломної роботи було проведено на базі підприємства «ЮГцемент» філії ПРАТ «Дікергофф Цемент Україна», колишня назва - ПАТ "ЮГцемент". Найбільше в галузі цементної промисловості на Півдні України з потужністю понад 1,266 млн. тон цементу на рік [31].

Підприємство розташоване в смт. Ольшанське Миколаївського району, Миколаївської області, в 35 км від обласного центру - міста Миколаєва, 80 км від міста Херсона та приблизно 130 км від міста Одеса. З іншими промисловими центрами країни підприємство пов'язують залізнична магістраль Одеської залізниці та Одеська автомагістраль, що проходять поряд з селищем [47].

Продукція «ЮГцементу» широко використовується для будівництва суднобудівних і глиноземних заводів, портових споруджень, атомних електростанцій, автодоріг, житлових будинків, сільськогосподарських і культурно-побутових об'єктів. В незалежній Україні Ольшанський цемент використовувався при будівництві автобану Київ-Одеса, реконструкції Ялтинської набережної й Одеського оперного театру, поставлявся на відповідальні будівництва на всьому Кримському півострові [40].

Всі види цементної сировини виготовлені відповідно до Держстандартів України з виробництва цементів. Контроль якості випущеної продукції здійснюється на найбільш сучасному обладнанні, наприклад, такому як рентгенофлуоресцентний спектрометр Бельгійського виробництва [16].

Лабораторія, що розташована на території підприємства, акредитована Миколаївським державним центром стандартизації, метрології і сертифікації. Якість цементів підтверджується сертифікатами, виданими органом з сертифікації цементів СЕПРОЦЕМ [18].

Перевагами цементу виробництва ПРАТ «ЮГцемент» є:

- ✓ високоякісна сировина із власного кар'єру;
- ✓ найсучасніше обладнання;
- ✓ атестовані та акредитовані цементні лабораторії;
- ✓ додатковий контроль якості продукції німецьким НДІ «Wilhelm-Dyckerhoff-Institut»;
- ✓ власний залізнодорожний та автотранспорт;
- ✓ розвинута система дистрибуції;
- ✓ кваліфікований персонал;
- ✓ співробітництво з закордонними провідними фахівцями в цементній галузі;
- ✓ постійне удосконалення технологічних процесів;
- ✓ тарований цемент пакується у запатентований паперовий мішок, виробництва італійської компанії MONDI – сучасний, міцний, екологічно чистий.

Наведені вище переваги дають підстави «ЮГцемент» філії бути в авангарді української цементної промисловості та запевняти споживачів у високій якості та безпечності виготовленої продукції [47].

Спектрометр фірми ARL OPTIM'X – це інструмент WDXRF, розроблений для зручності використання з мінімальними витратами на експлуатацію та обслуговування. Інструмент є оснащений елементами покриття Thermo Scientific SmartGonio з фтору (9F) до урану (92U). Використовується рентгенівська трубка з ародієвим анодом, а геометрія приладу оптимізована для забезпечення найвищої чутливості. Існують дві версії потужності: 50 Вт або нова версія на 200 Вт [23].

Інструмент не вимагає зовнішнього або внутрішнього водяного охолодження, має в 10 разів кращу спектральну роздільну здатність, ніж звичайний прилад EDXRF, а також чудову точність і стабільність. Він має хороші показники для натрію (11Na), магнію (12Mg) і навіть для фтору (9F). Простота експлуатації досягається завдяки найсучаснішому програмному забезпеченню OXSAS, що працює в середовищі Windows® 10.

Діапазони та результати калібрування. Прилад Thermo Scientific ARL OPTIM'X Series WDXRF, відкалібрований за програмою General Oxide, дозволяє аналізувати велику різноманітність мінералів, напр. доломіт, вапняк, бентоніт, мергель, пісок, латерит, польовий шпат, боксити, магнезит, вогнетривка цегла, кремнеземна цегла, силліманіт, гірські породи, шлаки, цемент, залізна руда, кераміка тощо. Дисперсійна рентгенівська флуоресценція по довжині хвилі (WDXRF) дозволяє вимірювати до 84 елементів періодичної системи у зразках різних форм і природи: твердих речовин або рідин, провідних або непровідних. -провідний [44].

XRF порівняно з іншими методами – це швидкість аналізу, загалом проста підготовка зразка, дуже хороша стабільність, точність і широкий динамічний діапазон (від рівнів ppm до 100%). Аналіз різних оксидних матеріалів за допомогою спектрометра Thermo Scientific ARL OPTIM'X WDXRF [46].

2.2. Методика виконання роботи

При виробництві портландцементу, глиноземного цементу та інших в'язучих матеріалів сировинна суміш складається з двох або більшої кількості компонентів. У таких випадках проводять розрахунок сировинної суміші з метою визначення кількісного співвідношення складових частин. Правильно проведений розрахунок сировинної суміші є однією з найважливіших умов отримання в'язучих матеріалів, що задовольняють за якістю заданим вимогам.

При складанні сировинної суміші для портландцементного клінкеру використовують аналітичні та графічні методи розрахунків [17].

Аналітичні методи. Кількість сировинних компонентів повинна бути на одиницю більшою, ніж кількість заданих характеристик. Для розрахунків та контролю правильності обчислень хімічний склад сировинних матеріалів приводять до суми, яка дорівнює 100 % [14].

1. Розрахунок по заданим значенням коефіцієнта насичення, глиноземного та силікатного модулів.

- розрахунок двокомпонентної сировинної суміші. Розрахунок двокомпонентної сировинної суміші для портландцементу необхідно вести з використанням коефіцієнта насичення або гідравлічного модуля.

Обидва вони характеризують основність сировинної суміші, але використання коефіцієнта насичення більш доцільне, тому що в його формулі враховується те, що оксид кальцію з'єднується з кремнеземом, глиноземом та оксидом заліза не в однакових вагових кількостях, а також те, що при випалі клінкеру глинозем та оксид заліза насичується оксидом кальцію практично повністю, а за відсутності оксиду кальцію неповністю насичується ним тільки кремнезем [12].

- розрахунок трикомпонентної сировинної суміші. Для розрахунку трикомпонентної сировинної суміші слід задаватись двома характеристиками складу портландцементу: коефіцієнтом насичення та силікатним або глиноземним модулем [14].

У тому разі, коли силікатний модуль є другою заданою характеристикою, вибір третього компонента (корегувальної добавки) залежить від того, чи потрібно підвищити або знизити силікатний модуль. У першому випадку таким компонентом слугує матеріал, багатий кремнеземом (трепел, глина з високим вмістом кремнезему, пісок та ін.), у другому – матеріал, багатий на глинозем або оксид заліза (колчеданні недогарки, колошниковий пил, залізна руда, глина з високим вмістом Al_2O_3 , боксити та ін.). Вибір глиноземного або залізовмісного матеріалу залежить від того, як необхідно змінити глиноземний модуль одночасно з силікатним [4].

- розрахунок чотирикомпонентної сировинної суміші. При розрахунках чотирикомпонентної сировинної суміші слід задаватись трьома характеристиками складу портландцементу: коефіцієнтом насичення, силікатним та глиноземистим модулями [14].

2. Розрахунок по заданим значенням коефіцієнта насичення, глиноземного та силікатного модулів з урахуванням присадки золи [12].

При використанні в якості технологічного палива вугілля зола в процесі випалювання присаджується до матеріалу, що обпалюється, і змінює його характеристики, що необхідно враховувати при розрахунку сировинної суміші. У реакціях клінкероутворення бере участь лише та зола палива, яка присідає до зони спікання, зола, що потрапила на матеріал у зоні охолодження, у реакціях не бере участі [5].

Кількість присаджується золи залежить від типу печі, зольності палива. Так, у шахтній печі кількість присаджується золи дорівнює 100%, у печах, що обертаються, ця величина може коливатися від 30 до 70%. Тому вважають, що 100% клінкеру складаються з q % золи та інших прожарених матеріалів. Тому розрахунок ведуть на прожарені матеріали [4, 5].

3. Розрахунок мінералогічного складу клінкеру по його заданому хімічному складу.

Мінералогічний складу клінкеру по його заданому хімічному складу розраховується по його заданому хімічному складу та розрахунком силікатів кальцію (C_3S , C_2S) з допомогою коефіцієнта насичення хімічному складу клінкеру. У цих методах з окислів клінкеру CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO утворюються тільки чотири мінерали C_4AF , C_3A , C_2S , C_3S [10].

4. Розрахунок по заданому мінералогічному складу клінкеру.

Метод розрахунку за заданим мінералогічним складом клінкеру найбільш точно відображає кількісний зв'язок між гідралічними властивостями клінкеру та його мінералогічним складом. Розрахунок забезпечує отримання заданої кількості мінералів, що входять у склад портландцементного клінкеру [10, 12].

Графічний метод. Дозволяє уникнути громіздких арифметичних обчислень. уникнути громіздких арифметичних обчислень. Розрахункову діаграму будують у прямокутній системі координат Oz . Oy . Спочатку розраховують мінералогічному складу клінкеру, потім розрахункові дані наносять на діаграму [16].

Вибір того або іншого методу розрахунку диктується конкретними задачами отримання клінкеру з заданими властивостям [17].

Також. було проведено метрологічний розрахунок декількох марок портландцементу згідно даних рентгенофлуоресцентного спектрометра. Розрахунки здійснено згідно ПМА (Програма та методика державної метрологічної атестації), що розроблено відповідно до вимог ДСТУ 3215, ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1, ДСТУ ГОСТ ISO 5725-2, ДСТУ ГОСТ ISO 5725-4.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок портландцементної сировинної суміші

Розрахунок портландцементної сировинної суміші проводиться з ціллю визначення співвідношення між компонентами, що входять в її склад. В якості вхідних даних при цьому розрахунку використовується хімічний склад сировинних компонентів (вапняк, глинистий компонент (глина, суглинок, каолін, залізовмісна добавка) [2].

Задані значення: коефіцієнт насичення $KH = 0,945$; силікатний модуль $n = 2,26$. У склад портландцементного клінкеру входять п'ять основних окислів - SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , та вторинні окисли – Na_2O , K_2O , SO_3 що вносяться у графу інші [30].

При використанні в якості технологічного палива вугілля зола в процесі випалювання присаджується до матеріалу, що обпалюється, і змінює його характеристики, що необхідно враховувати при розрахунку сировинної суміші. У реакціях клінкероутворення бере участь лише та зола палива, яка присідає до зони спікання, зола, що потрапила на матеріал у зоні охолодження, у реакціях не бере участі [2].

Кількість присаджується золи залежить від типу печі, зольності палива. Так, у шахтній печі кількість присаджується золи дорівнює 100%, у печах, що обертаються, ця величина може коливатися від 30 до 70%.

Тому вважають, що 100% клінкеру складаються з q % золи та інших прожарених матеріалів. Тому розрахунок ведуть на прожарені матеріали [30].

Таблиця 1

Хімічний склад вихідних сировинних компонентів, приведених до 100%

Назва компонента	в.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	Сумма
Вапняк	41,06	5,31	1,29	0,84	49,27	1,46	0,76	100,0
Глинистий компонент	9,53	61,22	15,59	4,00	4,85	1,53	3,27	100,00
Залізовмісна добавка	11,55	9,61	2,65	59,16	12,90	0,70	3,43	100,00
Зола палива	-	54,31	23,26	7,27	3,27	1,86	10,03	100,00

Для розрахунку сировинної суміші з урахуванням присаджування золи перераховуємо окисиди сировинної суміші на прожарену речовину. Перерахунок окислів на прожарену речовину визначається співвідношенням, у якому чисельником є відсотковий вміст кожного окислу у даному компоненті суміші, помножене на 100, а у знаменнику - різниця між 100 та в.п.п. (втрати під час прожарювання).

