

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Цемент және әк өндірісі" анықтамалығын бекіту туралы

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 24 қазандағы № 941 қаулысы

Қазақстан Республикасының Экология кодексі 113-бабының 6-тармағына сәйкес Қазақстан Республикасының Үкіметі **ҚАУЛЫ ЕТЕДІ:**

1. Қоса беріліп отырған ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Цемент және әк өндірісі" анықтамалығы бекітілсін.

2. Осы қаулы қол қойылған күнінен бастап қолданысқа енгізіледі.

*Қазақстан Республикасының
Премьер-Министрі*

Ә. Смайылов

Қазақстан Республикасы
Үкіметінің
2023 жылғы 24 қазандағы
№ 941 қаулысымен
бекітілген

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Цемент және әк өндірісі" анықтамалығы

Мазмұны

Мазмұны

Схемалар/суреттер тізімі

Кестелер тізімі

Глоссарий

Алғысөз

Қолданылу саласы

Қолданылу қағидаттары

1. Жалпы ақпарат

1.1. Цемент және әк өндірісі

1.1.1. Цемент және әк өндірісі салаларының құрылымы мен технологиялық деңгейі

1.1.2. Технологиялық процесс түрлері бойынша объектілер

1.1.3. Пайдалану мерзімдері бойынша объектілер

1.1.4. Географиялық тиесілігі бойынша объектілер

1.1.5. Өндірістік қуаттары бойынша объектілер

1.1.6. Шығаратын өнім түрлері бойынша объектілер

1.1.7. Қазақстанның шикізат базасы

1.1.8. Техникалық-экономикалық сипаттамалар

1.1.9. Энергия ресурстарын пайдалану

- 1.1.9.1. Жылу энергиясы
- 1.1.9.2. Электр энергиясы
- 1.2. Негізгі экологиялық мәселелер
 - 1.2.1. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары
 - 1.2.2. Су объектілеріне ластағыш заттардың төгінділері
 - 1.2.3. Өндіріс қалдықтарының түзілуі және оларды басқару
 - 1.2.4. Шу және діріл
 - 1.2.5. Иіс
 - 1.2.6. Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілін жүргізу. Жалпы қағидаттар
2. Ең үздік қолжетімді техникаларды айқындау әдіснамасы
 - 2.1. Детерминация, іріктеу қағидаттары
 - 2.2. Техникаларды ең үздік қолжетімді техникаға жатқызу өлшемшарттары
3. Қолданылатын процестер: қазіргі уақытта пайдаланылатын технологиялық, техникалық шешімдер
 - 3.1. Цемент өндірісі
 - 3.1.1. Цемент клинкерін өндіру тәсілдері
 - 3.1.2. Шикізат материалдарын өндіру
 - 3.1.3. Шикізат материалдарын сақтау, дайындау және ұнтақтау
 - 3.1.4. Шикізат пен отынды біркелкілеу қоймалары
 - 3.1.5. Шикізат материалдарын ұсату
 - 3.1.6. Біркелкілеу және түзету
 - 3.1.7. Қатты отынды дайындау және жағу
 - 3.1.8. Клинкерді күйдіру
 - 3.1.9. Клинкерді салқындату
 - 3.1.10. Клинкер қоймалары
 - 3.1.11. Қоспалары бар цементті ұнтақтау
 - 3.2. Әк өндірісі
 - 3.3. Қазақстандағы цемент пештерінің атмосфераға шығарындылары туралы деректер
4. Эмиссияларды болғызбауға және/немесе азайтуға және ресурстарды тұтынуға арналған жалпы ең үздік қолжетімді техникалар
 - 4.1. Атмосфералық ауаға шығарындыларды болғызбау техникалары
 - 4.1.1 Кіріспе
 - 4.1.2. Тозаң шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары
 - 4.1.2.1. Цемент зауыттарындағы тозаң шығарындылары
 - 4.1.2.2. Әк зауыттарынан тозаң шығарындылары
 - 4.1.3. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының алдын алу және/немесе азайту әдістері
 - 4.1.4. SOX шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары

- 4.1.4.1. Цемент зауыттарындағы SOX шығарындылары
- 4.1.4.2. Әк өндіру кезіндегі SOx шығарындылары
- 4.1.5. NOx шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары
 - 4.1.5.1. NOx қосылыстары және түзілуі
 - 4.1.5.2. NOx шығарындыларын азайту әдістері
 - 4.1.5.2.1. Жалынды салқындату
 - 4.1.5.2.2. NOx аз шығаратын жанарғылар
 - 4.1.5.2.3. Отынды сатылап жағу
 - 4.1.5.2.4. Отын пеш ортасында жанатын пештер
 - 4.1.5.2.5. Клинкерді күйдірген кезде минералдағыштарды пайдалану
 - 4.1.5.2.6. Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)
 - 4.1.5.2.7. Азот оксидтерін селективті каталитикалық қалпына келтіру (SCR)
 - 4.1.6. Пештің жұмысын және NOx, SO2 және CO түзілуіне және шығарылуына әсер ететін параметрлерді пештің процестеріне байланысты оңтайландыру (ылғалды, ұзын құрғақ пештер, циклондық жылу алмастырғыштары/ декарбонизаторы бар құрғақ)
 - 4.1.7. Металл шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары
 - 4.1.8. Цемент пештеріндегі CO және жанбаған көмірсутектердің шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары – CO шығарындыларын болғызбау
 - 4.1.8.1. CO шығарындылары
 - 4.1.8.2. ЖОК (ҰОҚ) шығарындылары
 - 4.1.8.3. CO өтіп кетуі
 - 4.1.9. Әк күйдіруге арналған пеште CO және жанбаған көмірсутектер (ЖОК) шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту әдістері
 - 4.1.9.1. CO шығарындылары
 - 4.1.9.2. ЖОК шығарындылары
 - 4.1.9.3. Электрсүзгілерді сөндіру
 - 4.1.10. Клинкер мен әкті күйдіруге арналған пештерден CO2 шығарындылары
 - 4.1.10.1. Клинкер пештері
 - 4.1.10.2. Әк күйдіруге арналған пештер
- 4.2. Тозаңмен байланысты жұмыстар: қауіпті және сусымалы материалдарды сақтау және жинау техникалары
- 4.3. Суды тұтыну және жер үсті және су объектілеріне төгінділерді азайту әдістері / ағындар
 - 4.3.1. Цемент өндіру кезінде су тұтыну
 - 4.3.2. Әк өндіру кезінде су тұтыну
 - 4.4. Жердің/топырақтың ластануын бақылау және қалдықтарды басқару техникалары
 - 4.4.1. Цемент өнеркәсібі объектілеріндегі қалдықтарды басқару әдістері
 - 4.4.2. Топырақ жамылғысының ластануын бақылау техникалары

- 4.5. Шу әсерін басқару және деңгейін төмендету техникалары
 - 4.5.1. Цемент өндіру кезінде шудың әсер ету деңгейін төмендету
 - 4.5.2. Әк өндіру кезінде шудың әсер ету деңгейін төмендету
- 4.6. Иіс деңгейін төмендету техникалары
- 4.7. Экологиялық менеджмент жүйесі
 - 4.7.1. Шикізат пен отынның сапасын бақылау, отынның әртүрлі түрлеріне арналған бақылау параметрлері
 - 4.7.2. Өндірістік экологиялық бақылау
 - 4.7.2.1. Атмосфералық ауаны қорғау саласындағы өндірістік бақылау
 - 4.7.2.2. Су ресурстарын қорғау және пайдалану саласындағы өндірістік бақылау
 - 4.7.2.3. Қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы өндірістік бақылау
 - 4.7.2.4. Үздіксіз өндірістік бақылау
- 4.8. Энергия тұтынуды төмендету (энергетикалық тиімділік)
 - 4.8.1. Цемент өндіру кезінде энергия тұтынуды төмендету (энергетикалық тиімділік)
 - 4.8.1.1. Жылу энергиясын тұтынуды төмендету
 - 4.8.1.2. Электр энергиясын тұтынуды төмендету
 - 4.8.2. Әк өндіру кезінде энергия тұтынуды төмендету
 - 4.8.2.1. Жылу энергиясын тұтынуды төмендету
 - 4.8.2.2. Электр энергиясын тұтынуды төмендету
- 4.9. Қалдықтарды пайдалану
 - 4.9.1. Жалпы аспектілер
 - 4.9.2. Қалдықтарды шикізат материалдары ретінде пайдалану
 - 4.9.3. Қалдықтарды отын ретінде пайдалану
 - 4.9.3.1. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың түрлері
 - 4.9.3.2. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қатты қалдықтар
 - 4.9.3.3. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін сұйық қалдықтар
 - 4.9.3.4. Қалдықтардың сапасы бойынша талаптар және кірме бақылау
 - 4.9.3.5. Қалдықтардың құрамындағы металдардың концентрациясы
 - 4.9.3.6. Қалдықтарды жинау және тасымалдау
- 5. Ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау кезінде қарастырылатын техникалар
 - 5.1. Цемент өндіру кезінде ЕҚТ таңдау кезінде қарастырылатын техникалар
 - 5.1.1. Төмендегі техникалық шешімдерді жеке немесе бірлесіп қолдану арқылы электр энергиясын тұтыну:
 - 5.1.2. Біріктірілген техникалық шешімдерді қолдану арқылы жылу шығынын төмендету/барынша азайту
 - 5.1.3. Қалдықтарды баламалы отын ретінде және / немесе цемент өндірісінде баламалы шикізат ретінде пайдалану
 - 5.1.4. Экологиялық менеджмент

- 5.1.5. Мониторинг
- 5.1.6. Шу
- 5.1.7. Өндірістік процесті басқаруды оңтайландыру
- 5.1.8. Тозаң шығаруға байланысты операциялар бойынша техникалық шешімдер (тозаң шығарудың ұйымдастырылмаған көздері)
- 5.1.9. Электр сүзгілері
- 5.1.10. Қапшық сүзгілер
- 5.1.11. Гибридті сүзгілер
- 5.1.12. NOx шығарындыларын азайту үшін жану аймағын (жалынды) салқындату
- 5.1.13. NOx аз түзілетін оттықтар
- 5.1.14. NOx шығарындыларын азайту үшін пештің ортаңғы бөлігінде отын жағу
- 5.1.15. Шикізат қоспасының бірігіп қақталуын жақсарту үшін минерализаторларды қосу (NOx шығарындыларын азайту үшін клинкерді минералдандыру)
- 5.1.16. NOx шығарындыларды азайту үшін күйдіру үрдісін оңтайландыру
- 5.1.17. Отынды сатылы жағу
- 5.1.18. Азот оксидтерін селективті түрде бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)
- 5.1.19. Азот оксидтерінің селективті каталитикалық тотықсыздануы (SCR)
- 5.1.20. Сорбентті қосу
- 5.1.21. Ылғалды скруббер
- 5.1.22. Көміртекті оксиді шығарындыларын және СО өтіп кетуін азайту
- 5.1.23. Органикалық көмірсутектер шығарындылары
- 5.1.24. Өндірістік шығындар/қалдықтар
- 5.2. Әк өндіру барысында ЕҚТ таңдау кезінде қарастырылатын техникалар
- 5.2.1. Басқару үрдісін оңтайландыру
- 5.2.2. Әк өндіру кезінде күйдіруге жұмсалатын электр энергиясының шығынын төмендету
- 5.2.3. Әк өндіру кезінде күйдіруге жұмсалатын жылу шығынын азайту
- 5.2.4. Қалдықтарды әк өндірісінде балама отын ретінде пайдалану
- 5.2.5. Тозаң шығаруға байланысты техникалар
- 5.2.6. Сусымалы материалдар мен штабельдерді сақтау кезіндегі тозаң шығарындыларын азайту
- 5.2.7. Электрсүзгілер
- 5.2.8. Қапшық сүзгілер
- 5.2.9. Ылғалды тозаңды кетіру
- 5.2.10. Ортадан тепкіш сепараторлар/циклондар
- 5.2.11. Технологиялық процесті оңтайландыру
- 5.2.12. Ауаны сатылап беру
- 5.2.13. Азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтары

- 5.2.14 Азот оксидтерін селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)
- 5.2.15. SO₂ шығарындыларын азайту
- 5.2.16. CO шығарындыларын азайту және оның өтіп кетуі
- 6. Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша тұжырымдарды қамтитын қорытынды
- 6.1. ЕҚТ бойынша жалпы қорытындылар
 - 6.1.1. Экологиялық менеджмент жүйесі
 - 6.1.2. Шу
- 6.2. Цемент өнеркәсібіне арналған ЕҚТ бойынша қорытындылар
 - 6.2.1. Жалпы негізгі техникалар
 - 6.2.2. Мониторинг
 - 6.2.3. Энергияны тұтыну және техниканы таңдау
 - 6.2.3.1. Техниканы таңдау
 - 6.2.3.2. Жылу энергиясы
 - 6.2.4. Қалдықтарды пайдалану
 - 6.2.4.1. Қалдықтардың сапасын бақылау
 - 6.2.4.2. Қалдықтарды күйдіру пешіне салу
 - 6.2.4.3. Қауіпті қалдықтарды пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шаралары
 - 6.2.5. Тозаң шығарындылары
 - 6.2.5.1. Тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары
 - 6.2.5.2. Тозаң түзілетін үрдістер кезінде ұйымдастырылған шығарындылар
 - 6.2.5.3. Күйдіру кезіндегі тозаң шығарындылары
 - 6.2.5.4. Салқындату және ұнтақтау процестеріндегі тозаң шығарындылары
 - 6.2.6. Газ тәрізді шығарындылар
 - 6.2.6.1. NO_x шығарындылары
 - 6.2.6.2. SO₂ шығарындылары
 - 6.2.6.3. CO шығарындылары мен CO өтіп кетуі
 - 6.2.6.3.1. CO өтіп кетуін төмендету
 - 6.2.6.3.2. Органикалық көмірсутектердің (ЖОК/ҰОК) шығарындылары
 - 6.2.6.4. Полихлорланған дибензодиоксиндердің және дибензофурандардың (ПХДД және ПХДФ) шығарындылары
 - 6.2.6.5. Металл шығарындылары
 - 6.2.6.6. Газ тәрізді хлоридтер (HCl) мен фторидтердің (HF) шығарындыларын азайту
 - 6.2.7. Технологиялық шығындар/қалдықтар
- 6.3. Әк өндірісіне арналған ЕҚТ бойынша қорытындылар
 - 6.3.1. Негізгі техникалық шешімдер
 - 6.3.2. Мониторинг
 - 6.3.3. Энергияны тұтыну
 - 6.3.4. Әктас шығыны

- 6.3.5. Отынды таңдау
 - 6.3.5.1. Отын қалдықтарын пайдалану
 - 6.3.5.1.1. Қалдықтардың сапасын бақылау
 - 6.3.5.1.2. Қалдықтарды пешке салу
 - 6.3.5.2. Қауіпті қалдықтарды кәдеге жарату кезіндегі қауіпсіздік техникасы
 - 6.3.6. Тозаң шығарындылары
 - 6.3.6.1. Тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары
 - 6.3.6.2. Пеште күйдіру процестерінен басқа, тозаң түзетін операциялар кезінде ұйымдастырылған шығарындылар
 - 6.3.6.3. Пеште күйдіру процестері кезіндегі тозаң шығарындылары
 - 6.3.7. Газ тәрізді қосылыстар
 - 6.3.7.1. Газ тәрізді қосылыстардың шығарындыларын азайтудың негізгі техникалық шешімдері
 - 6.3.7.2. NOx шығарындылары
 - 6.3.7.3. SOx шығарындылары
 - 6.3.7.4. CO шығарындылары, CO өтіп кетуі
 - 6.3.7.4.1. CO шығарындылары
 - 6.3.7.4.2. CO өтіп кетуін төмендету
 - 6.3.7.5. Органикалық көмірсутектердің шығарындылары
 - 6.3.8. Өндірістік шығындар/қалдықтар
7. Перспективалы техникалар
 - 7.1. Цемент өндірудің перспективалы техникасы
 - 7.2. Әк өнеркәсібіндегі перспективалы техникалар
 - 7.2.1. Қайнау қабатында күйдіру
 - 7.2.2. Қалқымалық күйде күйдіру/қалқымалық күйде қыздыру
 - 7.2.3. Түтін газдарының шахталық айналмалы пештерде толық жануы
8. Қосымша түсініктемелер мен ұсынымдар

Библиография

Схемалар/суреттер тізімі

1.1-сурет	2020 жылдың 8 айында Қазақстанға цемент экспорты-импорты
1.2-сурет	Қазақстан Республикасындағы цемент зауыттарының орналасу картасы
1.3-сурет	Ұсақталған түйіршіктелген домна қожының (а) және тас көмірді шығару күлінің (б) құрылымы
1.4-сурет	Көмір өндіру қалдықтарын, тефритобазальт пен қорғасын қожын пайдалана отырып, энергия және

	ресурс үнемдеу технологиясы бойынша цемент өндіру схемасы
1.5-сурет	Цемент өндіретін елдердің тізімі
1.6-сурет	Ernst&Young талдаушыларының деректері бойынша 2016 жылғы әлемдік цемент нарығындағы қуаттар құрылымы, млн тонна
1.7-сурет	ЕАЭО елдерінде цементті тұтыну
1.8-сурет	ЕАЭО елдері бойынша цемент экспорты
1.9-сурет	ЕАЭО елдері бойынша цемент экспорты
1.10-сурет	Қазақстан Республикасында цемент клинкері мен цемент өндірісі
1.11-сурет	Клинкерді күйдіру кезінде жылу тұтынудың үлестік көрсеткіштерінің кестесі
1.12-сурет	Жылу тұтынудың үлестік көрсеткіштерінің кестесі
2.1-сурет	Техниканы өндіру мен пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау кезеңдері
3.1-сурет	Дымқыл тәсілдің технологиялық схемасы
3.2-сурет	Циклонды жылу алмастырғыштары және декарбонизаторы бар құрғақ тәсілді пеш
3.3-сурет	Материал шығындары және дымқыл, құрғақ өндіру тәсілдерінде бір тонна клинкерге шаққанда пайдаланылған газдардың қоршаған ортаға шығарылуы
3.4-сурет	Құрғақ тәсілді пештің материалдық балансы
3.5-сурет	Карьерде әктас өндіру
3.6-сурет	"Жамбыл Цемент" ЖШС-да әктас карьерінде ұңғымаларды бұрғылау
3.7-сурет	"Жамбыл Цемент" ЖШС-да карьерден әктас пен сазды тақтатасты жеткізуге арналған ұзындығы 2800 м таспалы транспортер
3.8-сурет	Әктасты шөмішті тиегішпен және экскаватормен тиеу
3.9-сурет	Әртүрлі типтегі ұсатқыштардың схемалары
3.10-сурет	СМД-60А жақты ұсатқышы
3.11-сурет	СМД-98А балғалы бір роторлы ұсатқыш
3.12-сурет	Компоненттерді бастапқы біркелкілеу
3.13-сурет	"Шымкент цемент" АҚ-да орнатылған дөңгелек біркелкілеу қоймасы
3.14-сурет	Табақты-білікті диірмен
3.15-сурет	Шикізатты майда ұнтақтауға арналған Loesche диірмені
3.16-сурет	Loesche шикізат диірмендері жетегінің қуаты мен өнімділігі
3.17-сурет	Полизиус фирмасының ұсату жүйесі
3.18-сурет	"Хацемаг" фирмасының екі роторлы соққылы-шағылдырғыш уатқыш-кептіргіші

3.19-сурет	Өткізгіш сепараторы бар құбыр диірменінің схемасы
3.20-сурет	Жұмсақ жыныстарды ұнтақтауға арналған шайқағыштар
3.21-сурет	Шарлы диірмендегі шламды ұнтақтау процесін басқару схемасы
3.22-сурет	Тік шлам бассейнінің жалпы көрінісі
3.23-сурет	Шламды түзетудің үлестік тәсілі
3.24-сурет	Көлденең шлам бассейнінің жалпы көрінісі
3.25-сурет	Өртүрлі технологиялық бөліністерде шикізаттың біркелкілену дәрежесі
3.26-сурет	Шикізат ұнының силосы
3.27-сурет	Силостағы шикізат ұнын біркелкілеу қағидаты
3.28-сурет	КНД фирмасының Руго-Jet газ жанарғысының жұмыс қағидаты
3.29-сурет	Көмір мен мазут қоспасын жағуға арналған Руго-Jet жанарғысы
3.30-сурет	Дымқыл тәсілді өндірістің айналмалы пеші
3.31-сурет	Дымқыл тәсілді өндіріс пешінің схемасы
3.32-сурет	Циклондық жылу алмастырғышы бар пеш
3.33-сурет	Циклондық жылу алмастырғыштары бар пеш жүйесіндегі газ бен материал ағынының параметрлері
3.34-сурет	Декарбонизаторы бар заманауи пеш
3.35-сурет	Циклонды жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар PYROCLON-R типті пеш агрегатының схемасы
3.36-сурет	"Волга" типті екі сатылы итергіш желтартқыштық тоңазытқыштың схемасы
3.37-сурет	PYROFLOOR тоңазытқышының негізгі схемасы
3.38-сурет	Көлденең арқалығы бар SF тоңазытқышы
3.39-сурет	Дөңгелек, орталық тіреуі жоқ клинкер қоймалары
3.40-сурет	Клинкердің бетон цилиндрлік қоймалары
3.41-сурет	Құбырлы диірмен
3.42-сурет	Цементті ұнтақтаудың тұйық схемасы кезінде жеке агрегаттар бойынша электр энергиясының шығыны
3.43-сурет	Пресс-роликті ұсақтағыштың жұмыс қағидаты
3.44-сурет	Цемент тасымалдауға арналған автоцемент тасушы және вагон-хоппер
3.45-сурет	Құрылыс әгін өндірудің технологиялық схемасы
3.46-сурет	Құрылыс әгін өндіру зауыты
3.47-сурет	Ірі кесекті, ұсақ кесекті құрылыс әгін және әктас ұнын өндірудің технологиялық схемасы
3.48-сурет	Шахта пешін аймақтарға бөлу (а) және температуралық режимді өзгерту (б)

3.49-сурет	Шахталық әк күйдіру пештері
3.50-сурет	"Полигон" (Германия) фирмасының әктас жылытқышы
3.51-сурет	ҚР цемент зауыттарындағы тозаң шығарындылары: ылғалды (А) және құрғақ (Б) өндіру тәсілді кәсіпорындар
3.52-сурет	ҚР цемент зауыттарындағы NOx азот оксидтерінің шығарындылары: ылғалды (А) және құрғақ (Б) тәсілді өндіріс кәсіпорындары
3.53-сурет	ҚР цемент зауыттарындағы SO2 күкірт оксидінің шығарындылары: ылғалды (а) және құрғақ (б) тәсілді өндіріс кәсіпорындары
4.1-сурет	52] бойынша температураның күкіртті ыдыратуға/тұтуға әсері
4.2-сурет	[52] бойынша пеш жүйесіндегі сульфаттардың айналымы
4.3-сурет	SO ₂ шығарындыларын азайту - ылғалды скруббер әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері және абсорбентті қосу [63]
4.4-сурет	[63] бойынша атмосфералық N ₂ , O және OH арқылы жоғары температурада (жану аймағы>1200 °C температурада) NOx түзілуі
4.5-сурет	[52] бойынша циклонды жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар құрғақ пештерде отындық NOx пен термиялық NOx түзілуі
4.6-сурет	Азот оксидтерінің шығарындыларын азайту бойынша әртүрлі техникалық шешімдерді қолдану [53]
4.7-сурет	[2] бойынша селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR) қағидаты
4.8-сурет	Несепнәр мен аммиакты пайдалану кезінде төмендету тиімділігі
4.9-сурет	SNCR пайдалану кезінде несепнәр/аммиак шығынын оңтайландыру.
4.10-сурет	Тозаң аз (А) және көп (б) қолданылатын SCR әдістері [52]
4.11-сурет	Пештің жұмысын және NOx, SO2 және CO түзілуі мен шығарылуына әсер ететін параметрлерді оңтайландыру [52]
4.12-сурет	Цемент-әк зауыттарындағы судың негізгі ағындары
4.13-сурет	Электр энергиясын өндіру схемасы
4.14-сурет	Цемент кәсіпорнында энергияны тұтыну құрылымы
4.15-сурет	Желдеткіштің қуатын басқару жүйесін пайдалану кезінде энергияны үнемдеу кестесі
4.16-сурет	Клинкер өндірісінің әртүрлі тәсілдерінде минералды қалдықтарды қолданудың ұтымды схемалары

4.17-сурет	Әртүрлі қалдықтарды жағуға арналған арнайы реакторы бар портландцемент клинкерін алудың технологиялық желісі (сызығы)
4.18-сурет	Lägerdorf (Германия) аралас әдісін қолданылатын зауытта, балама материалдар.
4.19-сурет	Құрғақ және дымқыл өндіріс әдістерімен қалдықтарды берудің ұтымды тәсілі
4.20-сурет	Минералдық ресурстарды және жанғыш техногендік материалдарды қолданудың тиімділігі
4.21-сурет	PYROTOP құйынды камерасы бар жүйе отын ретінде қолданылатын қалдықтардың толық жануы
4.22-сурет	[2] бойынша балама отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың түрлері
7.1-сурет	Қайнау қабатты пеш [72]
7.2-сурет	Қайнау қабатты пеш
7.3-сурет	Түгін газдарын өңдеудің технологиялық схемасының мысалы [73]

Кестелер тізімі

1.1-кесте	2016 – 2020 жылдардағы Қазақстан Республикасында цемент өндіру көлемі
1.2-кесте	2020 жылы Қазақстаннан цемент экспорты
1.3-кесте	2020 жылы Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша тұтынушыларға цемент пен әк жөнелту, клинкер өндіру
1.4-кесте	2016 – 2020 жылдары тұтынушыларға әк жөнелту
1.5-кесте	2020 жылы Қазақстан Республикасының облыстары бойынша әк өндірісінің көлемі
1.6-кесте	Технологиялық процестің түрлері, пайдалану мерзімі, өндірістік қуаты бойынша объектілер
1.7-кесте	Өндірістік қуаттары бойынша цемент өндіру объектілері
1.8-кесте	Шығаратын өнім түрлері бойынша цемент өндіретін объектілер
1.9-кесте	Объектілер бойынша шығарылатын өнім ассортименті
1.10-кесте	Табиғи шикізаттың химиялық құрамы
1.11-кесте	Шикізат шихтасы мен клинкердегі зиянды және кошталмайтын оксидтер құрамының шекті мәндері
1.12-кесте	Саз бен әктастың әрқилы типтеріндегі металдардың орташа құрамы
1.13-кесте	Қалдықтардағы түрлі металдардың шамамен алғандағы құрамы

1.14-кесте	Клинкер мен цемент алу үшін Қазақстан зауыттарында пайдаланылатын табиғи шикізат материалдары мен техногендік өнімдер
1.15-кесте	ҚР бойынша 2017 - 2019 жылдары пайда болған қауіпті емес қалдықтардың көлемі (мың т)
1.16-кесте	Домналық түйіршіктелген қождың құрамы
1.17-кесте	Домна, электртермофосфор және болат балқыту қождарының орташаланған химиялық құрамы
1.18-кесте	Ресейде қалдықтарды шығару және пайдалану
1.19-кесте	Клинкер мен цемент алуға жарамды баламалы шикізат пен өнеркәсіп қалдықтарының химиялық құрамы
1.20-кесте	Әк өндіруге арналған карбонатты жыныстарға қойылатын талаптар
1.21-кесте	Әк атауына қоспалардың құрамы мен концентрациясының әсері
1.22-кесте	Клинкер өндірісі кезіндегі жылу тұтынудың үлестік көрсеткіші бойынша деректер
1.23-кесте	Қазақстан кәсіпорындарының электр энергиясын үлестік тұтынуы
1.24-кесте	Сала кәсіпорындарындағы ластағыш заттардың қазіргі концентрациясы
3.1-кесте	Цемент өндірудің дымқыл және құрғақ тәсілдерінің көрсеткіштері
3.2-кесте	Қазақстан Республикасының дымқыл тәсілді айналмалы пештерінің техникалық сипаттамалары
3.3-кесте	"Sas-Tobe Technologies" ЖШС шахта пештерінің техникалық сипаттамалары
4.1-кесте	Цемент өндірісінде тозаң шығарындыларын бақылаудың техникалық шешімдеріне шолу
4.2-кесте	Әк зауыттарындағы тозаң шығарындыларын бақылаудың техникалық шешімдеріне шолу
4.3-кесте	Цемент өндіру кезінде қолданылатын NOx шығарындыларын азайтуға арналған техникалық шешімдер
4.4-кесте	Әртүрлі типтегі әк пештерінен CO2 шығарындыларына әсер ететін факторлар
4.5-кесте	Параметрлер мен шығарындылардың тұрақты мониторингін және өлшеуін ұйымдастыру бойынша ұсынымдар
4.6-кесте	Өнеркәсіптік шығарындылар мен жұмыс аймағының ауасы үшін өлшеулерді орындаудың бақыланатын көрсеткіштері мен әдістемелері
4.7-кесте	Әртүрлі көлемдегі және өндіру тәсіліндегі пештердің клинкерді күйдіруге жұмсайтын отын мен жылудың үлестік шығыны
4.8-кесте	Құрғақ өндіру тәсілімен клинкерді күйдіруге жылу шығынын азайту әдістері

4.9-кесте	Дымқыл өндіру тәсілімен клинкерді күйдіруге жылу шығынын азайту әдістері
4.10-кесте	Өртүрлі қуатты қозғалтқыштарға арналған жобалау және монтаждау жұмыстарын есепке алмағандағы жиілік реттегішінің құны
4.11-кесте	Клинкер үшін көп білікті ұсатқышты қолданудың тиімділігі
4.12-кесте	Өк алу үшін жылу мен шартты отынның үлестік шығыны
4.13-кесте	Өк өндірісінде отын ресурстарын тұтынуды төмендетудің негізгі әдістері
4.14-кесте	Өртүрлі үлгідегі (конструкциядағы) пештермен 1 т өк өндіруге жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығыны
4.15-кесте	Цемент пештерінде шикізат материалдары ретінде пайдаланылуы мүмкін химиялық құрамы бойынша жіктелген қалдықтар тізімі көрсетілген
4.16-кесте	Техногендік материалдарды қолданудың тиімділігі
4.17-кесте	Айналмалы пештер үшін отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың әртүрлі түрлері
4.18-кесте	Қауіпті және қауіпті емес қалдықтардан отын түрлерінің жылу шығару қабілеті мен күлділігінің сипаттамасы
4.19-кесте	[72] сілтемесі бойынша Аустрияның цемент зауыттарындағы қалдықтардағы заттар (отынның баламалы түрлері) үшін рұқсат беру өлшемшарттарының мысалдары (ең жоғары мәндер)
4.20-кесте	[71] бойынша Аустрия цемент зауыттарындағы қалдықтардағы заттар (отынның баламалы түрлері) үшін рұқсат өлшемшарттарының мысалдары (орташа мәндері және 80-ші процентиль)
5.1-кесте	ЕҚТ-ға арналған технологиялық көрсеткіштер
5.2-кесте	Негізгі техникаларды қолдану шарттары
5.3-кесте	Технологиялық көрсеткіштер
5.4-кесте	Негізгі техникалардың қолданылу шарттары
5.5-кесте	Электр энергиясының меншікті шығыны
5.6-кесте	Технологиялық көрсеткіштер
5.7-кесте	Өртүрлі пештерде қолданылатын отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтар тізбесі
6.1-кесте	ЕҚТ сәйкес көп сатылы жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар, құрғақ тәсілмен жұмыс істейтін пештерді пайдаланатын жаңа және қайта жаңартылатын зауыттар үшін энергия тұтыну деңгейлері
6.2-кесте	Цемент өндіру кезінде ЕҚТ-ға сәйкес келетін пеш газдарынан шығатын тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіш деңгейлері

6.3-кесте	Цемент өндіру кезінде шығатын пеш газдарымен/ жылу алмастырғышпен/ декарбонизатормен ЕҚТ сәйкес келетін NOx шығарындыларының деңгейлері
6.4-кесте	Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR) технологиясын пайдалану кезінде пештен/ жылу алмастырғыштан/ декарбонизатордан шығатын газдардан ЕҚТ-ға сәйкес келетін NH3 жылыстауының технологиялық көрсеткіштері
6.5-кесте	Цемент өндірісі кезінде шығатын пеш газдарымен/ жылу алмастырғыштармен/ декарбонизатормен бірге шығатын ЕҚТ-ға сәйкес келетін SOx шығарындыларының деңгейі
6.6-кесте	ЕҚТ-ны пайдалану кезінде цемент өнеркәсібіндегі пештерден шығатын металл шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.7-кесте	ЕҚТ-ға сәйкес келетін HCl мен HF шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.8-кесте	ЕҚТ-ға сәйкес келетін әк және доломит әк өндірісіндегі жылу энергиясын тұтыну деңгейлері
6.9-кесте	ЕҚТ-ға сәйкес пеште күйдіру процестері кезінде шығатын газдардан тозаң шығарындылардың технологиялық көрсеткіш деңгейі
6.10-кесте	ЕҚТ-ға сәйкес әк өндіру кезінде пеште күйдіру процестері кезінде бөлінетін газдардың NOx шығарындыларының деңгейі
6.11-кесте	ЕҚТ-ға сәйкес әк өндірісіндегі пештерді күйдіру процестерінен шығатын түтін газдарының құрамындағы SOx шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.12-кесте	Әк өндірісіндегі пеште күйдіру процестері кезіндегі түтін газдарынан бөлінетін CO шығарындыларының ЕҚТ сәйкес технологиялық көрсеткіштері
6.13-кесте	Әк өндірісінде ЕҚТ пайдалану кезінде пештерден шығатын металдар шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
7.1-кесте	Мониторинг нәтижелері бойынша бірнеше сағат ішінде алынған түтінді газдардың құрамы

Глоссарий

Осы глоссарий осы ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Цемент және әк өндірісі" анықтамалығында (бұдан әрі – ЕҚТ бойынша анықтамалық) қамтылған ақпаратты түсінуді жеңілдетуге арналған. Осы глоссарийдегі терминдердің анықтамалары (тіпті олардың кейбіреулері Қазақстан Республикасының нормативтік құқықтық актілерінде келтірілген анықтамаларға сәйкес келуі мүмкін болса да) заңды анықтамалар болып табылмайды.

Терминдер мен олардың анықтамалары

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта мынадай терминдер пайдаланылады:

<p>ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты эмиссиялардың технологиялық көрсеткіштері</p>	<p>—</p>	<p>эмиссиялардың технологиялық көрсеткіштерінің (ластағыш заттар концентрациясының) диапазоны, оларға белгілі бір уақыт кезеңінде және белгілі бір жағдайларда орташаландыруды ескергенде ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыда сипатталған бір немесе бірнеше ең үздік қолжетімді техниканы қолдану арқылы объектіні пайдаланудың қалыпты жағдайларында қол жеткізуге болады;</p>
<p>ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалық</p>	<p>—</p>	<p>қызметтің белгілі бір түрлері үшін әзірленген және эмиссиялар деңгейлерін, негізгі өндірістік қалдықтардың түзілу, жинақталу және көмілу көлемдерін, ресурстарды тұтыну деңгейлерін және ең үздік қолжетімді техникаларды қолданумен байланысты технологиялық көрсеткіштерді, сондай-ақ ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыларды және кез келген перспективалы техниканы қамтитын қорытындыларды қамтитын құжат;</p>
<p>кешенді тәсіл</p>	<p>—</p>	<p>біреуден көп табиғи орта ескерілетін тәсіл. Бұл тәсілдің артықшылығы кәсіпорынның қоршаған ортаға әсерін кешенді бағалау болып табылады. Мұның өзі әсерді бір ортадан екінші ортаға оның осындай ортаға салдарларды ескермей оңай беру мүмкіндігін азайтады. Кешенді (компонентаралық) тәсіл әрқилы органдардың (ауаның, судың жай-күйіне, қалдықтарды кәдеге жаратуға және т. б. жауапты) маңызды өзара іс-қимылын және қызметінің үйлестірілуін талап етеді;</p>
<p>қоршаған орта</p>	<p>—</p>	<p>адамды қоршаған табиғи орта мен антропогендік органы қамтитын материалдық әлем жағдайларының, заттары мен объектілерінің жиынтығы;</p>
<p></p>	<p></p>	<p></p>

қоршаған ортаға әсер	—	ұйымның экологиялық аспектілерінің толық немесе ішінара нәтижесі болып табылатын қоршаған ортадағы кез келген теріс немесе оң өзгеріс;
қоршаған ортаның ластануы	—	атмосфералық ауада, жерүсті және жерасты суларында, топырақта немесе жер бетінде ластағыш заттардың, жылудың, шудың, дірілдің, электромагнит өрістерінің, радиацияның мемлекет белгілеген қоршаған орта сапасының экологиялық нормативтерінен асатын мөлшерде (концентрацияларда, деңгейлерде) болуы;
негізгі өндірістік қалдықтар	—	өндірістің немесе технологиялық процестің нақты түрі үшін неғұрлым маңызды қалдықтар, олардың көмегімен қоршаған ортаға негізгі теріс әсердің мәнін бағалауға болады;
өмірлік циклді талдау	—	"өмірлік циклді талдау" термині өнімнің немесе өнімнің өмірлік циклі бойында оның қоршаған ортаға әсерін талдау үшін қолданылады. Өмірлік циклді талдау өнімнің бүкіл, яғни шикізатты, өндірісті, пайдалануды, қайта өңдеуді немесе қайта пайдалануды, сондай-ақ өнімнің рециркуляциясын немесе қайтадан пайдаланылуын, сондай-ақ өнімді кейіннен кәдеге жаратуды қоса алғанда, өмірлік циклі ішінде осы өнімнің қоршаған ортаға жалпы әсерін бағалауға арналған;
технологиялық нормативтер	—	кешенді экологиялық рұқсатта мынадай түрде белгіленетін экологиялық көрсеткіштер: 1) эмиссиялар көлемінің бірлігіне маркерлік ластағыш заттардың шекті саны (массасы); 2) уақыт бірлігіне немесе өндірілетін өнімнің (тауардың), орындалатын жұмыстың, көрсетілетін қызметтің бірлігіне есептегендегі электр және (немесе) жылу энергиясын, өзге де ресурстарды тұтыну мөлшері ескеріле отырып айқындалады;

экологиялық рұқсат	—	жеке кәсіпкерлер мен заңды тұлғалардың қоршаған ортаға теріс әсерді жүзеге асыру құқығын қуәландыратын және қызметті жүзеге асырудың экологиялық шарттарын айқындайтын құжат;
эмиссия	—	антропогендік объектілерден бөлінетін ластағыш заттардың атмосфералық ауаға, суға, жерге немесе оның бетінің астына түсуі.

Алғысөз

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалық мазмұнының қысқаша сипаты: халықаралық аналогтармен өзара байланысы

ЕҚТ бойынша анықтамалық Қазақстан Республикасы Экология, және табиғи ресурстар министрлігінің 044 "Технологияларды және үздік практикаларды ілгерілету, бизнес пен инвестицияларды дамыту арқылы Қазақстанның жасыл экономикаға жылдам көшуіне ықпал ету" бюджеттік бағдарламасын іске асыру шеңберінде Қазақстан Республикасының Экология кодексінің (бұдан әрі – Экология кодексі) іске асыру мақсатында әзірленді.

ЕҚТ бойынша анықтамалықты әзірлеген кезде қолданылу саласында ең үздік қолжетімді техникалардың техникалық және экономикалық қолжетімділігіне негізделген Қазақстан Республикасының климаттық, экономикалық, экологиялық жағдайларына және шикізат базасына негізді бейімделу қажеттігі есепке алынып, ең үздік әлемдік тәжірибе және ең үздік қолжетімді техникалар бойынша Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымына мүше болып табылатын мемлекеттерде ресми қолданылатын "Цемент, әк және магний оксидінің өндірісіне арналған ЕҚТ бойынша анықтамалық құжат" (Best Available Techniques (BAT) Reference document for the Production of Cement, Lime and Magnesium oxide) деп аталатын Еуропалық Одақтың ұқсас және салыстырмалы анықтамалық құжаты ескерілді.

Технологиялық процесс үшін бір немесе бірнеше жиынтықта ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді ЕҚТ бойынша анықтамалықты әзірлеу жөніндегі техникалық жұмыс тобы айқындады.

Саланың өнеркәсіп орындарынан атмосфераға шығарылатын эмиссиялардың қазіргі мөлшері жылына шамамен 36 234 тоннаны құрайды. Саланың ЕҚТ қағидаттарына көшуге әзірлігі шамамен 50 %-ды құрайды, бұл ретте Еуропалық Одақтың салыстырмалы анықтамалық құжаттарында белгіленген эмиссиялар деңгейіне сәйкестік жоқ.

ЕҚТ қағидаттарына көшкен кезде қоршаған ортаға эмиссиялар шамамен 35 %-ға азаяды немесе жылына шамамен 12 682 тоннаға төмендейді.

Инвестициялардың болжамды көлемі 39,4 млрд теңге. ЕҚТ-ның ендірілуі нақты кәсіпорынның экономикасын және кәсіпорынның ЕҚТ қағидаттарына көшуге әзірлігін, таңдап алынатын ЕҚТ-ны өндіруші елді, қуаттылық көрсеткіштерін, ЕҚТ габариттерін және ЕҚТ орналастыру дәрежесін ескере отырып, ЕҚТ-ны таңдаудың жеке тәсілін көздейді.

Өндірістік қуаттарды заманауи және тиімді техниканы қолдана отырып жаңғырту Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы (ЭЫДҰ) елдерінің эмиссияларына сәйкес келетін тиісті деңгейлерге дейін ресурс үнемдеуге және қоршаған ортаны сауықтыруға ықпал ететін болады.

Деректерді жинау туралы ақпарат

Анықтамалықты әзірлеу үшін Қазақстан Республикасында цемент және әк өндіру кезінде қолданылатын шығарындылардың, төгінділердің, қалдықтардың түзілу деңгейлері, технологиялық процестер, жабдықтар, техникалық тәсілдер, әдістер туралы ақпарат кешенді технологиялық аудит (бұдан әрі – КТА) жүргізу процесінде жиналды, оны жүргізу қағидалары ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларына енгізіледі. КТА арналған объектілердің тізбесін ЕҚТ бойынша анықтамалық әзірлеу жөніндегі техникалық жұмыс тобы бекітті.

ЕҚТ бойынша басқа анықтамалықтармен өзара байланыс

ЕҚТ бойынша анықтамалық Экология кодексінің талаптарына сәйкес әзірленетін ЕҚТ бойынша анықтамалықтар серияларының бірі болып табылады:

- 1) энергия өндіру мақсатында ірі қондырғыларда отын жағу;
- 2) мұнай және газ өңдеу;
- 3) бейорганикалық химиялық заттар өндірісі;
- 4) цемент және әк өндірісі;
- 5) шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезіндегі энергетикалық тиімділік;
- 6) мыс және бағалы металл – алтын өндірісі;
- 7) мырыш және кадмий өндірісі;
- 8) қорғасын өндірісі;
- 9) шойын және болат өндірісі;
- 10) қара металды одан әрі қайта өңдеу бұйымдарының өндірісі;
- 11) мұнай және газ өндіру;
- 12) темір кендерін (қара металдың өзге кендерін қоса алғанда) өндіру және байыту;
- 13) түсті металл (бағалы металдарды қоса алғанда) кендерін өндіру және байыту;
- 14) қалдықтарды кәдеге жарату және залалсыздандыру;
- 15) көмір өндіру және байыту;
- 16) атмосфералық ауа мен су объектілеріне ластағыш заттар эмиссияларының мониторингі;

- 17) қалдықтарды жағу арқылы кәдеге жарату және жою;
 18) титан және магний өндірісі;
 19) алюминий өндірісі;
 20) ферроқорытпа өндірісі;
 21) елді мекендердің орталықтандырылған су бұру жүйелерінің сарқынды суларын тазарту;
 22) органикалық жұқа синтез өнімдері мен полимерлер өндірісі.
 ЕҚТ бойынша "Цемент және әк өндірісі" анықтамалығы мыналармен байланысты:

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың атауы	Байланысты процестер
Шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезіндегі энергетикалық тиімділік	Энергетикалық тиімділік
Атмосфералық ауа мен су объектілеріне ластағыш заттар эмиссияларының мониторингі	Эмиссиялар мониторингі
Қалдықтарды жағу арқылы кәдеге жарату және жою	Қалдықтарды пайдалану

Қолданылу саласы

Экология кодексіне 3-қосымшаға сәйкес осы ЕҚТ бойынша анықтамалық цемент, әк өндірісіне қолданылады.

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың қолданылу саласын, сондай-ақ технологиялық процестерді, жабдықтарды, осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың қолданылу саласы үшін ең үздік қолжетімді техникалар ретінде техникалық тәсілдер мен әдістерді ЕҚТ бойынша анықтамалықты әзірлеу жөніндегі техникалық жұмыс тобы айқындаған.

Қолданылу саласы мыналарға сәйкес келеді:

- өндірістік қуаты тәулігіне 500 тоннадан асатын айналмалы пештерде немесе өнімділігі тәулігіне 50 тоннадан асатын басқа пештердегі цемент клинкері өндірісі;
- өндірістік қуаты тәулігіне 50 тоннадан асатын пештердегі әк өндірісі.

ЕҚТ бойынша анықтамалық эмиссия көлеміне немесе қоршаған ортаның ластану деңгейіне әсер етуі мүмкін негізгі қызмет түрлерімен байланысты процестерге қолданылады:

- шикізатты сақтау және дайындау;
 - отынды сақтау және дайындау;
 - қалдықтарды шикізат және/немесе отын ретінде пайдалану – сапаға қойылатын талаптар, бақылау және дайындау;
 - өндірістік процестер;
 - эмиссиялар мен қалдықтардың түзілуін болғызбау және азайту әдістері;
 - өнімді сақтау, буып-түю және жөнелту.
- Анықтамалық мыналарға қолданылмайды:

карьерде шикізат өндіру сияқты кейбір өндірістік процестер;
өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етуге немесе еңбекті қорғауға ғана қатысты мәселелер.

Еңбекті қорғау мәселелері ішінара және осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың қолданылу саласына енгізілген қызмет түрлеріне әсер еткен жағдайларда ғана қаралады.

Өндірістегі қалдықтарды басқару аспектілері осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта негізгі технологиялық процесс барысында түзілетін қалдықтарға қатысты ғана қаралады. Қосалқы технологиялық процестердің қалдықтарын басқару жүйесі тиісті ЕҚТ бойынша анықтамалықтарда қаралады, олардың тізімі алғысөзде келтірілген. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта қосалқы технологиялық процестердің қалдықтарын басқарудың жалпы қағидаттары қарастырылады.

Қолданылу қағидаттары

Құжат мәртебесі

ЕҚТ бойынша анықтамалық объект/объектілер операторларын, уәкілетті мемлекеттік органдарды және жұртшылықты объект/объектілер операторларының "жасыл" экономика қағидаттарына және ең үздік қолжетімді техникаларға көшуін ынталандыру мақсатында ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықты қолдану саласына жататын ең үздік қолжетімді техникалар мен кез келген перспективалы техникалар туралы хабардар етуге арналған.

Ең үздік қолжетімді техникаларды өндіру негізінде кешенді экологиялық рұқсат алған объектілерде өндірістік экологиялық бақылау жүргізген кезде осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта белгіленген шарттар мен ұсынымдар пайдаланылады.

Қолданылуы міндетті ережелер

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың "6. Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша тұжырымдарды қамтитын қорытынды" деген бөлімінің ережелерінің ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыларды әзірлеген кезде қолданылуы міндетті болып табылады.

Ең үздік қолжетімді техникалар жөніндегі қорытынды ережелерінің біреуін немесе бірнешеуінің жиынтығын қолдану қажеттігін объектілердің операторлары технологиялық көрсеткіштерді сақтау шартымен кәсіпорындағы экологиялық аспектілерді басқару мақсаттарына сүйене отырып өз бетінше айқындайды. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта берілген ең үздік қолжетімді техникалардың саны мен тізбесі енгізу үшін міндетті болып табылмайды.

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытынды негізінде объектілердің операторлары экологиялық тиімділікті арттыру бағдарламасын әзірлейді, ол ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыларда бекітілген технологиялық көрсеткіштер деңгейіне қол жеткізуге бағытталған.

Ұсынымдық ережелер

Ұсынымдық ережелер сипаттама түрінде болады және ЕҚТ қолданумен байланысты технологиялық көрсеткіштерді белгілеу процесін талдауға және ЕҚТ бойынша анықтамалықты қайта қарау кезінде талдауға ұсынылған:

1-бөлім: цемент және әк өндірісі туралы, саланың құрылымы, пайдаланылатын өнеркәсіптік процестер мен цемент және әк өндірісі технологиялары туралы жалпы ақпарат берілген;

2-бөлім: ЕҚТ-ға жатқызу әдіснамасы, ЕҚТ сәйкестендіру тәсілдері сипатталған;

3-бөлім: өндіріс процесінің немесе түпкілікті өнім өндірісінің негізгі кезеңдері сипатталған, цемент пен әк өндірісі және қазіргі шығарындылар, шикізатты тұтыну және пайдалану, су тұтыну, энергияны пайдалану және қалдықтардың түзілуі тұрғысынан жазу сәтінде пайдаланудағы қондырғылардың экологиялық сипаттамалары берілген;

4-бөлім: технологиялық процестерді жүзеге асыру кезінде олардың қоршаған ортаға теріс әсерін төмендету үшін қолданылатын және қоршаған ортаға теріс әсер ететін объектіні қайта жаңартуды талап етпейтін әдістер, әдістер каталогы және төмендегілер үшін қолданылатын олармен байланысты мониторинг сипатталған:

атмосфераға шығарындылардың алдын алу немесе егер бұл мүмкін болмаса, шығарындыларды азайту,

қалдықтардың түзілуін болғызбау немесе азайту;

5-бөлім: ЕҚТ анықтау мақсатында қарау үшін ұсынылатын қолданыстағы техникалардың сипаттамасы ұсынылған;

7-бөлім: жаңа техникалар мен перспективалы техникалар туралы ақпарат ұсынылған;

8-бөлім: ЕҚТ бойынша анықтамалықты қайта қарау шеңберінде алдағы жұмыс үшін қорытынды ережелер мен ұсынымдар келтірілген.

Жалпы ақпарат

1.1. Цемент және әк өндірісі

1.1.1. Цемент және әк өндірісі салаларының құрылымы мен технологиялық деңгейі

Қазақстан Республикасында цемент шығару толық циклді 17 зауытта жүзеге асырылады:

заманауи құрғақ тәсілді 11 зауыт (Vicat "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – Vicat "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС), Stepre Cement "Қарцемент" акционерлік қоғамы (бұдан әрі – Stepre Cement "Қарцемент" АҚ), "Шымкентцемент" акционерлік қоғамы (бұдан әрі – "Шымкентцемент" АҚ), Heidelberg Cement "Каспий Цемент" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Каспий Цемент" ЖШС), "Гежуба Шиелі Цемент Компаниясы" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Гежуба Шиелі Цемент Компаниясы")

ЖШС), "Рудный цемент зауыты" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Рудный цемент зауыты" ЖШС), "Стандарт Цемент" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Стандарт Цемент" ЖШС), "Көкше-Цемент" өндірістік бірлестігі" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Көкше-Цемент" өндірістік бірлестігі" ЖШС), "Қазақцемент" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Қазақцемент" ЖШС), "АСІГ" акционерлік қоғамы (Хантау цемент зауыты) (бұдан әрі – "АСІГ" АҚ), "Alacem" (Алацем) жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Alacem" ЖШС) (Алматы обл.);

ылғалды өндіру тәсілді 3 зауыт ("Семей цемент зауыты" ӨК" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС), Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС), "Sas-Tobe Technologies" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Sas-Tobe Technologies" ЖШС);

шахта пештері бар 3 шағын зауыт ("Almaty Cement Company" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Almaty Cement Company" ЖШС), "Жаңатас цемент зауыты" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (бұдан әрі – "Жаңатас цемент зауыты" ЖШС), "Жамбыл Жер қойнауы" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (Қаратау қ. цемент өндіру зауыты) (бұдан әрі – "Жамбыл Жер қойнауы" ЖШС). Шахта пештері бар зауыттар жұмыс істемейді немесе тұрақсыз не маусымдық жұмыс істейді, ұзақ уақыт жұмыс істемей тұрады, өнім сапасы төмен, цемент сатылымы тұрақсыз. Сондықтан осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта олардың жұмысына талдау жасалған жоқ және сипатталған жоқ. Бұл зауыттардың атмосфераға шығарындыларға үлесі өте аз немесе мүлдем жоқ.

Цемент өндірушілерді шартты түрде екі топқа бөлуге болады:

отандық зауыттар;

өз қызметін Қазақстан Республикасының аумағында жүзеге асыратын шетелдік холдингтер.

Қазақстан нарығында мынадай жетекші шетелдік өндірушілер жұмыс істеп жатыр:

HeidelbergCement (Германия) – "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС, "Шымкентцемент" АҚ, "Каспий Цемент" ЖШС;

Vicat (Франция) – "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС;

Steppe Cement (Малайзия) – "Central Asia Cement" АҚ, "Қарцемент" АҚ, "Alacem" ЖШС.

Цемент құрылыстың барлық салаларында: өнеркәсіптік, тұрғын үй, жол, әуеайлақ, гидротехникалық, ауылшаруашылық және т.б. қолданылатын негізгі материал болып табылады. Бұл ретте цемент кең таралған және қолжетімді шикізаттан өндірілетін салыстырмалы түрде қарапайым, әмбебап және арзан материал болып қала береді. Қазақстанда цемент өндірісі көлемі тұрақты өсу үстінде [3] (1.1-кесте).

1.1-кесте. 2016 – 2020 жылдары Қазақстан Республикасындағы цемент өндірісінің көлемі

P/c №	Жылдар бойынша цемент өндірісінің көлемі, млн тонна				
	1	2	3	4	5
1	2016	2017	2018	2019	2020
2	9,030	9,3977	9,9583	9,993	10,8

2019 жылға қарай цемент тұтыну көлемі 2011 жылмен салыстырғанда екі есеге артып, 11,5 млн тоннадан асты [4]. Барлық цемент зауыттарының жобалық қуаты жылына 16 млн тоннадан астам, алайда қосымша жүктеме деңгейі ("Союз Цемент" қауымдастығының деректері бойынша) әлі де 65 %-дан аспайды.

Цементке қажеттілік жыл сайын 9,1 млн тоннадан асатын болса, Қазақстанда қазірдің өзінде өндірістік қуаттар жылына 16 млн тоннаға жетеді. Яғни ҚР қазірдің өзінде ішкі нарықты белсенді түрде қамтып, цементті Өзбекстанға, Ресейге, Қырғызстанға табысты экспорттап отыр.

Қазақстанда цемент өндіру көлемі 2020 жылы 5,3 %-ға өсіп, 10 млн 808,5 мың тоннаны құрады. Өнеркәсіп және құрылыс министрлігінің деректері бойынша цементті ішкі тұтыну 9,1 млн тоннаны құрайды.

2020 жылы Қазақстаннан цемент өнімдері экспортының көлемі 2019 жылмен салыстырғанда 18,4 %-ға, 1,99 млн тоннаға дейін ұлғайды. Экспорт құны 18,7 %-ға өсіп, 100,4 млн АҚШ долларын құрады. Қазақстан Республикасынан цементті негізгі импорттаушы елдер – Өзбекстан, Қырғызстан және Ресей (1.2-кесте).

1.2-кесте. 2020 жылы Қазақстаннан цемент экспорты [5]

P/c №	Импорттаушы ел	Цемент көлемі, млн тонна	2019 жылмен салыстырғанда өсім %-бен	Импорт құны, млн АҚШ долл.	2019 жылмен салыстырғанда өсім %-бен
1	2	3	4	5	6
1	Өзбекстан	1,30	22,3	67,4	26,3
2	Қырғызстан	0,42	15,4	18,5	15,7
3	Ресей	0,2741	7,6	14,5	- 1,8

Импортталатын цемент көлемі 2019 жылы 401 мың тоннаны құрады. 2020 жылы Қазақстан Республикасында цементті негізгі импорттаушы – Иран. 2020 жылдың 8 айында Ислам Республикасы Қазақстанға 115,2 мың тонна цемент жеткізді. Бұл осы кезеңдегі импорттың жалпы көлемінің 99 %-ы (115,8 мың тонна). Импорттық цементтің барлығы дерлік (112,5 мың тонна) Маңғыстауға кетті. Германиядан Қазақстан 456 тонна цемент (алушы – Атырау облысы), Қытайдан 150 тонна (алушы – Алматы облысы) алды (1.1-сурет) [6].

**ҚАЗАҚСТАН ЦЕМЕНТІ ҚАЙДА ЭКСПОРТТАЙДЫ ЖӘНЕ ҚАЙДАН ИМПОРТТАЙДЫ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ, 2020 ЖЫЛДЫҢ 8 АЙЫНДА ТОННА**



1.1-сурет. 2020 жылғы 8 айда Қазақстанға цемент экспорты-импорты

1.3-кестеде 2020 жылы Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша тұтынушыларға цемент, әк және клинкер жөнелту (өндіріс) ұсынылған.

1.3-кесте. 2020 жылы Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша тұтынушыларға цемент пен әк жөнелту, клинкер өндіру

Р/с №	Облыс, қала	Жөнелту (өндіріс), мың тонна		
		Клинкер	Цемент	Әк
1	2	3	4	5
1	Ақмола	658,2	741	-
2	Жамбыл	1121,9	1592	-
3	Қарағанды	1415,0	1637,6	355,717
4	Маңғыстау	768,1	879,3	-
5	Түркістан	57,0	86,8	21,864
6	Шығыс Қазақстан	1740,1	2030,1	39,811
7	Шымкент қ.	2588,9	3189,4	-
8	Қостанай	-	35,0	-
9	Қызылорда	-	503,1	-
10	Ақтөбе	-	-	153,202
11	Алматы	-	-	5,05
12	Батыс Қазақстан	-	-	26,38
13	Павлодар	-	-	76,269
14	Қазақстан Республикасы	8379,2	10694,3	678,293

Қазақстан Республикасында әк өндірісі соңғы жылдары тұрақты түрде төмендеді (1.4-кесте).

1.4-кесте. 2016 – 2020 жылдары тұтынушыларға әк жөнелту

Р/с №	Жылдар бойынша әк өндірісінің көлемі, мың тонна				
	2	3	4	5	6
1	2016	2017	2018	2019	2020
2	1003,4	1 048,29	885,99	841,421	678,293

Қазақстанда әк өндірісі металлургия кәсіпорындары мен силикат бұйымдарын шығаратын зауыттар орналасқан жеті облыста шоғырланған (1.5-кесте).

1.5-кесте. 2020 жылы Қазақстан Республикасының облыстары бойынша әк өндірісінің көлемі

Р/с №	Облыс	Өндіріс көлемі, мың тонна	Пеш түрлері
1	2	3	4
1	Қарағанды	355,717	Шахталық, айналмалы
2	Ақтөбе	153,202	Шахталық, айналмалы
3	Павлодар	76,269	
4	Шығыс Қазақстан	39,811	Шахталық, айналмалы
5	Батыс Қазақстан	26,380	Шахталық, айналмалы
6	Түркістан	21,864	Шахталық
7	Алматы	5,050	Шахталық

Семей қаласындағы "Силикат" ЖШС, Орал қаласындағы "Батыс Қазақстан құрылыс материалдарының корпорациясы" АҚ және басқаларының силикат кірпіш және бетон өндірісі үшін әк күйдіру бойынша өз цехтары бар. Бұл өнімдерді дайындау үшін құрылыс әктерінің 2 және 3-сұрыптары өте қолайлы. Металлургиялық кәсіпорындар негізінен 1-сұрыпты әкті талап етеді, көптеген зауыттардың белсенділігі 91 – 94 % болатын жоғары сапалы әк өндірісіне мүмкіндігі жоқ. Сондықтан металлургия үшін сапасы жоғары әктің бір бөлігі шектес мемлекеттер – Ресейден, Өзбекстаннан импортталады.

Осылайша, цемент пен әк өндірісінде кәсіпорындар жылына орта есеппен 65 %-ға жүктеліп, парадокс қалыптасты, бұл ретте өндірістік қуаттылық 16,9 млн тонна болса, өндіріс көлемі оның 10,8 млн тоннасын құрады. Осылайша, айырма РФ, ҚХР және ЕАЭО елдерінен келетін импорт болды. Дәл осы импорт отандық кәсіпорындардың өз қуаттарын жылына 13 – 15 млн тонна цемент пен әкке жеткізуге кедергі келтіреді.

2021 жылы "Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың 2015 – 2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы" орындалғаннан кейін кәсіпорындардың жиынтық жобалық қуаты жылына 16,5 млн тонна цементке жетті, ал жылдық күтілетін ішкі қажеттілік жылына 14 млн тонна болған [4].

Қазақстанның ұлттық қажеттіліктерді қамтамасыз ету үшін шикізат ресурстары мен экспорттық әлеуеті жеткілікті. Қазақстандық өндірушілердің цементі негізінен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1. "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС	1958	63	1 150 000	1. Vicat " Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС	2010	11	1 600 000
2	2 . Heidelberg Cement " Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС	1964	57	1 400 000	2 . " Стандарт Цемент" ЖШС	2010	11	2 000 000
3	3 . " Sas-Tobe Technologies" ЖШС	1952	69	470600	3. Steppe Cement " Central Asia Cement" АҚ	2014 (1953)	7	2 200 000
4	-				4 . Heidelberg Cement " Шымкент цемент" АҚ	2016 (1958)	7	1 300 000
5	-				5 . ХайдельбергЦемент "Каспий Цемент" ЖШС	2013	8	800 000
6	-				5. "Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС	2018	3	1 000 000
7	-				7. "Рудный цемент зауыты" ЖШС	2019	2	500 000
8	-				8 . " Көкше-Цемент" ӨБ" ЖШС	2017	4	2 000 000
9	-				9 . " Қазақцемент" ЖШС	2014	7	1 000 000
					10. "АСИГ " АҚ (

10	-				Хантау цемент зауыты)	2015	6	500 000
11	-				11. "Alacem" ЖШС (Алматы обл.)	(2020	1	1 000 000
12	Ылғалды тәсіл			3 020 600	Құрғақ тәсіл			13 900 000
13	Барлық цемент, 16 920 600 тонна							

Құрғақ тәсілді он бір зауыт жаңа болып табылады, олар 2010 – 2020 жылдар аралығында салынған [3], 2021 жылға олардың пайдаланылу мерзімі 1 жылдан 11 жылға дейін болды.

Құрғақ тәсілді тоғыз зауыт жаңадан салынды:

Visat "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС;

"Стандарт Цемент" ЖШС;

Heidelberg Cement "Каспий Цемент" ЖШС;

"Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС;

"Рудный цемент зауыты" ЖШС;

"Көкше-Цемент" өндірістік бірлестігі" ЖШС;

"Қазақцемент" ЖШС;

"АСІГ" АҚ (Хантау цемент зауыты);

"Alacem" ЖШС.

Қазақстан Республикасының цемент зауыттарында клинкерді күйдіруге арналған пештердің 4 түрі орнатылып, жұмыс істеп тұр:

1) ішкі жылу алмастырғыштары бар ылғалды тәсілді ұзын айналмалы пештер – 10 бірлік;

2) екі желілі төрт сатылы циклонды жылу алмастырғышы бар құрғақ тәсілді пеш ("Қарцемент" АҚ № 5 пеш) – 1 бірлік;

3) екі желілі төрт сатылы циклонды жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар құрғақ тәсілді пеш ("Қарцемент" АҚ № 6 пеш) – 1 бірлік;

4) бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштары және декарбонизаторлары бар құрғақ тәсілді пештер – 7 бірлік.

Екі зауыт – Heidelberg Cement "Шымкентцемент" АҚ (1958 жылдан бері) және Steppe Cement "Қарцемент" АҚ (1953 жылдан бері) бастапқыда ылғалды тәсілмен жұмыс істеді.

Цемент зауытының аса маңызды сипаттамасы – пеш паркі. "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-да рекуператорлы тоңазытқыштары бар Ø4x150 м пештері бар 3 айналмалы ылғалды тәсілді пеш және желтартқышты тоңазытқышы бар Ø4,5x170 м 1 пеш орнатылған.

Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС-да желтартқышты тоңазытқыштары бар Ø5x185 м ылғалды тәсілді 2 пеш және рекуператорлық тоңазытқыштары бар Ø4x100 м 2 пеш орнатылған.

2015 – 2020 жылдары "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС-да Ø4x100 м 2 пеште әк күйдіру жүзеге асырылды. Қазіргі уақытта осы зауытта әк өндірісі тоқтатылып, осы пештерде қайтадан клинкер күйдіріледі.

"Sas-Tobe Technologies" ЖШС-да 2 ылғалды тәсілді пеш қолданылады: Ø4x150 м 1 айналмалы пеш және Ø3,6x150 м1 пеш. Бұл кәсіпорында әк жағу үшін табиғи газбен жұмыс істейтін 3 шахта пеші орнатылған.

2020 жылы осы зауыттың Ø3,6x150 м бір айналмалы пеші реконструкцияланып, онда ауық-ауық әк күйдірілді. 2021 жылы зауыт жаңа инвесторлардың басқаруына өтті, олар күрделі жөндеуден кейін айналмалы пешті клинкер күйдіруге ауыстырды.

"Шымкентцемент" АҚ 1958 жылы салынды және бастапқыда Ø4x150 м ылғалды тәсілді пештері бар 6 технологиялық желіден тұрды. 2014 жылы "ылғалды" пештердің 1 және 2-желілерінің орнында орташа шикізат қоймаларын, шикізат диірменін және циклонды жылу алмастырғыштар мен декарбонизаторы бар пешті қамтитын құрғақ тәсіл желісі салынды. Бұл кәсіпорында алғашқы зауыттан төмендегі цехтар мен бөлімшелер қалды:

әктасты екі сатылы ұсақтау бөлімшесі;

клинкер сақталатын жабық қойма;

8 цемент диірмені мен компрессорлық бөлімшесі бар ұнтақтау цехы;

цементті салу және жөнелту цехы бар цемент силостары.

Steppe Cement "Қарцемент" АҚ зауытында бастапқыда 1953 жылы Ø3,6/3,3x150 м айналмалы пештері бар өндірістің ылғалды тәсілінің 4 желісі салынды. 1970-ші жылдардың басында зауыт (шартты түрде Жаңа Қарағанды цемент зауыты) кеңейтілді. Жаңа зауытта Ø7,0; 6,4x95 м 4 сатылы екі тармақты циклонды жылу алмастырғыштары бар (декарбонизаторларсыз) пештері бар құрғақ технологиялы 2 жаңа желі салынды. 2014 жылы бұл 2 пеш реконструкцияланды, ал 1953 жылы салынған ылғалды тәсілді төрт технологиялық желісі бар ескі зауыт толығымен пайдаланудан шығарылды.

Сала кәсіпорындарының жобалық өндірістік қуаты жылына 16 920 600 тонна цементті құрайды. Кәсіпорындарда 23 пеш орнатылған: 10 ылғалды пеш және 13 құрғақ өндіру пеші. Үш кәсіпорында ылғалды тәсіл қолданылады, қалған 11 кәсіпорын цемент алудың құрғақ тәсілін қолдана отырып жұмыс істейді. Бұрын пайдалануға берілген барлық кәсіпорындар жаңғыртудан өтті, қазіргі заманғы техникалық шешімдерді одан әрі енгізу жөніндегі іс-шаралар жоспарланып отыр.

1.1.4. Географиялық тиесілігі бойынша объектілер

Қазақстан Республикасының аумағы орасан зор, оның ауданы – 2 724 900 млн км² [10] құрайды. Сондықтан цемент зауыттарының аумағы бойынша географиялық

орналасуы (1.2-сурет) құрылысшылар сатып алатын цемент бағасындағы көлік шығындарының үлесіне айтарлықтай әсер етеді.

Айталық, Ресейдің ЕҚТ анықтамалығының мәліметтері бойынша [9] 2000 жылы Ресей Федерациясында цемент бағасында тасымалдау шығындарының үлесі 10 % құрады, ал 2014 жылы ол айтарлықтай өсті және 20 – 30 % құрады. Тұтынушыға цемент жеткізу үшін көлік түрінің үлесі де өзгерді. 2009 жылы темір жолмен цементтің шамамен 28 %-ы, ал 2014 жылы 31 %-ға жуығы жеткізілді, яғни шамалы өскен. 2014 жылы Ресейде автокөлікке қатысты жағдай айтарлықтай өзгерді – цементті автокөлікпен жеткізу көлемі 41 – 42 %-дан (2009 ж.) 72 – 73 %-ға дейін (2014 ж.) 30 %-ға өсті [9]. Қазақстан Республикасында да жағдай осындай.

Цементпен Оңтүстік Қазақстан жақсы қамтамасыз етілген. Мұнда жалпы өндірістік қуаты 6,370 млн тонна болатын 6 цемент зауыты бар.

Бұған қарамастан, аса ірі тұтынушылардың бірі – Алматы қаласы "Стандарт Цемент" ЖШС және "Шымкентцемент" АҚ-дан 700 км және "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС-дан 480 км қашықта орналасқан.

Облыс орталығы Талдықорған қаласы "Стандарт Цемент" ЖШС және "Шымкентцемент" АҚ-дан 950 км, "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС-дан 720 км қашықта орналасқан. Бұл цемент сияқты көп тонналы құрылыс материалын тасымалдау үшін өте ұзақ қашықтық. "Стандарт Цемент" ЖШС зауытының жеке вагон паркінде 300 хоппер-цемент тасығыш бар [11].

"Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС-да цемент өндіру 2018 жылы 1,54 млн тоннаны, 2019 жылы 1,55 млн тоннаны құрады. Зауытта 400 хоппер-цемент тасығыш бар. 2018 жылы 412 мың тонна, 2019 жылы 450 мың тонна цемент шетелге жеткізілді [12].

Шығыс Қазақстан цементпен мейлінше жақсы қамтамасыз етілген, онда үш зауыт жұмыс істейді: "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС және "Қазақ Цемент" ЖШС. Облыс орталығы Өскемен қаласына ең жақын орналасқан цемент зауыты – "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС Октябрьский кентінде, шамамен 90 км жерде орналасқан. Тұтынушыларға цементті темір жолмен, автокөлікпен, Ертіс өзені арқылы су көлігімен Павлодар облысына және Бұқтырма су қоймасы арқылы облыстың шығысы мен оңтүстігіне тасымалдауға болады.

Орталық Қазақстанда республиканың елордасы Астана қаласына ең жақын "Central Asia Cement" АҚ цемент зауыты шамамен 160 км, ал "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС шамамен 700 км орналасқан. "Көкше-Цемент" өндірістік бірлестігі " ЖШС Астана қаласынан шамамен 330 км қашықта (темір жол бойында) орналасқан.

Ірі өнеркәсіптік орталық – Жезқазған қаласына жақын "Central Asia Cement" АҚ зауыты 550 – 560 км қашықта орналасқан.

Батыс және Солтүстік Қазақстанда тек үш зауыт жұмыс істейді: "Каспий Цемент" ЖШС, "Рудный цемент зауыты" ЖШС, "Көкше-цемент" ӨБ" ЖШС. Бұл өңірлер

цементпен дұрыс қамтамасыз етілмеген. Облыс орталықтары мен ірі қалалар – Орал, Ақтөбе, Атырау, Павлодар, Петропавл, Арқалық қалаларына жақын цемент зауыттары 600 – 1200 км қашықта орналасқан. Сондықтан бұл аймақта цементтің бір бөлігі Ресей Федерациясының ең жақын цемент зауыттарынан импортталады. Жергілікті құрылыс компанияларының отандық цементті пайдалануы үшін Қазақстан Үкіметі бөгеу шараларын қабылдап жатыр.



Солтүстік Қазақстанда қуаты 0,5 млн тонна шағын Рудный зауыты және " Көкше-Цемент" өндірістік бірлестігі" ЖШС жұмыс істейді. Жобалық қуаты жылына 2 млн тонна бола тұра, бұл зауыт 2018 жылы бар-жоғы 435 мың тонна, 2019 жылы 448 мың тонна цемент шығарды, яғни өндірістік қуаттың 21,75 – 22,4 %-ы ғана жұмыс істеген [13]. 2020 жылдың 9 айында кәсіпорын 570,1 мың тонна клинкер және 644,3 мың тонна цемент шығарды. [14]. Зауыт ЦЕМ I 42,5 Б; ЦЕМ I 32,5 Н; ЦЕМ II/A-III 32,5 Б, сондай-ақ ПЦ400-Д20 және ПЦ400 Д0 типті жалпы құрылыс цементтерін шығарады [13]. Бұл зауытта бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштары және өлшемдері Ø5,25x62 м, өнімділігі 5500 т /тәул [7] декарбонизаторы бар Қазақстандағы ең қуатты пеш орнатылған.

1.1.5. Өндірістік қуаттары бойынша объектілер

Өндірістік қуаттары бойынша объектілер (1.7-кесте) былайша сипатталады: 3 зауыттың өндірістік қуаты 1 млн тоннадан аз, 11 зауыттың өндірістік қуаты 1 млн тоннадан астам, оның ішінде қуаты 2 млн тонна және одан көп 3 зауыт бар. Түрлі себептерге байланысты соңғы 10 жылда Қазақстанның аталған үш зауытының (екі

миллион шығаратын) ешқайсысында цемент өндіру көлемі жобалық 2 млн тоннаға жеткен жоқ.

1.7-кесте. Өндірістік қуаттары бойынша цемент өндіру объектілері

P/c №	Қуаты жылына 1 млн тоннадан аз зауыттар	Жобалық қуаты, т/жыл	Қуаты жылына 1 млн тонна және одан көп зауыттар	Жобалық қуаты, т/жыл
1	2	3	4	5
1	"Sas-Tobe Technologies" ЖШС	470 600	1. "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС	1 150 000
2	Heidelberg Cement "КаспийЦемент" ЖШС	800 000	2. Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС	1 400 000
3	"Рудный цемент зауыты" ЖШС	500 000	3. Vicat "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС	1 600 000
4	Жиыны:	1 770 600	4. "Central Asia Cement" Steppe Cement АҚ	2 200 000
5	-		5. Heidelberg Cement "Шымкентцемент" АҚ	1 300 000
6	-		6. "Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС	1 000 000
7	-		7. "Стандарт Цемент" ЖШС	2 000 000
8	-		8. "Көкше-Цемент" ӨБ ЖШС	2 000 000
9	-		9. "Қазақ Цемент" ЖШС	1 000 000
10	-		10. "АСІГ" АҚ (Хантау цемент зауыты)	500 000
11	-		11. ТОО "Alacem"	1 000 000
12	-		Жиыны:	15 650 000
13	Жиыны: 16 920 600 т			

1.1.6. Шығаратын өнім түрлері бойынша объектілер

Цемент өндіру 14 ірі зауытта, клинкер 1 зауытта, әк 2 зауытта (қазіргі уақытта 1 зауытта) жүзеге асырылады (1.8-кесте). Цемент шығаратын кәсіпорындардың жалпы қуаты 16 920 600 тонна.

1.8-кесте. Шығаратын өнім түрлері бойынша цемент өндіретін объектілер

P/c №	Цемент шығаратын зауыттар	Қуаты, т/жыл	Клинкер шығаратын зауыттар	Қуаты, т/жыл	Әк шығаратын зауыттар	Қуаты, т/жыл

1	2	3	4	5	6	7
1	"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС	1 150 000	Steppe Cement "Қарцемент" АҚ	1 800 000	"Sas-Tobe Technologies" ЖШС	175 200
2	Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС	1 400 000			"Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС *	20000 - 25000
3	"Sas-Tobe Technologies" ЖШС	470 600				
4	Vicat "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС	1 600 000				
5	Steppe Cement "Central Asia Cement" АҚ	2 200 000				
6	Heidelberg Cement "Шымкентцемент" АҚ	1 300 000				
7	Heidelberg Cement "КаспийЦемент" ЖШС	800 000				
8	"Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС	1 000 000				
9	"Рудный цемент зауыты" ЖШС	500 000				
10	"Стандарт Цемент" ЖШС	2 000 000				
11	"Көкше Цемент" ӨБ" ЖШС	2 000 000				
12	"Қазақ Цемент" ЖШС	1 000 000				
	"АСІГ" АҚ (Хантау					

13	цемент зауыты);	500 000			
14	"Аласем" ЖШС	1 000 000			
15	Жиыны:	16 920 600		1 800 000	

* "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС 2018 – 2019 жылдары 20 – 25 мың тоннадан әк өндірді, 2020 жылы әк шығаруды тоқтатты.

Бір зауыт – Steppe Cement "Қарцемент" АҚ клинкер шығарады, қуаты – 1 800 000 тонна. Осы клинкерден Steppe Cement "Central Asia Cement" АҚ цементті ұнтақтайды.

Екі зауыт – "Sas-Tobe Technologies" ЖШС және "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС цементпен қатар әк өндіреді.

2020 жылы "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС әк өндірген жоқ. № 2 пеш (100 м) қайтадан цемент клинкерін күйдіруге ауыстырылды.

Қазақстанның цемент зауыттары жалпы құрылыс цементін және арнайы цемент шығарады: портландцементтер, минералды қоспалары бар портландцементтер, кож-портландцементтер, сульфатқа төзімді портландцементтер, тампонаждық, жол цементтері және хризотилцемент бұйымдарына арналған портландцементтер (1.9-кесте).

Қазақстандық цемент зауыттарында жалпы құрылыс цементіне қатысты: МемСТ 31108 Жалпы құрылыс цементтері. Техникалық шарттар [15] қолданылады.

Жалпы құрылыс цементінен басқа арнайы цементтердің бірнеше түрі шығарылады. Арнайы сульфатқа төзімді цементтерді шығару МемСТ 22266 [17], тампонажды цементтер – МемСТ 1581 [18], жол цементтері – МемСТ 33174 [19] бойынша жүзеге асырылады.

1.9-кестенің деректерінен көріп отырғанымыздай, Қазақстан Республикасында ЦЕМ IV класты пуццоланды және ЦЕМ V композициялық цементінің, пуццолан минералды қоспалары бар, глиежді немесе күйдірілген тақтатасты, микрокремнеземді портландцементтің өндірісі мүлдем жоқ. Микрокремнезем қоспалары бар цементті "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС және Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС зауыттары шығара алар еді, өйткені Шығыс Қазақстанда микрокремнеземнің ағымдағы шығымы мен қорлары бар.

Күлі бар ЦЕМ II/A-K(Ш-И-3) 42,5 Н портландцементті Қызылорда ЖЭО-ның күл кожын пайдалана отырып, "Гезуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС ғана шығарады (1.9-кестені қараңыз). Дегенмен күл-кож қоры Қазақстан Республикасының көптеген өңірлерінде молынан бар.

Осылайша, Қазақстан Республикасында көп компонентті цемент шығару, цементтегі клинкердің үлесін азайту және осының есебінен атмосфераға CO₂ шығарындыларының көлемін азайту үшін елеулі мүмкіндіктер бар. Алайда цемент зауыттары белсенді минералды қоспаларды енгізу және цементтегі клинкердің үлесін азайту мүмкіндіктерін пайдаланбайды.

Қазақстан Республикасы көмірсутек шикізатын өндіру көлемі бойынша әлемнің жетекші елдерінің қатарына кіретіндіктен, жоғары сапалы тампонаждық материалдарды алу технологиясын әзірлеу және шығару маңызды мәнге ие болып отыр.

Отандық және шетелдік стандарттардың талаптарын қанағаттандыратын жоғары сапалы тампонажды цемент өндірісі "Стандарт Цемент" ЖШС, "Шымкентцемент" АҚ, "Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС-да жолға қойылған.

1.9-кесте. Объектілер бойынша шығарылатын өнім ассортименті

Р/с №	Цемент шығаратын зауыттар	Шығарылатын өнім ассортименті
1	2	3
1	"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС	ЦЕМ II/A-III 32,5 Н; ЦЕМ II/A-III 42,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Б; ЦЕМ II/A-II 32,5 Н; ЦЕМ II / A-II 32,5 Н; ПЦ 500 Д0; ПЦ 400 Д0; ПЦ 400 Д20; МемСТ 22266 бойынша - ЦЕМ I 32,5 Н СС; ЦЕМ II 42,5 Н СС; ЦЕМ I 32,5 Н ДП; ЦЕМ I 42,5 Н ДП.
2	Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС	ЦЕМ II/A-III 42,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н ; ПЦ 500 Д0; ПЦ 500 Д0-Н; ЦЕМ I 42,5 Н СС ;
3	"Sas-Tobe Technologies" ЖШС	ПЦ 400 Д0; ПЦ 400 Д20; ПЦ 400 Д30; ПЦ 300 Д40 ; ЦЕМ II 42,5 Н СС
4	Vicat "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС	ЦЕМ II / B-II 32,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н ; ЦЕМ I 52,5Н
5	Steppe Cement "Central Asia Cement" АҚ	ЦЕМ II/A-III 42,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н ; ЦЕМ II/B-III 32,5 Н; ПЦ 500 Д0 Н; ПЦ 400 Д0-Н; ПЦ 400 Д20-Н; ШПЦ 300 Д20-80
6	Heidelberg Cement "Шымкентцемент" АҚ	ЦЕМ II/A-III 42,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н ; ЦЕМ II / B-III 32,5 Н; ПЦ 500 Д0 Н; ПЦ 400 Д0-Н; ШПЦ 300 Д20-80 ; ЦЕМ I 42,5 Н СС ; ПЦТ I-G-CC-1
7	Heidelberg Cement "КаспийЦемент" ЖШС	ЦЕМ II/B-III 32,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н; ЦЕМ II / a-K(III-II) 42,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н СС ;
		ЦЕМ I 52,5 Н ; ЦЕМ II/A-III 32,5 Н; ЦЕМ II / A-III 42,5 Н; ЦЕМ II / B-K(III-II)

8	"Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС	32,5 Б; ЦЕМ II/A-K(Ш-И-3) 42,5 Н ; ЦЕМ I 42,5 Н СС ; ПЦТ I-G-CC-1
9	"Рудный цемент зауыты" ЖШС	ПЦ 500 Д0; ПЦ 400 Д0; ПЦ 400 Д20; ЦЕМ I 42,5 Н; ЦЕМ I 32,5 Н; ЦЕМ II / А-Ш 32,5 Н;
10	"Стандарт Цемент" ЖШС	ЦЕМ I 32,5 Н; ЦЕМ I 42,5 Н; ЦЕМ I 52,5; ЦЕМ II/A-Ш 32,5 Н; ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н; ЦЕМ II / В-Ш 32,5 Н; ЦЕМ I 32,5 Н СС; ЦЕМ I 42,5 Н СС; ПЦТИ-G-CC-1

Қатаю шарттарына сәйкес құрылыс әгі ауада қатаятын әк және гидравликалық әк болып бөлінеді.

