



Національний університет

водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів
і матеріалознавства

059-183

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з дисципліни
"В'язучі речовини" для студентів напряму підготовки
6.060101 "Будівництво" за професійним спрямуванням
"Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів"
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано методичною
комісією за напрямом
підготовки «Технологія
будівельних конструкцій, виробів
і матеріалів»

Протокол № 3 від "30" 11. 2011 р.

Рівне - 2011



Національний університет

водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "В'яжучі речовини" для студентів напряму підготовки 6.060101 "Будівництво" за професійним спрямуванням "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів" денної та заочної форми навчання / Ніхаєва Л.І.– НУВГП, 2011 р. – 22 с.

Укладач: Ніхаєва Л.І., ст. викладач кафедри ТБВіМ.

Відповідальний за випуск: Дворкін Л.Й., проф., д.т.н., зав. кафедрою технології будівельних виробів і матеріалознавства.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

© Ніхаєва Л.І., 2011
© НУВГП, 2011



ЗМІСТ

1. Загальні рекомендації, вихідні дані та зміст курсового проекту. . .	3
2. Рекомендації до виконання окремих розділів курсового проекту. 7	
2.1. Речовинний склад і характеристика сировини та одержуваного матеріалу	7
2.2. Режим роботи підприємства.....	8
2.3. Матеріальний баланс виробництва.....	9
2.4. Вибір і обґрунтування способу і технології виробництва	10
2.5. Розробка технологічної схеми виробництва.....	10
2.6. Проектування виробничих підрозділів.....	10
2.6.1. Складське господарство	10
2.6.2. Підготовка, подрібнення (помел) сировини	12
2.6.3. Теплова обробка сировини	12
2.7. Вибір та розрахунки технологічного та аспіраційного обладнання	14
2.8. Контроль якості матеріалів та параметрів технологічного процесу.....	16
2.9. Екологія, охорона праці та техніка безпеки.....	18
3.0. Графічна частина (Технологічна схема з розміщенням основного обладнання. Проектні пропозиції щодо компонування технологічних ліній).....	20
3. Список основної і додаткової рекомендованої літератури.....	20

1. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ, ВИХІДНІ ДАНІ ТА ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Важливою складовою дисципліни "В'яжучі речовини" являється курсовий проект, метою якого є надання студентам вміння проектувати технологічні лінії з виготовлення основних мінеральних в'яжучих матеріалів, які застосовують у будівництві.

Сучасні підприємства для виробництва в'яжучих матеріалів – складні виробничі комплекси, діяльність яких залежить від характеру технологічних процесів, виду обладнання, обсягу виробництва, асортименту та якості продукції. Проектування підприємств охоплює велике коло техніко-економічних, організаційних, будівельних та технологічних завдань. До основних завдань технологічного проектування належать: обґрунтування і розробка технологічного процесу переробки сировини і напівфабрикатів, обчислення потрібної кількості сировинних та енергетичних ресурсів, розрахунок і вибір основного й допоміжного обладнання, розробка поопераційного вхідного, поточного та вихідного контролю, заходи щодо екологічного захисту й техніки безпеки.

Вихідним для студента документом на проектування є завдання, в якому вказують район або пункт будівництва, характеристику сировини та продукції, продуктивність підприємства, дані про основне технологічне обладнання та, в разі необхідності, інші дані.

Роботу над курсовим проектом починають з вивчення літературних джерел про стан технології та перспективу розвитку виробництва матеріалу, випуск якого передбачено завданням, особливостей обладнання та способів його розрахунку.

Курсовий проект складається з розрахунково-пояснювальної та графічної частини (табл.1.).

Склад курсового проекту і послідовність його виконання наведені далі. Розрахунково-пояснювальну частину оформлюють у вигляді зброшурованої записки на папері стандартного формату.

Захист курсової роботи проводить комісія у складі двох-трьох викладачів кафедри, у тому числі керівника курсової роботи.

Якість виконання курсової роботи та результати її захисту оцінюються за шкалою оцінювання ECTS.

Критерії оцінювання курсової роботи наведено в табл. 1.