В якості прикладу робимо розрахунок SiO₂ при переводі на прожарену речовину вапнякам (табл. 1):

$$\text{SiO}_2 = \frac{\text{SiO}_2 \cdot 100}{100 - \text{ВПП}}, \quad (1)$$

$$\text{SiO}_2 = \frac{5,31 \cdot 100}{100 - 41,06} = 9,01\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100}{100 - \text{ВПП}}, \quad (2)$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{1,29 \cdot 100}{100 - 41,06} = 2,19\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 100}{100 - \text{ВПП}}, \quad (3)$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{0,84 \cdot 100}{100 - 41,06} = 1,43\%$$

$$\text{CaO} = \frac{\text{CaO} \cdot 100}{100 - \text{ВПП}}, \quad (4)$$

$$\text{CaO} = \frac{49,27 \cdot 100}{100 - 41,06} = 83,59\%$$

$$\text{MgO} = \frac{\text{MgO} \cdot 100}{100 - \text{ВПП}}, \quad (5)$$

$$\text{MgO} = \frac{1,46 * 100}{100 - 41,06} = 2,48\%$$

$$\text{Інші окисли} = \frac{\text{Інші окисли} * 100}{100 - \text{ВПП}}; \quad (6)$$

$$\text{Інші окисли} = \frac{0,76 * 100}{100 - 41,06} = 1,31\%$$

Аналогічно перераховуються і інші окисли для глинистого компонента та залізовмісної добавки та заносимо у таблицю 2.

Таблиця 2

**Хімічний склад прожарених вихідних сировинних компонентів,
приведених до 100%**

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	Сума
Вапняк	9,01	2,19	1,43	83,59	2,48	1,31	100,00
Глинистий компонент	67,67	17,24	4,42	5,36	1,69	3,62	100,00
Залізовмісна добавка	10,86	3,00	66,89	14,58	0,79	3,88	100,00
Зола палива	54,31	23,26	7,27	3,27	1,86	10,03	100,00

Приймаємо, що 100 зважених частин клінкеру складаються з x часток вапняку, y часток глинистого компоненту, z часток залізовмісної добавки та q частка золи палива.

Тоді:

$$x + y + z + q = 100; \quad (7)$$

$$x + y + z = 100 - q \quad (8)$$

Частка золи в клінкері визначається з виразу:

$$q = (P * A * \varphi) / (100 * 100) \quad (9)$$

де: P - питома витрата реального палива в кг/100 кг клінкеру; $P = 21,12\%$;

A – зольність палива, $A = 7,34\%$;

φ - кількість золи палива, що присаджується, $\varphi = 100\%$.

$$q = (21,12\% * 7,34\% * 100\%) / (100 * 100) = 1,55\%$$

Розраховуємо частки сировинних компонентів на прожарену речовину.

Складаємо для кожного окислу суміші наступні рівняння:

$$S = (x \cdot S_1 + y \cdot S_2 + z \cdot S_3) / 100; \quad (10)$$

$$A = (x \cdot A_1 + y \cdot A_2 + z \cdot A_3) / 100$$

$$F = (x \cdot F_1 + y \cdot F_2 + z \cdot F_3) / 100$$

$$C = (x \cdot C_1 + y \cdot C_2 + z \cdot C_3) / 100$$

Підставляємо значення S, A, F, C у формули розрахунку силікатного модуля та коефіцієнт насичення.

$$KH = \frac{CaO - (1,65 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3)}{(2,8 \cdot SiO_2)} \quad (11)$$

$$n = \frac{SiO_2}{(Al_2O_3 + Fe_2O_3)} \quad (12)$$

та отримуємо два рівняння:

$$[(2,8 \cdot KH \cdot S_1 + 1,65 \cdot A_1 + 0,35 \cdot F_1) - C_1] \cdot x + [(2,8 \cdot KH \cdot S_2 + 1,65 \cdot A_2 + 0,35 \cdot F_2) - C_2] \cdot y + [(2,8 \cdot KH \cdot S_3 + 1,65 \cdot A_3 + 0,35 \cdot F_3) - C_3] \cdot z =$$

$$= [C_3 (2,8 \cdot KH \cdot S_3 + 1,65 \cdot A_3 + 0,35 \cdot F_3)] \cdot q;$$

$$[n \cdot (A_1 + F_1) - S_1] \cdot x + [n \cdot (A_2 + F_2) - S_2] \cdot y + [n \cdot (A_3 + F_3) - S_3] \cdot z = [S_3 - n \cdot (A_3 + F_3)] \cdot q.$$

З цих двох рівнянь та рівняння (7) складаємо систему трьох лінійних рівнянь з трьома невідомим:

$$a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1 \cdot z = d_1;$$

$$a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2 \cdot z = d_2$$

$$a_3 \cdot x + b_3 \cdot y + c_3 \cdot z = d_3;$$

В них, для зручності рішення, умовно приймаємо:

$$a_1 = b_1 = c_1 = 1; \quad d_1 = 100 - q;$$

$$a_2 = (2,8 \cdot KH \cdot S_1 + 1,65 \cdot A_1 + 0,35 \cdot F_1) - C_1;$$

$$b_2 = (2,8 \cdot KH \cdot S_2 + 1,65 \cdot A_2 + 0,35 \cdot F_2) - C_2;$$

$$c_2 = (2,8 \cdot KH \cdot S_3 + 1,65 \cdot A_3 + 0,35 \cdot F_3) - C_3;$$

$$d_2 = q \cdot [C_3 - (2,8 \cdot KH \cdot S_3 + 1,65 \cdot A_3 + 0,35 \cdot F_3)];$$

$$a_3 = n \cdot (A_1 + F_1) - S_1; \quad b_3 = n \cdot (A_2 + F_2) - S_2;$$

$$c_3 = n \cdot (A_3 + F_3) - S_3; \quad d_3 = q \cdot [S_3 - n \cdot (A_3 + F_3)].$$

Вирішуючи систему рівнянь відносно x, y, z, получимо формули для розрахунку трьохкомпонентної сировинної суміші з урахуванням присаджування золи палива:

$$x = \frac{d_1 \cdot (b_2 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_2) - d_2 \cdot (b_1 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_1) + d_3 \cdot (b_1 \cdot c_2 - b_2 \cdot c_1)}{a_1 \cdot (b_2 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_2) - a_2 \cdot (b_1 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_1) + a_3 \cdot (b_1 \cdot c_2 - b_2 \cdot c_1)} \quad (13)$$

$$y = \frac{a_1 \cdot (d_2 \cdot c_3 - d_3 \cdot c_2) - a_2 \cdot (d_1 \cdot c_3 - d_3 \cdot c_1) + a_3 \cdot (d_1 \cdot c_2 - d_2 \cdot c_1)}{a_1 \cdot (b_2 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_2) - a_2 \cdot (b_1 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_1) + a_3 \cdot (b_1 \cdot c_2 - b_2 \cdot c_1)} \quad (14)$$

$$z = \frac{a_1 \cdot (b_2 \cdot d_3 - b_3 \cdot d_2) - a_2 \cdot (b_1 \cdot d_3 - b_3 \cdot d_1) + a_3 \cdot (b_1 \cdot d_2 - b_2 \cdot d_1)}{a_1 \cdot (b_2 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_2) - a_2 \cdot (b_1 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_1) + a_3 \cdot (b_1 \cdot c_2 - b_2 \cdot c_1)} \quad (15)$$

По формулам (13) – (15) знаходимо відсоткові частки сировинних компонентів на прожарену речовину.

$$a_1 = b_1 = c_1 = 1;$$

$$d_1 = 100 - 1,55 = 98,449;$$

$$a_2 = (2,8 \cdot 0,945 \cdot 9,01 + 1,65 \cdot 2,19 + 0,35 \cdot 1,43) - 83,59 = -55,636;$$

$$b_2 = (2,8 \cdot 0,945 \cdot 67,67 + 1,65 \cdot 17,24 + 0,35 \cdot 4,42) - 5,36 = 203,688;$$

$$c_2 = (2,8 \cdot 0,945 \cdot 10,86 + 1,65 \cdot 3,00 + 0,35 \cdot 66,89) - 14,58 = 42,517;$$

$$d_2 = 1,55 \cdot [3,27 - (2,8 \cdot 0,945 \cdot 54,31 + 1,65 \cdot 23,26 + 0,35 \cdot 7,27)] = -281,105;$$

$$a_3 = 2,26 \cdot (2,19 + 1,43) - 9,01 = -0,829;$$

$$b_3 = 2,26 \cdot (17,24 + 4,42) - 67,67 = -18,718;$$

$$c_3 = 2,26 \cdot (3,00 + 66,89) - 10,86 = 147,091;$$

$$d_3 = 1,55 \cdot [54,31 - 2,26 \cdot (23,26 + 7,27)] = -22,766$$

Для спрощення розрахунку, визначаємо значення двочленів, що входять у формули (13) – (15):

$$(b_2 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_2) = 203,688 \cdot 147,091 - (-18,718) \cdot 42,517 = 30756,508;$$

$$(b_1 \cdot c_3 - b_3 \cdot c_1) = 1 \cdot 147,091 - (-18,718) \cdot 1 = 165,809;$$

$$(b_1 \cdot c_2 - b_2 \cdot c_1) = 1 \cdot 42,517 - 203,688 \cdot 1 = -161,171;$$

$$(d_2 \cdot c_3 - d_3 \cdot c_2) = (-281,105) \cdot 147,091 - (-22,766) \cdot 42,517 = -40380,074;$$

$$(d_1 \cdot c_3 - d_3 \cdot c_1) = 98,449 \cdot 147,091 - (-22,766) \cdot 1 = 14503,728;$$

$$(d_1 \cdot c_2 - d_2 \cdot c_1) = 98,449 \cdot 42,517 - (-281,105) \cdot 1 = 4466,861;$$

$$(b_2 \cdot d_3 - b_3 \cdot d_2) = 203,688 \cdot (-22,766) - (-18,718) \cdot (-281,105) = -9898,884;$$

$$(b_1 \cdot d_3 - b_3 \cdot d_1) = 1 \cdot (-22,766) - (-18,718) \cdot 98,449 = 1820,002;$$

$$(b_1 \cdot d_2 - b_2 \cdot d_1) = 1 \cdot (-281,105) - 203,688 \cdot 98,449 = -20333,985.$$

Знаходимо відсоткові частки сировинних компонентів на прожарену речовину:

$$x = \frac{98,449 \cdot 30756,508 - (-281,105) \cdot 165,809 + (-22,766) \cdot (-161,171)}{1 \cdot 30756,508 - (-55,636) \cdot 165,809 + (-0,829) \cdot (-161,171)} = 76,73\%$$

$$y = \frac{1 \cdot (-40380,074) - (-55,636) \cdot 14503,728 + (-0,829) \cdot 4466,861}{1 \cdot 30756,508 - (-55,636) \cdot 165,809 + (-0,829) \cdot (-161,171)} = 19,01\%$$

$$z = \frac{1 \cdot (-9898,884) - (-55,636) \cdot 1820,002 + (-0,829) \cdot (-20333,985)}{1 \cdot 30756,508 - (-55,636) \cdot 165,809 + (-0,829) \cdot (-161,171)} = 2,70\%$$

В результаті розрахунку встановлено, що матеріал, що обпалюється, повинен містити: вапняка – 76,73% (без втрат при прожарюванні), глинистий компонент – 19,01% (без втрат при прожарюванні), залізовмісна добавка – 2,70% (без втрат при прожарюванні), зола палива – 1,55%.