Ауада қатаятын әктің келесі түрлері бар:

сөндірілмеген кесек әк;

сөндірілмеген ұнтақталған әк;

гидратты әк (үлпек);

өзілген әк [3].

Сөндірілмеген кесек әк – бұл әртүрлі көлемдегі кесектер қоспасы. Химиялық құрамы бойынша ол толығымен СаО және MgO-дан тұрады, СаО мөлшері басым.

Магний оксидінің құрамына байланысты: құрамында MgO мөлшері 5 %-ға дейін кальцийлік әк; магнезиялық әк, онда MgO мөлшері 5 – 20 % және MgO мөлшері 20 – 40 % доломиттік әк болады.

Магний оксидінің қоспасы әктің қасиеттерін өзгертеді: магнезиялық әк (MgO 5 – 20 %) баяу сөніп, жылуды аз шығарады және доломиттік әк сияқты (MgO 20 – 40 %) сазды және құмды қоспалар төмен болып, гидравликалық қасиеттерді көрсетеді. Соңғысы магний гидроксидінің Са(OH)₂-мен салыстырғанда ерігіштігінің төмендеуінен туындайды.

1.1.7. Қазақстанның шикізат базасы

Қазақстанның жер қойнауы цемент пен әк өндіруге арналған шикізатқа бай.

Портландцементті клинкер өндіру үшін негізінен карбонатты, сазды жыныстар мен түзеткіш компоненттер қолданылады (әдетте, басқа өндірістердің құрамында темір бар қалдықтары). Шикізат қоспасы клинкердің берілген химиялық-минералогиялық құрамын қамтамасыз етуге тиіс [7].

ОРГПРОЕКТЦЕМЕНТ Шымкент бөлімшесінің деректері бойынша [20] және зауыттық деректер бойынша табиғи шикізаттың химиялық құрамы негізінен мынадай болады (1.10-кесте).

1.10-кесте. Табиғи шикізаттың химиялық құрамы

--	--	--

Р/с №	Материал	Химиялық құрамы, %									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ⁻	АҰП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Әктас	3,76-6,75	0,47-2,0	0,36-1,47	49,8-55,15	0,2-1,48	0,1-1,1	0-0,28	0-0,18	0,01-0,031	39,65-41,16
2	Сары топырақ	40,02-56,01	8,53-13,47	2,81-4,65	9,35-21,62	1,78-3,89	0,16-0,61	1,05-1,84	2,31-2,80	0,011	12,07-19,91
3	Бор	1,5	0,5	0,3	52,4	1,0	0,4	0,06	0,1	0,04	42,8
4	Құм	75,72-97,4	1,1-6,7	0,4-2,03	0,1-1,79	0,05-4,89	0,05-0,51	0,01-0,88	0,05-2,39	0,046	0,3-5,5
5	Темір кені	19,71-21,98	2,30-10,4	60,68-66,34	1,73-2,48	0,9-1,53	0,18-0,35	0,44	0,17	-	2,45-4,8

Цемент өнеркәсібі үшін мынадай қасиеттері бар шикізат оңтайлы:

шикізат қоспаларын компоненттердің ең аз санынан дайындауға мүмкіндік беретін негізгі клинкер түзетін оксидтердің құрамы осындай болғанда химиялық құрамының тұрақтылығы;

ұнтақталуы, реакциялық қасиеті және күйдірілуі жоғары;

шикізат компоненттерінің негізгі компоненттерінің диссоциациялану реакцияларының температуралық аймақтары клинкер түзілу барысына рекристаллизациялық процестердің әсерін төмендету мақсатында бір-біріне барынша жақын болуға тиіс;

шикізаттың физикалық қасиеттері (табиғи ылғалдылық, басқа химиялық құрамның кристалды қосындыларының құрылымы мен болуы) ең аз энергия шығынымен сапалы клинкер алуды қамтамасыз етуге тиіс [21].

Шикізат сапасын бағалау негізінен екі белгі бойынша жүргізіледі: химиялық құрамы және физикалық қасиеттері. Физикалық қасиеттердің ішінде шикізаттың ылғалдылығы, жұмсақ жыныстардың гранулометриялық құрамы, олардың суда бөгу қабілеті, қатты жыныстардың беріктігі мен ұнтақталуы, минералогиялық құрамы мен құрылымы, бөтен қоспалардың болуы – саздағы тастар, әктастағы кремний ойықтары маңызды. Саз үшін икемділік – пештен тозаң шығаруды азайту үшін аса берік түйіршіктер түзу мүмкіндігі маңызды. Кен орнының жайылуы мен тереңдігіне орай шикізат материалдарының химиялық құрамы мейлінше біркелкі болуға тиіс.

Жоғары сапалы клинкер алу үшін алюмосиликатты компоненттегі SiO₂/Al₂O₃ оңтайлы қатынасы 3,5 – 3,8, бірақ 4-тен жоғары емес. Бұл ретте қатаудың ең бастапқы кезеңдерінде беріктікті қамтамасыз ететін C₃A оңтайлы түзілуі қамтамасыз етіледі. Саз компонентіндегі (80 мкм-ден астам) ірі кристалды кварц өте зиянды, 1250 – 1450 °C температурада оның CaO-мен өзара әрекетке түсуі қиын, бұл оның құрылымының қатаң реттелуіне байланысты [22].

Шикізатта MgO және SO₃ қосалқы оксидтерінің болуы (гипс, сілтілі металл сульфаттары немесе сульфидтер түрінде) регламенттеледі, ал TiO₂, P₂O₅, R₂O, Mn₂O₃, Cr₂O₃ регламенттелмейді. R₂O сілтілері аз мөлшерде болса да зиянды, оңтайлы концентрациядағы басқа қоспалар жағымды рөл атқарады, клинкердің синтезін жеңілдетеді (MgO, Mn₂O₃) немесе цементтің гидравликалық белсенділігін арттырады (P₂O₅, Cr₂O₃, TiO₂). Клинкердегі MgO құрамы 5 %-ға дейін регламенттелген, басқа оксидтер регламенттелмеген. Клинкердегі сілтілердің құрамы 0,75 – 1,0 %, P₂O₅ – 1 – 2 %, Mn₂O₃ – 4 %, Cr₂O₃ 1,5 %-дан аспауға тиіс.

Шикізат шихтасы мен клинкердегі зиянды және қошталмайтын оксидтер құрамының шекті мәндері [7] 1.11-кестеде келтірілген.

Карбонатты жыныстар шикізат шихтасына кальций оксидін, саз SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ оксидтерін енгізеді. Темір оксидінің жетіспеушілігінен үшінші компонент – түзеткіш темір қоспасы – пирит өртендісі (күкірт қышқылын өндірудің жанама өнімі), мойындық тозаңы (домна пешінен шығару), нашар темір кені, қызыл шлам (алюминий өндірісінің қалдығы) енгізіледі. Кейбір жағдайларда силикат модулінің мөлшерін түзету үшін кремний қоспалары – кварц құмы енгізіледі, ол шикізат қоспасына SiO₂ жетіспейтін мөлшерде қосылады.

1.11-кесте. Шикізат шихтасы мен клинкердегі зиянды және қошталмайтын оксидтер құрамының шекті мәндері

Р/с №	Көрсеткіштер	Ұтымды шекті мәндер	
		Шикізат шихтасы*	Клинкер
1	2	3	4
1	Қанықтыру коэффициенті	0,80 - 0,92/1,03-1,07	0,88 - 0,95
2	Силикат модулі	1,90 - 2,60/2,02 - 2,60	1,90 - 3,00
3	Сазтопырақ модулі	0,90 - 1,60/0,90 - 1,50	0,90 - 2,00
4		Оксидтердің болуы, %	
5	MgO, артық емес	3,2/3,1	5,00
6	SO ₃	1,00/0,80	1,50
7	R ₂ O = Na ₂ O + 0,658K ₂ O, артық емес	0,80/1,70	1,20
8	Cl ⁻ хлор иондары, артық емес	0,015 түтін газдарының байпасы болмаған кезде	
9	TiO ₂ , артық емес	1,30/1,30	2,0
10	P ₂ O ₅ , артық емес	0,30/0,30	

* күлсіз отын/күлі бар отын (көмір).

Карбонатты жыныстарға әктас, бор, мәрмәр, әктас-ұлутас жынысы, әк туфы жатады. Олардағы қоспалар сазды заттар, доломит, кварц, гипс болып табылады. Балшық қоспалары зиянды емес. Доломит пен гипстің жоғары мөлшерде болуы қошталмайды, өйткені клинкердегі MgO құрамы 5 %-дан аспауға тиіс [7]. Шикізат қоспасындағы карбонатты жыныстың пайыздық қатынасы 70 – 80 % құрайды. Әктас пен бор – шөгінді жыныстар. Әктас пен бордағы қоспалар саздың алюмосиликатты минералдары, кварц, опал, халцедон, темір оксидтері, гипс, пирит (Fe₂S), фосфорит (apatит), барит (BaSO₄), магний карбонаты (доломит) болып табылады.

Сазды жыныстар – бұл сумен араласқан кезде икемді болатын майда түйіршікті табиғи топырақты материал. Оларға саздың өзі, аргиллит, тақтатаc, сары топырақ, бентонит, саздақ жатады.

Тақтатастар – бұл тас жынысы, саздың қайта кристалданған өнімі. Сары топырақ – кварц, дала шпаты, слюдалар, каолинит, кальциттің тозаң тәрізді бөлшектерінен тұратын борпылдақ топырақты жыныс. Оның икемділігі шамалы. Сары топырақты негізінен Орта Азия мен Қазақстан зауыттары пайдаланады. Саздақ – құрамында кварцтың қомақты (40 % дейін) мөлшері бар саз. Сазды тақтатастар – қосынды минералдар бағдарлы орналасқан, тақтатасы жұқа қатпарлы және жақсы көрініп тұратын, жұқа пластиналарға оңай бөлінетін қатты, тығыз тау жыныстары.

Сонымен қатар әр геологиялық формацияға және карьерге байланысты шикізат, сондай-ақ балама шикізат құрамында металдар, органикалық және басқа қосылыстар (хлор, фтор, пирит сияқты сульфидтер және т. б.) сияқты маңызды емес элементтер болуы мүмкін, олар концентрациялар шамадан тыс және/немесе пештің жұмыс жағдайлары қолайлы болған кезде түзіледі, атмосфераға шығарылатын металдар (мысалы, сынап, қорғасын, хром, мыс және т. б.), жалпы органикалық көміртек, хлор және фторлы сутегі, күкірт диоксиді, диоксиндер мен фурандар және т. б.

Мысал ретінде және ақпараттық мақсатта 1.12-кестеде саз бен әктастың әрқилы типтеріндегі металдардың орташа құрамы көрсетілген.

1.12-кесте. Саз бен әктастың әрқилы типтеріндегі металдардың орташа құрамы [23]

P/c №	Элементтер		Саз және аргиллит	Әктас, мергель және бор	Шикізат ұны
			мг / кг (құрғақ зат бойынша)		
1	2	3	4	5	6
1	Сүрме	Sb	Деректер жоқ	1 - 3	<3
2	Күшән	As	13 - 23	0,2 - 20	1 - 20
3	Бериллий	Be	2 - 4	0,05 - 2	0,1 - 2,5
4	Қорғасын	Pb	10 - 40	0,3 - 21	4 - 25
5	Кадмий	Cd	0.02 - 0.3	0,04 - 0,7	0,04 - 1
6	Хром	Cr	20 - 109	1,2 - 21	10 - 40
7	Кобальт	Co	10 - 20	0.5 - 5	3 - 10

8	Мыс	Cu	Деректер жок	3 - 12	6 - 60
9	Марганец	Mn	Деректер жок	<250	100 - 360
10	Никель	Ni	11 - 70	1,5 - 21	10 - 35
11	Сынап	Hg	0,02 - 0,15	<0,01 - 0,13	0,01 - 0,5
12	Селен	Se	Деректер жок	1 - 10	<10
13	Теллур	Te	Деректер жок	<4	<4
14	Таллий	Tl	0,7 - 1,6	0,05 - 1,6	0,11 - 3
15	Ванадий	V	98 - 170	4 - 80	20 - 102
16	Қалайы	Sn	Деректер қолжетімсіз	<1 - 5	<10
17	Мырыш	Zn	59 - 115	10 - 40	20 - 47

Қазба материалдарды ауыстыру үшін қолданылатын балама шикізатта да (қалдықтарда) (мысалы, пайдаланылған пішіндеу құмы, техникалық әк, әк шламдары, колчедан қожы, темір қожы, мыс қожы, ұшпа күл, өндірістік қызметтен және қалалық суларды тазартудан түзілген шламдар, өсімдіктер және т. б.) осылай болуы мүмкін (4.9-бөлімді қараңыз).

Әлемнің кейбір елдерінде балама материалдар (қалдықтар) үшін шекті мәндерді жекелеген рұқсаттар үшін немесе белгілі бір елдегі бүкіл цемент секторы үшін билік белгілейді (мысалы, төмендегі кестеде шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтар үшін шекті мәндер көрсетілген) [24].

Жанғыш және басқа да қалдықтардағы түрлі металдардың ықтимал құрамы 1.13-кестеде келтірілген.

1.13-кесте. Қалдықтардағы түрлі металдардың шамамен алғандағы құрамы *

P/c №	Элемент	Шамамен алғандағы мән [күрғақ заттың мг/кг]				
		Жанғыш қалдықтарға арналған А бағаны (сол жақта: мг/МДж-да; оң жақта: мг/кг-да, 25 МДж /кг-ның төменгі жылу шығару қабілетіне қарай)		Балама шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтарға арналған В бағаны	Портландцемент өндіру кезінде ұнтақтау сатысында компоненттер ретінде пайдаланылатын қалдықтарға арналған С бағаны	
		мг/МДж	мг/кг	мг/кг	мг/кг	
1	2	3	4	5	6	7
1	Күшән	As	0,6	15	20	30
2	Сүрме	Sb	0.2	5	5	5
3	Барий	Ba	8	200	600	1000
4	Бериллий	Be	0,2	5	3	3
5	Қорғасын	Pb	8	200	50	75

6	Кадмий	Cd	0,08	2	0.8	1
7	Хром	Cr	4	100	100	200
8	Кобальт	Co	0,8	20	30	100
9	Мыс	Cu	4	100	100	200
10	Никель	Ni	4	100	100	200
11	Сынап	Hg	0,02	0,5	0,5	0,5
12	Селен	Se	0,2	5	1	5
13	Күміс	Ag	0,2	5	-	-
14	Таллий	Tl	0,12	3	1	2
15	Ванадий	V	4	100	200	300
16	Мырыш	Zn	16	400	400	400
17	Қалайы	Sn	0,4	10	50	30

* 1.13-кестеге ескертпе:

А бағаны отын ретінде пайдаланылатын қалдықтарға қолданылады, олар айналмалы пеш клинкерінің шығысындағы негізгі қыздырғышқа немесе айналмалы пештің кіреберісіне енгізіледі. А бағанындағы индикативті мәндер [мг/МДж] қалдықтардың төмен калориялық құндылығына негізделген. Нақтылық үшін 25 МДж/кг төмен калориялық қуатқа негізделген [мг/кг қалдықтардағы] шамамен алғандағы мәндер де келтірілген. 25 МДж/кг мәні көмірдің калориялық құндылығына сәйкес келеді. Егер қалдықтардың калориялық мәні 25 МДж/кг-нан төмен немесе одан жоғары болса, ауыр металдардың рұқсат етілген мөлшері пропорционалды түрде өзгереді;

В бағаны клинкер өндіруде балама шикізат және түзеткіш шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтарға жатады. Бұл қалдықтар жиі қолданылатын шикізаттың бір бөлігін алмастырады немесе шикізат ұнының құрамын, яғни кальций, темір, кремний немесе алюминий құрамын түзету үшін қолданылады;

С бағаны портландцемент өндіруде ұнтақтау сатысында компоненттер ретінде пайдаланылатын қалдықтарға жатады. Портландцементтің 90 – 95 %-ы ұнтақталған цемент клинкерінен және 5 – 10 %-ы гипстен, сондай-ақ ұнтақтау сатысында қосылған басқа компоненттерден тұрады).

Кейбір цемент зауыттарында пирит өртенділерінің жетіспеушілігіне байланысты құрамында темір бар қоспалар ретінде негізінен FeO түрінде темірі бар түсті металлургияның түйіршікті қожы қолданылады. Кейбір технологиялық қасиеттері бойынша қож өртендіге қарағанда жақсы: олар тозаң шығармайды, бункерлерде қатып қалмайды, бірақ олар өте қатты, нашар ұнтақталады, олардағы темір мөлшері аз, сондықтан шығын да көп жұмсалады.

Карбонатты шикізат ретінде барлық қазақстандық зауыттар әктасты пайдаланады, тек "Каспий Цемент" ЖШС жұмсақ карбонатты жыныс – борды пайдаланады (1.14-кесте). Алумосиликатты компонент ретінде саз, сары топырақ, саздақ немесе сазды тақтатастар қолданылады.

1.14-кесте. Клинкер мен цемент алу үшін Қазақстан зауыттарында пайдаланылатын табиғи шикізат материалдары мен техногендік өнімдер

P/c №	Клинкер өндіруге арналған			Цемент өндіруге арналған	
	Карбонатты компонент	Сазды (алюмосиликатты) компонент	Түзету қоспасы	Минералды қоспа	Қатаюды реттегіш
1	2	3	4	5	6
1	табиғи шикізат				
1.1	эктас бор	балшық сары топырақ саз балшықты тақтатас саздауыт	темір кені құм	эктас бор	гипс тас
2	техногендік шикізат				
2.1	фосфор қожы домна қожы	фосфор қожы домна қожы	күйік мыс балқыту қожы қорғасын қожы	фосфор қожы домна қожы күлқож	фосфогипс

Темірлі түзеткіш қоспа ретінде пирит өртендісі, темір кені, мыс балқыту немесе қорғасын қожы қолданылады. Пирит өртенділері – колчедандарды күйдіргеннен кейінгі күкірт қышқылы өндірісінің қалдығы. Пирит өртенділері негізінен күкірттің (1 – 2 %), мыстың (0,33 – 0,47 %), мырыштың (0,42 – 1,35 %), қорғасынның (0,32 – 0,58 %) аздаған қоспалары бар темірден (40 – 63 %) және басқа металдардан тұрады [27].

Кейбір кәсіпорындар – "Стандарт Цемент" ЖШС, "Гежуба Шиелі Цемент" ЖШС, "Каспий Цемент" ЖШС – силикат модулінің шамасын қажетті белгіленген мәндерге жеткізу үшін басқа да түзеткіш қоспаны – кварцты құмды пайдаланады [26]. Шикізат шихтасының құрамындағы эктастың үлесі 70 – 80 %, алюмосиликатты немесе сазды құрамда 20 – 30 %, түзеткіш қоспада 3 – 5 % құрайды.

Цементтің қатаю мерзімін реттеу үшін цементті ұнтақтаған кезде қоспа ретінде Жамбыл, Индербор кен орнының (Атырау облысы) және ішінара Бағаналы кен орнының (Түркістан облысы) табиғи гипс тасы пайдаланылады.

Эктас карьерлері анағұрлым қашықтық орналасқан "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-да – 88 км, "Стандарт Цемент" ЖШС-да – 45 км, "Шымкентцемент" АҚ-да – 30 км тасымалдау теміржол арқылы жүзеге асырылады. Басқа зауыттарда эктас карьерлері 2 – 10 км қашықтықта орналасқан, тасымалдау автосамосвалдармен жүзеге асырылады. Сазды шикізатты жеткізу қашықтығы 2 – 14 км құрайды, тасымалдау негізінен автосамосвалдармен жүргізіледі. "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС зауытында саз гидротранспорты ішінара пайдаланылады.

Шикізаттың балама түрлері. Барлық цемент зауыттары белсенді минералды қоспа ретінде МемСТ 3476 бойынша домналық және электротермофосфорлы түйіршіктелген қожы пайдаланады [27].

Технологиялық шикізат қоры едәуір болғанына қарамастан, цемент зауыттары өз жұмыстарының тиімділігін арттыру үшін оларды барынша пайдалануға тырыспайды. Бұл бірнеше себептерге байланысты:

қалдықтардың сату бағасының жоғарылығы;

техногенді шикізатты зауытқа жеткізудің көліктік шығындарының жоғарылығы;

зауыттардың техногендік шикізатты кәдеге жарату, технологиялық процестің параметрлерін қайта баптау және т.б. бойынша жаңа проблемалармен айналысқысы келмеуі немесе қызығушылығының болмауы.

Қазақстанның қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы мемлекеттік саясаты Қазақстан Республикасының "жасыл" экономикаға көшуі жөніндегі тұжырымдамада айқындалған және қалдықтарды бөлек жинауды енгізуге, қалдықтарды қайта өңдеу секторын дамытуға, оның ішінде мемлекеттік-жекешелік әріптестік арқылы қайталама шикізаттан өнім алуға бағытталған. Тұжырымдамаға сәйкес 2030 жылға қарай қалдықтарды қайта өңдеу үлесі 40 %-ға дейін, 2050 жылға қарай 50 %-ға дейін жетуге тиіс [28].

2019 жылы тұрмыстық қатты қалдықтарды өңдеу үлесі 14,9 % құрап (2018 жылмен (11,5 %) салыстырғанда), 3,4 %-ға артты.

Табиғат пайдаланушылардың қалдықтарын түгендеу жөніндегі есептер негізінде қалыптастырылған Қоршаған ортаны қорғаудың бірыңғай ақпараттық жүйесінің өндіріс және тұтыну қалдықтарының мемлекеттік кадастрының кіші жүйесінің дерекқорын талдау 2018 жылы түзілген қауіпті қалдықтардың көлемі 2017 жылмен салыстырғанда 23 088,1 мың тоннаға (немесе 18 %), ал 2019 жылы 2018 жылмен салыстырғанда тағы да 30 544,35 мың тоннаға (немесе 20 %) ұлғайғанын көрсетті. Түзілген қауіпті емес қалдықтардың көлемі 2019 жылы 2017 жылмен салыстырғанда 57 302,55 мың тоннаға (немесе 20 %) және 2018 жылмен салыстырғанда 39 996,35 тоннаға (немесе 14 %) ұлғайды.

2019 жылы түзілген қауіпті емес қалдықтардың көлемі 2017 жылмен салыстырғанда 17 %-ға және 2018 жылмен салыстырғанда 12 %-ға артты. (1.15-кесте).

1.15-кесте. Қазақстан Республикасы бойынша 2017 – 2019 жылдары түзілген қауіпті емес қалдықтардың көлемі (мың т)

Р/с №	Қауіпті емес қалдықтар	Жыл		
		2017	2018	2019
1	2	3	4	5
1	Буып-түю материалдары	55,4	37,1	82,6
2	Макулатура	130,4	211,3	227,7
3	Пластик қалдықтары	5,3	13,3	68,84

4	Электрондық және электр жабдықтарының қалдықтары	10,3	4,0	1,32
5	Ірі көлемді қалдықтар	0,8	3,8	73,7
6	Құрылыс қалдықтары	531,3	690,0	486,1
7	Басқа қалдықтар	277 415,3	294 495,3	334 511

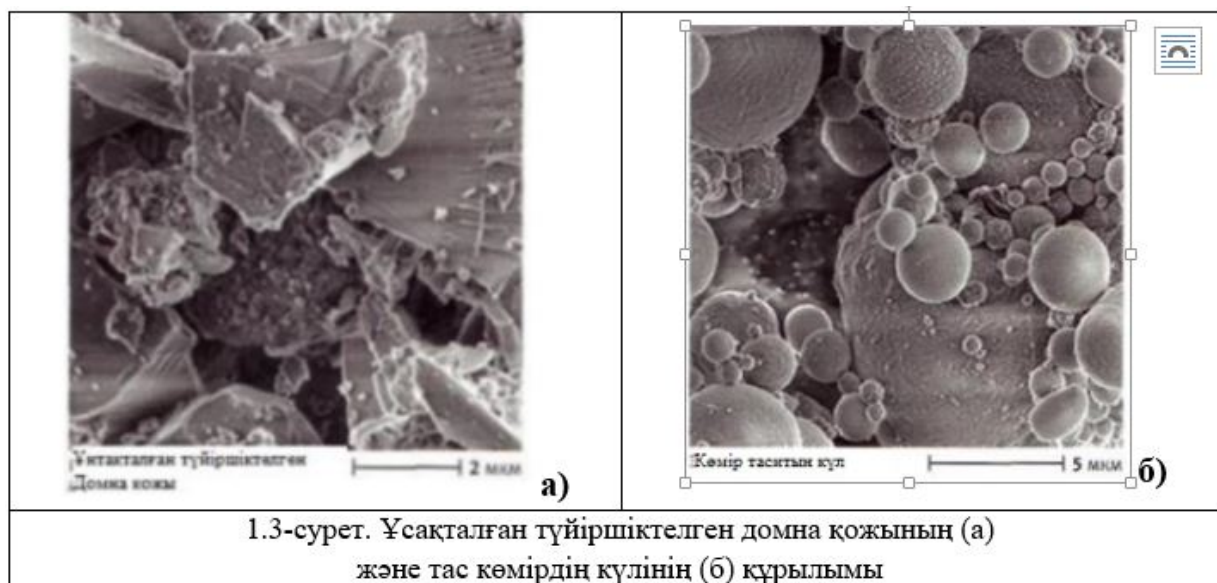
2019 жылы қауіпсіз қалдықтардың негізгі "түзушілері" тау-кен өндіру (318 683,45 мың тонна) және өнеркәсіптің өңдеуші салалары (9 963,25 мың тонна) мен кәсіптік ғылыми және техникалық қызмет (3 148,04 мың тонна) болды.

Тұтыну қалдықтарын қайталама шикізатқа жатқызу өлшемшарттары Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2016 жылғы 19 шілдедегі № 332 бұйрығымен бекітілген [29].

Металлургия, химия және энергетика өнеркәсібінде қалдықтар ретінде әртүрлі қождың – алюмосиликатты балқымалардың кристалдануы мен түйіршіктелу өнімдерінің едәуір мөлшері жинақталған: домна, мартен қожы, түсті металлургия қожы (мыс балқыту, қорғасын, никель), электротермофосфор қожы, отын қожы (сұйық қож алынатын).

Жылу электр станцияларында (ЖЭС), ЖЭО-да күл-қоқыс – қатты отынды жаққан кезде қалатын тозаң тәрізді күйдегі және электр сүзгілері немесе циклондар тұтып қалатын жанама өнім көп мөлшерде түзіледі. Түйіршіктелген отындық қож – сұйық қож кетіретін энергетикалық оттықтардан шығарылатын балқыманы сумен түйіршіктеу өнімі. Күл-қож қоспалары жылу электр станцияларының үйінділерінен алынған полидисперсті массалар болып табылады.

Бұл қалдықтар тиімді шикізат материалы болып табылады, өйткені олар термиялық өңдеуден өткен, карбонатты компоненті ыдыратылған, бұлайша ыдыратуға клинкерді күйдіру кезінде айтарлықтай жылу жұмсалады. Қож ішінара шыны тәрізді күйде болады, бұл олардың реакциялық қасиетін арттырады (1.3-сурет). Айталық, күлде мөлшері 100 мкм-ге дейін сфералық бөлшектер түрінде шыны тәрізді фаза басым болады.



Қож минералдарының бір бөлігі – клинкер минералдары (C_2S), бұл да оларды жоғары сапалы шикізатқа айналдырады. Қожды шикізат ретінде пайдаланған кезде пештер жоғары өнімділікпен жұмыс істейді, клинкер түзілу процестеріне жылу шығыны азаяды, кальций карбонатының эндотермиялық ыдырау реакциясына жылу шығыны азаяды. Қождың едәуір мөлшері цементтерді ұнтақтау кезінде белсенді минералды қоспа ретінде қолданылады.

Домна қожы (1.16-кесте) негіздік модулі бір бірліктен үлкен негізгі қож және негіздік модулі бір бірліктен аз қышқыл қож болып бөлінеді. Қождың сапасын басты бағалау К сапа коэффициенті бойынша жүзеге асырылады.

1.16-кесте. Домналық түйіршіктелген қождың құрамы

Р/с №	Көрсеткіш	Домналық түйіршіктелген қождың сорты		
		3	4	5
1	Сапа коэффициенті, кем емес	1,65	1,45	1,2
2	Құрамы, %:	-	-	-
2.1	Al_2O_3 , кем емес	8	7,5	Нормаланбаған
2.2	MgO , артық емес	15	15	15
2.3	TiO_2 , артық емес	4	4	4
2.4	MnO , артық емес	2	3	4

Домна қожы Қарағанды облысы Теміртау қаласындағы "Арселор Миттал Теміртау" АҚ-да түзіледі.

Түйіршіктелген қож құрамы 1.17-кестеде келтірілген.

Домна қожы кальций ортосиликатынан – C_2S , ранкиниттен – C_3S_2 , волластониттен – CS , гелениттен – C_2AS , тридимиттен тұрады.

1.17-кесте. Домна, электртермофосфор және болат балқыту қождарының орташаланған химиялық құрамы

Р/с №	Түйіршік телген қож	Химиялық құрамы, %							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃ FeO	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Домналық	33-44	4-20	30-49	2-15	0,3-0,8	0,5-2,9	–	0,3-3
2	Электр-термофосфорлы	40-43	1-3	42-49	3-4	0,4-1	2-3	0,9-3	–
3	Болат балқыту	25-40	1-10	32-40	1-12	5-20	-	-	4-8

Электртермофосфорлы қож электр пештерінде сублимация және тез салқындату әдісімен сары фосфор өндірудің жанама өнімі болып табылады. Олардың құрамында 90 – 95 % дейін шыны бар. Түйіршіктелген электртермофосфорлы қож негізінен шыныдан және CS волластониттен, үйінді қожы псевдоволластониттен, ранкиниттен, флюориттен, силикофосфаттан тұрады.

Фосфор қожының құрамына МемСТ 3476 [27]-де қойылатын талаптар мынадай, %: SiO₂ – кемінде 40; CaO кемінде – 43; P₂O₅ 2,5 аспайды.

МемСТ [27] бойынша цементке қоспа ретінде қолданылатын күлдегі отын (жанғыш) қалдықтарының құрамы 5 %-дан, SiO₂ кемінде 40 %, SO₃ кемінде 2 %, сілтілер 2 %-дан, АҰҚ 5 %-дан аспауға тиіс, дисперсиялығы № 008 елек арқылы електен өткізілетін сынаманың кемінде 85 % өтетіндей болуы тиіс.

Электртермофосфорлы қож электр пештерінде сублимация және тез салқындату әдісімен сары фосфор өндіру кезіндегі жанама өнім болып табылады.

Қазақстанда фосфор қожы Тараз қаласындағы Жаңа Жамбыл фосфор зауытында (ЖЖФЗ) түзіледі. Шымкент фосфор зауыты жұмыс істеп тұрған кезде (1990 жылға дейін) түйіршіктелген қождың үлкен үйіндісі пайда болды, оның көп бөлігі қазіргі уақытта пайдаланылды.

1980 жылы "Шымкентцемент" АҚ-да қожды Ø4x150 м барлық алты пешке тұрақты беру үшін қож кептіру бөлімшесінен бастап пештің суық бөлігіндегі жеткізгіштерге дейін тұрақты көлік желісі салынды. Әр пешке сағатына 4 тонна фосфор қожы берілді. Пеш агрегаттарының өнімділігі 35-тен 38 – 39 т/сағ-қа дейін немесе 10 %-дан астамға өсті, отынның меншікті шығыны төмендеді, клинкер мен цемент өндірісі ұлғайды. "Шымкентцемент" АҚ фосфор зауытынан 3 км жерде орналасқан [7].

1980 жылы профессор С.В. Тереховичтің әзірлемелері бойынша Састөбе цемент зауытында ақ портландцемент клинкерін өндірудің энергия үнемдейтін технологиясы енгізілді. Жамбыл "Химпром" ОБ және Шымкент "Фосфор" ОБ қожы каолинді толықтай, әктасты ішінара алмастыра отырып, шикізат шламының компоненті ретінде

пайдаланылды. Пештердің суық бөлігіне фосфор қожын қосымша жүктеу жүзеге асырылды. Нәтижесінде айналмалы пештердің өнімділігі 20 – 35 %-ға өсті, отынның үлестік шығыны 20 – 30 %-ға төмендеді, ақ клинкердің аппақ болуы 4 – 6 %-ға өсті [30]

Отын күлінің, қождың, басқа да қалдықтардың ресурстары орасан зор. Мәселен, Ресейдің ЕҚТ анықтамалығына сәйкес [9] Ресейдегі қалдықтардың жылдық өнімділігі ондаған және жүздеген миллион тоннаны құрайды, ал пайдалану пайызы тек 0,5-тен 30 %-ға дейін (1.18-кесте).

1.18-кесте. Ресейде қалдықтарды шығару және пайдалану

Р/с №	Қалдықтардың атауы	Жылдық шығарылымы	Пайдалану пайызы	Үйінділердегі бар мөлшері
1	2	3	4	5
1	ЖЭС күлі мен қожы, млн т	40	7	150
2	Домна пешінің қожы, млн т	40	20	360
3	Түсті металлургия қожы, млн т	50	2	450
4	ЭТФ қожы, млн т	20	8	130
5	Болат балқытатын қож, млн т	10	0,5	70
6	Фосфогипс, млн т	25	5	280
7	Пирит өртендісі, млн т	7	30	40
8	Әктас елемі, млн т	175	7	д/ж

Көптеген цемент зауыттарының карьерлерінде сапалы шикізат қорларын өндіру клинкер өндірісі үшін дәстүрлі емес жаңа шикізат материалдарын іздеуді талап етеді.

М.Әуезов атындағы ОҚМУ-да баламалы шикізат ретінде тефритобазальттар, диабаздар, сиениттер, көмір өндірісінің қалдықтары, күл-қож, фосфор және қорғасын қожы зерттеліп, ұсынылды.

ҚР-да клинкер мен цемент алу үшін жарамды баламалы шикізаттың химиялық құрамы 1.19-кестеде келтірілген.

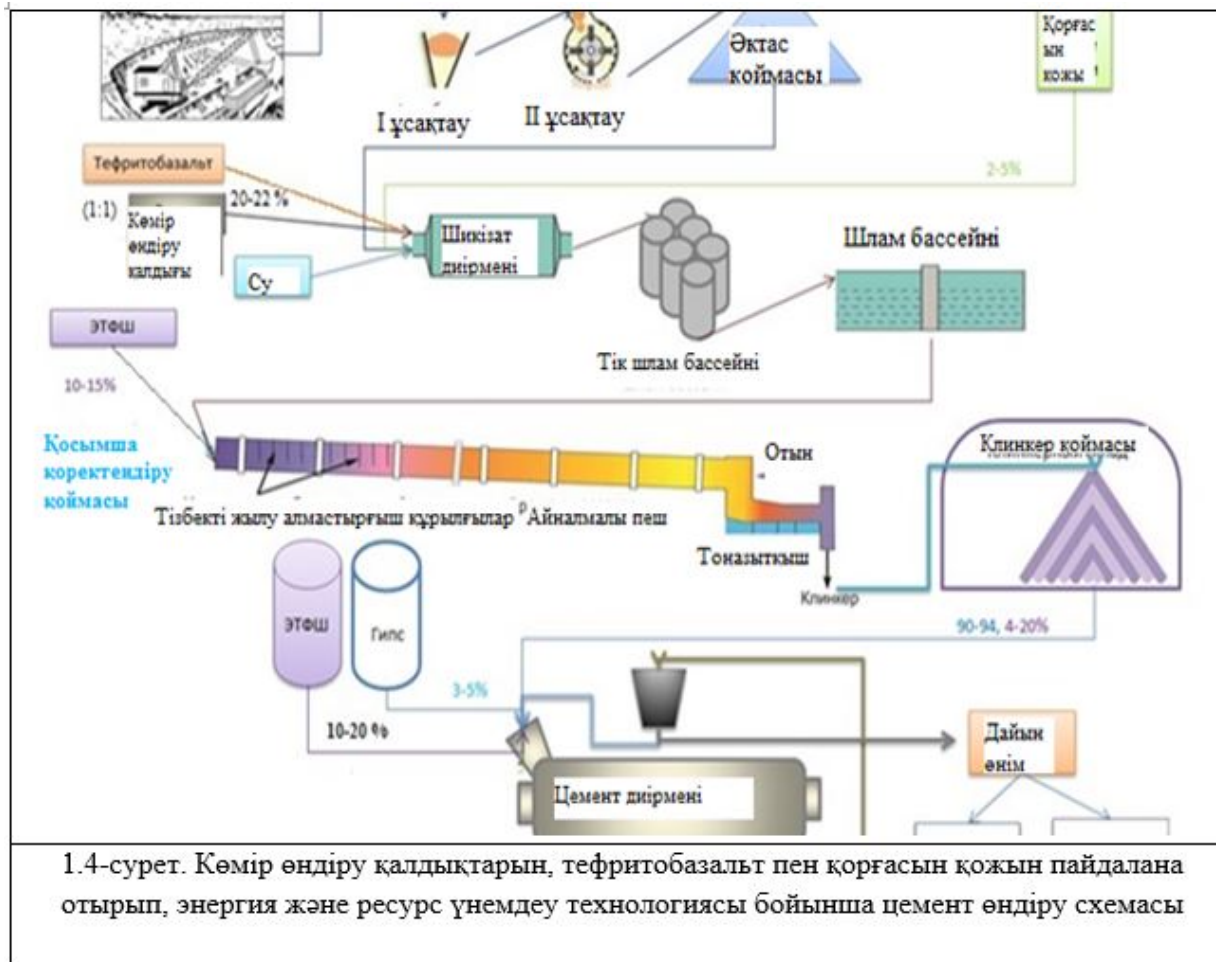
1.10-кестеде келтірілген балама шикізат (өнеркәсіптік қалдықтар) құрамында металдар (Pb, Cu, Zn және т.б.) жоғары мөлшерде болуы мүмкін, мұның өзі металдардың атмосфераға көп мөлшерде шығарылуына әкеп соғуы ықтимал. Сондықтан осы қалдықтарды өнеркәсіптік масштабта қолданбастан бұрын пештің түтін мұржасындағы барлық тиісті ластағыштарды, соның ішінде 12 металды, сондай-ақ диоксиндер мен фурандарды сынау және өлшеу қажет.

Қазақстан Республикасында Қарағанды және Екібастұз өңірлерінде көмір өндіру мен көмір байыту қалдықтарының қомақты көлемі жинақталған. Террикондар "Central Asia Cement" АҚ-дан 10 – 20 км қашықтықта орналасқан. Түркістан облысында "

10	ту қалдықта ры (Қарағанды)	57,94	23,93	4,33	0,86	1,48	0,37	4,83	1,08	-	-	-	-	4,5	0,68
11	Карбидті үлпек әк	4,15	0,97	0,96	67,64	0,88	0,56	-	-	-	-	-	-	24,35	0,49
12	Көмір өндірудің қалдық күлі	73,8	13,7	4,78	2,36	0,68	0,69	3,09	0,6	-	-	-	-	0,16	0,74
13	Күлқо ж	51,97 -58,5	26,42 -28,8	4,80- 13,78	1,35- 3,40	0,73- 1,5	0,22- 0,4	-	-	-	-	-	-	4,2- 4,7	-

"Sas-Tobe Technologies" ЖШС-да Ø4x150 м пеште 74,92 % әктасты, көмір өндірудің қалдығын + тефритобазальтты (1:1) 18,63 %, қорғасын қожын 6,45 % қамтитын энергия үнемдеу шихтасының өнеркәсіптік сынақтары жүргізілді. Пеш жұмысының жақсарғаны байқалды, клинкердің сапасы жақсы, бос СаО құрамы 0,5 – 1,5 %, жентектеу аймағындағы сылақ берік, күйдіру температурасы 100 – 110 °С төмендеп, пештің орташа сағаттық өнімділігі 30 т/сағаттан 34,5 т/сағатқа дейін немесе 15,1 %-ға өсті, табиғи отын шығыны 380 кг/т-дан 307,8 кг/т-ға дейін немесе 19 %-ға азайды, 1 тонна клинкерге отынның шығыны 271-ден 219,5 кг дейін азайды. Эксперименттік сульфатқа төзімді цементтердің беріктігі 28 тәуліктен кейін иген кезде 6,7 МПа, қысқан кезде 45,4 МПа құрайды. 4x4x16 см буланған үлгілердің беріктігі иген кезде 4,6 МПа, қысқан кезде 30,3 МПа болды [34].

Көмір өндіру қалдықтарын, тефритобазальт пен қорғасын қожын пайдалана отырып , цементтің энергия және ресурс үнемдеуші өндірісінің технологиялық схемасы 1.4-суретте келтірілген.



1.4-сурет. Көмір өндіру қалдықтарын, тефритобазальт пен қорғасын қожын пайдалана отырып, энергия және ресурс үнемдеу технологиясы бойынша цемент өндіру схемасы

Жоғарыда көрсетілген өндіріс схемасы бойынша (1.4-сурет) экономикалық есеп-қисап жүргізілді (ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мырыш және кадмий өндірісі" анықтамалығына 1-қосымшаны қараңыз).

"Стандарт Цемент" ЖШС-да Ø4x60 м құрғақ тәсілді пеште кварц құмының орнына фосфор қожын қосып, тампонажды цемент алудың энергия үнемдеуші технологиясына өндірістік сынақтар жүргізілді [35].

Күйдіру процесінде айналымды пештің жұмысы жақсартылды, циклондық жылу алмастырғыштан пешке түсетін материалдың декарбонизация дәрежесі орта есеппен 3 %-ға артты, бұл шикізат қоспасының құрамындағы кальций карбонаттары үлесінің төмендеуімен және оларды фосфор қожының төмен негізді минералдары – волластонитпен ауыстырумен түсіндіріледі. Декарбонизатор форсункаларына және пешке берілетін тозақ-көмір отынының шығыны 1 – 2 %-ға төмендеді, агломерация аймағындағы қорғаныс жабыны неғұрлым тұрақты және біркелкі болды, пештің өнімділігі 105 т/сағ-тан 108,2 т/сағ-қа дейін артты.

Қазақстанда Қарағанды облысында болат балқытатын қождың қомақты қоры бар. Бұл аймаққа ең жақын "Central Asia Cement" АҚ және "Жамбыл Цемент" ЖШС болып табылады. Ал Ресей Федерациясында мұндай болат балқытатын қожды пайдалану бойынша жеткілікті тәжірибе жинақталған. "Осколцемент" ЖАҚ-та Ø5x185м пешке

12,5 және 19,2 % болат балқыту қожын берген кезде шартты отынның үлестік шығыны 212-ден 190 және 169 кг/т дейін төмендеді, отын үнемдеу тиісінше 22 және 44 кг/т құрады. Бұдан басқа, атмосфераға CO_2 шығарындылары тиісінше 9,3 және 19,5 %-ға төмендеді.

Зерттеу нәтижелері жол және әуеайлақ цементін шығару үшін "Осколцемент" ЖАҚ-та енгізілді. Клинкерді шикізат қоспасы $1350\text{ }^\circ\text{C}$ температурада күйдіру арқылы алынды, бұл 30 % отын үнемдеуді қамтамасыз етеді және пештің өнімділігін 5 т/сағ арттырады [33].

Карбидті үлпек әк карбидті-ацетилен өндірісінің жанама өнімі болып табылады және Теміртау қаласындағы Қарағанды синтетикалық каучук зауытында түзіледі. Бұл аммиак иісі бар көкшіл ұнтақ. Борпылдақ күйдегі көлемдік массасы – $0,49\text{ т/м}^3$, тығыздалған күйінде – $0,83\text{ т/м}^3$, үлестік беті – $2100\text{ см}^2/\text{г}$.

Шикізат ретінде карбидті үлпек әкті, фосфорлы және домна қожын минералдандырғыштармен пайдалана отырып, табиғи шикізатты техногендік өнімдермен толық ауыстыру кезінде клинкер мен цемент алудың карьерсіз төмен температуралы технологиясы әзірленді [34] [35] [36].

Көптеген цемент зауыттарының карьерлерінде сапалы шикізат қорларын өндіру клинкер өндірісі үшін дәстүрлі емес жаңа шикізат түрлерін іздестіруді талап етеді.

Киев политехникалық институтында А.А.Пашенко, Е.А.Мясникова жүргізген зерттеулер портландцемент клинкерін шығаруда базальттар мен перлиттердің жоғары тиімділігін көрсетті. Бұл табиғатта кең таралған вулкандық жыныстар, олардың ылғалдылығы төмен, құрамында TiO_2 , VO_2 , BaO қоспалары бар [37].

Базальт – кең таралған эффузивті тау жынысы, ең көп таралған жынысқа жатады – оның құрамындағы магмалық жыныстар 20 %-дан астам. Құрамында кремнезем мен басқа оксидтердің болуы жағынан базальттар негізгі жыныстарға жатады. Қазақстанда базальт кен орындары мен оларды ұсақтау қалдықтары Шығыс Қазақстан облысында бар.

Перлит – химиялық құрамы салыстырмалы түрде тұрақты құрамында су бар вулкандық қышқыл шыны.

Диабаздар – бұл құрылымы диабазды плагиоклаз, лабрадор және авгиттен тұратын палеотиптік формадағы толық кристалды магмалық тау жынысы. Термиялық өңдеген кезде диабаздар $1250 - 1300\text{ }^\circ\text{C}$ температурада толығымен ериді, бұл оларды шикізат қоспасының жоғары реакциялық қасиетін алюминсиликат компоненті ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Сиенит – бұл ортоклаздан, плагиоклаздардан, темір оксидтерінің қатты ерітінділерінен тұратын пироксен тобынан тұратын ашық сұр және қызғылт түсті терең, орташа түйіршікті кварцсыз жыныстар. Құрамында аз мөлшерде гидрослюдадар мен биотит бар.

Тефритобазальт – қалыпты қатардағы негізгі эффузивті тау жынысы, кайнотип жыныстарының ішіндегі ең көп тарағаны, тефриттерден базальттарға ауысады. Тефритобазальттар мен базальттарды құрамында темір бар түзеткіш қоспаның орнына шикізат қоспасының алюминсиликатты компоненті ретінде пайдалануға болады. Бұл жыныстар клинкер түзілу процестерінің температурасын төмендетуге ықпал етеді [35].

Диллатометриялық әдіспен анықталған тефритобазальттардың балқу температурасы 1280 °С, ликвидус температурасы 1350 °С. Даубаба кен орнының тефритобазальттарының баланстық қорлары А+В+С₁ санаттары бойынша шамамен 20 млн тоннаны құрайды. Кен орны "Стандарт Цемент" ЖШС, "Шымкентцемент" АҚ және "Sas-Tobe Technologies" ЖШС Оңтүстік Қазақстан цемент зауыттарынан 10 – 50 км қашықтықта орналасқан, оны кеңінен механикаландыруды және бұрғылау-жару жұмыстарын қолдану арқылы ашық тәсілмен қазуға болады.

Құрамында магмалық жыныстар бар шикізат қоспаларының реакциялық қасиеті мен күйдірілуі дәстүрлі материалдардан тұратын шихталарға қарағанда әлдеқайда жоғары. Күйдіру процесінде сұйық фаза дәстүрлі әктас-сазды шикізат қоспаларын қолданғанға қарағанда 150 °С төмен температурада пайда болады. Минерал түзу процестерінің аяқталуы 1350 – 1400 °С төмен температурада жүреді. Базальттарды өнеркәсіптік ауқымда қолдана отырып, Днепродзержинск цемент зауыты мен Новоздолбунов ЦШК-де клинкер алудың "қиыршық тас" технологиясы жүзеге асырылды. Бөлшектердің мөлшері 30 мм-ге дейінгі қиыршық тас түріндегі карбонаты бар шикізат пен базальттардың қоспасы алдын ала ұсақталмай айналмалы пештерде жағуға беріледі [40].

Қарағанды көмір бассейнінің тас көмірін байыту қалдықтары жеткілікті орташаланған материал болып табылады. Әртүрлі бассейндердің көмір байыту қалдықтарының химиялық құрамы мейлінше кең ауқымда өзгеріп тұрады. Қалдықтардың құрамында 2,9-дан 28,8 %-ға дейін қалдық көмір бар және клинкер алу үшін шихтаның сазды компонентін алмастыра алады. "Оралцемент" АҚ-да көмір қалдықтарын қолдану қалдықтардағы жанып кететін қоспалардың әрбір пайызы отынның меншікті шығынын 15 кг/т клинкерге төмендететінін көрсетті [38].

Қалдықтарды шикізат матрицалары ретінде пайдалану мысалдары ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мырыш және кадмий өндірісі" анықтамалығына 2-қосымшада келтірілген.

Әк өндіруге арналған шикізат – әктас және бор (1.20-кесте).

1.20-кесте. Әк өндіруге арналған карбонатты жыныстарға қойылатын талаптар

Р/с №	Компоненттер	Сыныптар						
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CaCO ₃ , %, кем емес	92	86	77	72	52	47	72

2	MgCO ₃ %, артық емес	5	6	20	20	45	45	8
3	Сазбалшықты қоспалар (SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃), %, артық емес	3	8	3	8	3	8	20

Шикізаттағы қоспалардың құрамы мен концентрациясы әктің қалай аталатынын анықтайды (1.21-кесте).

1.21-кесте. Әктің атауына қоспалардың құрамы мен концентрациясының әсері

P/c №	Шикізат, 1.20-кесте бойынша сыныбы	Құрамы, салмағы бойынша %			Әк
		CaCO ₃ , кем емес	MgCO ₃ , артық емес	Сазбалшық, артық емес	
1	2	3	4	5	6
1	Таза әктас, А	92	5	0-3	Кальцийлі майлы жеңіл әк, I және II сорт
2	Кәдімгі әктас, Б	86-92	6	1-8	Құнарсыз жеңіл әк, II және III сорт
3	Құмды әктас, В	72	8	20	Гидравликалық
4	Доломиттелген әктас, Г	77	20	3	Магнезиялы жеңіл әк
5	Доломит, Д	52	45	3	Доломитті жеңіл әк
6	Доломиттелген құмды әктас	47	45	8	Магнезиялы гидравликалық

Сазбалшық концентрациясының жоғарылауымен әк гидравликалық, яғни суда қатаю қасиетіне ие болады.

Әкті күйдіру үшін құрамында ылғалдылығы 18 % дейінгі кемінде 90 % CaCO₃, 4 % дейін SiO₂, 2 % дейін бір жарым оксидтер жиынтығы (Al₂O₃, Fe₂O₃) және 0,4 % дейін SO₃ бар жыныстар жарамды деп саналады; алайда сапасы төмен әктас та пайдаланылады. Тығыз және берік әктастар борпылдақ, үгілгіш әк бере алады, сондықтан шахта пештерінде күйдіруге жарамсыз болып қалады. Ал, жұмсақ бор, керісінше, қатты әк бере алады. Қоспалар әктің тығыздығына ол шөгетіндей немесе ыдырайтындай әртүрлі әсер етеді, сондықтан қоспыта отырып, СаО кристалдарының өсуіне ықпал етеді; басқалары, керісінше, көлемін азайтып, әкті қатайтады.

Әктің күйдіргеннен кейінгі беріктігінің көрсеткіштері технолог үшін өте маңызды: жаңа кен орнындағы шикізаттың жарамдылығын анықтау және күйдіруге арналған

пештің түрін таңдау кезінде олар шикізаттың физикалық-механикалық қасиеттеріне және әртүрлі конструкциядағы пештерде тәжірибелік күйдіру негізінде әк өндіруге сүйенеді. Күйдіру кезінде бөлшектердің беріктігін, желінуін, тығыздығын, кеуектілігін, жарылуын, табиғи көлбеу бұрышын білу маңызды.

1.1.8. Техникалық-экономикалық сипаттамалар

Цемент – әмбебап құрылыс материалы, сондықтан ол өз саласында маңызды тауар болып саналады.

XXI ғасырда әлемдік цемент өндірісінің орталықтары Азияда орналасты. Жалғыз Қытайдың өзі 2019 жылы 2 200 млн тоннадан астам цемент немесе әлемдік көлемнің 54 %-ын өндірді. Түркия, Вьетнам мен Индонезия да жоғары көрсеткіштер мен өндірістің жоғары өсу қарқынын көрсетуде [39].

Әлемде 12 елдің ғана өнім өндіру көлемі жылына 50 млн тоннадан асады (1.5-сурет)

2015 жылғы 1 қаңтарда Еуразиялық экономикалық одақ (бұдан әрі ЕАЭО) құру туралы шартқа қол қойылды, оған бүгінгі күні бес мүше мемлекет – Армения Республикасы, Беларусь Республикасы, Қазақстан Республикасы, Қырғыз Республикасы және Ресей Федерациясы кіреді.

ЕАЭО-ның цемент нарығының одан әрі шоғырлануға әлеуеті бар. Цементті негізгі өндіру және тұтыну көлемі Ресейге тиесілі: 81 % – қуаттарда, 80 % – өндірісте және 80 % – тұтытуда. Шетелдік халықаралық цемент холдингтерінің үлесіне ЕАЭО қуаттарының шамамен 20 %-ы тиесілі [40 – 41].

№	Ел	млн т.
1	 Қытай	2200
2	 Үндістан	320
3	 Вьетнам	95
4	 АҚШ	89
5	 Мысыр	76
6	 Индонезия	74
7	 Иран	60
8	 Ресей	57
9-10	 Бразилия	55
9-10	 Корея Республикасы	55
11	 Жапония	54
12	 Түркия	51
	Қалған елдер	900
	2019 жылы әлемдік өнімдер	4100

1.5-сурет. Цемент өндіретін елдердің тізімі

(Америкалық цемент өндірушілер қауымдастығының мәліметтері бойынша)

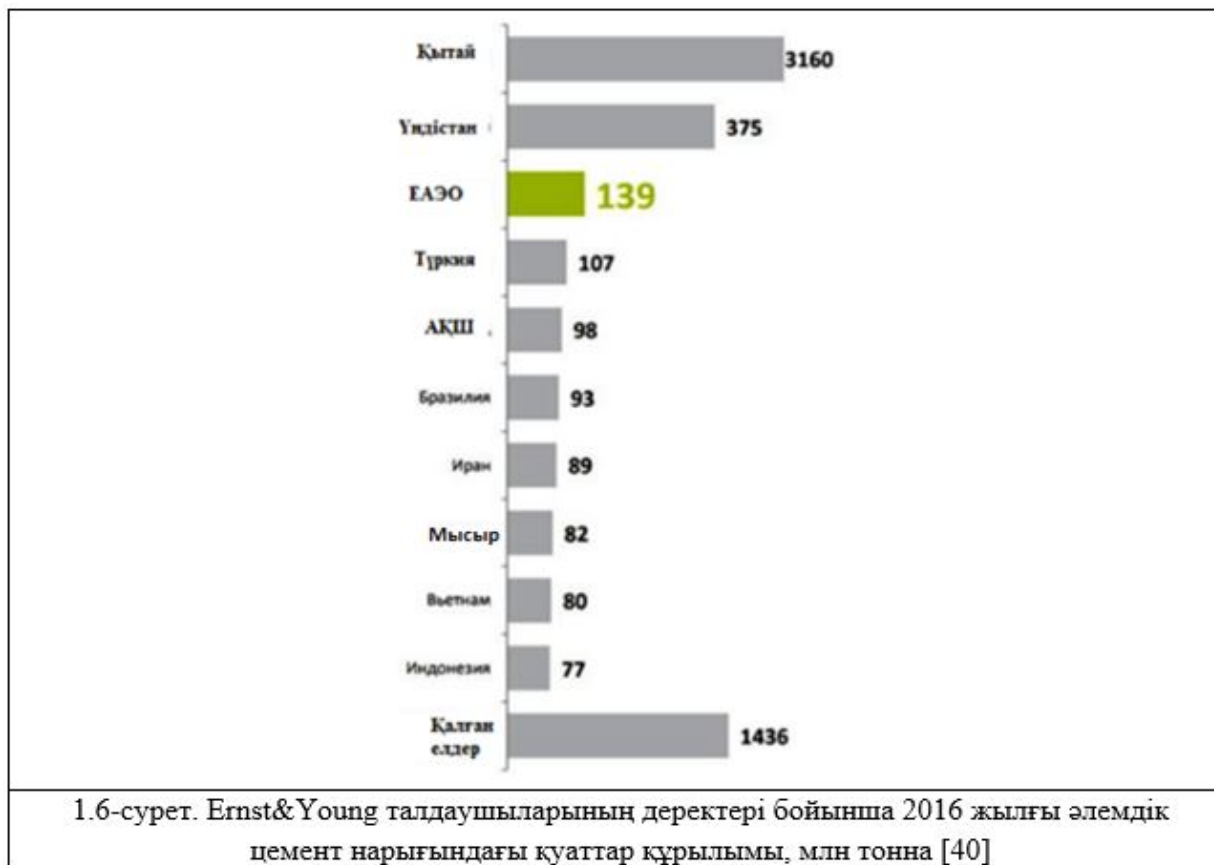
Егер 2016 жылы әлемдік цемент нарығындағы қуаттар құрылымын қарайтын болсақ, онда ЕАЭО қуаты шамамен 10 %-ды құрайды (1.6-сурет).

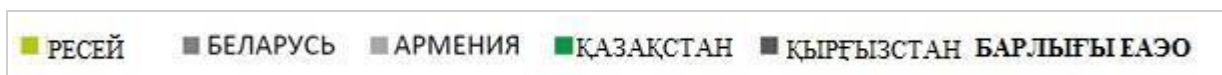
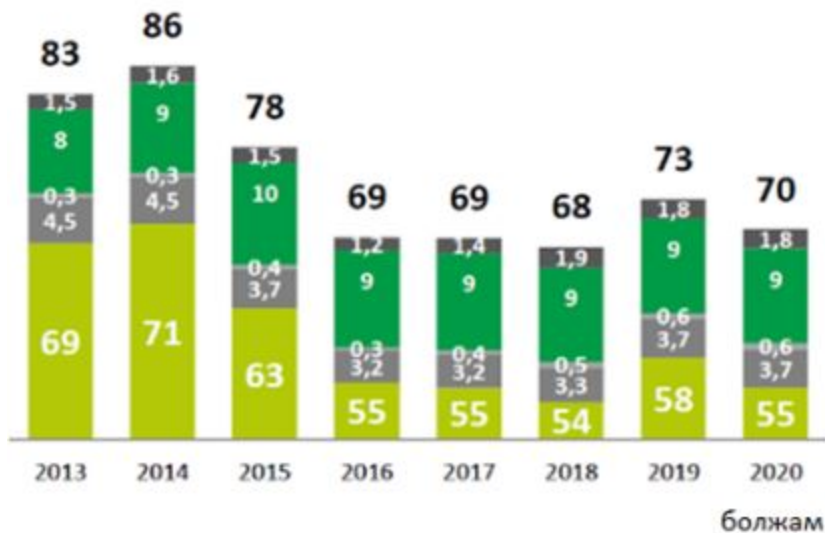
ЕАЭО елдерінде цемент тұтыну жылма-жыл өзгеріп отырады, ал Қазақстан Республикасында тұрақты (1.7-сурет).

Қазақстан Республикасы басшылығының нысаналы саясатының арқасында елімізде сапалы жалпы құрылыс цементін, сондай-ақ бірқатар арнайы цементті: сульфатқа төзімді, жол, тампонаждық, беріктігі жоғары, тез қататын және басқаларын шығаруға қабілетті қазіргі заманғы цемент зауыттары салынды.

Айталық, 2020 жылы 10,8 млн тонна цемент, 1 496 421 тонна құрастырмалы темірбетон конструкциялар, 4 634 473 тонна тауарлық бетон, 416 491 тонна құрылыс ерітінділері өндірілді. Бұл 2020 жылы 15,3 млн шаршы метрден астам тұрғын үйді пайдалануға беруге мүмкіндік берді. Қазақстан өндірілген цементтің бір бөлігін экспортқа да жібереді: Қазақстаннан негізгі цемент импорттаушы елдер – Өзбекстан, Қырғызстан және Ресей [42].

1.8-суретте 2010 – 2019 жылдар аралығындағы кезеңде Қазақстаннан басқа елдерге цемент экспорты бойынша деректер келтірілген.





1.7-сурет. ЕАЭО елдерінде цемент тұтыну



1.8-сурет. ЕАЭО елдері бойынша цемент экспорты
(дереккөз: «Сыртқы сауда» статистикалық жинағы, ҚР ҰЭМ Статистика комитеті)

Қазақстанда ақ және декоративтік, кеңейетін, сазбалшықты және басқа да арнайы цемент түрлерінің өндірісі жолға қойылмаған. Оларды тұтыну көлемі аз, сондықтан цементтің бұл түрлері басқа мемлекеттерден импортталады. Қазақстанға негізгі цемент жеткізушілер Ресей және Иран болып табылады [42]. Қазақстандық зауыттардың ғылыми-техникалық әлеуеті қажет болған жағдайда, жеткілікті тұрақты сұраныс туындаған кезде республика үшін қажетті ерекше цемент өндірісін жолға қоюға мүмкіндік береді.

Төменде, 1.9-суретте, 2010 жылдан бастап 2019 жылға дейінгі кезеңде Қазақстанға басқа елдерден цемент импорты бойынша деректер келтірілген.



**1.9-сурет. ЕАЭО елдері бойынша цемент экспорты
(дереккөз: "Сыртқы сауда" статистикалық жинағы, ҚР ҰЭМ Статистика комитеті)**

Цемент саласында өндірістің өсуі байқалады, мәселен, 2015 жылдан бастап 2019 жылға дейін құрылыс материалдары өндірісінің көлемі 443 млрд теңгеден 587 млрд теңгеге дейін [46] немесе 33 %-ға өсті, онда өнімнің 62 %-ы цемент, әк және құрылыс гипсіне тиесілі. Қазақстанның цемент саласы климаттық жағдайларға байланысты маусымдық сипатқа ие, өйткені құрылыс материалдарына сұраныс көктемге, жазғы және күзге келеді.

1.10-суретте 2010 жылдан 2019 жылға дейін Қазақстандағы портландцемент (ақ цементтен басқа) және портландцемент клинкері өндірісінің көлемі көрсетілген.



1.10-сурет. Қазақстан Республикасында цемент клинкері мен цемент өндірісі
(дереккөз: "Қазақстан мен оның өңірлерінің өнеркәсібі" статистикалық жинағы, ҚР
ҰЭМ Статистика комитеті)

Мемлекет түрлі мемлекеттік бағдарламаларды (ҮИИДМБ-1 және 2) іске асыру және ауқымды жобалар құрылысын іске қосу есебінен цементке деген сұранысты арттырды.

2020 жылы цементтің тоннасының орташа құны 26000 теңге болған кезде 10,8 млн тонна цемент шығарылып, өнімнің жалпы құны шамамен 280,8 млрд теңгені немесе 2020 жылы елдің ЖІӨ-нің шамамен 0,4 %-ын құрады.

1.1.9. Энергия ресурстарын пайдалану

Цемент өндірісі энергияны көп қажет ететін өнеркәсіп болып табылады. Цемент саласындағы отын-энергетикалық ресурстарға жұмсалатын шығыстардың үлесі өндірілген өнім құнының шамамен 40 %-ын құрайды [2].

2019 – 2020 жылдар аралығындағы кезеңде әлемдік цемент өнеркәсібі шамамен 6 % -дан 7 %-ға дейін CO₂ ғаламдық шығарындыларын және 5-тен 7 %-ға дейін антропогендік парниктік газдар шығарындыларын шығарды [44] [45] [46] [47].

CO₂ парниктік газ болып табылады және ол карбонатты шикізат декарбонизациясы (технологиялық CO₂) және отынды жағу (энергетикалық CO₂) кезінде пайда болады [48].

1.1.9.1. Жылу энергиясы

Технологиялық отын ретінде Қазақстанның барлық цемент зауыттары Қарағанды, Екібастұз кен орнының немесе Қара Жыра кен орнының көмірін пайдаланады.

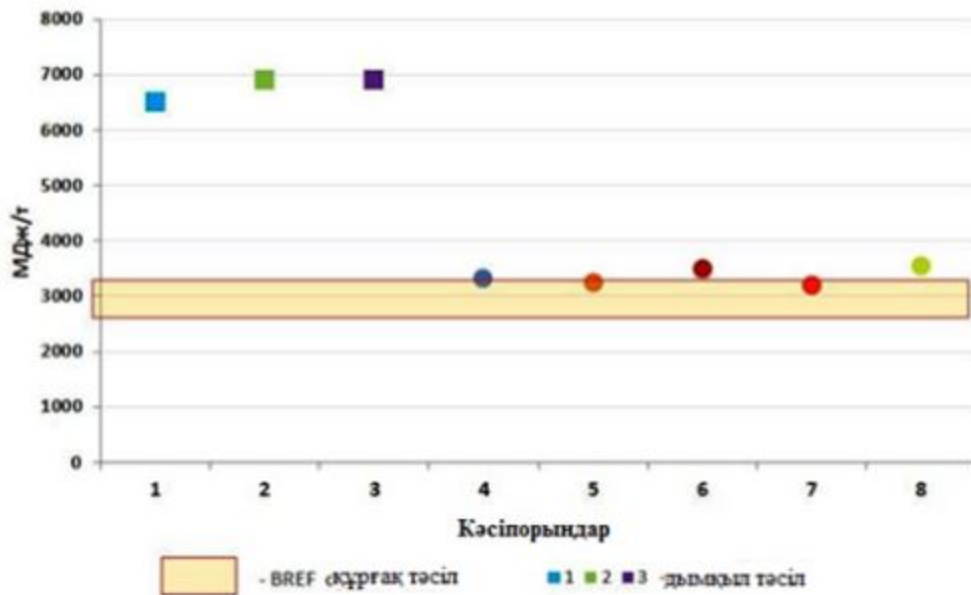
Клинкерді күйдіруге кететін жылудың үлестік шығыны көптеген факторларға байланысты. Олардың негізгілері – өндіру тәсілі (дымқыл, құрғақ, циклонды жылу

алмастырғыштармен – циклонның 3-тен 6 сатысына дейін; декарбонизатормен немесе онсыз), пештер мен басқа жабдықтардың конструкциясы мен пайдаланылуы (мысалы, тоңазытқыш, тікелей немесе аралас режимде жұмыс істейтін шикізат диірмендері және т. б.), процесті басқаруды оңтайландыру, біркелкі және тұрақты жұмыс жағдайлары, шикізаттың қасиеттері, өндірілетін өнім түрі және т. б.

Клинкер өндірісінде Қазақстанның цемент кәсіпорындарында жылу энергиясының үлестік шығыны құрғақ тәсілмен 3 200 МДж/т-дан және дымқыл тәсілмен 6 900 МДж/т-ға дейін өзгереді. ЕҚТ жүргізу нәтижесінде алынған Қазақстанның 10 кәсіпорны бойынша негізгі деректер 1.22-кестеде және 1.11-суретте көрсетілген.

1.22-кесте. Клинкер өндірісі кезіндегі жылу тұтынудың үлестік көрсеткіші бойынша деректер

Р/с №	Ақпарат көзі / Кәсіпорын	Өндіру тәсілі	Үлестік көрсеткіштері, МДж/т клинкер
1	2	3	4
1	1	дымқыл	6 500
2	2	дымқыл	6 900
3	3	дымқыл	6 900
4	4	құрғақ	3 300
5	7	құрғақ	3 250
6	8	құрғақ	3 500
7	9	құрғақ	3 200
8	10	құрғақ	3 550
9	BREF CLM [2]	құрғақ	2 900-3 300
10	ИТС 6-2015 РФ [9]	құрғақ	3550–4120
11	ИТС 6-2015 РФ [9]	дымқыл	5750–6900



1.11-сурет. Клинкерді күйдіру кезінде

жылу тұтынудың үлестік көрсеткіштерінің кестесі

8 және 10-кәсіпорындарда өнімділігі тәулігіне 2500 т Ø4x60 м айналмалы пеші бар бір желілі бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштары және декарбонизаторлары бар пештер орнатылған.

4, 7, 9-кәсіпорындарда өнімділігі тәулігіне 3000 т, Ø4, 2x60 м айналмалы пеші бар бір желілі бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштары және декарбонизаторлары бар пештер орнатылған.

10-кәсіпорында циклондық жылу алмастырғыштардың сатылары арасында ТТФ типті декарбонизатор орнатылған, өлшемі Ø 5, 6x44, 53 м. Қыздырғыштар саны – 4 дана. Декарбонизаторда барлық отынның 55 – 64 %-ы жағылады.

Ұсынылған деректер Қазақстан кәсіпорындарында клинкерді күйдіруге жұмсалатын жылудың үлестік шығыны негізінен BREF CLM және АТА 6-2015 РФ көрсетілген мәндерге сәйкес келетінін көрсетеді. BREF CLM анықтамалығында дымқыл өндіру тәсіліне арналған көрсеткіштер нормаланбайды.

Отынның жалпы құнын төмендетудің бір тәсілі – балама отынды пайдалану. Отынның бұл түрін пайдалану қолданылатын дәстүрлі ресурстарды айтарлықтай көлемде алмастыра алады. Қалдықтарды аралас жағу әлемдік тәжірибеде кеңінен қолданылады. Еуропалық цемент өнеркәсібінде қазба отынды алмастыру үлесі 80 %-ға дейін жететін кәсіпорындар бар [2].

Мұндай алмастырудың қосымша артықшылығы – отынды жағу кезінде пайда болатын CO₂ шығарындыларының азаюы.

Қазіргі уақытта Қазақстанның цемент саласының кәсіпорындары қалдықтарды баламалы отын ретінде пайдаланбайды. Бұған қалдықтар мен дәстүрлі отынды бірге жағуды регламенттейтін қабылданған нормативтік базаның болмауы кедергі келтіреді.

Технологиялық тұрғыдан отынды аралас жағудың барлық процестері әлемдік индустрияда да, Қазақстанда да жеткілікті түрде пысықталған [3]. Тиісті регламенттер қабылданғаннан кейін кәсіпорындар отынның баламалы түрлерін пайдалануға дайын болады.

1.1.9.2. Электр энергиясы

Цемент кәсіпорындарында электр энергиясын сатып алуға жұмсалатын шығындардың үлесі энергия ресурстарының жалпы құнының 40 %-ына жетеді және одан да көп [49]. Электр энергиясының негізгі тұтынушылары диірмендер (цемент пен шикізатты ұнтақтау), сорғыш желдеткіштер мен түтін сорғыштар (пештер, шикізат және цемент диірмендері) болып табылады. Бұл жабдықтың бәрі электр энергиясының 80 %-дан астамын тұтынады.

Энергия тұтыну деңгейіне негізінен өндіру тәсілі, диірмен түрі, ұсақталған материал табиғаты, өндірілген цемент түрлері, жабдықтың жұмысын реттейтін тиімді әдістің бар-жоғы әсер етеді.

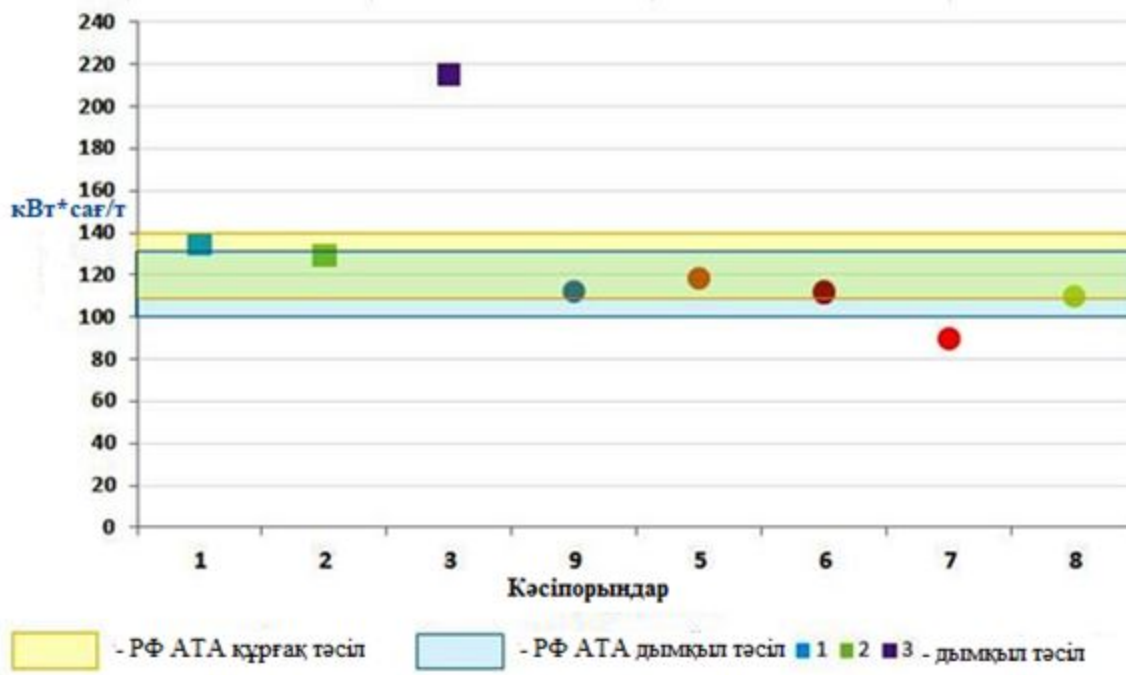
Мысалы, құбырлы шарлы диірмендерде шикізатты, көмірді және цементті ұнтақтау процесінде электр энергиясының меншікті шығыны 60 –70 кВт·сағ/т дейін жетеді, құрғақ тәсілді зауыттардың қазіргі заманғы білікті диірмендерінде осы процестерді жүзеге асыруға жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығыны айтарлықтай – 1,5 – 1,8 есе төмен.

1.23-кестеде және 1.12-суретте Қазақстанның 9 кәсіпорнының электр энергиясын үлестік тұтынуы бойынша деректер келтірілген [49]. 6-кәсіпорын клинкер өндірмейді.

1.23-кесте. Қазақстан кәсіпорындарының электр энергиясын үлестік тұтынуы

Р/с №	Кәсіпорын	Өндіру тәсілі	Электр энергиясын тұтынудың үлестік көрсеткіштері, кВт.сағ / т цемент
1	2	3	4
1	1	дымқыл	134,8
2	2	дымқыл	129,3
3	3	дымқыл	215
4	5	құрғақ	111,55
5	6	құрғақ	67,06*
6	7	құрғақ	118,39
7	8	құрғақ	111,78
8	9	құрғақ	90
9	10	құрғақ	109,92

* 6-кәсіпорын клинкер өндірмейді.



1.12-сурет. Жылу тұтынудың үлестік көрсеткіштерінің кестесі

Ұсынылған деректерден электр энергиясын нақты тұтыну дымқыл тәсілмен 129-дан 215 кВт сағ/т цементті және құрғақ өндіру тәсілімен 90-нан 118 кВт сағ/т цементті құрайтынын көрсетеді.

Осылайша, берілген кәсіпорындардың электр энергиясын үлестік тұтынуы Ресей Федерациясының АТА-да көрсетілген диапазондарға кіреді:

дымқыл тәсілді өндіру зауыттары үшін 100 – 135 кВт·сағ/т цемент;

құрғақ тәсілді өндіру зауыттары үшін 110 – 140 кВт·сағ/т цемент.

9-компанияда электр энергиясын тұтыну көрсеткіші ең төмен. Зауыт 2018 жылы пайдалануға берілген және заманауи технологиялар мен жабдықтарды пайдаланады.

BREF CLM-де бұл көрсеткіш нормаланбайды. BREF CLM-ге сәйкес Еуроодақ кәсіпорындарының құрғақ тәсілді өндіру кезінде электр энергиясын тұтыну шамасы 90-нан 150 кВт·сағ/т цемент аралығында ауытқиды.

1.2. Негізгі экологиялық мәселелер

Өнеркәсіптік шығарындылармен ластану қоршаған ортаның жай-күйіне және адамдардың денсаулығына теріс әсерін тигізеді. Атмосфераны ластау көздерінің бірі цемент және әк өнеркәсібі болып табылады.

1.2.1. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары

Цемент пен әк өндірісінің негізгі шығарындылары – бұл пеш жұмыс істеген кезде ауаға тарайтын шығарындылар. Шығарындылар шикізат пен отынның физикалық және химиялық реакциялары нәтижесінде пайда болады.

Тарихи тұрғыдан, цемент пен әк өндірісінің қоршаған ортаны ластайтын факторы ретінде тозаң шығарындылары (әсіресе пештерден, сонымен қатар шикізатты сақтау мен дайындаудан (ұнтақтау, ұсақтау және тиеу-түсіру жұмыстары) және цемент пен әк ұнтақтау, тиеу-түсіру және сақтау, сондай-ақ шашыраңқы тозаң көздері) көп алаңдаушылық тудырады.

Қалдық газдардың негізгі компоненттері – жағуға арналған ауадан түзілетін азот пен артық оттегі, шикізаттан және жану процесінен пайда болатын көмірқышқыл газы мен су, бұл цемент өндіру процесінің ажырамас бөлігі болып табылады. Шығарылатын газдарда ауаны ластайтын заттардың мөлшері көп емес.

Цемент өндірісіне қатысты тізімге келесі ластағыш заттар кіреді:

тозаң;

азот оксидтері (NO_x);

күкірт диоксиді (SO_2) және басқа күкірт қосылыстары;

ұшпа органикалық қосылыстар (ҰОҚ);

полихлорланған дибензодиоксиндер (ПХДД), полихлорланған дибензофурандар (ПХДФ);

металдар және олардың қосылыстары;

фторсутек (HF);

хлорсутек (HCl);

көміртегі оксиді (CO);

аммиак (NH_3).

Әк өндірісінде де ластағыш заттарға осылар жатады.

Олардың ішінде ең маңыздысы:

көміртегі оксидтері (CO және CO_2);

азот оксидтері (NO_x);

күкірт диоксиді (SO_2);

тозаң.

Егер пеш қалдықтарды жағу үшін пайдаланылса, шығарындыларда хлор қосылыстары сияқты басқа да ластағыш заттар болуы мүмкін.

Пеш жүйесінен атмосфераға шығарылатын газ тәрізді заттар цемент өндірісінде қоршаған ортаның ластануымен күресте бірінші мәселе болып табылады.

Тозаң

Тозаң, әдетте, құрамындағы металл мөлшері аз сілті болып табылады, ол қоршаған орта мен адам денсаулығына теріс әсер етеді. Тозаңның химиялық және минералогиялық құрамы табиғи тасқа ұқсас болғандықтан, оның адам денсаулығына әсері зиянды, бірақ улы емес деп саналады.

Тозаңның түзілуі (оның ішінде қатты бөлшектер) цемент және әк өндірісінің әрдайым ең өткір экологиялық проблемасы болды. Алайда қазір тозаң шығарындылары азайтылды және тиімділігі жоғары сүзгілермен бақыланады.

Тозаң – бұл ауада немесе газда қалықтап жүретін минералды немесе органикалық ұсақ (0,1 мм-ден аз) бөлшектер.

Цемент пен әк өндіру технологиясы міндетті процесс ретінде материалдарды майдалап ұсақтауды қамтиды. Газ бен ауа легі ұсақталған бейорганикалық материалмен контактіге түскен жерде тозаң шығарындылары түзіледі: шикізатты ұнтақтау, тасымалдау, сақтау процесінде, шикізатты ұнтақтау және күйдіру, портландцемент клинкерін салқындату және сақтау, цемент пен әк ұнтақтау, тасымалдау және жөнелту, қатты отынды немесе отын қалдықтарын сақтау және дайындау кезінде. Тозаң-газ қоспасының негізгі бөлігі цемент клинкерін күйдіру кезінде және оны майдалап ұнтақтаған кезде түзіледі.

Тозаңның химиялық құрамы әртүрлі болуы мүмкін. Цемент зауыттары үшін әдетте құрамында 20 масс. % дейін SiO_2 (негізінен шикізат компоненттерінің тозаңы) және құрамында 20-дан 70 масс. % дейін SiO_2 (клинкер және цемент тозаңы) бар тозаң шығарындылары қарастырылады. Әк зауыттары үшін – құрамында 20 масс. % дейін SiO_2 (негізінен әктас тозаңы) бар тозаң.

Цемент зауыттарында ұйымдастырылған тозаң шығарындыларының негізгі көздері айналмалы пештер, клинкерлік тоңазытқыштар, құрғақ ұнтақтайтын диірмендер (цемент, көмір), цемент силостары, цементті жинау және жөнелту қондырғылары болып табылады. Тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары құрғақ материалдарды ұсақтау, тасымалдау, сақтау, оларды диірмендердің бункерлеріне жеткізу, жол бойымен көлік қозғалысы кезінде түзіледі.

Әк өндіру кезіндегі тозаң шығарындыларының негізгі көзі – әктасты күйдіру. Тозаң пешке берілетін әктастың майда бөлшектерінің есебінен, термиялық және механикалық бұзылу кезінде, ол пеште жарылған кезде және аз мөлшерде отын күлінің әсерінен түзіледі. Әк өндіру кезіндегі сөндірілген әкті ұсақтау, електен өткізу, тасымалдау, оны сақтау және түсіру сияқты ілеспе және қосалқы процестердің барлығы дерлік тозаң шығаратын көздер болып табылады. Тозаң шығарындыларының деңгейі арнайы қорғанышпен бақыланады.

Азот оксидтері

Клинкерді күйдіру процесі – нәтижесінде азот оксидтері түзілетін жоғары температуралы процесс. Бұл оксидтер цемент зауыттары ауаға шығаратын негізгі ластағыш заттардың бірі болып табылады. Олар күйдіру процесінде отын азотын жалындағы оттегімен байланыстыру арқылы да, атмосфералық азот пен жағу үшін берілетін ауаның оттегін байланыстыру арқылы да түзіледі және әдетте NO (95 %) мен NO_2 (5 % немесе одан аз) қоспасынан тұрады.

Портландцемент клинкерін күйдірген кезде азот оксидтері үш жолмен түзіледі – жылудағы, жылдам және отындық азот оксидтері.

NO_x бөлінуі қолданылатын процестің түріне байланысты. NO_x шығарындылары, әсіресе газ тәрізді отынды қолдану арқылы қиын жанатын шикізат қоспаларын жаққан кезде дымқыл тәсілді айналмалы ұзын пештер үшін өте жоғары. Отынның ылғалдылығы жоғарылаған сайын NO_x шығарындылары азаяды.

Циклондық жылу алмастырғыштармен және декарбонизаторлармен жабдықталған құрғақ тәсілді пештерде отынның бір бөлігі (60 %-ға дейін) аспа қыздырғыштың конструкциясына байланысты 900 – 1000 °C дейінгі температурада декарбонизаторда жағылады, бұл жылу NO_x түзілуінің төмендеуі есебінен NO_x жиынтық шығарындыларының төмендеуіне әкеледі. Дегенмен түтін мұржасындағы NO_x деңгейі жану процесіне және оңтайландыруға байланысты әртүрлі факторларға қарай мейлінше жоғары күйінде қалуы мүмкін (4-тараудың 4.1.5-бөліміндегі толығырақ ақпаратты қараңыз). Пештің суық бөлігінде отынды ішінара жағудың басқа әдістері де: циклонды жылу алмастырғыштың бірінші сатысының алдындағы газ құбырында немесе мойындық жылу алмастырғыш камерасында осылай жұмыс істейді.