Склад курсового проекту

Розділ	Назва розділу	Результати роботи над розділом
Розрахунково пояснювальна частина		
1	Вступ	
2	Проектування технологічної схеми виробництва в'язучих	Опис технологічного процесу, складання функціональної технологічної схеми
3	Проектування режиму роботи підприємства та розрахунок вантажопотоків	Обчислення річного фонду використання часу та роботи обладнання. Розрахунок продуктивності технологічних операцій і вантажопотоків
4	Розрахунок сировинних сумішей та складання матеріального балансу	Обчислення потреби сировини і матеріалів. Матеріальний баланс
5	Проектування апаратного оформлення технологічної схеми	Розрахунок механічного й теплового обладнання. Розрахунок обладнання для пилеочищення
	А.Розрахунок технологічного обладнання	Вибір серійного обладнання
	Б.Вибір обладнання	
6	Проектування складів	Обчислення об'ємів матеріалів, які підлягають зберіганню, площі складів, місткості сілосів, продуктивності кранів, місткості та розмірів витратних бункерів
7	Обчислення витрати палива та електроенергії	Визначення сумарних та питомих витрат енергоресурсів

8	Контроль якості матеріалів та параметрів технологічного процесу	Розробка схеми контролю
9	Екологія, охорона праці та техніка безпеки	Опис основних заходів, направлених на підвищення екологічної чистоти й безпеки технологічних процесів
Графічна частина		
10	Проектування компонувальних вирішень технологічних ліній	Технологічна схема з розміщенням основного обладнання. Проектні пропозиції щодо компонування лінії

Графічну частину проекту виконують на аркушах креслярського паперу стандартного розміру з врахуванням вимог до оформлення креслень.

Таблиця 2
Орієнтовний розподіл балів за виконання курсової роботи

№	Вид контролю	Сума балів
1	Вчасність виконання розділів (відповідно плану), 4...5 етапів	30
2	Якість виконання роботи:	
2.1	Правильність, точність, повнота розрахунків, доцільність.	10
2.2	Оформлення пояснювальної записки	5
2.3	Оформлення графічної частини	10
2.4	Виконання в електронному вигляді	5
	Всього	30
3	Захист роботи	40
Разом		100



Теми курсових проектів із даної дисципліни відносяться до технологій виробництва будівельних матеріалів. Орієнтовний перелік будівельних матеріалів, технологія виробництва яких розробляється у курсовому проекті, наведений нижче:

- 1). Цех по виробництву будівельного гіпсу.
- 2). Цех по виробництву будівельного вапна.
- 3). Сировинний цех по виробництву цементу.
- 4). Цех випалу клінкеру.
- 5). Цех помелу портландцементу та інші.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Вступ

У вступі до курсового проекту наводяться загальні теоретичні міркування щодо енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Необхідно коротко описати основні напрямки і технології використання даного виду сировини для виготовлення будівельних матеріалів, екологічні аспекти та економічні переваги.

Розробити технологічну лінію по виробництву в'язучих речовин при використанні найновіших досягнень в галузі перероблювального і випалювального обладнання. Технологічна схема повинна дати повне уявлення про технологію, а також організацію виробничого процесу. Підібрати та розрахувати основне обладнання.

2.1. Речовинний склад і характеристика сировини та одержуваного матеріалу

В даному розділі потрібно висвітлити хіміко-мінералогічний і фазовий склад сировини, фізичні властивості, дисперсність, вологість і її наявну кількість, розташування і доступність сировини для виробництва, і зробити її технологічний аналіз щодо можливості і доцільності її використання для отримання запланованої продукції. Для отримання цих даних необхідно використати відповідну технічну літературу, довідники та електронні ресурси Internet.



2.2. Режим роботи підприємств

Режим роботи цехів і відділень підприємства повинен забезпечувати максимальне використання обладнання.

Режим роботи цеху характеризують кількістю робочих днів за рік D_p і кількістю змін за добу Z_d . Розрахунковий річний фонд часу роботи технологічного обладнання P_p у годинах визначають за формулою

$$P_p = D_p \cdot \Gamma \cdot K_B,$$

де Γ - кількість робочих годин за добу; K_B - коефіцієнт використання технологічного обладнання.

Підприємства в'яжучих матеріалів звичайно мають два цехи основного виробництва: випалювання та помелу.

Режим роботи цеху випалювання встановлюють безперервним у три зміни. Коефіцієнти використання печей беруть 0,9...0,95 від календарного річного часу. По цеху випалювання встановлюють і режим безпосередньо зв'язаних з ним відділень (шламбасейнів, змішувальних силосів, паливно-підготовчого відділення та ін.). Цілодобово працюють також сушильні відділення. Коефіцієнт використання сушильних барабанів 0,87...0,88.

Цехи помелу частіше працюють за режимом перервного тижня з двома вихідними в тиждень у дві, а в разі необхідності і в три зміни. Коефіцієнт використання млинів беруть 0,85...0,9.

За режимом роботи помольних цехів експлуатують витратні склади для сировини й додатків, відділення з приготування сумішей, склади готової продукції.