Розраховуємо хімічний склад клінкеру:

$$\text{SiO}_{2\text{кл.}} = \frac{\text{SiO}_{2\text{вап.}} \cdot \% \text{вап.} + \text{SiO}_{2\text{глин.}} \cdot \% \text{глин.} + \text{SiO}_{2\text{заліз}} \cdot \% \text{заліз.} + \text{SiO}_{2\text{зола}} \cdot \% \text{зола}}{100\%}$$

$$\text{SiO}_{2\text{кл.}} = \frac{6,91 \cdot 76,73 + 12,86 \cdot 19,01 + 0,29 \cdot 2,70 + 0,84 \cdot 1,55}{100\%} = 20,91\%$$

Аналогічно розраховуються і інші окисли:

$$\text{Al}_2\text{O}_{3\text{кл.}} = \frac{1,68 \cdot 76,73 + 3,28 \cdot 19,01 + 0,08 \cdot 2,70 + 0,36 \cdot 1,55}{100\%} = 5,40\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{кл.}} = \frac{1,10 \cdot 76,73 + 0,84 \cdot 19,01 + 1,81 \cdot 2,70 + 0,11 \cdot 1,55}{100\%} = 3,86\%$$

$$\text{CaO}_{\text{кл.}} = \frac{64,14 \cdot 76,73 + 1,02 \cdot 19,01 + 0,39 \cdot 2,70 + 0,05 \cdot 1,55}{100\%} = 65,60\%$$

$$\text{MgO}_{\text{кл.}} = \frac{1,90 \cdot 76,73 + 0,32 \cdot 19,01 + 0,02 \cdot 2,70 + 0,03 \cdot 1,55}{100\%} = 2,27\%$$

$$\text{Інші окисли кл.} = \frac{1,01 \cdot 76,73 + 0,69 \cdot 19,01 + 0,10 \cdot 2,70 + 0,16 \cdot 1,55}{100\%} = 1,95\%$$

Розрахункові дані отримані заносимо у таблицю 3.

Таблиця 3

Розрахунок хімічного складу клінкеру

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	Сума, %
Прожарений вапняк	6,91	1,68	1,10	64,14	1,90	1,01	76,73
Прожарений глинистий компонент	12,86	3,28	0,84	1,02	0,32	0,69	19,01
Прожарена залізовмісна добавка	0,29	0,08	1,81	0,39	0,02	0,10	2,70
Зола палива	0,84	0,36	0,11	0,05	0,03	0,16	1,55
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,60	2,27	1,95	100,00

3.2. Розрахунок хімічного складу цементу

Основними компонентами портландцементу та його різновидів є: портландцементний клінкер, гіпсовий камінь та активна мінеральна добавка шлак. ПРАТ філія «ЮГцемент» виготовляє 5 видів цементу на основі портландцементного клінкеру:

- 1) ПЦ II/A - Ш - 500 P-Н
- 2) ПЦ I - 500 P- Н
- 3) ПЦ II/A-Ш - 400 P - Н
- 4) ПЦ II/Б-Ш-400 - Н
- 5) СС ШПЦ 400-Д60

Гіпсовий камінь та активна мінеральна добавка шлак є покупними сировинними матеріалами. Усі цементи виготовляються відповідно до Державних стандартів України з виробництва цементів. Контроль якості продукції, що випускається, здійснюється на найбільш сучасному обладнанні, наприклад, такому як рентгенофлуоресцентний аналізатор. Заводська лабораторія акредитована Миколаївським державним центром стандартизації, метрології і сертифікації. Якість цементів підтверджується сертифікатами, виданими органом з сертифікації цементів СЕПРОЦЕМ [12].

Згідно ДСТУ Б EN 197-1:2015. Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів. (EN 197-1:2011, IDT) готовий цемент слід розуміти як суму основних та додаткових складників. Відсоток подачі сировинних компонентів показаний в таблиці 4.

Таблиця 4

Відсоток подачі сировинних компонентів по маркам цементу

Назва компонента	ПЦ I – 500 P- Н	ПЦ II / А - Ш - 500 P-Н	ПЦ II / А-Ш - 400 P - Н	ПЦ II / Б-Ш- 400 - Н	СС ШПЦ 400-Д60
Клінкер	89,92%	80,29%	75,10%	61,18%	50,18%
Шлак	5,10%	14,63%	20,01%	33,78%	44,52%
Гіпсовий камінь	4,98%	5,08%	4,89%	5,04%	5,30%

Таблиця 5

Вихідні данні для розрахунку хімічного складу цементу

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	Сума
Шлак	40,44	6,72	0,3	41,76	6,57	4,21	100,00
Гіпсовий камінь	1,03	0,66	0,31	35,17	0,49	62,34	100,00
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,60	2,27	1,96	100,00

Знаючи хімічний склад сировинних матеріалів та відсоток подачі компонентів, розраховуємо хімічний склад цементу по маркам. Для прикладу розраховуємо хімічний склад цементу марки ПЦ I - 500 P- Н:

$$\text{SiO}_2 = \frac{89,92 * 20,91 + 5,1 * 40,44 + 4,98 * 1,03}{100} = 20,92\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{89,92 * 5,40 + 5,1 * 6,72 + 4,98 * 0,66}{100} = 5,23\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{89,92 * 3,86 + 5,1 * 0,30 + 4,98 * 0,31}{100} = 3,23\%$$

$$\text{CaO} = \frac{89,92 * 65,60 + 5,1 * 41,76 + 4,98 * 35,17}{100} = 62,87\%$$

$$\text{MgO} = \frac{89,92 * 2,27 + 5,1 * 6,57 + 4,98 * 0,49}{100} = 2,40\%$$

$$\text{Інші окисли} = \frac{89,92 * 1,96 + 5,1 * 4,21 + 4,98 * 62,34}{100} = 5,08\%$$

Розрахункові дані подані в таблиці 6.

Таблиця 6

Розрахунок хімічного складу цементу марки ПЦ I - 500 P- Н

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	% подачі
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,60	2,27	1,96	89,92
Шлак	40,44	6,72	0,30	41,76	6,57	4,21	5,10
Гіпсовий камінь	1,03	0,66	0,31	35,17	0,49	62,34	4,98
Цемент	20,92	5,23	3,50	62,87	2,40	5,08	100,00

По іншим маркам цементів розраховуються аналогічно. Дані наведено у таблицях 7-10.

Таблиця 7

Розрахунок хімічного складу цементу марки ПЦ II / А - Ш - 500 Р-Н

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	% подачі
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,6	2,27	1,96	80,29
Шлак	40,44	6,72	0,3	41,76	6,57	4,21	14,63
Гіпсовий камінь	1,03	0,66	0,31	35,17	0,49	62,34	5,08
Цемент	22,76	5,35	3,16	60,57	2,81	5,36	100,00

Таблиця 8

Розрахунок хімічного складу цементу марки ПЦ II / А-Ш - 400 Р – Н

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	% подачі
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,6	2,27	1,96	75,10
Шлак	40,44	6,72	0,3	41,76	6,57	4,21	20,01
Гіпсовий камінь	1,03	0,66	0,31	35,17	0,49	62,34	4,89
Цемент	23,85	5,43	2,97	59,34	3,04	5,36	100,00

Таблиця 9

Розрахунок хімічного складу цементу марки ПЦ II / Б-Ш - 400 Р - Н

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	% подачі
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,6	2,27	1,96	61,18
Шлак	40,44	6,72	0,3	41,76	6,57	4,21	33,78
Гіпсовий камінь	1,03	0,66	0,31	35,17	0,49	62,34	5,04
Цемент	26,51	5,61	2,48	56,01	3,63	5,76	100,00

Таблиця 10

Розрахунок хімічного складу цементу марки СС ШПЦ 400-Д60

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	% подачі
Клінкер	20,91	5,40	3,86	65,6	2,27	1,96	50,18
Шлак	40,44	6,72	0,3	41,76	6,57	4,21	44,52
Гіпсовий камінь	1,03	0,66	0,31	35,17	0,49	62,34	5,3
Цемент	28,55	5,74	2,09	53,37	4,09	6,16	100,00

Аналіз хімічного складу готового цементу дає змогу оптимізувати виробничі процеси і забезпечити високу та стабільну якість продукції цементної промисловості [2].

Основне завдання контролю якості цементу полягає в кількісному визначенні 13-ти оксидів: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SO₃, MgO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, TiO₂, Mn₂O₃, ZnO, SrO. Метод рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА) дає змогу швидко і точно вирішувати це завдання [23].

За ДСТУ Б В.2.7-202:2009.(Цементи та матеріали цементного виробництва. Методи хімічного аналізу.) проводимо пробопідготовку цементу для проведення хімічного аналізу.

Проведення аналізу. Наважку проби, висушену за температури 105-115 °С, масою 1 г вносять у попередньо прожарений і зважений платиновий або порцеляновий тигель і нагрівають у муфельній печі протягом 30 хв за температури 950-1000 °С, потім охолоджують в ексікаторі і зважують. Прожарювання повторюють при тій же температурі до одержання сталої маси [2].

При визначенні втрати маси при прожарюванні шлакопортландцементу, шлаків, золи наважку проби, яку аналізують, витримують у муфельній печі за температури 950-1000 °С протягом 1 – 2 хв і прожарювання повторюють до одержання мінімального значення маси [23].

У матеріалах, що містять органічні сполуки, а також кристалізаційну воду, визначення втрати маси при прожарюванні починають за температури 400 – 500 °С, прожарюючи пробу до сталої маси [30].

Обчислення результатів. Втрату маси при прожарюванні $X_{в.п.п.}$ у відсотках обчислюємо за формулою:

$$X_{в.п.п.} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{m}; \quad (16)$$

де: m_1 – маса тигля з наважкою до прожарювання, г;

m_2 – маса тигля з наважкою після прожарювання, г;

m – маса наважки проби, г.

Для прикладу проводимо зважування та прожарювання проби цементу марки ПЦ І-500Р-Н і одержуємо заміри: $m_1 - 0,0335\text{г}$; $m_2 - 0,0150\text{г}$; $m - 1,0\text{ г}$.

$$X_{\text{в.п.п}} = \frac{(0,0335 - 0,0150) * 100}{1} = 1,85\text{ г}$$

Визначення силіцій діоксиду. Наважку проби масою 0,5 г вносять у платиновий тигель, доведений до сталої маси, змочують водою, додають 10 крапель сульфатної кислоти, 10 см³ флюоридної кислоти і вносять на піщану баню або електроплитку зі слабким нагріванням. Випаровують вміст тигля до вологих солей, потім додають ще 5 см³ флюоридної кислоти і випаровують досуха до повного видалення парів сульфатної кислоти. Потім залишок прожарюють у муфельній печі за температури 900 – 1000 °С протягом 10 – 15 хв, охолоджують в ексикаторі і зважують. Прожарювання і зважування повторюють до сталої маси.

Залишок у тиглі використовують при систематичному аналізі для визначення кальцій, магній, ферум і алюміній оксидів. Для цього залишок сплавляють згідно з 9.4.2.1 із сумішшю для сплавлення і розчиняють у розчині хлоридної кислоти (1:3). За необхідності наступного визначення сульфур оксиду для розкладання наважки проби замість сульфатної використовують нітратну кислоту.

Масову частку силіцій діоксиду X_{SiO_2} у відсотках обчислюємо за формулою:

$$X_{\text{SiO}_2} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{m} * X_{\text{в.п.п.}}; \quad (17)$$

де: m_1 – маса тигля з наважкою проби, г;

m_2 – маса тигля з наважкою після прожарювання, г;

m – маса наважки проби, г.

Для прикладу проводимо зважування та прожарювання проби цементу марки ПЦ І-500Р-Н і одержуємо заміри: $m_1 - 1,392\text{г}$; $m_2 - 1,205\text{г}$; $m - 0,5\text{г}$.

$$X_{\text{SiO}_2} = \frac{(1,319 - 1,205) * 100}{0,5} - 1,85 = 20,92\text{ г}$$

Масову частку $X_{Al_2O_3}$ у відсотках обчислюємо за формулою:

$$X_{Al_2O_3} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{m} - X_{в.п.п.}; \quad (18)$$

де: m_1 – маса тигля з наважкою проби, г;

m_2 – маса тигля з наважкою після прожарювання, г;

m – маса наважки проби, г.

Проводимо зважування та прожарювання проби цементу і одержуємо заміри: $m_1 - 1,315$ г; $m_2 - 1,279$ г; $m - 0,5$ г.

$$X_{Al_2O_3} = \frac{(1,315 - 1,279) * 100}{0,5} - 1,85 = 5,23 \text{ г}$$

Масову частку $X_{Fe_2O_3}$ у відсотках обчислюємо за формулою:

$$X_{Fe_2O_3} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{m} - X_{в.п.п.}; \quad (19)$$

де: m_1 – маса тигля з наважкою проби, г;

m_2 – маса тигля з наважкою після прожарювання, г;

m – маса наважки проби, г.