Әк күйдіру пештерінің түтін газдарында да жылудағы және отындық азот оксидтері пайда болуы мүмкін.

Күкірт диоксиді

SO_2 шығарындылары ең алдымен шикізатта ұшпа күкірттің болуына байланысты. SO_2 түріндегі бұл күкірт пештің төмен температуралы бөлігінен шығарылады. Шикізатта сульфаттар түрінде болатын күкірт жоғары температурада тек ішінара ыдырайды және клинкер пешінен толық дерлік алынады. Отынмен бірге пешке кіретін күкірт SO_2 пайда болғанға дейін оттегімен әрекеттеседі және SO_2 -нің елеулі шығарындыларына әкелмейді, өйткені пештің ыстық бөлігінде пайда болған SO_2 біріктіру, кальцийлеу аймақтарында және алдын ала қыздырудың ыстық бөлігінде белсенді шикізат бөлшектерімен әрекеттеседі.

Күкірт пештерден SO_2 түрінде қалдық газдармен, CaSO_4 және клинкер мен тозанның басқа компоненттерімен шығарылады. Алайда күкірттің көп бөлігі клинкерге қосылады (енгізіледі) немесе жүйеден шығарылады.

Цемент зауыттарындағы SO_2 шығарындылары сульфат қосылыстарының жалпы санына, қолданылатын өндіру тәсіліне байланысты және ең алдымен шикізат пен отындағы ұшпа күкірттің құрамымен анықталады. SO_x ықтимал шығарындылары пештегі күкірт айналымына байланысты.

SO₂ шығарындылары пештің қалыпты жұмыс режимдерінен мынадай ауытқу орын алған кезде айтарлықтай артуы мүмкін:

ұшпайтын бейорганикалық қосылыстарға SO₂ байланыстыруды төмендететін клинкерді күйдіру кезіндегі қалпына келтіру ортасы;

пештегі және/немесе циклондық жылу алмастырғыштағы ұшпа күкірт қосылыстарының ұзақ ішкі айналымы кезінде сульфаттардың шамадан тыс жинақталуы.

Әк өндірісінде күйдіру процестерінің көпшілігінде әктас пен отыннан бөлінетін күкірттің көп бөлігін сөндірілмеген әк сіңіріп алады. Пештегі газдар мен сөндірілмеген әктің тиімді контакті әдетте күкірт диоксидінің тиімді сіңірілуімен қатар жүреді.

Толығырақ ақпарат 4-тараудың 4.1.4-бөлімінде берілген.

CO шығарындылары

Күйдіру пештерінің түтін газдарында CO екі жолмен түзілуі мүмкін (толығырақ 4-тараудың 4.1.8 және 4.1.9-бөлімдерін қараңыз):

ауада оттегі жеткіліксіз болғанда немесе айналмалы пешке немесе айналмалы пештің декарбонизаторына берілетін ауа жеткіліксіз болғанда технологиялық отынның толық жанбауына байланысты;

шикізат материалдарында құрамында көміртегі бар әртүрлі органикалық қосылыстардың болуына байланысты.

Цемент пештерінің түтін газдарында CO-ның болуы NO_x шығарындыларының азаюына әкеледі, себебі олар қарапайым азотқа дейін қалпына келеді. Алайда SO₂ шығарындылары бұл ретте ұлғаюы да мүмкін, өйткені қалпына келтіру ортасында SO₂ сілтілік қосылыстармен нашар байланысады және тұрақтылығы төмен сульфиттер түзеді. NO_x, SO₂ және CO арасындағы өзара әрекет туралы толығырақ ақпарат 4-тараудың 4.1.6-бөлімде берілген.

CO концентрациясы 0,5 %-дан артық болған кезде құрамында оттегі бар түтін газдарында тозанды тұтып қалуға арналған жабдықты (электрсүзгі) жаруға және бұзуға қабілетті жарылыс қаупі бар қоспа пайда болады.

Қазіргі заманғы цемент зауыттарында арнайы құрылғылар шығарылатын түтін газдарындағы CO концентрациясы шекті мәннен асқан кезде электрсүзгі сөндіріледі.

CO шығарындылары, әдетте, пештер іске қосылған немесе тоқтатылған кезде, пешке отын беру тұрақсыз болған кезде, немесе сипаттамалары мүлдем бөлек отын пайдаланылған кезде, немесе шикізатта көміртегі немесе оның қосылыстары болған кезде артады. Пеш агрегаты тұрақты жұмыс істеп тұрса және дұрыс бапталса, клинкер мен әк күйдіруге арналған пештерден шығатын CO шығарындылары әдетте онша көп емес.

СО шығарындыларын нормалаған кезде олардың шекті мәні кәсіпорынның шикізат базасын, қолданылатын технологиялары мен жабдықтарын ескере отырып белгіленуге тиіс екенін ескеру қажет.

Металдар мен олардың қосылыстарының шығарындылары

Пешке шикізат материалымен немесе отынмен бірге түсетін металдар кейіннен жану қалдықтарының немесе клинкердің құрамында болады. Клинкерді күйдіру процесінде жекелеген металдардың әрекеті мен шығарылу деңгейі олардың құбылмалылығына, пешке түсу схемасына, шикізат пен отындағы металдың концентрациясына, әсіресе қауіпті отын қалдықтары пайдаланылған кезде, процестің түріне және негізінен тозаңды шөктіру жүйесіндегі тозаңның шөгу тиімділігіне байланысты. Жоғары температурада көптеген ауыр металдар буланып, содан кейін клинкерде, шикізат пен тозаң бөлшектері конденсацияланады, бірақ ауыр металдардың шығарындылары ауыр металдардың жүктелуіне, пайдалану шарттарына және жабдықтың конструкциясына байланысты болуы мүмкін.

Металдар мен олардың қосылыстары клинкерді немесе әкті күйдіру үшін шикізат материалдарымен және технологиялық отынмен бірге пешке түседі.

Цемент процесіндегі металдарға қатысты барлық мәліметтерді 4-тараудың 4.1.7-бөлімінен қараңыз.

Газ тәрізді HCl және HF шығарындылары

Хлоридтер мен фторидтер жүйеге шикізаттан және/немесе отыннан түсуі мүмкін. Негізгі бөлігі шикізат материалының ұсақ қатты бөлшектеріне жабысып, пештен клинкермен бірге шығады. Шамалы бөлігі пештен тозаң бөлшектеріне сіңіріліп шығады.

Хлор мен фтор қосылыстары пештен тозаңмен бірге шығарылатындықтан, егер пеш сүзгісінен шыққан тозаң пеш жүйесіне қайтарылса немесе қайтарылмаса және/немесе егер пештің шикізат пен отын құрамында болуы мүмкін хлор қосылыстарының жоғары концентрациясын жою үшін байпасты жүйесі болса, бұл қосылыстардың шығарындылары көбінесе тозаң жинау жүйесінің тиімділігіне тәуелді болады.

Шикізат, отын және қалдықтар (балама шикізат және балама отын) көп мөлшерде түссе, HCl және HF шығарылуы мүмкін.

Полихлорланған дибензодиоксиндер мен дибензофурандар шығарындылары

Пештің конструкциясына, жану шарттарына, шикізат материалдарының пешке берілу шарттарына және пайдаланылатын тозаңнан арылту жабдығының түріне байланысты әртүрлі күрделі процестердің нәтижесінде ПХДД мен ПХДФ түзілуі мүмкін. Сонымен қатар органикалық қосылыстармен бірге Cl болуы кез келген жоғары температуралық процесте ПХДД және ПХДФ түзілуіне әкелуі мүмкін. Сондай-ақ шикізаттан, отыннан және қалдықтардан алынған мыс диоксиндер мен фурандардың түзілуіне ықпал ететін катализатор ретінде әрекет етеді. Бұл қосылыстар циклондық жылу алмастырғышта немесе жылу алмастырғыштан кейін, сондай-ақ егер шикізат

10	10	Цемент өндірісі	201,7	13,652	542,4	45,0	112,64	11,713	168,7	5,0	40,36	0,954
----	----	-----------------	-------	--------	-------	------	--------	--------	-------	-----	-------	-------

1.2.2. Су объектілеріне ластағыш заттардың төгінділері

Цемент өндірісінде өндірістік қажеттіліктерге: дымқыл процесс пештері үшін, шикізат шламын дайындау үшін және электр сүзгілерімен жабдықталған құрғақ процесс пештерін кондициялау мұнарасында, күйдіру цехында клинкерді сулау, жылыту (қазандық қондырғылар) және айналмалы сумен жабдықтау (компрессорларды салқындату, айналмалы пештердің мойынтіректері, диірмендер) жүйелерін қыздыру үшін су пайдаланылады.

Мәселен, құрғақ немесе жартылай құрғақ өндіру тәсілінде электрстатикалық сүзгілермен жабдықталған пештердің салқындатқыш мұнарасын қоспағанда және кәсіпорынның суыту жүйесінің (диірмендер, пештер және т.б. мойынтіректер сияқты салқындатқыш қондырғылар үшін) контуры тұйықталған болса (яғни, майлы және майлы заттармен ластануы мүмкін салқындатқыш суы бар ашық контур болмаса), су аз мөлшерде тазарту процесі үшін ғана қолданылады. Негізінде суға төгінді төгілмейді, өйткені су өндіріс процесіне қайтарылады.

Жартылай құрғақ тәсілде су құрғақ шикізат қоспасын түйіршіктеу үшін қолданылады.

Жартылай дымқыл тәсілде шлам сүзгі престерінде судан арылтылады.

Дымқыл тәсілде су шлам алу мақсатында шикізат материалдарын ұнтақтау үшін қолданылады. Пайдаланылатын шикізат материалдарының ылғалдылығы көбінесе жоғары болады. Шлам пешті қуаттандыру үшін қолданылады, онда су буға айналады немесе алдымен кептіруге жіберіледі.

Кейде клинкерді салқындату үшін қолданылатын су клинкердің жоғары температурасында салқындатқан кезде тікелей буланып кетеді.

Негізінде, егер зауыттың салқындатқыш су жүйесінің контуры тұйық болса, онда суға төгінді жіберілмейді, өйткені су өндіріс процесіне қайтарылады.

Әк өндірісінде карьерде өндірілген шикізат құрамында аз мөлшерде саз бен құм болуы мүмкін. Бұл жағдайда пешке жібермес бұрын әктас жуылады. Әктасты жуатын су ретінде жерүсті көздерінің суы немесе жерасты суын алу кезінде алынған су қолданылады. Судың тағы басқа көздері – жаңбыр суы және артезиан ұңғымаларынан алынған су. Тазартылған су қайтадан айналымға жіберіледі және жуу процесінде қайтадан қолданылады. Айналымдағы су жууға қажетті судың 85 %-ын құрайды, 15 %-ы таза суды пайдалануға келеді.

Цемент және әк өнеркәсібі кәсіпорындарының сарқынды суларына шаруашылық-тұрмыстық сарқынды сулар, сондай-ақ нөсер суы және еріген қар суы жатады. Қондырғының салқындатқыш су жүйесінде тұйықталған контур болмаса, өндірістік сарқынды су болмайды.

Қоршаған ортаға ағызылатын сарқынды суларды тазарту сапасы экожүйенің жалпы жағдайына да, халықтың денсаулығына да қатты әсерін тигізеді.

Сүзгілеу алаңдарынан және сүзгілеу құдықтарынан, ағызу құбырларынан және арналардан тазартылмаған немесе жеткіліксіз тазартылған сарқынды суларды сүзу, сарқынды сулардың авариялық бұзылуы жерасты және жерүсті суларын ластаудың негізгі көзі болып табылады.

Өндірістің осы саласындағы өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту әдістеріне сарқынды ағынды орташаландыру және рН реттеу, тұндырғыш бассейндер мен тазартқыштар арқылы қатты жүзгін заттардың мөлшерін азайту үшін тұндыру, тұндырылмайтын қатты заттардың құрамын азайту үшін әртүрлі орта арқылы сүзу жатады.

Тазарту құрылыстары тек тұндырғыш ретінде ғана жұмыс істемеуі керек, сарқынды суларды сапалы тазарту қажет, мұндай тазарту алдын ала механикалық тазартудан және толық биологиялық тазартудан тұрады.

Сарқынды суларды механикалық тазарту бірқатар дәйекті орналасқан құрылыстарда жүреді, олардың дизайны жүзгіннің әртүрлі фракцияларын тежеп қалуға арналған. Әдетте мұндай құрылыстардың құрамына торлар, құм тұтқыштар және тұндырғыштар кіреді.

Торлар ең қарапайым түрде бірге бекітілген және сарқынды су тазарту қондырғысына қарай ағатын каналға көлденеңінен орналастырылған параллель темір шыбықтар қатарын білдіреді. Құм тұтқыштар сарқынды сулар тұндырғышқа түскенге дейін минералды ауыр жүзгінді тежеп қалуға арналған. Сарқынды суларды тұндыру қатты жүзгін заттардың негізгі бөлігін биологиялық тазарту құрылыстарына жеткенше тежеуге мүмкіндік береді.

Биологиялық тазарту құрылыстары табиғи сулардың сапасын қалыптастырудағы шешуші рөлді анықтауға мүмкіндік береді. Биологиялық тазарту сарқынды суларда коллоидты немесе еріген күйде болатын органикалық заттарды тотықтыратын микроорганизмдердің тіршілік әрекетінің белсенділігін қолдануға негізделген.

Жауын-шашын (жаңбыр суы және еріген қар суы) ағындары кәсіпорынның қатты төсемдерінен жиналады. Жерүсті ағындарының негізгі ластағыш компоненттері ашық жер бетінен шайылған топырақ эрозиясының өнімдері, тозаң, тұрмыстық қоқыс, сондай-ақ ЖЖМ-нің кездейсоқ төгілуі нәтижесінде су жинағыштың бетіне түсетін мұнай өнімдері болып табылады. Жоспарланған аумақтағы жауын-шашын ағыны су жинау науаларына жиналады, сол жерден еңіс бойымен жауын-шашын қабылдағыш құдыққа, одан әрі құм, жүзгін және қалқыма заттар сүзіп алынатын тұндырғышқа және жергілікті жер бедерінде орналасқан сүзгіш құдықтарға өздігінен ағып барады.

Осылайша, цемент өнеркәсібі объектілері қызметінің жерасты суларына әсерінің шамасы су тұтыну мен су бұру көлеміне, тазарту құрылыстары жұмысының

тиімділігіне, сүзу алаңдары мен жер бедеріне сарқынды суларды ағызудың сапалық сипаттамасына байланысты болады.

Антропогендік жүктеме тазартылмаған сарқынды сулардың авариялық төгінділерінің көбеюімен, кәріз коллекторларының қанағаттанарлықсыз жағдайымен, кәсіпорындар ағызатын сарқынды суларды зарарсыздандыру режимінің бұзылуымен байланысты.

Су тұтыну және топырақ пен су объектілеріне / су ағындарына төгінділерді азайту әдістері туралы толығырақ ақпарат 4-тараудың 4.3-бөлімінде келтірілген.

4.3-бөлімде ақпарат үшін цемент және әк зауыттары ағызатын суға қатысты ережелер мен рұқсаттарда жиі талап етілетін химиялық және физикалық шектеулер келтірілген.

1.2.3. Өндіріс қалдықтарының түзілуі және оларды басқару

Цемент пен әк өндірісінде негізгі өндірістік қалдықтар түзілмейді. "Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысына сәйкес негізгі өндірістік қалдықтар – өндірістің немесе технологиялық процестің нақты түрі үшін аса маңызды қалдықтар, олардың көмегімен қоршаған ортаға негізгі теріс әсердің мәнін бағалауға болады.

Алайда цемент пен әк алу кезінде өндірістік және технологиялық процестер нәтижесінде мынадай әртүрлі қалдықтар түзілуі мүмкін:

- шикізат қоспасының қалдықтары (шикізат материалдарының ірі кесектері);
- шикізат диірмендерінің бункерлерін тазалау қалдықтары;
- байпастық жүйеден және тозаң тұндыру жүйесінен шығатын пеш тозаңы;
- портландцемент клинкері, цемент, сөндірілмеген және сөндірілген әк өндірісінде тозаң тазарту қондырғылары арқылы газ өткеннен кейінгі тозаң;
- жартылай дымқыл тәсілде қолданылатын сүзгі престен кейінгі, құрамында сілтілер көп және суспензияланған қатты зат бар сүзінді;
- цемент өндірісінде шикізат қоспасын судан арылту кезінде пайдаланылған мата (мақта-мата және/ немесе табиғи және аралас талшықтардан, сүзгі престерден жасалған) ;
- газдарды тазарту жүйелерінде пайдаланылатын сорбциялық заттар (түйіршіктелген әктас, әктас тозаңы);
- портландцемент клинкерін, цемент және әк өндіру кезінде шикізат материалдарының шашылуы;
- пайдаланылған сүзгі қапшықтар;
- қаптама қалдықтары (пластик, ағаш, металл, қағаз және т. б.);
- пайдаланылған май, жағармай және т. б.
- пайдаланылған батареялар, шамдар мен люминесцентті лампалар, электр және электронды жабдықтар, еріткіштер, химиялық өнімдер және т. б.

Түзілетін қалдықтар шарттық негізде бөгде ұйымдарға кәдеге жаратуға/қайта өңдеуге беріледі, ішінара өз мұқтаждары үшін пайдаланылады, бір бөлігі өндіріске қайтарылады.

Пеш тозаңы өндіріс процесіне тікелей қайтарылуы немесе басқа мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін. Тозанды қайтару тікелей пешке немесе пешке шикізат қоспасын берумен бірге (бұл жағдайда сілтілік металдардың концентрациясы шектеу факторы болып табылады) немесе цементпен араластырғаннан кейін жүргізілуі мүмкін. Материалдар мен сыпырындылар жиналып, технологиялық процеске жіберіледі.

Дымқыл скрубберде түтін газдарын тазарту кезінде жиналған суспензия тұндырылады, сұйықтық негізінен қалпына келтіріледі, ал дымқыл қатты фаза үйінділерге жіберіледі. Газ легін тазартудың ерекше шарттарына байланысты қалдықтарды жою мүмкіндігі үлкен емес. Түтін газын тазартқан кезде түзілетін гипсті әк өндірісінде қайтадан қолдануға болмайды, бірақ цемент өндірісінде қатаюды реттегіш ретінде қолдануға болады.

Өндіріс процесіне қайтаруға болмайтын материалдар зауыттан өнеркәсіптің басқа салаларында пайдалану үшін немесе қалдықтарды зауыттан тыс басқа қондырғыларда өңдеу үшін жіберіледі.

1.2.4. Шу және діріл

Қоршаған ортаға физикалық әсер ету факторларына шу мен дірілді жатқызуға болады.

Кәсіпорындардың қызметінің физикалық әсер етуінің негізгі көзі технологиялық жабдық болып табылады.

Барлық цемент және әк өндірісінде шикізатты, шикізат қоспасын дайындаудан бастап, цементті күйдіру, алу процесінде және цементті сақтау мен жөнелтуге дейінгі процестерде шу пайда болады. Цемент өндірісінің әртүрлі бөлімдерінде қолданылатын ауыр машиналар мен үлкен желдеткіштер жоғары деңгейде шу шығарып, діріл тудырады, әсіресе мына машиналар мен операциялар:

шикізат материалдарын, отынды, клинкерді және цементті фракциялауды, ұнтақтауды, ұсақтауды, електен өткізуді қамтитын кез келген операциялар;

түтін сорғыштар;

желдеткіштер;

вибраторлар және т. б.

ауа компрессорлары және т. б.

Шу мен дірілдің адамға ұзақ уақыт әсер етуі оның есту аппаратына зақым келтіруі мүмкін, орталық жүйке жүйесіне жүк түсіреді, тыныс алу жылдамдығы мен жүрек соғысының өзгеруіне әкеледі, метаболизмнің бұзылуына, жүрек-қантамыр ауруларының, гипертонияның пайда болуына ықпал етеді және кәсіптік ауруларға әкелуі мүмкін. Сондықтан цемент зауыттары жұмыс орындарындағы шудың (өндірістік шудың) әсер ету деңгейін ең төменгі шамаға дейін төмендету, сондай-ақ көршілес

қызмет түрлеріне (тұрғын аудандар, қоғамдық ғимараттар, басқа да өнеркәсіптік және коммерциялық қоныстар және т.б.) әсер етуі мүмкін зауыт пен карьердің шекараларындағы шу (қоршаған ортаның шуы) деңгейін ең төменгі шамаға азайту шараларын қабылдауға және жүзеге асыруға тиіс.

Көбінесе шу мен діріл деңгейі жабдық орнатылған іргетастың конструкциясына байланысты болады. Дірілді азайтатын арнайы іргетастар мен құрылғыларды пайдалану өндірістік цехтардағы шу деңгейін айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Егер жоғарыда аталған техникалық шешімдерді қолдану мүмкін болмаса және шу шығаратын қондырғыларды жеке ғимараттарға көшіру мүмкін болмаса (мысалы, пештердің көлеміне және оларға қызмет көрсету құралдарына байланысты), онда екінші кезектегі техникалық шешімдер қолданылады. Мысалы, қорғалатын аймақ пен белсенді шу көзі (мысалы, пеш немесе қойма алаңы) арасында ғимараттар салынуы немесе өсіп тұрған ағаштар немесе бұталар сияқты табиғи кедергілер орнатылуға тиіс. Шу шығаратын қондырғылар пайдаланылатын кезеңде қорғалатын кеңістіктің есіктері мен терезелері тығыз жабылуға тиіс.

Егер тұрғын аймақ зауытқа жақын болса, өнеркәсіптік алаңда жаңа ғимараттардың орналасуы мен құрылысын жоспарлау шу шығарындыларын азайту қажеттігімен байланыстырылуға тиіс. Зауыттың шекарасында шу деңгейін және карьердің қасиеттерін өлшеу ұсынылады.

КТА ұсынған деректерге сәйкес 10 цемент зауытының тек 2-і ғана физикалық әсер ету факторларын – шу, діріл деңгейін жұмыс орындарын аттестаттауға сәйкес декларациялайды.

"Адамға әсер ететін физикалық факторларға гигиеналық нормативтерді бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 16 ақпандағы № ҚР ДСМ-15 бұйрығына сәйкес өндірістік және қосалқы ғимараттардағы жұмыс орындарындағы дыбыстың рұқсат етілген ең жоғары деңгейі 95дБА құрайды.

4-тараудың 4.5-бөлімінде (Басқару және шудың әсерін төмендету техникасы) егер ұлттық/өңірлік/жергілікті нормативтік актілер болмаса, меншік шекараларында бақыланатын шуды шектеу деңгейлері (қоршаған ортаның шуы) жергілікті деңгейде өзгеше түрде көрсетілетін ақпарат үшін ғана келтіріледі. Реттеу: күндіз 65 дБ және түнде 55 дБ (ең жақын үйде).

Цемент пен әк өндірісі қоршаған ортаның сапасына, биоәрауандыққа, ландшафт эстетикасына және қалпына келтірілмейтін немесе баяу жаңартылатын ресурстардың, мысалы, қазба отындары немесе жерасты сулары сияқты ресурстардың (отын, әктас және басқа пайдалы қазбалар) өндірілуінің салдарымен байланысты.

Қолданыстағы нормалар мен ережелерді сақтау физикалық факторлардың әсерінен болатын жағымсыз әсерлерден сақтайды.

1.2.5. Иіс

Иіс шығу – жұмысы жолға қойылған зауытта сирек кездесетін мәселе, бірақ факторлардың тоғысуы иістің эпизодтық көрініс беруіне әкелуі мүмкін зауытта орын алуы ықтимал. Егер шикізат материалдарының құрамында жылу алмастырғышта қызған кезде жанбайтын, бірақ пиролизге ұшырайтын жанғыш компоненттер (керогендер) болса, көмірсутек шығарындылары түзілуі мүмкін. Бұл шығарындылар құбырдың жоғарғы жағында "көк тұман" ретінде көрінуі ықтимал, ауа райы қолайсыз болса, бұл цемент зауытының айналасында жағымсыз иіс тудыруы мүмкін.

Құрамында күкірт бар отынды жағу және/немесе құрамында күкірт бар шикізатты пайдалану иістің шығуына әкелуі мүмкін (әсіресе шахта пештерінде осы проблема жиі кездеседі).

Сонымен қатар шикізат немесе отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар, әсіресе өндірістің әртүрлі кезеңдерінде, мысалы, сақтау және өңдеу кезеңдерінде иіс шығаруы мүмкін. NO_x азайту үшін аммиакты қолданған жағдайда, егер бұл процесс дұрыс басқарылмаса, өндіріс процесінің белгілі бір кезеңінде иіс пайда болуы мүмкін.

Толығырақ ақпаратты 4-тараудың 4.6-бөлімінен қараңыз.

1.2.6. Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілін жүргізу. Жалпы қағидаттар

Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілі кәсіпорындардың өндірістік қызметінің қоршаған орта компоненттеріне теріс әсер ету көздерін анықтауға (атмосфераға шығарындылар, су ортасына төгінділер және қалдықтардың түзілуі/орналастырылуы), оларды бақылау жолымен олардың техногендік әсерін төмендетуге/болғызбауға, сондай-ақ қолданылатын шаралардың экологиялық және экономикалық тиімділігін салыстыра отырып, ең үздік қолжетімді технологияларды енгізуге және қолдануға бағытталған шаралар жүйесін білдіреді.

Кешенді тәсілді жүзеге асыру үшін кәсіпорындар қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне ерекше назар аударуы керек, оған мыналар жатады:

объект тұтынатын немесе өндіретін шикізат пен қосалқы материалдарды, энергияны міндетті есепке алу;

объектідегі шығарындылардың, төгінділердің барлық көздерін, қалдықтардың түзілуін, олардың сипаты мен көлемін құжаттау, сондай-ақ олардың қоршаған ортаға теріс әсер ету жағдайларын анықтау;

сарқынды сулар мен қалдық газдарды зиянды заттардан тазартудың технологиялық шешімдері мен басқа әдістерін қолдану, сонымен қатар табиғи ресурстарды пайдалану нормаларын азайту және шығарындыларды, төгінділер мен қалдықтарды шығаруды азайту үшін ең үздік технологияларды енгізу;

табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және қоршаған ортаны қорғау жөніндегі тиімді іс-шараларды әзірлеу;

кәсіпорынның экологиялық саясатын декларациялау;

экологиялық менеджмент жүйесінде өндірісті сертификаттауды дайындау және жүргізу;

өндірістік экологиялық бақылауды және қоршаған орта компоненттерінің мониторингін орындау;

қоршаған ортаны қорғау саласындағы арнайы уәкілетті мемлекеттік органдардан кешенді табиғат пайдалануға рұқсат алу;

қоршаған ортаны қорғау туралы заңнама талаптарының орындалуын және сақталуын бақылауды жүзеге асыру және т. б.

Жоғары экологиялық-экономикалық нәтижелерге қол жеткізу үшін шығарындыларды, төгінділерді зиянды заттардан тазарту процесін сүзіп алынған заттарды кәдеге жарату процесімен біріктіру қажет. "Таза күйінде" зиянды шығарындыларды тазарту тиімсіз, өйткені оның көмегімен қоршаған ортаға зиянды заттардың түсуін толық тоқтату мүмкін емес, өйткені қоршаған ортаның бір компонентінің ластану деңгейін төмендету екіншісінің ластануына әкелуі мүмкін.

Мысалы, газ тазарту кезінде дымқыл сүзгілерді орнату ауаның ластануын азайтады, бірақ су қалдықтары дұрыс өңделмеген жағдайда судың одан да көп ластануына әкелуі мүмкін. Тазарту қондырғыларын, тіпті ең тиімді қондырғыларды пайдалану қоршаған ортаның ластану деңгейін күрт төмендетеді, бірақ бұл проблеманы толығымен шешпейді, өйткені бұл қондырғылардың жұмыс істеу процесінде қалдықтар аз мөлшерде болса да, әдетте зиянды заттардың жоғары концентрациясымен шығарылады. Сонымен, тазарту қондырғыларының көпшілігінің жұмысы айтарлықтай энергия шығынын талап етеді, бұл өз кезегінде қоршаған ортаға да қауіпті.

Ластанудың себептерінің өзін жою бастапқы шикізатты кешенді пайдалануға және қоршаған ортаға зиянды заттардың ең көп мөлшерін жоюға мүмкіндік беретін аз қалдықты, ал болашақта қалдықсыз өндіріс технологияларын енгізуді талап етеді. Мысалы, пеш тозаңы өндіріс процесіне тікелей қайтарылады, күл-қож қалдықтары технологиялық процесте қосымша ретінде қайта пайдаланылады. Дәл осы цемент кәсіпорындарының технологиялары қайталама шикізат ресурстарын тек күйдіру кезінде ғана емес, сонымен қатар өндірістің басқа кезеңдерінде де: цемент қоспасын дайындау кезінде, шикікұрамды ұсақтау кезінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қалдықтардың белгілі бір түрлерін баламалы отын түрлері ретінде пайдалану табиғи қазба отынды пайдалануды, түзілген қалдықтардың жинақталу көлемін азайтуға және шығарындыларды азайтуға мүмкіндік береді. Алайда материалды іріктеген кезде қалдықтардың химиялық құрамы және қалдықтардың әрбір түрін өңдеу процесін тудыруы мүмкін экологиялық салдарлар ескерілуге тиіс.

Түзілетін қалдықтардың мөлшерін азайту және оларды жою бойынша барлық өндірістер үшін бірдей қолайлы техникалық-экономикалық шешімдер табылған жоқ, сондықтан қазіргі уақытта осы бағытта жұмыс істеуге тура келеді.

Қоршаған табиғи ортаны қорғаудың технологиялық аспектілерін жетілдіруге назар аударатырып, егер адам қолы тимеген табиғи жүйелердің азаюының рұқсат етілген (шекте) мандерінен асып кетсек, ешқандай тазарту қондырғылары мен қалдықсыз технологиялар экожүйенің тұрақтылығын қалпына келтіре алмайтындығын есте ұстаған жөн.

2. Ең үздік қолжетімді техникаларды айқындау әдіснамасы

2.1. Детерминация, іріктеу қағидаттары

Техникалардың ең үздік қолжетімді техникалар ретіндегі детерминациясы Экология кодексiнiң талаптарына сәйкес қағидаттар мен өлшемшарттарға негiзделедi.

Техниканы ең үздік қолжетімді ретінде айқындау әдіснамасы кәсіпорын мен қоршаған ортаны қорғау саласындағы мемлекеттік уәкілетті органдар мақсаттарының орындалуын қамтамасыз ететін ең үздік қолжетімді кандидат-техникалар ретінде қабылданған балама техникаларды іріктеуге және салыстыруға негiзделедi. Кандидат-техникаларды айқындау КТА нәтижелеріне және халықаралық тәжірибені талдауға негiзделедi, қолдану саласындағы ең үздік қолжетімді техникалардың техникалық және экономикалық қолжетімділігін негiздейтін Қазақстан Республикасының климаттық, экономикалық, экологиялық жағдайлары мен отын базасына негiздi бейiмделу қажеттігі ескеріледі.

Ең үздік қолжетімді техникаларды іріктеу қағидаттары техникалық жұмыс топтары мен мүдделі тараптардың ең үздік қолжетімді техникаларды айқындау өлшемшарттарын есепке алу және талдау жөнiндегі іс-қимылдарының реттілігін сақтауға негiзделедi.

1. Эмиссиялардың маркерлік ластағыш заттарын ескере отырып, сала үшін түйінді экологиялық проблемаларды анықтау.

Маркерлік заттар тізбесін айқындау әдісі негізінен жобалық, технологиялық құжаттаманы және ЕҚТ бойынша анықтамалықты қолдану саласында кәсіпорындарға жүргізілген КТА барысында алынған мәліметтерді зерделеуге негiзделді.

Негiзгі ластағыш көздердің эмиссияларының құрамында болатын ластағыш заттардың тізбесінен маркерлік заттардың тізбесі айқындалды, бұл ретте олар мынадай сипаттамаларға сәйкес болуы шарт:

зат қарастырылып отырған технологиялық процеске тән (жобалау және технологиялық құжаттамада негiзделген заттар);

зат қоршаған ортаға және (немесе) халықтың денсаулығына айтарлықтай әсерін тигізеді, оның ішінде уыттылығы жоғары, канцерогендік, мутагендік, тератогендік қасиеттері, кумулятивті әсері дәлелденген, сондай-ақ тұрақты органикалық ластағыш заттарға жататын заттар.

2. Саланың экологиялық проблемаларын шешуге бағытталған кандидат-техникаларды айқындау және түгендеу.

Саланың экологиялық проблемаларын шешуге бағытталған кандидат-техникалары айқындау және түгендеу кезінде Қазақстан Республикасында және әлемдік қоғамдастықта бар кандидат-техникалардың тізбесі жасалады. Бұдан әрі тізім Қазақстан Республикасының жағдайында қолданыстағы және / немесе жаңа қондырғыда қолдану мүмкіндігі бойынша сараланады және оларды қолдану мүмкіндігі немесе мүмкін еместігі туралы дәлелді тұжырымдар көрсетіледі.

3. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың 2.2-тармағында келтірілген өлшемшарттарға сәйкес және ең үздік қолжетімді техникалардың өлшемшарттарын қанағаттандыратын техникалар тізбесі анықталып, экологиялық тиімділік деңгейіне қол жеткізілген жағдайларды белгілеу негізінде кандидат-техникаларды бағалау, талдау және салыстыру.

Ең үздік қолжетімді болуға кандидат-техникаларды бағалау, талдау және салыстыру кезінде іс-қимылдардың мынадай дәйектілігі сақталады:

1) белгіленген техникалар үшін қоршаған ортаның әртүрлі компоненттеріне әсер ету деңгейі және әртүрлі ресурстар мен материалдарды тұтыну деңгейлері бағаланады;

2) бар болса, қажетті ақпаратты, техникаларды енгізуге және жабдықтарды ұстауға жұмсалатын шығындарды, техникалар ендірілгеннен кейінгі ықтимал жеңілдіктер мен артықшылықтарды, ендіру кезеңін бағалау;

3) бағалау нәтижелері бойынша негізгі технологиялық процестің белгіленген техникаларынан мынадай:

қоршаған орта компоненттеріне әсер етуді болғызбауды немесе төмендетуді қамтамасыз ететін;

ендірілуі басқа ластағыш заттар шығарындылары көлемінің, ластанған сарқынды сулар төгінділерінің, залалсыздандыру, ресурстарды тұтыну қалдықтарының түзілуінің, қоршаған ортаға теріс әсердің өзге де түрлерінің айтарлықтай ұлғаюына және халық денсаулығы үшін қолайлы немесе жол берілетін деңгейден жоғары қауіптің ұлғаюына әкеп соқпайтын;

ендірілуі шамадан тыс материалдық-қаржылық шығындарға әкеп соқпайтын (ендіру кезінде ықтимал жеңілдіктер мен артықшылықтарды ескергенде);

ендіру мерзімдері қолайлы техникалар таңдалады.

4. Ең үздік қолжетімді техникамен қамтамасыз етілетін ең үздік экологиялық нәтижеліліктің (эмиссиялардың ЕҚТ-мен байланысты технологиялық көрсеткіштерін қоса алғанда) деңгейлерін айқындау.

"Ең үздік қолжетімді техникалар" термині Экология кодексінің 113- бабында [1] айқындалған.

Ең үздік қолжетімді техникалар деп қызмет түрлері мен оларды жүзеге асыру әдістерінің неғұрлым тиімді және озық даму сатысы түсініледі, бұл олардың қоршаған ортаға жағымсыз антропогендік әсер етуді болғызбауға немесе, егер бұл іс жүзінде жүзеге асырылмаса, барынша азайтуға бағытталған технологиялық нормативтер мен

өзге де экологиялық шарттарды белгілеуге негіз болу үшін практикалық жарамдылығын куәландырады.

Техникалар деп пайдаланылатын технологиялар, сондай-ақ объектіні жобалауға, салуға, қызмет көрсетуге, пайдалануға, басқаруға және пайдаланудан шығаруға қолданылатын тәсілдер, әдістер, процестер, практикалар, ұстанымдар мен шешімдер түсініледі.

Егер техникалардың даму деңгейі мұндай техникаларды шығындар мен пайданы назарға ала отырып, мұндай техникалардың Қазақстан Республикасында қолданылу-қолданылмауына немесе өндірілу-өндірілмеуіне қарамастан және олар объектінің операторына негізді түрде қолжетімді болатындай шамада ғана өндірістің тиісті секторында экономикалық және техникалық ықтимал шарттарда ендіруге мүмкіндік берсе, олар қолжетімді болып есептеледі.

Ең үздік деп біртұтас ретінде қоршаған ортаны қорғаудың жалпы жоғары деңгейіне қол жеткізуде неғұрлым пәрменді қолжетімді техникалар түсініледі.

Ең үздік қолжетімді техникаларды қолдану қоршаған ортаның ластануын кешенді түрде болғызбауға, қоршаған ортаға жағымсыз антропогендік әсер етуді барынша азайтуға және бақылауға бағытталған.

Ең үздік қолжетімді техникаларды қолдану салалары деп Экология кодексіне сәйкес олар үшін ең үздік қолжетімді техникалар айқындалатын экономиканың жекелеген салалары, қызмет түрлері, технологиялық процестер, қызметті жүргізудің техникалық, ұйымдастырушылық немесе басқарушылық аспектілері түсініледі.

2.2. Техникаларды ең үздік қолжетімді техникаға жатқызу өлшемшарттары

Экология кодексінің 113-бабының 3-тармағына сәйкес мыналар ең үздік қолжетімді техникаларды айқындау өлшемшарттары болып табылады:

- 1) аз қалдықты технологияны пайдалану;
- 2) қауіптілігі неғұрлым аз заттарды пайдалану;
- 3) технологиялық процесте түзілетін және пайдаланылатын заттардың, сондай-ақ қалдықтардың қалпына келтірілуі мен рециклингін қолдануға келетіндей шамада ықпал ету;
- 4) өнеркәсіптік деңгейде табысты сыналған процестердің, құрылғылардың және операциялық әдістердің салыстырмалы болуы;
- 5) ғылыми білімдегі технологиялық серпілістер мен өзгерістер;
- 6) қоршаған ортаға тиісті эмиссиялардың табиғаты, ықпалы мен көлемі;
- 7) жаңа және жұмыс істеп тұрған объектілер үшін пайдалануға берілу күні;
- 8) ең үздік қолжетімді техниканы ендіруге қажетті мерзімдердің ұзақтығы;
- 9) процестерде пайдаланылатын шикізат пен ресурстардың (суды қоса алғанда) тұтынылу деңгейі мен қасиеттері және энергия тиімділігі;
- 10) қоршаған ортаға эмиссиялардың жағымсыз әсері мен қоршаған орта үшін тәуекелдерді болғызбау немесе олардың жалпы деңгейін барынша қысқарту қажеттігі;

11) аварияларды болғызбау және қоршаған ортаға жағымсыз салдарларды барынша азайту қажеттігі;

12) халықаралық ұйымдар жариялаған ақпарат;

13) Қазақстан Республикасында немесе одан тыс жерлерде екі және одан көп объектілерде өнеркәсіптік ендіру.

Көрсетілген өлшемшарттардың үйлесу шарты техниканы ЕҚТ ретінде айқындаған кезде Экология кодексінің қағидаттарының сақталуының қамтамасыз етілуі болып табылады, бұл шарт ең үздік қолжетімді ретіндегі кандидат болып табылатын әрбір техника үшін мынадай шарттардың сақталуынан көрінеді:

1) қоршаған ортаға теріс әсердің ең төменгі деңгейі;

2) оны ендіру мен пайдаланудың экономикалық тиімділігі;

3) ресурс және энергия үнемдеу әдістерін қолдану;

4) техниканы ендіру кезеңі;

5) қоршаған ортаға теріс әсер ететін екі және одан көп объектілерде техниканы өнеркәсіптік ендіру.

Қоршаған ортаға теріс әсердің ең төменгі деңгейі

Кандидат-техниканың қоршаған ортаға теріс әсердің ең төменгі деңгейін қамтамасыз етуінің шарттарын белгілеген кезде екі көрсеткіш қаралады:

1) технологиялық процестерде пайдаланылатын және (немесе) түзілетін заттардың атмосфера, топырақ, су жүйелері, адам, басқа да тірі организмдер мен тұтас экожүйелер үшін қауіптілігі;

2) шығарындылар мен төгінділердің құрамындағы зиянды заттар эмиссиясының теріс әсері мен мәнінің сипаты.

Технологиялық процестерде пайдаланылатын және (немесе) түзілетін заттардың қауіптілігін айқындаған кезде шығарындылар мен төгінділер құрамындағы зиянды заттар эмиссияларына, олардың көлеміне (салмағына), сондай-ақ қалдықтардың көлемі мен қауіптілік деңгейіне түгендеу жүргізіледі. Технологиялық процестер барысында пайдаланылатын және (немесе) түзілетін зиянды заттардың қауіптілігін бағалаған кезде атмосфераға бөлінетін, су объектілеріне, аралық өнімдерге және қатты қалдықтарға түсетін маркерлік ластағыш заттар белгіленеді.

Маркерлік заттарды таңдау мына сипаттамалардың белгіленуіне негізделеді:

зат қарастырылып отырған технологиялық процеске тән;

зат эмиссияларда үнемі және маңызды концентрацияларда болады;

зат қоршаған ортаға айтарлықтай әсер етеді;

затты айқындау әдісі қолжетімді болып табылады, қалпына келтіріледі және өлшем бірліктерін қамтамасыз ету талаптарына сәйкес келеді;

маркерлік заттарды айқындау үшін олардың ластағыш заттар шығарындыларының жалпы көлеміндегі ең көп жиынтық үлесі сандық өлшемшарт болып табылады.

Техниканы ендіру мен пайдаланудың экономикалық тиімділігі

Экономикалық тиімділікті қамтамасыз ету шарттарын белгілеген кезде техниканы ендіру мен пайдалануға жұмсалатын шығындарды бағалау және шығындар мен пайданы талдау әдісін қолдану арқылы оны ендірудің пайдасын бағалау жүргізіледі. Егер әрқилы техникаларды ендіру оң нәтиже берсе, онда ең үздік "баға/сапа" арақатынасы бар және тиісінше қарастырылып отырған техникалар арасында көрсететін экономикалық көрсеткіштері ең үздік техника тиімділігі ең жоғары техника болып саналады. Бұл талдау әдісі деректерді неғұрлым кеңінен қамтуды талап етеді, мұнда пайда/шығын туралы деректерді ақшалай нысанда ұсыну қиын.

Технология ендірілгенге "дейін" және одан "кейінгі" ақша ағынының айырмасы нәтижесінде туындайтын инкрементальды ақша ағынына талдау жүргізу кәсіпорындардың көпшілігіне анағұрлым таныс экономикалық талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

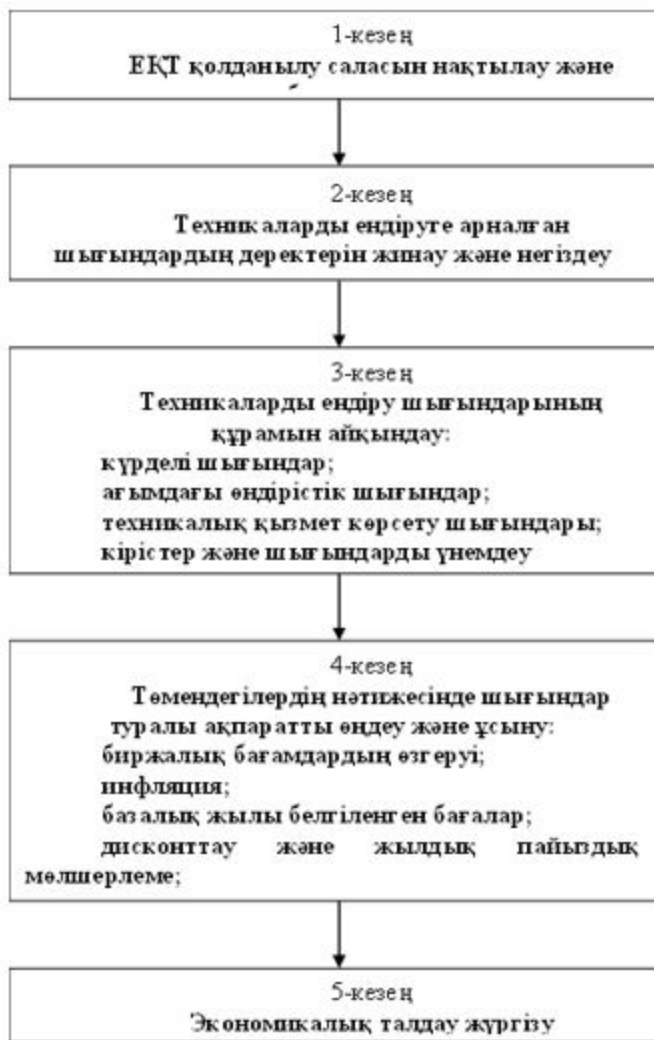
Шығын мен пайданы талдау әдісінің баламасы – іс-шаралар құны ең төмен болған кезде белгілі бір экологиялық мақсатқа қол жеткізу үшін анағұрлым қолайлыларын айқындау үшін пайдаланылатын шығындардың тиімділігін талдау. ЕҚТ кандидат-техникаларды олардың экономикалық тиімділігінің артуына қарай саралау алынған экологиялық пайдамен салыстырғанда негізсіз және тым қымбат нұсқаларды алып тастауға мүмкіндік береді.

Техниканың экономикалық тиімділігі мына формулаға сәйкес анықталады:

Экономикалық тиімділік = жылдық шығындар, теңге/эмиссиялардың қысқаруы, т/жыл.

Шығындарды есептеу әдіснамасы ендіру мен пайдаланудың экономикалық тиімділігін ескере отырып, құрылысқа, қондырғыға, технологияға немесе процеске арналған күрделі шығындар мен пайдалану шығындары туралы деректерді жинауға және талдауға мүмкіндік беретін алгоритмді белгілейді.

Бағалаудың негізгі кезеңдері 2.1-суретте көрсетілген.



2.1-сурет. Техниканы өндіру мен пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау кезеңдері

ЕҚТ өндіруге экономикалық талдау жүргізу барысында мыналар қарастырылады:

1) салыстырмалы техникаларды осыған дейін өнеркәсіптік ауқымда сәтті пайдалану тәжірибесі;

2) осы техниканы өндіріске өндірумен және пайдаланумен байланысты белгілі авариялар туралы ақпарат;

3) техникаларды өндіру климатының географиялық факторлары (энергия көздеріне қатысты орналасуы, оның қолжетімділігі, логистикалық тізбектер), сондай-ақ өңірлік физикалық-географиялық және геологиялық жағдайлар мен ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың, мәдениет ескерткіштері мен рекреация объектілерінің болуына байланысты технологиялық шектеулер.

Кандидат-техникаға бағалау жүргізу үшін шығындар құрылымы айқындалып, күрделі шығындар (құрылыстар салуға, жабдықтарды сатып алуға және монтаждауға) және пайдаланушылық шығындар бөлінеді. Пайдалану шығындарында техникалық

қызмет көрсету және жөндеу шығындары, энергия жеткізгіштер, материалдар мен көрсетілетін қызметтер, еңбекақы төлеу шығындары бөлінеді.

Шығындар туралы ақпарат жинау қорытындысы бойынша қарастырылып отырған балама нұсқаларды одан әрі объективті салыстыруды қамтамасыз ету үшін ол өңделеді.

Техниканы ендіру кезеңі

Техниканы ендіру уақытын бағалау үшін қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз етуге жататын шығындармен салыстырғанда белгілі бір техниканың өзін-өзі ақтау кезеңі пайдаланылады. Техниканы ендірудің жылдамдығын бағалау жүргізіледі. Бұл ретте техниканы ендіру жылдамдығын төмендегі уақыт ауқымдарында бөлек қарастыру ұсынылады:

- қысқа мерзімді (бірнеше аптадан айларға дейін);
- орта мерзімді (бірнеше айдан бір жылға дейін);
- ұзақ мерзімді (әдетте бірнеше жылды құрайды).

Жаңғырту уақытын таңдау қолданыстағы жабдықты жоспарлы түрде ауыстыруға негізделеді. ЕҚТ ендіру жылдамдығын (кезеңін) бағалай келе, жаңғыртуға жұмсалатын шекті шығындарды да талдау ұсынылады. Ауқымды инвестициялық күрделі шығындарды немесе өндірістік процестер мен инфрақұрылымның елеулі модификацияларын талап ететін ЕҚТ үшін оларды ендірудің неғұрлым ұзағырақ кезеңдерін көздеу қажет.

Ресурс және энергия үнемдеуші әдістерді қолдану

Ресурс және энергия үнемдеуші әдістердің қолданылуын талдаған кезде энергия және ресурс үнемдеу саласындағы қолданыстағы нормативтік-құқықтық құжаттардың талаптары мен ережелері ескеріледі. Талдаудың мақсаты энергия мен ресурс үнемдеудің ең үздік көрсеткіштерімен (қарастырылып отырғандардың ішінде) сипатталатын техникаларды белгілеу болып табылады.

Негізгі ресурстарды тұтыну бойынша техникаларға төмендегілер назарға алына отырып салыстырмалы талдау жүргізіледі:

энергия тұтыну:

энергия тұтынудың және әртүрлі (негізгі, қосалқы және қызмет көрсететін) технологиялық процестер үшін ортақ деңгей (оны төмендетудің негізгі мүмкіндіктерін бағалай отырып);

отынды пайдалану түрі мен деңгейі;

су тұтыну:

су пайдаланылатын технологиялық процестер;

тұтынудың және технологиялық процестер үшін жалпы көлемі (оны төмендету немесе қайта пайдалану мүмкіндіктерін бағалай отырып);

судың қолданылу мақсаты (жуу сұйықтығы, хладагент және т.б.);

суды қайта пайдалану жүйелерінің болуы;

3) шикізат пен қосалқы материалдарды (реагенттерді және т.б.) қайта пайдалану мүмкіндіктерін бағалай отырып, оларды тұтыну көлемі.

Салыстырмалы талдаудан кейін технологиялық процесте пайдаланылатын заттардың регенерациясы мен рециклингінің және энергияны рекуперациялаудың мүмкіндігі анықталады.

Қарастырылып отырған техникаларды салыстырмалы бағалау үшін қолданылатын энергиялық тиімділік пен ресурс үнемдеудің негізгі көрсеткіштері ретінде (жабдықты пайдаланудың регламенттелген жағдайларында) мына көрсеткіштер пайдаланылады – электр энергиясының, жылудың, отынның, судың, әртүрлі материалдардың үлестік шығындары, яғни белгілі бір ресурстың (электр энергиясы, жылу, су, реагент және т. б.) өнімнің немесе көрсетілетін қызметтің бір бірлігіне қатысты нақты шығындары, мысалы, электр энергиясы үшін өнімнің немесе көрсетілетін қызметтің 1 көлеміне кВт-сағ, жылу энергиясы үшін Гкал/өнімнің немесе көрсетілетін қызметтің көлемі, су үшін – өнімнің немесе көрсетілетін қызметтің м³/ көлемі т. б. ретінде көрсетіледі.

Ресурс үнемдеу (яғни энергия мен материалдарды үнемдеу) отын-энергетикалық және басқа да материалдық ресурстарды тиімді (ұтымды) пайдалануға және үнемдеп жұмсауға бағытталған тиісті құқықтық, ұйымдастырушылық, ғылыми, өндірістік, техникалық және экономикалық шараларды іске асыру мүмкіндігі тұрғысынан да бағаланады. Ресурс үнемдеу әлеуеті нақты энергия және ресурс үнемдеу іс-шаралары арқылы іске асырылады, бұларды өндіріс мәдениетін жоғарылатуды, жабдықты пайдаланудың номиналды режимдерін сақтауды, агрегаттарды жүктеудің оңтайлы деңгейін қамтамасыз етуді, отын-энергетика ресурстарының тікелей ысырабын жоюды, баптау және жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын уақтылы орындауды, қайталама энергия ресурстарын пайдалануды (желдету шығарындыларының әлеуеті төмен жылуын кәдеге жаратуды, энергияны регенерациялау және рекуперациялау процестерін қоса алғанда), пайдаланылатын энергетикалық және басқа да ресурстарды есепке алу аспаптарымен жарақтандыруды көздейтін ұйымдастырушылық-техникалық деп және моральдық ескірген өндірістік қуаттарды (өндірістік тораптарды) уақтылы алмастырумен, қазіргі заманғы энергия тиімді және энергия үнемдейтін жабдықтарды енгізумен, қолданыстағы технологиялық процестерді жаңғыртумен және автоматтандырумен байланысты инвестициялық деп бөлуге болады.

Технологиялық процестің және (немесе) пайдаланылатын жабдықтың энергия ресурстары мен басқа ресурстардың үлестік шығынының азаюына әкелетін өнім немесе көрсетілетін қызмет көлемінің бір бірлігіне кез келген ықтимал өзгеруі, әсіресе зиянды заттардың шығарындылары мен төгінділері төмендейтін болса (немесе қазіргі деңгейде қалса), оның энергиялық тиімділігі мен ресурс үнемдеуінің артуы (осы өзгерудің экономикалық тиімділігі мен технологиялық сенімділігін ескере отырып) ретінде бағаланады.

3. Қолданылатын процестер: қазіргі уақытта пайдаланылатын технологиялық, техникалық шешімдер

3.1. Цемент өндірісі

Қазақстан зауыттарында цемент өндіру екі тәсіл бойынша жүзеге асырылады:

шикізат материалдары бір мезгілде кептіріліп ұсақталатын және ылғалдылығы 1 – 2 %-дан аспайтын шикізат материалы күйдірілетін құрғақ тәсіл. Бұл ретте жылудың үлестік шығысы 3250 – 3550 МДж/т клинкерді құрайды;

шикізат материалдары су қосылып ұсақталатын дымқыл тәсіл, айналмалы пеште жағылатын $W = 35 - 42 \%$ шикізат шламы дайындалады, жылудың үлестік шығысы 6500 – 6900 МДж/т клинкерді құрайды.

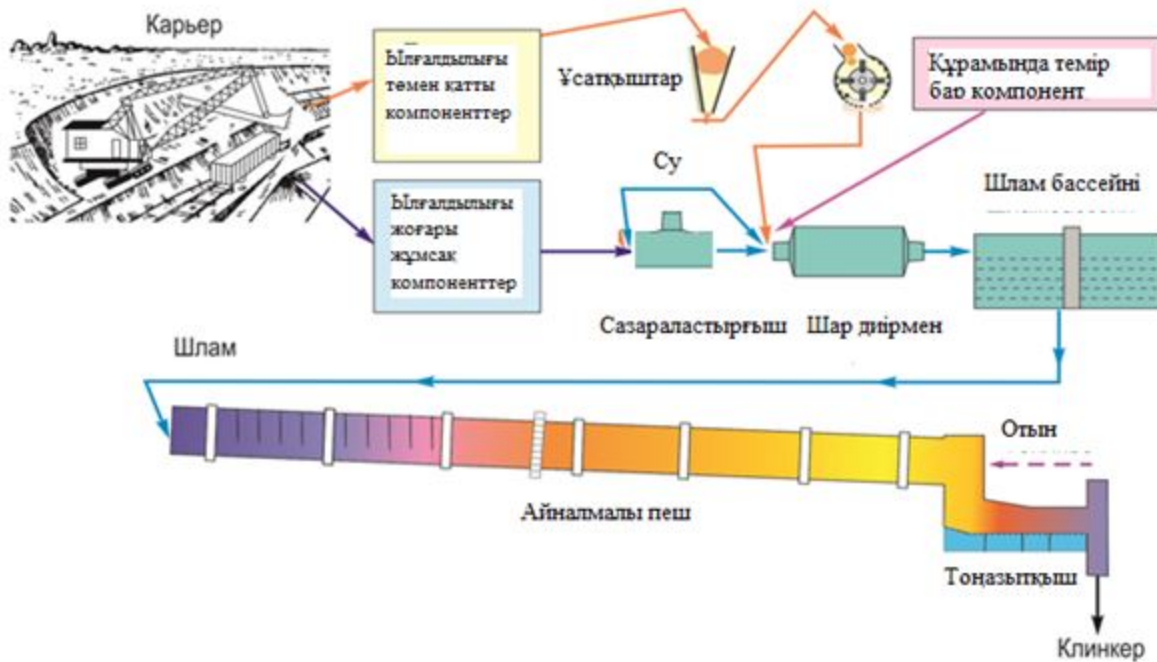
Құрғақ тәсілді зауыттардың өндірістік қуаты 13,9 млн тоннаны, дымқыл тәсілді зауыттардың өндірістік қуаты 3,0206 млн тоннаны құрайды. ЕҚТ-ға жататын құрғақ тәсілдің Қазақстан Республикасында цемент өндірісіндегі үлесі 2021 жылғы 1 қантардағы жағдай бойынша 82,66 %-ды құрайды.

3.1.1. Цемент клинкерін өндіру тәсілдері

Дымқыл тәсілдің технологиялық схемасы

Дымқыл тәсілдің типтік технологиялық схемасы карбонатты қатты компонент – әктасты және сазды жұмсақ компонент – сазды, сары топырақты қолдану арқылы келтірілген. Шикізат экскаваторлармен өндіріледі. Дымқыл тәсілде әктас 15 – 20 мм дейінгі қиыршық тасқа дейін екі сатылы ұсақтауға ұшырайды және шикізат диірмендерінің бункерлеріне түседі. Саз немесе сары топырақ сазараластырғыштарда иленіп, құбырлы шарлы диірмендерге қосып ұнтақтауға беріледі, оған әктас, өртенділер және су мөлшерленіп беріледі. Ылғалдығы 36 – 40 % ұсақталған шламды қанықтыру коэффициентінің шамасы (КН), силикат (n) немесе глинозем модулі (р) бойынша түзету үшін тік шлам бассейніне айдалады. Түзетуден кейін шлам өздігінен ағатын көлденең шлам бассейніне ағызылады, ол жерден сорғылардың көмегімен айналмалы пеш үздіксіз толықтырылады (3.1-сурет).

Дымқыл тәсілдің артықшылығы – клинкердің жоғары сапасын қамтамасыз ететін біртекті шикізат қоспасын дайындау мүмкіндігі. Бұл тәсілдің басты кемшілігі – жылудың үлестік шығысының жоғары болуында, ол құрғақ тәсілге қарағанда екі есе дерлік жоғары. Себебі, бір тонна клинкер өндірісінде бір тоннаға жуық су буланып кетеді. Нәтижесінде клинкердің әр тоннасына атмосфераға шамамен 4 тонна қалдық газ шығарылады, бұл да құрғақ тәсілге қарағанда екі есе жоғары [7].



3.1-сурет. Дымқыл тәсілдің технологиялық схемасы

Цемент өндірудің құрғақ тәсілінің технологиялық схемасы

Дүниежүзінде құрғақ процеске арналған пештерінің әркілі типтері бар (3.2-сурет).

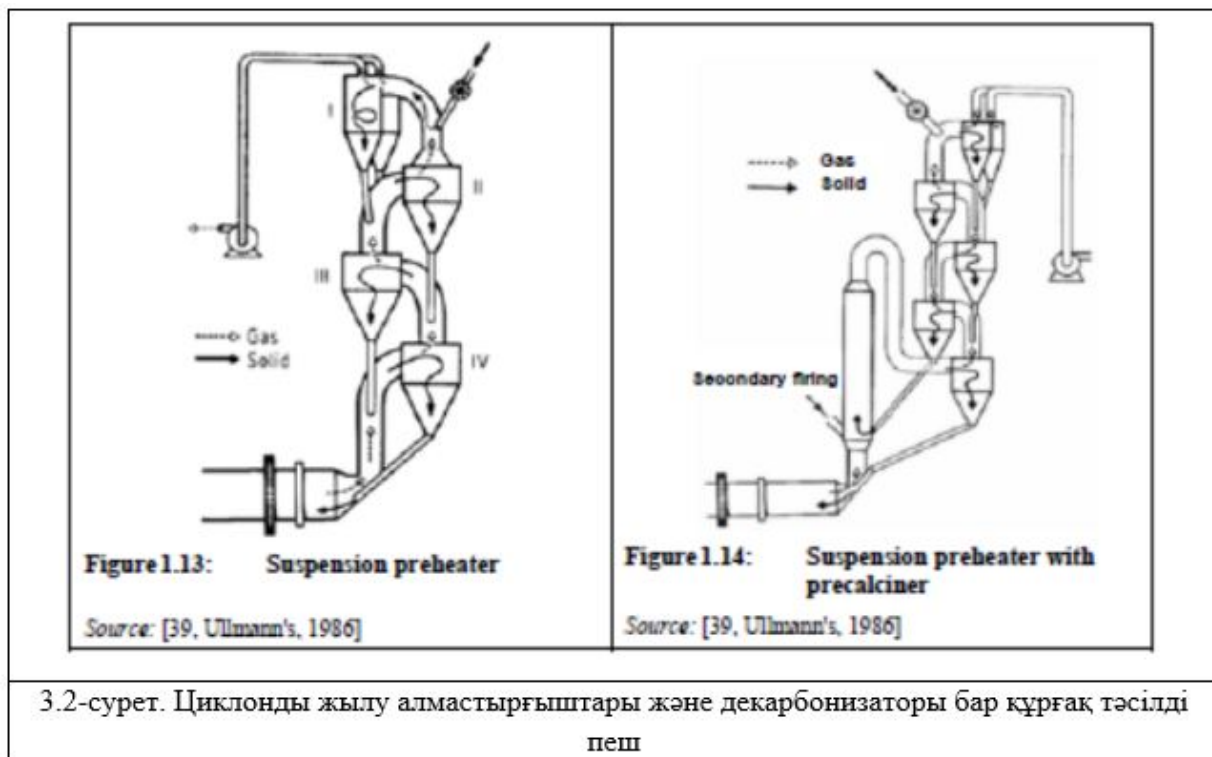
Ұзын құрғақ пештер (олардың көпшілігі АҚШ-та, сонымен қатар басқа құрлықтар мен елдерде жасалған және әлі де жұмыс істейді) кептіруге, алдын ала қыздыруға, күйдіруге және пісіруге арналған, сондықтан беру жүйесі мен салқындатқышты ғана қосу керек. Ұзын пештердің жоғарғы бөлігі жылу беруді жақсарту үшін тізбекті перделермен және стационарлық қондырғылармен жабдықталған.

Суспензияны алдын ала қыздыру технологиясы бар, 3-тен 6 циклонға дейінгі сатылы құрғақ пештер (әдетте қысқа пештер). Олар алдын ала кальцинатормен немесе онсыз жабдықталуы мүмкін. Әртүрлі жеткізгіштер әртүрлі механизмдер ұсынады. Бес циклонды алдын ала қыздыру және алдын ала күйдіру пештері құрғақ процестің жаңа қондырғылары үшін стандартты технология болып саналады.

Әлемдік өнеркәсіпте жартылай құрғақ және жартылай дымқыл өндіру тәсіліне арналған пештер де жұмыс істейді. Қазақстанда мұндай пештер жоқ.

1928 жылы ойлап табылған және бүгінде әртүрлі елдерде жұмыс істейтін жартылай құрғақ технологиялық пештер ("Леполь" пештері деп те аталады, дымқыл процесс пешіне қарағанда қысқа) қоспаны ұнтақтау үшін дискіде дайындалған құрғақ ұн қоспасы бар көлденең жылжымалы тормен жабдықталған (қоспадағы ылғал мөлшері 10 %-дан 15 %-ға дейін өзгереді). Қоспаның қабаты мойындық торға таратылып, кептіріледі, содан кейін пешке жіберіледі.

Жартылай дымқыл процессте (аралас тәсіл деп те аталады) экструдерде дайындалған шламдық сүзгіш дымқыл ферриттер (торлардағы ылғал мөлшері шамамен 20 %) не " Леполь " пешінің торына, не ұзын пешке, дымқыл процесс пешіндегідей немесе одан да аз ұзындықтағы пешке жіберіледі.



Алдын ала қыздырғышпен немесе онсыз қоспаны алдын ала қыздыру технологиясы қолданылатын құрғақ өндіру тәсілі қазіргі уақытта әлемде кең таралған. Мысалы, Жапонияда цемент 100 % құрғақ тәсілмен өндіріледі, Еуропаның анағұрлым дамыған елдерінде бұл көрсеткіш 100 %-ға жақындап келеді.

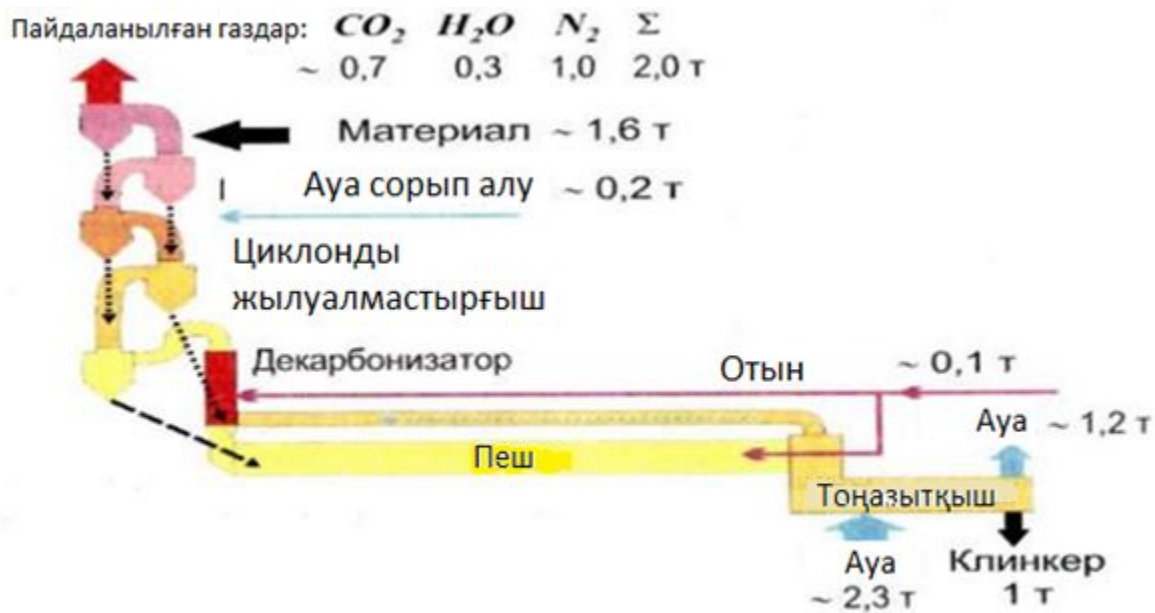
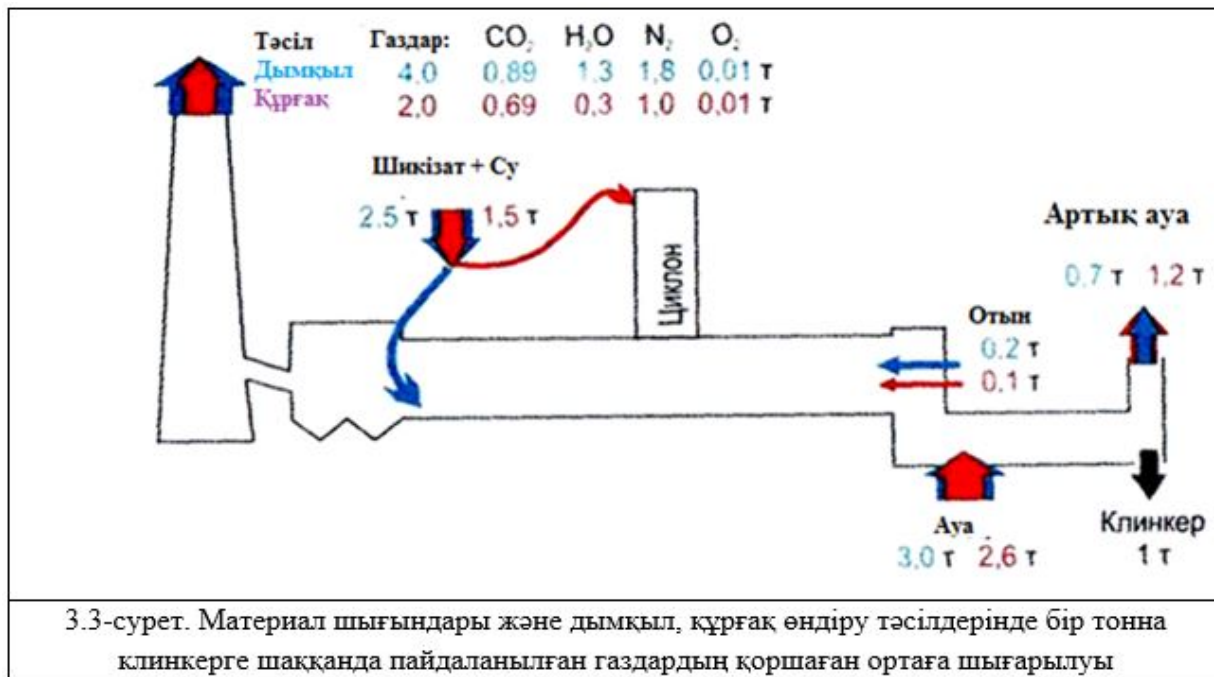
Дымқыл тәсілмен салыстырғанда құрғақ тәсіл көрсеткіштері 3.3, 3.4 суреттерде және 3.1-кестеде келтірілген.

Құрғақ тәсілдің кемшіліктері:

клинкер белсенділігінің біршама төмендеуі;

технологиялық схеманың күрделілігі;

технологиялық процестің көп тозандануы.



Құрғақ тәсілдің дымқыл тәсілге қарағандағы артықшылықтары:

отынның үлестік шығыны екі есе дерлік төмен;

пештің дара өнімділігі 4 – 5 есе көп;

айналмалы пештегі жылу кернеуінің төмендеуіне және дара қуаттың өсуіне байланысты отқа төзімді заттардың үлестік шығысы біршама азаяды;

3.1-кесте. Цемент өндірудің дымқыл және құрғақ тәсілдерінің көрсеткіштері [22]

P/c №	Параметрлер	Өлшемі	Өндіру тәсілі	
			дымқыл	құрғақ
1	2	3	4	5
1	Өлемдегі пештің қуаты:			
	ең жоғары	т/тәул	3000	12 000
	кең таралған	т/тәул	1750	3000 - 5000
2	Қазақстандағы пештердің қуаты:			
	ең жоғары	т/тәул	1750	5250
	кең таралған	т/тәул	840	2520
3	Отын шығыны	шок/т клинкер *	200	100
4	Материалдар шығыны	т/т клинкер	5	3
5	Отқа төзімді заттар шығыны	кг/т клинкер	1,0	0,1
6	Пайдаланылған газдардың шығуы	т/т клинкер	4	2
7	СО ₂ шығуы	кг/т цемент	890	690
8	Клинкер сапасы	%	100	90
9	Тозаңдануы	-	төмен	жоғары
10	Технологиясы	-	қарапайым	күрделі
11	Процесті басқару	-	күрделі	қарапайым
12	Автоматтандыру дәрежесі	-	төмен	толық
13	1 қызметкерге есептегендегі өнімділігі	т/жыл	1500	7000
14	Бір ауысымдағы жұмысшылар саны	адам	10	2

* шок / т клинкер – бір тонна клинкерге шартты отын килограммы.

парниктік газдардың қоршаған ортаға шығарындылары құрғақ процесс пештерінде жылу энергиясын тұтынудың аздығына байланысты төмен; атмосфераға көмірқышқыл газының шығарындылары 25 %-ға азаяды, Киото келісіміне байланысты мұның маңызы жоғары;

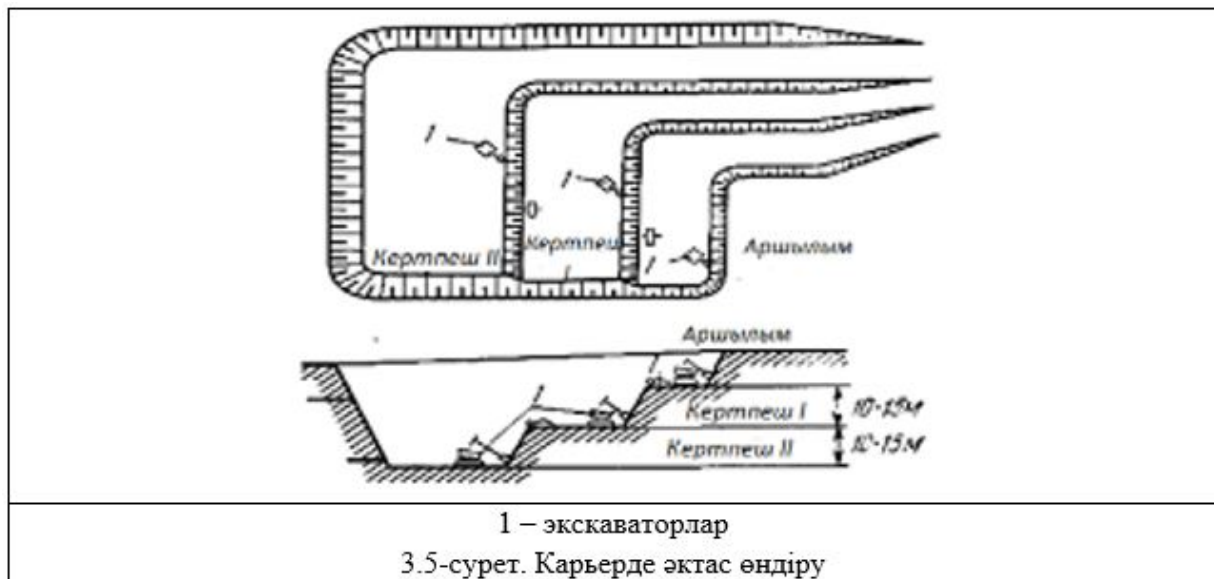
әрбір қайта өңдеуге қажетті отын мөлшерін беру мүмкіндігімен процесті жеке реттеу контурларына бөлу салдарынан клинкерді күйдіруді автоматтандыру қамтамасыз етіледі;

еңбек өнімділігі бірнеше есе артады [22].

3.1.2. Шикізат материалдарын өндіру

Заманауи цемент зауыты 1,5 – 2,0 млн т цемент өндіреді. Ол үшін тәулігіне 2,2 – 3,2 млн т шикізат материалын немесе 7 – 10 мың т шикізат өңдеу қажет. Шикізат өндіру

ашық тәсілмен қазылатын карьерлерде жүзеге асырылады. Өндіру биіктігі 10 – 15 м бір немесе бірнеше кертпештен жүзеге асырылады (3.5-сурет). Өндіру тәсілі шикізаттың физика-механикалық қасиеттеріне байланысты. Алдымен аршыма жыныс алып тасталады.



Қатты тас жыныстары (әктас) алдымен жарылыспен қопсытылады. Ол үшін диаметрі 100 – 300 мм ұңғымалар жүргізіліп, жарылғыш заттар салынып, жаппай жарылыс жасалады. Ұңғымаларды қазу арқан-соқпалы станоктардың, пневматикалық соқпалы немесе шұқыл бұрғылау станоктарының көмегімен жүргізіледі (3.6-сурет). Тас жыныстарын тиеу шөміш сыйымдылығы 8 м³ дейінгі экскаваторлармен немесе тиегіштермен жүзеге асырылады.



3.6-сурет. "Жамбыл Цемент" ЖШС-да әктас карьерінде ұңғымаларды бұрғылау Жұмсақ жыныстарды (бор, саз) өндіру роторлы экскаваторлардың көмегімен жүзеге асырылады, олар өндірумен қатар шикізатты тиеуді де жүзеге асырады.

Цементтің өзіндік құнындағы шикізат құнының үлесі 20 – 25 %-ға дейін болады. Өндірілген шикізаттың құны бірқатар факторларға байланысты. Шикізаттың жалпы құнының шамамен 60 %-ын көлік шығындары құрайды.

Цемент зауытында карьерден материалдарды беру тоқтатылған жағдайда пештердің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін белгілі бір шикізат қоры болуы керек. Ол үшін зауыттың қуатына байланысты қоймаларда сақталуы тиіс шикізат қорының нормалары белгіленген. Шикізат қоймалары ашық немесе жабық болады. Материалдар қорының нормалары мынадай, тәул.: әктас 3 – 5; гипс тасы, түзетуші және минералды қоспалар – 15 – 20; қатты отын – 10 – 15 [51].

Қазақстанның үш зауытында шикізатты өндіруде, ұсақтауда және зауытқа тасымалдауда ерекшеліктер бар. "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС зауытында карьерде алдын ала ұсақталғаннан кейін әктас пен сазды тақтатас шикізаты зауытқа ең үнемді көлік – таспалы конвейермен 2,8 км қашықтықта жеткізіледі және біркелкілеу үшін текшелерге жиналады (3.7-сурет).



3.7-сурет. "Жамбыл Цемент" ЖШС-да карьерден әктас пен сазды тақтатасты жеткізуге арналған ұзындығы 2800 м таспалы транспортер

"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-да әктас Суықбұлақ кен орнының карьерінде өндіріледі, ол зауыттан темір жолдың бойымен 88 км қашықтықта орналасқан. Ұңғымаларды бұрғылау СБШ-200 механикаландырылған станоктармен жүргізіледі. Әктастың қопсытылған жынысын автосамосвалдарға тиеу үшін ЭКГ-4,6; ЭКГ-5,0 экскаваторлары немесе шөмішті тиегіштер пайдаланылады (3.8-сурет).



3.8-сурет. Әктасты шөмішті тиегішпен және экскаватормен тиеу

Кенжардан қабылдау бункеріне дейін әктас БелАЗ көліктерімен тасымалданады. Әктас карьерде алдымен өнімділігі $Q - 500$ т/сағ болатын ұсатқышта, содан кейін $C - 738$ балғалы ұнтақтағышта $0 - 20$ мм дейінгі кесектерге ұсақталады. Ұсақталған әктас теміржол вагондарына тиеліп, зауытқа жіберіледі.

"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС дымқыл тәсілді зауытында сазды компонент – саздақтар зауыттан 15 км қашықтықта орналасқан Жаңа Семей кен орнының карьерінде өндіріледі. Саздың 45 %-ы зауытқа самосвалдармен әкелінеді, ал 55 %-ы карьерде сазараластырғыштарда буланады және құбырлар арқылы зауытқа айдалады.

"Стандарт Цемент" ЖШС-да Қарақұс кен орнындағы әктас карьерде 70 мм дейінгі мөлшердегі кесектерге ұсақталады, вагондарға тиеледі және зауытқа түседі. Карьер зауыттан шамамен 45 км қашықтықта орналасқан.

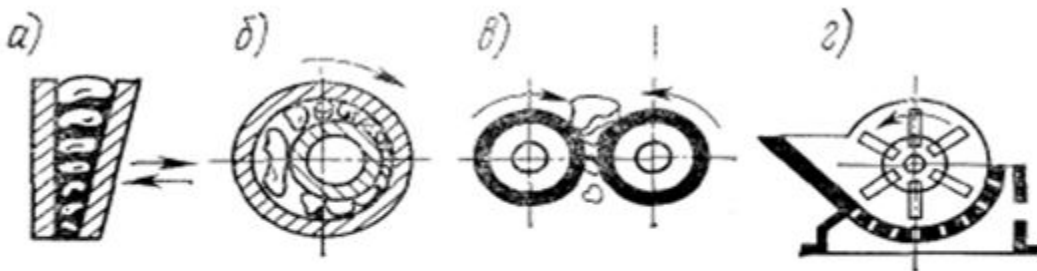
Барлық басқа зауыттарда карьерде өндірілгеннен кейін әктас пен сазды компонент шикізатты ұсақтау және одан әрі өңдеу жүзеге асырылатын зауытқа автосамосвалдармен тасымалданады.

3.1.3. Шикізат материалдарын сақтау, дайындау және ұнтақтау

Шикізат материалдары зауытта ашық және/немесе жабық қоймаларда сақталады. Цемент зауыттарын жобалаудың технологиялық нормаларына сәйкес шикізат түріне, түзеткіш және минералды қоспаларға байланысты қор нормалары кәсіпорынның 3 – 20 тәуліктік жұмысына жеткілікті болуға тиіс [51].

Шикізат материалдарын ұсақтау

Ұсақтау – бұл қатты жыныстарды механикалық ұнтақтау процесі, ондағы ұсату дәрежесі 2-ден 50-ге дейін болады. Ұсақтау жабдықтары мен ұсақтау схемаларын таңдау шикізаттың физикалық қасиеттеріне, беріктігіне, икемділігіне, ылғалдылығына байланысты. Дымқыл тәсілді ескі зауыттарда жоғары және орташа тығыздықтағы қатты әктас жыныстарын ұсақтау карьерде немесе зауытта екі сатыда жүзеге асырылады. Ұсақтаудың бірінші сатысы жақты ұсатқыштарда, екіншісі балғалы ұсатқыштарда жүзеге асырылады. Жақты ұсатқыштарда ұсақтау материалды жылжымалы және қозғалмайтын жақтар арасында ауық-ауық жаншу нәтижесінде жүреді (3.9-сурет).



а – жақты; б – конустық; в – білікті; г – соққылы-шағылдырғыш

3.9-сурет. Әртүрлі типтегі ұсатқыштардың схемалары

а – жақты; б – конустық; в – білікті; г – соққылы-шағылдырғыш

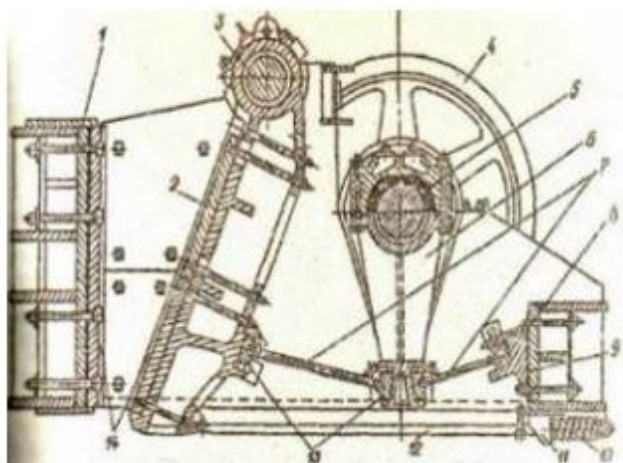
3.9-сурет. Әртүрлі типтегі ұсатқыштардың схемалары

Ұсақтаудың 1-сатысындағы жақты ұсатқыштар өлшемі 1200 – 1500 мм-ге дейін тасты өңдей алады. Жақты ұсатқыштардағы ұсату дәрежесі – 4 – 6. Шығатын бөліктердің мөлшері 100 – 200 мм-ге дейін.

Жақты ұсатқыштар конструкциясы жағынан қарапайым және жұмыс кезінде мейлінше сенімді. Оның жақтары шындалған құйма немесе қатты болаттан жасалған құрышты плиталармен астарланады. Ұсатқыш плиталардың тозуы – 1 тонна материалға 5-тен 30 г-ға дейін (3.10-сурет).