Ряд відділень і цехів може працювати за перервним тижнем в 1-2 зміни: кар'єрне господарство, базові склади, транспортні, ремонтні та інші допоміжні служби.

При цілорічній тримісній роботі кількість робочих днів за рік беруть 365. При двозмінній роботі в тиждень з одним вихідним днем в кожному восьмому неділю кількість робочих днів за рік - 262, при тримісній роботі (5 діб у тиждень по 23 години за добу) - 253. Таку саму кількість робочих днів за рік працюють за перервним тижнем цехи і в дві зміни.



2.3. Матеріальний баланс виробництва

Обчислення продуктивності цеху за готовою продукцією і потреби у сировині виконують за годину, зміну, добу, рік. При цьому необхідно враховувати можливий брак і інші виробничі збитки, які звичайно беруть 1...3%.

Продуктивність цеху готової продукції:

$$N_{\text{доб}} = N_p / D_p$$

де N - продуктивність цеху за рік /за завданням/; D_p - кількість робочих днів за рік;

$$N_{\text{змін}} = N_p / D_p \cdot n, \text{ шт.},$$

кількість змін - n ;

$$N = N_p / P_p, \text{ т/год}$$

де P_p - розрахунковий річний фонд часу роботи обладнання, год.

Годинна продуктивність кожного технологічного відділу, т:

$$N_u^n = N_u g_c \left(1 + \frac{II}{100} \right),$$

де N_u - продуктивність цеху за годину з готової продукції; g_c - питома витрата сировини на певній технологічній операції на одиницю готової продукції; II - втрати сировини даної операції

Таблиця 3

Втрати сировини на технологічні операції

	Технологічна операція	Втрати сировини, %
1	Заготівля вихідної сировини	1,0
2	Транспортування матеріалів із кар'єру на склад сировини	1,0
3	Підготовка сировинних матеріалів до випалювання	2,0
4	Термообробка сировини	За розрахунком
5	Підготовка в'язучого до використання	2,0
6	Транспортування і складання в'язучого	1,5
7	Відвантаження в'язучого споживачу	0,5



За аналогією визначають змінну, добову і річну продуктивність.

2.4. Вибір і обґрунтування способу і технології виробництва

Вибір технології виробництва базується на врахуванні технологічних властивостей сировинних матеріалів (необхідності і можливості подрібнення, помелу, змішування, теплової обробки, та ін.), а також їх кількості і вимог екологічної безпеки. При визначенні способу виробництва необхідно також дотримуватись вимог використання технологічних ліній, найбільш доцільних для даного виду продукції.

2.5. Розробка технологічної схеми виробництва

Технологічна схема встановлює спосіб виробництва, склад процесів, які потрібні для виготовлення даної продукції і порядок їх виконання, надає можливість з урахуванням заданої потужності підібрати необхідне обладнання і умови його компонування.

Оптимальну технологічну схему визначають порівнянням кількох варіантів, маючи за мету досягнення найповнішого використання обладнання, виробничих планів, матеріальних і енергетичних ресурсів, високого рівня механізації і автоматизації виробничих процесів.

При виготовленні в'язучих матеріалів залежно від особливостей приготування сировинних шихт розрізняють мокрий, сухий, напівсухий і комбінований способи виробництва. Опис технологічного процесу, складання функціональної технологічної схеми

2.6. Проектування виробничих підрозділів

2.6.1. Складське господарство

Спосіб зберігання сировини визначають залежно від її фізичного стану, вологості, гранулометрії і міркувань екологічної безпеки. Сировину у вигляді водних суспензій (шлами) – у шлам-басейнах та резервуарах. Тонкодисперсні сухі матеріали (зола-виносу, мелений шлак та ін.) – у силосах. Сипкі дисперсні матеріали різної вологості (гранульовані шлаки, фосфогіпс та ін.) – в котлованах, прямках, залізобетонних або сталевих бункерах, чи спеціальних сховищах.



Склади сировини повинні бути обладнані мостовими, грейферними, або іншими видами кранів, стрічковими транспортерами та іншим транспортним обладнанням.

Норми зберігання техногенної сировини, що накопичується безпосередньо біля запроєктованого підприємства приймають 3...7 діб, для привізної сировини – 10...30 діб.

Спосіб зберігання готової продукції також визначають залежно від її фізичного стану, вологості, гранулометрії і міркувань екологічної безпеки, а також умов збереження експлуатаційних властивостей. Місткість складів повинна забезпечити не менш як 5-добовий обсяг виробництва готової продукції.

Для розрахунку місткості складів сировини і готової продукції використовують формули, наведені у відповідних дисциплінах, згідно із темою курсової роботи (п. 2.2).