Проводимо зважування та прожарювання проби цементу і одержуємо заміри: $m_1 - 1,320$ г; $m_2 - 1,293$ г; $m - 0,5$ г.

$$X_{Fe_2O_3} = \frac{(1,320 - 1,293) * 100}{0,5} - 1,85 = 3,50 \text{ г}$$

Масову частку X_{CaO} у відсотках обчислюємо за формулою:

$$X_{CaO} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{m} - X_{в.п.п.}; \quad (20)$$

де: m_1 – маса тигля з наважкою проби, г;

m_2 – маса тигля з наважкою після прожарювання, г;

m – маса наважки проби, г.

Проводимо зважування та прожарювання проби цементу і одержуємо заміри: $m_1 - 1,344$ г; $m_2 - 1,017$ г; $m - 0,5$ г.

$$X_{CaO} = \frac{(1,344 - 1,017) * 100}{0,5} - 1,85 = 62,87 \text{ г}$$

Масову частку X_{MgO} у відсотках обчислюємо за формулою:

$$X_{\text{MgO}} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{m} - X_{\text{в.п.п.}}; \quad (21)$$

де: m_1 – маса тигля з наважкою проби, г;

m_2 – маса тигля з наважкою після прожарювання, г;

m – маса наважки проби, г.

Проводимо зважування та прожарювання проби цементу і одержуємо заміри: $m_1 = 1,311\text{г}$; $m_2 = 1,290\text{г}$; $m = 0,5\text{г}$.

$$X_{\text{MgO}} = \frac{(1,311 - 1,290) * 100}{0,5} - 1,85 = 2,40 \text{ г}$$

Всі інші розрахунки оксидів та діоксидів по всім видам цементів обчислюються аналогічно.

Розрахункові дані заносимо в таблицю 11.

Таблиця 11

Розрахунок хімічного складу цементу по маркам

Назва компонента	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Інші окисли	Сумма
ПЦ I-500P-Н	20,92	5,23	3,50	62,87	2,40	5,08	100
ПЦ II/A-Ш-500P-Н	23,84	5,53	3,21	60,17	2,96	4,29	100
ПЦ II/Б-Ш-400-Н	27,08	5,86	2,65	56,47	3,66	4,28	100
ПЦ II/A-Ш-400-Н	24,52	5,51	3,04	60,26	2,99	3,68	100

3.3. Методика перевірки спектрометра рентгенофлуоресцентного

МПУ 026/11-2003 «Інструкція. Метрологія. Спектрометри рентгенофлуоресцентні. Методика перевірки».

Визначення абсолютної похибки при вимірюванні масової частки хімічних елементів:

1. Якщо не встановлено інших вимог, перевірку проводять щонайменше для 3 точок діапазону вимірювань масової частки для конкретного елемента, які

обирають поблизу нижньої границі діапазону, середини діапазону та верхньої границі діапазону наступним чином:

- від ω_{\min} до $1,2 \omega_{\min}$ – для нижньої границі діапазону;
- від $0,8 \omega_{\text{mean}}$ до $1,2 \omega_{\text{mean}}$ – для середини діапазону;
- від $0,8 \omega_{\max}$ до ω_{\max} – для верхньої границі діапазону;

де ω_{\min} , ω_{mean} та ω_{\max} – масові частки елемента, що характеризують нижню границю, середину та верхню границю діапазону вимірювання.

2. Встановити параметри вимірювань згідно з експлуатаційною документацією на спектрометр.

3. Встановити стандартний зразок вмісту у тримач проби.

4. Виконати вимірювання інтенсивності характеристичного рентгенівського випромінювання.

5. Розрахувати швидкість рахунку за формулою:

$$\eta = \frac{N_k}{T}; \quad (22)$$

де: N_k – середній набір імпульсів на контрольному зразку за показаннями датчика спектрометру за час експозиції, імп;

T - час експозиції таймера спектрометру, с.

Результати вимірювань заносимо у таблицю 1.

Таблиця 12

Вимір інтенсивності характеристичного рентгенівського випромінювання контрольного зразку

FLX-CRM 105 (контрольний), імп
28517
28545
28487

$$N_k = (28517 + 28545 + 28487) / 3 = 28516 \text{ імп. } T = 30 \text{ с.}$$

Розраховуємо швидкість рахунку за формулою (22)

$$\eta = \frac{28516}{30} = 855488 \text{ с}^{-1}$$

1. Розрахувати контрастність за формулою:

$$K = \frac{N_k}{N_{k\phi}}; \quad (23)$$

де: $N_{k\phi}$ – середній набір імпульсів фонового зразку за показаннями датчика спектрометру за час експозиції, імп/с.

Результати вимірювань заносимо у таблицю 2.

Таблиця 13

Вимір інтенсивності характеристичного рентгенівського випромінювання фонового зразку

DiLitium Tetraborat 99,98, імп
87
86
92

$$N_{k\phi} = (87+86+92)/3=88 \text{ імп}$$

$$\eta = \frac{88}{30} = 3 \text{ с}^{-1}$$

Розраховуємо контрастність за формулою (23):

$$K = \frac{28516}{88} = 323,31 \text{ імп/с}$$

2. Встановити час, при якому виконується умова:

$$100 / \sqrt{(\eta * T)} < \frac{1}{2} * A_0,$$

де: η - швидкість рахунку, с^{-1} ;

T- час експозиції таймера спектрометру, с;

A_0 – значення основної апаратурної похибки, вказаної в експлуатаційній документації, %. $A_0=0,3\%$

$$\frac{100}{\sqrt{(855488 * 30)}} < \frac{1}{2} * 0,3 = 0,01974 < 0,15$$

Виконуємо три серії вимірювань інтенсивності характеристичного рентгенівського випромінювання з інтервалом не менше однієї години між серіями. в кожній серії має бути не менше одинадцяти паралельних визначень.

Результати вимірювань заносимо у таблицю 14.

**Вимірювання інтенсивності характеристичного рентгенівського
випромінювання**

Кількість вимірювань	1 серія, імп/с	2 серія, імп/с	3 серія, імп/с
1	855198	855099	855804
2	855444	856599	854373
3	855630	856251	856056
4	858345	856653	855336
5	855582	856275	855108
6	856413	855381	855657
7	856710	856368	855807
8	857850	857349	856149
9	858825	856392	854700
10	856716	857028	855117
11	857103	855567	856758

8. Для кожної серії вимірювань розраховуємо дисперсію за формулою:

$$S^2_l = (\sum_{i=1}^n (N_i - N_{cp})^2) / (n-1); \quad (24)$$

де: l – номер серії ($l=1, 2, 3$);

n – кількість вимірювань у серії;

N_i – кількість імпульсів при l -ом вимірюванні у серії;

N_{cp} – середньоарифметичне значення набору імпульсів в серії, що розраховується за формулою:

$$N_{cp} = (\sum_{i=1}^n N_i) / n; \quad (25)$$

1 серії:

$$N_{cp} = (855198 + 855444 + 855630 + 858345 + 855582 + 856413 + 856710 + 857850 + 858825 + 856716 + 857103) / 11 = 856710,5$$

2 серії:

$$N_{cp} = (855099 + 856599 + 856251 + 856653 + 856275 + 855381 + 856368 + 857349 + 856392 + 857028 + 855567) / 11 = 856269,3$$

3 серії:

$$N_{cp} = (855804 + 854373 + 856056 + 855336 + 855108 + 855657 + 855807 + 856149 + 854700 + 855117 + 856758) / 11 = 855533,2$$

Розраховуємо середнє середньоарифметичне значення набору імпульсів по всім серіям:

$$N_{cp} = (856710,5 + 856269,3 + 855533,2) / 3 = 856171$$

Розраховуємо $(\sum_{i=1}^n (N_i - N_{cp})^2)$ для кожного вимірювання кожної серії на прикладі 1 серії для:

$$n_1 (855198 - 856710,5)^2 = 2287793,75;$$

$$n_2 (855444 - 856710,5)^2 = 1604137,39;$$

$$n_3 (855630 - 856710,5)^2 = 1167578,48;$$

$$n_4 (858345 - 856710,5)^2 = 2671441,66;$$

$$n_5 (855582 - 856710,5)^2 = 1273614,84;$$

$$n_6 (856413 - 856710,5)^2 = 88533,30;$$

$$n_7 (856710 - 856710,5)^2 = 0,30;$$

$$n_8 (857850 - 856710,5)^2 = 1298356,66;$$

$$n_9 (858825 - 856710,5)^2 = 4470918,02;$$

$$n_{10} (856716 - 856710,5)^2 = 29,75;$$

$$n_{11} (857103 - 856710,5)^2 = 154020,57$$

Аналогічно розраховуємо і для серій 2 та 3.

Таблиця 15

Вимірювання інтенсивності характеристичного рентгенівського випромінювання

кількість вимірювань	1 серія, імп/с	2 серія, імп/с	3 серія, імп/с
1	2287793,75	1369538,3	73342,5
2	1604137,39	108720,1	1346021,9
3	1167578,48	333,9	273338,9
4	2671441,66	147246,6	38880,7
5	1273614,84	32,8	180779,6
6	88533,30	789028,4	15330,9
7	0,30	9747,1	74976,4
8	1298356,66	1165811,0	379232,0
9	4470918,02	15062,0	694191,9
10	29,75	575667,1	173207,3
11	154020,57	493187,0	1500179,6

$$\Sigma_1=2287793,75+1604137,39+1167578,48+2671441,66+1273614,84+88533,30+0,30+12983+56,66+4470918,02+29,75+154020,57=15016424,7$$

$$\Sigma_2 = 4674374,2$$

$$\Sigma_3 = 4749481,6$$

Для кожної серії вимірювань розраховуємо дисперсію за формулою (24).

$$S^2_1 = 15016424,7/10 = 1501642,5$$

$$S^2_2 = 4674374,2/10 = 467437,4$$

$$S^2_3 = 4749481,6/10 = 474948,2$$

Розраховуємо середню дисперсію по всім серіям

$$S^2_{cp} = (1501642,5+467437,4+474948,2)/3 = 814\ 676$$

9. Розраховуємо значення критерію Кохрена:

$$G = S^2_{max}/(\sum_{l=1}^k S^2_l), \quad (26)$$

де: S^2_{max} – максимальне значення дисперсій розрахованих за формулою (24);

k – кількість вимірювань.

$$G = 1501642,5/(1501642,5+467437,4+474948,2) = 0,614$$

Табличне значення критерію Кохрена $G = 0.674$. Так як G менше табличного значення, то переходимо до розрахунку основної апаратурної похибки A_0 .

10. Розрахунок основної апаратурної похибки спектрометра

$$A_0 = (100/N_{cp}) * \sqrt{(S^2_{cp} - \sigma^2_{теор})}, \quad (27)$$

$$\sigma^2_{теор} = N_{cp}$$

$$A_0 = (100/856171) * \sqrt{(814\ 676^2 - 856171^2)} = 0,024\%.$$

Результат контролю основної апаратурної похибки спектрометра вважається позитивним, якщо значення A_0 не перевищує значення основної апаратурної похибки спектрометра, що вказане в експлуатаційній документації [23].

3.5. Економічна ефективність проведених досліджень

Економічна ефективність - досягнення найбільших результатів за найменших затрат живої та уречевленої праці. Економічна ефективність є конкретною формою дії закону економії часу. За капіталістичного способу виробництва узагальнюючий показник економічної ефективності – норма прибутку. Для народних підприємств у розвинутих країнах Заходу основною метою стає максимізація не прибутку, а чистого доходу на одного зайнятого, що не виключає необхідності використання показника норми прибутку. Конкретнішими показниками економічної ефективності є продуктивність і фондомісткість праці, фондівіддача і фондомісткість продукції, матеріалівіддача і матеріаломісткість продукції, економічна ефективність капітальних вкладень, нової техніки, енергомісткість продукції та ін. [29].

Ефективність використання якого-небудь одного виду витрат і ресурсів виражається в системі диференційованих показників ефективності. До них відносяться: продуктивність праці або трудомісткість, матеріалівіддача або матеріаломісткість продукції, фондівіддача або фондомісткість, капіталівіддача або капіталомісткість [35].

Диференційовані показники ефективності розраховуються як відношення випуску продукції до окремих видів витрат або ресурсів або навпаки - витрат або ресурсів до випуску продукції [29].