Электр энергиясының үлестік шығысы ұсатқыштың көлеміне, жыныстардың қаттылығына байланысты және ірі жақты ұсатқыштар үшін 0,3-тен 0,7 кВт /сағ дейінгі қаттылығы орташа материалды құрайды. Жақты ұсатқыштар "Шымкентцемент" АҚ, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС, "Sas-Tobe Technologies" ЖШС, "Central Asia Cement" АҚ, "Каспий Цемент" ЖШС, "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС карьерінде орнатылған.

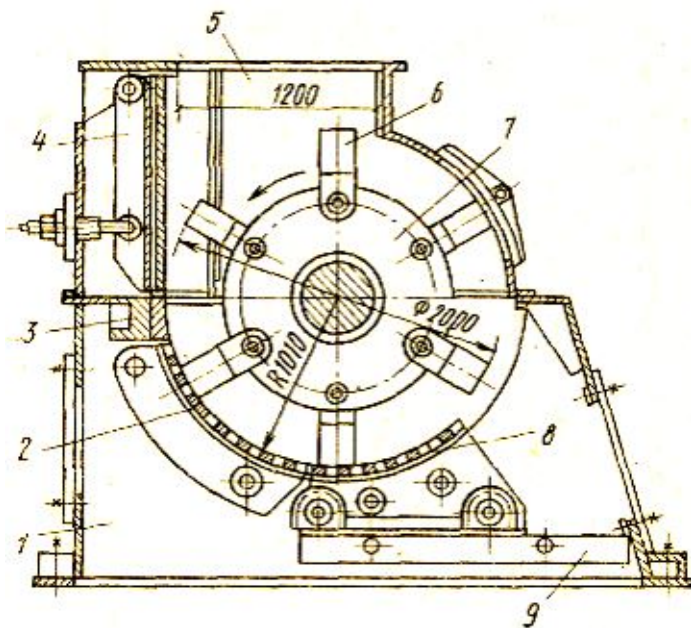
Қатты жыныстарды ұсақтаудың екінші сатысында балғалы (бір-екі роторлы) ұсатқыштар, соққылы-шағылдырғыш ұсатқыштар, жылжымалы тақтасы бар өздігінен тазартылатын балғалы ұсатқыштар қолданылады. Балғалы ұсатқыштардың шығаберісі мойындық торлармен жабдықталған және ірілігі шығаберістегі саңылаудың енінен кіші болатын материал шығарады. Ұсату өнімі 0-ден 20 – 30 мм-ге дейін және одан да үлкен мөлшерде қиыршық тас түрінде шығады.



- 1 – корпус; 2 – жылжымалы жақ;
- 3 – ось; 4 – сермер;
- 5 – эксцентрілік білік;
- 6 – бұлғақ; 7 – керме тақталар;
- 8 – арнайы тіреу;
- 9 – аралық; 10 – серіппе;
- 11 – құйылма; 12 – тартқыш;
- 13 – бекітпе; 14 – брондалған тақталар

3.10-сурет. СМД-60А жақты ұсатқышы

Балғалы ұсатқыштардың ұсату дәрежесі 20 – 40 құрайды (3.11-сурет). Бір роторлы және екі роторлы балғалы ұсатқыштар бар. 1 тонна материалды ұсақтауға жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығысы 1 – 2 кВт·сағ/т құрайды. Балғалы ұсатқыштар "Шымкентцемент" АҚ, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС, "Sas-Tobe Technologies" ЖШС, "Central Asia Cement" АҚ (екі роторлы) әктасты ұсақтаудың екінші сатысында және "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС карьерінде орнатылған.



- 1 – тұғыр, 2 – бұрылмалы мойындық тор,
- 3 – тойтарғыш білеу, 4 – тойтарғыш тақта, 5 – тұғыр төбесі,
- 6 – балға, 7 – ротор,
- 8 – ысырылатын мойындық тор,
- 9 – ысырылатын тордың бағыттаушы

3.11-сурет. СМД-98А балғалы бір роторлы ұсатқыш

Құрғақ тәсілді зауыттарда, әдетте, тиімді соққылы-шағылдырғыш және балғалы ұсатқыштар орнатылады, онда ұсақтау үш сатыда жүзеге асырылады. Бірінші кезең – негізгі ұсақтау роторға бекітілген соғу элементтері ұсақталған материалды ұрған кезде жүреді. Екінші кезең ұсақталатын материал шағылдырғыш тақталармен соқтығысқан кезде, үшіншісі ұсақталатын материалдың бөлшектері бір біріне соғылғанда жүреді. Мұндай ұсатқыштар қаттылығы орташа тас жыныстары үшін тиімді. Осы типтегі бір және екі роторлы ұсатқыштар шығарылады.

Қатты және тұтқыр жыныстарды ұсақтау үшін конструкциясы біршама өзгеше соққылы-шағылдырғыш ұсатқыштар қолданылады.

"Смидт" (Дания) фирмасының EV типті соққылы-шағылдырғыш балғалы аралас ұсатқышында бір агрегатта ұсақтаудың екі сатысы біріктірілген. Ұсату дәрежесі – 60 – 70. Конструкцияның қағидаттық негіздері тозудың жоғары дәрежесі, соңғы өнім қисығын жеткіліксіз бақылау және редукция коэффициентінің төмендігі сияқты кедергілерді жою шамасына қарай балғалы ұсатқыштар мен жалпы қабылданған балғалы диірмендердің артықшылықтарын біріктіруге сайып келеді. Соққылы-шағылдырғыш ұсатқыштар "Стандарт Цемент" ЖШС және "Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС әктас карьерлерінде орнатылған.

Икемді жұмсақ шикізат материалдарын (бор, саз және т.б.) ұсақтау үшін білікті ұсатқыштар қолданылады (3.9 в суреті). Ұсатылған материалдың физикалық қасиеттеріне байланысты біліктердің беті тегіс, тісті, ирек және кедір-бұдыр болуы

мүмкін. Білікті ұсатқыштардағы ұсату дәрежесі қатты жыныстар үшін 3 – 4, ал әлсіз және жұмсақ жыныстар үшін 10-нан 15-ке дейін. Білікті тісті ұсатқыштар көмірді ірі және орташа ұсақтау үшін де қолданылады.

Дымқыл тәсілді ескі зауыттарда бор мен сазды өңдеу үшін сазараластырғыштар қолданылады. Олар диаметрі 12 м дөңгелек немесе көп қырлы бассейн сияқты. Бассейннің ортасында іргетасқа айқастырмалары бар тік білік (жақтау) орнатылады, оған болат тырмалар ілінеді. Тырмасы бар жақтауды айналдырған кезде жұмсақ жыныс ұнтақталады. Сазараластырғыштардың өнімділігі – $30 - 50 \text{ м}^3 / \text{сағ}$. Сазараластырғыштарда шикізат байытылады. Ұнтақталмаған қатты жыныстардың ірі кесектері оның түбіне шөгеді, сондықтан сазараластырғыштарды ауық-ауық тоқтатып, шөгіндіден тазартып тұру қажет. Мұндай сазараластырғыштар "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-да (карьерде және зауытта), Heidelberg Cement "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС-да және "Sas-Tobe Technologies" ЖШС-да саз пен сары топырақты ұнтақтау үшін орнатылған.

Ұсатқыштар мен диірмендерге абайсызда металл заттардың түсіп кетпеуі және олардың істен шығып қалмауы үшін металл тұтқыштар орнатылады.

3.1.4. Шикізат пен отынды біркелкілеу қоймалары

Шикізат материалдарын дайындау оларды ұсақтаудан және қатарластырып орналастырудан тұрады. Құрғақ тәсілді зауыттарда химиялық құрамды біркелкілеу үшін әктас, сазды компонент және көмір қатар-қатар жиналады.

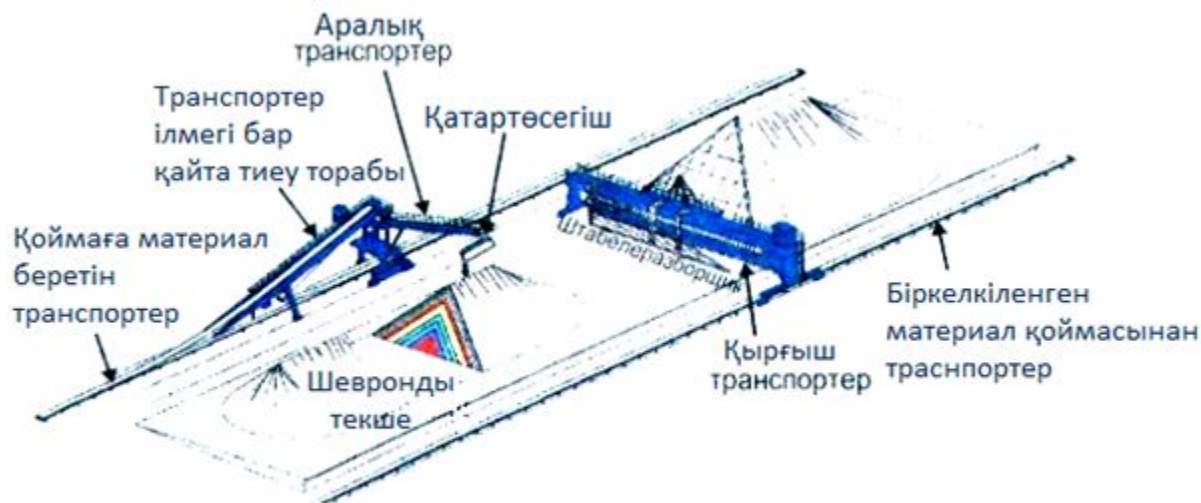
Біркелкілеу қоймалары өндірудің құрғақ тәсілді зауыттарында ғана болады. Дымқыл тәсілді зауыттарда шикізат, отын, қоспалар нормативтер бойынша жабық немесе ашық қоймаларда біркелкілемей сақталады.

Цемент зауытында шикізаттан басқа көмірдің құрамын біркелкілеу қажет. Ол үшін 70 – 80 мм-ден аз мөлшерге дейін ұсақталған материал текшелеп салынады. Текшенің сапасы оны салу әдісіне байланысты. Материалды жіңішке жолақтар, жұқа қабаттар, ұзын көлбеу қабаттар, текшеге түйісетін конустар түрінде текшелеп қоюға болады.

Текшені үйген кезде материал текшенің биіктігі бойынша бөлінуі мүмкін (стратификация жүреді және ірі кесектер төменде жиналады). Сондықтан түсіру бүкіл қаптал бойымен жүргізіледі, бұл біркелкілеудің жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді.

Текшелерді төгуді қатартөсегіш жүргізеді. Біркелкілеудің жақсы болуын қамтамасыз ету үшін текшелер ұзына бойы тартылуы қажет. Текшенің ұзындығының оның еніне қатынасы кемінде 5:1 болуға тиіс. Қабаттарды тігінен араластыру тырманың көмегімен жүзеге асырылады, олар көлденеңінен ілгері-кейін қозғалып, біркелкіленген қоспаны төменге төгеді. Одан кейін біркелкіленген компонент қырғыш транспортермен жинау конвейеріне және шикізатты кептіру-ұнтақтау бөлігінің алдындағы мөлшерлеу бункерлеріне беріледі.

Шикізатты біркелкілеу қоймасы іркіліссіз жұмыс істейді. Әдетте ұсақталған әктастан 2 текше және қажет болған жағдайда (саздың құрамы түрлі-түсті болғанда) саздақтар немесе тақтатастар текшелері түзіледі. Текшелердің бірі зауыттың бір апталық жұмысын қамтамасыз етеді, ал текшелерді қалыптастыру аз уақыт ішінде жүргізіледі. Материалды беру іркіліссіз жүргізілуі мүмкін. 3.12-суретте Қазақстанның құрғақ тәсілді цемент зауыттарының көпшілігінде пайдаланылатын шеврон қоймасы келтірілген.



3.12-сурет. Компоненттерді бастапқы біркелкілеу

Шикізат пен қатты отынның, сондай-ақ клинкердің жабық қоймаларын пайдалану қажеттігі климаттық жағдайларға және материалдар қорындағы ұсақ бөлшектердің пайыздық мәніне байланысты.

Материалдардың ашық қоймадағы қорлары көбінесе тозаңның, кейде, әсіресе ауа райы желді болғанда едәуір тозаңның және тиеу-түсіру жұмыстары кезінде кеннің (мысалы, тиегіші бар жүк машиналарын тиеу және түсіру, текшелеу науалары және т.б.) ұйымдастырылмаған шығарындыларының көзі болып табылады.

Мүмкіндігінше шикізатты, қатты отынды, клинкерді және басқа да өнімдерді сақтаудың жабық жүйелері ұсынылады.

Біркелкілеу қоймалары шикізат құрамын айтарлықтай гомогенизациялауға мүмкіндік береді. Мысалы, $\text{CaCO}_3 \pm 10\%$ бойынша карьерден түсетін әктас құрамы ауытқыған кезде қоймада біркелкіленгеннен кейін ауытқулар $\pm 1\% \text{CaCO}_3$ -ке дейін азаяды.

Шикізат диірмендерінде ұнтақтаған кезде шикізат тағы біркелкіленеді. Шикізат ұнын түпкілікті біркелкілеу силостарда жүргізіледі. Құрамдағы CaCO_3 ауытқуы $\pm 0,3\%$

-дан аспайды. Ұзыннан текшелеуден басқа, шикізатты айналдыра текшелеу де қолданылады. Мұндай айналдыра біркелкілеу қоймасы "Шымкентцемент" АҚ-да жұмыс істейді (3.13-сурет).



3.13-сурет. «Шымкент цемент» АҚ-да орнатылған дөңгелек біркелкілеу қоймасы

3.1.5. Шикізат материалдарын ұсату

Құрғақ өндіру тәсілінде шикізат материалдарын ұнтақтау

Шикізатты, қатты отынды және клинкерді құрғақ ұсатудың әлемдегі ең көп таралған жүйелері:

орналасуы әртүрлі құбырлы (шар) диірмендер (мысалы, орталық түсіру, үрлеу, тұйық контурда қапталынан түсіру және т. б.);

технологиялары әртүрлі тік диірмендер (барабан-шар диірмені, негізінен қатты отын үшін қолданылатын дөңгелек шар диірмен және т. б.);

білікті пресс (цементті түпкілікті ұнтақтау үшін шар диірменінің алдында қолдануға болады).

Тік диірмендер

Шикізатты құрғақ тәсілмен ұнтақтау көбінесе жоғары өнімді және үнемді тік білікті диірмендерде жүзеге асырылады, онда шикізатты ұнтақтау мен кептіру бір уақытта жүргізіледі. Кептіру агенті температурасы 300 – 350 °С дейінгі циклондық жылу алмастырғыштардан шығатын түтін газдары болып табылады. Пешті іске қосқан кезде кептіру агенті әдетте дизель отынымен жұмыс істейтін жеке генераторда дайындалады. Шикізатты ұнтақтау біліктер мен айналмалы табақтың ұсақтау және қажау әсерінен болады. Шикізатты ұнтақтаудың уақтығы кіріктірілген сепаратордың айналмалы роторындағы пластиналарды сирету және орнын өзгерту арқылы реттеледі. Ұн тартудың уақтығы № 008 немесе № 009 електегі қалдықтың 10 – 15 % шегінде болады. Шикізат ұнының қалдық ылғалдылығы 1 – 2 % дейін.

Орта жүрісті диірмендердің негізгі артықшылықтары:

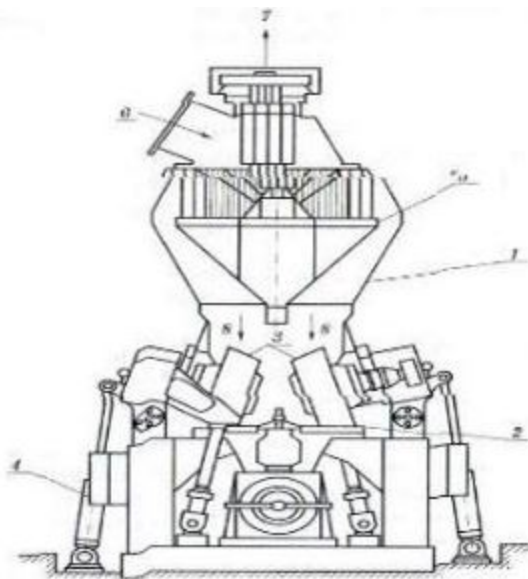
ұнтақтауға жұмсалатын үлестік энергия шығынының төмендігі;
 қондырғылардың габариттік өлшемдерінің салыстырмалы түрде шағындығы;
 жабдықты монтаждаудың жеңілдігі;
 процесті автоматтандыру мүмкіндігі;
 капитал салымдарының салыстырмалы түрде аздығы;
 шу деңгейінің төмендігі;
 ұнтақтаудың қажетті деңгейін реттеудің қарапайымдылығы.

Табақты-білікті диірмендердің негізгі кемшіліктері:

шикізатпен бірге бөгде металл заттардың және қатты жыныстардың (мысалы, кремний желбезектерінің) түсуіне сезімталдығының жоғарылығы;
 ұнтақтау элементтерінің тозуға төзімділігінің төмендігі;
 діріл деңгейінің жоғарылығы;
 ұнтақтау элементтері аздап тозған кезде өнімділіктің айтарлықтай төмендеуі.

Табақты-білікті диірмен (3.14-сурет) 3 біліктен, редуктор арқылы қозғалтқыштан айналатын 2 табақтан тұрады.

Бастапқы материал ойық арқылы пластинаның тарату конусына жүктеледі және брондалған плиталарға құйылады. Пластинаны айналдырған кезде материал біліктердің астына түседі, онда ол жаншу және қажу арқылы ұсатылады. Ұсату үшін қажетті қысу күші гидравликалық қысу жүйесімен жасалады. Ролик пен тостағанның арасындағы саңылауды бұрандалы тіреумен реттеуге болады. Диірмен герметикалық қаптамамен жабылған.



- 1 – корпус; 2 – табақ; 3 – біліктер;
- 4 – қысу құрылғысы;
- 5 – ауа жіктеуіші;
- 6 – ұсақталатын материалды беру;
- 7 – ұсатылған өнім; 8 – жіктеуіштің ірі өнімі

3.14-сурет. Табақты-білікті диірмен

3.14-сурет. Табақты-білікті диірмен

Материал ұнтақталады және ортадан тепкіш күшпен ауаға арналған штуцерлері бар стационарлық шығыршыққа беріледі. Ұсатылған материал канал арқылы берілетін ауа легімен сепараторға шығарылады. Сепаратордың айналмалы себеті бөлу аймағында материалды майда ұнтақталған және ірі фракциялы материалға бөлінеді. Ірі фракция ұнтақтау орталығына жіберіледі. Дайын өнім сепаратордан газ легімен бірге шығарылып, төменірек орналасқан сүзгіде газдан бөлініп шығады.

Білікті диірмендер диаметрі 0,6 – 4,5 м, роликтер – 0,48 – 2,2 м табақпен жасалады, табақтың айналу жылдамдығы шамамен 3 м/с.

Шикізат материалдарын майдалап ұнтақтауға арналған Loesche диірмені 3.15-суретте көрсетілген.

Шикізат материалы диірменге 1 қалақты қоректендіргіш арқылы түсіп, 2 ағыс арқылы 3 ұнтақтау үстелінің ортасына түседі. Ортадан тепкіш күштің әсерінен материал ұнтақтау үстелінің шетіне қарай жылжиды және осылайша гидронеуматикалық серіппелі 4 ұнтақтау біліктерінің астына түседі. Жіберілген материалдың тығыз қабаты біліктер мен ұнтақтау үстелінің арасындағы саңылауда ұсатылады. Ұнтақтау біліктерімен ұсатылған материал ұнтақтау үстелі айналған кезде пайда болатын ортадан тепкіш күштің есебінен үстелдің шетіне ығысады.

10 сепаратор өзінің конфигурациясына сәйкес ірі ұнтақталған материал – түйіршікті өткізбейді. Ірі бөлшектер қайтадан ұнтақтау үшін түйіршікке арналған ішкі конус арқылы 3 ұнтақтау үстеліне түседі. Ұнтақталған дайын өнім сепаратор арқылы өтіп, диірменнен 12 газ легімен бірге шығады.

Loesche диірмендері ылғалдылығы 25 % дейінгі материалмен жұмыс істей алады.

Шикізат қоспасының құрамына байланысты өнімнің майда ұнтақталуы 90 микрон електе қалған қалдықтың 6 % және 30 %-ы аралығында. Диірменнің мөлшері ұнтақтау үстелінің сыртқы жұмыс диаметрі бойынша дециметрмен [дм] белгіленеді.



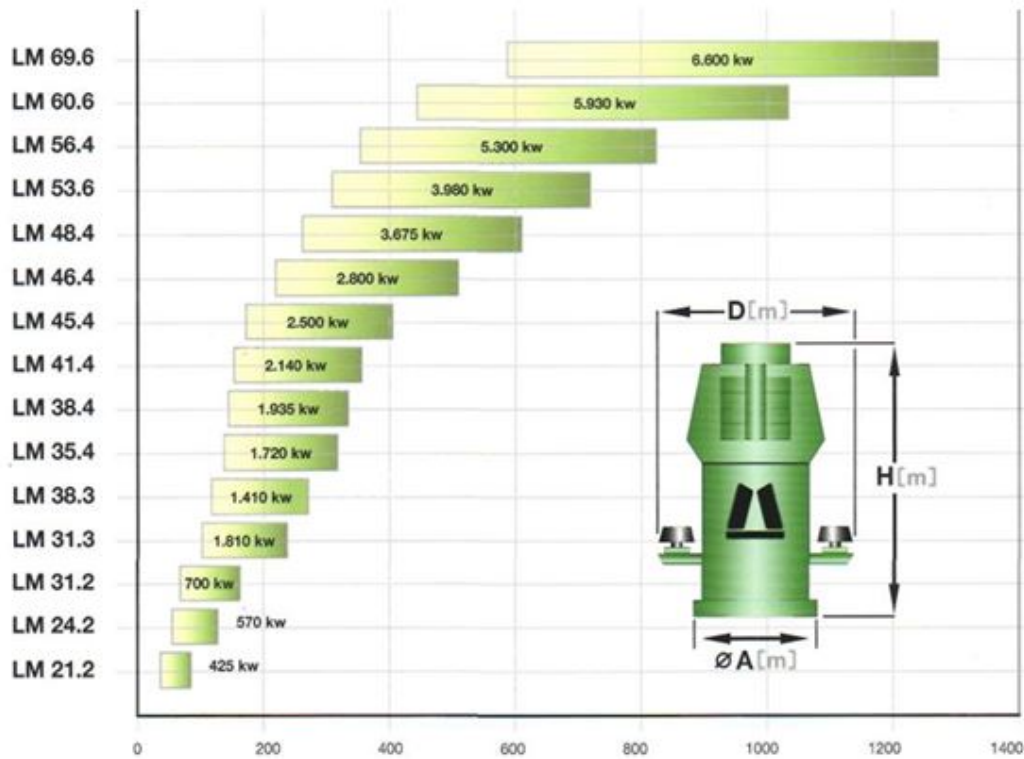
3.15-сурет. Шикізатты майда ұнтақтауға арналған Loesche диірмені

Типі мен мөлшері әрқилы диірмендердің өнімділігі (т/сағ) және жетектерінің қуаты 3.16-суретте көрсетілген.

"Полизиус" фирмасының шикізат материалдарын ұсату жүйесі көлденең орналасқан магнитті сепаратормен және металл іздегішпен жабдықталған таспалы транспортерден тұрады (3.17-сурет).

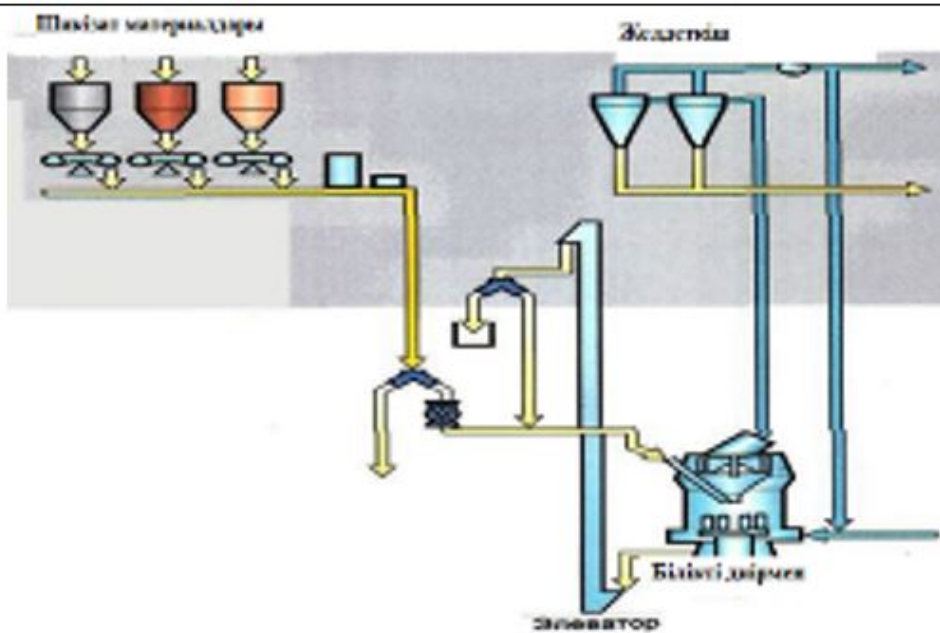
Мөлшерленген дымқыл шикізат материалы мен ыстық түтін газдары білікті диірменге түсіп, біліктермен ұсатылады және кептіріледі. Түтін газдары ұсатылған материалды диірменнің жоғарғы бөлігіне шығарады, онда кіріктірілген сепаратор орналасқан. Мұнда материал жіктеледі, ірі бөлшектер жете ұсату үшін табаққа қайтарылады, дайын өнім түтін газдарымен циклонға шығарылады, тұтып алынады, содан кейін шикізат ұнының силосына беріледі. Тозанданған түтін газдары сүзгіде тазартылып, атмосфераға шығарылады.

Шикізат материалдарын ұнтақтауға арналған осындай ұсату жүйелері Қазақстанның "Қарцемент" АҚ-дан басқа құрғақ тәсілді зауыттарында орнатылған.



Өнімділігі, т/сағ.

3.16-сурет. Loesche шикізат диірмендері жетегінің қуаты мен өнімділігі



3.17-сурет. Полизиус фирмасының ұсату жүйесі

Ұсатылған материалды дайын өнім мен жармаға бөлу үшін тиімділігі жоғары үнемді SEPOL динамикалық сепараторлары орнатылған. Олардың жұмысы ұсатылған материалдың түріне және ұсатудың қажетті дәрежесіне байланысты реттеледі.

Селективтілігінің жоғары болуына байланысты мұндай сепараторлар ұсатуға жұмсалатын электр энергиясының нақты шығынын азайтады.

Қазақстанның құрғақ тәсілді зауыттарының бәрінде ұнды, клинкерді, цементті тасымалдау үшін механикалық тасымалдаушы құрылғылар – шөмішті элеваторлар орнатылған, олар пневмотасымалдағыштармен (пневмокамералы, пневмобұрандалы сорғылар, пневмкөтергіштер) салыстырғанда электр энергиясының шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Дымқыл тәсілді үш ескі зауытта цемент, электростатикалық тозаң пневмокамералы және пневмобұрандалы сорғылармен тасымалданады.

"Стандарт Цемент" ЖШС-да ұсақталған сазды материал сазды алдын ала араластыру секторына беріледі. Сазға арналған қойма сыйымдылығы 2х6600 т, көмірге арналған қойма 2х5000 т. Біркелкіленгеннен кейін саз таспалы конвейермен саз силосына жіберіледі, ал көмір қоймаға түседі.

Тиісті силостардан әктас, сары топырақ, құм және пирит өртенділері диспенсерге тиеледі, содан кейін таспалы конвейер мен конвейер жүйесін қолдана отырып, белгілі бір арақатынаста ұнтақтау үшін шикізат диірменіне жіберіледі.

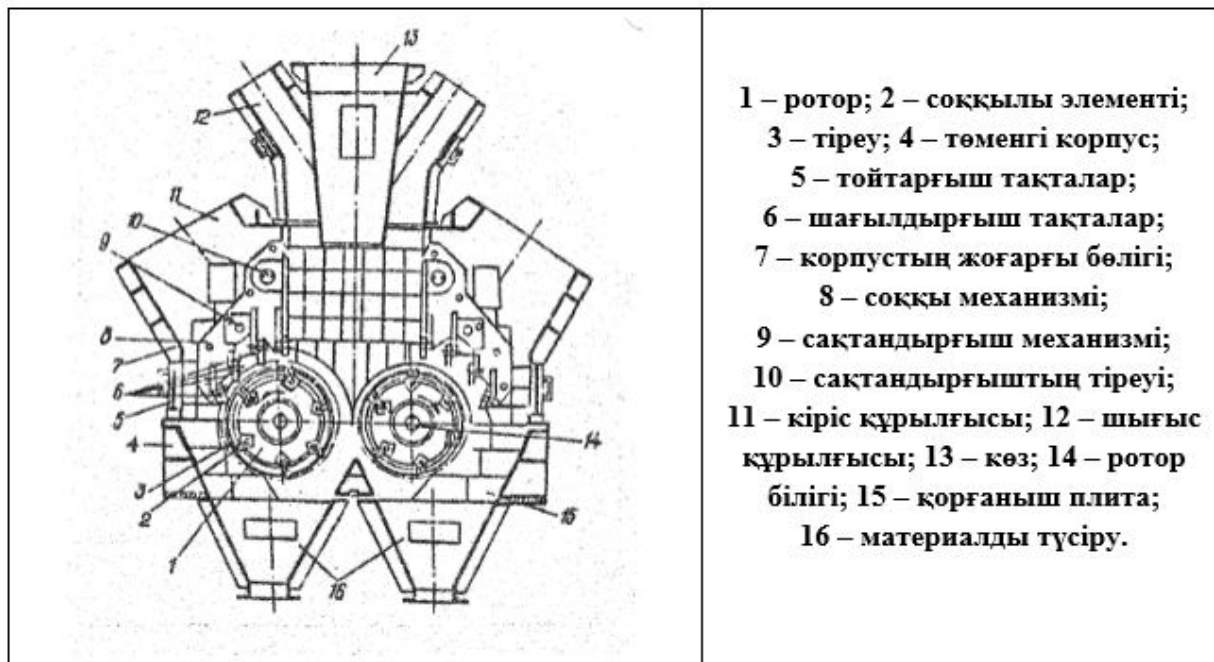
"Стандарт Цемент" ЖШС шикізат материалын бір мезгілде ұсақтау, кептіру, ұнтақтау және сұрыптау үшін TRM 36.4 маркалы тік роликті диірмен қолданылады. Өнімділігі – 200 т/сағ. Шикізаттың тиелетін бөлшектерінің мөлшері 80 мм-ден аспайды.

№ 008 електегі қалдық бойынша шикізат ұнын майда ұнтақтау 12 – 14 % құрайды. Өнімнің ылғалдылығы 0,5 %-дан аспауы керек. Материалды кептіруге арналған газдың температурасы 200 – 250 °С құрайды.

Құрғақ тәсілмен жұмыс істейтін басқа зауыттарда шикізатты ұнтақтау осылайша жүзеге асырылады.

"Қарцемент" АҚ-да шикізатты ұнтақтау басқа жолмен жүзеге асырылады. Саздақтарды кептіру және ұнтақтау үшін "Хацемаг" фирмасының (Германия) екі роторлы соққылы-шағылдырғыш кептіргіш-ұсатқыштары орнатылған (3.18-сурет).

Ылғалдылығы 15 – 20 % саздақтар пластиналы қоректендіргішпен ысырмалар арқылы ұсатқышқа беріледі, онда пештен температурасы 800 °С ыстық түтін газдары жіберіледі. Ылғалдылығы 5 – 8 % кептірілген ұсақталған саздақтар таспалы конвейер арқылы шикізат цехына жіберіледі. Ылғалдылығы 2 – 4 % кептірілген саздақтар мен әктасты бірлесіп ұнтақтау өнімділігі 120 т/сағ Ø4,2х10 м бір камералы шикізат диірменінде жүзеге асырылады (3.19-сурет). Зауытта 4 диірмен орнатылған.



3.18-сурет. «Хацемаг» фирмасының екі роторлы соққылы-шағылдырғыш ұатқыш-кептіргіші



Шикізат қоспасын кептіре отырып, білікті диірменде ұнтақтау кезінде энергияның үлестік шығындары 9 кВт·сағ/т құрайды, оның 5,8 кВт·сағ/т № 009 електегі қалдық 18 % дейін ұнтақтауға келеді, қалған 3,2 кВт·сағ/т диірменнің 360 мм суды құрайтын гидравликалық кедергісін еңсеруге жұмсалады.

Дымқыл өндіру тәсілінде шикізат материалдарын ұнтақтау

Дымқыл тәсілмен ылғалдылығы 36 – 40 % шикізат шламы дайындалады. Әктасты, сары топырақты (сазбалшықты), пиритті өртенділерді бірге немесе бөлек ұнтақтау құбырлы шарлы диірмендерде жүзеге асырылады. Әктас диірменге жеткізер алдында жақты ұсатқыштарда екі сатылы ұсақтаудан, содан кейін бөлшектер өлшемі 0 – 25 мм дейін балғалы ұсатқыштардан өтеді. Сазды компонент сазараластырғыштарда алдын

ала ұсақталып, содан кейін диірменге беріледі. Қазақстандық дымқыл тәсілді зауыттарда негізінен құбыр диірмендерінің үш үлгі өлшемі орнатылған: Ø2, 6x13 м; Ø3x14 м және Ø3, 2x15 М, өнімділігі – 40-тан 80 т/сағ дейін.

Шикізатты ұнтақтау қаншалықты уақ болса, өзара әрекеттесу беті және материал бөлшектерінің реакциялық қасиеті соншалықты артады. Клинкер түзудің физика-химиялық процестерінің оңтайлы өту жылдамдығын қамтамасыз ету үшін шикізат қоспасын № 02 (2 – 3 %) және № 008 (10 – 15 %) електердегі қалдықтарға дейін немесе меншікті беті ~ 300 м²/кг дейін ұнтақтау жүзеге асырылады. Дымқыл өндіру тәсілімен шикізат материалы сулы суспензия түзілгенге дейін (ылғалдылығы 30 – 40 % шлам) су қосылып ұсақталады және араластырылады. Су кеуектер мен микросызаттарға кіріп, ісіндіруші әрекет етеді және сол арқылы материалды ұсатуға ықпал етеді. Бор, саз, саздақ және сары топырақ сияқты жұмсақ жыныстар суда араласқан кезде "өздігінен ыдырайды". Дымқыл ұнтақтау анағұрлым тиімдірек деп саналады, өйткені ол шикізат қоспасы жоғары дәрежеде біркелкі болуын қамтамасыз етеді.

Сумен оңай ыдырайтын тұтқыр және иілгіш шикізат материалдары – саз, сары топырақ бірнеше сатыда ұсатылады: шайқағыштарда ұсату және шарлы диірмендерде әктаспен түпкілікті ұнтақтау. Дымқыл тәсілді үш зауыттың бәрі осы схема бойынша жұмыс істейді.

Шайқағыш – диаметрі 5 – 12 м және тереңдігі 1,8 – 5,5 м бетон резервуар (3.20-сурет). Резервуардың ортасында бетон іргетаста тік айналмалы білік орналасқан, оның айқастырмасына болат тісті тырмалар ілінген. Бұл ретте тырмалар мен тістер шайқағышқа келіп түсетін материалды сындырып, оны сумен араластырады. Ұсатылған материал қойыртпақ-шламға айналады және торы бар бүйірдегі саңылау арқылы ағызу жанасшұңқырына түседі.



3.20-сурет. Жұмсақ жыныстарды ұнтақтауға арналған шайқағыштар

Айналған кезде материалдың ірі кесектері сындырылады, ал кварц қосындылары резервуардың түбіне шөгеді, олар ауық-ауық алынып тұрады.

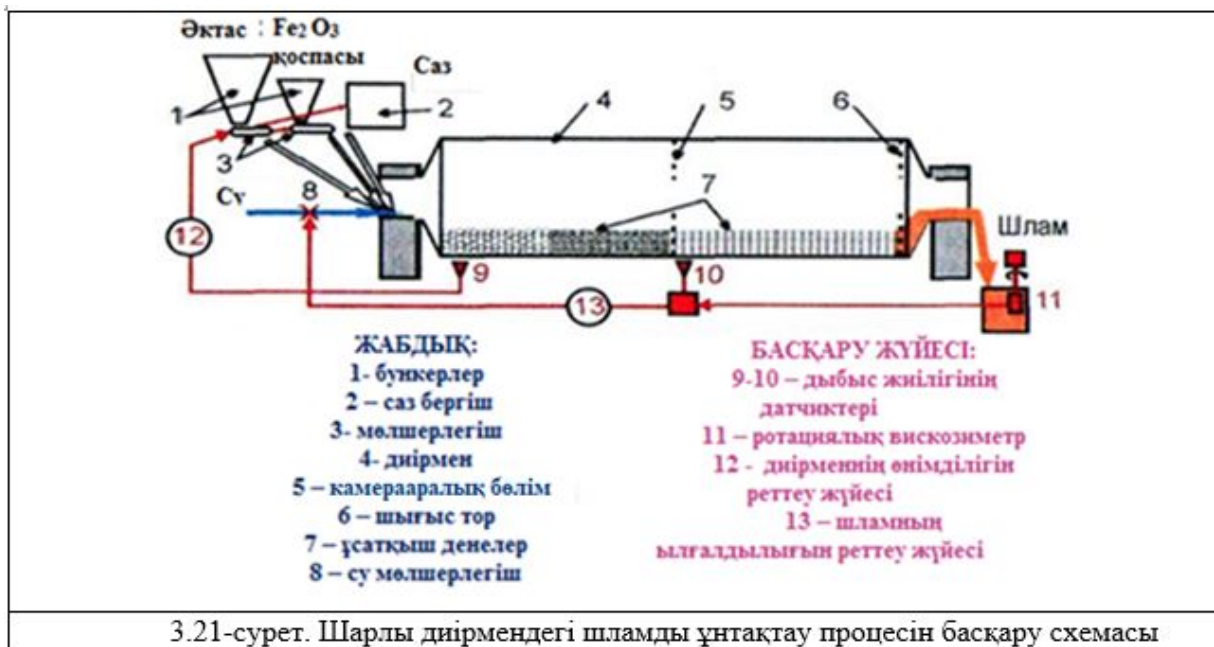
Шайқағыштар көп орын алады, өнімділігі жоғары емес, олардан шыққан шламның ылғалдылығы жоғары болады.

Ұнтақтау жабдықтарының тағы бір түрін атап өткен жөн: "Гидрофол" диірмені. Кремнеземнің қатты қосындылары бар бор сияқты шикізат материалдары үшін шарлы диірменнің алдында материал үлкен диаметрлі, ол көтергіш құрылғыларымен (лифттермен) және кейде түйгіш денелер ретінде шарлармен жабдықталған айналмалы барабанға беріледі. Кремнезем конкрециясы ұсатқыш ретінде де әрекет етеді.

Шикізат материалдарын дымқыл тәсілді зауыттарда түпкілікті ұнтақтау "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС, "Sas-Tobe Technologies" ЖШС құбырлы шарлы диірмендерде жүзеге асырылады.

Құбырлы диірмендерді шикізатты құрғақ тәсілмен де, дымқыл тәсілмен де ұнтақтау үшін пайдалануға болады.

Шикізат шламын ұнтақтауға арналған құбырлы шарлы диірменнің құрылымы, сипаттамалары, жұмыс қағидаты және басқару 3.21-суретте көрсетілген.



Диірмен ішінен бронды тақталармен астарланған, түйгіш денелер ретінде әртүрлі диаметрлі болат шарлар, сондай-ақ цильпебс қолданылады.

Диірменнің шығысында ылғалдылық, ұнтақтаудың уақтығы және шламның химиялық құрамы ауық-ауық бақыланып тұрады. Егер ұнтақтау ірі болса, салынатын материалдың мөлшерін азайту керек. Бірақ бұл жағдайда қабылданатын шаралар кешігеді. Алдын ала бақылау үшін 9 дыбыс жиілігі датчигі (микрофон) қолданылады.

Материалдың мөлшері азайған кезде шу күші мен дыбыс жиілігі артады – диірмен "гүрсілдейді", өйткені болат шарлар материалға емес, бронды астарға соғылады. Бұл материалды көбірек салу қажеттігінің белгісі. Дыбыс "бәсең" шықса, керісінше әрекеттер жасалады.

Шламның ағымдағы ылғалдылығы 11 айналмалы вискозиметрмен бақыланады. Ротор айналған кезде шламның тұтқырлығына байланысты кедергі әртүрлі болады, ол электр қозғалтқышының жүктемесінің өзгеруімен байқалады: ылғалдылық неғұрлым көп болса, тұтқырлық соғұрлым төмен болады және электр қозғалтқышына жүктеме аз болады. Бұл көрсеткіш шлам түзілген аймақтың басында орнатылған 10 дыбыстық жиілік датчигіне түседі, егер ылғалдылық жоғары болса, онда шарлардың соққысы қатты, дыбыс жиілігі жоғары болады. Егер төмен болса, онда шарлардың соққысы бәсең, дыбыс жиілігі төмен болады. 10 және 11 аспаптардың көрсеткіштері бойынша шламның ылғалдылығын реттеу жүйесі қажетті су шығынын анықтайды. Соңғы ылғалдылық зертханада анықталады.

Диірменге құрамында темір бар қоспалар мен сазбалшықты беру рентгендік спектрометрмен анықталатын диірменнің шығысындағы шламның химиялық құрамына байланысты реттеледі. Ұнтақтау процесін күшейтуге, электр энергиясының үлестік шығысын азайтуға, шламның ылғалдылығын азайтуға беттік-белсенді заттар (ББЗ) – сұйылтқыштарды енгізу арқылы қол жеткізуге болады.

3.1.6. Біркелкілеу және түзету

Дымқыл тәсілмен шламды біркелкілеу және түзету

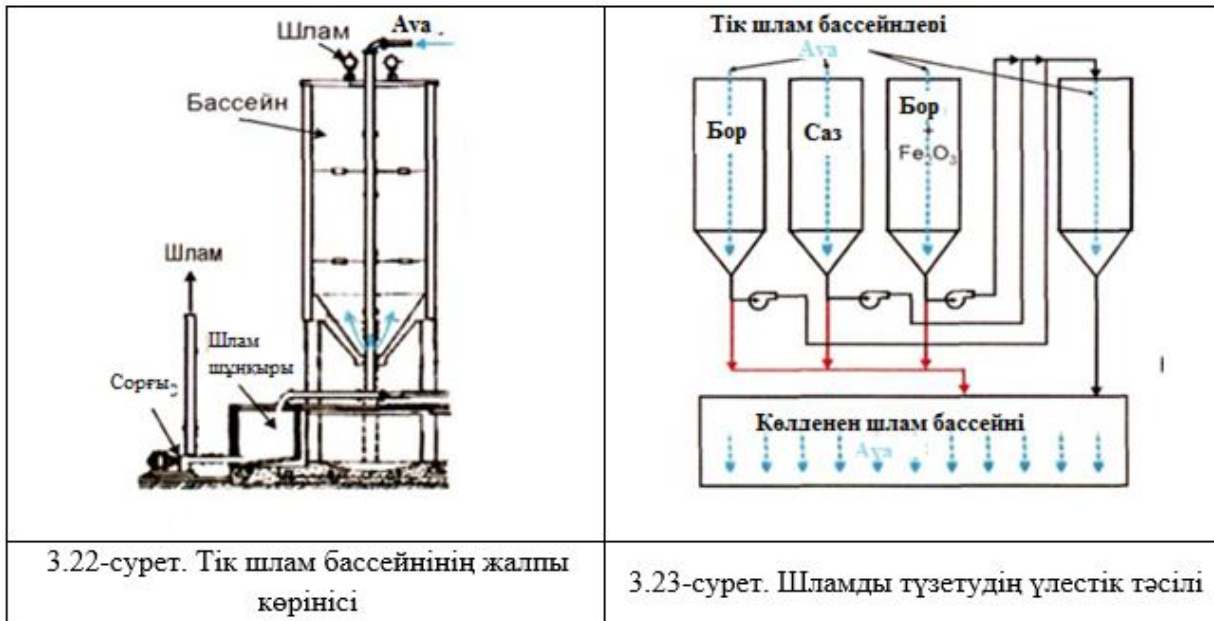
Пешке күйдіруге химиялық құрамы, ұнтақтау уақтығы, ылғалдылығы және аққыштығы біртекті шикізат шламы берілуге тиіс. Бұл жағдайда айналмалы пеш тұрақты жұмыс істейді және алынатын клинкердің сапасы мен химиялық-минералогиялық сипаттамалары жоғары болады.

Пештің өнімділігі, отынның үлестік шығысы, клинкердің гранулометриясы, шығатын газдардың температурасы оңтайлы шектерде болады.

Шикізат шламының құрамын түзету және біркелкілендіру сыйымдылығы 400-ден 1000 м³ дейінгі тік шлам бассейндерінде жүргізіледі (3.22-сурет). Түзету үлестік әдіспен немесе лекте түзету арқылы жүзеге асырылады (3.23-сурет).

Түзетілген шлам оның технологиялық параметрлері тексерілгеннен кейін сыйымдылығы 3500 – 10000 м³ дейінгі көлденең шлам бассейндеріне өздігінен құйылады. Көлденең бассейндердің сыйымдылығы осы зауыт пештерінің үш тәуліктік өнімділігін қамтамасыз етуге тиіс.

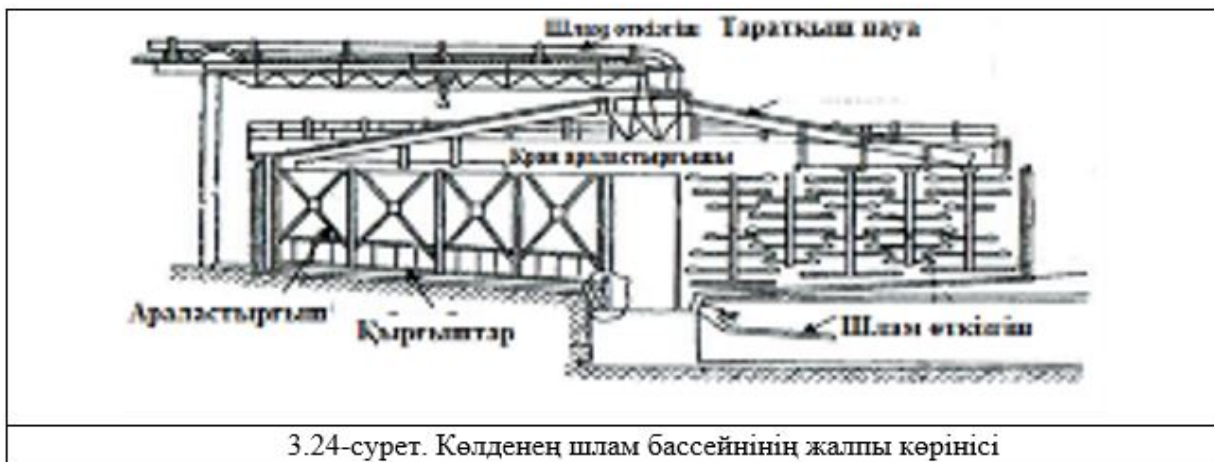
Шламның құрамын түзету қанықтыру коэффициентінің (ҚК) және силикатты немесе глиноземді модульдің шамасы бойынша жүзеге асырылады.



Тік бассейндерде шлам пневмоараластырылғаннан кейін рентгендік спектрометрдегі оның химиялық құрамы анықталады және есеп-қисапқа сәйкес дайын шлам бассейндеріне тиісті мөлшері айдалады: тік немесе көлденең (3.24-сурет).

Сығылған ауаның араластыруға жұмсалатын шығыны 1 м^3 шламға $0,003 - 0,0045 \text{ м}^3$ /мин құрайды.

Дайын шикізат шламы айналмалы пештердің шламқоректендіргіштеріне жіберіледі. Шламдарды тасымалдау үшін өнімділігі $200 \text{ м}^3/\text{сағ}$ болатын 6 ФШ-7А ортадан тепкіш шлам сорғылары қолданылады, олар 6 МПа-ға дейін қысым жасайды, сондай-ақ қысымы 12 МПа болатын өнімділігі $350 \text{ м}^3/\text{сағ}$ болатын 10У4 көмір сорғыларын пайдаланады.



Құрғақ тәсілде шикізат ұнын біркелкілеу және түзету

Карьерден айналмалы пешке дейінгі жолда шикізат өндеудің көптеген кезеңдерінен өтеді, бұл жағдайда жетекші рөл араластырғыш силосқа тиесілі, өйткені мұның өзі

шикізатты өңдеу тізбегінде пешке салмас бұрын оның сапасын жақсартудың келесі кезеңі болып табылады (3.25-сурет).



Өртүрлі технологиялық өңдеу кезінде шикізатты біркелкілендіру мүмкіндіктері 10 – 15 еселік ең жоғары біркелкілендіруді, атап айтқанда ClaudiusPeters фирмасының (3.26-сурет) жаңа конструкциядағы силостары қамтамасыз ететіндігін айғақтайды.



Төмен қысымды сығылған ауа материалдың ілінісуін төмендетеді және ол өз салмағымен жалған сұйық қабатқа ағып кетеді. Аэрацияланған сусымалы материал

конустық терезелер арқылы силостың негізгі резервуарынан кеңейту камерасына түседі, онда ол ішінара деаэрацияланып, орталық ағызу құбырына беріледі. Көп ағынды жүктеу жүйесі шикізат ұнын силос бетіне жұқа қабатпен тарататын бірқатар аэроарна болып табылады, бұл оның біркелкі толуын қамтамасыз етеді. Силостың биіктігі бойынша материалдың жұқа қабаттарының құрамы біршама әртүрлі болуы шикізат қоспасын одан әрі тиімді араластыруға ықпал етеді.

Қоспаны біркелкілеу силоста және араластырғыш конустың астында жасалады. Біркелкілеу процесі 3 кезеңнен тұрады (3.27-сурет):



3.27-сурет. Силостағы шикізат ұнын біркелкілеу қағидаты

1-кезең – көп ағынды жүктеу жүйесі;

2-кезең – силостағы гравитациялық араластыру;

3-кезең – силостың араластырғыш конустық камерасында пневматикалық араластыру шикізат ұнының гомогенділігін 10 – 15 есе арттырады.

"Жамбыл Цемент" ЖШС-да диаметрі 18 м, биіктігі 51,2 м, сыйымдылығы 10000 т ұн болатын 1 силос орнатылған. Ұнды күйдіруге беру үшін өнімділігі 270 т/сағ шөмішті элеватор орнатылған. "Стандарт Цемент" ЖШС 1 желісіне Ø 15x47м көлемі 6450 т шикізат ұнының силосы орнатылған.

Басқа зауыттарда шамамен бірдей көлемдегі ұқсас силостар орнатылған.

3.1.7. Қатты отынды дайындау және жағу

Барлық зауыттарда келіп түсетін көмір ұсақталады.

"Стандарт Цемент" ЖШС-да қатты отынды ұсақтау үшін өнімділігі 100 т/сағ, NSZ-100 типті балғалы ұсатқыш орнатылған. Қатты отын мөлшері 250 мм мөлшерінде келеді, 30 мм-ге дейін ұсақталады.

Қатты отынды ұнтақтау үшін 1 технологиялық желіде шарлы диірмен орнатылған – MFV типті, Ø 3, 2x9 м өлшемді, өнімділігі 24 т/сағ, айналу жылдамдығы 17,8 айн/мин. Ұнтақтау дәрежесі – № 008 електегі қалдық 10 %-дан аспауы керек. Көмір диірмені

жабық циклде жұмыс істейді, TLS 1150-C типті сепаратор орнатылған, $V = 38000 - 40000 \text{ м}^3/\text{сағ}$, қысымы – 2500 Па. Көмірді ұсақтаудың және ұнтақтаудың екі сатылы жүйесінен кейін LPF(M)8/12/9 типті тозаң жинағыш қапшық сүзгі орнатылған. Ауаның тозаңдану дәрежесі 800 г/Нм^3 , тазартылған түрде 50 мг/Нм^3 . Екінші технологиялық желіде көмірді ұнтақтау және кептіру тік білікті диірменде жүзеге асырылады.

"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС көмірді ұнтақтау және кептіру ШБМ бір камералы шарлы диірмендерде жүргізіледі.

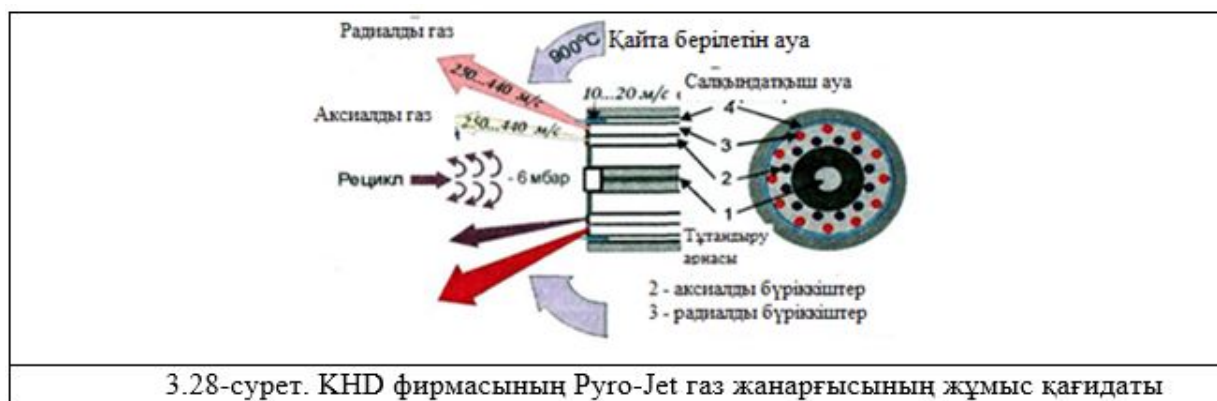
"Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС көмірді ұнтақтау және бір мезгілде кептіру үшін шарлы диірмендер (бірінші кезекте ШБМ-4, екінші кезекте ШК-32) пайдаланылады, онда кептіру агенті ретінде тас көмірмен жұмыс істейтін оттықтардан жылытылған ауа пайдаланылады.

"Шымкентцемент" АҚ көмірді ұсақтағаннан кейін ұнтақтау және кептіру италиялық Ansaldo фирмасының ұнтақтау үстелінің диаметрі 2159 мм, өнімділігі 22 т/сағ тік шарлы диірменінде жүргізіледі.

"Каспий Цемент" ЖШС-да көмір балғалы ұсатқышта ұсақталады, көмірді ұнтақтау өнімділігі 17 – 20 т/сағ тік роликті диірменде жүргізіледі.

"Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС, "Гежуба Шиелі Цемент Компаниясы" ЖШС, "Sas-Tobe Technologies" ЖШС, "Стандарт Цемент" ЖШС екінші желісінде және көмірді ұнтақтау мен кептіруге арналған басқа да зауыттарда тік білікті диірмендер орнатылған. Көмірді ұнтақтаудың уақтығы түріне байланысты әр зауытта жеке белгіленеді.

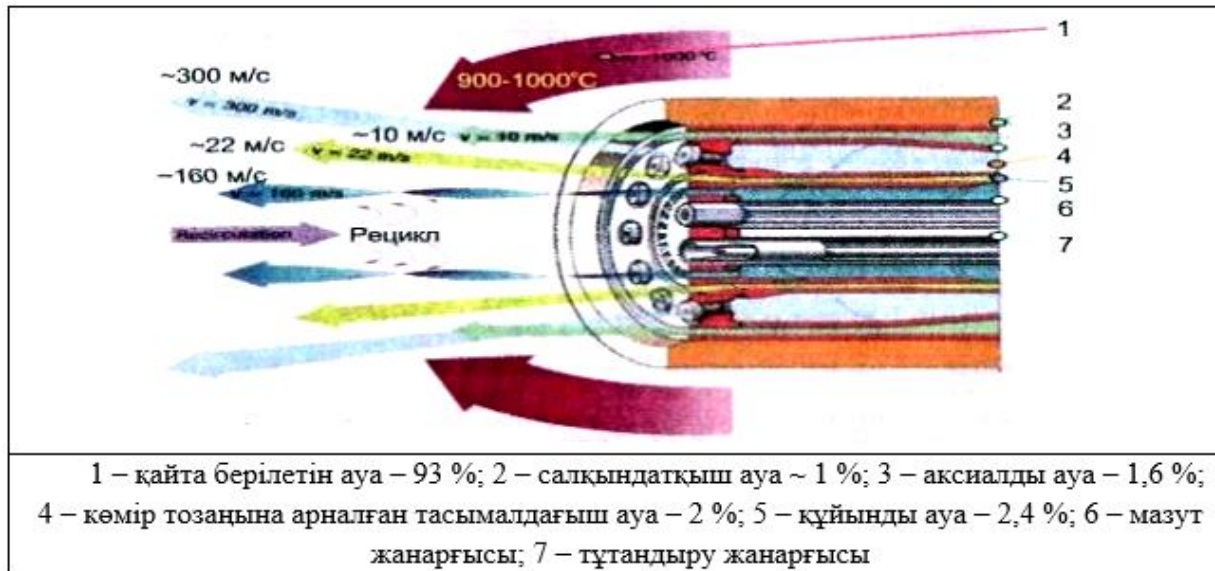
Айналымалы пештерде отынды жағу үшін көмірді, коксты, мазутты және табиғи газ бен олардың қоспаларын, сондай-ақ баламалы отынды жағуға есептелген көп арналы типті жанарғылар пайдаланылады (3.28, 3.29-суреттер).



Радиалды және аксиалды газы бар көп арналы қыздырғыштар бүріккіштің екі түрімен жабдықталған: осьтік газбен қамтамасыз ету (аксиалды газ) және тангенциалды газбен қамтамасыз ету (радиалды газ) [7].

Алау пішінін басқару радиалды және аксиалды газдың берілуі арасындағы қатынасты реттеу жолымен жүзеге асырылады (3.28-суретті қараңыз).

3.29-суретте көмір-мазутты бүріккіштің құрылғысы мен жұмыс параметрлері келтіріледі, оған талап етілетін бастапқы ауа 7 %-дан аспайды, шығарылатын газдар көлемінің төмендеуін және отын шығынының төмендеуін қамтамасыз етеді.



3.29-сурет. Көмір мен мазут қоспасын жағуға арналған Pulco-Jet жанарғысы

3.1.8. Клинкерді күйдіру

Цемент алудың маңызды аса процесі дайын өнімнің сапасы мен кәсіпорынның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін қамтамасыз ететін клинкерді күйдіру болып табылады.

Қазақстан Республикасының цемент зауыттарында клинкерді күйдіруге арналған пештердің 4 түрі орнатылған және жұмыс істейді:

1) ішкі жылу алмастырғыштары бар дымқыл тәсілді айналмалы ұзын пештер – 10 бірлік;

2) екі желілі төрт сатылы циклонды жылу алмастырғышы бар құрғақ тәсілді пеш ("Қарцемент" АҚ № 5 пеші) – 1 бірлік;

3) екі желілі төрт сатылы циклонды жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар құрғақ тәсілді пеш ("Қарцемент" АҚ № 6 пеші) – 1 бірлік;

4) бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштары және декарбонизаторлары бар құрғақ тәсілді пештер – 7 бірлік.

Дымқыл тәсілді пештер

Цемент клинкерін дымқыл тәсілмен күйдіру ұзындығының диаметріне қатынасы $L/D \sim 37$ айналмалы ұзын пештерде жүргізіледі. Ең көп таралған пештер – Ø5x185 м "Волга 75" желтартқыш тоңазытқышы бар пештер (3.2-кесте).

Бұдан басқа, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС-да ұзындығы 100 м 2 пеш орнатылған. 2020 жылы "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС әк өндірген жоқ. № 2 пеш (100 м) қайтадан цемент клинкерін күйдіруге ауыстырылды.

3.2-кесте. Қазақстан Республикасының дымқыл тәсілді айналмалы пештерінің техникалық сипаттамалары

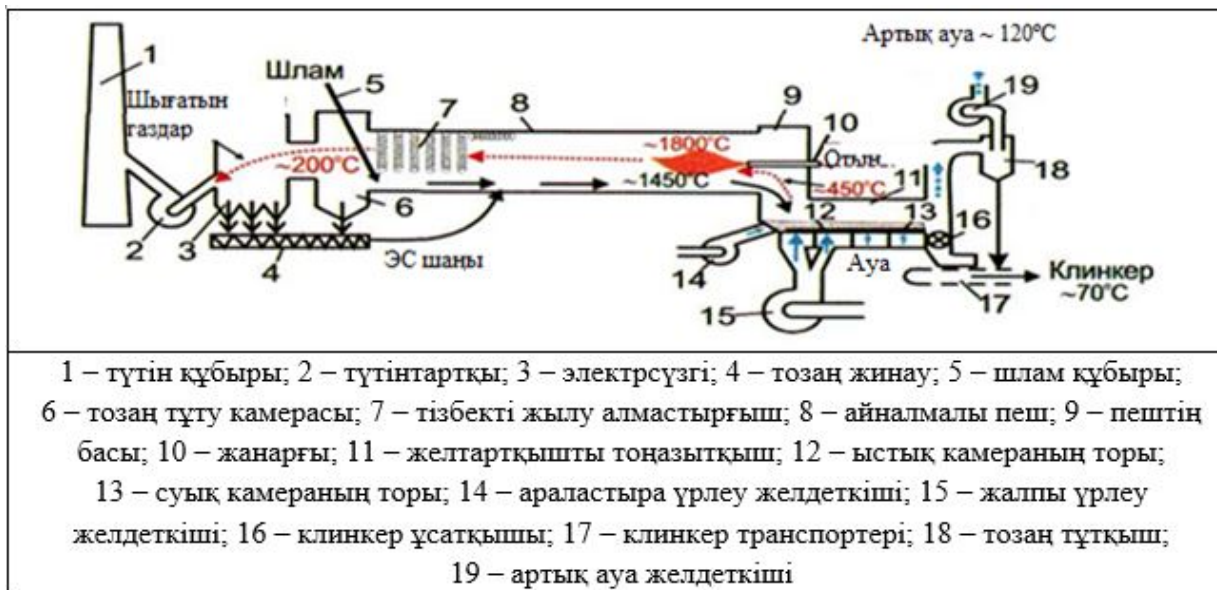
Р/с №	Көрсеткіш	Пештің мөлшері, м		
		4(3,6)x150	4,5x170	5x185
1	2	3	4	5
1	Орнатылған жері – зауыт	"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС – 4 бірлік, "Sas-Tobe Technologies" ЖШС – 2 бірлік	"Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС – 1 бірлік	Бұқтырма цем. компаниясы" ЖШС – 2 бірлік
2	Ұзындықтың орташа диаметрге қатынасы	41,5	41,5	40,2
3	Астарлаудың ішкі беті, м ²	1700	2200	2700
4	Пештің көлбеуі, %	4	4	4
5	Айналу жиілігі, айн / мин	0,55-1,1	0,6-1,24	0,6-1,24
6	Тіректер саны, дана	7	7	7
7	Тоңазытқыштың түрі	Рекуператорлық немесе желтартқыш	Итергіш желтартқыш	
8	Электр қозғалтқышының қуаты, кВт	320	250x2	320x2
9	Шламның ылғалдылығы 36 % болған кезде жылудың үлестік шығыны, МДж/кг клинкер	6,3	6,2-6,65	6,56
10	Шламның ылғалдылығы 36 % болған кезде пештің өнімділігі, т/тәул.	850	1000-1260	1800
11	Пештің үлестік өнімділігі, кг / (м ² ·сағ)	21	22,7-23,8	28,6 - 26,5

Дымкыл тәсілді өндірістің пеш агрегаты (3.30-сурет) ішкі жылу алмастырғыштары бар айналмалы ұзын пешті, шламды қоректендіргішті, жетекті, отын жағуға арналған жанарғыны, түтін сорғышты, клинкер тоңазытқышын, пештен шығатын газдарды тазарту жүйесін қамтиды. Айналмалы пеш болат барабан түрінде болады, ол роликті тіреулерге құрсаулар арқылы тіреледі және минутына 1 – 1,5 айналу жиілігімен айналады. Пеш 3 – 5 %-ға сәл көлбеу. Пештің корпусы ішінен отқа төзімді кірпішпен астарланған.



3.30-сурет. Дымкыл тәсілді өндірістің айналмалы пеші

Пеш қарсы ағын қағидаты бойынша жұмыс істейді. Шлам пештің суық бөлігіне беріледі. Отын жағудан алынған ыстық газдар материалға қарай қозғалады (3.31-сурет).



3.31-сурет. Дымкыл тәсілді өндіріс пешінің схемасы

Пештің бойымен қозғала отырып, материал клинкердің балқу температурасына ~ 1450 °C дейін қызады, ал суық бөлігіне қарай қозғалатын газ ағыны пештің аузындағы алауда өз температурасын 1800 °C-тан ~ 200 °C-қа дейін төмендетеді. 3 электрсүзгіде

тазартылғаннан кейін пештен шығатын газдар атмосфераға 1 түтін құбыры арқылы шығарылады. Айналымалы пештен дайын клинкер 11 тоңазытқышқа түседі, онда ол 14, 15 желдеткіштерінен үрлейтін ауамен $\sim 70^{\circ}\text{C}$ дейін салқындатылады.

12, 13 торлары желтартқыштарының ілгері-кейінді қозғалысы есебінен клинкер тоңазытқыштың түсіру бөлігіне, одан әрі 16 ұсатқышқа және 17 тасымалдағышқа тасымалданады. Оны салқындату процесінде клинкер $\sim 450^{\circ}\text{C}$ дейін қыздырған ауаның бір бөлігі пешке отынның жануы үшін қажетті қайтадан берілетін рекупациялық ауа ретінде қайтарылады. Пеш сорып алатын қайтадан берілетін ауа мөлшері пештің 2 түтінтартқымен реттеледі.

Температурасы $\sim 120^{\circ}\text{C}$ болатын тоңазытқыштан артық ауа 18 тозаң тұтқышта тазартылғаннан кейін 19 желдеткішпен алынып, атмосфераға шығарылады. Клинкер тоңазытқышының жұмысы отын шығынына, астардың төзімділігіне және клинкердің сапасына айтарлықтай әсерін тигізеді.

Пештің жылу алмастырғыш құрылғылары отын шығынын азайтуға арналған және мыналарды қамтамасыз етуі керек:

- материал мен газ ағыны арасындағы қарқынды жылу алмасу;
- тізбектерді ұзақ пайдалану, олардың күйіп кетуіне жол бермеу;
- әртүрлі учаскелерде материалды ұтымды жылжыту;
- кейбір шикізат үшін түйіршіктерді қалыптастыру және сақтау;
- пеште шеңберлердің түзілуіне жол бермеу;
- газ ағынына төмен қарсылық;
- тозаң әкетілуі төмен.

Жылу алмастырғыш құрылғылар кешені, әдетте, материалдың температурасы 500°C -қа дейін болатын және тізбекті кілемшелер түрінде жасалған тізбекті перделер мен тізбекті перифериялық жылу алмастырғыштардан тұрады.

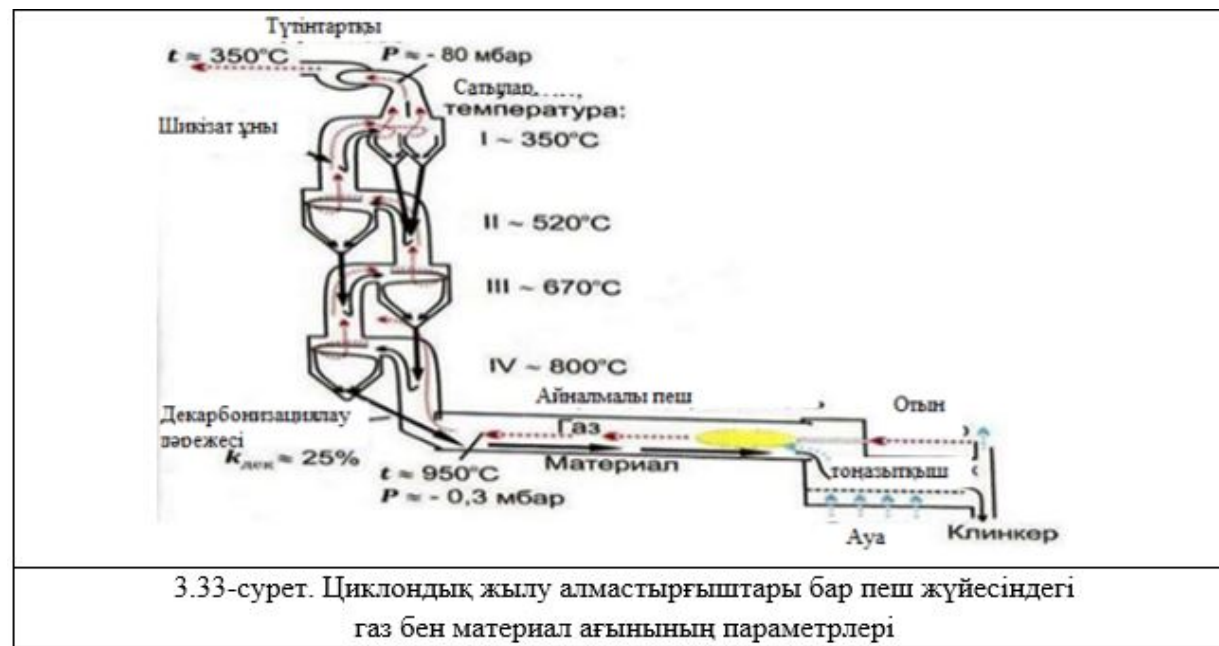
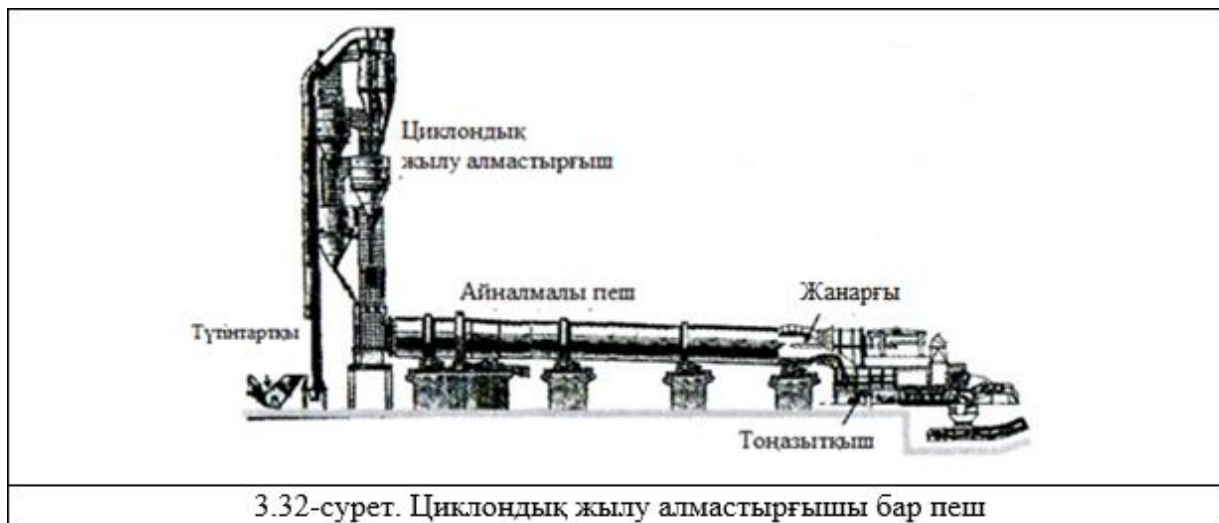
Тізбекті жылу алмастырғыштар әдетте пеш ұзындығының 25 – 35 %-ын алып жатады. Пеш тізбектің бастапқы бөлігінде айналған кезде жылу газ ағынынан конвекция арқылы тікелей берілетін шлам пленкасымен жабылады. Шламды ішінара кептіріп, шекті ылғалдылыққа қол жеткізгеннен кейін материал тізбектен төгіліп, регенеративті жылу алмасу қамтамасыз етіледі, өйткені тізбек газ ағынында жоғарғы позицияда қызады және оған батырылған кезде материалға жылу береді.

Құрғақ тәсілді пештер

"Гумбольдт" фирмасының жылу алмастырғыштары бар пештерінде күйдіру процесі екі кезеңге бөлінеді; кәдімгі күйдіру барабаны едәуір қысқартылады, ал шикізат ұнын жылыту және ішінара декарбонизациялау циклонды жылу алмастырғышта жүзеге асырылады (3.32-сурет).

Пештің параметрлері және газ ағыны мен материалдың қозғалысы 3.33- суретте көрсетілген.

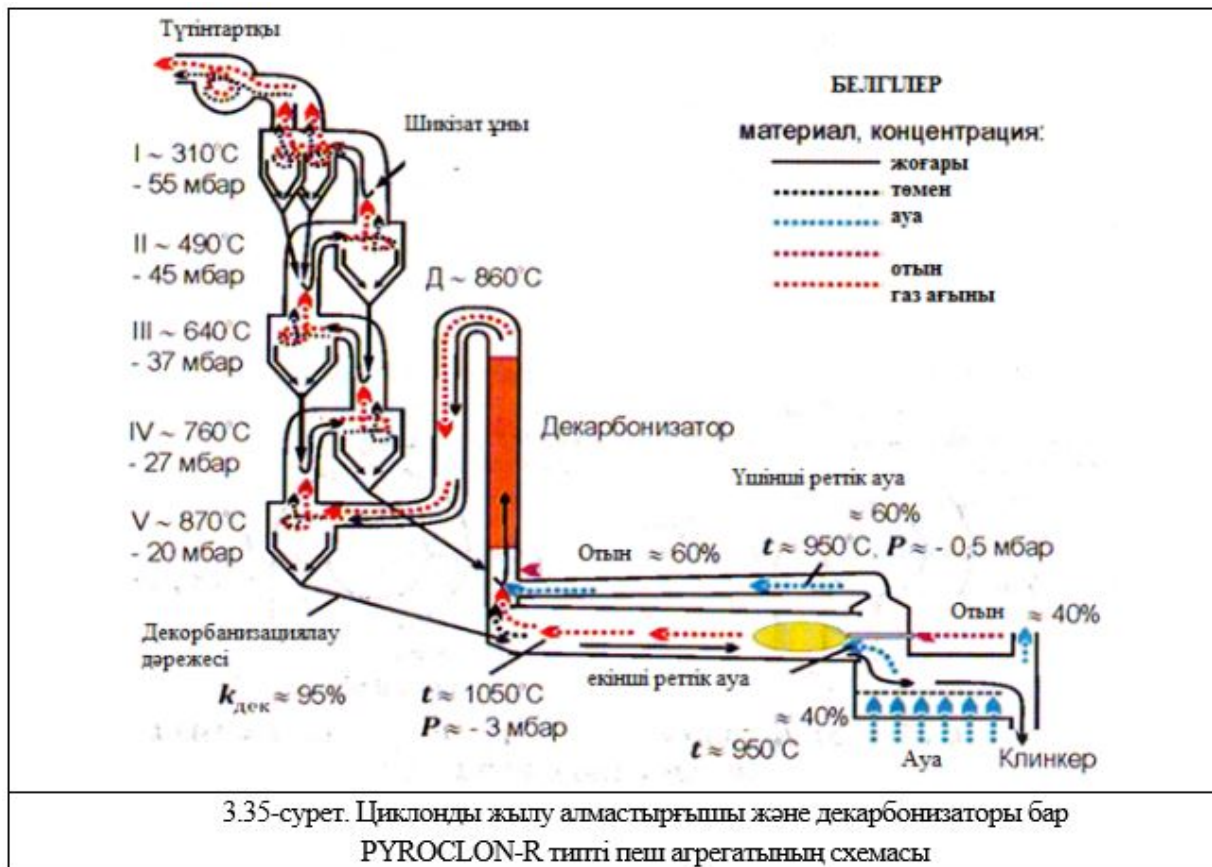
Жылу алмастырғыш бір-бірінің үстінде орналасқан циклондардан тұрады. Әрбір циклон мен тиісті газ құбыры жылудың бір сатысын құрайды. Негізгі жылу алмасу циклондар арасындағы газ құбырларындағы газ бен материалдың тікелей ағынында жүзеге асырылады. Циклондардың өзінде қарсы ағын пайда болады: газ ағынынан центрифугалық күшке байланысты бөлінетін материал төмен қарай бағытталады, ал тозаңнан тазартылған газ түтінтартқымен жоғары сорылады. Осындай бір пеш "Кар Цемент" АҚ-да орнатылған.



Пеш артындағы декарбонизатор енгізілген соң цемент клинкерін күйдіру процесі одан әрі қарыштап дамыды (3.34-сурет).

Жаңа шешімнің қағидаты құрғақ тәсілде жылуды ең көп қажет ететін аймақ – 60 % дейін жылуды тұтынатын декарбонизация аймағы айналмалы пештен суспензиялық жылу алмастырғышқа шығарылатынында, мұнда жылу алмасу жылдамдығы айналмалы пешке қарағанда бірнеше есе жоғары [7]. Бұл айналмалы пештің көлемін азайтуға, тәулігіне 10 – 12 мың тонна клинкер қуаты бар қондырғылар құруға және пештің өнімділігін 500 т/сағ дейін арттыруға мүмкіндік берді (3.35-сурет).





"Стандарт Цемент" ЖШС-да, "Каспий Цемент" ЖШС-да өнімділігі тәулігіне 2500 тонна Ø4x60 м айналмалы пеші бар бір желілі бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштар мен декарбонизаторлар орнатылған.

"Шымкентцемент" АҚ, "Жамбыл Цемент" ЖШС және "Гежуба Шиелі Цемент" ЖШС-да өнімділігі 3400 т/тәул. Ø4,2x60 м айналмалы пеші бар бір желілі бес сатылы циклонды жылу алмастырғыштар мен декарбонизаторлар орнатылған.

"Рудный цемент зауыты" ЖШС-да өнімділігі 1500 тонна/тәул. пеш орнатылған. "Көкше-цемент" ӨБ" ЖШС-да өнімділігі 5500 тонна/тәул., мөлшері Ø 5,25x62 м пеш орнатылған.

"Стандарт Цемент" ЖШС-да циклонды жылу алмастырғыштардың сатылары арасында ТТФ типті декарбонизатор орнатылған, мөлшері – Ø 5600x44530 мм. Жанарғылар саны – 4 дана. Декарбонизаторда барлық отынның 55 – 64 %-ы жағылады.

3.1.9. Клинкерді салқындату

Клинкер тоңазытқышы пеш жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылады және күйдіру қондырғысының өнімділігі мен тиімділігіне, басқаша айтқанда, қондырғының жылу тиімділігіне және нәтижесінде өндірістік қызметтің қоршаған ортаға әсеріне қатты ықпал етеді.

Клинкер тоңазытқышы екі міндетті орындайды: оны процеске қайтару үшін ыстық (1450 °С) клинкерден мүмкіндігінше көп жылу алу және клинкердің температурасын ағыннан төмен орналасқан жабдыққа сәйкес келетін деңгейге дейін төмендету.

Айналмалы пештердің салқындатушы бөлігінен клинker 1100 – 1300 °C температурамен шығады. Оны дереу салқындату керек. Клинkerдің салқындауы құрылымға, минералогиялық құрамға, ұнтақтауға, тиісінше, одан алынған цементтің сапасына айтарлықтай әсер етеді.

Қазақстанның цемент зауыттарында клинker тоңазытқыштарының үш түрі орнатылған:

барабандары айналмалы пештің шығыс басының айналасына орналасқан рекуператорлық (планетарлық);

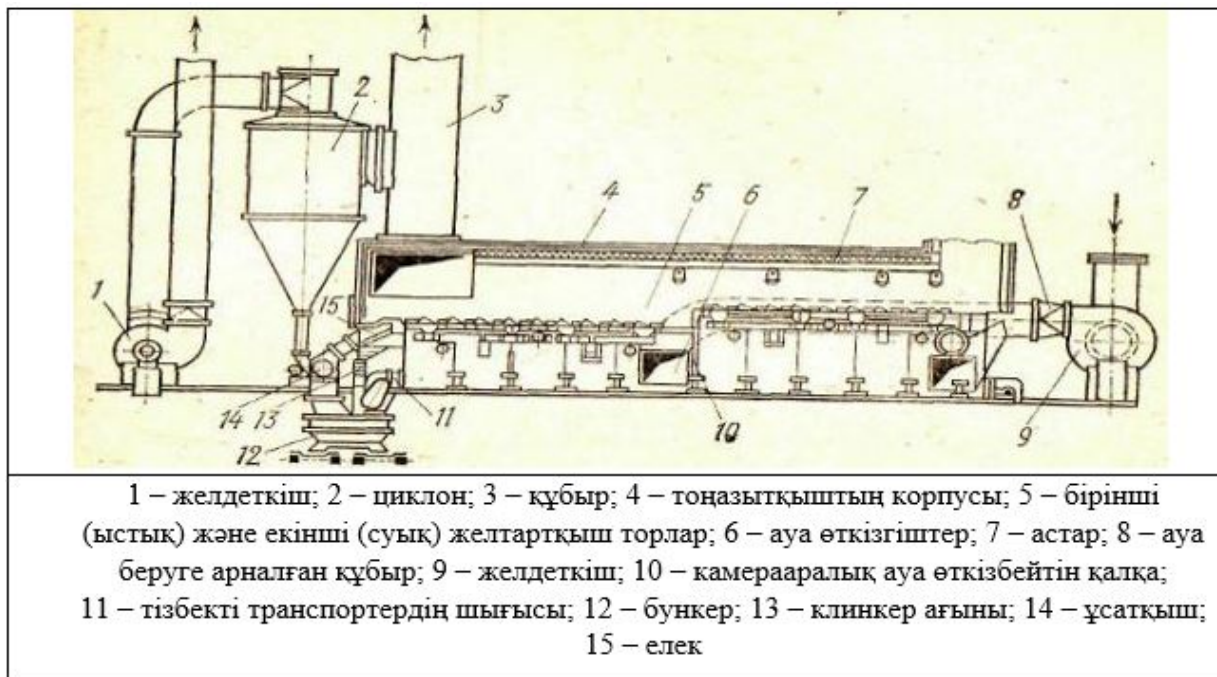
шығысқа және айналмалы пештің астына орналасқан барабанды (құбырлы), көбінесе кері конфигурацияда (қазақстандық зауыттарда мұндай тоңазытқыштар орнатылмаған);

желтартқыштық, мұнда пештен клинker ауа өткізгіш торда жатқан клинker қабатына беріледі және салқындатуға қоршаған ауа ағынын клинker қабаты арқылы жоғары қарай өткізу жолымен қол жеткізіледі.