2.6.2. Підготовка, подрібнення (помел) сировини

Підготовка сировини включає сушку, класифікацію, подрібнення, помел і збагачення для виконання подальших технологічних процесів виготовлення будівельних матеріалів і виробів. Сушка сипких матеріалів може виконуватись із використанням сушарок: барабанних, вихрових, аерофонтанних, сушарках киплячого шару. Класифікація сипких матеріалів здійснюється, як правило, одночасно з подрібненням. Подрібненню підлягають відвальні і паливні шлаки для приготування, основна сировина. Для подрібнення використовують щоківі, валкові, молоткові і роторні дробарки. Значного підвищення продуктивності подрібнювальних установок, поліпшення якості отримуваної продукції і зниження питомих витрат електроенергії, можна досягти за рахунок використання замкненого циклу подрібнення із проміжним грохотуванням. Для класифікації подрібнених матеріалів застосовують гуркоти колосникові, плоскі з гойданням, горизонтальні зі зворотно-поступальним рухом, горизонтальні на нахильних пружних стійках, плоскі нахильні з гойданням, вібраційні різних типів, барабанні (бурати) та ін.

Помелу підлягають компоненти в'язучих речовин (сировина, клінкер, шлаки, золи, золошлакові суміші, шлами та ін.). Матеріали мелють за сухим і мокрим способом, замкненим і відкритими циклами, із одночасним сушінням у процесі помелу. Застосовують



млини трубні, кульові, вібраційні, млини сухого ("Аерофол") та мокрого ("Гідрофол") самоподрібнення, шахтні і протитечні струменеві млини. Тип млина вибирають з умов технічної доцільності (міцність і твердість гранул сировини, продуктивність), та економії електроенергії.

2.6.3. Теплова обробка сировини

Для більшості мінеральних в'язучих теплова обробка є основною технологічною операцією. Теплову обробку, або випалювання сировинних шихт виконують у пічних агрегатах, в яких мірою підвищення температури відбуваються складні фізико-хімічні процеси, в результаті яких випалений продукт у здрібненому стані набуває в'язучих властивостей. Для деяких в'язучих, наприклад гіпсових, теплову обробку виконують у спеціальних апаратах - варочних котлах, автоклавах та ін.

Необхідний температурний режим випалювання сировини забезпечується в результаті згоряння палива і теплообміну гарячих газів з шихтою.

Сировинну шихту можна випалювати на твердому, рідкому або газоподібному паливі. При виборі виду технологічного палива враховують найближчі його джерела, теплоутворюючу здатність, кількість палива, що споживається заводом, і витрати на його підготовку для спалювання, а також вплив на якість випалюваних продуктів.

Одним з найважливіших питань проектування підприємств виробництва в'язучих є вибір типу і конструкції випалювального агрегату.

Виробництво цементного клінкеру і значною мірою грудкового вапна базується на використанні обертових печей. У виробництві вапна широко застосовують також шахтні печі. Для виробництва будівельного гіпсу застосовують варочні котли, автоклави, сушильні барабани та інші апарати.

Тип і конструкцію випалювального агрегату вибирають залежно від потужності підприємства, що проектується, способу підготовки сировинної шихти, необхідних технічних властивостей в'язучих матеріалів. Наприклад, за мокрого способу виробництва цементного клінкеру застосовують обертові печі з умонтованими теплообмінниками, а також із запічними теплообмінними пристроями - концентраторами шламу.



Для випалювання клінкеру за сухим способом застосовують в основному короткі обертові печі з запічними теплообмінними пристроями. Гранульовану або брикетовану шихту випалюють у шахтних печах, на колосникових решітках і в печах з киплячим шаром.

Збільшуючи потужність печей за рахунок збільшення їх розмірів, об'єм печей зростає швидше, ніж їх продуктивність. Тому в печах особливо великої потужності особливого значення набувають способи інтенсифікації випалювання (установка ефективних теплообмінників, поліпшення режимів спалювання палива, зниження вологості шламу, введення добавок мінералізаторів тощо).

У цехах випалювання в'язучих бажано встановлювати мінімальну кількість печей, що забезпечують виробничу потужність підприємства. Шахтні й обертові печі з димососами встановлюють на відкритих майданчиках. Для обертових печей закриті приміщення використовують над камерами холодного й гарячого кінців печей. У цих приміщеннях установлюють живильники, щити з контрольно-виміральною апаратурою тощо.

Напівфабрикати (клінкер, грудкове вапно) або готові продукти (гіпсовий порошок), що утворюються після випалювання, надходять на охолодження.