Для оцінки економічної ефективності в цілому по країні, регіону, підприємству застосовуються узагальнюючі (комплексні, інтегральні) показники ефективності. Ці показники дозволяють більш повно і у взаємозв'язку врахувати багато чинників і складові, які впливають на рівень і динаміку ефективності. В основі формування узагальнюючих показників знаходяться дві умови: облік кінцевого, якісного результату і відображення сукупної величини витрат і ресурсів (наприклад, витрати виробництва та обігу, сумарна величина виробничих фондів) [20].

До основних узагальнюючих показників економічної ефективності відносяться наступні: продуктивність праці, витрати на гривню товарної продукції, рентабельність виробництва і рентабельність продукції та ін. Головним узагальнюючим критерієм економічної ефективності суспільного виробництва служить рівень продуктивності суспільної праці [20].

Найважливішими показниками кінцевих результатів та сукупної ефективності виробництва в умовах ринкової економіки є прибуток і рентабельність. Управління рентабельністю знаходяться в центрі економічної діяльності підприємств, що працюють на ринок. Рентабельність висловлює абсолютний або відносний (у відсотках) розмір отриманого прибутку на 1 гривню поточних витрат [35].

Розрахунок виконується за формулою:

$$P = \Pi / Z * 100\%; \quad (28)$$

де Π – прибуток,

Z - розмір поточних витрат або використаних ресурсів.

Рентабельність поточних витрат (R_{Π}) включає такі показники рентабельності, як: рентабельність реалізованої продукції (обороту):

$$R_{\Pi} = \Pi / O_p * 100\%; \quad (29)$$

рентабельність окремого виду продукції:

$$R_m = \Pi / C * 100\%; \quad (30)$$

де Π - прибуток від реалізації, грн;

O_p - обсяг реалізованої продукції, грн;

C - собівартість окремого виду продукції, грн. [42, 74].

Рентабельність виробничих ресурсів (R_p) відображає ефективність використання наявних у розпорядженні підприємства виробничих фондів, майна, власного і позикового капіталу.

Цей показник визначається:

$$R_p = \Pi / (O_{\Pi\Phi} + HOC) * 100\%; \quad (31)$$

де $O_{\Pi\Phi}$ - середньорічна вартість основних виробничих фондів;

HOC - середньорічні залишки нормованих оборотних коштів [29, 35].

Філія «ЮГцемент» виготовляє 5 видів цементу на основі портландцементного клінкеру:

- ПЦ II / А - Ш - 500 Р-Н
- ПЦ I - 500 Р- Н
- ПЦ II / А-Ш - 400 Р - Н
- ПЦ II / Б-Ш-400 - Н
- СС ШПЦ 400-Д60

У таблиці 1 наведено динаміку реалізованої продукції за три роки.

Таблиця 16

**Динаміка та структура реалізації цементу
філія «ЮГцемент»**

Вид продукції	2018 р.		2019 р.		2020 р.	
	тис.грн	%	тис.грн	%	тис.грн	%
ПЦ I-500Р-Н	374193	17,1	679754	27,2	922133	40,4
ПЦ II/А-Ш-500Р-Н	1335131	60,8	1345669	53,9	927579	40,6
ПЦ II/А-Ш-400Р-Н	185236	8,4	186703	7,5	192464	8,4
ПЦ II/Б-Ш-400-Н	268159	12,2	251935	10,1	200087	8,8
СС ШПЦ 400	31619	1,4	33080	1,3	41043	1,8
Всього	2194339	100	2497142	100	2283306	100

Дані таблиці 16 свідчать, що в структурі продукції в умовах підприємства філія «ЮГцемент» найбільшу питому вагу продажу у 2020 році займає цемент марки ПЦ II/А-Ш-500Р-Н, маючи частку в розмірі 40,6% від загальної кількості, друге місце посідає цемент марки ПЦ I-500Р-Н з часткою 40,4% від загальної кількості. Та така тенденція спостерігається впродовж зазначеного терміну аналізу, а саме період з 2018 по 2020 роки.

Обсяг виробництва та кількість реалізованої продукції на філії «ЮГцемент» за 2020 рік наведено у таблиці 17.

Таблиця 17

Обсяг виробництва цементу, 2020 рік

Вид продукції	Обсяг виробництва за добу, тон	Кількість діб роботи за рік	Річний обсяг виробництва, тон	Вартість реалізованої продукції, тис. грн.
ПЦ І-500Р-Н	1027	266	273254	922133
ПЦ ІІ/А-Ш-500Р-Н	883	311	274868	927579
ПЦ ІІ/А-Ш-400Р-Н	1091	52	57032	192464
ПЦ ІІ/Б-Ш-400-Н	952	62	59291	200087
СС ШПЦ 400	914	13	12162	41043
Всього	4867	705	676607	2283306

Дані в таблиці 17 свідчать що, в 2020 році обсяг виробництва за добу всіх видів цементу, які випускає підприємство становив 4867 тон. Зі зменшенням річного обсягу виробництва цементу змінилась і вартість реалізованої продукції.

Підприємство філія «ЮГцемент» забезпечено закордонним обладнанням для виробництва продукції, що сприяє покращенню якості виробленої продукції, а також забезпечує безпечність продукції та можливість вироблення великих її об'ємів.

Узагальнюючі показники діяльності підприємства за основним напрямом в виробництві цементу у 2020 році наведено в таблиці 18.

Таблиця 18

**Економічна ефективність виробництва цементу на ПРАТ
«ЮГцемент», 2020**

Показник	Одиниця виміру	Значення
Виручка від реалізації	тис. грн.	2283306
Собівартість реалізованої продукції	тис. грн.	1876073
Ціна реалізації 1 т.	грн.	3375
Прибуток	тис. грн.	407233
Рентабельність продукції	%.	21,7

Отже, дані в таблиці 3 можна побачити, що рентабельність продукції становить 21,7% це означає, що на кожную затрачену гривню підприємство отримує 22 копійки прибутку .

Існують наступні шляхи стимулювання ефективності виробництва:

- освоєння досягнень технічних досягнень та наукових і вдосконалення на цій основі засобів виробництва, підвищення їх віддачі;
- реалізація наукової організації праці на підприємствах (підвищення кваліфікації працівників, вдосконалення розподілу праці, раціоналізація трудових процесів, нормування праці);
- розвиток ініціативи і самостійності трудових груп;
- вдосконалення господарського механізму, системи та методів управління; вдосконалення стимулювання праці, посилення мотивації праці, зміцнення трудової і технологічної дисципліни [35].

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Виробничий шум і вібрація при виробництві цементної продукції на ПРАТ «ЮГцемент», шляхи їх запобігання. Цементне виробництво відноситься до однієї з найважливіших галузей промисловості завдяки широкому застосуванню цементу та продукції з його використанням [23].

Виробництво цементу характеризується наявністю шкідливих та небезпечних виробничих факторів, що несприятливо впливають на здоров'я працівників, до яких належить: шум, вібрація, різкі коливання температури повітря, теплове випромінювання, пил, наявність шкідливих речовин у повітрі робочої зони, важке фізичне навантаження [34].

Шум - це безладне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності, які несприятливо впливають на організм людини, заважають роботі та відпочинку [26].

Численними дослідженнями встановлено, що шум є загальнобіологічним подразником і в певних умовах може впливати на всі органи та системи організму людини [34].

Найповніше вивчено вплив шуму на слуховий орган людини. Інтенсивний шум при щоденному впливі призводить до виникнення професійного захворювання – приглухуватості; основним симптомом якого є поступова втрата слуху на обидва вуха, що спочатку лежить в області високих частот (4000 Гц), з подальшим поширенням на нижчі частоти, до яких належить мова [23].

При дуже великому звуковому тиску може статися розрив барабанної перетинки. Найбільш несприятливими для органу слуху є високочастотний шум (1000...4000 Гц) [26].

Джерелами шуму і вібрації на підприємстві ПРАТ «ЮГцемент» є:

- Молоткова дробарка;
- Щокова дробарка;
- Стрижневі та сировинні млини;

➤ Цементні млини.

Боротьба із шкідливим впливом шуму проводиться заходами загального характеру. До заходів загального характеру відносяться:

- 1) заміна гучних машин або окремих вузлів безшумними; звукоізоляція джерел виникнення шуму;
- 2) автоматизація і механізація, а також дистанційне керування, що дозволяють робітнику стежити за роботою машин поза зоною дії шуму;
- 3) виготовлення кожухів із сталевих аркушів, пінополіуретану, повсті або шлаковати, що знижує рівень шуму на 30дБ [33].

Також для зниження шуму можна джерело – добульне устаткування, розмістити на території підприємства з вітряної сторони стосовно інших будинків. Середнє значення рівня шуму конусної та шоквої дробарки 75-80дБ, тому при її експлуатації потрібно вживати належні заходи, що регламентуються за ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".

Вібрація - це коливання твердих тіл, частин апаратів, машин, устаткування, споруд, що сприймаються організмом людини як струс. Часто вібрації супроводжуються почутим шумом [21].

Виробнича вібрація постає як шкідливе явище, передусім стосовно самих машин – її джерелам, оскільки інтенсифікує знос, знижує їх надійність і довговічність, підвищує рівні випромінюваного шуму. У зв'язку з цим за інтенсивністю вібрації прийнято судити про якість машини, її технічний стан [23].

Поширюючись по конструкціям та ґрунту, вібрація впливає на інші об'єкти, викликає руйнування будівельних конструкцій, погіршує роботу приладів, точних верстатів. І, нарешті, у разі контакту людини з вібруючими поверхнями виникає низка нових специфічних проблем, обумовлених негативним впливом вібрації на здоров'я та працездатність людей[3].

Виробнича вібрація, що має широкий частотний діапазон (від десятих часток до кількох тисяч Гц) коливань, впливає у вигляді подразнення периферичних нервових закінчень у місцях контакту, викликаючи зміни як фізіологічного, так і функціонального стану організму людини. Дія вібрації на людину стає особливо небезпечною, якщо частота коливань наближається до частоти коливань людського тіла (5 Гц) [33].

При роботі дробарок окрім шуму також виникають вібрації, що шкідливо впливають на організм працівників.

Для виробничих вібрацій на робочих місцях санітарними нормами "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" ДСН 3.3.6.039-99 встановлюються гранично допустимі амплітуди, швидкості і прискорення коливальних рухів.

Проблема захисту від вібрації існує майже кожному підприємстві. Її успішне рішення багато в чому залежить від вмілого використання прийомів управління коливальними процесами, що виникають у машинах, реалізації ефективних способів та коштів віброзахисту. Робота в цьому напрямку вимагає комплексного системного підходу на всіх етапах проектування, виробництва та експлуатації машин та агрегатів. Метод захисту – зниження параметрів вібрації по дорозі її поширення від джерела збудження шляхом використання еластомірних елементів [34].

Еластомірні елементи – віброізолятори, пружні ланки, захисні футерування, - введені в структурні схеми машин, сприяють зниження вібронавантаженості, звукового тиску, підвищення довговічності, надійності та безпеки [33].

Віброзахист контролюється такими основними методами:

- зниження віброактивності джерела;
- застій вібраційних покриттів, які призводять до зниження інтенсивності просторової вібрації конструкції;
- віброізоляція, якщо між джерелом і об'єктом, який захищається розміщенням додаткових кріплень, тому назви віброізолятора;

- динамічне гасіння вібрацій, при його захисті додається додаткова механічна система, яка змінює характер димоходу;

- активне гасіння вібрацій відбувається, якщо підприємство або підрозділ оснащений додатковим вібраційним сердечником, який паралельно з основним сердечником генерує тон амплітуди, але протилітної фази [39].

Також виникнення вібрації попереджається установкою машин, що їх викликають, на спеціальні фундаменти з віброізоляцією і на фундаменти, не пов'язані з будівлею [23].

Для віброізоляції застосовують прокладки з гуми, войлока, пробки, дерева, а також пружини.

Основними засобами індивідуального захисту від шкідливого вібраційного впливу на підприємстві є: захисний чохол для сидіння та ручки, куртка, рукавиці, захисне взуття [33].