Рекуператорлық тоңазытқыштар "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-ның үш пешіне және "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС-ның екі пешіне орнатылған. Рекуператорлық тоңазытқыштың пайдалы әсер коэффициенті (п. ә. к.) – 65 – 70 %. Тоңазытқыштан шығатын клинkerдің температурасы – 120 – 200 °C, дымқыл тәсілді пешке кіретін екінші ауа 500 – 650 °C дейін. Бұл тоңазытқыштарды пайдалану оңай, тозаң шығарындылары жоқ, электр энергиясына қосымша шығыс қажет емес. Кемшіліктері: пешке кіретін ауа мөлшерін реттеудің қиындығы, айналмалы пештің ыстық бөлігі жұмысының күрделі болуы, барабандардың біркелкі жүктелмеуі және олардың қызып кетуі.

Желтартқыштық тоңазытқыштар анағұрлым тиімдірек және көп таралған. Клинkerді салқындату ыстық клинker қабаты арқылы ауаны сору жолымен жүзеге асырылады. Желтартқыштық тоңазытқыштарда жеке желтартқыштар – паллеталардан тұратын желтартқышты тор бар, онда ыстық клинker 150 – 300 мм қабатқа бөлінеді. Суық ауа тордың астына беріліп, клинker қабатына өтеді және оны 50 – 80 °C дейін салқындатады.

Клинkerдің желтартқышты тордың бойымен қозғалуы жылжымалы желтартқыштардың ілгері-кейінді қозғалысының есебінен жүреді. Салқындатылған клинker 14 балғалы ұсатқыштан өтіп, ірі кесектерді ұсақтау үшін 12 клинker транспортерінің қабылдау құрылғысына құйылады. Артық ауа 2 циклондағы клинker тозаңынан тазартылады және желдеткіш арқылы атмосфераға шығарылады (3.36-сурет)



3.36-сурет. "Волга" типті екі сатылы итергіш желтартқыштық тоңазытқыштың схемасы

"Волга" тоңазытқыштарының өнімділігі 25 т/сағ. Салқындату уақыты 0,25 – 0,5 сағат. Тордың ауданы 41,5-тен 157 м²-ге дейін. Жылжымалы желтартқыштар 6 – 18 жүріс/мин жасайды. Желтартқыштық тоңазытқыштардың п.э.к. 70 – 85 % құрайды.

Желтартқыштық тоңазытқыштардың үлестік өнімділігі жоғары (800 – 900 кг/(м²·сағ)) және клинкер 50 – 80 °С дейін терең салқындатылады. Желтартқыштық тоңазытқыштар "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-ның 1 пешіне, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС-ның екі пешіне, сондай-ақ "Көкше Цемент" ЖШС-дан басқа құрғақ тәсілді зауыттарға орнатылған.

Ригельді тоңазытқыштар "Sas-Tobe Technologies" ЖШС-ның екі пешіне орнатылып, 2019 жылы қайта монтажданды.

2000-шы жылдары клинкерді салқындатудың мүлдем жаңа тұжырымдамасына негізделген клинкерлік тоңазытқыштардың өнімділігі жоғары жаңа буыны пайда болды. Бұл тоңазытқыштардың негізгі идеясы клинкерді жылжыту жүйелері мен ауа тарату жүйесін оларды барынша оңтайландыру мақсатында бөлуге негізделген.

Желтартқыштары ілгері-кейінді қозғалатын кәдімгі тоңазытқышпен салыстырғанда тоңазытқыштардың жаңа түрінде желтартқыштарды оқшаулап тұратын ауа пайдаланылмайды және қолданылатын барлық операциялар үшін ауа тарату оңтайландырылған.

Тоңазытқыштардың осы түрлерінің негізгі ерекшеліктері:
көлбеу немесе көлденең бекітілген бір желтартқыш тор;

клинкер айқастырмамен, қозғалмалы еденмен немесе ұқсас құрылғылармен тасымалданады және ауа тарату жүйесінен бөлінген;

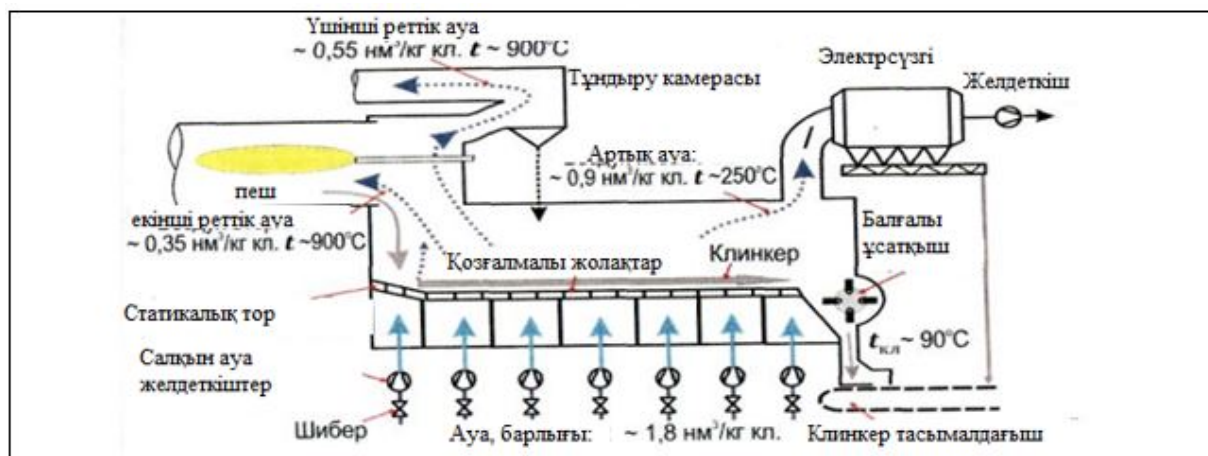
клинкердің тордың астына төгілуі жойылды;

оқшаулағыш ауа алып тасталды және ауаның таралуын автоматты бақылау жүйесі қосылды.

KHD Humboldt Wedag фирмасының PYROFLOOR тоңазытқышы қоршау корпусынан, клинкер қозғалатын желтартқыш тордан, ауаны клинкер қабаты арқылы үрлейтін тор клапанынан және артық ауаны тазартуға және атмосфераға шығаруға арналған аспирациялық жүйеден тұрады (3.37-сурет).

"Көкше Цемент" ӨБ" ЖШС-да клинкерді салқындату үшін өнімділігі тәулігіне 5500 т болатын SF (Smidth-Fuller) көлденең тоңазытқыш орнатылған. Желтартқыш тордың ауданы 139 м^2 құрайды (3.38-сурет).

Тоңазытқыш конструкциясының ерекшелігі – клинкердің қозғалмайтын желтартқыш торлардың үстінен қозғалатын ригельдердің көмегімен қозғалып, ал ағынның әр тордағы механикалық реттегіштердің көмегімен басқарылуында.



3.37-сурет. PYROFLOOR тоңазытқышының негізгі схемасы

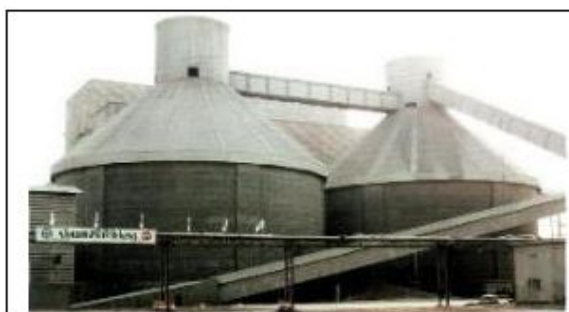


3.38-сурет. Көлденең арқалығы бар SF тоңазытқышы

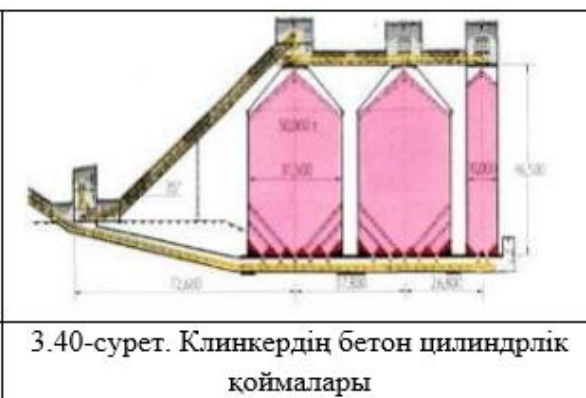
Клинкерді салқындату үшін "Стандарт Цемент" ЖШС-да өнімділігі тәулігіне 2800 т болатын, ұсатқышы бар ТС-1168 желтартқыш торлы тоңазытқышы орнатылған. Екінші рет берілетін ауа температурасы 970 – 1100 °С. Ауаны тозаңнан тазарту үшін тоңазытқыштан кейін электрсүзгілер орнатылған.

3.1.10. Клинкер қоймалары

Клинкерді сақтау үшін Қазақстанның цемент зауыттарында әртүрлі үлгідегі және құрылымдағы қоймалар орнатылған. Ылғалды тәсілді өндірістің ескі зауыттарында клинкер жабық қоймаларда сақталады. Мұнда жеке бөліктерде ұсақталған гипс тасы, түйіршіктелген қож сақталады. Материалдар цемент диірмендерінің бункерлеріне грейферлік крандармен тиеледі және бұл ретте тозаң жиналады, тозаң зауыт аумағына тарайды. Құрғақ тәсілді жаңа зауыттарда клинкер дөңгелек, орталық тіреусіз (3.39-сурет) және зауыттың қуатына байланысты әртүрлі көлемдегі және сыйымдылықтағы цилиндрлік силостарда (3.40-сурет) сақталады.



3.39-сурет. Дөңгелек, орталық тіреуі жоқ клинкер қоймалары



3.40-сурет. Клинкердің бетон цилиндрлік қоймалары

Клинкердің шамадан тыс жүктелген жерлерінде түзілген тозаңды тұтып алу үшін тозаң сейілтіліп, тозаң тұтқыш құрылғылар орнатылады.

Стандартты емес клинкер (жеткіліксіз күйдірілген клинкер) бөлек, кішірек силосқа жіберіледі.

Силостар ішкі деңгейді өлшеуге арналған аспаптармен жабдықталған. Силос тозаңнан тазартылады және жиналған тозаң силосқа қайта жіберіледі.

3.1.11. Қоспалары бар цементті ұнтақтау

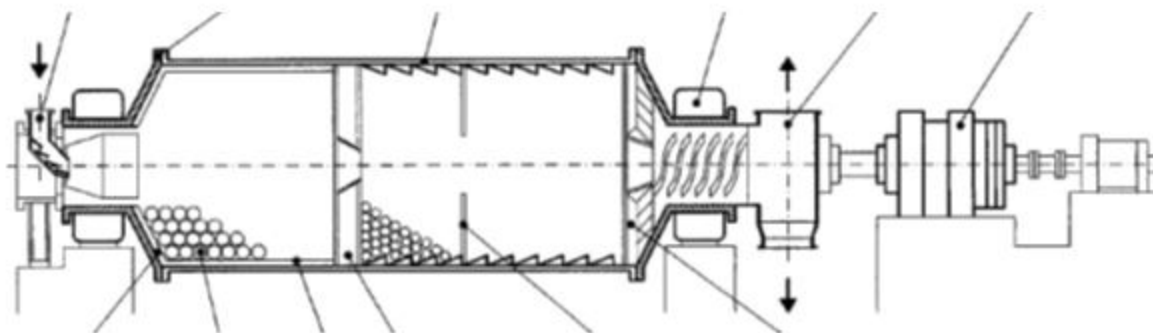
Цемент клинкерін ұнтақтау цемент өндіріс процесінде маңызды әрі соңғы технологиялық операция болып табылады. Цементтің сапасы көбінесе осы операцияға байланысты. Цементті ұнтақтау технологиясының міндеті энергия шығыны ең аз, беріктігі жоғары тұтқыр материал алу болып табылады.

Ылғалды тәсілді ескі зауыттарда "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС, "Sas-Tobe Technologies" ЖШС және "Central Asia Cement" АҚ-ның "Ұнтақтау-1" цехында өлшемі Ø2,6x13 м, Ø3x14 м немесе Ø3,2x15 м өнімділігі 25, 40 және 42 – 50 т/сағ екі камералы құбыры бар шарлы диірмендер орнатылған. "Шымкент цемент ұнтақтау" цехында Ø2,6 x13 м (4 дана – 28 т/сағ) және Ø3x14 м (3

дана – 45 т/сағ) өлшемді екі камералы құбыры бар шарлы диірмендер орнатылған. Цемент диірмендерінің өлшемдері мен өнімділігі 3.2-кестеде келтірілген. Диірмендерді қоректендіру ескірген көлемдік әдіспен табақ тәрізді қоректендіргіштердің көмегімен де, таспалы аспа қоректендіргіштердің көмегімен де жүзеге асырылады. Бұл зауыттарда цементті силостарға тасымалдау пневмокамералық сорғылардың көмегімен жүзеге асырылады. "Central Asia Cement "АҚ-ның "Ұнтақтау-2" цехында "Волгоцеммаш" шығарған, өнімділігі сағатына 90 т.Ø4х13,5 м 4 цемент диірмені орнатылған.

Құбырлы диірмен (3.41-сурет) көлденең орналасқан айналмалы цилиндрлік барабан болып табылады.

Ұнтақтау процесі және оның сапа сипаттамалары (ұнтақтаудың уақтығы, цементтің үлестік беті) диірменнің ішкі элементтерінің пішініне, мөлшеріне, ассортиментіне және тозу дәрежесіне байланысты.



Диірменнің сыртқы элементтері: 1 – қоректендіргіш; 2 – бүйірлік түбі; 3 – корпус (барабан);
 4 – тірек мойынтірек; 5 – түсіру құрылғысы; 6 – жетек. Диірменнің ішкі элементтері:
 7 – бүйірлік броньды тақталар; 8 – түйгіш денелер; 9 – корпусының броньды тақталары;
 10 – камерааралық қалқа (диафрагма); 11 – ұстап тұратын сақина; 12 – түсіру қалқасы
 (диафрагма)

3.41-сурет. Құбырлы диірмен

Түйгіш денелер (болат шарлар және болат цилиндрлер – цельпестер) аздап толтырылған айналмалы барабан болып табылатын құбырлы диірменнің жұмысы түйгіш денелердің соққылай құлауының жұмысына негізделген. Барабан айналған кезде ондағы түйгіш денелер ортадан тепкіш күш әсерінен барабанға тиіп, онымен бірге айналып, белгілі бір биіктікке көтеріледі. Осы биіктікте ауырлық күшімен олар барабаннан ажырап, төмен түседі. Кейбір шарлар бос құлап қана қоймай, домалайды және шарлардың бәрі немесе бір бөлігі сырғиды. Домалаған немесе сырғыған шарларға материал жабысады да, олар қажалып ұсақталады.

Диірмен жұмыс істеп тұрған кезде, әсіресе құрғақ ұнтақтау кезінде, мойынтірек шұңқырдан өтетін ыстық материалдың әсерінен қатты қызуы мүмкін. Диірменнен шығатын цементтің температурасы 100 – 150⁰С-қа жетеді. Сондай-ақ мойынтіректер үйкелістен қызады, әсіресе тозақ түскен жағдайда. Мойынтіректерді салқындату үшін оларды сумен салқындату көзделеді.

Құбырлы диірменнің жұмысына келесі факторлар әсер етеді:

материалдың үгілгіштігі (қаттылығы);

материалмен қоректену ірілігі;

дайын өнімді ұнтақтаудың уақтығы;

түйгіш денелердің ассортименті мен массасы;

диірменнің конструкциясы мен мөлшері;

қолданылатын ұнтақтау технологиясы (ашық немесе жабық цикл, ұнтақтау интенсификаторлары, пресс-біліктер және т.б.) [7].

Диірменнің жұмысы барысында түйгіш денелер мен құрыш қаптамалар тозады. 1 тонна цементті ұнтақтау үшін шамамен 0,5 – 0,7 кг түйгіш денелер және 25 – 40 г құрыш қаптама жұмсалады. Камераларға 0,25 – 0,35 тең түйгіш денелерді жүктеудің бастапқы коэффициенті біртіндеп төмендейді, түйгіш денелердің массасы азаяды, бұл диірменнің өнімділігінің төмендеуіне әкеп соғады. Сондықтан 180 – 200 сағат жұмыстан кейін диірмен үстеме толықтырылып, 1800 – 2000 сағаттан кейін түйгіш денелер толық ауыстырылады. Ол үшін түйгіш денелер шығарылады, сұрыпталады және рецепт бойынша қайта жүктеледі.

Клинкерді ұнтақтау ашық және жабық циклде жүргізілуі мүмкін. Ашық циклде ұнтақтау кезінде диірменге түсетін барлық материалдар одан дайын өнім түрінде шығады және жоғары үлестік бетке қол жеткізу мүмкін емес, ұнтақтауға жұмсалатын энергия шығыны артады, өйткені диірменде жұқа фракциялардың едәуір мөлшері жиналады. Материал диірменде 0,5 – 0,8 м/с жылдамдықпен қозғалады, ашық циклде ұнтақтау уақыты орта есеппен 15 – 20 минутты құрайды.

Дайын цементтің ірілігі әртүрлі болады, бұл оның қасиеттерін нашарлатады. Ашық циклде цементтер әдетте 300 м²/кг аспайтын үлестік бетке дейін ұсақталады. Жоғары үлестік бетке қол жеткізу үшін ұнтақтау процесінде ұсақ бөлшектерді бөліп алу керек, яғни, жабық ұнтақтау циклін қолдану қажет. Сонымен қатар ұсақталатын материал сепаратордан өтеді, онда дайын өнім болып табылатын ұсақ фракция бөлінеді, ал ірі фракция диірменге қайтарылады. Диірменнен ұсақ фракцияны уақтылы алып тастаудың арқасында дайын өнім түйіршік метрикалық құрамы бойынша біркелкі болады, құрамында цемент тасында балласт болып қалатын және беріктікке әсер етпейтін үлкен фракциялар аз болады. Клинкерді жабық циклде ұсақтауды екі схема

бойынша жүзеге асыруға болады. Жабық циклде цементті ұнтақтаудың технологиялық схемасы және жеке агрегаттар бойынша электр энергиясын тұтыну 3.42-суретте көрсетілген.

Құрғақ тәсілді жаңа зауыттарда цементті ұнтақтау шетелдік фирмалардың құбырлы шарлы диірмендерінде де, тік білікті диірмендерде де жүзеге асырылады. "Стандарт Цемент" ЖШС-ның 1 технологиялық желісінде цементті ұнтақтау көлемі $\varnothing 4,2 \times 13$ м, өнімділігі 150 т/сағ екі екі камералы диірменде жүзеге асырылады. Өнімділігі 105 – 185 т/сағ. TESu-290 сепараторы орнатылған. Диірменге дейін өнімділігі 550 – 600 т/сағ, шикізаттың ірілігі 35 мм-ден аспайтын TPR140-120 типті роликті пресс орнатылған. Ауаны тозаңнан тазарту үшін LPF-8/16/2x1 типті қапшық сүзгі орнатылған, ағынды газдың көлемі 210000 м³/сағ. Кіріс газдың тозаңдануы 1000 г/м³, тазартудан кейін 30 мг/Нм³. Дайын цемент аэроарналар арқылы тасымалданады және шөмішті элеватормен цемент силосына беріледі. Цемент сақтау үшін 4 силос орнатылған, $\varnothing 15 \times 38$ м, сыйымдылығы 26000 т.



"Каспий Цемент" ЖШС-да өнімділігі 110 т/сағ $\varnothing 4,6 \times 14,5$ м сепараторлық диірмен орнатылған. Цемент 4 темірбетон цилиндрлік силостарда сақталады, $\varnothing 18 \times 55$ м, сыйымдылығы 10000 т.

"Жамбыл цемент өндірістік компаниясы" ЖШС-да цементті ұнтақтау үшін өнімділігі 84 т/сағ $\varnothing 4,2 \times 13$ м³ құбырлы диірмен орнатылған. Цемент сыйымдылығы 6000 т болатын 4 силоста сақталады.

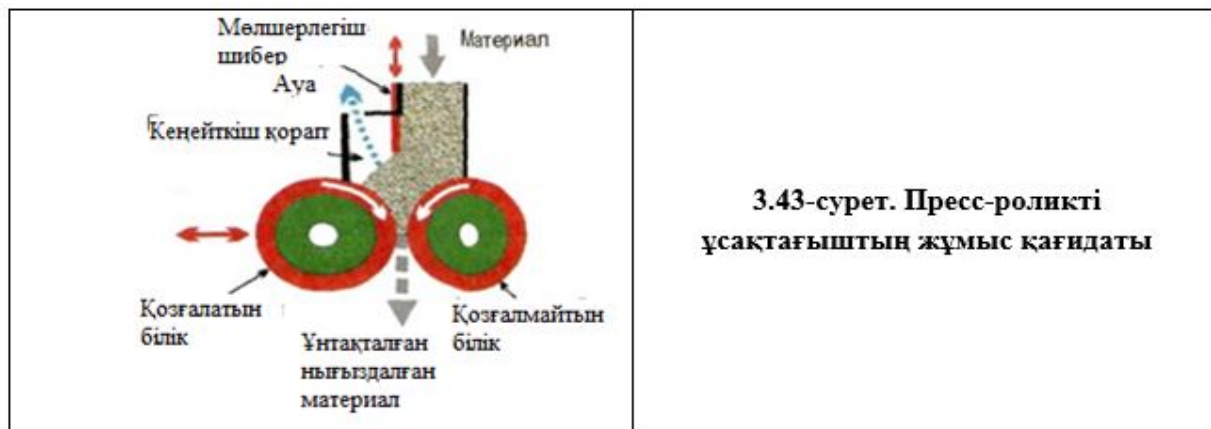
"Гежуба Шиелі цемент компаниясы" ЖШС-да цементті ұнтақтау өнімділігі 76 т/сағ $\varnothing 3,8 \times 13,5$ м³ диірменде жүргізіледі. Цемент сыйымдылығы 6000 т болатын 4 силоста сақталады. Басқа зауыттарда цементті ұнтақтау және сақтау шамамен бірдей жүзеге асырылады.

"Central Asia Cement" АҚ-да цементті ұнтақтауға, оны сақтауға, буып-түюге және тиеуге арналған ескі, сондай-ақ жаңа зауыттың қуаты іске қосылған. Силос қоймасы "Цементті ұнтақтау 1" цехына жататын цементке арналған 16 силостан және "Цементті ұнтақтау 2" цехының 8 цемент силосынан тұрады. Цехтарда биг-бэг буып-түю машиналары және 50 кг цементті тарифтеуге арналған ротациялық 14 мундштук орау машиналары орнатылған. Цементті сақтау және жөнелту үшін сыйымдылығы 2200 тонна 16 силос және әрқайсысы 4000 тонна пайдалы сыйымдылығы бар 8 силос қолданылады.

"Стандарт Цемент" ЖШС-да клинкерді құбырлы цемент диірмені алдында алдын ала ұсақтау үшін ұнтақтау цехында пресс-білікті ұсатқыш (роллер-пресс) орнатылған (3.43-сурет). Роллер-престе материалды ұнтақтау бір-біріне қарай айналатын екі біліктің арасында жүргізіледі.

Барлық зауыттарда цементтің бір бөлігі 50 кг қаптарға және 1 тонналық "Big-Bag" контейнерлеріне салынады.

Өнімді тұтынушыларға жөнелту теміржол немесе автомобиль көлігімен жүзеге асырылады (3.44-сурет). Тек "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС-да жақын орналасқан шифер зауытына арнайы цементтің қажетті мөлшері құбырлар арқылы айдалады.



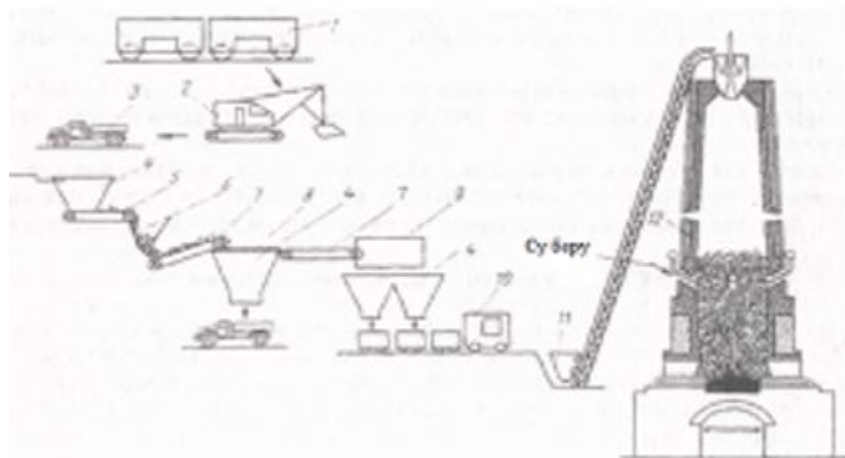
3.2. Өк өндірісі

Құрамындағы сазбалшық қоспалары көп емес таза немесе доломиттелген әктастардың көмірқышқыл газы мүмкіндігінше толық шығарылғанға дейін күйдірілген өнім әк деп аталады.

Әк әктасты немесе борды күйдіру арқылы алынады. Ол металлургияда, кірпіш пен гипс ерітінділерін, ұялы және тығыз силикат бетондарын, аралас байланыстырғыш материалдарды дайындау үшін, силикат кірпішін жасау және құрылыс жұмыстарын жүргізу үшін қолданылады. Құрылыс әгі негізінен кальций оксидінен тұрады. Әктасты күйдіру шахталық, айналмалы және басқа пештерде 1000 – 1100 °С температурада жүргізіледі.

Құрылыс әгін өндіру келесі операциялардан тұрады: шикізат өндіру, ұнтақтау, отынды ұнтақтау және дайындау, әкті күйдіру, әкті ұнтақтау, сөндіру, орау. Сөндірілмеген кесек әк өндірудің технологиялық схемасы 3.45-суретте, ал құрылыс әгін өндіретін зауыттың сыртқы көрінісі 3.46-суретте көрсетілген.

Карьердегі әктас ашық тәсілмен өндіріледі, экскаваторлармен самосвалдарға тиеледі. Күйдіруге берілген әктас бөліктерінің көлемі пештің түріне байланысты болады. Шахта пештеріне өлшемдері 60 – 200 мм әктас кесектері, айналмалы пештерге өлшемдері 5 – 20 немесе 20 – 40 мм қиыршық тас беріледі. Қатты әктас жыныстары жақтаулы ұсатқыштарда, жұмсақ бор – тісті білікті ұсатқыштарда ұсақталады. Шикізатты неғұрлым толық пайдалану үшін (қалдықтар болмауы үшін) ірі кесектер шахта пешінде, ал ұсақ кесектер 5 – 40 мм айналмалы пеште күйдіріледі (3.47-сурет).



1 – әктас салынған вагондар; 2 – экскаватор; 3 – автосамосвал; 4 – бункер; 5 – қоректендіргіш; 6 – жақтаулы ұсатқыш; 7 – конвейер; 8 – елек; 9 – цилиндрлік елек; 10 – вагонетка; 11 – скиптік көтергіш; 12 – шахта пеші

3.45-сурет. Құрылыс әгін өндірудің технологиялық схемасы

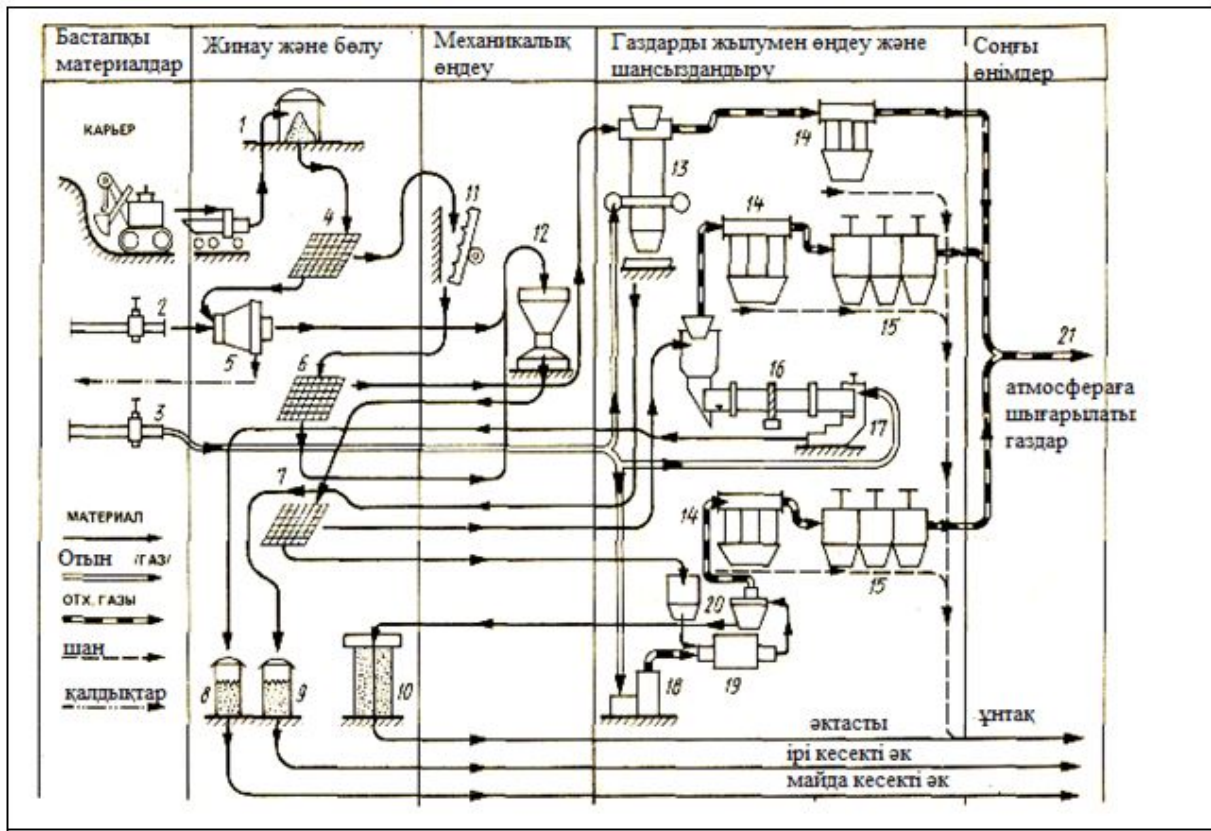


3.46-сурет. Құрылыс әгін өндіру зауыты

Күйдіру – бұл негізгі технологиялық процесс, сондықтан көмірқышқыл кальций диссоциацияның реакциясы өте маңызды. Диссоциация мына реакция арқылы жүреді:



CaCO_3 диссоциациясы – бұл белгілі бір температурада және көмірқышқыл газының қысымында пайда болатын қайтымды реакция. Осы екі фактордан басқа, үшіншісі – карбонат кесектерінің мөлшері.



1 – шикізат қоймасы; 2 – технологиялық судың келуі; 3 – газдың келуі; 4 – елек (120 – 180 мм); 5 – әктас жуатын машина; 6 – елек 80 мм; 7 – елеуіш 20 мм; 8 – айналмалы

пештен келетін күйдірілген ұсақ кесекті әктас силосы; 9 – шахта пешінен келетін күйдірілген ірі кесекті әктас силосы; 10 – әктас ұнының силосы; 11 – жақтаулы ұсатқыш 120 – 180 мм; 12 – конустық ұсатқыш 40 мм; 13 – шахта пеші; 14 – циклон-тозаңтұтқыш; 15 – электрстатикалық сүзгі; 16 – жылу алмастырғышпен жабдықталған айналмалы пеш; 17 – әк тоңазытқышы; 18 – әктас ұнтақтауға арналған диірмен оттығы; 19 – әктас ұнын ұнтақтауға арналған сепараторлық диірмен; 20 – өтпелі сепаратор; 21 – тазартылған газдардың шығарылуы 3.47-сурет. Ірі кесекті, ұсақ кесекті құрылыс әгін және әктас ұнын өндірудің технологиялық схемасы

Диссоциация кезінде көмірқышқыл газының қысымы 880 – 920 °С температурада 1 атмға жетеді деп есептеледі. Қарапайым болып көрінгеніне қарамастан, әктасты күйдіру өте күрделі процесс. Шикізаттың әрқилы түрі үшін оңтайлы қыздыру жылдамдығы мен күйдіру температурасы бар. Температураны диссоциация кейіннен ұсталмай аяқталатын мәндерге дейін біртіндеп көтеру ұсынылады. Сызаттар, минералды қоспалар белсенді диссоциацияға ықпал етеді, себебі олар бетті ұлғайтады. Көмірқышқылының әлсіз беткі адсорбциясы – рекарбонизацияға байланысты тастан CO₂-ні толығымен бөліп алу мүмкін емес. Сондықтан алынған әк белсенділігі 95 – 97 % аспайды.

Әктасты күйдіру негізінен шахталық және айналмалы пештерде жүзеге асырылады. Пештің түрін таңдау шикізаттың қасиеттерін, қолданылатын отынды (көмір, газ, мазут), қажетті өнімділікті анықтайды.

Шахта пештерінің үш түрі бар:

шахталық аралас төгу пештері – әктас пен отын қабат-қабат аралас салынады;

шахталық газ (мазут) пештері;

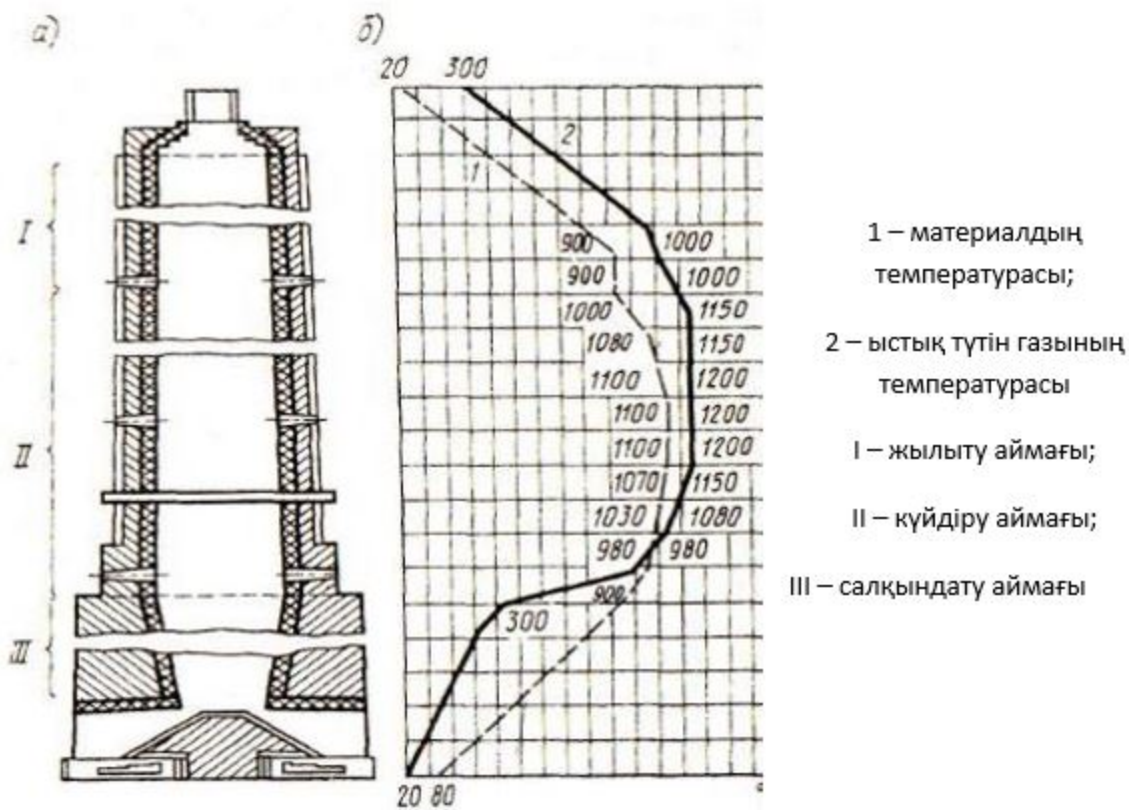
шахта пешінен тыс орналасқан шығарылатын оттықтары бар пештер.

Пеш күйдіру жүзеге асырылатын шахтадан, тиеу және түсіру құрылғыларынан, шығарылатын газдарды соруға және пешке ауа беруге арналған желдеткіштерден тұрады. Пештің ішкі жағы қышқакты отқа төзімді затпен қапталған, жылу оқшаулағышы бар.

Пештің жоғарғы бөлігінен шығарылатын газдарда оттегі жоқ дерлік, сондықтан ұшпа құрамы аз отынды қолданған жөн: көмірдің, кокстың, антрациттің жұқа сорттары. Көмірдің жануы әктасты күйдіру ұзақтығына сәйкес келуге тиіс. Егер көмір бөлшектерінің көлемі тым үлкен болса, онда көмір жанып үлгермейді және пештен шыққан кезде транспортерде кокс бөліктері дайын әкке жабысып, оны ластап, отын шығынын көбейтеді. Әктас кесектерінің жаңа массасы күйіп үлгергенше отынның тым кішкентай бөлшектері жанып кетеді. Ортаңғы бөліктегі әктастың ірі кесектері жанбайды. Тиеу құрылғысы көмір мен ең ірі тасты пештің орталық бөлігіне, ал ұсақтарын шеткері бөлігіне түсіруді қамтамасыз етеді. Түтін сорғыш пештен шығатын газдарды кетіреді және оларды тазарту үшін циклонға жібереді. Шартты түрде шахта

биіктігі жағынан үш аймаққа бөлінеді: кептіру және жылыту, күйдіру және салқындату аймағы (3.48-сурет).

Бірінші аймақта әктас пен отын кептіріледі, су буланып, тас диссоциация температурасына дейін қызады. Күйдіру аймағында кальций мен магний карбонаттарының ыдырауының негізгі реакциялары жүреді. Қыздырылған ауа салқындату аймағынан төменнен күйдіру аймағына түседі, сондықтан отынның жану шарттары оңтайлы болады. Күйдірілген әк бөліктері біртіндеп салқындату аймағына түседі, онда олар үрлеу желдеткішінен келетін суық ауамен әрекетке түседі. Жекелеген аймақтар алып жатқан пештің көлемі: кептіру және жылыту аймағы – 25 – 30 %, күйдіру аймағы – 50 %, салқындату аймағы – 20 % құрайды. Салқындатылған әк пештің түбін жабатын шлюз құрылғысы арқылы шығарылады, бұл жану үшін берілетін ауа қысымының жоғалуына жол бермейді. Сонымен, пештің төменгі бөлігінде қысым, жоғарғы бөлігінде – ыдырату жасалады.



3.48-сурет. Шахта пешін аймақтарға бөлу (а)

3.48-сурет. Шахта пешін аймақтарға бөлу (а) және температуралық режимді өзгерту (б)

Қайта құю пештерінде отын шығыны алынатын әк массасының 12 – 18 %-ын немесе 1 кг-ға 3800 – 4970 кДж құрайды. Шахтаның диаметрі 6 м дейін болғанда оның

биіктігі 10-нан 28 м дейін өзгереді. Пештің ішкі көлемінің 1 м^3 -інен әктің үлестік алынуы тәулігіне 500-ден 1200 кг/м^3 -ге дейін құрайды.

Пештің өнімділігі оның диаметрі мен биіктігіне, жүктелетін әктас кесектерінің мөлшеріне, тартқыш желдеткіштердің жұмысына байланысты және күніне 30 – 200 тонна әкті құрайды. Зауыттарда қайта құю пешінің көлденең қимасының 1 м^2 -інен клинкерді алу тәулігіне 15 – 20 т/м^2 құрайды (3.49-сурет).

Шахталық әк пешінің шихтасы құрамында 6,5 – 10 %, қалған 93,5 – 90 %-ы жанбайтын масса болып табылады, сондықтан пеште тұтас жанып жатқан қабат болмайды, әктас кесектерімен бытыраған жекелеген жану ошақтары болады. Шығарылатын газдардағы СО мөлшерінің өсуі температураның жоғарылауын және тұнбаның пайда болуын көрсетеді. Бұл кезеңде пеште материалдың қозғалысын бәсеңдету "бітелуге" ықпал етеді. Бұл жағдайда пештің температурасын төмендетіп, оған салынатын отын мен ауа мөлшерін азайтқан дұрыс.

Шығарылатын газдарда СО пайда болуы ауаның жетіспеушілігінен емес, тұндыру аймағында отынның тотығу жағдайларының нашарлауынан болады. Мұндай жағдайда дайын әкті шығарып алуды баяулатуға болмайды. Пайдаланылған газдарда СО 1 % болса да, ол отынның 6 %-ын жоғалтумен тең.



3.49-сурет. Шахталық әк күйдіру пештері

Шахталық қайта құю пештерінің өнімділігін қалай арттыруға болады және олардың жұмысын бақылауды қалай ұтымды жүзеге асыруға болады? Өнімділікті белгілі уақыт бірлігінде отынның жоғары мөлшерін жағу арқылы арттыруға болады. Бір уақытта шахта пешінде желтартқыштық пешке қарағанда көп отын жағуға болады, өйткені шахтада әктас бөліктері арасында көп отын болады. Егер шартты отын шығыны әк

массасының 16,5 %-ын құраса, онда пеште 4,5 тоннаға дейін көмір болуы мүмкін. Бұл көмірді желтартқыштарға орналастыру шартымен көмір қабаты 1,1 м-ге жетеді, бұл пештің желтартқышындағы қабаттың рұқсат етілген қалыңдығынан 8 – 9 есе асады. Пештегі жалынның таралуының орташа жылдамдығы – 4 м/с, ал пеште – 0,5 м/с. Сондықтан шахта пешінде күйдіруді жылдамдату мүмкіндігі өте жоғары.

Шахталық қайта құю пештері Семей қаласындағы "Силикат" ЖШС-да 3 бірлік, "Арселор Миттал Теміртау" АҚ және т. б. орнатылған.

Шахталық газ пештері. Табиғи газбен күйдіру кезінде әк сапасы жақсарады, пештердің өнімділігі артады, еңбек жағдайлары жақсарады. Диаметрі 1,8 м аз пеште газ пеш қабырғаларындағы ойықтарға енгізілген жанарғыларға келеді. Егер пештің диаметрі үлкен болса, онда газды пештің орталық жанарғысы арқылы пештің орталық бөлігіне диаметрлі орналастырылған металл су салқындататын арқалықтардың деңгейінен төмен беру керек.

Табиғи газбен жұмыс істеген кезде газды шахтаның көлденең қимасы бойынша біркелкі таратудың маңызы зор. Газ су салқындататын арқалықтың төменгі бетінен және күйдірілген әк беткейінен пайда болған кеңістікке енеді. Газ ол кіргізілген жерден бірнеше метр биіктікте жанады.

Өнімділігі жағынан газ пештері қайта құю пештерінің өнімділігіне жақын, бірақ біріншісінде отын шығыны айтарлықтай жоғары: әк массасының 14 – 20 %-ы.

Газ пештерінде пешке газ пештің бүйірлерінде орналасқан жанарғылардан беріледі және пештің қабырғаларымен жоғары қарай өтуге тырысады. Осының салдарынан пештің көлденең қимасы бойынша материал біркелкі күймей қалады, әсіресе пештің ортасында орналасқан материал жеткілікті түрде күймейді. Сондықтан газ пештерінде пештің диаметрі шектеулі және 1,8 м-ден аспауға тиіс. Жанарғы газды пешке 0,9 м артық бере алмайды. Сондықтан газ пештерінің диаметрі шағын болғандықтан оның өнімділігі төмен.

Газ пештерінің өнімділігі тәулігіне 15 – 200 тонна әк. Пайдалы жұмыс көлемі бойынша пештің үлестік көлемдік өнімділігі тәулігіне 500 – 900 кг/м³ құрайды, пештің көлденең қимасының 1 м² әктің меншікті алынуы тәулігіне 9 – 16 т/м² құрайды. Отынның үлестік шығыны 1 кг дайын өнімге 14 – 20 % немесе 4100 – 5900 кДж құрайды.

Шахталық газ пештері "Sas-Tobe Technologies" ЖШС 3 пеш, Орал қаласындағы "Батыс Қазақстан құрылыс материалдары корпорациясы" АҚ 2 пеш және т. б. орнатылған.

"Sas-Tobe Technologies" ЖШС шахта пештерінің техникалық сипаттамалары 3.3-кестеде келтірілген.

3.3-кесте. "Sas-Tobe Technologies" ЖШС шахта пештерінің техникалық сипаттамалары

--	--	--	--

P/c №	Пештің түрі	Түрі 4-09-743, Росстромпроект	Типтік жоба 409-22-17 Гипрострома
1	2	3	4
1	Саны	2	1
2	Пайдалануға берілген жылы	1962	1983
3	Өнімділігі, т / тәул.	200	200
4	Шахтаның ішкі диаметрі, м	4	4,3
5	Шахтаның жұмыс биіктігі, м	20	19
6	Көлденең қиманың ішкі ауданы, м ²	12,36	13,6
7	Шахтаның жұмыс көлемі, м ³	238	
8	Жүктеу құрылғысы	Айналмалы тостаған және конустық тарату ысырмасы бар екі клапанды	Айналмалы тостағаны мен конусы бар
9	Түсіру механизмі	Қозғалмалы күймешесі бар	Қозғалмалы күймешесі бар
10	Шығарылатын газдардың температурасы		
	пеш сыртында, °С	250-300	250-300
	түтінсорғыш сыртында	160-240	160-240
	шығарып алатын жерде	60-80	60-80
11	Шығарылатын газдардың құрамы, %		
	СО ₂	14-16	14-16
	СО	0,1-0,15	0,1-0,15
	СН ₄	0,12-0,18	0,12-0,18
	Н ₂	0,13-0,2	0,13-0,2
12	Белсенді СаО+МдО құрамы, % кем емес	70-85	70-85
13	Әк шығымы, т / сағ	6,0	6,0
14	Отын	Табиғи газ	Табиғи газ
15	Жылу шығару қабілеті, кДж/Нм ³	9240	9240

Шахта пештерінен алынатын әк сортының төмендігіне қарамастан, олар әрқилы түрде жетілдіріліп, әлі де салынып жатыр. Шахта пештерінің тиімділігі пештердің басқа түрлерімен салыстырғанда күйдіруге кететін жылу шығынының өте аздығында. Отынның қымбаттығы және әкке қойылатын талаптардың төмен болуы шахта пешіне түсетін таңдауды айқындап береді. Сонымен қатар шахта пештерінен шығарылатын

газдар химиялық өндірісте қолданылатын CO_2 жоғары концентрациясымен сипатталады. Шахта пештерінің мөлшері кішкентай болғандықтан оларды басқару оңай, оларды тұрғызған кезде күрделі шығындарды аз қажет етеді.

Айналмалы пештерде әкті күйдіруге шамамен 5 есе азу уақыт кетеді. Пештен шығатын әктің температурасы жоғары, сондықтан: барабанды, рекуператорлы немесе желтартқышты тоңазытқыш орнату қажет.

Айналмалы пештердің шахта пештерімен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар:

жоғары бірлік қуаты тәулігіне 1000 – 1200 т дейін;

біркелкі күйдіру, әктасты декарбонизациялаудың жоғары дәрежесі, әктің жоғары сапасы (90 – 96 %);

әктастың ұсақ фракцияларын жағу мүмкіндігі;

ылғалдылығы жоғары жұмсақ жыныстарды (бор) жағу мүмкіндігі;

отынның кез келген түрін пайдалану.

Бұл пештердің кемшіліктері жылу шығынының жоғарылығы, орнату кезінде қомақты инвестицияларды қажет ететіні және металл сыйымдылығының жоғарылығы. Айналмалы пештерден тозаң өте көп шығады, 10 – 15 % жетеді, сондықтан тиімділігі жоғары тозаң тұту құрылғыларын орнату қажет. Шахта пештерінен тозаң аз шығады.

Айналмалы пештердің ұзындығы 30 – 110 м, диаметрі 2,0 – 3,6 м. Пештің еңісі 3 – 5⁰, айналу жылдамдығы 0,5 – 1,2 айн/мин. Айналмалы пештердің нақты өнімділігі – тәулігіне 500 – 900 кг/м³ әк. Отынның меншікті шығыны әк массасының 20 – 30 %-ын құрайды.

Айналмалы пештерге әктас қиыршық тастарының мөлшері жағынан шамалас фракцияларын салу керек. Ірі және ұсақ бөліктердің мөлшеріндегі айырма шамалы болуы керек. Айналмалы пештерден жоғары сапалы әк алуға болады, процесті толығымен механикаландыруға және автоматтандыруға болады. Алайда мұндай пештерде ыстық түтін газдарының көлемі қомақты және осыған байланысты отын мен жылудың жоғары шығыны отын үнемдеу жолдарын, пеш сыртында жылу алмастырғыштар орнату жолдарын іздестіруге мәжбүрлейді.

Айналмалы пеш шартты түрде келесі аймақтарға бөлінеді:

кептіру, онда әктас судан арылады және 110 – 120 °С дейін қызады;

жылыту, әктас температурасы 900 °С дейін көтеріледі;

декарбонизация, онда газдар 1250 – 1300 °С дейін қызады және әктас CO_2 және СаО-ға ыдырайды.

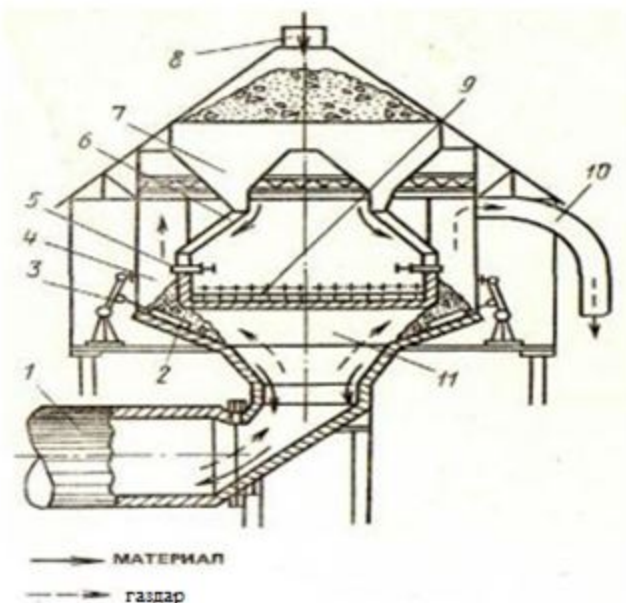
Айналмалы пештердің суық бөлігінен шығарылатын газдармен жылу шығынын азайту үшін тізбекті жылу алмастырғыштар ілінеді: тізбектер пештен шығарылған

газдармен қызады, олар салыстырмалы түрде суық материалға батырылып, бұл жылуды әктасқа береді. Әк салқындату желтартқышты немесе рекуператорлы тоназытқышта жүреді.

Пешке материал шамамен оның 10 – 12 %-ын алатындай түрде салынады. Қозғалыс кезінде материал сегрегацияға ұшырайды: ірі бөліктер жоғарғы бөлікте және пештің қабырғаларына жақын қабатта болса, ортасына ұсақ фракциялар жиналады. Сондықтан ірі кесектер толық жанып кетсе, ұсақ кесектер толық жанбай қалуы мүмкін. Жұқа фракцияларды әртүрлі пештерде күйдіру ұсынылады, мәселен: 13 – 35 және 35 – 60 мм. Өте ұсақ фракцияларды күйдіруден сақиналар түзіледі. Айналымды пештерде қозғалу кезінде әктас пен әк бөліктерінің беті шахта пештеріне қарағанда қатты қажалады. Шахта пешінде жақсы жанатын және тозаң түзбейтін әктастар айналымды пеште жанған кезде ұнтаққа айналуы мүмкін. Бұл жағдай және газ ағынының жоғары жылдамдығы пештен шығатын тозаңды 10 – 12 %-ға дейін арттырады.

Әкті күйдіру үшін жылу алмастырғыштары бар пештер анағұрлым үнемді болып табылады. Сыртта орналасқан жылу жылытқышы бар қысқа пеш 3.50-суретте көрсетілген. Әк күйдіретін айналымды пештердің сыртқы жылу алмастырғыштарының әртүрлі конструкциялары жасалды.

Жылу алмастырғыштың бұл түрі сыйымдылығы тәулігіне 750 тонна болатын 4,6x53,6 м пештің артында орнатылған. Нақты жылу шығыны шамамен 5000 кДж/кг құрайды. "Полигон" жылу алмастырғышының жұмыс кеңістігі 14 камераға бөлінген, әрқайсысында қыздырылған әк тастарын тастайтын плунжерлі итергіші бар. Жоғарғы бөлігінде бункер орналасқан, ол үнемі жылытқышты қуаттайтын материалмен толтырылады. Суық сыртқы ауа ішке түспейді. Қыздырғышқа кіретін пештен шыққан түтін газдарының температурасы 900 – 1000 °С, ал шығу температурасы шамамен 350 °С құрайды.



- 1 – айналмалы пеш;
- 2 – плунжерлі итергіш;
- 3 – итергіш гидрожүйесі;
- 4 – жылу алмастырғыштың жұмыс кеңістігі; 5 – бұранда;
- 6 – бункердің ағуы; 7 – шикізат бункері; 8 – шикізат беру;
- 9 – жапқыш; 10 – газ шығару құбыры;
- 11 – газ беру конусы

3.50-сурет. «Полигон» (Германия) фирмасының әктас жылытқышы

Материал 800 °С дейін қыздырылады. Қыздырғыштары жоқ айналмалы пештерде, пештің ішінде, клинкер күйдіретін пештердегідей жылу беруді жақсарту үшін тізбекті перделер орнатылған. Ең тиімдісі – ыстыққа төзімді болаттардың тізбектері. Олардың жұмыс температурасы 900 °С дейін. Ыстық құрылыс әгін салқындату үшін бір және көп барабанды тоңазытқыштар орнатылады. Барабанды тоңазытқыштармен қатар шығатын түтін газдарының жылуын толық пайдалану үшін құрылғыларды орнату қажет.

Айналмалы пештер "Арселор Миттал Теміртау" АҚ, Орал қаласындағы "Батыс Қазақстан құрылыс материалдары корпорациясы" АҚ – жылдық өнімділігі 45 000 тонна Ø2,5x75 м және тәулігіне 136 т/тәул әк 3 сұрыпты 1 пеш орнатылған.

Пештердің тағы бір түрі – металлургия өнеркәсібінде аз қолданылатын тербелмелі пештер.

3.3. Қазақстандағы цемент пештерінің атмосфераға шығарындылары туралы деректер

Цемент өндіру процесі қоршаған ортаға теріс әсер ететін әртүрлі заттар мен физикалық құбылыстардың эмиссиясымен бірге жүреді: тозаң, зиянды және улы газдар, металл қосылыстары, органикалық заттар, сондай-ақ шу, иіс және т.б.

Ластағыш заттардың ең көп мөлшері күйдіру сатысында шығарылады. Қоршаған ортаны барынша қорғауды қамтамасыз ететін ең жақсысын таңдау мақсатында технологияларды салыстыру үшін өндіріс ерекшеліктерінің, зиянды заттар шығарындыларының немесе физикалық құбылыстардың толық тізбесін пайдалану оңай

емес, бірақ соңғы 30 жыл ішінде бүкіл әлемдегі цемент өнеркәсібі пештен шығатын көптеген негізгі және маңыздылығы аз ластағыш заттардың шығарындыларымен күресудің әртүрлі әдістерін сәтті енгізді. Өндірістік экологиялық бақылауды жүзеге асыру кезіндегі өлшеулер қолданылатын технологиялық процестерге байланысты қоршаған ортаның ластануын бақылау үшін айқындалатын маркерлік ластағыш заттарға қатысты жүргізіледі.

КТА нәтижесінде алынған маркерлік заттардың үлестік көрсеткіштері туралы ақпарат толық болып табылмайды және Қазақстанның цемент өндірісінің пештерінен атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары бойынша толық мәлімет бермейді, өйткені 17 цемент зауытының ішінен тек 10 кәсіпорында ғана КТА жүргізілді (ылғалды тәсілді өндірістің 3 зауыты, құрғақ тәсілді 6 зауыт және клинкер өндіретін 1 зауыт).

Қарастырылып отырған 10 кәсіпорынның шығарындылары туралы мәліметтер қолданыстағы нормалау жүйесі негізінде көрсетілген және Ресей Федерациясы мен ЕО анықтамалық материалдарындағы ЕҚТ технологиялық көрсеткіштерімен салыстыруға келмейді.

Бұл көрсеткіштер жекелеген кәсіпорындар бойынша ағымдағы шығарындыларды көрсетеді, бірақ тұтастай алғанда цемент өнеркәсібі үшін технологиялық нормативтерді белгілеу үшін пайдаланылмайды.

Шығарындыларды тікелей олардың шығу көздерінде аспаппен өлшеу үшін міндетті талаптар болмағандықтан, шығарындыларды, мысалы, NO_x өлшеу мен анықтаудың стандартталған әдістері болмағандықтан кәсіпорындар ұсынған шығарындылардың мөлшерін Ресей Федерациясы мен ЕО анықтамалық материалдарының технологиялық көрсеткіштерімен салыстыру мүмкін емес.

Еуроодақ елдерінде маркерлік заттар бойынша технологиялық көрсеткіштер шығарындылардың барлық ұйымдастырылған көздері (АСМ) бойынша үздіксіз аспаптық өлшеулер негізінде белгіленеді. Өлшемдер деректерінің негізінде ғана жекелеген ластағыштар бойынша шығарындылардың шамасы туралы нақты ақпарат, сондай-ақ қандай да бір енгізілген техникалық шешімнің қаншалықты тиімді екендігі туралы қорытынды алуға болады.

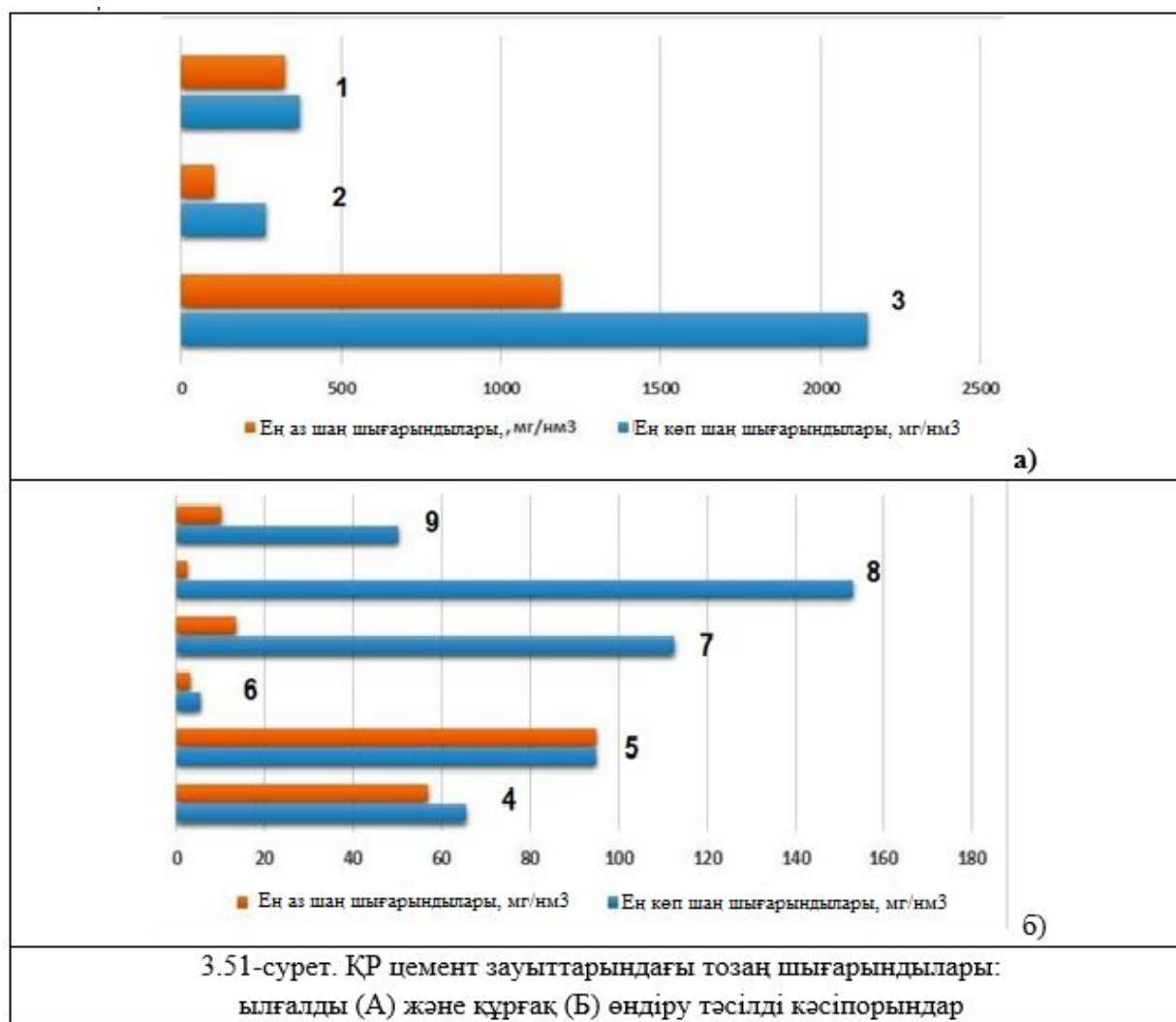
Төмендегі суреттерде (3.51 – 3.53-суреттер) Қазақстанның 10 цемент зауыты (17 зауыттың ішінен) бойынша айналмалы пештерден NO_x және SO_2 тозаң шығарындыларының көрсеткіштері ұсынылған. Бұл ластағыш заттар цемент пештерінде ауық-ауық өлшеніп тұратын негізгі заттар болып табылады.

3.51-суретте ылғалды және құрғақ өндіру тәсілді цемент кәсіпорындарының айналмалы пештерінен шығатын тозаң шығарындыларының көлемі көрсетілген.

Таңдалған цемент зауыттарындағы тозаң шығарындылары туралы ақпарат қарама-қайшы сипатқа ие, максималды және минималды мәндердің диапазоны тазарту қондырғысының жұмысында орын алуы мүмкін бұзушылықтарды көрсетеді.

Цемент пештерінен шығатын ең көп тозаң шығарындылары тік типті электрсүзгілерімен жабдықталған және жаңғыртусыз және қажетті техникалық қызмет көрсетусіз ұзақ уақыт жұмыс істейтін ескі цемент зауыттарында байқалады.

Цемент зауыттарында тозаң шығарындыларын азайту үшін әртүрлі құрылғылар қолданылады: тозаң шөктіргіш камералар, циклондар (сыңар немесе топтық), скрубберлер (дымқыл циклондар), қапшық сүзгілер және электростатикалық сүзгілер.

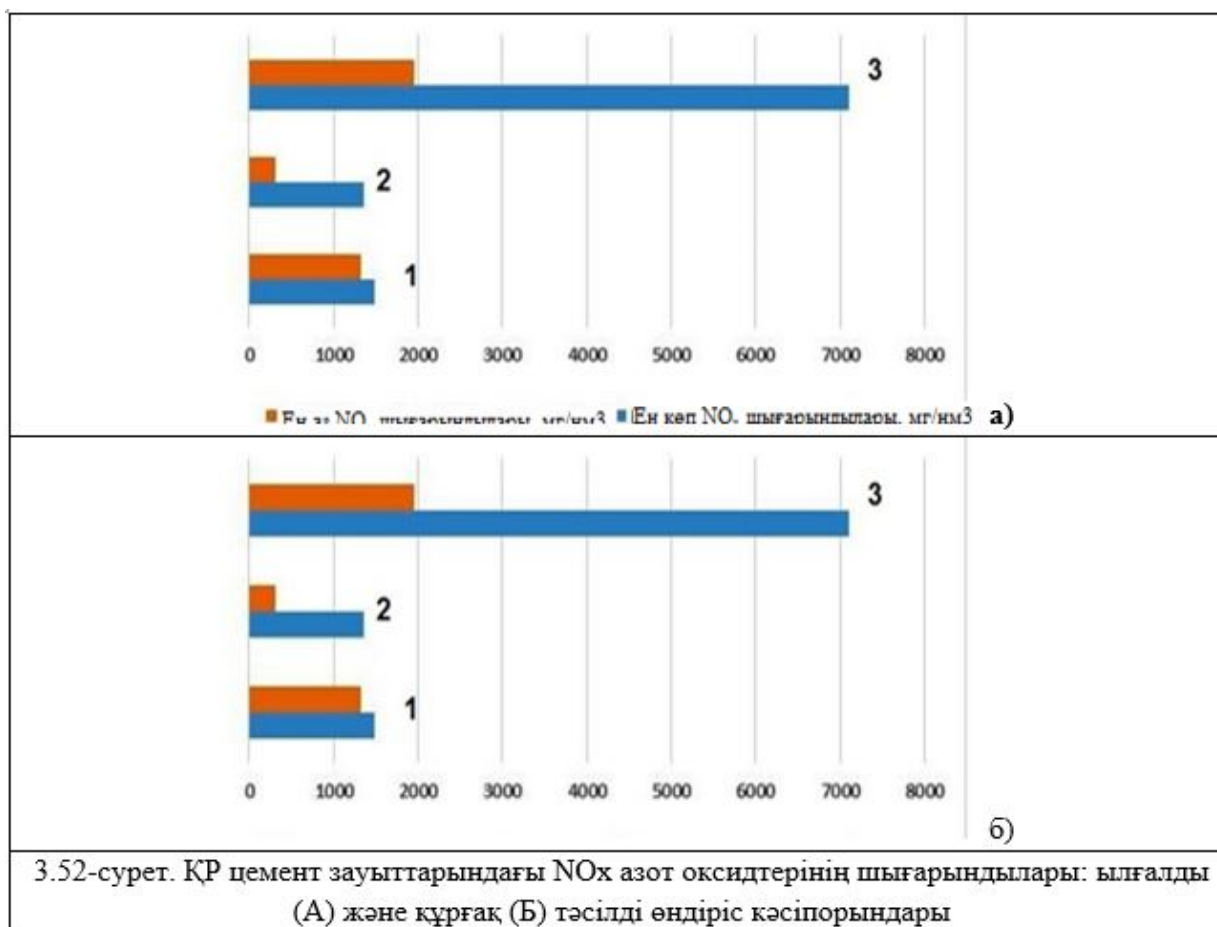


Тозаңды шөктіру құрылғылары олардың тиімділігі жағынан ерекшеленеді. Тиімділігі (тозаң тұту қабілеті) ең төмен – тозаң тұндыру камералары мен сыңар циклондар, ең жоғары – қапшық сүзгілер мен электростатикалық сүзгілер.

Құрғақ өндіру тәсілін қолданатын қазіргі заманғы цемент зауыттарында тозаңнан арылту жүйесі дұрыс таңдалған және оған уақтылы техникалық қызмет көрсетілген жағдайда цемент пештерінен шығатын тозаң шығарындылары әдетте 50 мг/Нм^3 аспайды.

ЕО-да тозаң шығарындыларының көп бөлігі $0,27$ шегінде және 30 мг/Нм^3 -тен аз. Тұрақты өлшеулердегі концентрация мәндері 24 сағаттық өлшеулердің орташа жылдық мәні ретінде көрсетілген. Өлшенген шамалар стандартты жағдайда 1 м^3 құрғақ газға жатады.

Газ тазарту жабдықтарын дұрыс таңдау және оның оңтайлы жұмыс режимін қамтамасыз ету цемент өндірісінде тозаң шығарындыларын қолайлы деңгейге дейін азайтуға мүмкіндік береді.

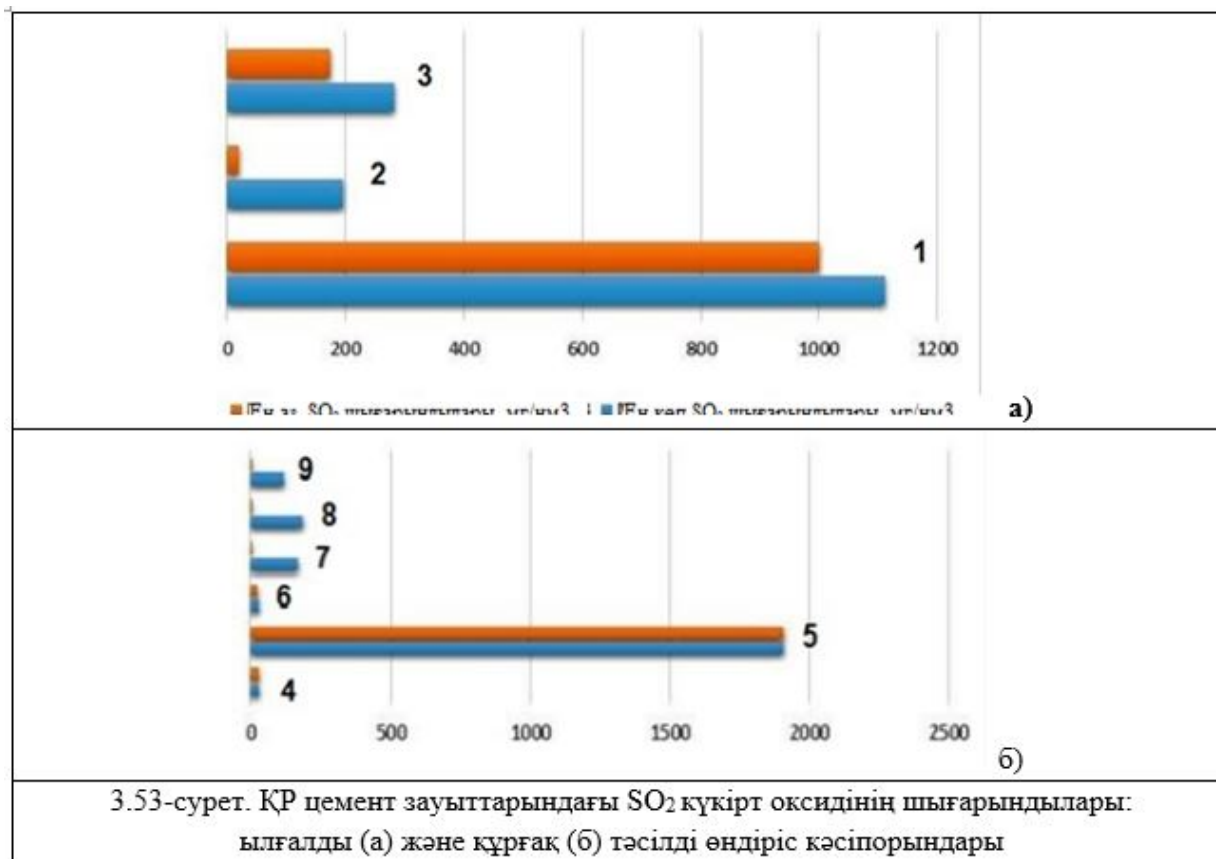


Азот оксидтері айналмалы пештерде клинкерді күйдіру кезінде атмосфераға шығарылатын ластағыш заттардың бірі болып табылады. Олар NO монооксиді мен NO₂ азот диоксидінің қоспасынан тұрады.

ЕО және РФ (NO_x 500 – 1000 мг/Нм³) көрсеткіштерімен салыстыру мүмкін емес, өйткені ҚР-да бүгінгі күні азот (II) оксиді және азот (IV) диоксиді шығарындылары нормаланады (1.14-сурет).

ЕО-да азот оксидтерінің шығарындыларын нормалау тұрақты өлшеу деректері негізінде жүзеге асырылады, NO_x -де көрсетілген оксидтердің қосындысы нормаланады. Еуропалық цемент пештерінен NO_x орташа жылдық бөлінуі шамамен 785 мг/Нм³ құрайды (NO_2 -ге қайта есептегенде), ең азы 145 мг/Нм³ және ең көбі 2940 мг/Нм³. 24 сағат ішінде шоғырлануды үздіксіз өлшеу орташа жылдық көрсеткіш ретінде ұсынылған. Өлшенген мән стандартты жағдайдағы құрғақ ауаны білдіреді.

SO_2 шығарындылары пештің қалыпты жұмыс режимдерінен ауытқу кезінде және шикізат материалдарында органикалық күкірт немесе пирит немесе марказит (сәулелі колчедан) түріндегі күкірт болған кезде айтарлықтай артуы мүмкін. Күкірт сульфаттар (сульфиттер) түрінде болатын шикізат материалдарын күйдіру кезінде пештен шығатын SO_2 шығарындылары әдетте 10 мг/Нм³ аспайды.



Бұлғалы тәсілді өндірістің ұзын пештерінде SO_2 -нің сілтілі материалдармен әрекеттесуі әлсіз, сондықтан отыннан және әсіресе отын қалдықтарынан алынған күкірт SO_2 шығарындыларының біршама өсуіне әкелуі мүмкін.

ҚР цемент зауыттарында SO_2 күкірт оксидінің шығарындылары бойынша келтірілген деректер көптеген кәсіпорындар үшін шығарындылар 400 мг/м^3 -тен аспайтынын көрсетеді (3.53-суретті қараңыз).

4. Эмиссияларды болғызбауға және/немесе азайтуға және ресурстарды тұтынуға арналған жалпы ең үздік қолжетімді техникалар

Цемент пен әк өндірісі жылуды (отынды), энергияны және табиғи материалдық ресурстарды тұтынумен ерекшеленетін әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін. Өндіріс процесінің өзі қоршаған ортаға теріс әсер ететін әртүрлі заттар мен факторлардың: тозаңның, зиянды және улы газдардың, металл қосылыстарының, органикалық заттардың, шудың, иістің және т. б. эмиссияларымен бірге жүреді.

Осы бөлімде олардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін технологиялық процестерді жүзеге асыру кезінде қолданылатын және қоршаған ортаға теріс әсер ететін объектіні техникалық қайта жарактандыруды, реконструкциялауды талап етпейтін жалпы әдістер сипатталады.

Оған басқару жүйелері, процеске біріктірілген әдістер және өндіріс процесін аяқтау шаралары кіреді. Оңтайлы нәтижелерді іздеу кезінде осы үш әдіс арасында белгілі бір қайталану бар екенін ескеру қажет. Алдын алу, бақылау, азайту және қайта пайдалану, сондай-ақ материалдар мен энергияны қайта пайдалану рәсімдері қарастырылады.

Жалпы ЕҚТ деп олардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін технологиялық процестерді жүзеге асыру кезінде қолданылатын және қоршаған ортаға теріс әсер ететін объектіні техникалық қайта жарактандыруды, реконструкциялауды талап етпейтін әдістерді, сондай-ақ олармен байланысты шығарындылар мен ресурстарды тұтыну деңгейлерін түсіну керек.

4.1. Атмосфералық ауаға шығарындыларды болғызбау техникалары

4.1.1 Кіріспе

Цемент пен әк өндірісіндегі негізгі шығарындылар – пеш жүйесінен ауаға шығарындылар. Бұл шикізат материалдарымен, сондай-ақ отынның жануы кезінде болатын физикалық-химиялық реакциялардың салдарынан болады. Цемент пешінің шығарылатын газдарының негізгі компоненттері – отынды жағуға қатысатын ауаның азот оксидтері (жылу NO_x) және құрамында азот, CO_2 бар отын қосылыстары, CaCO_3 ыдырауы мен отынның жануы кезінде отын мен шикізат материалдарынан, артық оттегінен, химиялық заттардан (мысалы, күкірт диоксиді) және бөлшектерден (тозаңнан) пайда болатын су буы.

Барлық пеш жүйелерінде күйдіру материалы жану газдарына қатысты қарсы ағынмен (қарсы) қозғалады. Бұл қарсы ағын шығарындылардың мөлшеріне әсер етеді, өйткені қайнау қабаты пайда болады. Отынның жануы кезінде және шикізатты клинкерге айналдыру кезінде пайда болатын көптеген компоненттер қозғалатын материалға адсорбцияланған немесе конденсацияланғанға дейін газ фазасында қалады.

Материалдардың адсорбциялық сыйымдылығы физикалық-химиялық күйінің өзгеруімен өзгереді. Бұл пеш жүйесінің ішіндегі жағдайға байланысты. Мысалы, декарбонизация аймағынан шыққан материалдың құрамында кальций оксиді жоғары болады, сондықтан әсіресе HCl, HF және SO₂ сияқты қышқыл қосылыстар үшін жоғары адсорбциялық сыйымдылыққа ие болады.

Сондай-ақ басқа көздерден шығарылатын тозаң шығарындылары бар, мысалы, ұнтақтау кезінде және шикізатты, қатты отынды және өнімді – цементті түсіру кезінде түзілетін тозаң. Тозаңның ықтимал шығарылуы шикізат материалдары мен қатты отынды қоймалаудың, оларды тасымалдаудың, соның ішінде цемент тиеудің кез келген нүктесінен болуы мүмкін. Осы шығарындылардың шамаларының ауытқу шамасы айтарлықтай болуы мүмкін және егер бұл аспектілер агрегат конструкциясымен немесе қондырғымен ескерілмесе, олар жағымсыз проблемаларға әкелуі мүмкін.

Біркелкілік және еуропалық деректерге сәйкестік мақсатында ластағыш заттардың шығарындылары бойынша барлық деректер стандартты шарттарға, яғни оттегінің белгілі бір (референттік) құрамы O₂, айн. % кезінде 273 К температурада және 101,3 кПа қысымда құрғақ газ ағынына келтірілуге тиіс. Егер газ легіндегі оттегінің нақты құрамы референттіктен өзгеше болса, онда шығарындылардың шоғырлануын стандартты жағдайға қайта есептеу мынадай формула бойынша жүзеге асырылады:

Сстанд.= Сөлш.21- Ореф.21- Офакт. ,

мұндағы Сөлш.және Сстанд.ағымдағы және стандартты жай-күйде өлшенген ластағыш заттар шығарындыларының шоғырлануы, мг/Нм³;

Офакт. өлшеу кезіндегі ағындағы оттегінің нақты концентрациясы, айн. %;

Ореф. оттегінің анықтамалық концентрациясы, айн. %: цемент өндірісінде Ореф.= 10 %; әк өндірісінде Ореф.= 11 %.

4.1.2. Тозаң шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары

Дәстүр бойынша тозаңның шығуы, әсіресе түтін мұржаларынан (немесе ұйымдастырылған тозаң шығарындылары) шығуы цемент өндірісіндегі қоршаған орта үшін басты мәселелердің бірі болып табылады. Тозаң шығаратын негізгі көздер – шикізат материалдарын дайындау процесі, ұсақтау және кептіру қондырғылары, клинкерді (пештер мен тоңазытқыштар) күйдіру процесі, отынды дайындау және цементті ұнтақтау қондырғылары (диірмендер). Цемент зауытындағы қосалқы процестер қалдықтарды пайдалануға не пайдаланбауға қарамастан тозаңның шығуына әкелуі мүмкін.

Цемент өндірісінің барлық процестерінде газдардың көп мөлшері тозаңды материалдан өтеді. Ұсақтау, ұнтақтау және жөнелту сияқты жағдайларда жабдық аз разрядпен жұмыс істейді және бұл көздер әдетте қапшық сүзгілермен жабдықталған. Қазіргі заманғы электрсүзгілер мен қапшық сүзгілердің конструкциясы мен сенімділігі тозаңның бөлінуін маңызды емес деңгейге дейін төмендетуді қамтамасыз етеді.

Шығарылатын тозаң әртүрлі дисперсиямен сипатталады. [31] сәйкес электрсүзгі қолданылған кезде тозаңның құрамында 10 мкм-ден (PM_{10}) аз фракцияның 90 %-ы және 2,5 мкм-ден ($PM_{2,5}$) аз фракцияның 50 %-ы болады.

10 және 2,5 мкм-дан аз бөлшектерден тұратын ұсақ бөлшектердің шығарындылары қатты заттар немесе аэрозольдер түрінде пайда болады. Тозаңның бұл түрі бірқатар физикалық-химиялық реакциялардың нәтижесі болып табылады, мысалы, азот оксидтерінің, күкірттің және аммиактың сульфаттар мен аммоний нитраттарының пайда болуымен әрекеттесуі. Бұл бөлшектер адам денсаулығына айтарлықтай әсер етеді. Цемент өнеркәсібінде 10 және 2,5 мкм өлшемді бөлшектер күйдіру және салқындату процесінде пайда болуы мүмкін, алайда көмекші процестер жұқа дисперсті тозаңның пайда болуына әкелуі мүмкін. Жұқа тозаңның негізгі бөлігін тозаңның жалпы мөлшерін азайту арқылы азайтуға болады. Тозаңнан тазартудың жоғары тиімді жүйелерімен жабдықталған қондырғылар ұсақ тозаңның салыстырмалы түрде аз мөлшерінің пайда болуына ықпал етеді.

Барлық тозаң шығарындылары ұйымдастырылмаған және ұйымдастырылған болып бөлінеді.

4.1.2.1. Цемент зауыттарындағы тозаң шығарындылары

Цемент зауытында тозаң шығарындыларының әртүрлі көздері бар: пештер, клинкер тоңазытқыштары және шикізатты, цементті және көмірді ұнтақтауға арналған диірмендер, сондай-ақ қосалқы жабдықтар. Тозаңның негізгі бөлігі портландцемент клинкерін күйдіруге арналған айналмалы пештерден атмосфераға шығарылады. Алайда айналмалы пештерден тозаң шығарындыларын азайту әдістері мен қағидаттары ұйымдастырылған тозаң шығарындыларының басқа көздеріне де қолданылады.

Цемент өнеркәсібінде қолданылатын негізгі тазарту қондырғылары – қапшық сүзгілер, электрсүзгілер немесе олардың комбинациясы – гибридті сүзгілер деп аталады.

Электрсүзгілер мен қапшық сүзгілердің артықшылықтары мен кемшіліктері бар (4.1-кесте).

4.1-кесте. Цемент өндірісінде тозаң шығарындыларын бақылаудың техникалық шешімдеріне шолу [2]

Р/с №	Техникалық шешімдер	Қолданылуы	Шығарындылар, мг/Нм ³ **, **	Құны ***	
				Инвестициялар, млн еуро	Пайдалану, еуро / т клинкер

1	2	3	4	5	6
1	Электрсүзгілер	барлық пеш жүйелері	10** - < 20	2,1 - 6,0	0,1 - 0,2
		клинкер тоңазытқыштары	10** - < 20	0,8 - 1,2	0,09 - 0,18
		цемент диірмендері	< 10**	0,8 - 1,2	0,09 - 0,18
2	Қапшық сүзгілер	барлық пеш жүйелері	< 10	2,1 - 6,0	0,15 - 0,35
		клинкер тоңазытқыштары	< 10	1,0 - 1,4	0,1 - 0,15
		диірмендер (шикізат, цемент, көмір)	< 10	0,3 - 0,5	0,03 - 0,04
3	Гибридті сүзгілер	барлық пеш жүйелері, клинкер тоңазытқыштары, цемент диірмендері	< 10 - 20		

* әдетте құрғақ газдың орташа тәуліктік мәндеріне жататын пеш жүйелері үшін, 273к, 101,3 кПа және 10 % O₂;

** шамамен 10 мг/Нм³ тозаң шығарындыларының деңгейі тек жаңғыртылған немесе ұлғайтылған электрсүзгілермен ғана қол жеткізіледі;

*** 2010 жылғы шығындар.

Қалыпты жұмыс кезеңінде тозаң тұтқыштардың екі түрі де жоғары тиімділікпен жұмыс істейді. Арнайы жағдайларда СО концентрациясының жоғарылауы, пештің жұмысындағы күтпеген қиындықтар, шикізат диірменінен қуат беру немесе тоқтату салдарынан пешті қосу-сөндіру, электрсүзгінің тиімділігі айтарлықтай төмендейді, ал қапшық сүзгілердің тиімділігі осы факторларға аз әсер етеді.