Для охолодження цементного клінкера сучасні обертові печі комплектують колосниковими холодильниками. До 70% повітря, що подається в холодильники вентиляторами, нагрівається за рахунок теплоти клінкера до 500...700°C і надходять у піч, а надлишок повітря з температурою близько 150°C відсмоктується і після очищення використовується для сушіння палива, або викидається в атмосферу.

Обертові печі випалювання вапна оснащують в основному барабанными холодильниками. Для печей випалювання клінкеру їх використання виправдане тільки в разі продуктивності до 1000 т/добу.

Очищені від пилу відхідні гази випалювальних печей викидаються димососами крізь димову трубу. Висоту димових труб вибирають залежно від кількості відхідних газів і згідно з правилами санітарних норм. У табл.5.4 наведені розміри димових труб обертових печей.



За сухого способу виробництва в'язучих вологі сировинні матеріали висушують. Висушують також тверде паливо.

У виробництві в'язучих найбільш поширені конвективні сушарки, і особливо - сушилні барабани. Поширені також агрегати, в яких водночас відбуваються процеси сушіння і помелу (шахтні і барабанні млини). Ефективним теплоносієм при сушінні є димові гази пічних агрегатів. Ефективними є установки, де процес сушіння відбувається у зваженому стані і киплячому шарі.

Залежно від початкової вологості матеріалів сушіння відбувається в одну або дві стадії. При вологості матеріалів до 12% застосовують одностадійне сушіння, а при вологості понад 12% матеріали спочатку підсушують у сушилному барабані (перша стадія), а потім досушують у млині. Вибираючи тип і конструкцію сушарки враховують структуру сировинного матеріалу, його стан, форми зв'язку води, зміну властивостей матеріалу в процесі сушіння.

2.7. Вибір технологічного та аспіраційного обладнання

На основі технологічної схеми, з урахуванням заданої продуктивності підприємства та розрахунком кількості сировини, яку переробляють, за кожним переділом вибирають технологічне та інше обладнання, визначають його кількість і режим роботи.

Вибір типорозмірів машин і обладнання проводять з урахуванням таких загальних положень:

- вони повинні відповідати характеру виконуваних операцій, забезпечувати повне використання їх потужностей та виробництво найдешевшої та мало енергоємної продукції;
- забезпечувати найповніше використання можливостей автоматизації, комплексної механізації та потокової організації виробництва.

Тип і марки основного обладнання добирають на основі діючих каталогів та довідників.

Потрібну кількість машин (M) та обладнання на кожному технологічному переділі визначають за формулою



$$M = \frac{N_z^n}{N_z \cdot K_e},$$

де N_z^n – годинна продуктивність технологічного переділу; N_z – годинна продуктивність одиниці обладнання; K_e – коефіцієнт використання обладнання ($K_e = 0,90 \dots 0,92$).

При визначенні кількості машин та обладнання враховують задану кількість сортів та видів продукції, що випускається, необхідність резервних машин, які при ремонті та переналагодженні могли б замінити одна одну.

Важливими критеріями при виборі обладнання є питомі витрати палива та електроенергії на одиницю готової продукції.

Основними джерелами пиловиділення у виробництві в'язучих є випалювальні печі, сушильні барабани і клини. Вибір пиловловлюючих апаратів і схеми пилоочищення залежить від температури, вологості, кількості і ступеня запиленості газів, а також фізико-механічних властивостей пилу. У промисловості в'язучих матеріалів знайшли застосування в основному апарати сухого очищення газів, циклони типу НДПГазу, Крейзеля, рукавні і електрофільтри різних типів.

Вибираючи схему очищення і пиловловлювальних апаратів, враховують вимоги санітарних норм, згідно з якими запиленість відхідних газів і аспіраційного повітря, наприклад на цементних заводах, повинна бути не вищою за $0,15 \text{ г/м}^3$.

Найбільші викиди пилу на підприємствах виробництва в'язучих створюють випалювальні печі і сушильні барабани.

Для очищення газів із запиленістю до 50 г/м^3 і температурою не вищою за 250°C и доцільним застосування горизонтальних електрофільтрів з пластинчастими електродами при безперервному обтрушуванні їх від пилу. При температурі газів $250 \dots 450^\circ\text{C}$ очищення рекомендують проводити за допомогою електрофільтрів з прутковими осадкувальними електродами і періодичним обтрушуванням їх від пилу.

Вибираючи тип і розміри електрофільтрів, поряд з температурою враховують кількість відхідних газів, їх швидкість. У більшості випадків для установок за печами застосовують горизонтальні трох- або чотирьохпольні електрофільтри.