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Запобігання виникненню аварійних ситуацій - це комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення аварійної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків [39].

При виникненні можливих небезпек, безпека виконуваних робіт в умовах виробництва суттєво залежить від попередження працюючих про наслідки порушення технологічного процесу, аварійної ситуації, зупинки обладнання (його несанкційований пуск) [24].

На підставі реєстру «Потенційно можливих аварійних ситуацій» керівник структурного підрозділу підприємства розробляє процедури реагування на кожну потенційно можливу аварійну ситуацію.

До розробки процедур мають залучатися необхідні фахівці з інших структурних підрозділів, а саме: служба охорони праці та навколишнього середовища, особа відповідальна за електрогосподарство підприємства, газова служба, тощо [33].

Процедури реагування можуть бути:

- ✓ окремим розділом в інструкції з охорони праці ;
- ✓ окремим розділом в інструкції з експлуатації ;
- ✓ ПЛАС або ПЛА (розробляються спеціалізованими організаціями у випадку аварійної ситуації об'єктового масштабу) ;
- ✓ окремим документом реагування на потенційно можливу аварійну ситуацію [24].

Згідно стандарту №18 «Управління аварійними ситуаціями» на підприємстві «ЮГцемент» затверджено наступні документи:

- ✓ реєстр «Потенційно можливих аварійних ситуацій» ;
- ✓ процедури реагування на потенційно можливі аварійні ситуації, в тому числі надання долікарської допомоги;
- ✓ реєстр об'єктів (споруд, будівель, обладнання тощо), які обладнані системою раннього виявлення та оповіщення про набуття аварійної ситуації;
- ✓ схема дій у випадку виникнення надзвичайних або аварійних ситуацій (довільної форми);
- ✓ схема оповіщення керівного складу, формувань цивільного захисту, аварійних служб, органів влади (довільної форми).

Метою організації навчання діям у аварійних ситуаціях є вивчення працівниками процедур реагування на аварійні ситуації і набуття та засвоєння ними практичних навичок, а також досягнення злагодженості в роботі формувань ЦЗ, працівників ПРАТ «ЮГцемент», керівного складу і фахівців при виконанні заходів із запобігання і реагування на аварійні ситуації, відновлення життєдіяльності підприємства [39].

Основні види навчальних занять:

- ✓ лекції та семінарські заняття;
- ✓ ділові й імітаційні ігри;
- ✓ аналіз конкретних виробничих ситуацій та тренінги;
- ✓ групові заняття та вправи;
- ✓ інструктаж;
- ✓ тренування структурного підрозділу (аварійна ситуація охоплює обладнання одного структурного підрозділу);
- ✓ об'єктове тренування.

Навчання може бути:

- планове, яке проводиться відповідно до затвердженого директором річного плану-графіка навчань і тренувань.

- позапланове, яке проводиться понад заплановане по спеціальному розпорядженню директора у наступних випадках: якщо відбулася аварія або відмова в роботі з вини персоналу, при незадовільних результатах планових тренувань або рекомендації керівників, після довготривалої хвороби або відсутності персоналу (понад 90 днів), працівником (працівниками) було пропущене планове тренування (з СП-18 Версія 2 стор. 6 з 14 поважних причин);
- тренування передбачене заходами актів розслідування технологічних порушень; вимагається опрацювання специфічних навичок [24].

Навчання Працівників в структурних підрозділах підприємства здійснюється на підставі розробленого та затвердженого Річного плану-графіка навчань і тренувань. В графіку мають бути вказані всі потенційно можливі аварійні ситуації, які внесені в реєстр «Потенційно можливих аварійних ситуацій» [39].

Метрологічна лабораторія підприємства має оснащення, яке необхідне для проведення тестувань зразків готової цементної продукції, і засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) для контролю вимірюваних показників. Випробувальне оснащення відповідає вимогам нормативно-правових документів. Обладнання та ЗВТ зберігаються на підприємстві у відповідних умовах, що забезпечують їх збереження та захист від дефектів і передчасного зносу [18].

Для метрологічного обладнання, що потребує періодичного технічного сервісу, розроблені нормативні документи та графіки згідно їх технічному обслуговуванню, а для засобів вимірювальної техніки - графіки калібровки. Все наявне в лабораторії обладнання атестоване і відкаліброване. Розпорядок атестації та калібровки випробувальної лабораторії документально оформлений і відповідає вимогам, встановленим діючими нормативними документами – Стандартом підприємства №18 [39].

Реєстр потенційних надзвичайних ситуацій в метрологічній лабораторії підприємства представлений у Формі С-06 [Додаток Е].

Всі Працівники структурного підрозділу мають бути ознайомлені з планом-графіком навчань і тренувань під підпис. Навчання має проводитись відповідно до плану-графіку навчань і тренувань, але не рідше одного разу на рік по кожній темі для кожного Працівника, на кого ця аварійна ситуація розповсюджується. За окремим Графіком (складається спеціалізованими органами місцевого самоврядування) проводиться навчання керівного складу невоєнізованих формувань цивільного захисту, які, у разі необхідності, залучаються до ліквідації наслідків аварійних ситуацій. Керівний склад формувань цивільного захисту та їх фахівців, діяльність яких пов'язана з організацією і здійсненням заходів з питань ліквідації наслідків НС, проходять функціональне навчання у закладах ДСНС.

Противарійні (протипожежні) тренування (навчання) організовуються та проводяться на підставі наказу по підприємству (для об'єктових тренувань) або за письмовим розпорядженням керівника структурного підрозділу відповідно до затвердженого Плану-графіка навчань. Спеціальні об'єктові навчання і тренування з питань цивільного захисту проводяться у порядку, затвердженому МВС. Керівники тренувань, які зазначаються в графіках, відповідають за організацію підготовки та проведення тренувань [39].

Для вирішення актуальних проблем навчання персоналу з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності впроваджено у розвиток персоналу наступні заходи:

- забезпечення участі менеджерів з персоналу у розробці перспективних;
- аналіз попередніх показників за результатами діяльності актуальних проблем навчання персоналу з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності;

- включення заходів з навчання персоналу у всі плани підприємства; - обґрунтовувати необхідності залучення ресурсів до організації та проведення навчання;
- при плануванні заходів щодо навчання персоналу враховували стратегію розвитку на всіх етапах життєвого циклу підприємства;
- застосовування кількісних і якісних критеріїв до діяльності працівників підприємства;
- планування навчання з урахуванням індивідуальних показників працівників (типи, рівні їх пізнавальної активності) з метою цілеспрямованого впливу на неї [20].

Таким чином, для дієвого оволодіння знаннями персоналом підприємства з питань охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях необхідно:

- 1) застосування системного і комплексного підходів до навчання;
- 2) впровадження комплексних критеріїв щодо оцінки ефективності навчання;
- 3) аналіз ступеня досягнення цілей навчання [24].

Своєчасне виявлення потреб у навчанні, чітке формулювання його цілей, планування у організації та контролю навчальних заходів на основі системного підходу забезпечать зростання рівня кадрового потенціалу та конкурентоспроможності його на ринку праці [20].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Екологічні проблеми у цементному виробництві в умовах ПРАТ «ЮГцемент» та шляхи їх запобігання. Екологічні проблеми у цементному виробництві в умовах ПРАТ «ЮГцемент» та шляхи їх запобігання. Цементне виробництво вважається одним з найбільших ресурсних та енергомістких галузей промисловості, оскільки воно є високотемпературним процесом, спрямованим на термохімічне перетворення мінеральної сировини. Головним завданням галузі є комплексне раціональне використання природних паливно-енергетичних ресурсів, удосконалення технологічних процесів під час випалу портландцементного клінкеру і пошук альтернативних палив (горючих відходів) [22].

В умовах виробництва цементу на підприємстві ПРАТ «ЮГцемент» філії Dyckerhoff Cement Ukraine, було виявлено наступні екологічні проблеми:

1) Першою еколого-економічною проблемою на підприємстві є організація раціонального використання земельних ресурсів [42].

Еколого-економічними пріоритетами у вирішенні основних завдань із забезпечення сталого використання земель сільськогосподарського призначення є:

- збалансування екологічних, економічних і соціальних факторів розвитку регіонів з урахуванням властивості земельних ресурсів, їх цінності та особливостей використання на певній території;

- природно-просторова організація використання земельних ресурсів, яка забезпечить умови для раціонального використання потенційних ресурсних можливостей земель без порушення екологічної рівноваги для окремих адміністративно-територіальних одиниць. Варіантний підхід набуває особливого сенсу в умовах різних форм господарювання, соціального розшарування, різної забезпеченості товаровиробників виробничими ресурсами;

- оптимальне поєднання приватних інтересів з суспільними з приводу використання земель [43, 50].

Охорона та раціональне використання земельних ресурсів включає такі заходи:

- організація території землекористування;
- збереженість і підвищення родючості ґрунтів, а також поліпшення інших корисних властивостей земельних ресурсів;
- рекультивація порушених земель, заходи з порушення їх родючості та поліпшення інших корисних властивостей землі;
- знімання використання і зберігання родючого шару ґрунту під час виконання робіт, пов'язаних з порушенням земель;
- захист від заростання сільськогосподарських угідь чагарниками й дрібноліссям, утворення процесів поліпшення культурно-технічного стану земель;
- захист земель від водної та вітряної ерозії, селів підтоплення, заболочення повторного засолювання, висушування та ущільнення;
- тимчасова консервація деградованих сільськогосподарських угідь [50].

Згідно наказу України «Про затвердження Інструкції з організації та здійснення моніторингу зрошуваних та осушуваних земель», для раціонального використання земельних ресурсів та їх охорони, екологічна лабораторія підприємства проводить необхідний моніторинг земель. Це система спостереження за станом земельного фонду, включаючи землі розташовані в зоні радіоактивного забруднення, з метою виявлення змін, їх оцінки, відтворення та ліквідації наслідків негативних процесів. Систематичний аналіз стану земельного фонду дає можливість передбачити на перспективу заходи для кожного регіону щодо поліпшення стану земельних ресурсів та їх використання [27].

Одним з варіантів розв'язання цієї проблеми та виховання користувачів бережного відношення до земельних ресурсів є впровадження у виробництво

принципів сталого розвитку, що своєю чергою, буде мотивувати господарства трансформувати виробничі процеси у дружні до навколишнього середовища та тим самим збільшувати вартість свого капіталу [42].

2) Другою проблемою у процесі виробництва випалу портланд цементного клінкеру те, що в атмосферу виділяється CO_2 . Щоб мінімізувати ці викиди доводиться розробити стратегічні рішення і впроваджувати їх в «життя». «Дікергофф Цемент Україна», яка входить до складу «Буззі юнісем», також не залишається осторонь від цієї проблеми. Головною метою є зменшення викидів CO_2 до 2023 року на 5% у порівнянні з 2018 роком. У керівників виникла ідея випуску пуцоланового цементу, в його склад входить нова добавка – метакаолін. Метакаолін являє собою силікат алюмінію, який отримують в результаті випалювання каолінових глин при температурі 700-800 °С. в результаті проходження ендотермічної реакції утворюється амфорний метакаолін. Модифікуюча дія метакаоліну в складі в'язких композицій проявляється в збільшенні щільності цементного каменю шляхом мікрозаповнення і зв'язування (пуцоланічний ефект) гідратного вапна (портландіту) [44].

Для проведення експерименту було поставлено декілька завдань:

- одним з перших, було переконатися в технологічній можливості змолоти цей матеріал разом із клінкером та гіпсом в цементному млині;
- другим важливим завданням – контроль дозування цих матеріалів;
- третім – дослідити фізико-механічні властивості каоліну;
- останнім найважливішим завданням, було дослідити його характеристики уже в готовій суміші – бетоні.

Отже, перед технологами бетонного виробництва було поставлене завдання розробити склади бетонних сумішей, які б відповідали своїм будівельно-технічним властивостям сумішам призначених для таких робіт. Результати випробування експериментальних досліджень та нові рецепти виготовлення цементу з вмістом метакаоліну (20, 30, 40%) подані в таблиці 19 [42].