Электрсүзгілер электродтардың екі түрі арасында тұрақты электр өрісін тудырады: теріс зарядталған корона және оң зарядталған тұнба. Корона электродының жанында электр өрісінің жоғары кернеуіне байланысты теріс зарядталған иондар пайда болады, олар ауа ағынында қозғалатын тозаң бөлшектерімен адсорбцияланады. Бөлшектер теріс зарядталады және оң зарядталған шөгінді электродтарға көшеді, сонда шөгеді. Шөгінді электродтар ауық-ауық шайқау немесе діріл арқылы оларға түскен тозаңды коллекторлық бункерге шығарады. Электродты шайқау циклдары тозаңды кетіруді азайту және осылайша тозаңды кетіруді барынша азайту үшін оңтайландырылған.

Электрсүзгілер жоғары температурада (тіпті 400 °С дейін) және тозаңнан арылтылған газдардың жоғары ылғалдылығында жұмыс істеуге қабілетті. Электрсүзгілердің жұмыс сапасы газ бен тозаң бөлшектерінің ылғалдылығы мен

химиялық құрамы, газ ағынының жылдамдығы, бөлшектердің мөлшерінің таралуы, бөлшектердің электрлік кедергісі, газдың бастапқы тозаңдануы мен температурасы, электр өрісінің кернеулігі, электродтардың ауданы мен формасы, тұндырылған тозаңның ылғалдығы және т. б. сияқты әртүрлі пайдалану параметрлеріне байланысты.

Электрсүзгінің жұмысы электродтарда материал өскіндері пайда болған кезде және нәтижесінде электр өрісінің беріктігін төмендету арқылы нашарлауы мүмкін. Бұл пеште хлоридтер мен сульфаттардың көп мөлшері немесе шикізат құрамындағы ұшпа органикалық қосылыстардың (ҰОҚ) артық болуы, сілтілі металдармен субмикроскопиялық тозаң бөлшектерін (0,1 – 1 мкм) құрайды, олар электродтарда орналасады (1012 – 1013 Ом/см), газдың электр өткізгіштігін төмендетеді және тозаңнан арылтуды қиындатады. Жоғары қарсылық мәселелерін түтін газын тазарту үшін мұнараға су құю арқылы ішінара шешуге болады.

Жұмыс режимі оңтайландырылатын болса, тозаңнан арылтылатын газдарды кондициялау (ылғалдандыру) жүйесімен бірге үлкен көлемдегі электрсүзгілер орташа айлық тозаң бөлінуін 5 – 15 мг/Нм³ дейін төмендетуі мүмкін. Мұндай электрсүзгілердегі тозаңнан арылтудың жобалық тиімділігі 99,99 %-дан жоғары, сондықтан тозаң шығарындыларының мөлшері аз, тек бірнеше мг/Нм³. Электрсүзгілер ультра ұсақ бөлшектерді (< 0,5 мкм) тұтып алу үшін өте тиімді.

Электрсүзгілердің электр энергиясын тұтынуы тазартылған газдағы тозаңның төмендеуімен экспоненциалды түрде артады. Электрсүзгілердің оңтайлы жұмысы тозаңсыз газдың температурасы мен ылғалдылығына байланысты. Электрсүзгілер жұмысының ұзақтығы ондаған жылдарға жетуі мүмкін, бұл барлық ұсынылған техникалық қызмет көрсету және жөндеу жағдайларын қамтамасыз етеді. Кейбір бөліктерді (балғалар, мойынтіректер) бірнеше жыл жұмыс істегеннен кейін мерзімді техникалық қызмет көрсету және жөндеу бөлігі ретінде үнемі ауыстырып отыру керек.

Электрсүзгілер жоғары тиімділікке, төмен гидравликалық кедергіге, жоғары өнімділікке және энергия тиімділігіне байланысты айналмалы пештердің, клинкер тоңазытқышының және кейбір жағдайларда цемент диірмендерінің шығатын газдарынан тозаңды алуға арналған ең тиімді қондырғылар болып табылады. Электрсүзгілерді әр цемент пешінде шығатын газдардан, айналмалы жүйеден шыққан газдардан және желтартқышты тоңазытқыштан ауаны тазарту үшін қолдануға болады.

Қапшық сүзгілер тиімді тозаңтұтқыш жабдық болып табылады. Қапшық сүзгілердің негізгі қағидасы – газды өткізіп жіберетін, бірақ тозаңды тұтып қалатын мата мембрананы пайдалану. Мұндай сүзгілердің конструкциясындағы айырмашылық мынада: сүзгі элементтерінің бір бөлігі цилиндрлік сүзгі сөмкелерінен (тік суспензия), ал бір бөлігі әдетте көлденең орнатылған сүзгі пакеттерінен тұрады. Бастапқыда тозаң ішінара талшықтардың бетіне түсіп, матаның бүкіл өн бойына сіңеді, бірақ матаның беткі қабатына толығымен тозаң қонғаннан кейін, ол басым сүзгі ортасына айналады.

Шығарылатын газдар сүзгі қапшығының ішінен сыртқа ғана емес, қарама-қарсы бағытта да өтуі мүмкін. Тозаң қабаты қалыңдағандықтан, газдың өтуіне төзімділік артады. Сондықтан сүзгі ортасын ауық-ауық тазалау және сүзгінің гидравликалық кедергісін бақылап тұру қажет.

Тазалаудың әдеттегі әдісі – тазартылған газды немесе сығылған ауаны әдеттегі газ ағынына, механикалық соққыға немесе шайқауға және дірілге кері бағытта ауық-ауық импульс беру. Қапшық сүзгілерде қапшықтар істен шыққан жағдайда жеке оқшаулауға болатын көптеген секциялар бар; сәйкесінше, сүзу сәтті болады, секция толығымен істен шықса да, қондырғының тиісті жұмысы қамтамасыз етіледі. Ол үшін "қапшықтың жыртылу детекторы" жұмыс істеуі керек, ол әр секцияда орналасқан және егер ақау орын алса, қапшықты ауыстыру қажеттігін көрсетеді.

Сүзгіш қапшықтар тоқылған және тоқылмаған материалдан жасалады. Тозаңсыз газдардың жоғары температурасы (150 – 300 °С) арнайы материалдарды қолдануды қажет етеді. Қазіргі синтетикалық маталар 280 °С дейінгі температураға төтеп бере алады.

Қапшық сүзгілердің жұмысы әртүрлі параметрлерге байланысты, мысалы, сүзгі материалының тозаң мен тозаңның сипаттамасымен үйлесімділігі, гидролизге, тотығуға және процестің температурасына қарсы тиісті жылу, физикалық және химиялық қарсылығы. Сүзгінің маңызды сипаттамалары – сүзгі бетінің көлемі, бөлу тиімділігі және сүзу кедергісі ("сүзгінің дифференциалды қысымы" деп аталады). Соңғы мән сүзгі материалы мен тозаңның қасиеттеріне байланысты. Сүзгіні жобалаудың негізгі параметрі – өткізу қабілеті (тозаңнан арылтылған газдың көлемі). Сондықтан қапшық сүзгілерді жіктеу оның түріне, қапшықтар санына және тозаң мен газдың қасиеттеріне байланысты жүзеге асырылады.

Қапшық сүзгілердің жұмыс істеу мерзімі, энергия және техникалық қызмет көрсету қажеттігі жылу және механикалық жүктемелерге байланысты. Газдың өту жылдамдығы, тозаңның қалыңдығы, кеуектілігі және тазалау циклы тозаңнан арылтудың тиімділігіне әсер етеді. Сүзгінің жұмысын жақсарту (атап айтқанда, оның гидравликалық кедергісін төмендету) детектордың көмегімен тұрақты бақылай отырып, тозаңның ықтимал таралуын жылдам анықтау, тозаңнан арылту жүйесін жақсарту, пайдалану мерзімін арттыру және құнын төмендету бағытында жүзеге асырылады. Сүзгі материалдарын тазалау циклдары мен тазалау әдістері сүзгінің тиімділігіне әсер етеді. Төмен қысымды ауа пульсациясын қолданған кезде тиімділік артады, сонымен бірге энергия шығыны азаяды және шу деңгейі төмендейді. Мұндай сүзгі жүйесі айналмалы пештерден шығатын газдарды тозаңнан тазарту, сондай-ақ байпастың сілтілік тозаңын, клинкер тоңазытқышының ауасын, диірмендерді және жіктеуіштерді тазарту үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қапшық сүзгілерді циклондармен біріктіру клинкер тоңазытқышына қолданылады. Циклонда тозаң бөлшектері газ ағынынан бөлініп шығады және циклон

кабырғаларында центрифугалық күштердің әсерінен тұндырылады, содан кейін циклон түбіндегі шлюз жапқышы бар тесік арқылы шығарылады. Орталықтан тепкіш күштер циклонның цилиндрлік корпусына кіретін газ ағынында немесе қондырғыдағы жұмыс желдеткішінің (механикалық орталықтан тепкіш тозаң шөктіргіштің) айналуына байланысты байқалады. Цемент өнеркәсібінде циклондар температураны төмендету үшін ауа алмастырғышпен және тоңазытқыштың шығатын газдарын тозаңнан арылту үшін қапшық сүзгімен (қапшық сүзгісі бар тозаңтұтқыш камерамен) біріктіріледі. Циклон тозаң концентрациясын бастапқы деңгейден 70 %-ға дейін төмендетуі мүмкін. Ауа жылу алмастырғышымен және қапшық сүзгісі бар тозаңтұтқыш камерамен бірге шығарындылардағы тозаң концентрациясы $5 - 7 \text{ мг/Нм}^3$ тең төмен болған кезде жоғары деңгейде тазартуға (99,99 % дейін) қол жеткізіледі.

Қапшық сүзгілерді пайдалану құнын оңтайландыру үшін цемент зауыттары тозаңды ағынмен кетіру жүйесінде оңтайлы қысым жасалады. Сүзгі жүктемесі, сүзгі бетіндегі дифференциалды қысым және газ тазарту жүйесі Қапшық сүзгілердің құнын төмендетуге әсер ететін үш негізгі фактор болып табылады. Бұл факторлар тығыз байланысты, сондықтан шығындарды оңтайландыру үшін ауа/сүзгі қаптамасының ең жоғары қатынасына, дифференциалды қысымның ең төменгі мәндеріне және тазарту үшін төменгі ауа қысымына қол жеткізу қажет.

Гибридті сүзгілер – бұл электрсүзгілер мен қапшық сүзгілерді бір құрылғыға біріктіру. Олар негізінен қолданыстағы электрсүзгілерді жаңартудың нәтижесі болып табылады және ескі жабдықтардың бір бөлігін қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

4.1.2.2. Әк зауыттарынан тозаң шығарындылары

Тозаң пешке берілетін әктастың анағұрлым ұсақ бөлшектерінің есебінен термиялық және механикалық бұзылу кезінде, ол пеште жарылған кезде және аз мөлшерде отын күлінің әсерінен түзіледі. Тозаңнан арылту қондырғысының аузындағы тозаңның деңгейі пештің конструкциясына, оның қуатына және пайдаланылатын шикізатқа байланысты кең ауқымда ауытқиды.

Шығарылатын газдардың қасиеттерінің кең ауқымы тозаңды жинау үшін әртүрлі жабдықты пайдалануды талап етеді: циклондар, ылғалды скрубберлер, қапшық сүзгілер, электрсүзгілер және қиыршық тас сүзгілері (4.2-кесте). Типтік циклондар күйдіру пештеріндегі тозаңның 90 %-ын тазартады.

Электрсүзгілер мен қапшық сүзгілер қалыпты жұмыс режимінде 99 %-дан асатын тозаңданудың өте жоғары деңгейімен сипатталады, бірақ бұл көрсеткішке тозаң шығарындыларының бөлшектерінің көлемі әсер етеді. Сүзгі түрі шығатын газдардың температурасына байланысты таңдалады. Тиісті тиімділікті қамтамасыз ету үшін осы типтегі сүзгілер мерзімді техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Мұндай сүзгілердің тиімділігі тозаңнан арылтудың дымқыл тәсіліне қарағанда жоғары. Тозаңнан арылтудың дымқыл тәсілінде судың және өңдеуді қажет ететін су қалдықтарының

төгінділерінің пайдаланылуына байланысты қосымша энергия жұмсалады. Электростатикалық тұндырғыштардың тиімділігіне СО-ның болуы әсерін тигізеді, алайда оның құрамында СО-ның болуын азайтуға болады. Орталықтан тепкіш сепараторлар алдын ала тазарту сатысында қолданылады, бірақ олардың тиімділігі ластағыш заттардың көбеюімен артады.

Тұндырғыш жабдықтан кейін шығарындылар әдетте 10 – 250 мг/Нм³ құрайды, дымқыл скрубберді тазартуды қолданған кезде олар 10 – 100 мг/Нм³ құрайды.

4.2-кесте. Әк зауыттарындағы тозаң шығарындыларын бақылаудың техникалық шешімдеріне шолу [2]

P/c №	Техникалық шешімдер	Қолданылуы	Шығарындылар, мг/Нм ³ **, **	Құны ***	
				Инвестициялар, млн еуро	Пайдалану құны, млн еуро
1	2	3	4	5	6
1	Электрсүзгілер	Пештердің барлық түрлері, диірмендер, қосалқы процестер	<10 ^{**} -<20	0,6-3,9	>1,5
2	Қапшық сүзгілер	Пештердің барлық түрлері	<10-<20	0,25-1,7	>1,5
		Диірмендер, қосалқы процестер	<10-<20		
3	Ылғалды тозаңды кетіру	Пештердің барлық түрлері, гидраторлар	10-30		
4	Орталықтан тепкіш сепараторлар	Алдын ала тазалау үшін пештердің барлық түрлері, диірмендер, қосалқы процестер	-		

* әдетте құрғақ газдың орташа тәуліктік мәндеріне жататын пеш жүйелері үшін, 273к, 101,3 кПа және 10 % O₂;

** шамамен 10 мг/Нм³ тозаң шығарындыларының деңгейі тек жаңғыртылған немесе ұлғайтылған электрсүзгілерімен ғана қол жеткізіледі;

*** 2010 жылғы шығындар.

Тозаң шығарындыларын нүктелік өлшеу нәтижелері электрсүзгілермен және қапшық сүзгілермен жабдықталған пештерден тозаң шығарындыларының 70 %-ында анықталғаны 20 мг/Нм³ төмен, бұл ретте 60 % жағдайда олар 10 мг/Нм³ төмен екендігін көрсетеді, мұндай тозаң шығарындыларының шамасы ылғалды

скрубберлерде тазалағаннан кейін тозаң шығарындыларын өлшеудің 6 %-ында белгіленген [2].

Германияда барлық шахта пештері қапшық сүзгілермен жабдықталған. Түтін газын қапшық сүзгімен тазалағаннан кейін әдеттегі тозаңның шығуы $< 10 - \text{нан} < 20 \text{ мг/Нм}^3$ -ке дейін болады (нүктелік өлшеу, стандартты шарттар). Осындай нәтижелерді қамтамасыз ететін қапшық сүзгілер ауаның қатынасымен сипатталады: сүзгі беті < 1 -ден $1,2 \text{ м}^3/\text{Нм}^3$ -мин аралығында. Айналмалы пештер электрсүзгілермен жабдықталады. Бұл жағдайда шығарындылардың әдеттегі деңгейі 20 мг/Нм^3 -тен кем болады. Қапшық сүзгіден немесе электрсүзгіден бөлінген тозаң соңғы өнім ретінде қолданылады. Германияда газдарды тозаңнан тазарту үшін дымқыл скрубберлік тазарту және қиыршық тас сүзгілерін пайдалану стандартты жағдайларда күнделікті өлшеу кезінде орташа ретінде тіркелген шығарындылар деңгейінің $30 - 60 \text{ мг/Нм}^3$ шегіне жетуге мүмкіндік береді. 20 мг/Нм^3 -тен төмен тазарту дәрежесіне қол жеткізу үшін дымқыл скрубберлер мен қиыршық тас сүзгілерін қапшық сүзгілерге ауыстыру қажет. ЕО-да жүргізілген өлшеу нәтижелері тозаң шығарындылары пайдаланылатын отынның түріне, яғни қазба отынның немесе жанармайдың пайдаланылуына байланысты емес екенін көрсетеді. Шахта пештерінде жанғыш қалдықтарды пайдалану кезінде орташа күнделікті тозаң шығарындылары $< 5 - \text{тен} < 10 \text{ мг/Нм}^3$ - ге дейін құрайды.

Әк гидратациясы кезінде әк гидраторларынан газ ағыны салыстырмалы түрде аз: 1 тонна гидратталған әкке шамамен 800 м^3 газ шығарылады, бірақ тазарту алдында тозаң жинайтын құрылғыда 2 г/м^3 тозаң болуы мүмкін. Осылайша, тозаңның шығуы $1,6 \text{ кг} / \text{т}$ сөндірілген әкті құрайды. Мұндай тозаңды кетіру үшін ылғал скрубберді тазарту және қапшық сүзгілер қолданылады. Ылғалдылық тозаң шығарындыларының деңгейіне әсер етуі мүмкін. Осы себепті скрубберлер көбінесе гидраторлардың шығарындыларын тазарту үшін қолданылады. Жаңа буын скрубберлерін пайдаланған кезде тозаң шығарындыларының деңгейі $10 - 30 \text{ мг/м}^3$ шегінде болады, бұл шамамен $0,008 - 0,024 \text{ кг/т}$ сөндірілген әкке сәйкес келеді.

Әкті ұсақтау кезінде тозаң шығарындыларының деңгейі < 10 -нан $< 50 \text{ мг/м}$ -ге дейін құрайды.

4.1.3. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының алдын алу және/немесе азайту әдістері

Ұйымдастырылмаған тозаңның негізгі көздеріне келесі процестер жатады:

шикізатты ұсақтау;

материалдарды конвейермен немесе элеватормен тасымалдау;

жол жабыны (автомобиль көлігі есебінен);

шикізат, клинкер және цемент сақтау;

шикізат, цемент және көмірді ұнтақтауға арналған диірмендер;

қатты отынды сақтау (мұнай коксы, көмір, қоңыр көмір);
цемент жөнелту.

Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары материалдар мен қатты отынды ашық қоймалардан, шикізат материалдарын тасымалдаушылардан, сондай-ақ жол көлігінің қозғалысынан туындаған жол төсемдерінен жинау және өңдеу кезінде пайда болуы мүмкін. Объектілердің ықшам орналасуы –ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайтудың ең оңай жолы. Тозаңның пайда болуы, мысалы, шикізат пен қатты отынның қатарларынан –келесі техникалық шешімдердің көмегімен төмендетілуі керек:

штабельдерді, атап айтқанда тиеу және түсіру учаскелерін ылғалдандыру;
биіктігі реттелетін таспалы конвейерлерді пайдалану.

Қондырғыларға тұрақты түрде және мұқият қызмет көрсету әрдайым ауа сорудың төмендеуіне немесе қондырғылар герметикасының нашарлауына жол бермеу арқылы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының жанама төмендеуіне әкеледі.

Автоматты құрылғылар мен басқару жүйесін пайдалану тозаң бөлшектерінің шығарындыларын азайтуға, сондай-ақ қондырғылардың іркіліссіз сенімді жұмыс істеуіне ықпал етеді.

Клинкер/цементті буып-түю және жөнелту кезінде тозаң өте көп шығуы мүмкін. Ұйымдастырылмаған шығарындылардың әсері тозаң шығарындыларының жалпы ұлғаюына әкелуі мүмкін, өйткені тозаңды шығару процесі едәуір үлкен беттен жүзеге асырылады.

Транспортерлер мен элеваторлар, егер олар тозаңданатын материалды тасымалдауға арналған болса, жабық жүйелер ретінде құрастырылады. Жүк автомобильдері жүретін жолдар тозаңның таралуын болғызбау үшін ауық-ауық төсем төселіп, тазартылып тұрады. Сонымен қатар тозаңның таралуын болғызбау үшін су себу қолданылады. Бұл жерде оларды жинау үшін жабық жайлар пайдаланылуы мүмкін. Шикізат материалдары немесе отын орналастырылған ашық қоймада дисперсті тозаңның шығарылуын азайту үшін үйінділер мен үйінді сақтау алаңдары тік жасыл өсімдіктерден (желдің әсерін болғызбау үшін жасанды немесе табиғи кедергілер) тұратын қабырғалармен немесе қоршаулармен, жабындармен жабылуы немесе тасалануы мүмкін.

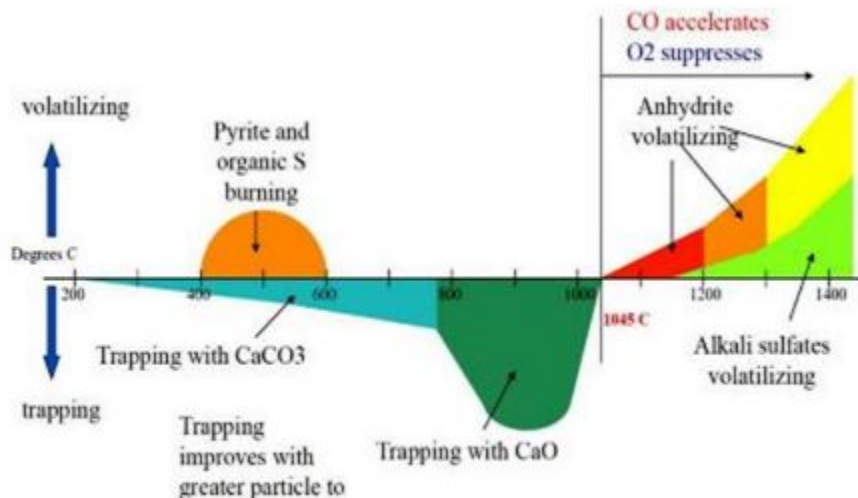
Цементті немесе күйдірілген әкті тиеу кезінде ұйымдастырылмаған тозаңның бөлінуін азайту үшін, мысалы, тозаң жинау құрылғысымен қосылған иілгіш тиеу құбырларын пайдалану ұсынылады. Мұндай тиеу құбырлары тозаңсыз тиеуге кепілдік беретін сору құрылғысымен жабдықталған. Олар жүк машинасы шанағының бетіне орналастырылады, онда олар белгіленген биіктікке жеткенге дейін автоматты түрде тиеледі. Содан кейін жүк көлігі 30 см алға жылжиды және операция қайтадан қайталануы мүмкін.

4.1.4. SO_x шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары

4.1.4.1. Цемент зауыттарындағы SO_x шығарындылары

Цемент зауыттарындағы SO₂ шығарындылары сульфат қосылыстарының жалпы санына, қолданылатын өндіру тәсіліне байланысты және ең алдымен шикізат пен отындағы ұшпа күкірттің құрамымен анықталады. SO_x ықтимал шығарындылары пештегі күкірт айналымына байланысты. Күкірт пештерден SO₂ түрінде қалдық газдарда, CaSO₄ және клинкер мен тозаңның басқа компоненттерінде шығарылады. Алайда күкірттің көп бөлігі клинкерге қосылады (бірігеді) немесе жүйеден шығарылады.

Кен орнына байланысты (көбінесе саз немесе тақтатас) шикізат материалдарының құрамында сульфаттар мен сульфидтер түрінде күкірт болуы мүмкін. Сульфаттар – айналмалы пештің пісіру аймағында жоғары температурада термиялық түрде ішінара ыдырайтын тұрақты қосылыстар, бірақ отын мен қалдықтарды жағу кезінде жергілікті төмендеткіш ортаның қатысуымен ыдырауды арттыруға болады. Сондықтан сульфат түріндегі күкірт оның сапасын сақтай отырып, клинкермен бірге пештен толықтай дерлік шығып кетеді. Сульфидтер, керісінше, жылу алмастырғышта тотығады және 4.1-суретте көрсетілгендей ішінара күкірт диоксиді түрінде бөлінеді.



4.1-сурет. [52] бойынша температураның күкіртті ыдыратуға/тұтуға әсері

Отынмен бірге пешке түсетін күкірт SO₂-ге дейін тотығады және пісіру аймағында, кальцийлеу аймағында және қыздыру сатысында күшті сілтілердің болуына байланысты шығарындылардың қатты өсуіне әкелмейді. Күкірт кальцийлеу аймағына SO₂ аз мөлшерімен бірге кіреді, ол күйдіру аймағында сульфаттардың ішінара

ыдырауы нәтижесінде пайда болады. Кальцийлеу аймағында SO_2 шикізат материалдарында бар сілтілермен және сілтілі сульфаттармен әрекеттеседі. Ішінара декарбонизацияланған шикізат қоспасымен байланыста болған кезде SO_2 артық мөлшері бастапқыда CaSO_3 , содан кейін CaSO_4 пайда болуымен реакцияға түседі. Бұл сульфаттар қайтадан айналмалы пешке түседі. Пеште күкірт тізбегі жасалады, ол клинкермен күкірттің шығуымен тепе-теңдікте болады.

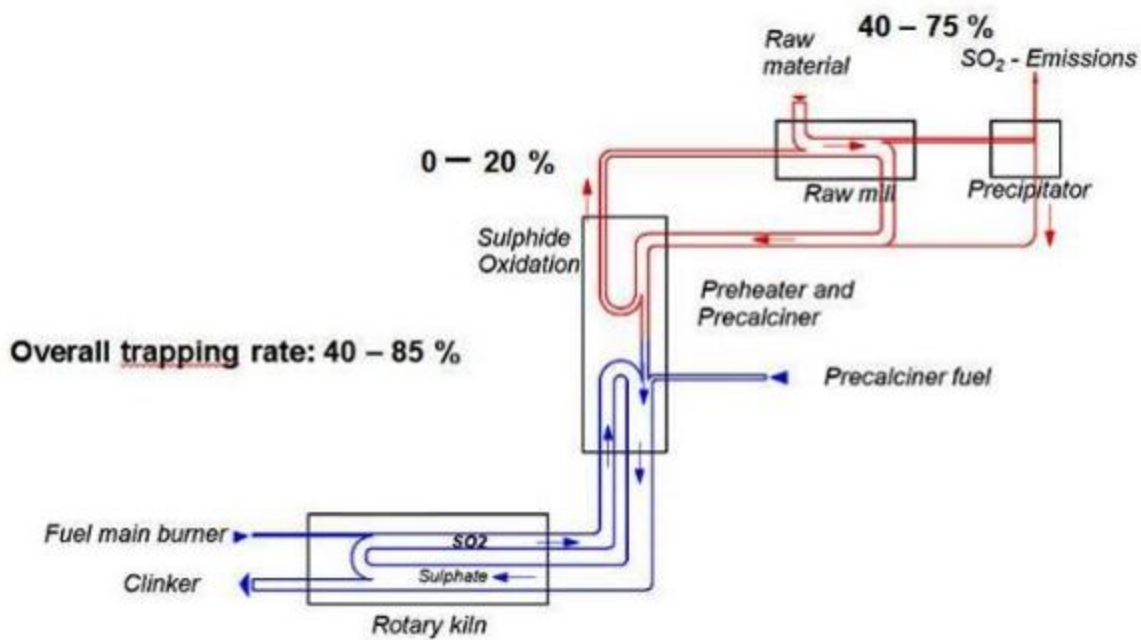
Айналмалы пештегі декарбонизация аймағының үлкен ауданы шығарылатын пеш газдарынан күкірт алуға тамаша жағдай жасайды. SO_2 шығуы айналмалы пештегі оттегінің концентрациясы SO_2 байланыстыру үшін оңтайлы болмаған кезде орын алуы мүмкін. Сонымен қатар әртүрлі факторлар реакция тиімділігіне әсер етуі мүмкін: температура, ылғал мөлшері, газдың болу уақыты, газ фазасындағы оксидтердің концентрациясы, бөлшектердің бетінің қол жетімділігі және т. б.

SO_2 шығарындыларының өсуін шикізат материалдарында органикалық күкірт немесе күкірт оңай тотықтырылатын түрде, мысалы пирит немесе марказит (сәулелі колчедан) түрінде болған кезде күтуге болады. Мұндай жағдайларда шығарылатын SO_2 концентрациясы жоғары болуы мүмкін – $1,2 \text{ г/Нм}^3$, және егер шығарындылармен күресу әдістері қолданылмаса, SO_2 шығарындыларының деңгейі бірнеше жүз мг/Нм^3 құрайды.

Күкірттің аз мөлшері бар шикізат материалдары күйдірілетін пештерде SO_2 шығарындыларымен проблемалар болмайды және оның шығатын газдардағы концентрациясы әдетте 10 мг/Нм^3 -тен төмен. SO_2 шығарындыларының концентрациясы пайдаланылған материалдардағы ұшпа күкірт мөлшерінің артуымен өседі.

SO_2 – бұл негізгі (99 %) күкірт оксиді, ол бөлінеді, құрамда SO_3 -тің белгілі бір мөлшері болуы да мүмкін, ал қалпына келтіру ортасында H_2S те пайда болуы мүмкін. Шикізат материалдарындағы сульфидтер мен органикалық байланысқан күкірт түріндегі күкірт буланып кетеді, 30 % немесе одан да көп күкірт циклондық жылу алмастырғыштың бірінші сатысынан бөлінуі мүмкін.

Декарбонизация аймағынан айырмашылығы, циклондық жылу алмастырғышта 40 – 85 % SO_2 4.2-суретте көрсетілгендей ұшпайтын қосылыстарға қайта қосылады.



4.2-сурет. [52] бойынша пеш жүйесіндегі сульфаттардың айналымы

SO_2 кальций карбонатымен байланысу дәрежесіне әсер ететін негізгі факторлар су буының мөлшері және циклон жылу алмастырғышындағы тозаң концентрациясы, сондай-ақ шығарылатын газдардағы оттегінің мөлшері болып табылады. Цемент зауыттарында цемент өнімдерінің сапасын қамтамасыз ету үшін жиі қолданылатын артық оттегі (1 – 3 % O_2) сульфидтерді SO_2 -ге дейін тотықтыру үшін жеткілікті болады. Ұзын пештерде SO_2 мен сілтілі материалдар арасындағы байланыс онша жақсы емес, сондықтан отын мен әсіресе отын қалдықтарынан алынған күкірт SO_2 шығарындыларының едәуір артуына әкелуі мүмкін, атап айтқанда ұзын дымқыл, ұзын құрғақ пештер мен "Леполь" пештерінде, мұнда күкірт қосылыстарын ұстау циклонды жылу алмастырғыштары бар құрғақ тәсілді пештердегідей тиімді емес.

Кондициялау мұнарасында шығарылған газдар салыстырмалы түрде аз байланысады – шамамен 10 %- SO_2 мөлшері. Керісінше, ұнтақтау-кептіру қондырғысында материал үнемі ұсақталып, SO_2 -ні тұтып алуға қабілетті жоғары белсенді беті бар барлық жаңа бөлшектерді ашады. Кептіру процесінде атмосфералық газ әрдайым су буымен байытылады, бұл күкірт оксидінің адсорбциясының жақсаруына әкеледі. Кептіру және ұнтақтау процестерін біріктіретін зауыттардың тәжірибесі диірменде 20-дан 70 %-ға дейін SO_2 байланыстыруға болатындығын көрсетті.

SO_2 сіңірілуіне әсер ететін факторларға шикізаттың ылғалдылығы, диірменнің температурасы, диірмендегі материалдың болу уақыты, материалды ұсақтау жатады.

Шикізат диірмендерінің жұмысы шикізат қоспасында SO_2 мөлшерін пешке жібермес бұрын азайтатындай етіп оңтайландырылуы маңызды, басқаша айтқанда, тікелей жұмыс кезінде (шикізат диірмені сөндірілген кезде) SO_2 шығарындылары күрт артып, шикізат диірмені қайтадан іске қосылғаннан кейін қалыпты деңгейге оралады (аралас жұмыс).

Күкірттің көп бөлігі сульфаттар түрінде клинкерде қалса да, SO_2 шығарындылары жоғары ұшпа күкірт қосылыстары бар шикізат қолданылған жағдайда маңызды болуы мүмкін, сондықтан күкірт оксиді қоршаған ортаны ластайтын негізгі заттардың бірі ретінде қарастырылуы мүмкін.

Пеш қалыпты жұмыс жағдайынан ауытқыған кезде SO_2 шығарындылары артады; мұндай жағдайларға күкірттің байланысу дәрежесін төмендететін қалпына келтіру ортасында күйдіру жатады. Мұның себептері мыналар болуы мүмкін:

декарбонизатордағы отынның толық жанбауы немесе пештің суық бөлігіндегі отын қалдықтарының ірі бөлшектерінің толық жанбауы;

шамадан тыс ыстық күйдіру аймағы, бұл пеште қиын жанатын отын қоспасының пайда болуына әкелуі мүмкін;

пештің қоректенуіндегі сілтілерге байланысты артық күкірт;

пеш пен циклондық жылу алмастырғыш арасында айналатын күкірт айналымының шекті мәні.

Цемент өндіру кезінде SO_2 күкірт диоксидінің шығарындыларын төмендету кезең-кезеңмен жүзеге асырылады.

SO_2 шығарындыларын азайтудың алғашқы қадамы – бастапқы техникалық шешімдерді орындау:

құрамында бос күкірт немесе сульфидтер (пириттер сияқты) түріндегі күкірт аз шикізат, отын және қалдықтарды (оларды пайдалану кезінде) таңдау;

пештердің тұрақты жұмысын қоса алғанда, клинкерді күйдіру процесін оңтайландыру;

пеште қыздырылған материалды біркелкі тарату;

клинкерді күйдіру кезінде қалпына келтіруші атмосфераның пайда болуына жол бермеу.

Пешке түсетін материалдың оттегі концентрациясы SO_2 шикізатымен байланыстырудың шешуші факторы болып табылады. Пештегі оттегінің жоғарылауы SO_2 шығарындыларын азайтады. Артық оттегі циклондық жылу алмастырғыштың төменгі бөлігінде сульфаттардың пайда болуын қамтамасыз етеді, олар клинкермен бірге пештен шығады.

Айналмалы жүйені қолдану пеште сілтілік металл сульфиттерінің жиналуына жол бермейді және SO_2 шығарындыларының біршама төмендеуіне әкеледі.

Қоршаған ортаны қорғауға арналған тепе-теңдікті пештегі оттегінің мөлшерін реттеу арқылы шығарылатын $\text{NO}_x / \text{SO}_2 / \text{CO}$ қатынасын оңтайландыру арқылы табу керек, бірақ бұл оңтайландыру процесі ұзақ дымқыл, ұзақ құрғақ тәсілді және "Леполь" пештері үшін өте қиын.

Циклондық жылу алмастырғыштары бар құрғақ пештер үшін пештің отыны құрамында күкірт жоғары болса да (әдетте төмен сұрыпты жоғары күкірт коксы) барлық күкірт қосылыстары клинкермен тұтып алынып, пештен шығарылады, ал SO_2 шығарындылары 10 мг/Нм^3 -тен төмен. Құрғақ процесс пештерінің бұл түрі үшін шикізат бос күкірттің жоғары деңгейіне ие болған кезде немесе пирит сияқты сульфидтер түрінде күкірт жиі кездеседі. Содан кейін SO_2 шығарындыларын едәуір төмендету үшін бастапқы техникалық шешімдер жеткіліксіз.

Егер бастапқы техникалық шешімдер жеткіліксіз болса, қайталама техникалық шешімдерді қолдану қажет.

Цемент пештерінен SO_2 шығарындыларын күрт төмендететін қайталама техникалық шешімдер - сорбент қоспаларын қолдану немесе дымқыл скрубберді қолдану.

Абсорбент қосу. Цемент өнеркәсібіндегі көміртегі диоксиді шығарындыларын бақылаудың қайталама техникалық шешімдері гидратталған әк қосу болып табылады – "құрғақ қоспа" (шикізатқа сорбент қосу) немесе "құрғақ сорбция процесі" (сорбент газ ағынына енгізіледі). Гидратталған әк қосудың қосымша артықшылығы бар, құрамында кальций бар қоспалар клинкерді күйдіру процесіне тікелей қатысатын өнімдерді құрайды.

Гидратты әк қосу үшін оңтайлы температура $350 - 450 \text{ }^\circ\text{C}$ және егер газ құрамында ылғал мөлшері көп болса, $150 \text{ }^\circ\text{C}$ төмен. Цемент пешіне гидратты әк жеткізудің ең ыңғайлы орны – жылу алмастырғыштың жоғарғы циклоны немесе шығатын газдар жолы.

Сонымен қатар гидратты әк шикізат компоненттерімен бірге шикізат диірменіне жеткізілетін немесе пештің қоректендіргішіне қосылатын процесі қарастыруға болады. Гидратталған немесе сөндірілген әк ($\text{CA}(\text{OH})_2$), тез күйдірілген әк (CAO) немесе белсендірілген күл – жоғары CAO шығатын газдарға шық нүктесіне жақын температурада енгізіледі, бұл SO_2 байланыстыру үшін қолайлы жағдайларды қамтамасыз етеді. Цемент пеш жүйесінде бұл температура шикізат диірмені мен тозаң жинағыш арасындағы аймаққа тән. Гидратты әк SO_2 -мен жоғарғы циклонмен әрекеттеседі және тозаңды жинау жүйесіне тозаң түрінде шығарылады, сол жерден

шикізатты бір уақытта кептіру және ұнтақтау үшін қондырғыға оралады. Шығарындыларды азайтудың тиімділігін шектейтін факторлар газдың жоғарғы циклонда аз (шамамен екі секунд) және көп уақыт болуы, қалдық газдардағы CO_2 құрамының 30 %-дан асуы.

Ылғалды скруббер

Ылғалды скруббер – көмірмен жұмыс істейтін жылу электр станцияларында газдарды күкіртсіздендіру үшін дәстүрлі қолданылатын технология. Цемент өндірісінде SO_2 шығарындыларын азайту үшін дымқыл скруббер технологиясы әзірлеу сатысында. Ылғалды скруббер технологиясы келесі химиялық реакцияға негізделген:



SO_2 сұйық шламмен абсорбцияланады, ол бүріккіш мұнараға шашыратылады. Абсорбент ретінде кальций карбонаты қолданылады. Ылғалды скруббер жүйесі суда еритін қышқыл газдарды, оның ішінде қатты қалдықтардың аз мөлшерімен күкіртсіздендіруді (FGD-процесс) қоса алғанда, ұстаудың жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді. Ылғалды скруббер сонымен қатар HCl , тозаң шығарындыларын және аз дәрежеде металл шығарындылары мен NH_3 шығарындыларын айтарлықтай азайтады.

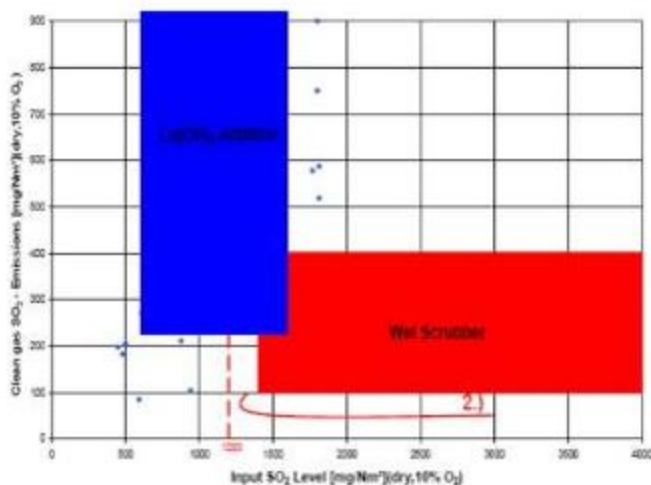
Төмендегі 4.3-суретте SO_2 шығарындыларын азайту үшін абсорбент қосу немесе ылғалды скруббер әдісін қолдануға болатын жағдайлар көрсетілген.

SO_2 , органикалық қосылыстар, металдар, NH_3 , аммоний тұздары, HCl , HF және қалдық тозаң сияқты ластағыш заттар электрсүзгілерден немесе қапшық сүзгілерден кейін белсендірілген көмірге адсорбция арқылы қалдық газдардан шығарылуы мүмкін.

Белсендірілген көмір сүзгісі инъекция технологиясы ретінде немесе модульдік қабырға бөлімдері бар тығыз қабатты құрылым ретінде қолданылады. Модульдік конструкция сүзгі өлшемдерін газ өтетін әртүрлі қондырғыларға және пештің жұмысына бейімдеуге мүмкіндік береді.

Results of the study

Area of application (Ca(OH)₂ addition, wet scrubber)



- DAA
 - Lower cost
 - \$0.5 – \$7 million
 - Lower efficiency
 - Higher lowest emissions
 - Can not handle high inlet SO₂ load
- Wet Scrubbers
 - High Cost
 - \$10 - \$20 million
 - Efficiency over 90%
 - Lower target emissions
 - Limited by SO₃
 - Suitable for high SO₂ load

4.3-сурет. SO₂ шығарындыларын азайту – ылғалды скруббер әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері және абсорбентті қосу [63]

Пайдаланылған белсендірілген көмір ауық-ауық бөлек силосқа шығарылып, жаңа адсорбентпен ауыстырылады. Пайдаланылған белсендірілген көмірді пеште отын ретінде пайдаланған кезде ұсталынатын заттар жүйеге қайтарылады және көп мөлшерде цемент клинкерінде бекітіледі. Алайда бұл технологияның Еуропада Сиггенталдағы (Швейцария) цемент зауытында бір рет қана қолданылғаны белгілі.

4.1.4.2. Әк өндіру кезіндегі SO_x шығарындылары

Әк өндіру кезінде SO₂ шығарындылары негізінен айналмалы пештерге тән. Олар отында күкірттің болуына, пештердің конструкциясына және алынған әк құрамындағы күкірттің рұқсат етілген құрамына байланысты. Осылайша, күкірт мөлшері аз отынды таңдау SO₂ шығарындыларын төмендетуі мүмкін, сондықтан күкірт мөлшері жоғары отынды қолдана отырып әк өндіруге болады.

Әк күйдіру процестерінің көпшілігінде әктас пен отыннан бөлінетін күкірттің көп бөлігін сөндірілмеген әк алады. Пештегі газдар мен сөндірілмеген әктің тиімді жанасуы әдетте күкірт диоксидінің тиімді сіңірілуімен қатар жүреді. Бұл ретте әртүрлі үлгідегі әк күйдіру пештеріндегі күкірт диоксидінің шығарындылары 50 мг/Нм³ аспайды.

Айналмалы ұзын пештер үшін тотықсыздандырғыш атмосферада төмен күкіртті сөндірілмеген әк өндіру тән. Бұл жағдайда отын мен әктас күкіртінің бір бөлігі күкірт диоксиді түрінде шығатын газдарға түседі.

Мұндай пештерден SO₂ шығарындылары 50 – 1500 мг/Нм³ аралығында, олардың қарқындылығы отын түрімен және әртүрлі өнімдерді өндіруге қажетті (қалпына

келтіргіш немесе тотықтырғыш) пеш атмосферасының сипатымен байланысты. Төмен күкірт отыны үнемі бола бермейтіндіктен, SO_2 -нің жоғары шығарындылары жоғары күкіртті отынды қолданумен байланысты.

Пеш артында жылу алмастырғышы бар айналмалы пештер үшін қалпына келтіру жағдайында күкірті аз сөндірілмеген әк өндіру де тән, алайда бұл ретте күкірттің бір бөлігі әк және тозаңмен байланысады. Сондықтан осы типтегі пештерден күкірттің шығуы ұзын айналмалы пештерге қарағанда аз.

Мұндай пештерден SO_2 шығарындылары 50 – 1500 мг/Нм³ аралығында, олардың қарқындылығы отын түрімен және әртүрлі өнімдерді өндіруге қажетті (қалпына келтіргіш немесе тотықтырғыш) пеш атмосферасының сипатымен байланысты.

Шахта пештеріне тән газ атмосферасы мен сөндірілмеген әк арасындағы тиімді байланыс күкірт диоксидінің қарқынды сіңуін тудырады, соның салдарынан жоғары күкіртті отынды пайдалану кезінде күкірт мөлшері жоғары сөндірілмеген әк алу болып табылады.

Пайдаланылған отынға байланысты осы типтегі пештерден шығарындылар 50 – 400 мг/Нм³ аралығында, бұған шығарындылары 1000 мг/Нм³ жететін шахталық сақиналы пештер кірмейді.

SO_2 шығарындыларын азайту үшін саптама қабаты бар каскадты абсорберлерде және модульдік абсорберлер жүйелерінде қолданылатын абсорбенттер және түтін газын электрсүзгілер немесе Қап сүзгілер арқылы құрғақ тазарту қолданылады. SO_2 шығарындыларын азайту үшін абсорбенттерді қолдану өнеркәсіптің басқа салаларында жақсы игерілген, бірақ осы уақытқа дейін әк күйдіретін айналмалы пештерде игерілмеген. Айналмалы пештерде қолдану үшін келесі техникалық шешімдерді қарастыруға болады:

ұсақ әктасты пайдалану: бір диаметрлі доломитпен қоректенетін айналмалы пешті пайдалану кезінде қуатты пайдалану кезінде SO_2 шығарындыларының едәуір төмендеуі байқалды, бұл жағдайда әктас мөлшері жоғарылайды немесе қыздыру кезінде тез бұзылады. Майда дисперсті әктасты күйдіру кезінде алынған әк түтін газдарымен өзара әрекеттеседі және жол бойында тозаң жинауға арналған құрылғыға шығарылады;

сөндірілмеген немесе сөндірілген әкті пешке ыстық басынан ауаға жіберу;
абсорбентті шығарылатын газдарға үрлеу.

Осылайша, газ шығарындыларында SO_2 концентрациясын төмендету үшін мыналар қолданылады:

SO_2 тиімді сіңіру үшін абсорбент-гидратты әк немесе натрий бикарбонаты газдарының ағынына үрлеу;

сіңіргішті беру нүктесі мен тозаңды жинайтын құрылғы (мүмкіндігінше қапшық сүзгімен) арасында газдың жеткілікті болу уақытын қамтамасыз ету.

4.1.5. NO_x шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары

4.1.5.1. NO_x қосылыстары және түзілуі

Клинкерді күйдіру процесі – бұл азот оксидтерінің (NO_x) пайда болуына әкелетін жоғары температуралы процесс.

"Азот оксидтері" ұғымы негізінен 3 оксидке сәйкес келеді:

NO – азот оксиді;

NO₂ – азот диоксиді;

N₂O – азоттың шала тотығы (өте аз мөлшерде болады);

Басқа азот оксидтері де бар: N₂O₃, N₂O₄, N₂O₅.

Ауаның ластануында (қоршаған ортаға қатысты лексика) NO_x жалпы NO және NO₂ болуын білдіреді (қоршаған ауамен байланыста барлық NO тотығады).

Цемент клинкерін күйдіру процесі жоғары температуралы процесс болып табылады, нәтижесінде азот оксидтері пайда болады. Бұл оксидтер цемент зауыттары ауаға шығаратын негізгі ластағыш заттардың бірі болып табылады. Олар күйдіру процесінде отын азотын жалындағы оттегімен байланыстыру немесе атмосфералық азот пен жану үшін берілетін ауаның оттегін байланыстыру нәтижесінде пайда болады.

NO және NO_x сонымен қатар әк күйдіретін айналмалы пештердің түтін газдарындағы азот оксидтері болып табылады, олар жанармай жағылған кезде пайда болуы мүмкін.

NO_x пайда болуының екі негізгі көзі бар:

1) жылу NO_x:

жану ауасындағы азоттың бір бөлігі оттегімен әрекеттесіп, азот оксидтерін түзеді; пеш жалынында азот оксидтерінің пайда болуының негізгі механизмі;

2) отын NO_x:

отында химиялық байланысқан азот бар қосылыстар ауа оттегімен әрекеттесіп, әртүрлі азот оксидтерін түзеді.

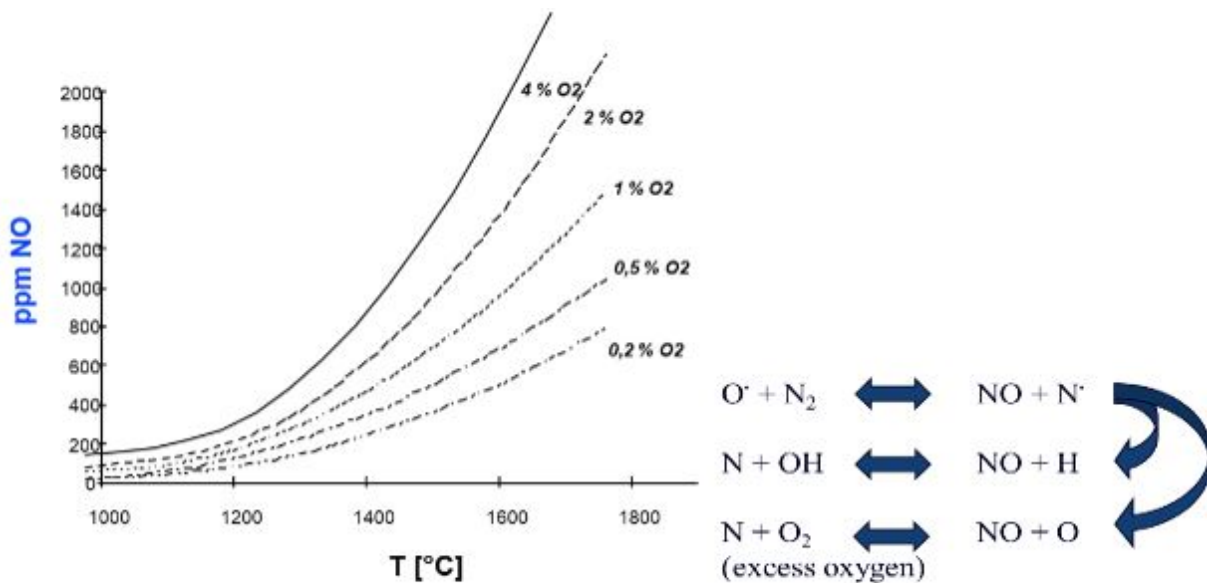
Қалдықтарды пайдалану кезінде NO_x шығарындыларындағы шамалы өзгерістер байқалады:

бастапқы отқа арналған NO_x құрамы (пештің негізгі оттығы) отын қалдықтары суды қосса немесе көп оттегін қажет етсе (төмен түсетін жалынның температурасына әсері) төмен болуы мүмкін. Әсер жалынның салқындауына ұқсас;

декарбонизатордағы отынды жағу кезінде NO_x құрамы, егер қатты ұсақталған отын жану аймағын азайтса, төмен болуы мүмкін.

NO_x оның концентрациясын төмендету үшін пештің жеткіліксіз температуралық аймағына соңғы бүрку NH_3 тотығу арқылы да пайда болуы мүмкін.

Жылу NO_x шамамен $1050\text{ }^\circ\text{C}$ температурада түзіледі. Жоғары сапалы цемент клинкерін алу қажеттігіне байланысты күйдіру процесі азот тотығын қалыптастыру үшін жалындағы ауадан молекулалық азотты жартылай тотықтыратын тотығу атмосферасында жүреді. Жылу NO_x негізінен күйдіру аймағында пайда болады, онда көрсетілген реакцияға жету үшін оның мөлшері жеткіліксіз. Жану аймағында пайда болатын жылу NO_x мөлшері жану аймағындағы температураға және оттегінің мөлшеріне (артық ауа қатынасы) байланысты. NO_x түзілу реакциясының жылдамдығы температураның жоғарылауымен өседі. Сондықтан ыстық аймақты құруды қажет ететін қатты күйдіру қоспасы оңай жағылатын қоспаға қарағанда NO_x -тің көбірек пайда болуына ықпал етеді. Реакция жылдамдығы оттегінің жоғарылауымен де артады (артық ауа коэффициенті). Пештің суық бөлігінде оттегі мөлшері жоғарылаған пеш жұмысы 4.4-суретте көрсетілгендей жану аймағында NO_x мөлшерінің жоғарылауына әкеледі (SO_2 және CO шығарындылары төмендеуі мүмкін).



4.4-сурет. [63] бойынша атмосфералық N_2 , O және OH арқылы жоғары температурада (жану аймағы $>1200\text{ }^\circ\text{C}$ температурада) NO_x түзілуі

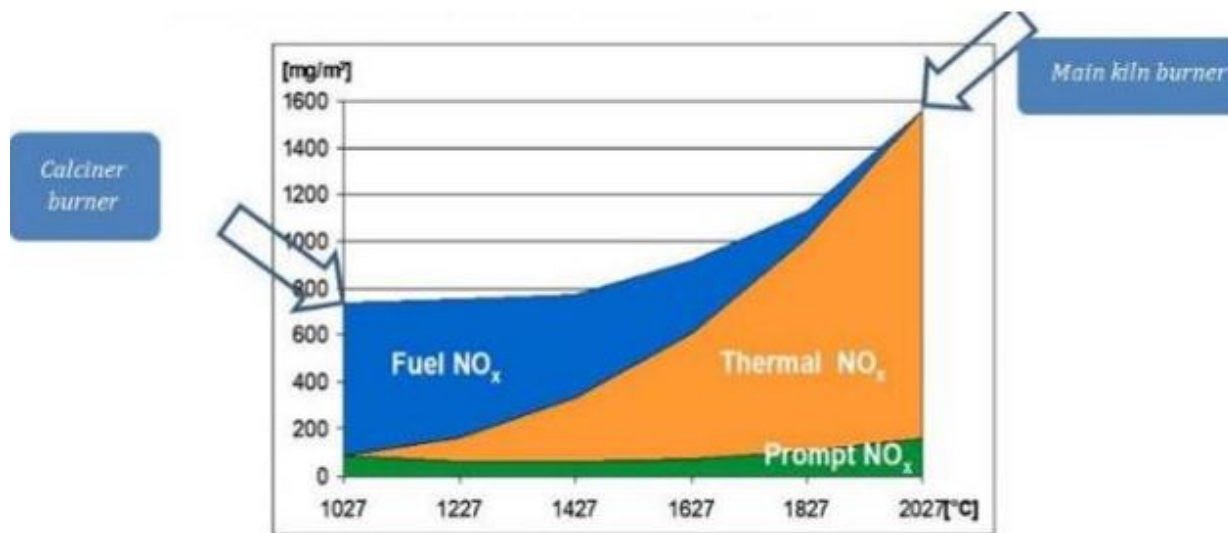
Әк күйдіретін айналмалы ұзын пештер мен пеш артында жылу алмастырғышы бар айналмалы пештер алаудың белгілі бір орналасуымен және оның температурасының шахта пештеріне қарағанда жоғары болуымен сипатталады. Жылу беру процестерінің

арқасында пеш газдарының температурасы жоғары, бұл термиялық NO_x деңгейінің жоғарылауына әкеледі. Сондықтан әк күйдіретін пештердің күйдіру аймағында температура мен оттегінің жоғарылауымен термиялық NO_x мөлшері артады, тік шахта пештерінен NO_x шығарындылары айналмалы пештерге қарағанда аз болады.

Құрамында азот бар отын қосылыстарынан шыққан отындық NO_x маңызы шамалы. Айналмалы пештің жану аймағында отындық NO (азот оксиді) аз түзіледі. NO_x шығарындысы құрамында азот бар отын қосылыстарының тотығуы кезінде олардың түзілуіне қарағанда, жану үшін берілетін ауаның азотына көбірек байланысты.

Айналмалы пештерден шығатын газдардағы азот оксидтерінің жалпы мөлшерінде NO есептік мөлшері 95 % және NO_2 5 % құрайды [2, 64]. Отындық NO_x отын құрамындағы азот отынды қайта жағу қондырғыларында (декарбонизаторларда) басым өте төмен температурада жанғанда пайда болады. Отын азоты басқа атомдармен бірігіп, N_2 газ түзеді немесе отындық NO_x түзу үшін оттегімен әрекеттеседі.

Декарбонизаторда 850 – 950 °С температура басым болады, ол жылу NO_x -нің едәуір мөлшерін қалыптастыру үшін жеткіліксіз, бірақ 4.5-суретте көрсетілгендей, бұл жағдайда отындық NO_x пайда болуы мүмкін.



4.5-сурет.[52] бойынша циклонды жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар құрғақ пештерде отындық NO_x пен термиялық NO_x түзілуі

"Жылдам NO_x " O_2 радикалдарынан емес негізінен отын шығаратын "СН" көмірсутекті радикалдарымен N_2 байланысының үзілуінен пайда болады. Іс жүзінде

бұл мөлшер көп емес (100 ppm-нен аз), сондықтан бұл түзілу механизмі тұтастай қарастырылмайды.

Осындай және пештің суық бөлігінде отынды қайта жағудың басқа тәсілдері, мысалы, пеш артындағы циклонды жылу алмастырғыштың бірінші сатысының алдындағы газ құбырында немесе торлы жылу алмастырғыш камерасында жағу отындық NO_x мөлшерін арттыруы мүмкін. Сондықтан жылу алмастырғыштары бар пештерде отынның 60 %-ына дейін жануы мүмкін, отындық NO_x пайда болуы көбінесе бөлінетін NO_x жалпы мөлшерінің ұлғаюына әкеледі. Бұл пештерде жылулық NO_x пайда болуы барлық отын өрт аймағында жанатын пештермен салыстырғанда әлдеқайда төмен.

NO_x бөлінуі қолданылатын процестің түріне байланысты. NO_x пайда болуына температура мен оттегінің құрамынан басқа (ауаның артық қатынасы) жалынның пішіні мен температуралық профиль, жану камерасының геометриясы, отындағы NO_x реакциялық қасиеті мен құрамы, ылғалдың болуы, жану реакциясының ұзақтығы және оттықтың конструкциясы әсер етуі мүмкін.

4.1.5.2. NO_x шығарындыларын азайту әдістері

NO_x шығарындыларын азайту немесе бақылау үшін технологиялық процеске интеграцияланған бастапқы шараларды да, арнайы технологияларды да немесе олардың бастапқы шаралармен үйлесімін пайдалану жарамды деп саналады. Төменде қолданылатын техникалық шешімдер мен технологиялар келтірілген:

жалынды суыту, яғни отынға немесе тікелей пештің негізгі оттығының жалынына су қосу немесе су мөлшері жоғары сұйық / қатты қалдықтарды пайдалану;

NO_x аз бөлетін жанарғылар;

пештің ортаңғы бөлігінде отынды жағу (дымқыл процесс пештері және ұзын құрғақ пештер үшін);

шикізат қоспасының күйдірілуін жақсарту үшін минерализаторларды пайдалану;

декарбонизатормен біріктірілген және оңтайлы отын қоспасын қолдана отырып, отынды сатылап жағу (қарапайым отын немесе отын қалдықтары);

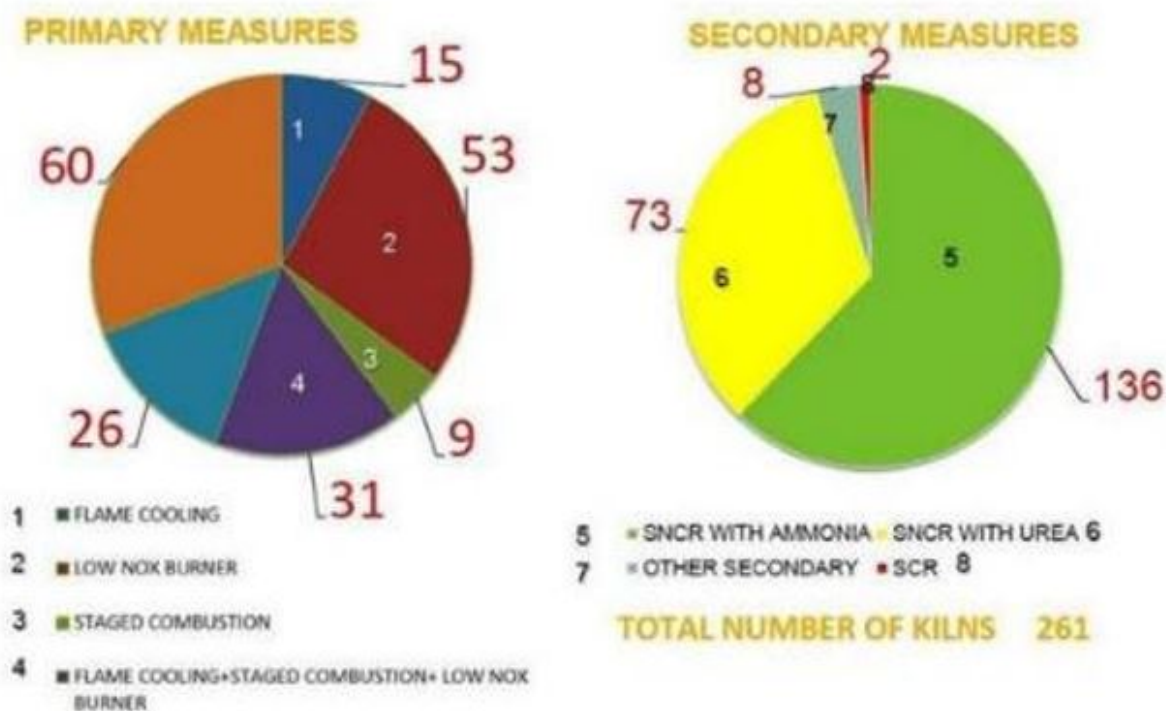
пештің технологиялық процестерін оңтайландыру (мысалы, жану жағдайларын оңтайландыру және берілетін отынды гомогенизациялау, жанама жағу әдістері, салқиндатқыштың оңтайландырылған жұмысы, отынды таңдау, оттегінің оңтайландырылған деңгейі және т. б.)

Егер бастапқы шаралар NO_x шығарындыларын қажетті деңгейге дейін төмендете алмаса, NO_x үшін қолдануға болатын қайталама технологиялар:

SNCR селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру технологиясы;

SCR селективті каталитикалық қалпына келтіру технологиясы.

Қоршаған ортаны сақтау үшін және экономикалық себептер бойынша NO_x шығарындыларын азайтуды технологиялық процеске интеграцияланған бастапқы техникалық шешімдерді енгізуден бастау қажет, атап айтқанда: технологиялық процесті автоматтандырылған бақылау, отынды сатылап жағу және жалынды суыту, оттық конструкциясын жақсарту, тоңазытқышты пештерге қосу тәсілдерін оңтайландыру, жанармай мен отын қалдықтарын таңдау (4.6-сурет).



4.6-сурет. Азот оксидтерінің шығарындыларын азайту бойынша әртүрлі техникалық шешімдерді қолдану [53]

Циклондық жылу алмастырғыштары немесе циклондық жылу алмастырғыштары мен декарбонизаторлары бар кейбір пештерде жұмыс процесін оңтайландырып, тек бастапқы шараларды қолданғаннан кейін NO_x шығарындылары 500 мг/Нм³-тен кем болады. Шикізат материалдарының сапасы (яғни олардың күйдірілуі), сондай-ақ отын қоспасының құрамы мен пештің конструкциясы азот оксидтері шығарындыларының көрсетілген шамасына қол жеткізуді қамтамасыз етпейтін себептер болып табылады. Алайда ЕО-ның 28 еліндегі көптеген цемент зауыттарында SNCR технологиясын бастапқы техникалық шешімдермен біріктіру кезінде қолдану NO_x, 200 – 500 мг/Нм³ төмендеуіне қол жеткізуге мүмкіндік берді. 2020 жылы ЕО елдерінде 200-ден астам пеш SNCR технологиясын қолданады (жұмыс істеп тұрған пештердің шамамен 80 %). Ал (2018 ж.) SCR технологиясы тек 16 кәсіпорында қолданылған [54].

NO_x шығарындыларын азайтудың әртүрлі әдістерінің тиімділігі 4.3-кестеде келтірілген.

NO_x шығарындыларын азайту үшін жану процесін оңтайландыру, пештің тұрақты және оңтайлы жұмысы және жану жағдайлары, бақылау процесін оңтайландыру, гомогенизация, отын беру қолданылады. Техникалық қайта бөлуді бастапқы оңтайландыру қолданылады: процесті бақылау, отынды жанама жағу қондырғыларының жұмысын жақсарту, тоңазытқышты оңтайландыру, отын таңдау және клинкерді жағу кезінде оттегінің мөлшерін оңтайландыру.

4.3-кесте. Цемент өндіру кезінде қолданылатын NO_x шығарындыларын азайтуға арналған техникалық шешімдер

P/c №	Техникалық шешім	Пеш түрлері бойынша қолданылуы	Шығарындыларды азайту тиімділігі, %	Шығарындылар бойынша деректер, мг/Нм ³ *
1	2	3	4	5
1	Күйдіру процесін оңтайландыру	барлық	25	1400-ден 1000-ға дейін төмендейді
2	Алау жалынын суыту	барлық	10-35	500-1000
3	Минерализаторларды қолдану	барлық	10-15	-
4	NO _x аз бөлетін жанарғыларды қолдану	барлық	0-35	500-1000
5	Пештің ортаңғы бөлігінде отынды жағу	ұзын	20-40	-
6	Отынды сатылап жағу	Декарбонизатор Жылу алмастырғыш	10-50	800-1000
7	SNCR технологиясы	Жылу алмастырғыш декарбонизатор	30-90	200 – 500 -ден кем**
8	SCR технологиясы	Барлығында қолданылуы мүмкін, жылу алмастырғыш және декарбонизатор	43-95	200-500**

* орташа тәуліктік мәндерге, құрғақ газға, 273 К, 101, 3 кПа және 10 % O₂ жатады;

** жұмыс процесінің оңтайландырылған жағдайлары бар заманауи пештерде ғана қол жеткізіледі.

4.3-кестеден көріп отырғанымыздай, SNCR әдісін қолданбай, NO_x шығарындыларының 500 мг/Нм³-тен төмен деңгейіне (ЕО-ның қолданыстағы экологиялық нормаларының талаптарына сәйкес немесе алдыңғы ЕО

ережелеріндегідей 800 мг/Нм^3 -тен төмен) қол жеткізу өте сирек және ерекше жағдайларды қоспағанда, іс жүзінде мүмкін емес.

4.1.5.2.1. Жалынды салқындату

Отынға немесе тікелей жалынға әртүрлі инъекция әдістерімен су қосу (сұйықтық немесе сұйықтық + қатты зат бұрқу), жоғары ылғалдылықтағы сұйық және қатты қалдықтарды пайдалану температураны төмендетеді және гидроксил радикалдарының концентрациясын арттырады. Бұл жану аймағында NO_x төмендетуге оң әсер етеді.

Суды буландыру үшін қосымша жылу қажет, пештегі CO_2 -нің жалпы мөлшерімен салыстырғанда бұл CO_2 шығарындыларының шамалы өсуіне әкеледі (шамамен 0,1 – 1,5 %). Күйдіру процесінің энергия тиімділігі төмендейді.

4.1.5.2.2. NO_x аз шығаратын жанарғылар

Азот оксидтерін аз бөлетін (жанама жағу) оттықтардың конструкциялары бөлшектерімен ерекшеленеді, бірақ оттықтардың көпшілігінде отын мен ауа пешке коаксиалды құбырлар арқылы беріледі. Бастапқы ауаның мөлшері жануға қойылатын стехиометриялық қажеттіліктің 6 – 10 %-ға дейін азаяды (әдетте дәстүрлі жанарғыларда 10 – 15 %). Осыған ауа сыртқы арна арқылы жоғары жылдамдықпен беріледі. Көмір орталық құбыр арқылы немесе ортаңғы арна арқылы үрленеді. Үшінші арна құйынды ауа үшін қолданылады. Ауаны айналдыру оттықтың шүмегіне жақын орналасқан арнайы пышақтармен жүзеге асырылады. Оттықтың бұл конструкциясының ерекшелігі отынның өте тез тұтануында, әсіресе жанармайда ұшпа қосылыстар болған, атмосферада оттегі жетіспеген кезде, бұл NO_x түзілуінің төмендеуіне әкеледі.

4.1.5.2.3. Отынды сатылап жағу

Сатылап жағу арнайы конструкциялы декарбонизатормен жабдықталған цемент пештерінде қолданылады. Жағудың бірінші сатысы айналмалы пеште клинкер күйдірудің қолайлы жағдайларында жүреді. Екінші сатысы – пештің кіреберісіндегі оттықта жүреді, онда тотықсыздану атмосферасы пайда болады, ол күйдіру аймағында жиналған азот оксидтерінің бір бөлігін ыдыратады. Бұл аймақтағы жоғары температура NO_x қарапайым азотқа айналу реакциясы үшін өте қолайлы. Үшінші сатыда отын декарбонизаторға үшінші реттік ауаның мөлшерімен беріледі, бұл да редуциялық атмосфераның пайда болуына әкеледі. Бұл жүйе отын жағылған кезде пайда болатын NO_x мөлшерін азайтады, сонымен қатар пешке сырттан келетін NO_x мөлшерін азайтады. Төртінші соңғы сатыда қалған үшінші ауа қалдық күйдіру үшін жүйенің жоғарғы жағына жіберіледі. Цемент пеші пешке дәстүрлі отын беру орнынан, отын беру жолдарының таралуынан, пештің қоректенуінен және үшінші ауадан, сондай-ақ геометриялық конфигурациядан ерекшеленеді.

Сатылап жағу технологиясы негізінен декарбонизатормен жабдықталған пештерде ғана қолданыла алады. Декарбонизаторсыз циклонды жылу алмастырғышты қолданатын зауытты айтарлықтай өзгерту қажет. Егер бұл өнімділіктің артуымен байланысты болмаса, өндірушілерге үшінші деңгейлі ауа түтігі және декарбонизатор арқылы орындалатын шешім ұсынылады. Бұл жағдайда клинкерді күйдіру үшін декарбонизатордан тек 10 – 25 % жылу алынады, бірақ бұл азот оксидтерінің ыдырауына ықпал етеді. Екінші жағынан, тәжірибелер көрсеткендей, отынның 10 %-ы оның кіреберісінде жағылатын пеште үнемі қалпына келтіру аймағы пайда бола бермейді.

Отынның кесек қалдықтарын (мысалы, шиналарды) жағу отынды сатылап жағу технологиясының нұсқаларының бірі болып табылады, бұл ретте отын кесектерін жағу күйдіру аймағында қалпына келтіру атмосферасын қалыптастырумен қатар жүреді. Пісіру жылу алмастырғыштарымен және декарбонизатормен жабдықталған пештерде отын кесектерін беру пешке немесе декарбонизаторға кіре берісте жүргізіледі.

4.1.5.2.4. Отын пеш ортасында жанатын пештер

Ұзын ылғалды және құрғақ тәсілді пештерде қалпына келтіру аймағын құруға NO_x шығарындыларын азайтуға мүмкіндік беретін отын кесектерін жағу арқылы қол жеткізуге болады. Ұзын пештерде температурасы 900 – 1000 °С жоғары аймақтарға еркін қол жеткізу мүмкін болмағандықтан, пештің ортасындағы отынды жағу жүйесі оған негізгі оттық арқылы беруге болмайтын қалдықтарды (мысалы, шиналар) беру мүмкіндігін қамтамасыз ететіндей етіп орнатылады.

4.1.5.2.5. Клинкерді күйдірген кезде минералдағыштарды пайдалану

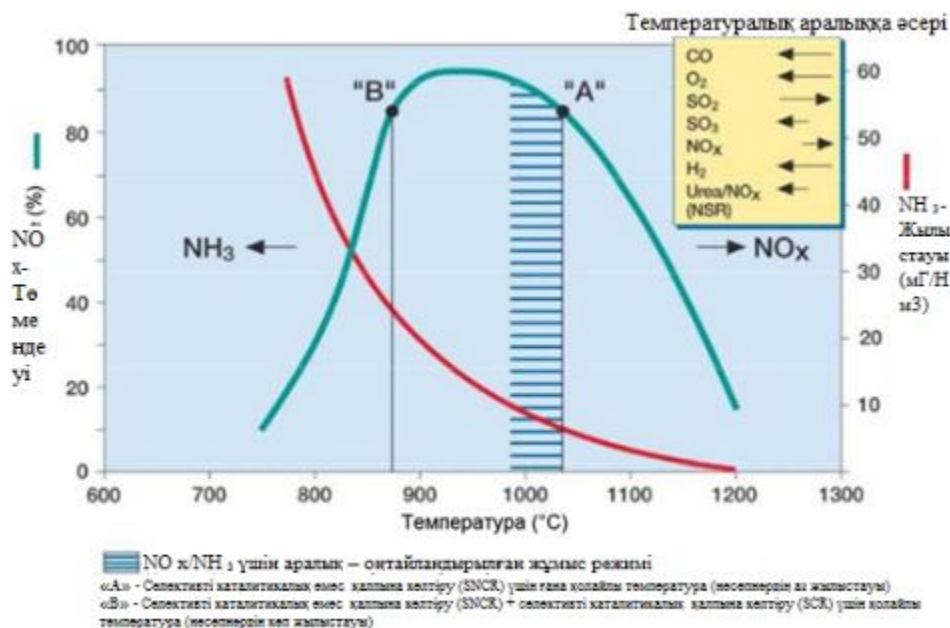
Шикізат қоспасына фтор сияқты минерализаторларды қосу клинкер сапасын реттеу технологиясы болып табылады, бұл біріктіру аймағындағы температураны төмендетуге мүмкіндік береді. Күйдіру температурасының төмендеуімен бір уақытта NO_x түзілуінің төмендеуіне қол жеткізіледі, бұл ретте энергия тұтыну да төмендейді. Кальций фторидінің шамадан тыс қосылуы HF шығарындыларының көбеюіне әкелуі мүмкін.

4.1.5.2.6. Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)

Бұл технология аммиактың сулы ерітіндісін (25 % NH_3 дейін), аммиак немесе несепнәр қосылыстарының сулы ерітінділерін NO -ны N_2 -ге дейін азайту үшін түтін газдарына енгізуді қамтиды. Реакция жүруінің оңтайлы температуралық аралығы – 830 – 1050 °С, қалпына келтіруші агенттің түтін газдарымен жеткілікті жанасу уақытын қамтамасыз ету кезінде (4.7-сурет).

Несепнәр немесе аммиак ерітіндісін беру үшін оңтайлы температура аралығын анықтауда зертханалық тәжірибелер, сондай-ақ толық масштабты сынақтар жүргізілді. Қолайлы температура аралығына әдетте циклондық жылу алмастырғыштары бар пештерде, циклондық жылу алмастырғыштармен және декарбонизаторлармен

жабдықталған пештерде және Леполь пештерінде қол жеткізіледі. Алайда ұзақ айналмалы пештерді қолданатын ЕО зауыттары NO_x шығарындыларын азайту үшін селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру қондырғыларымен жабдықталған.

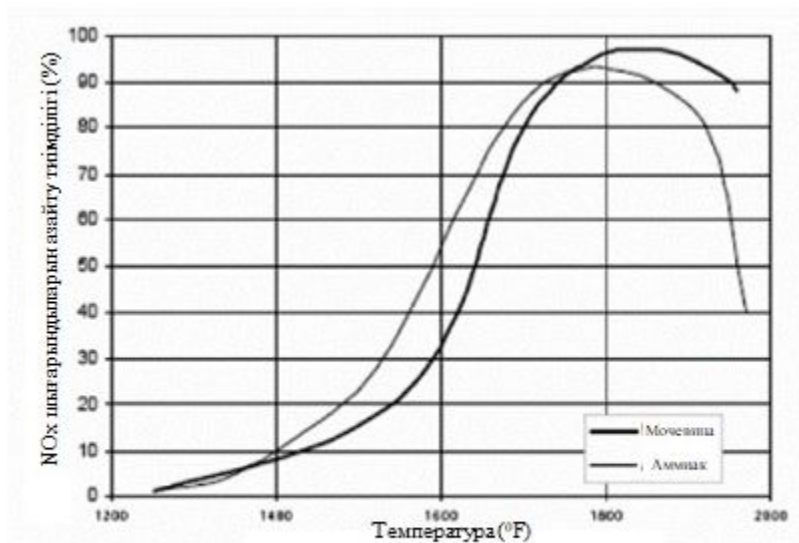


4.7-сурет. [2] бойынша селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR) қағидаты

ЕО-дағы көптеген зауыттарда (32 %) несепнәр ерітіндісі қолданылады, зауыттардың 27 %-ы аммиактың сулы ерітіндісін пайдаланады [2]. Құрамында аммиак қосылыстары бар басқа өндірістердің қалдықтары да пайдаланылуы мүмкін. Өнеркәсіптік масштабта қолдануға болатын басқа мүмкін тотықсыздандырғыш реагенттер – бұл аммиак газы, аммоний тұздарының ерітінділері, құрғақ несепнәр (несепнәр таблеткалары), несепнәр ерітінділері, кальций нитриті, цианамид және басқа ұқсас заттар. Қоймалар мен көлік құралдары тиісті реагенттердің физикалық-химиялық қасиеттеріне сәйкес жобаланады және оларды сақтау мен қайта өңдеу қауіпсіздігін қамтамасыз ететін қосымша іс-шараларды талап етеді. Тәжірибелер көрсеткендей, аммиак ерітінділерінің көпшілігі 4.8-суретте көрсетілгендей, жылу алмастырғышпен және декарбонизатормен жабдықталған пештерде азот оксидтерін бейкаталитикалық қалпына келтіру технологиясы үшін ең жақсы реагент болып табылады.

Аммиактың стехиометриялық мөлшерде жақсы таралуы азот оксидтерінің шығарындыларын азайтудың және аммиак іздерінің мөлшерін азайтудың жоғары тиімділігіне қол жеткізу үшін өте маңызды. Енгізілген реагенттерді – аммиак немесе несепнәр ерітіндісін оңтайлы пайдалануға қол жеткізу және NO_x -ті азайтудың жоғары тиімділігін қамтамасыз ету үшін жүйенің жұмысын техникалық және экономикалық жағынан жақсартуға мүмкіндік беретін жобалау және өндіру кезінде қарастырылатын жүйені пайдаланудың техникалық және экономикалық жағынан жақсартуға мүмкіндік

беретін келесі тармақтарды есте сақтау қажет: аммиак іздерінің болуын немесе оның жануын болғызбау үшін реагенттерді инъекциялау 830 – 1050 °С температура диапазонында жүргізілуі керек, өйткені бұл қайталама NO_x түзілуіне әкелуі мүмкін.

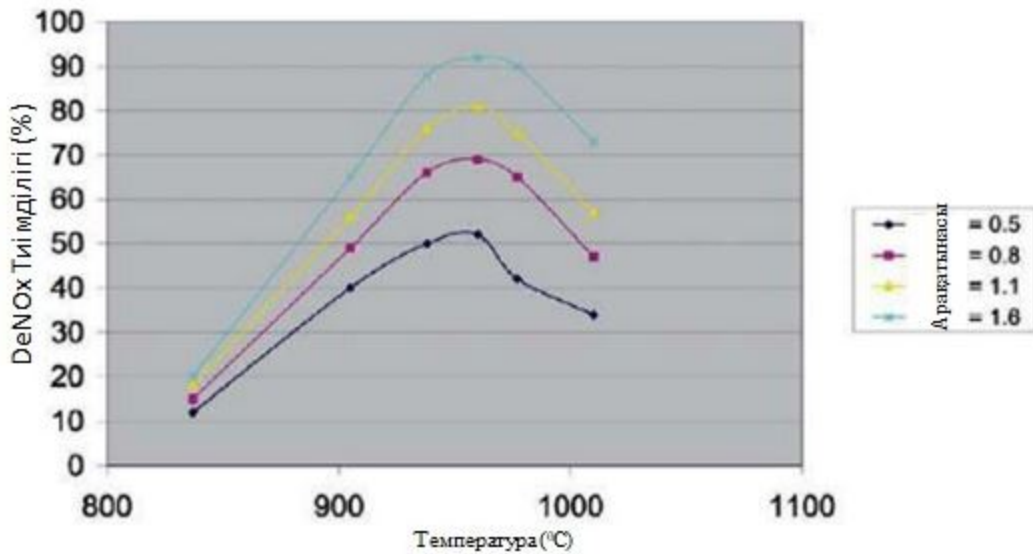


4.8-сурет. Несепнәр мен аммиакты пайдалану кезінде төмендету тиімділігі

4.9-суретте температураға байланысты NO_x төмендету тиімділігі туралы эксперименттік деректер көрсетілген (әртүрлі молярлық қатынастар үшін). Максималды тиімділікке шамамен 960 °С температурада қол жеткізіледі (реагент көрсетілмеген).

4.1.5.2.7. Азот оксидтерін селективті каталитикалық қалпына келтіру (SCR)

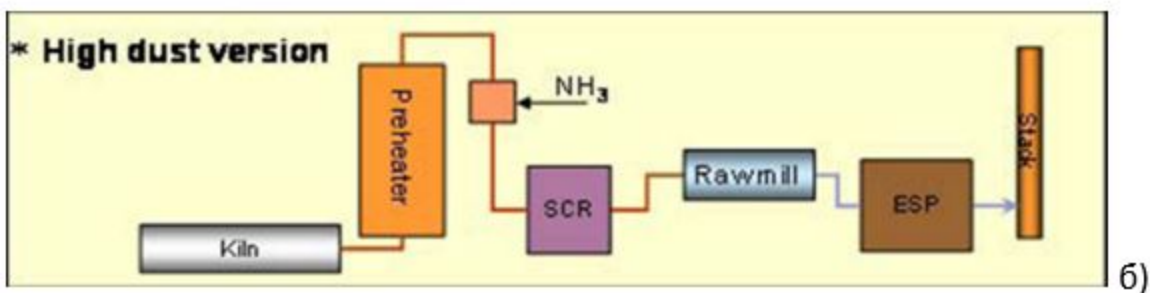
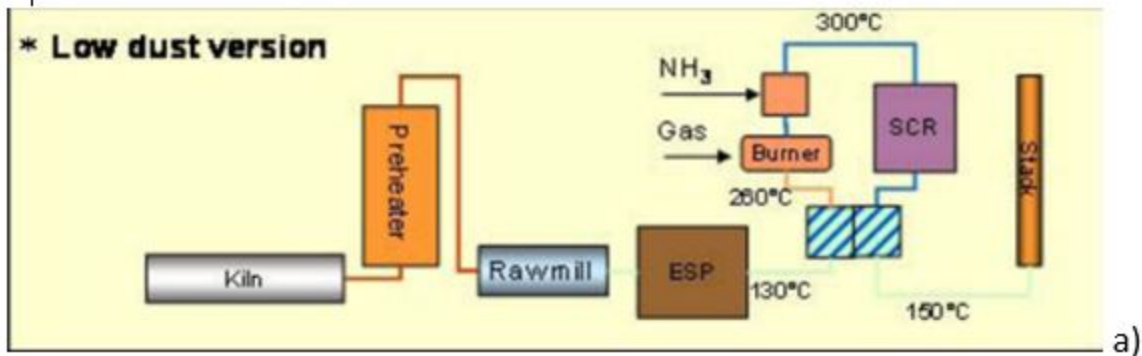
SCR технологиясында NO және NO_2 NH_3 және катализатордың көмегімен N_2 -ге дейін шамамен 300 – 400 °С температурада қалпына келеді. Бұл технология өнеркәсіптің басқа салаларында (жылу электр станциялары, қалдықтарды жағу) NO_x төмендету үшін кеңінен қолданылады.