Перед подачею на очищення високотемпературні відхідні гази від обертових печей, що працюють за сухим способом виробництва, рекомендується охолоджувати і зволожувати в скруберах або феркамерах.

Для зменшення запиленості аспіраторного повітря млинів сухого помелу їх оснащують аспіраційними коробками шахтного типу, які являють собою прямокутний повітропровід великого перерізу.

Для млинів застосовують двоступеневе очищення аспіраційного повітря: циклоні-електрофільтри. При запиленості повітря не більше 15 г/м^3 на другому ступені очищення застосовують тканинні рукавні фільтри.

Схема очищення аспіраційного повітря дробарок залежить від ступеня запиленості. Для очищення повітря, що виходить із бункерів і силосів у момент їх завантаження порошкоподібним матеріалом рекомендується встановлення циклонів або рукавних фільтрів.

На цементних заводах передбачають утилізацію пилу, що утворюється при випалюванні цементного клінкеру. На підприємствах з мокрим способом виробництва застосовують різноманітні способи повернення пилу в піч: крізь спеціальний пристрій, що встановлюють на печі за ланцюговою завісою, з боку головної частини печі, або в гранульованому вигляді разом зі шламом.

Для попередження заростання труб, замазування ланцюгів і утворення шламових кілець пил можна вводити у вигляді пульпи.

При беззолному паливі і відносно невеликій кількості пилу (8...10%) її можна повертати в піч, вдуваючи в зону спікання з гарячого кінця печі. На великих заводах доцільним є випалювання усього вловленого пилу в окремій обертовій печі.

Пил, що уловлений електрофільтрами обертових печей, може також слугувати основним компонентом різних змішаних в'язучих.

2.8. Контроль якості матеріалів та параметрів технологічного процесу

Технологічний контроль у виробництві в'язучих матеріалів починається з кар'єру сировини і завершується випробуванням якості, готового продукту.



Для організації контролю виробництва необхідний правильний вибір точок для відбирання проб та суворя відповідність за якість взятої проби при усередненій якості матеріалу. При цьому слід враховувати характер взятої проби (усередненої або не усередненої), час і умови відбирання проби.

Для контролю виробництва вирішальне значення мають прискорені методи, які дозволяють оперативно коригувати технологічний процес. Контроль сировинних матеріалів на кар'єрі може мати напрямок, як попереднє випробування сировини з метою складання кар'єрної сітки, так і поточну оцінку якості матеріалів, що надходять на виробництво. Кар'єрну сітку складають відбираючи проби з борозен, шурфів або свердловин на дільниці, призначеній для розробки протягом 3 – 5 змін з виконанням необхідного аналізу та характеристикою взятих проб по розрізу та плану кар'єра.

При встановленні якості сировинних матеріалів визначають їх вологість, склад, кількість додатків і деякі спеціальні параметри (наприклад, активність для активних мінеральних додатків).

У процесі приготування сировинної шихти контролюють вологість, ступінь подрібнення, тонкість помелу матеріалів, параметри складу, наприклад титр та модулі.

Для твердого палива, яке надходить на вугільний склад, визначають теплотворну здатність, вологість, зольність, вміст летких речовин.

При приготуванні пиловугільної (форсункової) суміші контролюють ступінь подрібнення, якість сушіння й помелу вугілля. Правильність складання вугільної шихти контролюють за вмістом летких речовин або за калорійністю й зольністю.

Для контролю якості рідкого палива визначають кінематичну в'язкість, вміст води, температуру спалаху, зольність, теплоту згоряння.

Методика визначення якості газоподібного палива передбачає його хімічний склад.

Технологічний контроль при тепловій обробці в процесі отримання в'язучого передбачає контроль якості сировинної шихти й палива, що надходять до теплового апарату, кількості шихти, яка подається в піч за одиницю часу, основних параметрів теплового режиму, якості вихідного продукту. Контроль основних



параметрів режиму випалювання полягає у визначенні температури та складу відхідних газів, розрідження, температури в зоні випалювання. Можуть визначатися також температури середовища і матеріалів, тиск газового потоку, його швидкість і кількість.

Для продуктів випалювання передбачають ряд контрольних параметрів, які визначають цілність випалювання, хіміко-мінералогічний склад і активність. Наприклад, при випалюванні клінкеру, цілковитість випалювання характеризує вміст у клінкері вільного вапна та його насипна густина. Активність визначають за результатами фізико-механічних випробувань клінкеру лабораторного помелу.