Результати випробування експериментальних досліджень

Рецепт	ПЦШ – 500P-H	20% Мета- каоліну	30% Метакао- ліну	40% Метакао- ліну	F 2695	1доба	2доби	7діб
№1	0	400	X	x	3,2	11,0	22,1	36,7
№2	0	x	400	x	4,0	8,7	22,1	34,2
№3	100	x	X	300	4,4	8,6	20,1	33,1
№4	0	x	X	400	4,8	3,8	8,5	18,6

3) Третьою екологічною проблемою, яка потребує рішення є організація сталого управління водними ресурсами на підприємстві. Група компаній Дікергофф в Україні не є виключенням з питань збереження природних ресурсів. Основними етапами її вирішення є:

- оцінка втрат води. Основними причинами втрат свіжої води на підприємствах можуть бути систематичні витіки або протікання запірної арматури, нецільове використання, відсутність обладнання, що контролює. Детальний аналіз використання води на підприємствах дозволяє визначити потенціал економії ресурсів;

- заходи з підвищення ефективності використання виробничої води. Для збереження свіжої води використовують або можуть використовувати альтернативні внутрішні джерела водопостачання такі як:

1. Оборотна вода і послідовно використана вода. Так на «Югцемент» філії запроваджено та успішно реалізовано проект системи оборотного водопостачання з градирнею бризкального типу. Система являє собою повторне послідовне використання технічної води для охолодження технологічного обладнання: компресори, насоси, підшипники цементних та сировинних млинів, промивки шлам насосів і т.д. Підраховано, що на вказані цілі за допомогою системи оборотного водопостачання філія заощаджує до 80% водних ресурсів. Використання частини талих і дощових вод використовується підприємством у власному виробництві. На території філії передбачена замкнута система дощової

каналізації по периметру вугільного складу та система дощової каналізації з території всього підприємства. Дощові води, що утворюються на території вугільного складу відводяться за допомогою лотків і скидаються до резервуару-накопичувача дощових стоків для подальшого використання на потреби пожежогасіння. А дощові води, що скидають у загальну дощову каналізацію, стікають через мережу двох резервуарів на території дробарного відділення. Згідно підрахунку норм водоспоживання та водовідведення економія водних ресурсів становить близько 20% [43].

2. Очищена стічна вода для потреб підприємства. Доцільність повторного використання промислових стічних вод на підприємстві визначаються можливістю, складністю і вартістю їх локальної або загальнозаводської очистки відповідно до вимог якості виробничої води [42].

Виробничі стічні води від промивки шламнасосів, живильників та засувок повертаються до шлам басейнів грубомолотого та готового шламу для змочування сировини та подальшого їх направлення до млинів та обертових печей (Схема системи очищення стічних вод на підприємстві показана в Додатку Д) [43].

Таким чином, своїм прикладом із заощадження водних ресурсів група компаній Дікергофф в Україні демонструє та спонукає інші підприємства сконцентрувати наявні фінансові ресурси не тільки на будівництві очисних споруд для очищення забруднених вод, а й на впровадженні прогресивних технологій, які дозволяють зменшити споживання прісних вод, підвищити коефіцієнт повторного використання водних ресурсів, що своєю чергою, обмежить скидання у водойми забруднюючих речовин [42].

4) Четвертою важливою екологічною проблемою, яку намагається вирішити філія Дікергофф в Україні є використання альтернативного палива, як метод забезпечення дотримання принципів сталого розвитку та підвищення енергоефективності виробництва цементу [44].

Впродовж багатьох десятиліть основними джерелами електроенергії були такі види викопного палива, як вугілля, газ, нафта. Однак при спалюванні

вуглеводного палива відбувається викид в атмосферу парникових газів, які призводять до зміни клімату та негативно впливають на добробут людей та довкілля в цілому [42].

На енергетику припадає близько 60% від загального обсягу викидів парникових газів. висока енергоємність виробництва портланд цементного клінкеру, а також постійне зростання цін на викопне паливо призводить до того, що енергетичне використання альтернативних палив з горючих промислових і комунальних відходів стає одним з головних напрямків діяльності цементної промисловості на шляху підвищення ефективності виробництва. На виробництво однієї тонни портландцементу затрачається близько 60-130 кг природного палива, а утворюється від 760 до 1120 кг вуглекислого газу [41].

Підприємство Дікергофф в Україні використовує такі напрями утворення альтернативного палива:

- термічна утилізація відходів в цементних печах;
- організація сортування відходів.
- Як висновок можна сказати, що використання альтернативного палива в цементній промисловості є особливо корисним, оскільки:
- в цементній печі відбувається виділення енергії , що міститься в альтернативному паливі, яка повністю використовується для виробництва клінкеру (Калорійність деяких видів природних і альтернативних палив представлено в Додатку В);
- заощаджується природне паливо;
- в глобальному масштабі, зменшується емісія парникових газів в атмосферу(відходи, невикористані у цементній промисловості, були б спалені в іншому місці, або вивезені на полігони твердих побутових відходів , що призвело б до порушення екологічного балансу) (Екологічний баланс спалювання відходів на сміттєспалювальному заводі і їх використання як альтернативне паливо в цементних печах представлені в Додатку Г);

- спалювання альтернативного палива в цементних печах є процесом безвідходним, зола з його спалювання входить у склад портландцементного клінкеру [37].

Використання альтернативних палив на основі горючих відходів у цементній промисловості дає позитивний екологічний ефект (вартість 1ГДж енергії альтернативних палив з урахуванням транспортних витрат у 4-5 разів менша від вартості природного палива) та суттєво не впливає на екологічний баланс у цементному виробництві [43].

Продемонструвала, що заміна частки використання викопного палива альтернативними видами палива на основі відходів може зробити вагомий внесок у сталий розвиток шляхом зменшення викидів парникових газів [44]

ВИСНОВКИ

Згідно аналізу літературних джерел та проведених розрахунків, можна зробити наступні висновки:

- аналіз будівельних матеріалів, зокрема в'язучих, є необхідною умовою для управління структурою та властивостями цементного каменю.

- дослідження які подані в даній роботі є актуальними тому що, крім встановлення складу клінкерного цементу необхідно також знати і склад добавок, що вводяться в цемент для покращення його властивостей.

- під час аналізу мінеральної сировини цементної продукції досить широко використовуються фізико-хімічні методи аналізу, що відрізняються швидкістю їх виконання, універсальністю та високою точністю.

- рентгенофлуоресцентний аналіз дозволяє виявити елементи у досить низьких концентраціях (5 ppm) та являється одним із найрозповсюдженішим аналітичним методом;

- прилад, який використовували для аналізу складу, на прикладі цементу різних марок – Рентгенофлуоресцентний спектрометр моделі ARL OPTIMA X, Бельгія;

- проведені розрахунки клінкерної сировини мали на меті показати послідовність складників для виробництва портландцементу та формування вихідних даних досліджень методом рентгенофлуоресцентного аналізу;

- похибка вимірювань спектрометра дорівнювала 0,024%, це свідчить, що точність значень приладу максимальна для даної моделі. Отже, інтенсивність кожного спектру дорівнювала точними кількостям компонента у складі сировини;

- рентабельність продукції становить 21,7%, яка вища за середню по Україні. Прибуток від реалізації 1 тони продукції становив 407233 тис. гривень, собівартість продукції – 1876073 тис.грн.

-

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розробити концепцію створення високофункціональних наномодифікованих швидкотверднучих клінкер-ефективних бетонів для різних умов експлуатації в умовах філії «ЮГцемент» Миколаївської області.

2. Здійснити промислово-дослідний випуск лужноактивованих композиційних портландцементів з високою ранньою міцністю та провести впровадження наномодифікованих швидкотверднучих цементів на їх основі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айчин П. К. и др., Увеличение прочности бетонов, изготовленных из смешанных цементов. Цемент и его применение: Санкт-Петербург. - 2018. ст. 67–70.
2. Аналітична хімія: Підручник для вищих навчальних закладів / [Алемасова А.С. за ред. Зайцева В.М.]. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – 415 с.
3. Бабіч М., Європейські стандарти на цемент: практика впровадження / АВЦУ "Укрцемент". Х.: ПП "Юнісофт", 2016. 72 с.
4. Баженов Ю. М. и др., Модифицированные высококачественные бетоны / М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. - 368 с.
5. Баженов Ю. М., Наномодифицированные цементные бетоны. М: Изд-во АСВ, 2017. - 198 с.
6. Барабаш І. В. Бетони на механоактивованих мінеральних в'язучих : автореф. дис.: 05.23.05. - Одеса, 2005. - 35 с.
7. Високоякісні швидкотверднучі портландцементи виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент»: журнал Будівельні матеріали та вироби № 1/2 (97) [Круць Т. М. та ін.]. – Івано-Франківськ: 2018. - ст. 34–37.
8. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони [Дворкін Л. Й. та ін.]. - Рівне : НУВГП, 2017. 331 с.
9. Гев'юк І. М., Кропивницька Т. П., Саницький М. А. Композиційні портландцементи з добавками природного цеоліту та вапняку. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. Рівне, 2015. Вип. 31. С. 88–93.
10. Гев'юк І. М. Мультиmodalьні композиційні портландцементи з високою ранньою міцністю та модифіковані бетони на їх основі : автореф. дис.: Національний університет «Львівська політехніка». - Львів, 2018. 21 с.
11. Домокеев А.Г. Строительные материалы / Учебник для строительных вузов, 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1989. - 495 с., ил.

12. ДСТУ Б В.2.7-128:2006. Добавки активні мінеральні та добавкинаповнювачі до цементу. Технічні умови. К. : Мінбуд України, 2006. 25 с.
13. ДСТУ Б В.2.7-112-2002. Екологія джерела.
14. ДСТУ Б В.2.7-181:2009. Цементи лужні. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 10 с.
15. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 (EN 206-1:2000, NEQ). Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови. К. : Мінрегіонбуд України, 2010. –109 с.
16. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 14 с.
17. ДСТУ Б EN 197-1:2015 (EN 197-1:2011, IDT). Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів. К. : Мінрегіон України, 2016. 53 с.
18. Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність».
19. ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону земель (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 27. 05. 2021, № 39, ст. 349.
20. Іваненко В. С., Курепін В. М. Управління розвитком персоналу та його конкурентноспроможністю//Актуальні проблеми безпеки життєдіяльності людини в сучасному суспільстві: матеріали Всеукраїнської науково-теоретичної інтернет-конференції, Миколаїв : МНАУ, 2021. ст. 104-107.
21. Кляп Ю. Ю. Ярицька Л.І., ШУМИ І ВІБРАЦІЯ ЯК ФАКТОРИ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ // Львівський державний університет безпеки життєдіяльності: Львів. - 2020. УДК 504.75.05.
22. Ковалів Л.М., ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ У ЦЕМЕНТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ - Науковий вісник НЛТУ України.– Вип. 24.1 , 2014. - ст 114-117.
23. Кудин М.В. Количественный химический анализ портландцементов как источника загрязнения биосферы в регионе с развитой цементной

- промышленностью / М.В. Кудин, Ю.Н. Федоров // Вопросы современной педиатрии № 5 (1). – 2016. — ст. 36-42.
24. Курепін В.М. Визначення основних напрямів профілактики травматизму на підприємствах сільського господарства: Миколаїв, 2019. Удк 331.454 doi: 10.31521/2313-092x/2019-1(101)-16.
25. Кровяков С.О. Наукові та практичні основи підвищення довговічності модифікованих бетонів на легких заповнювачах для тонкостінних гідротехнічних споруд // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури №73: Одеса. – 2018. - , ст.73-80.
26. Лопатьєв П. С. Прогнозування економічного розвитку цементної промисловості України : автореф. дис.канд. екон. наук : 08.00.03. Краматорськ, 2015. 20 с.
27. НАКАЗ ДЕРЖАВНОГО КОМІТЕТУ УКРАЇНИ ПО ВОДНОМУ ГОСПОДАРСТВУ «Про затвердження Інструкції з організації та здійснення моніторингу зрошуваних та осушуваних земель» від 16.04.2008 N 108.
28. Науменко Ю.В., Технологічні комплекси виробництва будівельних матеріалів // Розрахунковий практикум з навчальної дисципліни, для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня (02-01-439) / Рівне: НУВГП, 2019. 46 с.
29. Оплачко І. О., ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ ЦЕМЕНТНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ / Серія «Економічні науки», Випуск 4(84). - 2018 р. УДК 338.1(666.9).
30. ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ. Том1. Практическое руководство по спектроскопическим методам анализа [Осколок К.В. и др., Под ред. проф. Т.Н. Шеховцовой]. – Москва: Академия, 2012. – 384 с.
31. Офіційний сайт Асоціації виробників цементу України «Укрцемент». URL: <http://www.ukrcement.com.ua>. (дата звернення:15.05.2019).
32. Офіційний сайт Державної служби статистики України.