4.9-сурет. SNCR пайдалану кезінде несепнәр/аммиак шығынын оңтайландыру.

$$\text{DeNO}_x \text{ Efficiency of the SNCR System: } n = (\text{NO}_x \text{ нәтижесі} \cdot - \text{NO}_x \text{ финал}) / (\text{NO}_x \text{ нәтижесі} \cdot)$$

Цемент өнеркәсібінде негізінен екі жүйе қарастырылады: тозаңнан арылту жүйесі мен түтін құбыры арасындағы аз тозаң шығару қондырғысы және 4.10-суретте көрсетілгендей, жылу алмастырғыш пен тозаңнан арылту жүйесі арасындағы көп тозаң шығару қондырғысы.



4.10-сурет. Тозаң аз (А) және көп (Б) қолданылатын SCR әдістері [52]

Аз тозаң шығаратын жүйені орнату тозаңнан тазартылғаннан кейін шығатын газдарды қайта жылытуды қажет етеді, бұл қосымша энергия шығындарымен және қысымның жоғалуымен қатар жүреді. Көп тозаң шығаратын газ жүйесі техникалық және экономикалық көрсеткіштер бойынша қолайлы. Бұл жүйе қосымша жылытуды қажет етпейді, өйткені жылу алмастырғыштан шығатын газдардың температурасы әдетте SCR технологиясын қолдана отырып жұмыс істеуге болатындай жоғары.

Катализаторлар көмірсутектерді ыдырататындықтан, SCR технологиясын енгізу кезінде жалпы органикалық қосылыстардың шығарындылары және полихлорланған дибензодиоксиндер мен фурандардың шығарындылары азаяды.

Пештің түріне, пайдаланылатын отынға және өндірілетін әк түріне байланысты әк күйдіретін айналмалы пештерден NO_x шығарындылары 300 – 2000 мг/Нм³ аралығында. Нүктелік өлшеулердің нәтижелері NO_x шығарындыларының 68 %-ы 500 мг/Нм³-тен аз екенін көрсетеді. Пештің түріне және шығарылатын әк түріне байланысты шахта пештерінен NO_x шығарындылары 100 – 500 мг/Нм³ төмен аралықта болады. Жарты сағаттық аралықпен нүктелі өлшеулердің нәтижелері шахта пештерінің NO_x шығарындыларының 60 %-ы 100 мг/Нм³-тен кем, шахталық қайта құю және басқа конструкциядағы параллель ағыны бар пештер жағдайында NO_x шығарындыларының мұндай шамасы 80 %-да, ал сақиналы шахта пештерінде – 50 %-да байқалатынын көрсетеді.

NO_x ең үлкен шығарындылары айналмалы пештерде тіркеледі. Осы себепті айналмалы пештерден таралатын шығарындыларды бақылауға ерекше назар аударылады. NO_x шығарындыларын азайту мүмкіндігі цемент өндірудегі сияқты техникамен қамтамасыз етіледі.

4.1.6. Пештің жұмысын және NO_x , SO_2 және CO түзілуіне және шығарылуына әсер ететін параметрлерді пештің процестеріне байланысты оңтайландыру (ылғалды, ұзын құрғақ пештер, циклондық жылу алмастырғыштары/ декарбонизаторы бар құрғақ)

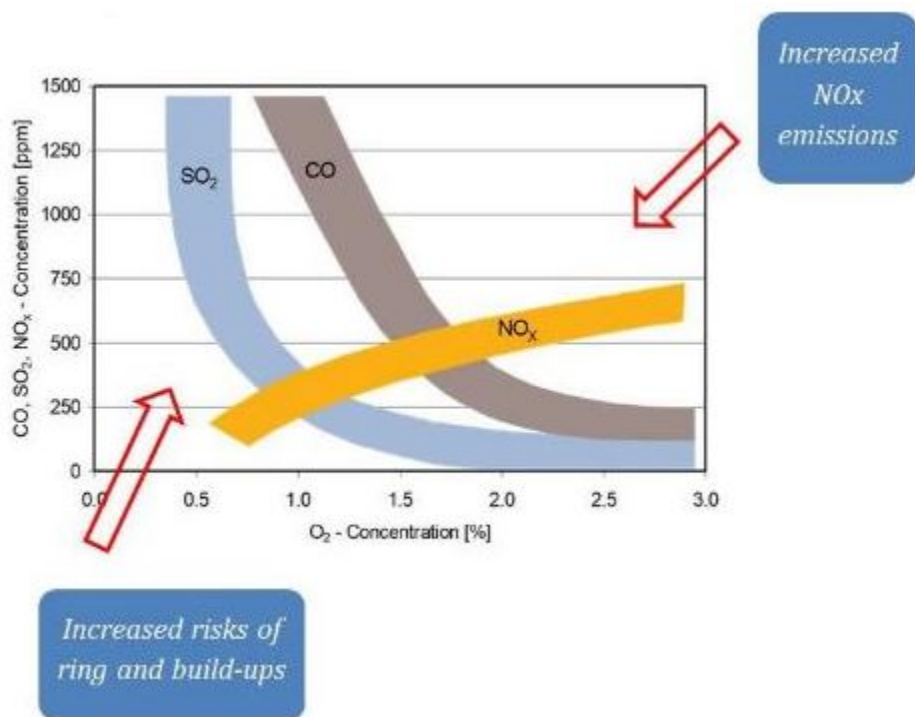
SO_2 шығарындыларын бақылаудың алғашқы қадамы негізгі шаралар бойынша техникалық шешімдерді оңтайландыру болып табылады: пештердің тұрақты жұмысын, пеште қыздырылған материалды біркелкі бөлуді, күйдіру кезінде тотықсыздандырғыш атмосфераға жол бермеуді, сондай-ақ құрамында сульфаты аз шикізат пен отынды таңдауды қамтитын клинкердің күйдіру процесін оңтайландыру.

Пешке кіретін материалдың оттегі концентрациясы SO_2 шикізат материалдарымен байланыстырудың шешуші факторы болып табылады. Ұзын пештердегі оттегінің

жоғарылауы SO_2 шығарындыларын азайтады және NO_x мөлшерін арттырады. Алайда өнімнің сапасына қол жеткізу үшін клинкерді күйдіру кезінде оттегінің артық мөлшерін сақтау қажет. Сондықтан жүйеде әрдайым циклондық жылу алмастырғыштың төменгі бөлігінде немесе пештен клинкермен бірге шығатын Леполь пешінің оттығының ыстық газ камерасында сульфаттардың пайда болуын қамтамасыз ету үшін жеткілікті оттегі ағыны бар (4.11-сурет).

Қоршаған ортаны қорғауға арналған тепе-теңдікті оттегі құрамын реттеу арқылы шығарылатын NO_x / SO_2 / CO қатынасын оңтайландыру арқылы табу керек. Егер бұл әдістер жеткіліксіз болса, "күбырдың соңында" қосымша әдістерді қолдануға болады, әсіресе дымқыл және ұзақ құрғақ процесі бар пештерге, сондай-ақ "Леполь" пештеріне, әсіресе пайдаланылған отынның құрамында күкірт көп болса.

Алдын ала қыздыру технологиясы бар құрғақ процесс пештері үшін (декарбонизатормен немесе онсыз) пештегі оттегінің деңгейіне және SO_2 -ге қатысты жағдай мүлдем басқаша. Осы типтегі пештерде циклондық жылу алмастырғыштың төменгі бөлігіндегі күкірт қосылыстарын ұстау (көбінесе "тозаң пердесі" құрылғысымен көбейтіледі), тіпті жоғары күкірт отынын (мысалы, мұнай коксы) және пештің артындағы оттегінің құрамына қарамастан тиімді (клинкердің сапасы мен пештің жұмысына сәйкес келетін белгілі бір шектерде).



4.11-сурет. Пештің жұмысын және NO_x , SO_2 және CO түзілуі мен шығарылуына әсер ететін параметрлерді оңтайландыру [52]

4.1.7. Металл шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары

Шикізат материалдары мен отын құрамында әрқашан металдар болады. Олардың шоғырлануы бір жерден екінші жерге дейін өзгереді, ал олардың атмосфераға шығарылуына өте күрделі механизмдер әсер етеді. Сонымен қатар отын қалдықтарындағы металдардың концентрациясы қалдықтар көзінің өзгеруімен өзгереді. Барлық металдарды металдар мен олардың тұздарының құбылмалылығына байланысты 4 класқа бөлуге болады:

1) жеке немесе қоспадағы металдар - Ba, Be, Cr, As, Ni, V, Al, Ni, Ca, Fe, Mn, Cu және Ag сияқты отқа төзімді, ұшпайтын заттар:

бұл металдар әдетте клинкермен толығымен адсорбцияланады және онымен бірге шығарылады, сондықтан олар пеш жүйесінде айналмайды, бірақ ерекше жағдайларда, егер металл (шикізат пен балама материалдардан, отыннан немесе қалдықтардан) жүктеме тым жоғары болса, түтін мұржасынан шығарындылар олардың кейбіреулерінің (мысалы, Ni, Cr және Cu) концентрациясынан жоғары болуы мүмкін; шығатын газдарда тек тозаң шығарындылары болады; тозаң шығарындыларының мөлшері тек тозаң бөлудің тиімділігіне байланысты; бұл металдардың шығарындылары өте аз;

2) жартылай ұшпа болып табылатын металдар немесе олардың қосылыстары: As, Sb, Cd, Pb, Se, Zn, K және Na:

бұл металдар сульфаттар мен хлоридтер түрінде 700 – 900 °C температура аралығында конденсацияланады және пеште айналады; жартылай ұшатын элементтер жылу алмастырғышта жиналып, циклондарда жиналады, ал көп мөлшерде клинкерде қалады, металл жүктемесі тым жоғары болған жағдайларды қоспағанда және түтін мұржасынан шығарындылар олардың кейбіреулерінің концентрациясынан әдеттегіден жоғары болуы мүмкін;

3) таллий немесе оның ұшпа қосылыстары бар қоспасы:

таллий қосылыстары (мысалы, таллий хлориді) 450 - 550 °C аралықта конденсацияланады, циклондық жылу алмастырғыштары бар пештер қолданылған жағдайда – жылу алмастырғыштың жоғарғы аймағында, олар біртіндеп жиналуы мүмкін (ішкі айналым);

4) сынап: металл немесе оның қосылыстары өте құбылмалы:

сынап пен сынап қосылыстары пеш пен жылу алмастырғыштан еркін шығады және түтін газдарының температурасына байланысты шикізат қоспасымен ішінара адсорбцияланады.

Клинкерді күйдіру процесінде жекелеген металдардың әрекеті мен шығарылу деңгейі олардың құбылмалылығына, пешке кіру схемасына, шикізат пен отындағы металдың концентрациясына, әсіресе қауіпті отын қалдықтарын шикізат ретінде және отын ретінде пайдаланған кезде, процестің түріне және негізінен тозаңды жинау жүйесіндегі металдардың тұндыру тиімділігіне байланысты.

Шикізат материалдары мен отын арқылы күйдіру процесіне енгізілген металдар жылу алмастырғышта және/немесе пеште олардың құбылмалылығына, газ фазасындағы қосылыстармен өзара әрекеттесуіне байланысты толық немесе ішінара буланып, тоңазытқышқа берілетін клинкерде конденсациялануы мүмкін. Отыннан шыққан металдар бастапқыда түтін газдарына түседі, бірақ олармен бірге пеш пен жылу алмастырғыштың ұстап тұру қабілетіне байланысты өте аз мөлшерде пештен шығарылады. Шикізат материалдарының клинкердегі отынға қатынасы шамамен 10:1 болғандықтан, шикізаттың түрі мен табиғаты металл шығарындылары үшін шешуші фактор болып табылады, бірақ сынап сияқты өте ұшпа металдар үшін қатты отын (мысалы, көмір) түтін шығарындыларына айтарлықтай үлес қосуы мүмкін.

Ұшпайтын металдар мен олардың қосылыстары процесте қалады және клинкер құрамында пештен шығады (олардың барлық санының 99,9 %-дан астамы). Жартылай ұшатын металдардың қосылыстары күйдіру температурасында ішінара газ фазасына өтеді, содан кейін пештің суық бөлігіндегі шикізатқа конденсацияланады. Бұл пеш жүйесіндегі металл айналымына әкеледі (ішкі циклдар), металл айналымы тек пеш пен жылу алмастырғышта жүруі мүмкін немесе шикізатты құрғақ ұнтақтау қондырғыларын қамтуы мүмкін. Егер металдар жылу алмастырғышта конденсацияланса, олар материалмен бірге пешке оралады. Бұл ішкі металл айналымына әкеледі (пеш/жылу алмастырғыш циклі). Бұл цикл тепе-теңдік орнатылатын және шикізатпен кіру мен портландцемент клинкерімен шығу арасындағы тепе-теңдік сақталатын жерлерде металл концентрациясының жоғарылауына әкеледі.

Ұшпа металдар мен олардың қосылыстары төмен температурада шикізат бөлшектеріне конденсацияланады және егер олар пештен шығатын түтін газдарымен шығарылмаса, ішкі немесе сыртқы циклді құрайды. Таллий, сынап және олардың қосылыстары газ фазасына оңай өтеді. Олар портландцемент клинкерінің құрамына жеткілікті түрде байланбайды. Таллий және оның қосылыстары жылу алмастырғыштың жоғарғы аймағында 450 – 500 °С температура аралығында конденсацияланады. Осылайша, пеш жүйесіне енгізілген таллийдің көп бөлігі жылу алмастырғышта қалады. Осының салдарынан жылу алмастырғыш, шикізатты кептіру аймағы және Шығатын газдарды тазарту жүйесі арасында металл тізбегінің ішкі немесе сыртқы циклі қалыптасады. Таллийдің шығарылу деңгейі оның сыртқы циклдегі концентрациясына және тозақ тұндыру жүйесінің тиімділігіне байланысты. Мысалы, электрсүзгілердің тозаңындағы таллийдің концентрациясы оның циклдегі концентрация деңгейіне тікелей байланысты.

Аз кездесетін кадмий, қорғасын, селен, сүрмесүрме және күшән және олардың қосылыстары газ фазасына оңай өтеді. Өте ұшпалы металдардың ішкі айналым циклі

қалыптасады, онда олар күйдіру кезінде ыдырайтын материалмен әрекеттеседі немесе кальцинация аймағының суық бөлігіне, жылу алмастырғышқа немесе кептіру бөліміне түседі.

Сыртқы циклден металдар тозаң жинау жүйесінде тұндырылған тозаңмен бірге олар конденсацияланатын шикізат қоспасына қайтарылады.

Цемент өндірісінің тозаңында аз мөлшерде металдар мен олардың қосылыстары бар, мысалы, күшән As, кадмий Cd, сынап Hg, қорғасын Pb, таллий Tl, мырыш Zn. Металға бай тозаңның негізгі көздері – жылу алмастырғыш және декарбонизатор, айналмалы пеш және клинкер тоңазытқышы бар пеш жүйесі. Көмір мен отын қалдықтарын пайдалану технологиялық процеске металдардың түсуін арттыруы мүмкін. Пеш жүйесіне кіретін металдар өзгергіштігімен ерекшеленетіндіктен, цемент пешіндегі қыздырылған газдардың жоғары температурасында металл қосылыстары газ фазасында да болады. Баланс зерттеулері клинкерде жоғары құбылмалы элементтердің аз сақталуын көрсетеді, олар негізінен пеш жүйесінде жинақталады.

Металл шығарындыларын азайту үшін шикізат материалдарын, отынды және әсіресе пеште жағылатын қалдықтарды (баламалы шикізат та, сондай-ақ отынның баламалы түрлері де) олардың құрамындағы әртүрлі металдардың, әсіресе жоғары құбылмалылығы бар металдар мен олардың қосылыстарының құрамын барынша азайту мақсатында мұқият іріктеуді жүзеге асыру қажет. Қалдықтардың қажетті сипаттамаларының сақталуына кепілдік беретін сапаны қамтамасыз ету жүйелерін пайдалану ұсынылады.

Аз ұшпалы металдар клинкер пеш жүйесінен толығымен шығарылады, сондықтан егер пештегі металдардың мөлшері тым көп болмаса (мысалы, кейбір металдардың жоғары концентрациясы бар қалдықтардан келетін болса), олардың шығарындыларын азайту үшін ешқандай шаралар қажет емес.

Кадмий Cd, таллий Tl, қорғасын Pb, сүрме Sb, күшән As кіретін өте ұшпалы металдар пеш жүйесі мен циклондық жылу алмастырғыштың ішінде тізбек (рецикл) құруға бейім. Тізбек процесінде олардың концентрациясы пештің және жылу алмастырғыштың белгілі бір аймақтарында біртіндеп артады, бұл осы металдар мен олардың қосылыстарының атмосфераға тозаңмен бірге шығарылуының жоғарылауына әкеледі. Ұшатын металдар (сынаптың бір бөлігінен басқа) әдетте тозаңмен байланысатындықтан, металл шығарындыларын азайту стратегиясы тозаң шығарындыларын азайту стратегиясымен тікелей байланысты. Тоzaңды тиімді қайтару металл шығарындыларын азайтады.

Бұл металдардың шығарындыларын азайтудың негізгі тәсілдері клинкерді күйдіретін пештен тозаң шығарындыларын азайту, әсіресе жұқа дисперсті, 10 мкм-ден аз және біртіндеп жинақталудың алдын алу үшін олардың тізбегін бұзу болады. Тізбекті бұзу үшін түтін газының айналма жүйесін пайдалану қажет. Түтін газдарын күрт салқындатқаннан кейін айналма жүйеде ұсталған тозаңды, әсіресе фракциясы 10

микроннан аз тозаңды өндеуге көмекші немесе цементті ұнтақтау үшін қосалқы компонент ретінде пайдалану ұсынылады.

Металдар арасында Hg сынабы ерекше орын алады. Ол 100 °C дейінгі температурада өте ұшпалы, іс жүзінде тозаң бөлшектеріне қонбайды және түтін газдарымен бірге пештен шығарылады. Сынап шығарындыларын азайту шығатын газдардың температурасын төмендетумен қамтамасыз етіледі. Ұшпайтын элементтер процесте қалады және цемент клинкердің құрамдас бөлігі ретінде пеште болады.

Цемент пештерінен сынап шығарындыларын азайтудың жалғыз жолы - пешке жеткізілетін барлық материалдардағы оның құрамын азайту. Қиын жағдайларда цемент пештерінен сынап шығарындыларын азайтуға шығатын газдардың температурасын күрт төмендету арқылы немесе белсендірілген көмірге адсорбция арқылы қол жеткізуге болады (SO₂ шығарындыларын азайтуға арналған ЕҚТ қараңыз).

Әк өндіру кезінде металл шығарындыларын азайту үшін пеш жүйесіне құрамында көп мөлшерде металдар бар отынды беруді болғызбау керек. Сонымен қатар Hg және Tl сияқты ұшпа металдардың көп мөлшері бар материалдар ерекше бақылауға алынуы керек.

Пешке түсетін заттардың кепілдік сипаттамаларына сәйкестігін мұқият таңдау және қамтамасыз ету шығарындылардың азаюына ықпал етуі мүмкін: мысалы, пешке отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың сапасына кепілдік жүйесін пайдалану кезінде. Бұл жағдайда сынапқа ерекше назар аудару керек. Сынаптың ұшпалығына байланысты оның шығарындыларының салыстырмалы түрде жоғары деңгейі пайда болуы мүмкін. Сондықтан жанғыш қалдықтармен сынапты енгізуді бақылау керек және қажет болған жағдайда шектеу керек.

Тозаңды тиімді жою металл шығарындыларын азайтады, өйткені металл шығарындылары (сынапты қоспағанда) көбінесе тозаңмен байланысты. Белсендірілген көмірмен сіңуіне назар аудару керек.

4.1.8. Цемент пештеріндегі СО және жанбаған көмірсутектердің шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту техникалары – СО шығарындыларын болғызбау

4.1.8.1. СО шығарындылары

Клинкерді пеште күйдіру процесінде органикалық қосылыстарға байланысқан көміртек пен СО бөлінуі табиғи шикізат материалдарында (геологиялық шөгінділер барысында тау жыныстарына енгізілген ағзалар мен өсімдіктердің қалдықтары) органикалық қосылыстардың аз мөлшерінің болуымен байланысты. Материал жылу алмастырғышта болған кезеңде олар СО және СО₂ түзілуімен тотығады. Бұл процесте органикалық газдардың аз мөлшері (іздері) органикалық көміртекпен де пайда болуы мүмкін. Демек, айналмалы пештің өзінде пайдаланылған газдардағы СО мөлшері мен органикалық газдардың іздері отынның жану жағдайлары туралы ешқандай қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді.

Қосымша СО шығарындылары отынның толық жанбауынан немесе декарбонизаторларда дұрыс таңдалмаған жану жағдайларынан туындауы мүмкін. Алайда СО шығарындыларының мұндай өсуі, әдетте, NO_x азот оксидтері шығарындыларының төмендеуімен сәйкес келеді. Сонымен қатар жанудың мұндай тотықсыздандыру жағдайлары, әсіресе дымқыл процесті пештерде, ұзын құрғақ пештерде және "Леполь" пештерінде SO₂ түзілуіне және көбеюіне ықпал етуі мүмкін.

Жылу электр станцияларында шығатын түтін газдарындағы СО концентрациясы және органикалық байланысқан көміртек отынның толық жанбауының өлшемі болып табылады. Керісінше, клинкерді күйдіру процесі клинкердің сапасын жақсарту үшін артық ауамен жүруі мүмкін материалды түрлендіру процесі болып табылады. Бұл жоғары температурада ұзақ болумен бірге отынның толық жануына әкеледі.

Шикізат материалының кен орнына байланысты табиғи материалмен процеске 1 кг клинкерге 1,5-тен 6 г органикалық көміртекті енгізеді. Әртүрлі шикізат қоспаларын зерттеу көрсеткендей, шикізаттағы органикалық қосылыстардың 85 – 95 %-ы 3 % оттегі болған кезде СО₂-ге айналады, бірақ сонымен бірге 5 – 15 % СО-ға айналады. Бұл жағдайда органикалық көміртегі қосылыстарының мөлшері 1 %-дан едәуір төмен.

4.1.8.2. ЖОК (ҰОҚ) шығарындылары

Жылу процесінде ұшпа органикалық қосылыстардың (және көміртегі оксидінің) пайда болуы негізінен отынның толық жанбауымен байланысты. Цемент пештерінде қалыпты және тұрақты жұмыс жағдайында бұл заттардың шығарындылары пештің қолданылатын түріне, пештегі газдардың болу уақытына, жоғары температураға, жалынның сипатына (2000 °С) және оттегінің артық болуына байланысты аз болады. Мұндай жағдайларда органикалық қосылыстар жоғары тиімділікпен ыдырайды (> 99,9999 %). Бұл шығарындылар жабдық кенеттен тоқтаған кезде немесе оны дұрыс пайдаланбағаннан жоғарылауы мүмкін. Бұл оқиғалар аптасына 1 - 2 рет немесе екі - үш айда бір рет пайда болуы мүмкін.

Ұшпа органикалық қосылыстардың шығарындылары күйдіру процесінің алғашқы кезеңдерінде пайда болуы мүмкін (жылу алмастырғыш, декарбонизатор), шикізат қоспасындағы органикалық заттар материал қызған кезде буланып кетеді. Органикалық заттар 400 – 600 °С температурада бөлінеді. Айналымды пештен шығатын газдардағы ұшпа органикалық қосылыстардың мөлшері органикалық қосылыстардың жалпы мөлшері негізінде әдетте 1 – 80 мг/Нм³ шегінде немесе одан да аз болады ЖОК/ҰОҚ үшін ЕО максималды шығарындылары 10 мг/Нм³ құрайды, дегенмен құзырлы орган ЖОК/ҰОҚ қалдықтарды бірге жағудың нәтижесі болмаған жағдайда бұл шектен ауытқуға жол бере алады). Алайда сирек жағдайларда шығарындылар шикізаттың сипаттамаларына байланысты 120 мг/Нм³ немесе одан да көп болуы мүмкін.

Әдістер / ЖОК/ҰОҚ шығарындыларын азайту әдістері

Қалыпты жағдайда ҰОҚ шығарындылары әдетте аз болады, бірақ олардың зауытта қолданылатын шикізат құрамында болуына байланысты артуы мүмкін. Табиғи шикізат немесе құрамында ұшпа органикалық қосылыстар көп болатын қалдықтар мүмкіндігінше таңдалмауы керек, бірақ егер олар пешке әдеттегідей пайдаланылатын қоректендіргіштер арқылы берілсе, онда жоғары галогендік отын қайталама отын ретінде пайдаланылмауы керек.

Егер ҰОҚ концентрациясы жоғары болса, басқа жерде сипатталғандай, белсендірілген көмірмен адсорбциялау технологиясын теориялық тұрғыдан қолдану керек, бірақ қазіргі уақытта ол үнемді ЕҚТ ретінде танылмайды.

Мүмкіндігінше, құрамында органикалық заттар аз шикізат материалдарын таңдау СО шығарындыларын азайтады. Отынның толық жанбауы нәтижесінде көміртегі оксиді пайда болған кезде, шығарындыларды алу тиімсіз болады. Сондықтан қондырғы жұмыс істеп тұрған кезде пештен СО бөлуді шектеу үрдісі байқалады. Отынды жағуды жақсарту, оңтайландыру және оның сапасы, оттық сипаттамалары мен конфигурациясы, пештің конструкциясы, жану температурасы және отынның пеште болу уақыты СО шығарындыларын азайтуы мүмкін.

Отын шығынын азайтуға әкелетін барлық техникалық шешімдер СО₂ шығарындыларын азайтады. Мүмкіндігінше, құрамында органикалық заттар аз шикізат материалдары мен көміртегі мөлшері мен оның калория мөлшері төмен отынды таңдау СО₂ шығарындыларын азайтады.

4.1.8.3. СО өтіп кетуі

Электрсүзгілерді және кейбір жағдайларда гибридті сүзгілерді қолданған кезде СО өтіп кетуіне байланысты тозаңның шығуы жоғарылауы мүмкін. Қауіпсіздік мақсатында шығатын газдарда СО пайда болған кезде электрсүзгілерді сөндіру керек.

Электрсүзгіні сөндіру уақытын азайту үшін келесі әрекеттерді орындау қажет:

1) жағдайға объективті баға беру және СО-ның пайда болуына әсер ететін негізгі себептерді анықтау, атап айтқанда:

күйдіру режимінің бұзылуы;

шикізат материалындағы органикалық қосылыстардың көп болуына байланысты СО-ның жоғары деңгейі;

пештің отынмен қоректенуінің бұзылуы;

отынды жағу процесінің бұзылуы.

2) ағымдағы және оңтайлы жағдайды салыстыру, басымдықтарды белгілеу;

3) процесті оңтайландыру, жүйені талдауды, техникалық шешімдердің сенімділігі мен жылдамдығын қамтамасыз ету.

Себептер мен іс-әрекеттер бағытын анықтау, сондай-ақ қажетті техникалық шешімдерді әзірлеу үшін келесі ақпарат қажет:

талданатын жабдықтың болуы, сенімділігі және жұмысының өзгеру динамикасы туралы ақпарат;

СО пайда болу статистикасы туралы ақпарат;

пайдаланылған отын, отын беру жүйесі және процесс туралы ақпарат.

Пешке толқын тәрізді берілудің алдын алу және жану жүйесінің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін жасалған отынмен жабдықтау жүйесі СО жылыстауын азайтады.

Пештегі СО деңгейін бақылау үшін шығарылатын газдардағы СО мөлшерін үнемі бақылау үшін автоматты өлшеуіш қолданылады. Бұл техникалық шешім электрсүзгілердің қажетті уақытта сөнуді қамтамасыз ету үшін оңтайландыруды қажет етеді. Мінсіз СО бақылау жүйесі қысқа жауап беру уақытына ие және циклондық жылу алмастырғыштан немесе дымқыл өндіру тәсілін қолданған жағдайда пештен шығу сияқты СО бөлу көздеріне жақын орналасуы керек. Сынаманы іріктеу уақытын қоса алғанда, талдауға арналған уақытты ескеру қажет. Ең дұрысы, бұл уақыт 20 - 30 секундтан аспауы керек (талдаудың кешігу уақыты). Электрсүзгіні сөндіру уақытын қысқарту үшін бұрын алынған, жинақталған және талданған ақпарат негізінде СО өзгеру тенденцияларын ескеру қажет.

СО бақылау кезінде кешеуілдеу уақытын үлгілер санының ұлғаюымен, сынама алу нүктесінен талдағышқа дейінгі қашықтықтың қысқаруымен, талданатын сынама көлемінің төмендеуімен және сигналды тез электрондық сипаттаумен төмендетуге болады. Жүйенің күйін жылдам анықтау 3 секундтан аз уақыт ішінде қамтамасыз етілуі мүмкін, бірақ тозаң көп газдар үшін шектеулер бар. Сондай-ақ, құрылғыны үнемі күтіп ұстау және оның жұмыс режимін калибрлеу қажет. Талдағышта компоненттерді анықтауға болатын көрсеткіштердің тиісті шекті мәні бар: СО үшін 5 % дейін және CH_4 үшін 3 %.

Егер СО алдын алу мүмкін болмаса, кез келген жанғыш көздер, әсіресе жоғары вольтты жабдық (электрсүзгілер) ерекше назар аударуды қажет етеді. Тозаң тазалау жүйесінде өрт немесе жарылыс тудыруы мүмкін басқа көз қатты заттардың үйкелісі немесе желдеткіш болуы мүмкін. Газдарда 8 %-дан астам СО немесе CH_4 -тен 6 %-дан астам O_2 -нің болуы шекті параметрлер болып саналады. Шын мәнінде, СО жылыстауы кезінде оның газдардағы концентрациясы өте тез өседі және талдау жүргізілгенге дейін сыни мәнге жетуі мүмкін, дегенмен бұл жағдайда жүйе дабыл қағуы керек. Сондықтан сөндіру және сигнал беру жүйесінің жұмыс деңгейі шекті деңгейден әлдеқайда төмен болуы керек; қосымша, ол CH_4 және H_2 концентрациясына байланысты, әсіресе табиғи газды отын ретінде пайдаланған кезде.

Электрсүзгілерді сөндіру негізінен пешті іске қосу және тоқтату сатысында жүреді. Электрсүзгіні қауіпсіз пайдалану және қорғау үшін газ анализаторы процестің барлық сатыларында үздіксіз жұмыс істеуі керек. Зауытта электрсүзгіні сөндіру уақытын

қайталанатын жүйені қолдану арқылы азайтуға болады. Электрсүзгіде СО жылыстауын болғызбаудың әдеттегі әрекеті бастапқыда отын беруді және жоғары кернеу деңгейін төмендетуді қамтуы мүмкін. Содан кейін жүйені қолданыстағы желдеткішпен тазарту қажет. Қажетті тазарту уақытын жұмыс уақыты сияқты анықтауға болады.

4.1.9. Әк күйдіруге арналған пеште СО және жанбаған көмірсутектер (ЖОК) шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту әдістері

4.1.9.1. СО шығарындылары

Әкті күйдіру пештерінен шығарындылар пештердің типіне және отын түріне байланысты 100-ден 2500 мг/Нм³-ке дейін құрайды. Нүктелік өлшеулердің шамамен 50 %-ы СО шығарындыларының 100 мг/Нм³-тен аз екенін көрсетеді. СО концентрациясы пеш құбырының түбінде өлшенеді, өйткені атмосфераға СО енген кезде ол СО₂-ге дейін тез тотығады және таралады.

Сонымен қатар көміртегі оксиді (СО) отынның толық жанбауы нәтижесінде пайда болады, оның болуы әдетте өнімділіктің төмендеуіне әкеледі, сондықтан операторлар өздері басқаратын пештерден СО шығуын шектеуге тырысады.

Құбырға түсетін айналмалы пештердің пайдаланылған газдарындағы СО шығарылуы үздіксіз бақыланады. Әк немесе отын құрамында күкірт болған жағдайда СО шығарындылары әктің берілген сапасымен байланысты. Отын сапасына байланысты айналмалы пештерден СО шығарындылары 100 – 400 мг/Нм³ құрайды.

Конструкцияға сәйкес сақиналы шахта пештері төменгі қатардағы оттықтар оттегінің артық мөлшерімен, ал жоғарғы қатардағы оттықтар оның стехиометриялық қатынасымен жұмыс істейтіндей етіп пайдаланылады. Нәтижесінде осы пештерден әдеттегі шығарындылар 100 – 2500 мг/Нм³ құрайды.

Басқа типтегі шахта пештерінде СО шығарындыларын сандық өлшеу мүмкін емес.

Басқа типтегі пештермен салыстырғанда, шахталық қайта құю пештерінде СО шығарындыларының болуы толық жанбаудың белгісі емес. Әк күйдіру пештерін пайдалану шарттары өнім сапасына қойылатын талаптармен, яғни алынатын әктің қажетті қасиеттерімен айқындалады. СО шығарындылары неғұрлым жоғары болса, пештің энергия тұтынуы соғұрлым жоғары болады: СО шығарындыларының әрбір пайыздық өсуі энергия шығынын 200 кДж/кг әкке арттырады. Сондықтан пештер рұқсат етілген өнім көрсеткіштеріне кепілдік беретін СО ең аз шығарындыларын қамтамасыз ететіндей етіп пайдаланылады. Германияның әк өнімдерінде оңтайландыру мақсатында қалдық газдардағы СО шығарындыларының деңгейі 3 %-дан аз [2] құрайды, бұл СО шығарындыларын азайту тұрғысынан процесті оңтайландырудың жалғыз шешімі болып табылады. Шахталық қайта құю пештерінде нақты қасиеттері бар өнімдерді күйдіру кезінде СО шығарындыларының деңгейін 1 және 6 % арасында

ұстап тұру қажет. Алайда белгілі бір мақсаттар үшін қатты күйдірілген әк қажет, ол шахта пештерінен алынады. Мұндай пештердің СО шығарындылары отын түріне байланысты $100 - 400 \text{ мг/Нм}^3$ деңгейінде болады.

Кейбір әктастарда көміртегі бар, олар әк күйдіру кезінде СО-ның жоғары шығарылуын тудыруы мүмкін, мысалы, шахта пештерінде немесе басқа конструкциядағы пештерде гидравликалық әк өндірісі жағдайында, әктаста $65 - 90 \%$ CaCO_3 және MgCO_3 болған кезде. Бұл шикізаттың тазалығы басқа әк өндіру үшін қолданылатын шикізаттың тазалығынан өзгеше. Кезеңдік (жылына екі рет) өлшеулер барысында O_2 стандартты құрамы кезінде нүктелік өлшеулер кезінде С шығарындылары 10% $4541 - 9555 \text{ мг/Нм}^3$ құрады.

4.1.9.2. ЖОК шығарындылары

Ұшпа көміртегі қосылыстарының шығарындылары әдетте жалпы органикалық көміртек (ЖОК) ретінде өлшенеді. Арнайы талдау нәтижелері ЖОК-ның бір бөлігі метанмен ұсынылатындығын, ал бензолдың болуы да тіркелгенін көрсетеді. Шахталық қайта құю пештерінің шығарындыларында $80 - 90 \%$ метан және 2% бензол құрайды.

Ұшпа көміртегі қосылыстарының шығарындылары көбінесе отынның толық жанбауы нәтижесінде пайда болатын СО шығарындыларымен байланысты. Операторлар СО шығарындыларын шектеу тенденциясын ұстанатындықтан, ұшпа көміртегі қосылыстарының шығарындылары негізінен төмен. Алайда шикізат, әктас құрамында $0,1 \%$ органикалық материал болған кезде өте шектеулі жағдайларда ұшпа органикалық қосылыстардың шығарындылары болуы мүмкін.

Параллель ағыны бар пештерден және шахталық қайта құю пештерінен басқа пештердің барлық түрлерінде 10 мг/Нм^3 -ке дейінгі шығарындылар (баламалы көміртекке қайта есептегенде) іске қосудың және режимнің бұзылуының қысқа кезеңі ішінде ғана орын алады. Параллель материал ағыны бар пештерде процесс әр $10 - 12$ минут сайын циклдің өзгеруімен байланысты. Сондықтан көміртектің ұшпа қосылыстары шығарындыларының деңгейі басқа конструкциядағы пештерде байқалатын деңгейден сәл жоғары. Шахталық қайта құю пештеріне келер болсақ, ЖОК шығарындыларының жоғарылауын пештің жоғарғы бөлігінде (қалпына келтіру режимі) өтетін процестің ерекше шарттарымен байланыстыруға болады.

Әк өндірісінде мүмкіндігінше органикалық құрамы төмендетілген шикізатты таңдау СО шығарындыларын да азайтуы мүмкін. Алайда шикізатты таңдау пештің түріне және /немесе өндірілген (мысалы, гидрат) әк түріне байланысты болады.

4.1.9.3. Электрсүзгілерді сөндіру

Түтін газдарындағы СО деңгейі жоғарылаған кезде қауіпсіздік мақсатында электрсүзгілерді сөндіру керек. Электрсүзгілермен байланысқан цемент пештері үшін жасалған СО шығарындыларын реттеу менеджменті электрсүзгілермен жабдықталған айналмалы әктас пештеріне де қолданылады. Алайда әктасты күйдіру пештері

жағдайында тозаңның шығарылу қарқындылығы (кг/т өнім) неғұрлым ірі әктасты пайдалану және тозаңды қайта пайдалану жүйесінің болмауы салдарынан электрсүзгілердің дезактивациясы салдарынан цементтегіге қарағанда әлдеқайда төмен.

4.1.10. Клинкер мен әкті күйдіруге арналған пештерден CO₂ шығарындылары

Клинкер мен әк өндіру процесінде CO₂ шығарындылары пайдаланылған шикізаттың карбонаттарын, негізінен әктас жыныстарын кальцийлеумен (және аз дәрежеде осы шикізат құрамындағы органикалық көміртекті күйдірумен) және клинкер мен әк өндірісіне байланысты пеш отынын жағумен байланысты.

ЕО - да және әлемнің көптеген елдерінде CO₂ шығарындылары парниктік газдар шығарындылары (ПГ) ретінде анықталады және тіркеледі.

Киото хаттамасы 1997 жылы құрылды, 2005 жылы күшіне енді және 190-нан астам ел қол қойды. Оның негізгі мақсаты индустриалды дамыған елдерде парниктік газдар шығарындыларын 1990 - 2008 жылдардағы деңгеймен салыстырғанда кем дегенде 5 %-ға азайту болды. Қазіргі уақытта бұл хаттама 2016 жылдан бастап күшіне енген Париж келісіміне жаңартылды, ол өзінің негізгі мақсаты индустрияға дейінгі деңгейлермен салыстырғанда жаһандық температураның 2 °С-тан төмен көтерілуін қамтамасыз ету болып табылады.

ЕО және АҚШ-тың кейбір штаттарында CO₂ шығарындылары ЕО-да шығарындыларды саудалау схемасын (ETS) қамтитын парниктік газдар шығарындылары схемалары бойынша бақыланады және хабарланады.

Бүгінгі таңда цемент және әктас секторларында CO₂ шығарындыларын бақылау технологиялары әзірленуде және соңғы 20 жыл ішінде қол жеткізілген қысқартулар негізінен екі негізгі бағытқа бағытталған: өнім өндіруге қажетті энергияны (электр және жылу) азайту және цемент секторы - клинкерді басқа материалдармен (байланыстырғыштар/қоспалар) ішінара ауыстыру.

Демек, қазіргі уақытта цемент және әк өнеркәсібі үшін CO₂ шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ жоқ, энергия тұтынуды азайту және цемент секторы үшін клинкерді ауыстыру бойынша көптеген іс-шараларды қоспағанда.

4.1.10.1. Клинкер пештері

CO₂ шығарындылары 900 – 1000 кг/т сұр клинкер, жылу шығыны 3500 – 5000 МДж /т клинкер деп бағаланады, бірақ бұл көрсеткіш қолданылатын отын түріне байланысты [2]. Цементті минералды қоспалармен ұнтақтау есебінен бір тонна цементке есептегенде бөлінетін CO₂ мөлшері азаяды.

CO₂-нің жалпы мөлшерінің 62 %-ы шикізат қоспасының әктасын декарбонизациялау процесінде, ал қалған 38 %-ы отын жанған кезде бөлінеді. Отынның жануы кезінде CO₂ бөлінуі клинкерді күйдіруге жұмсалатын жылу шығынына және

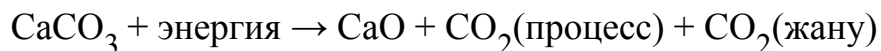
ондағы көміртегі құрамының оның жылу шығару қабілетіне қатынасына тура пропорционал.

Соңғы 25 жыл ішінде отынның жануы кезінде CO₂-нің бөлінуі оны пеште жағу процестерінің тиімділігінің үнемі артуына байланысты шамамен 30 %-ға төмендеді.

4.1.10.2. Әк күйдіруге арналған пештер

Әк/ доломит өндірісінің негізгі химиялық реакциялары:

кальций әгі:



доломит әгі:



CO₂ (декарбонизация процесі) кальций/ доломит әгін алу кезіндегі шығарындыларды білдіреді. CO₂ (жану) отын жағудан болатын шығарындыларды білдіреді.

4.4-кестеде әртүрлі типтегі пештерде түзілетін декарбонизация және жану процестерінен CO₂ мөлшері салыстырылған.

4.4-кесте. Әртүрлі типтегі әк пештерінен CO₂ шығарындыларына әсер ететін факторлар [2]

Р/с №	Пештің түрі	CO ₂ (процесс)/ т СаО кальций әгі	CO ₂ (процесс)/ т СаО доломит әгі	CO ₂ (жану) т/т кальций / доломит әгі	CO ₂ жиынтық шығарындысы
1	2	3	4	5	6
1	Ұзын айналмалы	0,785	-	0,365-1,062	1,150-1,847
		-	0,913		1,278-1,975
2	Пеш артында жылу алмастырғышы бар айналмалы пеш	0,785	-	0,269-0,617	1,054-1,402
		-	0,913		1,182-1,530
3	Параллель ағыны бар	0,785	-	0,202-0,425	0,987-1,210
		-	0,913		1,115-1,338
4	Сакиналы	0,785	-	0,224-0,465	1,009-1,250
		-	0,913		1,137-1,378
5	Қайта құю	0,785	-	0,224-0,708	1,009-1,483
		-	0,913		1,137-1,621
6	Өзге	0,785	-	0,224-0,508	1,009-1,290
		-	0,913		1,137-1,419

1 т сөндірілмеген әкке есептегенде CO₂ шығарындылары ескі пештерді неғұрлым тиімдіге ауыстыру арқылы ғана емес, сондай-ақ энергия шығынын (мысалы, процесті неғұрлым жетілдірілген бақылау) жетілдіру және өнімділікті арттыру (мысалы, тозаң шығымын азайту) есебінен де азаяды.

4.2. Тозаңмен байланысты жұмыстар: қауіпті және сусымалы материалдарды сақтау және жинау техникалары

Цемент пен әк өндірісінде қауіпті қалдықтар балама шикізат немесе балама отын ретінде пайдаланылатын жағдайларды қоспағанда, қауіпті материалдар пайдаланылмайды, бірақ бұл жағдайда қатаң рәсімдер анықталады және енгізіледі (4-тараудың 4.9-бөлімін қараңыз).

Ашық ауада орналасқан сусымалы материалдар қоймаларынан, қатарлардан және тозаңданатын шикізат материалдарының немесе отынның басқа көздерінен тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын әуел бастан төмендету үшін бұл тозаң көздерін экрандаумен, қалқалар салумен немесе тік өсімдіктермен (тозаңды желмен үрлеу үшін жасанды немесе табиғи кедергілердің көмегімен) оқшаулау қажет.

Материалдарды сақтау үшін силостарды немесе толық автоматтандырылған қоймаларды пайдалану көлемді қатарлардан ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары мәселесінің тиімді шешімі ретінде қарастырылады. Тиеу және түсіру операциялары барысында ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының болғызбау үшін мұндай қоймаларды бір және одан да көп мата сүзгісімен жабдықтайды. Қатарлардан ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайтуға тиеу және түсіру учаскелерінде тиісті ылғалдандыру және тиісті биіктікте орналасқан конвейерлерді пайдалану арқылы қол жеткізуге болады. Егер ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын болғызбау мүмкін болмаса, олардың деңгейін түсіру биіктігі мен сақталған материалдың биіктігін таңдау арқылы азайтуға болады. Бұл операциялар автоматты режимде немесе түсіру жылдамдығын төмендету арқылы жүзеге асырылады.

Сонымен қатар мұндай жерлерді (егер олар құрғақ жерде орналасса) арнайы бүрку құрылғыларымен ылғалдандырып, арнайы жүк көліктерімен тазарту керек. Егер техникалық шешім ылғалдандыру немесе бүрку құрылғыларын қолданумен байланысты болса, базаның бетін тығыздап, жабық айналым циклінде қолдануға болатын артық судың жиналуын қамтамасыз ету қажет.

Түсіру операциялары кезінде тозаңның шығуын болғызбау үшін оларды вакууммен жүзеге асыру ұсынылады. Жаңа ғимараттарды вакуумды тазартуға арналған стационарлық жүйелермен оңай жабдықтауға болады, қолданыстағы ғимараттарда икемді қосылыстары бар мобильді жүйелерді қолданған жөн. Жүк көліктері жүретін учаскелерде тозаңның шығуын азайту үшін мүмкіндігінше бұл беттерде тазартылатын жабын болуы керек. Жабын бетін ылғалдандыру, әсіресе құрғақ ауа райы кезінде,

тозанның шығуын азайтуға көмектеседі. Мұндай шығарындыларды мейлінше азайту үшін үй-жайларды таза ұстауды қамтамасыз ету қажет.

Жергілікті ылғалдандыру кезінде су шығыны артады. Вакуумдық жүйелерді пайдалану электр энергиясын тұтынудың артуымен байланысты. Жабдыққа қызмет көрсету барысында қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

4.3. Суды тұтыну және жер үсті және су объектілеріне төгінділерді азайту әдістері / ағындар

4.3.1. Цемент өндіру кезінде су тұтыну

Негізінен цемент өнеркәсібінде өндірістік ағынды сулар жоқ, алайда зауыттардағы суды мүмкіндігінше қайта өңдеу қажет, атап айтқанда салқындату үшін жабық циклды қамтамасыз ету және тазарту жұмыстарына пайдаланылатын судың мөлшерін шектеу / қайта өңдеу (мысалы, жылжымалы ауыр жабдықты жуу/көтеру, мысалы, самосвалдар, алдыңғы жүк тиегіштер және т.б.), олар әдетте процестің өзінде тұтынылмайтын өнеркәсіптік суды пайдаланудың екі негізгі түрі болып табылады.

Құрғақ немесе жартылай құрғақ цемент өндірісінде тазарту процесі үшін су аз мөлшерде қолданылады. Егер тазартатын су қайта өңделмесе, табиғи ортаға шығарылмас бұрын ағынды суларды дұрыс өңдеуді қамтамасыз ету үшін шаралар қабылдау қажет (мысалы, жинақталған үйінділерде, резервуарларда немесе май жинайтын резервуарларда, май бөлгіштерде және т.б.).

Негізінде, суға ағызу болмайды, өйткені су өндіріс процесіне қайта оралады (мысалы, ауаны салқындату мұнарасы, қажет болған жағдайда суды цемент диірмендеріне айдау және т.б.).

Зауыттың кейбір жабдықтарын салқындату үшін пайдаланылатын суды (диірмендердің, пештердің мойынтіректері және т.б.) тек қана судың жалпы шығынын азайту үшін ғана емес, сонымен қатар ластану қаупін азайту үшін де қайта өңдеу керек (мысалы, құрамында мұнайы бар өнімдер ластанған су), егер су табиғи топыраққа, су қоймасына немесе ағынға төгілсе.

Жартылай ылғалды тәсілде шлам сүзгі престерінде судан арылтылады. Ылғалды тәсілде су шламды алу үшін шикізатты ұнтақтау үшін қолданылады. Пайдаланылған шикізат көбінесе жоғары ылғалдылыққа ие. Шлам немесе су буланған пешті қуаттандыру үшін қолданылады немесе алдымен кептіруге жіберіледі.

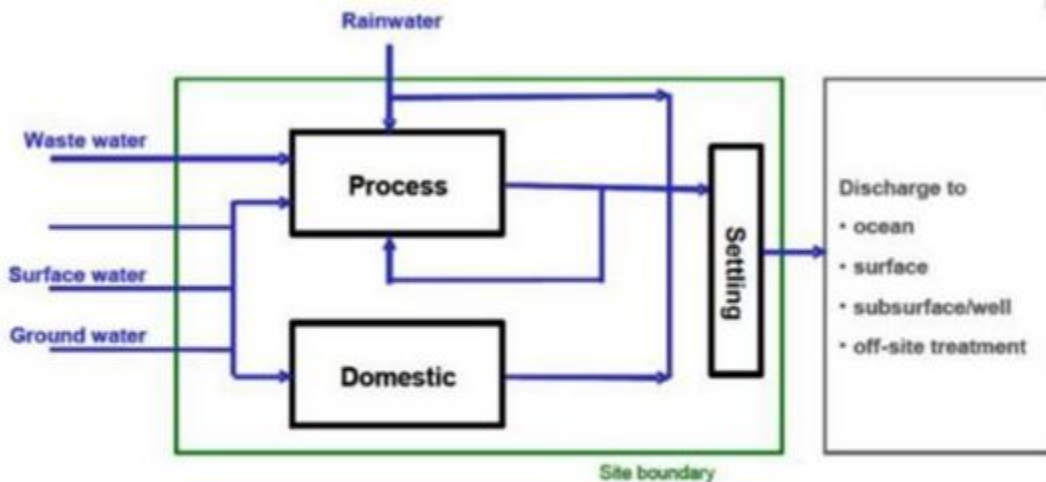
Кейде клинкерді салқындату үшін қолданылатын су клинкердің жоғары температурасында салқындату кезінде тікелей буланып кетеді.

Су тапшылығы бар аймақтарда жаңа зауыттар су шығыны болмайтындай етіп жобалануы керек. Бұл аймақтардағы жер асты суларын алу зауыт пен карьердің суға деген қажеттіліктерін қанағаттандыру мақсатында басқа су қабылдағыштарды ішінара немесе толығымен ауыстыру үшін зауыт құрылғаннан бастап немесе зауыттың келешек дамуына енгізілген жаңбыр суын жинау сияқты балама нұсқаларды жасау арқылы азайтылуы керек.

Су тапшылығы бар аймақтарда автономды электр станциялары мен газды салқындату жүйелері сияқты суды көп тұтынатын қондырғылар суды пайдаланбайтын тиісті шешімдерді қолдана отырып жобалануы керек.

Қалдықтарды орнында өңдеу кезінде торлар қалдықтарды сақтайтын қоймалардағы өртпен күресу үшін пайда болатын барлық төгінділерді сыйдыра алатын қорғаныс резервуармен бөлінуі керек.

Қалыпты пайдалану жағдайларында қалдықтармен жұмыс істеу учаскелері зауыттың жалғыз төгінді нүктесімен байланысты емес (4.12-сурет).



4.12-сурет. Цемент-әк зауыттарындағы судың негізгі ағындары

Су тұтынуды басқарудың озық тәжірибесі:

су есептегіштерін үнемі бақылау және тексеру (мысалы, айына бір рет), егер мүмкін болса, құдық суын пайдалануды қоса. Егер кәдімгі көрсеткіштермен салыстырғанда суды шамадан тыс тұтыну анықталса, кемшіліктерді жою бойынша шаралар қабылдау қажет;

өнеркәсіптік және ауыз суды тұтыну туралы есеп жүйелі түрде (жылына кемінде бір рет) жүргізілуі тиіс.

Ағынды сулар мен тұрмыстық сулар, салқындатқыштың толып кетуі (егер жабық тізбек болмаса) және жүк көліктерін шаюға арналған су, жаңбыр суы сапасы мен мөлшері жағынан бақылануы керек.

4.3.2. Әк өндіру кезінде су тұтыну

Карьерде әк өндіруге арналған шикізат құрамында аз мөлшерде саз бен құм болуы мүмкін. Бұл жағдайда пешке жібермес бұрын әктас жуылады. Негізі мен қоспалардың мөлшеріне байланысты бұл мақсаттарға су шығыны 0,5 - 2 м³/т құрайды. Пайдаланғаннан кейін жуылатын судың құрамында 1 л 50 - 200 мл қатты зат

суспензиясы бар, ол 5 - 20 г/л сәйкес келеді. Жалпы, жуу суында басқа ластағыш заттар жоқ. Өктасты жуу үшін су ретінде жер үсті көздерінің суы немесе жер асты суын алу кезінде алынған су қолданылады. Судың басқа көздері – жаңбыр суы және артезиан ұңғымаларынан алынған су.

Тазартылған су жуу процесінде қайтадан қолданылады. Айналымдағы су жуу үшін қажетті судың 85 %-ын құрайды, 15 %-ы таза суды пайдалануға келеді.

Қоюландырғышта өңдеу немесе престі қолданып механикалық сусыздандыру нәтижесінде қалдық ылғалдылығы 20 %-ға дейінгі кек алынады.

Әлемнің көптеген елдерінде цемент пен әк өндірісінде ағынды сулардың сапа өлшемшарттары елдің немесе аймақтың ережелеріне сәйкес келуі керек.

Цемент және әк зауыттары үшін нормативтік талаптар болмаған жағдайда мынадай өлшемшарттар жиі талап етіледі:

өлшенген қатты заттар <30 мг/л;

көмірсутектер <5 мг/ л;

ОХТ <50 мг/л;

ОБТ <40 мг/л.

4.4. Жердің/топырақтың ластануын бақылау және қалдықтарды басқару техникалары

Цемент өндірісі сөзсіз өндіріс пен тұтыну қалдықтарының пайда болуымен, жиналуымен, уақытша сақталуымен, жойылуымен бірге жүреді. Дұрыс қолданбаған кезде пайда болған барлық қалдықтар қоршаған ортаға теріс әсер етуі мүмкін.

Табиғи орта компоненттерінің ластануын болғызбау мақсатында өндіріс пен тұтынудың барлық қалдықтары ҚР қолданыстағы нормативтері мен стандарттарына сәйкес жиналуы, сақталуы, залалсыздандырылуы, тасымалдануы және орналастырылуы тиіс.

Кәсіпорындарда қалдықтарды басқарудың бірыңғай жүйесі жұмыс істеуі тиіс, ол келесілерден тұрады:

түзілетін қалдықтарды сәйкестендіру;

қалдықтарды одан әрі жою тәсілдерін оңтайландыру мақсатында олардың қауіптілік дәрежесі мен деңгейі бойынша түрлерді мақсатқа сай біріктіруді ескере отырып, олардың пайда болу орындарында бөлек жинау (сегрегация) ;

мақсатқа сәйкес шығарғанға дейін қалдықтарды жинау және уақытша сақтау;

бөлінген және бетондалған жабынмен жабдықталған алаңдарда қалдықтарды жинау

;

өз өндірісінде қалдықтардың белгілі бір түрлерін екінші рет пайдалану;

барлық қалдықтардың қозғалысын тіркей отырып, қатаң бақылаумен тасымалдау;

қалдықтарды шығаруды, қайта өңдеуді және орналастыруды жүзеге асыратын ұйымдарға қалдықтарды шарттық негізде беру.

Қалдықтарды ұйымдасқан түрде уақытша сақтау (жинақтау) орындары (оның ішінде бөшкелер, сыйымдылықтар, контейнерлер, қойма үй-жайлары, ашық алаңдар) экологиялық және санитариялық-эпидемиологиялық талаптарға сәйкес келуге тиіс.

Түзілетін қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін азайту мақсатында цемент өндіретін кәсіпорындар тұрақты негізде мыналарды қамтитын қалдықтармен жұмыс істеу жөніндегі іс-шараларды жоспарлап, іске асыруы тиіс:

пайда болған, алынған, жинақталған, қайта пайдаланылған, орналастырылған және басқа тұлғаларға берілген қалдықтарды есепке алу;

қалдықтарды қайта пайдаланғанға және/немесе қайта өңдегенге және бөгде ұйымға бергенге дейін оларды қауіпсіз сақтау;

қалдықтарды пайдалану, залалсыздандыру, тасымалдау, орналастыру жөніндегі қызметті жүзеге асыруға лицензиясы бар кәсіпорындармен қалдықтарды беру шарттарын уақтылы жасасу;

қауіпті қалдықтардың паспорттарын әзірлеу;

қалдықтарды жинақтау лимиттерінің, қалдықтарды көму лимиттерінің сақталуын бақылау; қалдықтар көлемін біртіндеп қысқарта отырып, қалдықтарды басқару бағдарламасын әзірлеу.

4.4.1. Цемент өнеркәсібі объектілеріндегі қалдықтарды басқару әдістері

Қайта пайдалану

Алынған қалдықтардың бір бөлігі цемент зауытында процестің талаптары мен нақты өнімнің сипаттамаларын ескере отырып қайта пайдаланылуы мүмкін.

Пеш тозаңы өндіріс процесіне тікелей қайтарылуы немесе басқа мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін. Тозанды қайтару тікелей пешке немесе пешке шикізат қоспасын берумен бірге (бұл жағдайда сілтілік металдардың концентрациясы шектеу факторы болып табылады) немесе цементпен араластырғаннан кейін жүзеге асырылуы мүмкін.

Қайталама материалдарды шикізат ретінде пайдалану

Өнеркәсіптік қалдықтар (күйдірілмеген шикізат, шикізат материалдарының кондициялық емес қоспасы (әктас, саз), футерлік отқа төзімді кірпіштің сынықтары) шикізат қоспасының құрамдас бөлігі ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Цемент өндірісінде меншікті және бөгде минералдық қоспалар, оның ішінде гипс тас және гипсоангидрит, құрамында темір бар қоспалар (өртенділер, металлургиялық қождар, темір кені), абразивтік бұйымдардың қалдықтары, құрылыс құмы, алевролит, түйіршіктелген қож, күл-қож қалдықтары пайдаланылады. Пайдаланылған майлардың бір бөлігі кәсіпорынның өндірістік қажеттіліктеріне, оның ішінде технологиялық жабдықтың тораптарын майлау үшін қайта пайдаланылады.

ЕО-да және әлемнің көптеген елдерінде айналмалы пештерді жағу кезінде отынға қосымша отын қоспасы ретінде майланған шүберек, пайдаланылған майлар қолданылады. Пайдаланылған майлардың бір бөлігі кәсіпорынның өндірістік қажеттіліктеріне, оның ішінде технологиялық жабдықтың тораптарын майлау үшін

қайта пайдаланылады. Шынында да, цемент процесі майлы шүберектен (сырттан немесе цемент зауыты жасаған) құтылудың өте жақсы құралы болып табылады, әйтпесе майлы шүберек көбінесе полигондарға түседі, онда олар топырақ пен жер асты суларын ластайды.

Пайдаланылған майға келетін болсақ, егер ЕО ережелерінде пайдаланылған майды кәдеге жаратудың ең жақсы әдісі оны қайта өңдеу екендігі айтылған болса да, пайдаланылған майды кез келген жану процесінде балама отын ретінде қолдануға болады, мысалы, цемент пен әк күйдіретін пештерде. Шынында да, белгілі бір аймақта немесе елде өндірілген барлық пайдаланылған майды өңдеу үшін өнеркәсіптік қуат жиі жетіспей жатады.

Қазіргі уақытта ҚР СТ 3129-2018 "Ресурстарды үнемдеу. Қалдықтар. Пайдаланылған жағармайлар" ҚР ұлттық стандартына сәйкес пайдаланылған майлар және пайдаланылған өнімдер, оның ішінде регенерация қалдықтарын қоса алғанда, майлау материалдары мен майларды алу мақсатына арналмаған өнімдер ерекше жағдайларда мемлекеттің табиғат пайдалану және қоршаған ортаны қорғау саласындағы құзыретті органдарының рұқсатымен отын дайындау кезінде тек энергетикалық қондырғыларда қолдануға арналған компоненттердің бірі ретінде пайдаланылуы мүмкін. Алайда Қазақстан Республикасындағы нормативтік құжаттаманы қайта қарау кезінде ЕО тәжірибесін пайдалануға болады.

Қайта өңдеуге/ орналастыруға беру

Өндірістік процеске қайтарылмайтын материалдар зауыттан өнеркәсіптің басқа салаларында пайдалану үшін немесе басқа қондырғыларда зауыттан тыс қалдықтарды қайта өңдеу үшін шарт негізінде мамандандырылған бөгде кәсіпорындарға жіберіледі.

Қалдықтардың энергетикалық әлеуетін пайдалану: қалдықтардан энергия алу.

Қалдықтарды баламалы отын ретінде пайдалану 4.9 - бөлімде ұсынылған.

4.4.2. Топырақ жамылғысының ластануын бақылау техникалары

Топырақ жамылғысының ластануы мен тозуын болғызбау үшін мынадай пайдалану шаралары іске асырылуы мүмкін:

ластағыш заттардың шығарындыларын тазарту жөніндегі жоғары тиімді жабдықтар мен технологияларды қолдану есебінен атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындыларын азайту;

тозаңды беттерді суландыру (жол төсемін ылғалдандыру тозаңның пайда болуын азайтып қана қоймайды, сонымен қатар жел эрозиясының алдын алатын жол төсемін тығыздайды);

өнеркәсіптік алаңның бетін жұмыс жағдайында ұстау және құру, ластану мен қоқыстарға жол бермеу, оның ішінде ағып кетулер мен төгілулердің алдын алу немесе тез жою бойынша іс-шаралар жүргізу, сондай-ақ дренаждық жүйелер мен басқа да жер асты коммуникацияларына қызмет көрсетуді қамтамасыз ету;

кәсіпорында сыртқы және барлық ішкі құрылыстардың герметикалығын, тұндырғыш тоғандардың, авариялық резервуарлардың және т. б. сенімді гидрооқшаулауын ұйымдастырумен сарқынды суларды тазалауға арналған жабдықты қамтамасыз ету;

көліктің жол жоқ жермен жүруін болғызбау (көліктің қарқынды тәртіпсіз қозғалысы жер бетіндегі тұз қыртысының бұзылуына және жел мен тұзды тасымалдау процесінің жандануына, сондай-ақ дефляция процестерінің дамуына әкелуі мүмкін);

сазды шикізатты сақтауды, тиеу-түсіру жұмыстарын және цемент зауытына және аршу жыныстарын тозаңданатын материалдардың қоршаған ортаға түсуін барынша азайтуды қамтамасыз ететін үйінділерге тасымалдауды ұйымдастыру; материалдарды тиеу және түсіру тек ағындардың ағып кетуінен қорғалған арнайы бөлінген орындарда жүзеге асырылады.

ЖЖМ мен ластағыш заттардың төгілуін болғызбау үшін бүтіндігін, герметикалығын тексеру мақсатында пайдаланылатын жабдыққа, техникаға уақтылы техникалық қызмет көрсету;

қалдықтардың барлық түрлерін қалыптастыру, жою және залалсыздандыру процестерін нақты жүйелеу. Кәдеге жаратуға жоспарланған қалдықтар жиналып, ағып кетуден қорғалған арнайы бөлінген орындарда сақталады;

бүлінген аумақтарды қалпына келтіру кезінде топырақтың құнарлы және ықтимал құнарлы қабаттарын кезең-кезеңімен селективті алу, жинау және одан әрі пайдалану арқылы топырақты сақтау;

жұмыс жүргізу аумағының рельефін қалпына келтіру, бүлінген жерлерді (аршу жыныстары үйінділерін) рекультивациялауды жүргізу;

бүлінген аумақтарды қалпына келтіру кезінде топырақтың құнарлы және ықтимал құнарлы қабаттарын кезең-кезеңімен селективті алу, жинау және одан әрі пайдалану арқылы топырақты сақтау.

4.5. Шу әсерін басқару және деңгейін төмендету техникалары

4.5.1. Цемент өндіру кезінде шудың әсер ету деңгейін төмендету

Шу бүкіл цемент өндірісі кезінде, шикізат, шикізат қоспасын дайындаудан бастап, күйдіру, цемент алу процесінде және цементті сақтау мен жөнелтуге дейін пайда болады.

Мұндай көздер шикізат өндіру және оны өңдеу, клинкер мен цемент алу, ұсақтау, ұнтақтау және шикізатты дайындау қондырғылары, цемент пештері, цемент диірмендері, таспалы конвейерлер, сүзгілер, қалпына келтіретін тоңазытқыш сияқты тоңазытқыштар және т.б. Шу бүкіл өндіріс процесінде пайда болады, карьердегі жарылыстан бастап соңғы өнімді алуға дейін.

Шудың пайда болуы өндірістік процестің барлық кезеңдерімен бірге жүреді: шикізатты өндіру мен дайындаудан бастап әк алу және материалдарды сақтау процесіне дейін, дайын өнімді түсіруге және жіберуге дейін. Мысалы, әк өндірісінде

эктас бөліктерін пешке беру шуды және / немесе қарқындылықты тудыруы мүмкін, бұл босату үшін арнайы шараларды қажет етеді.

Цемент өндірісінің әртүрлі бөлімдерінде қолданылатын ауыр машиналар мен үлкен желдеткіштер жоғары деңгейде шу шығарады және діріл тудырады, әсіресе келесі машиналар мен операциялардан:

науалар мен хопперлер;

шикізатты, отынды, клинкерді және цементті фракциялау, ұнтақтау, ұсақтау, електен өткізуді қамтитын кез келген операциялар;

түтін сорғыштар;

желдеткіштер;

вibratorлар.

Зауыттар шуды азайту үшін ұлттық стандарттардың талаптарын орындауы керек. Шуды азайтуға көбінесе шу көздерін оқшаулауға бағытталған техникалық шешімдерді тікелей қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Шуды азайту және оның жақын маңдағы аумаққа таралуын болғызбау үшін цемент зауытында шуды азайтудың әртүрлі техникалық шешімдері қолданылуы мүмкін:

шу шығаратын қондырғыларды қоршау;

діріл қондырғыларын оқшаулау;

науаларға, науаларға арналған төзімді материалдан жасалған ішкі және сыртқы қаптаманы пайдалану;

материалдарды қайта өңдейтін пайдалану жабдығын бүркемелеуге арналған құрылыстар;

шудан қорғайтын қабырғалардың құрылысы;

түтін мұржасына арналған шығыршықтағы бәсеңдеткіш;

дыбыс өткізбейтін ғимаратта орналасқан арналарды, құбырларды және ауа үрлегіштерді оқшаулау.

Егер жоғарыда аталған техникалық шешімдерді қолдану мүмкін болмаса және шу шығаратын қондырғыларды жеке ғимараттарға ауыстыру мүмкін болмаса, мысалы, пештердің мөлшері мен оларға қызмет көрсету құралдарына байланысты екінші техникалық шешімдер қолданылады. Мысалы, қорғалатын аймақ пен белсенді шу көзі арасындағы өсіп келе жатқан ағаштар мен бұталар сияқты ғимараттар немесе табиғи кедергілер, мысалы, пеш немесе қойма алаңы салынуы керек. Қорғалатын кеңістіктің есіктері мен терезелері шу шығаратын қондырғыларды пайдалану кезінде тығыз жабылуы тиіс. Егер тұрғын үй зауытқа жақын болса, өндірістік алаңда жаңа ғимараттар салуды жоспарлау шу шығарындыларын азайту қажеттілігімен байланысты.

Бастапқы шу туралы есеп және кейінгі мерзімді (мысалы, әр 3 жыл сайын) цемент-эк зауыттарының меншік шекарасының жеке нүктелерінде бақылау зауыт үшін де, кез келген зауыт үшін де жүргізілуі керек.

Өлшеулер күндіз-түні жүргізілуі керек.

Цемент диірмендері, желдеткіштер және басқа да ықтимал шу көздері сияқты жабдықты техникалық сипаттамалары бар құжатта жіктеп, егжей-тегжейлі сипаттау керек.

Егер қарастырылып отырған объект тұрғын аудандардың жанында орналасса, шуды тарату модельдері қажет болуы мүмкін кез келген түзету әрекеттерін анықтау үшін қолданылуы мүмкін, мысалы, шудан қорғау үшін экрандау немесе белгілі бір шеберханаларды оқшаулау.

Ұлттық / аймақтық / жергілікті нормативтік актілер болмаған жағдайда, меншік шекарасында (зауыт пен карьерде) бақыланатын шу деңгейі, кем дегенде, жергілікті нормативтік актілерде көрсетілген келесі шектеулерге сәйкес келуі керек: күндіз 65 дБ және түнде 55 дБ (жақын үйде).

4.5.2. Әк өндіру кезінде шудың әсер ету деңгейін төмендету

Шу әк өндірісінің барлық кезеңдерінде шығады. Шу көздері:

пешке, скипті құрылғыларға әктас/доломит беру;

транспорттер таспаларының жұмысы;

айналмалы пеш пен айналмалы тоңазытқыштың жұмысы;

түтін сорғыштар, желдеткіштер, сорғыштар;

ұсатқыштар, диірмендер, електер, жіктеуіштер, пневмокөлік, вибраторлар.

4.6. Иіс деңгейін төмендету техникалары

Иіс шығарындылары жақсы жұмыс істейтін цемент зауытында сирек кездесетін мәселе. Егер шикізат құрамында жылу алмастырғышта қызған кезде жанбайтын, бірақ пиролизге ұшырайтын жанғыш компоненттер (керогендер) болса, онда көмірсутектер шығарындылары пайда болуы мүмкін. Бұл шығарындылар құбырдың жоғарғы жағында "көк тұман" немесе эмиссиялық шлейф ретінде көрінуі мүмкін, ол қолайсыз ауа райында цемент зауытының айналасында жағымсыз иіс тудыруы мүмкін.

Құрамында күкірт бар отынды жағу және / немесе құрамында күкірт бар шикізатты пайдалану иіс шығаруға әкелуі мүмкін (мәселе әсіресе шахта пештерінде жиі кездеседі)

Сонымен қатар шикізат немесе отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар иіс шығаруы мүмкін, әсіресе өндірістің әртүрлі кезеңдерінде, мысалы, сақтау және өңдеу. NO_x азайту үшін аммиакты қолданған жағдайда, егер бұл процесс дұрыс басқарылмаса, өндіріс процесінің белгілі бір кезеңінде иіс пайда болуы мүмкін.

Көмірсутектерді шығару кезінде пайда болатын жағымсыз иістерді термиялық күйдіруді, белсендірілген көмір негізіндегі сүзгілерді немесе шикізатты тікелей пештің ыстық аймағына енгізу арқылы болғызбауға болады.

Егер иістің себебі күкірт қосылыстары болса, отынды немесе шикізатты өзгертуге болады.

Шикізат немесе отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар, әсіресе дайындау және сақтау сияқты кезеңдерде иістердің пайда болуына әкелуі мүмкін. Мұндай қалдықтарды жинайтын орындар жабық болуы тиіс немесе қалдықтарды сақтайтын арнайы жүйені қолдану қажет.

Иістің шығуы шахталық қайта құю пештерінде әк өндірісінде байқалуы мүмкін, бұл күкіртсутектің шығарылуынан болады. Бұл ішінара қалпына келтіруге және H_2S шығарылуына әкелуі мүмкін қарапайым күкірт формаларының болуына байланысты. Түтін газдарындағы H_2S шығарылуын азайту үшін регенеративті форсаж камерасын пайдалануға болады.

Отын құрамында 30 % кокс және 70 % антрацит пайдаланылған кезде 6 - 9,5 мг/Нм³ мөлшерінде күкіртсутегінің шығарылуы байқалады. Тек антрацит қолданылған жағдайда күкіртсутектің бөлінуі көрінбейтін деңгейден $> 1,6 \text{ мг/Нм}^3 >$ дейін төмендейді. Отындағы күкірт мөлшерінің төмендеуі иістердің шығарылуын төмендетуі мүмкін. Жағымсыз иістер отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардан туындауы мүмкін. Қалдықтар қоймаларын жабу немесе қалдықтарды сақтауға арналған жүйелерді пайдалану қажет.

4.7. Экологиялық менеджмент жүйесі

Бұл бөлімде қоршаған ортаны қорғауды басқару негізгі операциялардың экологиялық әсеріне байланысты басқару жүйелері мен басқару құралдарының өзара әрекеттесуі ретінде сипатталады. Бұлай болмаған жағдайда ол кешенді тәсілдің мақсатына сәйкес келмейді.

Әрбір нақты объектіде экологиялық менеджмент жүйесін (ЭМЖ) енгізу жүргізілетін қызметтің қоршаған ортаға әсеріне байланысты болады және өндірістік алаң аумағындағы және оның айналасындағы нақты экологиялық жағдайды ескеруге тиіс. Бұл тарауда ЭМЖ енгізу үшін қажетті және цемент өнеркәсібінің өндірістеріне жарамды жалпы қағидалар мен оларға қатысты құралдар ұсынылған.

ЭМЖ – бұл қондырғы операторларына экологиялық мәселелерді жүйелі және айқын негізде шешуге мүмкіндік беретін әдіс. ЭМЖ жалпы басқару жүйесінің және өндірісті операциялық басқарудың ажырамас бөлігін құрған кезде ең ықпалды және тиімді жүйе болып табылады.

ЭМЖ оператордың назарын қондырғының экологиялық сипаттамаларына аударады. Атап айтқанда, қалыпты және стандартты емес пайдалану жағдайлары үшін нақты жұмыс рәсімдерін қолдану арқылы, сондай-ақ тиісті жауапкершілік желілерін анықтау арқылы.

Барлық қолданыстағы ЭМЖ үздіксіз жетілдіру тұжырымдамасын қамтиды, яғни қоршаған ортаны басқару – бұл ақыр соңында аяқталатын жоба емес, үздіксіз процесс. Процестердің әртүрлі схемалары бар, бірақ ЭМЖ көпшілігі ұйымның басқа басқару контекстінде кеңінен қолданылатын PDCA (жоспарлау – жасау – тексеру – орындау)

цикліне негізделген. Цикл итеративті динамикалық модель болып табылады, онда бір цикл келесі циклдің басында аяқталады.

ЭМЖ стандартталған немесе стандартталған ("реттелетін") жүйе түрінде болуы мүмкін. ISO 14001:2015 сияқты халықаралық деңгейде танылған стандартталған жүйені енгізу және сақтау, әсіресе сыртқы тексеруден өткен жағдайда, ЭМЖ-ға деген сенімді арттыра алады. Қоршаған ортаны қорғау туралы мәлімдеме және қолданыстағы экологиялық заңнаманы сақтау тетігі арқылы қоғаммен өзара әрекеттесуге байланысты қосымша сенімділікті қамтамасыз етеді. Алайда стандартталмаған жүйелер, егер олар дұрыс жобаланған және енгізілген болса, бірдей тиімді болуы мүмкін.

Стандартталған жүйелер (ISO 14001:2015) және стандартталмаған жүйелер негізінен ұйымдарға қолданылады, бұл құжатта ұйымның барлық қызметін қоспағанда, мысалы, олардың өнімдері мен қызметтеріне қатысты ғана тәсіл қолданылады.

ЭМЖ мынадай компоненттерді қамтуы мүмкін:

1) компания мен кәсіпорын деңгейіндегі жоғары басшылықты қоса алғанда, басшылықтың мүдделілігі (мысалы, кәсіпорын басшысы);

2) ұйымның мәнмәтінін айқындауды, мүдделі тараптардың қажеттіліктері мен үміттерін анықтауды, қоршаған орта (және адам денсаулығы) үшін ықтимал тәуекелдермен байланысты кәсіпорынның сипаттамаларын, сондай-ақ қоршаған ортаға қатысты қолданылатын құқықтық талаптарды анықтауды қамтитын талдау;

3) менеджмент арқылы қондырғыны үнемі жетілдіруді қамтитын экологиялық саясат;

4) қаржылық жоспарлаумен және инвестициялармен бірге қажетті рәсімдерді, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және белгілеу;

5) ерекше назар аударуды талап ететін рәсімдерді орындау:

құрылым және жауапкершілік;

жұмысы экологиялық көрсеткіштерге әсер етуі мүмкін персоналды жұмысқа қабылдау, оқыту, оның хабардарлығы мен құзыреттілігі;

ішкі және сыртқы коммуникациялар;

ұйымның барлық деңгейлерінде қызметкерлерді тарту;

құжаттама (қоршаған ортаға елеулі әсер ететін қызметті бақылау үшін жазбаша рәсімдерді, сондай-ақ тиісті жазбаларды жасау және жүргізу);

тиімді операциялық жоспарлау және процестерді бақылау;

техникалық қызмет көрсету бағдарламасы;

төтенше жағдайлардың қолайсыз (экологиялық) салдарларының әсерін болғызбауды және/немесе азайтуды қоса алғанда, төтенше жағдайларға және ден қоюға дайындық;

экологиялық заңнамаға сәйкестігін қамтамасыз ету;

б) табиғат қорғау заңнамасының сақталуын қамтамасыз ету;

7) жұмыс қабілеттілігін тексеру және келесі іс-әрекеттерге ерекше назар аудара отырып, түзету шараларын қабылдау:

- мониторинг және өлшеу,
- түзету және алдын алу әрекеттері,
- жазбаларды жүргізу,

ЭМЖ-ның жоспарланған іс-шараларға сәйкес келетіндігін және тиісті түрде енгізіліп, қолдау көрсетілетінін анықтау үшін тәуелсіз ішкі және сыртқы аудит;

8) ЭМЖ-ға шолу және оның жоғары басшылық тарапынан үнемі жарамдылығы, жеткіліктілігі және тиімділігі;

9) жыл сайынғы тұрақты экологиялық есепті дайындау;

10) сертификаттау жөніндегі органның немесе ЭМЖ сыртқы верификаторының валидациясы;

11) таза технологияны дамытуды ұстану;

12) жаңа зауытты жобалау кезеңінде және оның бүкіл қызмет ету мерзімі ішінде қондырғыны пайдаланудан шығару мүмкіндігінен қоршаған ортаға әсерді қарау;

13) салалық бенчмаркингті тұрақты негізде қолдану (өз компанияңыздың көрсеткіштерін саланың үздік кәсіпорындарымен салыстыру);

14) қалдықтарды басқару жүйесі.

15) бірнеше операторлары бар қондырғыларда/объектілерде әртүрлі операторлар арасындағы ынтымақтастықты кеңейту мақсатында әрбір қондырғы операторының рөлдері, міндеттері және операциялық рәсімдерін үйлестіру айқындалатын бірлестіктерді құру;

16) ағынды сулар мен атмосфераға шығарындыларды түгендеу.

Осы тәсілге сәйкес экологиялық менеджменттің тиімді жүйесінде мынадай өзара байланысты құрылымдық элементтер бар:

бекітілген экологиялық саясат;

қоршаған ортаны қорғау жөніндегі бекітілген мақсаттар мен міндеттер;

экологиялық аспектілерді сәйкестендіру және бағалау рәсімдері;

экологиялық менеджмент жүйесін қолдауға жауапты персонал (оқыту);

операцияларды басқару;

экологиялық менеджмент жүйесін құжаттамалық қамтамасыз ету;

қызмет нәтижелерін бағалау (мониторинг, өлшеу, талдау және бағалау, ішкі аудит, басшылық тарапынан талдау);

мүдделі тараптардың пікірлерін есепке алу жүйесі (жұртшылық, мемлекеттік қадағалау органдары, өнім берушілер, мердігерлер және т. б.);

түзету және алдын-алу әрекеттері.

Жүйенің жұмыс істеу тиімділігін бағалаудың негізгі қағидаты неғұрлым маңызды экологиялық аспектілерден бастап табиғат қорғау қызметінің нәтижелілігін іс жүзінде

үздіксіз жақсартуды және қоршаған ортаға теріс әсерді төмендетуді қамтамасыз ету болып табылады.

Экологиялық менеджмент жүйесін сапа менеджменті жүйесімен (СМЖ) біріктіруге болады, өйткені кейбір аспектілер бірдей немесе ұқсас, біріктірілген менеджмент жүйесімен (БМЖ) немесе онсыз, бірақ ISO 14001 (қоршаған орта мәселелеріне қатысты) негізгі тарауларын ISO 9001 тарауларынан бөлек ұстау ұсынылады (сапа мен клиенттердің нақты мәселелеріне қатысты).

Экологиялық менеджмент жүйесін ұйымдастыру ерікті. Бұл ретте осы қағидат бойынша ұйымдастырылған ЭМЖ енгізу Қазақстанда өзін тиімді жүйе ретінде көрсетті.

Қажет болған жағдайда кәсіпорын сертификаттау органына жүгіну арқылы ЭМЖ-ны сертификаттай алады. Экологиялық менеджмент жүйесін сертификаттау кәсіпорынға нарықта бірқатар артықшылықтар береді және кейде тұтынушылардың және/немесе өнім берушілердің тікелей талабы болып табылады.

Қоршаған ортаға теріс әсерді болғызбау көбінесе технологиялық процесті дұрыс жүргізуге, технологиялық және өзге де өндірістік операцияларды орындауға, сондай-ақ орындалатын жұмыстар мен жауапкершілік деңгейіне сәйкес келетін персоналдың экологиялық қауіпсіздік саласындағы хабардар болуының тиісті деңгейіне байланысты болады.

ЕҚТ жұмысты сапалы орындау және қоршаған ортаны қорғау процесінде өзінің рөлін түсіну үшін персоналдың біліктілігін үнемі арттыруды көздейді. Ол үшін персоналды оқыту процесі бойынша ұйымның стандартын әзірлеу қажет, ол мыналарды көздеуі тиіс:

оқыту кестелері, персоналдың біліктілігін арттыру бағдарламалары (тағылымдамалар, қайта даярлау);

білім беру саласында тиісті лицензиялары бар оқу орындарының базасында оқыту жүргізу;

персоналдың біліміне мерзімді тексеру жүргізу.

4.7.1. Шикізат пен отынның сапасын бақылау, отынның әртүрлі түрлеріне арналған бақылау параметрлері

4.7.2. Өндірістік экологиялық бақылау

Өндірістік экологиялық бақылау (ӨЭБ) экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізі болып табылады және қоршаған ортаны қорғау саласындағы талаптарды сақтау мақсатында кәсіпорын оны өз қаржыландыру көздері есебінен дербес жүзеге асырады.

Тұрақты бақылауға жататын кәсіпорындардың ӨЭБ объектілері :

ластағыш заттар (бұдан әрі – ЛЗ) шығарындыларының көздері;

ЛЗ төгінділерінің көздері;

қалдықтардың түзілу көздері мен орналастыру объектілері.

Өндірістік экологиялық бақылауды жүргізудің мақсаттары:

Қазақстан Республикасының экологиялық заңнамасы талаптарының сақталуын қамтамасыз ету;

шаруашылық және өзге де қызмет процесінде қоршаған ортаны қорғау,

табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және қалпына келтіру жөніндегі іс - шаралардың (бұдан әрі – табиғат қорғау іс-шаралары) орындалуын қамтамасыз ету.