У цеху помелу лабораторія контролює вологість і ступінь подрібнення матеріалів, які надходять на помел, правильність їх дозування і тонкість помелу. Для оцінки якості одержаних порошоків можуть контролюватися й інші параметри (температура, строки тузавлення, вміст додатків та ін.).

Технологічний контроль завершують визначенням якості отриманого в'язучого матеріалу відповідно до діючих нормативних документів.

Якість технологічного контролю підвищується при застосуванні способів автоматичного відбирання проб матеріалів у процесі їх переробки. Частота операцій відбирання проб і величина останніх залежить від ступеня однорідності матеріалів, розміру потоку та інших умов.

2.9. Екологія та охорона праці

Технологія виробництва в'язучих матеріалів повинна відповідати екологічним, вимогам. Ці вимоги спрямовані на захист навколишнього середовища і, передусім, знепилення відхідних газів та аспіраційного повітря, зменшення пилоутворення та пиловинесення.

Очисні споруди більшості технологічних агрегатів повинні забезпечувати очищення газоповітряних викидів до кінцевого вмісту пилу, не перевищуючи 100 мг/м³, а в газах сушильних барабанів, які перероблюють опоку, трепел і пісок, а також у повітрі, вилученого з млинів, які виробляють пуцолановий цемент, ця величина повинна бути не більшою за 30 мг/м³. Згідно з санітарними нормами проектування промислових підприємств,



установлюють допустимі концентрації пилу із повітрі виробничих приміщень залежно від токсичності останнього. Для пилу цементу, глини, мінералів та їх сумішей, які не містять у собі вільного диоксиду кремнію (SiO_2), ця величина встановлена - 6 мг/м^3 . Для пилу, який містить менше ніж 10% вільного SiO_2 гранична концентрація встановлена - 4 мг/м^3 , понад 10% - 2 мг/м^3 . Такий пил утворюють, наприклад, різні мінеральні добавки, пуцоланові цементи та ін.

При виробництві грудкового негашеного вапна концентрація в приміщеннях вуглекислого газу повинна не перевищувати $0,03 \text{ мг/м}^3$, вапняного пилу - $0,04 \text{ мг/м}^3$. Вміст у повітрі CO не допускається в кількості понад 0,03, сірководню - понад $0,02 \text{ мг/м}^3$.

З метою зменшення пилоутворення зменшують кількість перевантажувальних операцій, технологічне і транспортне обладнання розміщують у герметичні кожухи, з отворами, які щільно закриваються, переходять на закриті силосні склади.

До найбільш ефективних апаратів для очищення відхідних газів випалювальних агрегатів відносять горизонтальні трипольні електрофільтри. На оптимально підбраному режимі такі електрофільтри працюють зі ступенем очищення газів 99,3 - 99,5%. При цьому кількість пилу, який скидається в атмосферу, становить не більше як 5...10 кг/год і запилення газів на виході з електрофільтра знаходиться в межах $0,07...0,09 \text{ г/м}^3$, що відповідає санітарним нормам. Для підвищення ефективності очищення пічних газів можливе збільшення кількості полів електрофільтра до чотирьох. Однією з головних причин недостатнього коефіцієнта використання електрофільтрів є труднощі утилізації великої кількості вловленого ними пилу. Для зниження запиленості газів відхідних, наприклад, від обертових печей, застосовують раціональні ланцюгові завіси, зменшують швидкість газів у печі.

Для очищення сушильних барабанів і млинів набули поширення двоступеневі схеми очищення. Різке зниження винесення пилу із млинів досягають застосуванням шахтних аспіраційних коробів.

Для створення нормальних умов праці всі виробничі приміщення потрібно забезпечити системами штучної й природної вентиляції. Цьому великою мірою також сприяє відсмоктування



повітря з бункерів, зсипників, подрібнювально-помельних механізмів, елеваторів і т.п. Залежно від потужності і розмірів різних механізмів та інтенсивності пиловиділення рекомендують такі об'єми повітря, м³/год, відсмоктуваного від:

щокочових і молоткових дробарок	4000...8000
елеваторів	1200...2700
бункерів	500...1000
місця завантаження матеріалів	300...3500
упакувальних машин	8000

Поряд з широким застосуванням знепилюючих пристроїв ефективно, більш повне використання в технології, наприклад, для сушіння сировини і палива, відхідних газів та надлишкового повітря з холодильника.

Важливими екологічними завданнями виробництва в'язучих матеріалів є комплексне використання сировини, широке застосування промислових відходів інших галузей промисловості, утилізація вловленого пилю. У промисловості в'язучих матеріалів усе ширше застосовують як основну сировину й добавки металургійні шлаки, нефелінові, бокситові, сульфатні та інші шлами - відходи виробництва глинозему та інших металів, золи і шлаки теплових електростанцій, відходи хімічних виробництв.