33. ОХРАНА ТРУДА В КОНТЕКСТЕ ЗАЩИТЫ ТЯЖЕЛЫХ МАШИН И СООРУЖЕНИЙ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВИБРАЦИЙ // [Дырда В.И.]: Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, 2017р. УДК 678.4.06.
34. П О С Т А Н О В А ГОЛОВНОГО ДЕРЖАВНОГО САНІТАРНОГО ЛІКАРЯ УКРАЇНИ №37 від 01.12.99 м.Київ Санітарні норми виробничого шуму, ультразвук та інфразвук ДСН 3.3.6.037-99.
35. Принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості / Т. М. Круць, І. М. Гев`юк М. А. Саницький, Т. П. Кропивницька. Будівельні матеріали та вироби. 2015. № 3-4. С. 16–19.
36. Про внесення зміни до переліку товарів, заборонених до ввезення на митну територію України, що походять з Російської Федерації : Постанова КМУ від 29.08.2018 № 670, Електронний ресурс режим доступу URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/670-2018-%D0%BF>. (дата звернення: 15.05.2019).
37. Пушкарьова К. К., Дослідження високоміцних цементних композицій, модифікованих комплексними органо-кремнеземистими добавками // Східно-Європейський журнал передових технологій № 5(77). – Т., 2015. - ст. 42–51.
38. Саницький М.А., Бетони поліфункціонального призначення на основі композиційних цеолітвмісних портландцементів // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” № 844. - Львів. 2016. - ст.188-193.
39. СТАНДАРТ ПІДПРИЄМСТВА № 18 «Управління аварійними ситуаціями» ПРАТ «Дікергофф Цемент Україна» від 07 грудня 2020р.
40. Топольницька Т. Б. Особливості функціонування цементної галузі України в сучасних умовах. Молодий вчений. 2017. № 4 (44). С. 776–779.
41. Analyse élémentaire par fluorescence X – 1 [Електронний ресурс], код доступу: <http://deuns.chez.com/sciences/fluo/fluo.html>.
42. Dycerhoff Today корпоративне видання випуск №5, 2021, стр 9-12.
43. Dycerhoff Today корпоративне видання випуск №10, 2021, стр 8-9.

44. Dyckerhoff Today корпоративне видання випуск №8, 2021, стр 10-11.
45. Fodil D., Compressive strength and corrosion evaluation of concretes containing pozzolana and perlite immersed in aggressive environments. // Construction and Building Materials: Volume 179. - 10 August 2018p. – pp. 25-34.
46. Holland R.B., Sulfate resistance of ternary blend concretes: Influence of binder composition on performance // American Concrete Institute, ACI Special Publication: Issue SP 317. - 2016.- pp.5-16.
47. Mark A. Marine Concrete Structures: Design, Durability and Performance: Editor. – 2016. - 504 p.
48. Schnejder M. Technology developments in the cement industry. Cement International. 2015. № 1. P. 2–12.
49. Statista, the portal for statistics [Electronic resource]. URL : <https://www.statista.com>. (дата звернення: 15.05.2019).
50. Palianychko, N.I., "Priority directions for ensuring the sustainable use of agricultural land", Електронний ресурс код доступу: [http:// www.essuir.sumdu.edu.ua](http://www.essuir.sumdu.edu.ua) (Accessed 15 Oct 2017).

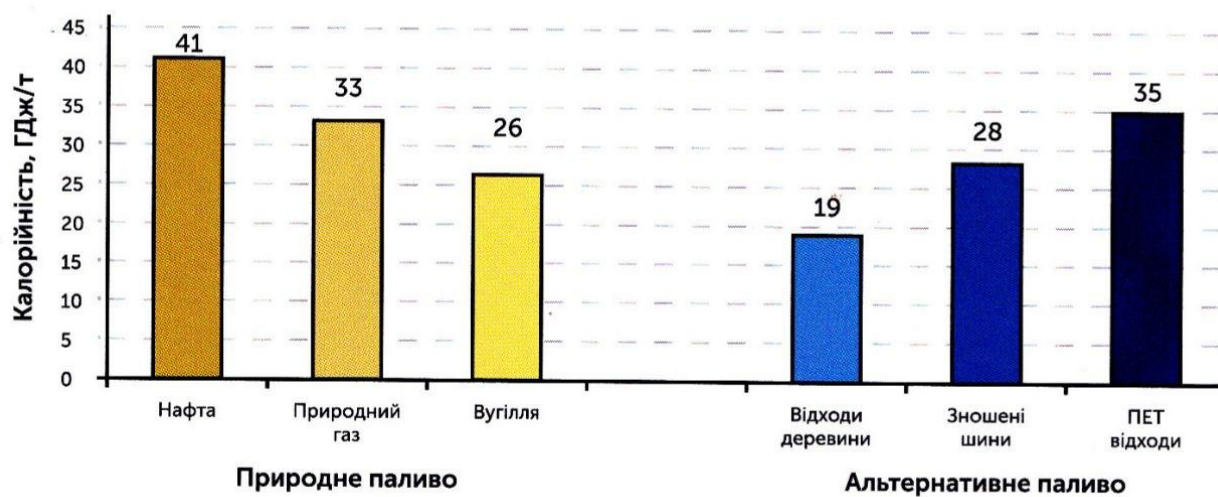
ДОДАТКИ

Додаток А



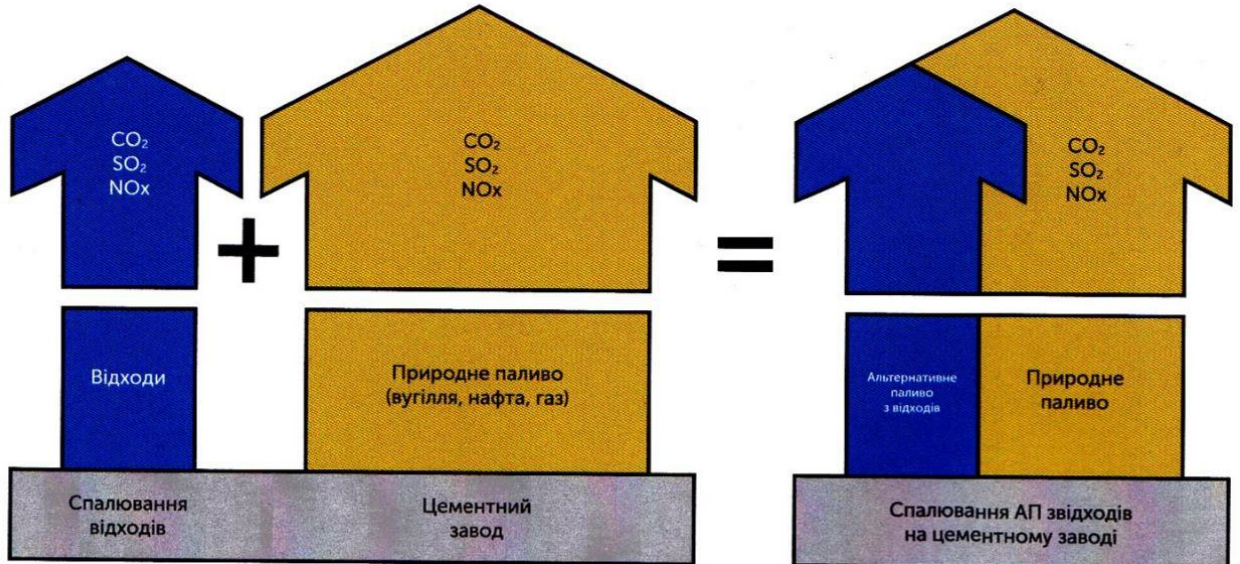
Додаток Б

Калорійність деяких видів природних і альтернативних палив



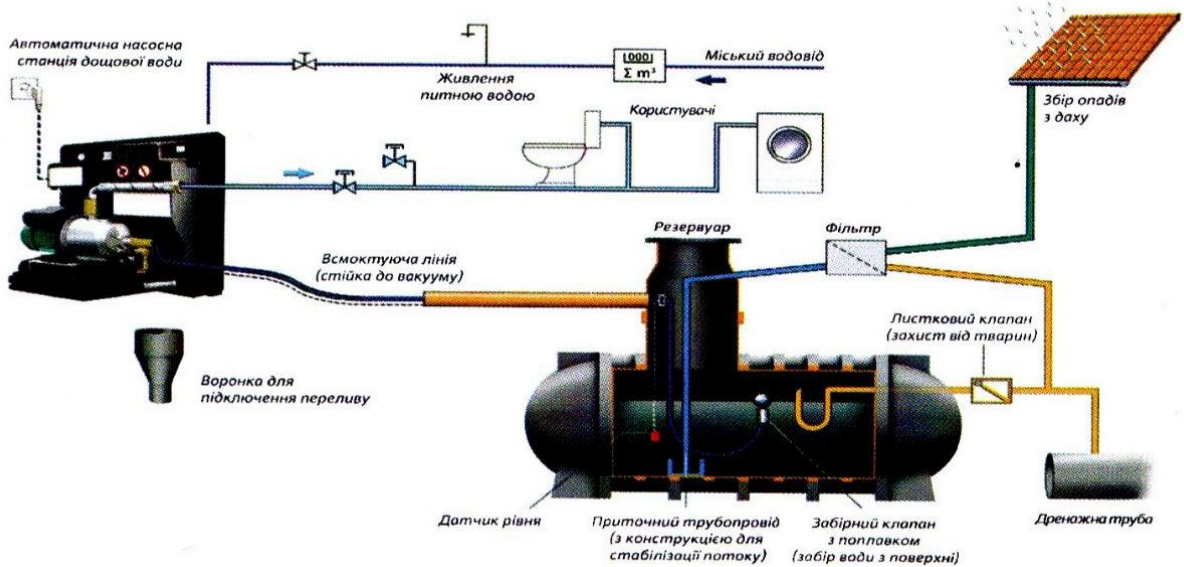
Додаток В

Екологічний баланс спалювання відходів на сміттєспалювальному заводі і їх використання як альтернативне паливо в цементних печах



Додаток Г

Схема системи очищення стічних вод на підприємстві



Додаток Д

Форма
С-06

Реєстр потенційних надзвичайних ситуацій

Виробнича лабораторія і ВТК

№ за п.	Робоче місце (зона)	Назва обладнання, устаткування тощо	Процес, діяльність	Небезпека, що може спричинити НС	Код Процедури реагування на НС
<i>10220 (пожежа, вибух на об'єкті розвідування, видобування, переробляння, транспортування чи зберігання легкозаймистих, горючих, а також вибухових речовин)</i>					
1.	Місце зберігання балонів із зрідженими газами	Балон із зрідженими газами	Зберігання та використання балонів з газоподібною речовиною	вибух балону із зрідженими газами	Л-1
2.	Місце зберігання балонів із зрідженими газами	Балон із зрідженими газами	Зберігання та використання балонів з газоподібною речовиною	викид рідкої або газоподібної суміші. Утворення зони із підвищеною концентрацією газоподібної суміші	Л-2
3.	склад спирту	спирт етиловий 96 °	приймання, видача, зберігання, проведення аналізів із застосуванням спирту етилового 96 °	пожежа легкозаймистої речовини	Л-3
<i>10760 (аварія в електричних мережах)</i>					
1.	Приміщення виробничої лабораторії і ВТК	Електричне обладнання	Проведення аналізу	ураження електричним струмом	Л-4
<i>10840 (аварія на газопроводі систем газопостачання та газифікації)</i>					