Інтенсивність шуму, який виникає при роботі багатьох механізмів на підприємствах з виробництва в'язучих характеризується інтенсивністю, яка перевищує допустиму норму (90 дБ). До заходів щодо зниження шуму біля робочих місць відносять застосування демпферних прокладок між внутрішньої стінкою барабанів млинів та броню вальними футеровочними плитами, заміну в кульових млинах сталевих плит – надміцними гумовими, покриття млинів та дробарок шумоізолюючими кожухами, облицювання джерел шуму звукопоглинальними матеріалами. Зниженню рівня шуму сприяє посилення вентиляції цеху помелу, застосування глушника в системах продування, газоходах, димовій трубі, встановлення димососів і компресорів на фундаментах на рівні нульової позначки, використання для приводу тихохідних електродвигунів (до 500 об/хв.).

Крім зниження запиленості й рівня шуму, несприятливі умови праці можуть бути зумовлені недостатньою тепловою ізоляцією випалювальних агрегатів, освітленістю,



електробезпечністю, ненадійністю огорожі обертальних частин механізму в та ін..

3.0. Графічна частина (Технологічна схема з розміщенням основного обладнання. Проектні пропозиції щодо компонування технологічних ліній.)

Графічну частину проекту виконують на аркушах креслярського паперу стандартного розміру з врахуванням вимог до оформлення креслень.

3. Список основної рекомендованої літератури

1. Дворкін Л.Й., Шестаков В.Л. Проектування підприємств для виробництва в'язучих матеріалів. - Київ:ВІПОЛ, 1996 - 174 с.
2. Кошкарев В.Н., Кучеренко А.А. Тепловые установки. - К.: Выща шк., 1990. - 335 с.
3. Крупницький М.П., Спельман Е.П. Справочник по стройматериалам, машинам и оборудованию. - М.: Воениздат, 1980. - 540 с.
4. Алексеев Б.В., Технология производства цемента. - М.: В. шк., 1960. - 262 с.
5. Роговой М.И., Кондакопа М.Н., Сагановский М.Н. Расчеты и задачи по техническому оборудованию предприятий промышленности строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1976. - 319 с.
6. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов. - М.: Стройиздат, 1975. - 267 с.
7. Несвижский О.А., Дешко Ю.И. Справочник механика цементного завода. - М.: Стройиздат, 1977. - 334 с.
8. Справочник по производству цемента. - М.: Стройиздат, 1963.- 850 с.
9. Справочник по производству гипса. - М.: Стройиздат, 1963. -335 с.
10. Справочник по проектированию цементных заводов (Под ред. С.И.Данюшевского). - Л.: Стройиздат, 1969. - 237 с.



11. Крашенинников М.Н. и др. Проектирование цементных и азбестоцементных заводов: Справочник. - Л.: Стройиздат, 1966.
12. Строительные материалы: Справочник (Под ред. В.С.Болдарева), - М.: Стройиздат, 1989. - 565 с.

Список додаткової рекомендованої літератури

- 1.Дворкин Л.И., Пашков И.А., Шестаков В.Л., Гасан Ю.Г.. Материалы и изделия в сельском строительстве: Справочник. – К.: Урожай,1990. - 247 с.
- 2.Справочник по пыле-золоулавливаю. - М.: Энергия, 1975.
- 3.Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. - М.: Химия, 1968. - 382 с.
- 4.Дешко Ю.И., Креймер М.Б., Огаркова Т.А. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей на цементных заводах. - М.: Стройиздат, 1966. - 247 с.
- 5.Перегулов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. - М.: Стройиздат, 1983. - 415с.
- 6.Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров. - М.: Машиностроение, 1968. - 355 с.
- 7.Дмитрович А.Д. Определение теплофизических свойств строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1963. - 203 с.
- 8.Константопуло Г.С. Примеры и задачи по механическому оборудованию. - М.: В. шк., 1975. - 281 с.
- 9.Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудования для производства строительных материалов и изделий. - М.: Вш. шк., 1987. - 365 с.
- 10.Калинушкин М.П. Вентиляторные установки. - М.: Вш. шк., 1967. - 259 с.
- 11.Ляшенко В.Г. Справочник по оборудованию предприятий нерудных материалов. - К.: Будивельник, 1975. - 125 с.
- 12.Мазуров Д.Я., Роговой М.И., Волгина Ю.М. Теплотехника и теплотехническое оборудование предприятий промышленности строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1966.