Өндірістік экологиялық бақылаудың негізгі міндеттері:

ҚР экологиялық заңнамасы талаптарының сақталуын бақылау;

табиғи ресурстарды өндіру шарттары мен көлемдерінің сақталуын, оның ішінде табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және қалпына келтіру жөніндегі іс-шаралардың орындалуын бақылау;

белгіленген нормативтердің, қоршаған ортаға жол берілетін әсер ету лимиттерінің және тиісті рұқсаттардың уақтылы әзірленуін және сақталуын; сарқынды суларда жол берілетін және уақытша жол берілетін ЛЗ шоғырлануының нормативтерінің сақталуын; қоршаған ортаға түсетін ЛЗ номенклатурасы мен санын, сондай-ақ көрсетілетін физикалық және биологиялық әсер ету деңгейін есепке алуды; қауіпті қалдықтармен жұмыс істеуді; табиғат қорғау жабдықтары мен құрылыстарын пайдалануды; қоршаған ортаны қорғау жөніндегі іс-шаралардың орындалуын бақылау;

қоршаған ортаны қорғау бойынша құжаттардың жүргізілуін бақылау; қоршаған ортаның жай-күйі және ластануы туралы мәліметтердің уақтылы ұсынылуын; қоршаған ортаны қорғау және табиғатты пайдалану саласында оқытудың, нұсқамалықтың және білімді тексерудің ұйымдастырылуын және өткізілуін бақылау;

қоршаған ортаны қорғау және экологиялық қауіпсіздік саласындағы техникалық регламенттердің талаптарына сәйкестігі.

Өндірістік экологиялық бақылау өндірістік экологиялық бақылау бағдарламасының негізінде жүргізіледі.

ӨЭБ бағдарламасы ішкі пайдаланудың бірыңғай, дербес құжаты ретінде айқындалады және өндірістік экологиялық бақылау мен қоршаған ортаның өндірістік мониторингін жүргізуге арналған нұсқаулық болып табылады.

Құрылымы жағынан өндірістік экологиялық бақылау бағдарламасы екі бөлімді қамтиды:

өндірістік мониторинг.

өндірістік экологиялық бақылау.

Өндірістік мониторинг белгіленген кезеңділікпен объективті деректер алу үшін орындалатын өндірістік экологиялық бақылаудың элементі болып табылады.

Өндірістік экологиялық бақылау кәсіпорынның өндірістік қызметінің экологиялық аспектілерін бақылау жөніндегі әкімшілік-шаруашылық іс-шаралар кешенін (оның ішінде өндірістік мониторинг нәтижелері бойынша) білдіреді.

Қоршаған ортаның өндірістік мониторингі кәсіпорын қызметінің нәтижесінде қоршаған ортаға нақты әсерді айқындау жөніндегі ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралар кешенін білдіреді.

Қоршаған ортаны өндірістік мониторингтеудің міндеті қоршаған ортаның негізгі компоненттерінің: атмосфералық ауаның, су ортасының, топырақ жамылғысының жай-күйінің көрсеткіштерін айқындау болып табылады.

Мониторинг түрлері:

операциялық мониторинг;

қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингі;

әсер ету мониторингі.

Операциялық мониторинг (өндірістік процестің мониторингі) қызмет көрсеткіштерінің оны тиісінше жобалық пайдалану және цемент зауытының технологиялық регламентінің шарттарын сақтау үшін орынды деп есептелетін диапазонда екенін растау үшін технологиялық процестің параметрлерін бақылауды қамтиды.

Операциялық мониторинг процесінде табиғат пайдаланудың нақты деректерін (штаттық режимде) белгіленген көрсеткіштермен салыстыру мақсатында кәсіпорын қызметін бақылау жүзеге асырылады:

жер қойнауын пайдалану параметрлерін есепке алу (пайдалы қазбаларды өндіру көлемі);

қайта өңделетін және пайдаланылатын шикізат пен материалдар санын есепке алу;

қалдықтармен жұмыс істеуді есепке алу (түзілу көлемі және жұмыс істеу тәсілдері);

жабдықтың жұмыс уақытын және технологиялық процесс параметрлерін есепке алу

;

технологиялық және тұрмыстық қажеттіліктерге тұтынылатын суды есепке алу.

Қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингі өндірістік шығындарды, эмиссиялардың саны мен сапасын және олардың өзгеруін бақылауды қамтиды. Цемент өндірісі кәсіпорындары үшін шаруашылық қызметтің ерекшелігін ескере отырып, атмосфералық ауаға эмиссиялар мониторингін және қалдықтар мониторингін жүргізу көзделеді.

Әсер ету мониторингі – бұл кәсіпорынның өндірістік қызметі нәтижесінде қоршаған орта компоненттерінің жай-күйінің өзгеруін бақылау.

Цемент өнеркәсібінің кәсіпорындары үшін олардың қызметінің ерекшелігіне сәйкес атмосфералық ауаның мониторингі әсер ету мониторингінің құраушылары болып табылады.

Цемент өнеркәсібі кәсіпорындары үшін топырақ жамылғысының мониторингін ұйымдастыру көзделмеген.

Қоршаған ортаның өндірістік мониторингін Қазақстан Республикасының техникалық реттеу туралы заңнамасында белгіленген тәртіппен аккредиттелген өндірістік немесе тәуелсіз зертханалар жүзеге асырады.

4.7.2.1. Атмосфералық ауаны қорғау саласындағы өндірістік бақылау

ӨЭБ бағдарламасының "Атмосфералық ауаға эмиссиялар мониторингі" бөлімінде шекті жол берілетін шығарындылардың нормативтерін белгілеу кезінде нормаланатын немесе пайдаланылатын параметрлер мен сипаттамаларға тұрақты бақылау жоспарлануы тиіс:

атмосфераға ЛЗ бөлетін көздер:

атмосфераға ЛЗ шығарындыларының ұйымдастырылған және ұйымдастырылмаған, стационарлық және жылжымалы көздері;

газ тазарту қондырғылары.

Атмосфералық ауаны қорғау саласындағы іс-шаралар бағдарламасында құрылымдық бөлімшенің (алаңның, цехтың немесе басқалардың) нөмірі мен атауы, олар болған жағдайда шығарындылар көздерінің нөмірі мен атауы, ЛЗ, бақылау жүргізу мерзімділігі, сынамаларды іріктеу орындары мен әдістері, пайдаланылатын өлшеу әдістері мен әдістері, шығарындылар көздеріндегі бақылау әдістері (аспаптық) көрсетілген стационарлық шығарындыларды бақылау жоспар-кестесі болуға тиіс.

Цемент өндірісіндегі шығарындылардың басым көздері клинкер пештері, клинкер тоназытқыштары және құрғақ диірмендер болып табылады.

Бақылаудың жоспар-кестесіне ЛЗ (оның ішінде маркерлік) енгізілуі тиіс стационарлық көздер шығарындыларында болатын және оларға қатысты технологиялық көрсеткіштер, бақылаудың пайдаланылатын әдістерін көрсете отырып, шекті жол берілетін шығарындылар белгіленген стационарлық көздер шығарындыларындағы ЛЗ (аспаптық) көрсеткіштері, сондай-ақ бақылау жүргізудің кезеңділігі технологиялық жабдықтың өзгерген режимде үш айдан астам жұмыс істеу немесе оны жаңа тұрақты жұмыс режиміне ауыстыру және қондырғыны күрделі жөндеуді немесе қайта жаңартуды аяқтау жағдайларын қоса алғанда, әрбір тұрақты шығарындылар көзіне және олар шығаратын ЛЗ-ға қатысты (аспаптық бақылау әдістерімен).

Бақылаудың жоспар-кестесіне Эмиссиялары экологиялық нормалауға жататын ластағыш заттардың тізбесінде көзделген ластағыш заттар кіреді [55].

Дегенмен, ЕО-да және бүкіл әлемде нүктелік көздер атмосферасын бақылаудағы 30 жылдан астам тәжірибеге сүйене отырып, цемент зауыттарынан шығатын газдарды өлшеуге болады.

Жер бетіндегі және атмосфералық ауадағы ластағыш заттардың шоғырлануының өнеркәсіптік кәсіпорындардың (мысалы, цемент зауыты) нүктелік көздерден (мысалы, түтін мұржалары) шығатын шығарындыларымен нақты арақатынасы жоқ. Көптеген басқа параметрлер (атмосфералық жағдайлар, әртүрлі реттегіштерден ластағыш заттар

және т.б.) атмосфералық ауадағы ластағыш заттардың концентрациясына әсер етуі мүмкін.

Бақылаудың жоспар-кестесі шығарындылардың әрбір стационарлық көзіне және олар шығаратын ЛЗ қатысты бақылау жүргізудің кезеңділігін (бақылаудың есептік және аспаптық әдістерін) қамтуға тиіс.

Бағдарламаның "Әсер ету мониторингі" бөлімінде шекті жол берілетін шығарындылардың нормативтерін белгілеу кезінде нормаланатын немесе пайдаланылатын параметрлер мен сипаттамаларды тұрақты бақылау жоспарлануы тиіс. Санитариялық-қорғаныш аймағының (СҚА) шекарасында цемент өндіру кәсіпорындары үшін СҚА мөлшері кемінде 1000 м, әк өндіру кезінде кемінде 500 м, Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің м.а. 2022 жылғы 11 қаңтардағы № ҚР ДСМ-2 бұйрығына сәйкес [56].

Атмосфералық ауаны қорғау саласындағы ӨЭБ бағдарламасында өлшенетін ластағыш заттарды, сынамаларды алу мерзімділігін, орындары мен әдістерін, пайдаланылатын әдістері мен өлшеу әдістемелерін көрсете отырып, атмосфералық ауаның ластануына бақылау жүргізудің жоспар-кестесі болуға тиіс.

Бақылау жоспар-кестесі мыналарды қамтуы тиіс:

әрбір бақылау пунктiнiң нөмірін көрсете отырып, бақылау пункттерiнiң географиялық координаттары (СҚА шекарасында кемінде 3 бақылау нүктесінде);

әрбір пунктте бақыланатын ластағыш заттардың тізбесі;

атмосфералық ауадағы ластағыш заттардың концентрациясын анықтау әдістері;

атмосфералық ауа сынамаларын алу кезеңділігі.

Өндірістік экологиялық бақылауды жүзеге асыру кезінде өлшеу объектідегі қолданылатын технологиялар мен өндірістік процестің ерекшеліктерін сипаттайтын ластағыш заттардың шығарындыларына қатысты міндетті түрде жүргізіледі, олардың көмегімен барлық ластағыш заттардың (маркерлік заттардың) мәнін бағалау мүмкін болады.

Цемент өндіруге арналған бақыланатын маркерлік заттардың тізбесі:

қалқыма заттар (тозаң);

азот оксиді (NO);

азот диоксиді (NO₂);

күкірт диоксиді (SO₂);

көміртегі оксиді (CO).

Баламалы отынды пайдаланған жағдайда маркерлік заттардың тізбесі кеңейтілуі тиіс.

Қазақстан Республикасының стандарттарына, сондай-ақ цемент өнеркәсібінде өндірістік экологиялық бақылау жүргізу саласындағы халықаралық стандарттарға

сәйкес болу мақсатында келесі ЛЗ қатысты тұрақты мониторинг пен параметрлерді өлшеуді жоспарлау қажет:

өте ұшпа металдар [сынап (Hg) және таллий (Tl)];

HCL және HF – шығарындылардың ағымдағы нормативін растау үшін;

ұшпа органикалық қосылыстар (ҰОҚ), ПХДД және ПХДФ – қалдықтарды шикізат немесе балама отын ретінде пайдалану кезінде.

Бұл жағдайда өлшемдерді орындау мерзімділігін кәсіпорын ӨЭБ бағдарламасы негізінде белгілейді.

Ең жақсы қолжетімді техникалардың талаптарына сәйкес параметрлер мен шығарындыларды тұрақты мониторингтеуді және өлшеуді ұйымдастыру жөніндегі ұсынымдар 4.5-кестеде келтірілген.

4.5-кесте. Параметрлер мен шығарындылардың тұрақты мониторингін және өлшеуін ұйымдастыру бойынша ұсынымдар

Р/с №	Әдіс (жабдық)	Қолданылуы
1	2	3
1	Тозаң шығарындыларын, NO _x , SO ₂ және CO үздіксіз өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
2	Процестің тұрақтылығын көрсететін процесс параметрлерін – температураны, газдың ылғалдылығын, O ₂ мөлшерін, ыдырауы және ағыс жылдамдығын үздіксіз өлшеу	Жалпы қолданылады
3	Процестің сындарлы параметрлерін мониторингтеу және тұрақтандыру: араластырылатын шикізаттың біртектілігі, отын беру, тұрақты мөлшерлеу, артық ауа деңгейі	Жалпы қолданылады
4	Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру технологиясы (SNCR) қолданылған кезде NH ₃ шығарындыларын үздіксіз өлшеу	Жалпы қолданылады
5	HCl, HF және ЖОҚ (жалпы органикалық көміртегі) шығарындыларын үздіксіз немесе мерзімді өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
6	Ұшпа органикалық қосылыстар, ПХДД/ПХДФ (полихлорланған дибензодиоксиндер мен дибензофурандар) және металдар шығарындыларын мерзімді өлшеу	Қалдықтарды шикізат немесе баламалы отын ретінде пайдалану кезінде

7	Тозаң шығарындыларын үздіксіз және мерзімді өлшеу	Пеште күйдіру процесі үшін қолданылмайды. Тозаң түзетін процестердің шағын көздері (<10 000 Нм ³ /сағ) үшін салқындату мен ұсақтаудың негізгі процестерінен басқа, өлшеу жиілігі немесе техникалық сипаттамаларын тексеру технологиялық регламенттің талаптарына негізделуі тиіс.
8	Өлшеулер өндірістік бақылау кестесіне сәйкес жүзеге асырылады	

Жүйелі мерзімдік мониторинг (әдетте аккредиттелген сыртқы ұйым іріктейтін және бұдан әрі зертханада талданатын іріктемелі сынамалар) жылына кемінде бір рет мынадай заттар үшін тиісті түрде жүргізіледі:

металдар және олардың қосылыстары (күшән, сүрме, қорғасын, кадмий, хром, кобальт, мыс, марганец, никель, сынап, таллий және ванадий);

диоксиндер мен фурандар;

ЖОК/ҰОҚ;

НСІ;

НҒ;

NH_3 (әсіресе, егер NO_x шығарындыларын азайту үшін SNCR сияқты шығарындылармен күресу әдісі қолданылса).

Мерзімді бақылау қалдықтар шикізат немесе отын ретінде пайдаланылған кезде жоғарыда аталған ластағыш заттар үшін өте маңызды болғанымен, бүкіл әлемдегі көптеген кәсіпорындарда бұл ластағыш заттар кәдімгі шикізат пен қазбалы отынды пайдалану немесе пештің жұмыс жағдайлары нәтижесінде пайда болуы мүмкін.

Бұл осы ластағыш заттардың шығарындылары туралы ауық-ауық біліп тұру маңыздылығының себебі осында. Сонымен қатар пайдаланылған отынға, процестің жағдайына және шығарындылардың маңыздылығына байланысты қосымша өлшеулер қажет болуы мүмкін.

Аспаптық бақылау

Атмосфераға шығарылатын ластағыш заттардың сапалық және сандық құрамын айқындау аккредиттелген зертхана (өз кәсіпорны не шарт бойынша бөгде) жүзеге асыратын тікелей аспаптық өлшеулермен жүзеге асырылады.

Атмосфералық ауаға ЛЗ шығарындыларына өндірістік экологиялық-талдамалық бақылау жүргізу кезінде ластанудың стационарлық көздерінен шығарындылардың сандық және сапалық құрамы анықталады. Өлшеу нәтижелерін бағалау үшін жұмыс параметрлерін (өлшеу жүргізу шарттары) көрсету керек:

айналмалы пештер үшін жұмыс параметрлері: температура, оттегінің мөлшері, қысым, ағын (көлемді ағын) және шығатын газдардың ылғалдылығы;

басқа көздер үшін (ұнтақтағыштар, диірмендер, тиегіштер және т. б.) - температура мен қысым;

белгіленген нормативтерді сақтау;

СҚА шекарасындағы атмосфералық ауаның сапасы.

Біркелкілік және еуропалық деректерге сәйкестік мақсатында ластағыш заттардың шығарындылары бойынша барлық деректер стандартты шарттарға, яғни оттегінің референттік құрамы O_2 , айн. % о кезінде 273 К температурада және 101,3 кПа қысымда құрғақ газ ағынына келтірілуі тиіс. Егер газ ағынындағы оттегінің нақты құрамы референттіктен өзгеше болса, онда шығарындылардың шоғырлануын стандартты жағдайға қайта есептеу мынадай формула бойынша жүзеге асырылады:

Станд.= Сөлш.21- Ореф.21- Офакт. ,

мұндағы Сөлш.және Станд.ағымда және стандартты жай-күйде өлшенген ластағыш заттар шығарындыларының шоғырлануы, мг/Нм³;

Офакт. өлшеу кезіндегі ағындағы оттегінің нақты концентрациясы, айн. %;

Ореф. оттегінің анықтамалық концентрациясы, айн.% : цемент өндірісінде Ореф.= 10 %; әк өндірісінде Ореф.= 11 %.

Газ құбырындағы газдардың өкілдік сынамалары ҚР СТ ISO 10396 стандартына (4.6 -кесте) сәйкес экстрактивті және экстрактивті емес әдістермен іріктелуі мүмкін.

Газ құбырындағы газдардың өкілдік сынамалары ҚР СТ ISO 10396 стандартына (4.6 - кесте) сәйкес экстрактивті және экстрактивті емес әдістермен іріктелуі мүмкін.

Сонымен қатар басқа халықаралық танылған әдістерді (ISO) қолдануға болады.

Сынамаларды экстрактивті іріктеу әдісі кезінде газ талдағышқа тасымалдау алдында газдар дайындалады: аэрозольдерден, қатты бөлшектерден және басқа да кедергі жасайтын заттардан тазартылады. Сынамаларды экстрактивтік емес іріктеу кезінде өлшеулер орнында жүргізіледі, сондықтан қажетті сүзуді қоспағанда, сынама дайындау кезеңі болмайды.

Өлшемдердің аттестатталған әдістері (әдістемелері) туралы мәліметтер Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесінің тізілімінде орналастырылған.

4.7.2.2. Су ресурстарын қорғау және пайдалану саласындағы өндірістік бақылау

Су ресурстарының өндірістік мониторингі болып жатқан өзгерістерді уақтылы анықтау және бағалау, су ресурстарын ұтымды пайдалануға және қоршаған ортаға әсерді жұмсартуға бағытталған іс-шараларды болжау үшін кәсіпорын қызметін бақылау мен байқаудың бірыңғай жүйесін білдіреді.

4.6-кесте. Өнеркәсіптік шығарындылар мен жұмыс аймағының ауасы үшін өлшеулерді орындаудың бақыланатын көрсеткіштері мен әдістемелері

Р/с №	Көрсеткіш	Өлшеулерді орындау әдістемелері және сынау әдістері
-------	-----------	---

1	2	3
1	Сынама алу	ҚР СТ ISO 10396 МВИ № ПЭП-МВИ-002 ПНД Ф 13.1:2:3.25 EN 13284-1 US EPA 1,2
2	Тозаңның болуы (тозаңдану)	ҚР СТ 2.302 ҚР СТ 1517 ҚР СТ 2.297 ҚР СТ ИСО 12141 EN 13284 US EPA 5, 5i,
3	Ағын жылдамдығы	МемСТ 17.2.4.06 ҚР СТ 1517 EN 13284-1 US EPA 1, 2
4	Ағынның қысымы мен температурасы	МемСТ 17.2.4.07 ҚР СТ 1517 EN 13284 US EPA 1, 2
5	ЛЗ концентрациясы: NO _x , CO, SO ₂	ҚР СТ 2.297 ҚР СТ 1516 МВИ № ПЭП-МВИ-002 Әртүрлі газ талдағыштарға арналған нұсқаулықтар (паспорттар) EN 14792 ; EN 15058 и EN 14791 EN 15058 и EN 14791 US EPA 7E , US EPA 10 и US EPA 6
6	Ағынның ылғалдығы	МемСТ 17.2.4.08 ҚР СТ 1517 EN 14790 US EPA 4

Су ресурстары жай-күйінің өндірістік мониторингі шеңберінде су тұтыну және су бұру жүйелерін бақылау және қаралатын ауданның су ресурстарына әсер ету көздеріне байқауларды жүзеге асыру, сондай-ақ оларды ұтымды пайдалану көзделеді.

Мониторинг нәтижелері өндірістік қызметті жүзеге асыру кезінде қоршаған ортадағы болып жатқан өзгерістерді уақтылы анықтауға және бағалауға мүмкіндік береді.

Су ресурстары жай-күйінің мониторингі мыналарды қамтиды:

операциялық мониторинг - сарқынды суларды тазарту құрылыстарының жұмысы мен тиімділігін бақылау;

эмиссиялар мониторингі - ағызылатын сарқынды сулардың көлемін және олардың белгіленген лимиттерге сәйкестігін бақылау; сарқынды сулардың сапасын бақылау

және сарқынды суларды қабылдағышқа – жинақтағыш тоғанға бұру кезінде олардың РШТ белгіленген нормаларына сәйкестігі;

әсер ету мониторингі – сарқынды суларды қабылдағыш-жинағыш тоған (ластағыш заттардың фондық шоғырлануы) суларының сапасын бақылау.

"Су объектілерін қорғау және пайдалану саласындағы өндірістік бақылау" деген кіші бөлімде нормаланатын параметрлер мен сипаттамаларға тұрақты бақылау жоспарлануға тиіс:

ағынды сулардың түзілуіне байланысты технологиялық процестер мен жабдықтар;
су жинау және пайдаланылатын суды есепке алу орындары;
сарқынды суларды, оның ішінде тазартылған;

сарқынды суларды тазартуға арналған құрылыстар мен кәріз жүйелерінің құрылыстарын;

су тұтыну және су бұру жүйелері;

пайдалануға рұқсат беру құжаттамасы негізінде жүзеге асырылатын жер үсті және жер асты су объектілері, сондай-ақ су қорғау аймақтары мен жағалаудағы қорғау белдеулері аумақтары.

"Су объектілерін қорғау және пайдалану саласындағы өндірістік бақылау" кіші бөлімі мыналарды қамтуға тиіс:

су объектілерінен су ресурстарын алу (алып қою) көлемін есепке алу жөніндегі іс-шаралар;

су ресурстарының жай-күйін бақылаудың жол берілетін ағызу нормативтеріне сәйкес келетін анықталатын ЛЗ мен көрсеткіштердің тізбесімен жоспар-кестесі, сарқынды сулардың сынамаларын іріктеу және талдау кезеңділігі; сынама алу орындары; аттестатталған өлшеу әдістемелерін (әдістерін) көрсету.

Су ресурстарының жай-күйін бақылаудың жоспар-кестесі арнайы су пайдалануға рұқсаттың, су объектілеріне ЛЗ төгуге рұқсаттың немесе су бұру шартының талаптарына сәйкес әзірленеді және сарқынды суларды тазартудың және тұнбаларды өңдеудің барлық кезеңдері мен сатыларындағы тазарту құрылыстары жұмысының тиімділігін технологиялық бақылау жөніндегі іс-шараларды қамтуға тиіс.

ӨЭБ бағдарламасында сарқынды суларды су объектісіне негізгі гидрологиялық фазаларға (су ағындары үшін) және негізгі гидрологиялық жағдайларға (су айдындары үшін) ағызуға (шығаруға) қатысты фондық және бақылау тұстамаларындағы жерүсті суларының сапасына байқауларды жүзеге асыруды көздеу қажет.

Бағдарламада жол берілетін төгіндінің нормативтеріне, уақытша рұқсат етілген төгінділерге сәйкес келетін анықталатын ЛЗ мен көрсеткіштердің тізбесі, жер үсті суларының сынамаларын іріктеу және талдау кезеңділігі, сынамаларды іріктеу орны туралы мәліметтер, сондай-ақ су объектісіне байқау жүргізу кезінде пайдаланылған өлшеулердің аттестатталған әдістемелерінің (әдістерінің) көрсетілуі тиіс.

Су объектісінің фондық және бақылау тұстамаларындағы жер үсті суларының сынамаларын алу және талдау кезеңділігі сарқынды суларды бақылау мерзімдерімен қатар жүргізіледі және талдамалық бақылау кестесімен белгіленеді.

Сарқынды сулардың сынамалары жақсы араласқан ағындардан, мүмкін болатын тіреудің әрекет ету аймағынан тыс алынуы тиіс. Нормативтердің сақталуын бақылау, ЛЗ ағызу массасын есепке алу және есептеу мақсаттары үшін сарқынды сулардың сынамаларын су бұру құрылғыларынан алады. Сарқынды сулардың сынамаларын алу орындары ағызу нүктесіне барынша жақын болуы тиіс.

Сарқынды сулардың сапасын бақылау жеке зертханамен немесе сырттан аккредиттелген зертханамен (шарт негізінде) сынама алу жолымен талдамалық әдіспен жүзеге асырылады.

Өлшемдердің аттестатталған әдістері (әдістемелері) туралы мәліметтер ҚР өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесінің тізілімінде орналастырылған.

4.7.2.3. Қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы өндірістік бақылау

"Қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы өндірістік бақылау" кіші бөлімінде мынадай нормаланатын параметрлер мен сипаттамаларға тұрақты бақылау жоспарлануы тиіс:

қалдықтардың түзілуіне байланысты технологиялық процестер мен жабдықтар;

кәсіпорынның қарауындағы қалдықтарды тасымалдау, өңдеу, кәдеге жарату, залалсыздандыру жүйелері;

өндірістік алаңда орналасқан және/немесе кәсіпорынның қарауындағы қалдықтарды жинақтау және орналастыру объектілері.

Кіші бөлім қалдықтарды орналастыру объектілерінің аумақтарындағы (олар болған кезде) және олардың қоршаған ортаға әсері шегіндегі қоршаған ортаның жай-күйі мен ластануына мониторинг жүргізу бағдарламасын қамтуға тиіс.

4.7.2.4. Үздіксіз өндірістік бақылау

418 Өтпелі ережелер бабының 16-тармағына сәйкес 2021 жылғы 1 шілдеге дейін пайдалануға берілген объектілерге қатысты Экология кодексінің эмиссиялардың автоматтандырылған мониторингі жүйесінің міндетті болуы туралы талабы 2023 жылғы 1 қаңтардан бастап қолданылады [1].

Алайда I санаттағы объектілер болып табылатын цемент өндіру бойынша кәсіпорындарда ғана "Өндірістік экологиялық бақылау жүргізу кезінде қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесін жүргізу қағидалары туралы" бұйрыққа сәйкес жалпы шығарындылары жылына 500 және одан да көп т/жыл құрайтын стационарлық көздер үздіксіз өндірістік бақылаудың, яғни ластағыш заттар шығарындыларының көлемін немесе массасын, олардың шоғырлануын өлшеу және есепке алудың автоматты құралдарымен, сондай-ақ ЛЗ шығарындыларының көлемі және/немесе массасы туралы және ЛЗ концентрациясы туралы ақпаратты тіркеу және берудің техникалық құралдарымен жарақталған болуы тиіс [57].

ЛЗ массалық концентрациясын автоматты үздіксіз өлшеу үшін сынама іріктеуде, тасымалдауда және сынаманы дайындауда қажеттілігі жоқ саз талдағыштар пайдаланылады.

Үздіксіз өндірістік бақылауға мынадай ЛЗ жатады: өлшенген заттар (тозаң), NO_2 , NO , SO_2 , CO , NO_x жиынтық концентрациясын өлшеуге рұқсат етіледі.

Айналмалы пештен шығарылатын шығарындылардағы ластағыш заттардың жаппай шоғырлануын үздіксіз өлшеу Экология кодексінің 418- бабының 16-тармағына сәйкес қоршаған ортаға эмиссиялардың автоматтандырылған мониторингі жүйесі арқылы жүргізілетін технологиялық көрсеткіштерге сәйкестікті растау үшін қажет.

4.8. Энергия тұтынуды төмендету (энергетикалық тиімділік)

4.8.1. Цемент өндіру кезінде энергия тұтынуды төмендету (энергетикалық тиімділік)

Цемент өнеркәсібі энергия ресурстарын тұтынуда жетекші орын алады. Қара және түсті металлургиямен, отын өңдеу және химия өнеркәсібімен қатар, құрылыс материалдарын, соның ішінде цемент өндірісі өнеркәсіптің энергетикалық балансының негізгі компоненттерінің бірі болып табылады.

Цемент саласының энергия сыйымдылығы цемент өндіру тәсіліне байланысты. Негізгі энергетикалық ресурстар отын және электр энергиясы болып табылады.

Цемент өндірісінің энергия тұтынуында жетекші технологиялық процестер электр энергиясы мен отын энергиясын пайдалану арқылы сатылатын ұнтақтау, ұсақтау, күйдіру, араластыру процестері болып табылады. Отынның ұтымды түрлерін және энергия тұтынатын жабдықты дұрыс таңдау, сондай - ақ жылу және масса алмасу процестерін қарқындату проблемасын шешу өндіріс тиімділігін арттырудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады.

4.8.1.1. Жылу энергиясын тұтынуды төмендету

1 тонна клинкерді күйдіруге арналған отынның нақты шығыны негізінен портландцемент өндіру тәсіліне, айналмалы пештің түрі мен конструкциясына, клинкерді өндіру үшін қолданылатын шикізат компоненттері мен шикізат қоспасының химиялық (мысалы, бос немесе байланысқан кремний оксиді) және физикалық (ылғалдылық) қасиеттеріне байланысты.

Энергияны көп қажет ететін – цемент алудың дымқыл тәсілі. Осындай тәсілмен цемент өндіру кезінде отынның өнімсіз шығындары шамамен 75 %-ды құрайды. 1 тонна цемент өндіруге шикізат, қоспалар, отын, су және ауа сияқты 5 тоннадан астам материал жұмсалады [7]. Сондықтан жаңа зауыттар мен жаңғыртылатын жұмыс істеп тұрған кәсіпорындар үшін көп сатылы циклондық жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар цемент өндірудің құрғақ тәсілі тән.

Қазіргі уақытта Қазақстанда цемент өндірудің дымқыл тәсілі мына кәсіпорындарда қолданылады: "Семей цемент зауыты" ӨК" ЖШС, "SAS-Tobe Technologies" ЖШС, "Бұқтырма цемент компаниясы" ЖШС.

[2, 9] келтірілген деректер циклондық жылу алмастырғыштары мен декарбонизаторы бар құрғақ тәсілді пештерді пайдалану кезінде отынның нақты шығыны орташа жылдық мән ретінде 3000 - 3800 МДж/т клинкерді құрайды. Әртүрлі типтегі пештерді пайдалану кезіндегі отын мен жылудың орташа үлестік шығыны 4.7-кестеде келтірілген.

4.7-кесте. Әртүрлі көлемдегі және өндіру тәсіліндегі пештердің клинкерді күйдіруге жұмсайтын отын мен жылудың үлестік шығыны

Р/с №	Пештің түрі, өндіру тәсілі	Жылудың үлестік шығыны, МДж/т клинкер	Отынның үлестік шығыны, кг ш.о./т клинкер
1	2	3	4
1	Циклондық жылу алмастырғыштары және декарбонизаторы бар құрғақ тәсілді пештер	3000–4000	100–135
2	Циклондық жылу алмастырғыштары бар құрғақ тәсілді пештер	3100–4200	105–145
3	Аралас тәсілді (жартылай құрғақ/жартылай дымқыл тәсіл) Леполь пеші	3300–5400	115–185
4	Ұзын құрғақ өндіру тәсілді пештер	до 5000	до 170
5	Ұзын дымқыл өндіру тәсілді пештер	5000–6400	170–220
6	Арнайы цемент өндіруге арналған пештер	3100–6500 және одан жоғары	105–225

Жалпы жағдайда, өндіру тәсілінен басқа, қазіргі заманғы цемент пештерінің жылу энергиясын тұтынуына әртүрлі факторлар әсер етеді: шикізат қасиеттері (мысалы, ылғалдылық, жану), пештің өнімділігі, әртүрлі қасиеттері бар отын және процесс параметрлерінің өзгергіштігі, сондай-ақ осы жабдық қажет болған кезде айналма жүйені пайдалану (жылытқыш бағанының толып кетуін азайту үшін, мысалы, пеш жүйесіндегі хлор мен сульфаттардың жүктемесі тым жоғары болса). Шикізат компоненттерінің бір бөлігін жылумен өңделген өнеркәсіптік қалдықтармен (қож, күл, нефелин шламы және т.б.) ауыстыру, әдетте, күйдіруге жұмсалатын жылу шығынын азайтуға әкеледі. Айналмалы жүйеге жіберілетін пеш газдары көлемінің ұлғаюымен (бұл жабдық қажет болған кезде) клинкерді күйдіруге арналған жылу шығыны артады [9].

Клинкерді күйдіруге арналған жылу шығыны әртүрлі технологияларды енгізу және пеш жүйесінің жұмысын оңтайландыру арқылы азайтылуы мүмкін:

заманауи күйдіру желілері мен тоңазытқыштарды пайдалану;

балама отынды пайдалану (егер олар біртектілік, гранулометрия/өлшем және т. б. тұрғысынан қолданар алдында жақсы дайындалған болса);

шламның ылғалдылығын төмендету;

пештегі клинкердің күйдіру режимін оңтайландыру;

клинкердің минералогиялық құрамы мен құрылымын оңтайландыру;

шикізаттың үлестік шығынын азайту;

цементтегі клинкер үлесін төмендету.

Декарбонизатормен және үшінші деңгейлі ауамен біріктірілген көп сатылы циклондық жылу алмастырғыштары бар пеш жүйесі жаңа зауыттар үшін стандартты және жоғары тиімді технология болып саналады. Кейбір жағдайларда ылғалдылығы жоғары шикізат пайдаланылған кезде үш сатылы циклондық жылу алмастырғышы бар зауыттар жобалануы мүмкін.

Құрғақ және дымқыл өндіру тәсілімен клинкерді күйдіруге нақты жылу шығынын азайту әдістері 4.8 және 4.9-кестелерде келтірілген.

Клинкерді күйдіруге нақты жылу шығынын азайту үшін пеш қондырғысының оңтайлы мәндерге жақын параметрлері бар тұрақты жұмысы маңызды фактор болып табылады.

4.8-кесте. Құрғақ өндіру тәсілімен клинкерді күйдіруге жылу шығынын азайту әдістері

Р/с №	Жабдық	Әдіс
1	2	3
1	Тоңазытқыш	стационарлық бастапқы желтартқыш торы бар заманауи клинкер тоңазытқышын орнату
		ауа ағынының төмен кедергісі бар желтартқышты торды пайдалану
		тордың жекелеген секцияларында салкындататын ауаның мөлшерін бақылауды қамтамасыз ету
		өнімділігі жоғары пештерді пайдалану
		пеш ұзындығының оның диаметріне қатынасын оңтайландыру
		пайдаланылған отынға сәйкес пештің конструкциясын оңтайландыру
		отын жағу жүйесін оңтайландыру
		пештің жұмыс параметрлерінің тұрақтылығы (тарту күші, оттегі

2	Пеш	деңгейі, негізгі қыздырғыштың жалынының ұзындығы мен формасы, газдың температурасы және т. б.) бақылау процесін оңтайландыру үшінші ауаны ұтымды және толық пайдалану пештегі ауаның қажетті артықтығын қамтамасыз ету күйдіру процесінің минерализатор – интенсификаторларын пайдалану ауа сородың төмендеуі
3	Декарбонизатор	гидравликалық кедергіні төмендету пештің босағасындағы шикізатты біркелкі тарату қақтың аз түзілуі шикізат қоспасын қарқынды декарбонизациялау
4	Жылу алмастырғыш	циклондардың гидравликалық кедергісін азайту циклондардағы тозаңның деңгейін ұлғайту газ өткізгіштердің қималарында шикізатты біртекті тарату екі тармақты циклондық жылу алмастырғыштардағы газ бен қатты зат ағындарын біркелкі тарату циклон сатыларының санын оңтайландыру (жалпы үш сатыдан алты сатыға дейін)
5	Шикізат және отын	шикізат пен отынның төмен ылғалдылығы жоғары калориялы отынның жеңіл жанғыштығы пештің қуат тұрақтылығы және материалдың біркелкілігі; пешке отын берудің тұрақтылығы және оның біркелкілігі
6	Шикізат диірмендері	диірмендердің жұмысын толық автоматтандырылған басқару

4.9-кесте. Дымқыл өндіру тәсілімен клинкерді күйдіруге жылу шығынын азайту әдістері

Р/с №	Жабдық	Әдіс
1	2	3

1	Пеш	Ішкі жылу алмасу құрылғыларының құрылымы мен орналасуын оңтайландыру
		пеште шлам немесе клинкер сақиналарының болмауы
		отын жағу жүйесін оңтайландыру
		пеш бастарындағы ауа соруды азайту
		пештегі артық ауа коэффициентін азайту
		пештің жұмыс параметрлерінің тұрақтылығы (тарту күші, оттегі деңгейі, негізгі қыздырғыштың жалынының ұзындығы мен формасы, газдың температурасы және т. б.)
		бақылау процесін оңтайландыру
2	Шикізат	күйдіру процесінің минерализатор – интенсификаторларын пайдалану
		шлам сұйылтқыштарын пайдалану немесе табиғи материалдарды техногендік (күл, қож) материалдармен алмастыру арқылы күйдірілетін шикізат шламының ылғалдылығын төмендету

Бұған мыналар арқылы қол жеткізуге болады:

пеш агрегатының жұмыс параметрлерінің қажетті кешенінің үздіксіз компьютерлік мониторинг жүйесін пайдалану;

технологиялық процесті немесе оның жекелеген кезеңдерін автоматты басқару жүйелерін пайдалану;

шикізат қоспасының құрамын оңтайландыру және тұрақтандыру,

оны пешке берудің біркелкілігі;

құрамын оңтайландыру және пешке отын берудің біркелкілігін арттыру;

отынның қайталама түрлерін пайдаланған жағдайда – сипаттамаларды тұрақтандыру, берудің біркелкілігі, пешке қайталама отынды енгізу және жағу тәсілін оңтайландыру.

Баламалы отынды пайдалану жылу энергиясының құнын төмендету үшін елеулі маңызға ие. 4.9-бөлімде қалдықтарды клинкер өндіру үшін отын ретінде пайдалану технологиялары егжей-тегжейлі сипатталған.

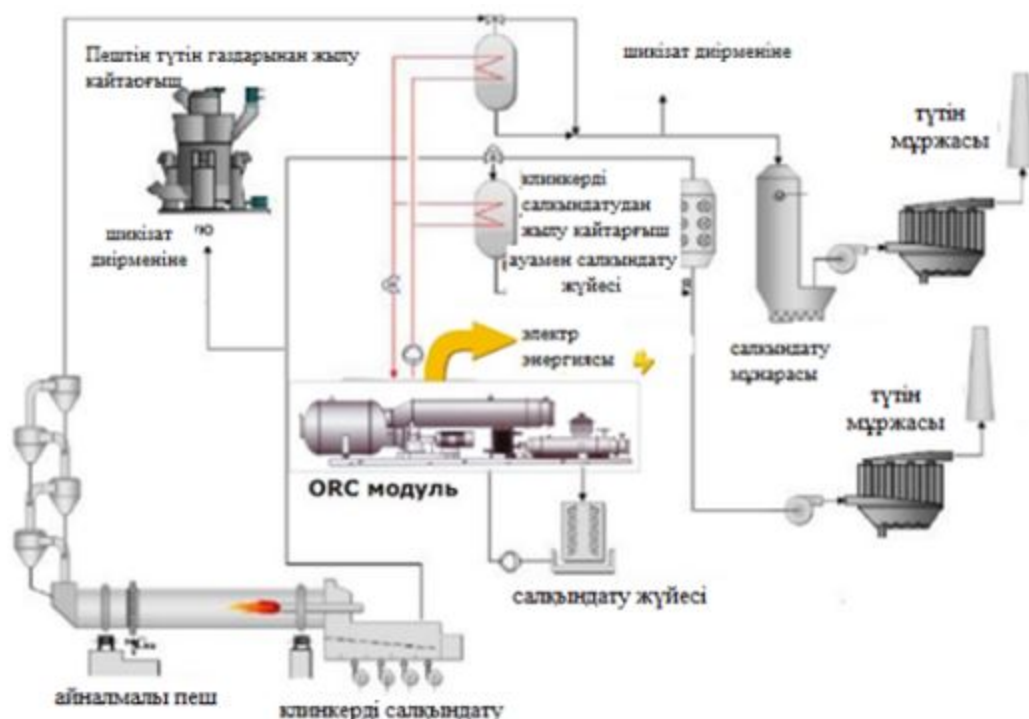
Бу мен электр энергиясын қосымша генерациялау арқылы қол жеткізілді.

Төмен температуралы қалдық газдардан энергия өндіру үшін Ранкиннің органикалық циклінің процесі қолданылады. Бұл процесс пентанды жұмыс істейтін

дене ретінде қолдануға негізделген, ол суға қарағанда едәуір төмен температурада қарқынды буланып кетеді. Температурасы 275 °С-тан төмен жылу көзін пайдалану кезінде қол жеткізуге болатын жұмыстың қарапайымдылығы, ықшам құрылымы және салыстырмалы түрде жоғары тиімділік деңгейі ерекше жетістік болды.

Сондықтан цемент өндіру процесінен артық жылуды пайдалану арқылы электр энергиясын өндіруді, егер бұл үшін белгілі бір алғышарттар болса, су буын пайдаланатын жылу электр станциялары үшін техникалық мүмкін балама деп санауға болады [2].

Электр энергиясын өндірудің құрылымдық схемасы [57] 4.13-суретте көрсетілген.



4.13-сурет. Электр энергиясын өндіру схемасы

Қазіргі уақытта энергияны өндіру үшін ыстық ауаның бір бөлігін пайдаланудың көптеген мысалдары бар. Швециядағы "Слит" цемент зауытында шамамен 6 МВт электр энергиясы өндіріледі. Ленгфурттағы (Германия) цемент зауытында жылу энергиясы шығарындыларының 14 МВт-тан орта есеппен 9 МВт қалпына келтіріледі. Бұл ретте орта есеппен 1,1 МВт электр энергиясы өндіріледі [9]. Dal Engineering Group консорциумының құрамына кіретін DAL Teknik Makina Ticaret ve Sanayi A.S. Түрік компаниясы "Алмалық тау-кен металлургия комбинаты" АҚ-мен келісім-шарт бойынша Өзбекстан Республикасында жылына 1,5 млн. т портландцемент қуатымен құрғақ тәсілді цемент өндіру зауытын салды. Кәсіпорын 2018 жылдың қыркүйегінде

пайдалануға берілді. Шерабад зауытының жобасымен бірге электр энергиясын өндіретін шығатын газдардың жылуын кәдеге жарату қондырғысының жобасы әзірленіп, іске асырылды.

Жылу қалдықтарын клинкер тоңазытқышынан қалпына келтіруге және кәсіпорынды ыстық сумен қамтамасыз етуге болады. Көп жағдайда қазандық тозаң жинағыштан кейін орналасады, ол электрсүзгі ретінде қолданылады. Бұлай болмаған жағдайда, абразивті тозуға төзімді қазандықтың арнайы түрін қолдану керек, сонымен қатар қазандықтан кейін тазартқыш құрылғыны (қапшық сүзгі/қапшық сүзгі) орнату керек.

Неғұрлым тиімді жылу алмастырғыш пен клинкер тоңазытқышын орнатқан кезде артық жылу азаяды және экономикалық тұрғыдан алғанда, қосымша энергия өндірісі тиімсіз болуы мүмкін, әсіресе материалды кептіру процесі үшін негізгі жылу қажет болған кезде. Сондықтан энергияны өндіруге арналған пеш пен клинкер тоңазытқышынан жылуды қалпына келтіру мүмкіндігі барлық мүмкін жағдайларды ескере отырып, әр жағдайда бағалануы керек. Экономикалық төлем қабілеттілігі жергілікті жағдайларға, электр энергиясының құны мен зауыттың қуатына байланысты болуы мүмкін.

Сонымен қатар жабдықтың жоғары құны электр энергиясын өндіру туралы шешім қабылдауға айтарлықтай әсер етеді. [2] деректері бойынша, Ленгфуртте өндірілетін қуаттың 1 МВт құны Германияда 3 миллион еуродан асады. Сондықтан Қазақстанда электр энергиясының төмен құнын ескере отырып, мұндай жабдықты пайдалану ұзақ мерзімді өтелуіне байланысты қиын болады.

4.8.1.2. Электр энергиясын тұтынуды төмендету

ИКЖ 6-2015 сәйкес электр энергиясын үлестік тұтыну шекаралары мыналарды құрайды:

дымқыл тәсілді өндіру зауыттары үшін 100 – 135 кВт·сағ/т цемент;

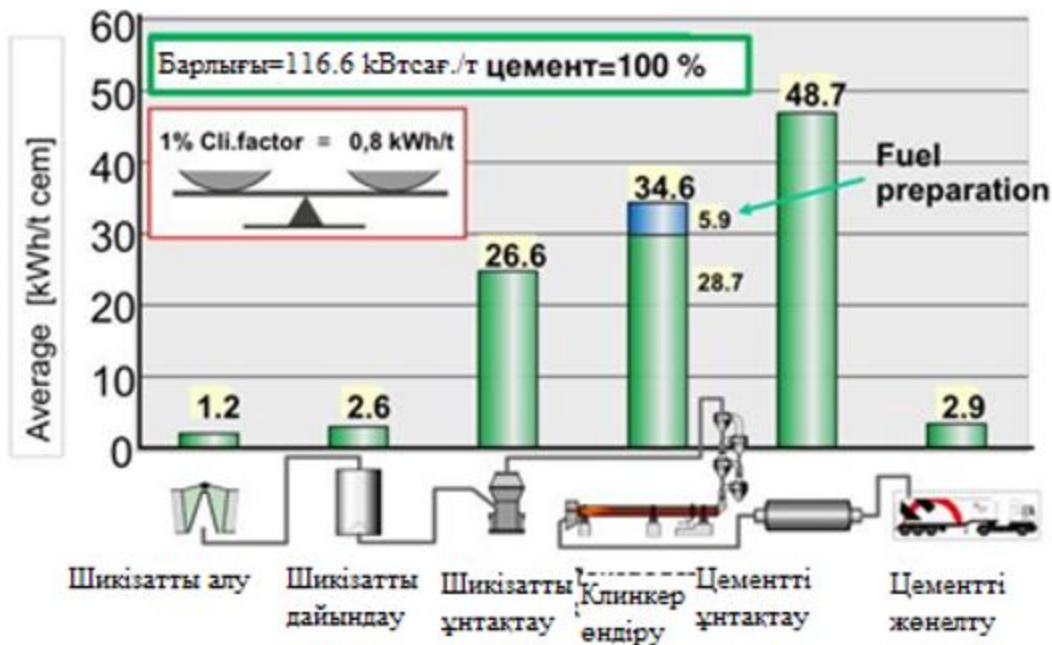
құрғақ тәсілді өндіру зауыттары үшін 110 – 140 кВт·сағ/т цемент.

ЕО BREF-те бұл көрсеткіш нормаланбайды. BREF CLM [2] сәйкес Еуроодақ кәсіпорындарының құрғақ өндіру тәсілімен электр энергиясын тұтыну мөлшері 90-нан 150 кВт·с/т цементке дейін ауытқиды.

Цемент өндірісіндегі негізгі энергия тұтынатын жабдықтар - клинкер мен пайдаланылған шикізатты ұнтақтайтын диірмендер, сорғыш желдеткіштер және түтін сорғыштар. Цемент кәсіпорнының шамамен энергия тұтыну құрылымы 4.14-суретте көрсетілген.

Электр энергиясын пайдалануды қуатты басқару жүйелерін орнату және клинкерді ұсақтауға арналған жоғары қысымды роликті диірмендер, ауыспалы жылдамдықты желдеткіштер сияқты энергетикалық тиімді жабдықты қолдану арқылы, сондай-ақ кейбір жағдайларда ескірген шикізат диірмендерінің түрлерін жаңаларына ауыстыру арқылы азайтуға болады. Жақсартылған басқару жүйесін қолдану және ауа соруды

азайту электр энергиясын тұтынуды оңтайландыруға мүмкіндік береді [2]. Сорудың болмауы түгін сорғыштармен сорылатын ауа көлемін азайтады, осылайша олардың энергия тұтынуын азайтады.



4.14-сурет. Цемент кәсіпорнында энергияны тұтыну құрылымы

Электрмен басқарылатын жүйелерді оңтайландыруға байланысты энергияны үнемдеу мәліметтері "Best Available Technique Reference Document on Energy Efficiency" анықтамалығында [50] келтірілген. 4.15-суретте реттелетін желдеткіш жетегін пайдалану кезінде энергияны үнемдеу кестесі көрсетілген.

Цемент саласында қуатты басқару жүйелерін қолданудың негізгі бағыттары [58]:
 айналмалы пештің жетегі. Әдетте, айналмалы пештің негізгі жетегі –фазалық роторлы қозғалтқыш және жылдамдықты реттеудің бірнеше сатысы.



4.15-сурет. Желдеткіштің қуатын басқару жүйесін пайдалану кезінде энергияны үнемдеу кестесі

Бұл схемада көптеген байланыс топтары бар, бұл тозаңның жоғарылауы жағдайында қондырғының сенімділігіне теріс әсер етеді. Балама – төмен вольтты қозғалтқышы бар жиілік түрлендіргіші бар шешім.

Таспалы қоректендіргіш. Диірменнің тиімділігі жүктеме дәрежесіне байланысты: жүктеме жеткіліксіздігі және шамадан тыс жүктеме процестің бұзылуына әкеледі. Берілген режимді бақылау жиілік жетегін қолдануды қамтамасыз етеді. Оның функционалдығы сонымен қатар алынған материалдың сапасын жоғары дәлдікпен реттеуге мүмкіндік береді.

Шлам сорғысы. "Сібір цементі" холдингінің құрамына кіретін "ТимлюйЦемент" ЖШҚ тәжірибесі көрсеткендей, электр энергиясын үнемдеу 30 %-ға жетеді.

Шойын торлы тоңазытқыштың желдеткіші. Жиілік түрлендіргіші клинкердің температурасын бақылау процесін жеңілдетеді. Реттеуді автоматтандыру суық ауаның біркелкі жеткізілуін қамтамасыз етеді және желдеткіш қозғалтқыштың қуат тұтынуын азайтады. Мысалы, "Волга" түріндегі тоңазытқыш үшін ауаны 312 кВт жетегі бар желдеткіш ысырмалардың көмегімен жеткізді. Жиілік түрлендіргіші 55 - 75 кВт асинхронды қозғалтқыштарды орнатуға және клинкердің салқындауын оның қозғалу жылдамдығына және тордағы қабаттың қалыңдығына байланысты басқаруға мүмкіндік берді. Бұл жағдайда энергияны тұтыну бірнеше есе азайды.

Пеш тоңазытқышының оттығының жетегі. Жиіліктің реттелетін жетегі айналмалы пештен шығатын клинкердің көлеміне байланысты торлардың жылдамдығын анықтайды. Құрылғы айналу жылдамдығына қарамастан қозғалтқыш білігінде қажетті сәтті қолдайды.

Цемент пештерінің түтін сорғыштары мен тоңазытқыштардың жалпы желдеткіштерін қамтитын түтін сорғыштар мен желдеткіштердің жетегі. Реттелетін жетектің арқасында электр энергиясын едәуір үнемдеу мүмкіндігі электр

қозғалтқыштарының жеткілікті жоғары қуаттылығымен байланысты және егер тартқыш машиналардың жұмысын реттеудің қолданылатын әдісі біліктің тұрақты жылдамдығымен дроссель және шибер реттеу болса.

Әртүрлі қуатты қозғалтқыштарға арналған жобалау және монтаждау жұмыстарын есепке алмағандағы жиілік реттегішінің болжамды құны 4.10-кестеде келтірілген.

4.10-кесте. Әртүрлі қуатты қозғалтқыштарға арналған жобалау және монтаждау жұмыстарын есепке алмағандағы жиілік реттегішінің құны [59]

P/c №	Атауы	Электр қозғалтқышының қуаты, кВт					
		320	400	500	630	800	1000
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Жиілік-ретт елетін жетектің болжамды құны, мың тг.	35 090	36 250	37 584	42 630	47 618	48 720

Жабдықтың жұмыс режиміне байланысты электр энергиясын үнемдеу 20 – 40 % жетуі мүмкін. Реттелетін жетектерді енгізу цемент өндіру процесін толық автоматтандыруға мүмкіндік беретінін атап өткен жөн. Технологиялық процестерді автоматтандыру электр тұтынуды төмендетуден басқа, отынды үнемдеуге және шығарылатын өнімнің сапасын арттыруға әкеледі.

Цемент кәсіпорнының энергия тұтынуы кәсіпорында қолданылатын диірмендердің түріне байланысты болады. Электр энергиясын тұтыну ұсақталған материалдың сипатына және оны ұнтақтау процесінің ерекшеліктеріне байланысты. Кейбір жағдайларда энергияны тұтынуды азайтуға ескі шикізат диірмендерін жаңаларына ауыстыру арқылы қол жеткізуге болады. Мысалы, соңғы жылдары Claudius Peters фирмасының жаңа конструкциясының көп білікті тісті ұсатқышы кеңінен тарала бастады [7]. 4.11-кестеде клинкер үшін көп білікті ұсатқышты қолданудың тиімділігі көрсетілген.

Ұнтақтау кезінде энергияны тұтынуды азайту үшін цемент ұнтақтау күшейткіштері кеңінен қолданылады. Цементті ұнтақтау процесін күшейткіш ретінде катион белсенді қосылыстар – техникалық лигносульфонаттар (ЛСТ), триэтанолламин (ТЭА), 1:3 – 1:5 қатынасында триэтанолламиннің ЛСТ-мен қоспалары, сондай-ақ соапсток, лигнин, мылонафт кеңінен қолданылды. Цемент массасының 0,015 - 0,03 % мөлшерінде ТЭН енгізу кезінде диірмендердің өнімділігі 15 - 35 %-ға артады, электр энергиясының меншікті шығыны 10 – 30 %-ға төмендейді. Цемент ұнтақтау процесін көмір, күйе (0,3 %), кокс тозаңы (2 – 3 %), трепел (1 – 2 %) қоспалары күшейтеді.

4.11-кесте. Клинкер үшін көп білікті ұсатқышты қолданудың тиімділігі

--	--	--	--	--	--	--	--

Р/с №	Параметрлердің атауы	Ұсатқыштар үшін мәндер	
		балғалы	білікті
1	2	3	4
1	Жетек түрі	механикалық	гидравликалық
2	Клинкер температурасы	<350 °С	<800 °С
3	Айналу жиілігі	367 айн/мин	4 айн/мин
4	Айналмалы жылдамдық	25 м/с	0,07 м/с
5	Ұсақтау элементтерін тұтыну	300 г/т	4 г/т
6	Электр энергиясының шығыны	0,9 кВт· сағ/т	0,3 кВт· сағ/т
7	Жөндеуаралық кезең	100 %	>300 %

Киев политехникалық және Қазақ химия-технологиялық институттарындағы тұтқыр материалдардың химиялық технологиясы кафедраларында орындалған зерттеулер нәтижесінде Қазақстан мен Украинаның цемент зауыттарында цементті ұнтақтау күшейткіштері әзірленіп, енгізілді, бұл диірмендердің өнімділігін 14 – 20 %-ға арттыруға, электр энергиясының меншікті шығынын азайтуға мүмкіндік берді [7].

4.8.2. Әк өндіру кезінде энергия тұтынуды төмендету

Әктастың/доломит/бордың көмірсіздену процесі эндотермиялық болып табылады және энергияның айтарлықтай мөлшерін тұтынады. Әк өндірісінің өзіндік құнында шығындардың жартысынан көбі электр энергиясы мен отын шығындарын құрайды.

Әк өндірісіндегі энергетикалық ресурстар шығындарының құрылымы цемент саласындағы жылу және электр энергиясы шығындарының құрылымына сәйкес келеді.

4.8.2.1. Жылу энергиясын тұтынуды төмендету

1 т әк өндіру үшін орта есеппен 3,2 ГДж жылу пайдаланылады. Доломит әктастары төменгі температурада күйіп кетеді, сондықтан тұтынылатын жылу мөлшері 5 %-дан 10 %-ға төмен [60].

Әк өндіру кезінде отынның нақты шығыны көптеген факторларға байланысты. Оның ішінде негізгілері мыналар:

- пештің түрі мен конструкциясы;
- қыздырғыш құрылғының түрі мен конструкциясы;
- әктастың/доломиттің диссоциациялану дәрежесі (күйдіру дәрежесі);
- шикізаттың гранулометриялық құрамы;
- күйдірілетін материал шығыны (тозаңайдау, шашыранды);
- дымқылдылық.

80 % тең CaO + MgO құрамы бар 2-сұрыпты әк алу үшін жылу мен шартты отынның үлестік шығыны 4.12-кестеде келтірілген.

Құрамында белсенді CaO + MgO бар, 80 %-дан бір жағына немесе басқа жағына қарай ерекшеленетін әк өндіру кезіндегі шартты отынның үлестік шығыны мынадай формула бойынша айқындалады:

$q_{\phi} = q_0 \text{ Аф}80 \text{ кг/кг.}$

3-бөлімде Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында әртүрлі конфигурациялы пештерді пайдалану мысалдары келтірілген.

Жылу энергиясын тұтынуды азайту үшін қолданыстағы пештерді модернизациялауды қолдануға болады. Сонымен қатар конструкция ерекшеліктеріне, қаржылық шығындарға және қойылған міндеттерге байланысты пештің қосалқы бөлшектерін де, негізгі құрылымдық элементтерін де жетілдіруге болады [2].

Мысалы:

түтін газынан жылуды қалпына келтіру немесе отынның кең спектрін пайдалану үшін ұзын айналмалы пешке жылу алмастырғыш орнатылады;

түтін газының жылуын әктасты кептіру үшін немесе әктасты ұнтақтау сияқты басқа процестер үшін пайдалану;

кейбір жағдайларда, шахта пеші экономикалық тұрғыдан жарамсыз болған кезде, оны жаңарту керек, мысалы, айналмалы шахта пешінде айналдыру немесе екі шахта пешін параллель материал ағынымен қалпына келтіретін пешке біріктіру арқылы. Мұндай модернизация пештің конструкциясы, оны тасымалдау және сақтау үшін әктас жүктеу жүйесі сияқты қымбат элементтердің жұмысын ұзартады;

ерекше жағдайларда, отын шығынын азайту үшін, оны жылу алмастырғышпен қосу арқылы айналмалы пештің ұзындығын қысқартқан жөн.

4.12-кесте. Әк алу үшін жылу мен шартты отынның үлестік шығыны

P/c №	Пештің түрі	Әктің 1 тоннасына шартты отынның үлестік шығыны, т/т		Әктің 1 тоннасына жылудың үлестік шығыны, ГДж/т	
		Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1	2	3	4	5	6
1	Көмірмен жұмыс істейтін шахта пештері	0,125	0,155	3,7	4,6
2	Табиғи газбен жұмыс істейтін шахта пештері	0,158	0,204	4,6	6,0
3	Пеш артында жылу алмастырғышы бар айналмалы пештер	0,200	0,260	5,9	7,7
4	Құрғақ тәсілмен жұмыс істейтін ұзын айналмалы пештер	0,210	0,245	6,2	7,2
	Дымқыл тәсілмен жұмыс				

5	істейтін ұзын айналмалы пештер	0,240	0,315	7,0	9,2
---	--------------------------------------	-------	-------	-----	-----

4.13-кестеде әк өндірісінде отын ресурстарын тұтынуды төмендетудің негізгі әдістері берілген [2].

4.13-кесте. Әк өндірісінде отын ресурстарын тұтынуды төмендетудің негізгі әдістері

P/c №	Пештің құрылымдық элементі	Сипаттамасы	Пеш түрлері*					
			1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Отынды жағу жүйесі	Өнімнің температуралық профиліне сәйкес келетін тиімді реттелетін отықтарды пайдалану	X	X				
		Жанудың және ауаның артық коэффициентінің "он-лайн" мониторингі	X	X				
		Түтін газын талдау үшін жануды бақылау				X	X	X
		Отынды қалдықтармен араластыруға мүмкіндік беретін икемді отын жағу жүйесін пайдалану	X	X	X	X	X	X
		Ауаның таралуын және әктің жүктелуін біркелкілендіруге,						

2	Тоңазытқыш	осылайша у а шығынын азайтуға мүмкіндік беретін тиімді тоңазытқыш	X	X	X	X	X
3	Түтін газдарының құрылымы	Жылу энергиясын рекуперациялау	X				
4	Материалдарды бақылау	Процесс шарттарына сәйкестігін бақылау үшін отын мен материалдарды үнемі іріктеу	X	X	X	X	X
		Түйіршік өлшеуді бақылау және қайта елеу үшін отынды, шикізатты және ағыс жылдамдығын бақылауға арналған сенімді таразылау / өлшеу жабдығын орнату	X	X	X	X	X
		Жылу алмасуды жақсартуға және стратификацияны азайтуға арналған ішкі отқа төзімді құрылғылар	X	X			
		Қабырғадан жылу шығынын					

5	Пеш	азайту үшін жылу окшаулағышын орнату	X	X	X	X	X
		Пештің басы мен тиеу аузын нығыздау арқылы ауа соруды төмендету	X	X			
		Шұңқырларды үнемі тазарту			X	X	X
6	Пеш режимдерін басқару	Пештің басындағы тартқышты, ауаның артығын, отын шығынын, пештің айналымын автоматтандырылған бақылау жүйесі	X	X			
		Процестің негізгі параметрлерін бақылау жүйелері	X	X	X	X	X
7	Жылу алмастырғыш	Жылу алмастырғыштағы қысым шығынын азайту		X			

* пештердің шартты белгіленуі: 1 – ұзын айналмалы, 2 – пеш артында жылу алмастырғышы бар айналмалы, 3 – параллель материал ағынымен регенеративті, 4 – шахталық сақиналы, 5 – шахталық қайта құю пештері және басқа конструкциядағы пештер.

4.8.2.2. Электр энергиясын тұтынуды төмендету

Әк өндірісінде электр энергиясының негізгі тұтынушылары пештер, тоңазытқыштар, түтін сорғыштар, тазарту жабдықтары, конвейерлер мен скипті көтергіштер, ұнтақтағыштар мен диірмендердің жетектері болып табылады.

Әртүрлі үлгідегі (конструкциядағы) пештермен 1 т әк өндіруге жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығыны 4.14-кестеде келтірілген.

Энергия ресурстарының үлестік шығынын төмендету үшін қолданылатын негізгі әдістер:

- электр энергиясын тұтынуды басқару жүйелерін пайдалану;
- түйіршіктері оңтайлы өлшелген әктасты пайдалану;
- ұнтақтау тиімділігі жоғары және басқа да жабдықтарды пайдалану.

Электр қозғалтқышының қуатын басқару жүйелерін пайдалану кезінде жабдықтың жұмыс режиміне байланысты электр энергиясын үнемдеу 20 – 40 % жетуі мүмкін. Реттелетін жетектермен жабдыкталған негізгі жабдық - тарту желдеткіштерінің жетегі, пеш жетектері және басқа жабдықтар.

4.14-кесте. Әртүрлі үлгідегі (конструкциядағы) пештермен 1 т әк өндіруге жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығыны

Р/с №/	Пештің түрі	Өлшем бірлігі	1 т әк өндіруге жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығыны	
			мин.	макс.
1	2	3	4	5
1	Шахталық қайта құю пештері	кВт· сағ/т	7	22
2	Екі шахталы регенеративті	кВт· сағ/т	22	40
3	Пеш артында жылу алмастырғышы бар айналмалы пеш	кВт· сағ/т	22	58
4	Ұзын айналмалы пештер	кВт· сағ/т	20	60

Жоғары құнын ескере отырып, мұндай жетектерді пайдалану қажеттілігі әр жағдайда жеке анықталады және белгілі бір жетектің жұмысын реттеу дәрежесіне байланысты болады.

Айта кету керек, қуатты басқару құрылғыларын пайдаланбай, өндірісті автоматтандырылған басқарудың толыққанды жүйесін ұйымдастыру мүмкін емес. Технологиялық процестерді автоматтандыру электр тұтынуды төмендетуден басқа, отынды үнемдеуге және шығарылатын өнімнің сапасын арттыруға әкеледі.

Әк өндірісінде энергияны тұтыну ұнтақтау және жіктеу жабдықтарының түріне, сондай-ақ алынған фракцияның мөлшеріне байланысты. Мысалы, 10 – 20 мм мөлшеріне дейін әк ұсақтағанда, энергияны тұтыну дайын өнімнің тоннасына 0,7 – 4 кВт құрайды, 1 мм аз фракцияға дейін ұсақтағанда – 10 – 40 кВт [63].

Ескі ұнтақтау жабдықтарын қазіргі заманғы жабдыққа ауыстыру электр энергиясын тұтынуды төмендетеді. Мысалы, Германияда кәдімгі диірмендерді жоғары қысымды роликті диірмендермен ауыстырған кезде, әкті ұнтақтау үшін электр энергиясының шығыны 2,5 кВт· сағ/т сөндірілмеген әкке дейін азайған [2].

4.9. Қалдықтарды пайдалану

4.9.1. Жалпы аспектілер

Қалдықтардың әртүрлі түрлері цемент өндірісіндегі табиғи шикізат пен қазбалы отынды алмастыра алады және бір жағынан табиғи көздердің сақталуына, екінші жағынан материалдық және энергия шығындарының төмендеуіне ықпал етеді. Сонымен қатар мұндай материалдар мен отын балама деп аталады.

Қалдықтарды пайдалану (жою) процесінің маңызды көрсеткіштерін келесідей қорытындылауға болады:

айналмалы пештердегі максималды температура шамамен 2000 °С (негізгі қыздырғыш, жалын температурасы);

айналмалы пештерде шамамен 1200 °С температурада газдардың болу уақыты кемінде 8 С;

айналмалы пештің агломерация аймағында материалдың температурасы шамамен 1450 °С құрайды;

айналмалы пештегі тотықтырғыш газ атмосферасы;

екінші күйдіру жүйесінде газдардың болу уақыты 2 С-тан асады, 850 °С- тан жоғары температурада; декарбонизаторда газдардың болу уақыты одан да көп және температура жоғары;

екінші күйдіру жүйесіндегі немесе декарбонизатордағы тұрақты температура 850 °С;

жану жағдайларының тұрақтылығы және жоғары температура мен ұзақ уақытқа байланысты тербелістердің болмауы;

жоғары температура мен ұзақ уақыт тұру әсерінен органикалық ластағыштардың ыдырауы,

сілтілік реагенттерде HF, HCl, SO₂ сияқты газ компоненттерінің адсорбциясы;

жоғары ауыр металл байланыстыру сыйымдылығы;

полихлорланған дибензодиоксиндер мен фурандардың синтезіне ықпал ететін температуралық интервалда шығатын газдардың уақыты қысқа болу;

клинкер құрамындағы отын күлін толық кәдеге жарату, демек, материалды шикізат компоненті ретінде қайта пайдалану және қосымша энергия үнемдеу;

клинкер матрицасына ауыр металдарды химиялық-минералогиялық байланыстырудың жоғары деңгейі;

енгізілген қалдықтар портландцемент клинкер минералдарына толығымен байланысады; қажетсіз элементтердің концентрациясы жоғарылаған кезде жүйеден тозанды кетіру үшін айналма жолды орнатуға болады.

Қалдықтардың әртүрлі түрлері шикізат және/немесе отын ретінде қолданылуы мүмкін болғандықтан, оларды қолдану туралы шешім қабылдас бұрын, оларды дайындаудың технологиялық процестерін алдын-ала сұрыптау және талдау сияқты оларды пайдаланудың негізгі принциптері қарастырылуы керек. Клинкердің

стандартты сапасын сақтау үшін қалдықтардың клинкер түзілу процестеріне әсері туралы алдын-ала зерттеулер жүргізілуі керек, өйткені отын жағылған кезде пайда болған күл клинкер матрицасына толығымен еніп, клинкердің фазалық құрамын өзгертеді. Белгілі бір зауытта қандай қалдықтарды пайдалану туралы түпкілікті шешім бірдей болуы мүмкін емес.

Қарау және шешім қабылдау клинкерді өндіру процесіне, күйдіру режимдеріне, шикізат материалдары мен отынның құрамына, қалдықтарды өндіріске беру тәсілдеріне, шығатын газдарды тазартудың пайдаланылатын технологиясына, қалдықтарды басқару проблемалары жөніндегі деректерге негізделуі тиіс.

Әдетте, цемент пеші үшін отын және/немесе шикізат ретінде қабылданған қалдықтар үшін қалдықтардың калория мөлшері мен қалдықтардағы минералды бөліктің мөлшерін ескеру қажет. Бұдан басқа, қалдықтардың көлемі мен санаттары, сондай-ақ олардың физикалық және химиялық құрамы, сипаттамалары мен ластағыш қоспалары ескерілуі тиіс. Цемент өнеркәсібі пайдаланатын отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар әдетте алдын-ала өңделетін қалдықтардан арнайы таңдалған бөлік болып табылады, мысалы, ұсақталады, араластырылады, ұсақталады, гомогенизацияланады және тиісті сападағы материалға енеді. Қалдықтарды қалпына келтіру әдетте қалдықтарды алдын ала өңдейтін арнайы зауыттарда жүзеге асырылады.

Шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтар, әдетте, пешке қарапайым шикізат жеткізілетін жерде, мысалы, шикізат қоспасын беретін жерде беріледі.

Отынды цемент пешіне енгізу үшін әртүрлі қуат нүктелерін қолдануға болады. Бұл нүктелерді отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтарды беру үшін де пайдалануға болады. Пешті отынмен жабдықтау әдісі өте маңызды екенін атап өткен жөн, өйткені ол шығарындыларға әсер етуі мүмкін. Жанармай негізгі оттық арқылы берілгенде, пештің жоғары температура аймағынан өткенде қалдықтар ыдырайды. Басқа отын беру нүктелеріне қатысты, бұл жағдайларда температура мен тұру уақыты пештің дизайнына және оның жұмысына байланысты екенін атап өтуге болады.

Негізгі оттық арқылы берілетін қалдықтар 2000 °C-қа дейін жоғары температурада бастапқы жану аймағында ыдырайды. Екінші жанарғыға, алдын ала қыздырғышқа немесе декарбонизаторға жіберілетін қалдықтар төмен температурада жағылады, бұл хлоры бар органикалық заттарды ыдырату үшін әрдайым жеткіліксіз. Пештің суық бөлігіне немесе пештің бөлек бөлігіне берілетін материалдағы ұшпа заттар ұшып кетуі мүмкін. Бұл компоненттер бастапқы жану аймағынан өтпейді және оларды ыдыратуға немесе цемент клинкеріне біріктіруге болмайды. Сондықтан құрамында ұшпа металдар (сынап, талий) немесе ұшпа органикалық компоненттері бар қалдықтарды пайдалану қалдықтарды кіру нүктелерін дұрыс пайдаланбаған кезде бұл қосылыстардың шығарындыларының жоғарылауына әкелуі мүмкін. Шығарындылардың көбеюін болғызбау үшін құрамында төмен температуралы ұшпа заттар (мысалы, көмірсутектер) бар мұндай қалдықтар пештің жоғары температуралық аймағына берілуі керек.

4.9.2. Қалдықтарды шикізат материалдары ретінде пайдалану

Қалдықтардың шикізат ретінде химиялық жарамдылығы маңызды фактор болып табылады: олар өндірілген клинкердің қажетті құрамын қамтамасыз етуі керек. Бастапқы қажетті химиялық қосылыстар құрамында әк, кремний, алюминий және темір, сондай-ақ күкірт, сілтілер және химиялық құрамына сәйкес топтарға жіктелуі керек басқа элементтер бар материалдар болып табылады. Қалдықтарды пайдаланған кезде қалдықтардың құрамындағы оксидтер шикізатты күйдірудегі сияқты күйдіру процесінде клинкерге қосылады. Олардың құрамында шикізат сияқты кальций (CaO), кремний (SiO₂), алюминий (Al₂O₃) және темір (Fe₂O₃) оксидтері бар. Электр станциясының күлі (ұшатын күл), домна пеші және басқа қож, белит шламы және басқа материалдар табиғи шикізатты ішінара алмастыра алады.

Күл клинкерді алу кезінде шикізат ретінде (негізінен алюминий оксиді бар компонент ретінде) және цемент өндіру кезінде ұнтақтау кезінде қоспа ретінде пайдаланылуы мүмкін. Ол портландцемент клинкерінің 50 % алмастыра алады. Сонымен қатар гипс өндірісінің заманауи жанама өнімдерін сульфат компоненті ретінде қолдануға болады. 4.15-кестеде химиялық құрамына сәйкес әртүрлі топтарға бөлінген шикізат ретінде қолданылатын қалдықтар көрсетілген.

4.15-кесте. Цемент пештерінде шикізат материалдары ретінде пайдаланылуы мүмкін химиялық құрамы бойынша жіктелген қалдықтар тізімі көрсетілген ([61] сілтеме бойынша)

Р/с №	Шикізат материалдары тобы	Шикізат материалдары ретінде қолданылатын қалдықтар
1	2	3
1	Ca топ	Өнеркәсіптік әк (әктас қалдықтары) Әк шламы Кальций карбидінің шламы Ауыз суды тазартудың тұнбасы
2	Si топ	Қалыпқа құю құмы Құм
3	Fe топ	Домна және конверторлық қож Пирит өртенділері Синтетикалық гематит Қызыл шлам
4	Al топ	Өнеркәсіптік шламдар
5	Si-Al-Ca топ	Ұшпа күл Қож Ұсақтаудың ұсақ кесінділері, жер (топырақ)
6	S топ	Өнеркәсіптік гипс қалдықтары
7	F топ	CaF ₂ , сүзгіден кейінгі шламдар

Жекелеген техногендік материалдардың сипаттамасы және оларды қолдану тиімділігі [9] сілтеме бойынша 4.16-кестеде келтірілген.

Портландцемент клинкер цементтің гидравликалық қасиеттерін анықтайтын белгілі бір құраммен сипатталады. Бұл қажетті клинкер құрамын алу үшін барлық шикізат пен отын күлін минералдық құрамға және қоректену жылдамдығына мұқият сәйкестендіру керек екендігін білдіреді.

4.16-кесте. Техногендік материалдарды қолданудың тиімділігі

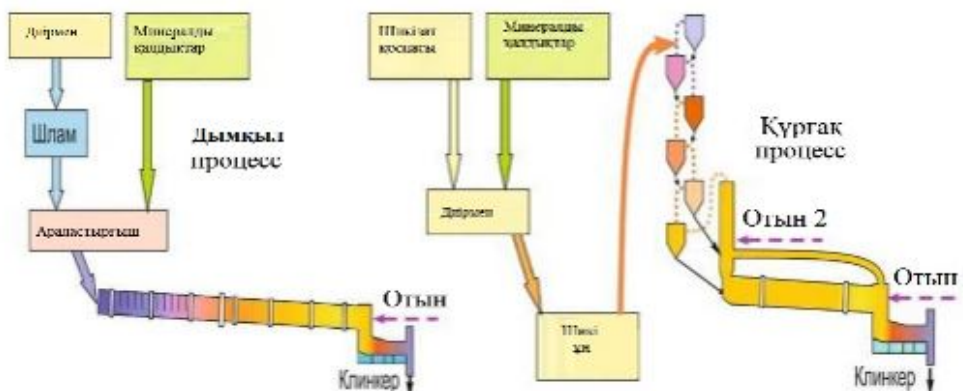
P/c №	Материал	Мазмұны, %					Ықтимал енгізу, клинкерге %	Шектеу бойынша	Отынды үнемдеу, кут/т кл.
		CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ЖЗ*			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Белитті (нефелинді)	6	0	3	3	-	75 (қожға)	SiO ₂	80
2	Домна кожы 1	7	6	8	0,4	-	60 (пешке)	SiO ₂	100
3	Домна кожы 2	7	7	5	0,4	-	40 (пешке)	Al ₂ O ₃	80
4	Күл	5	1	3	7	~5	35 (қожға)	SiO ₂	25
5	Көмір қалдықтары	4	5	6	7	~22	20 (қожға)	ГВ	45

* ЖЗ – жанғыш зат.

Шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтар күйдіру пешіне немесе шикізат қоспасы бар декарбонизаторға түседі. Қыздырғыштағы қыздыру кезеңінде органикалық компоненттер төмен температурада пештің қоректенуінен босатылуы мүмкін, бұл галогені бар органикалық заттардың ыдырауы үшін әрдайым жеткіліксіз. Қалдықтарды қайта өңдеу кезінде олар органикалық қосылыстардың шығарылу мүмкіндігіне тексерілуі керек және сәйкесінше пешке материалды беру орны таңдалуы керек.

Минералды және жанғыш қалдықтарды пайдалануға қатысты клинкер өндірісінің дымқыл және құрғақ әдістерінің ерекшелігі екі ерекше аспектімен анықталады: шикізатты дымқыл және құрғақ ұнтақтау және дайындық аймақтарындағы жылу алмасу: материалдың беті арқылы және тозаң мен газ ағынында. Шикізатты дайындаудағы айырмашылықтар көптеген минералды техногендік материалдардың, мысалы, қождың дымқыл ұнтақтау кезінде белсендірілуімен, дымқылдануымен және қатаюымен байланысты, нәтижесінде құбырлар толып, бассейндерде жауын-шашын пайда болады. Сондықтан шламды ұнтақтау кезінде қожды диірменге енгізуге болмайды, бірақ оны шламмен араластырғаннан кейін тікелей пешке берген жөн (4.16-

сурет). Бұл сайлау тозаңын жояды және оның мөлшерін азайтады. Құрғақ әдіспен минералды қалдықтар компонент болып табылады және шикізат қоспасының басқа компоненттерімен ұнтақталады.



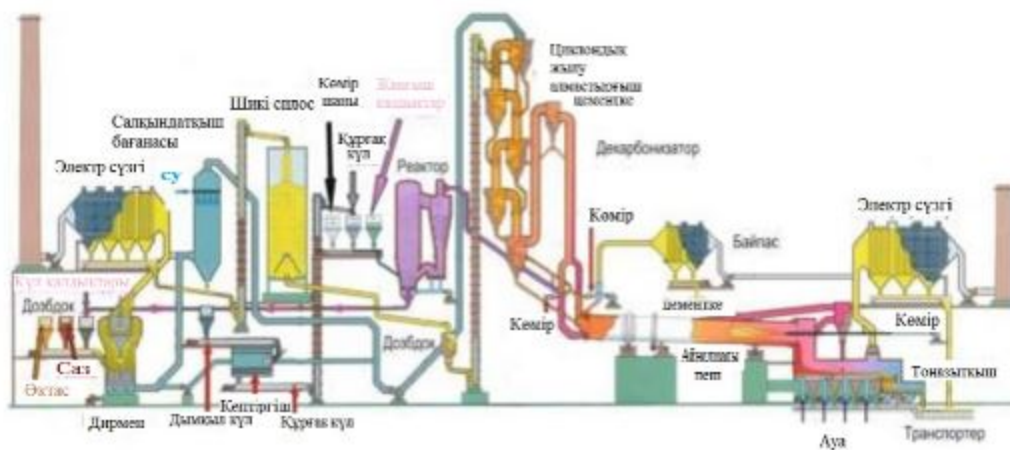
4.16-сурет. Клинкер өндірісінің әртүрлі тәсілдерінде минералды қалдықтарды қолданудың ұтымды схемалары

Құрамында жанғыш заттары аз техногендік материалдарды пайдаланған кезде және оларды пеш жүйесіне бергенде клинкердің химиялық құрамын тұрақтандыру мәселесі туындайды. Сондықтан минералды құрамдас бөлігі жоғары болған кезде, жанғыш затты алдын-ала жағу және шикізат диірменіне жеткізілетін минералды бөлікті бөлу үшін реакторы бар арнайы технологиялық схема қолданылады (4.17-сурет).

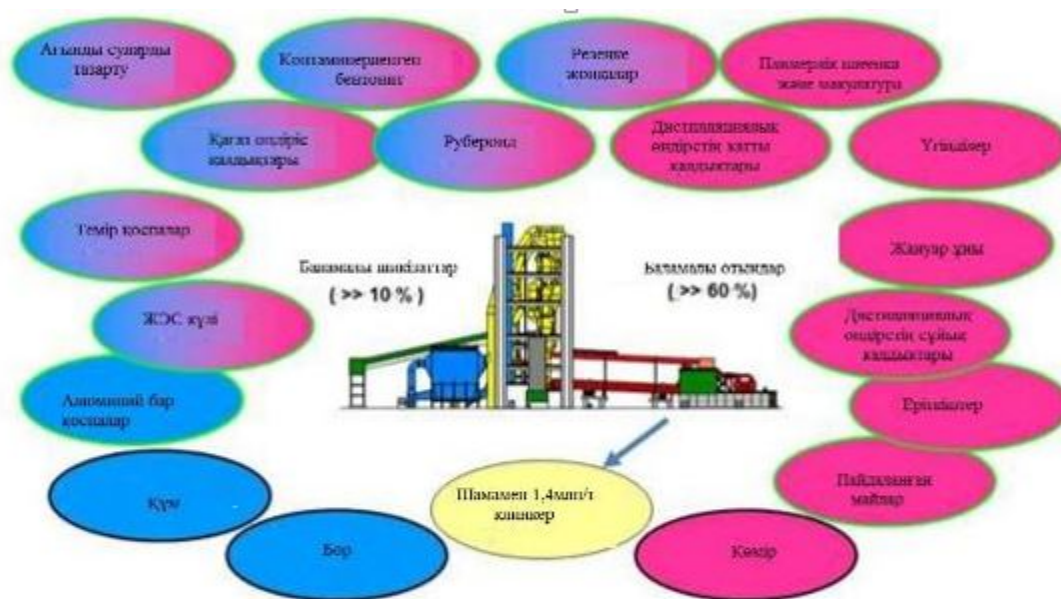
Осыған ұқсас схеманы KHD Humboldt Wedag Rüdersdorf зауытында іске асырды, онда құрамында отыны бар әртүрлі қалдықтарды, атап айтқанда күлді жағу үшін арнайы қалықтаған қабатты реакторы орнатылды.

Минералды құрамы төмен жанғыш материалдарды қолданған кезде қалдықтарды тікелей декарбонизаторға берген жөн.

Lägerdorf (Германия) аралас тәсіл зауытында балама отынның 60 %-дан астамы және минералды қалдықтардың 10 %-дан астамы қолданылады (4.18- сурет).



4.17-сурет. Әртүрлі қалдықтарды жағуға арналған арнайы реакторы бар портландцемент клинкерін алудың технологиялық желісі (сызығы)



Көк түс – балама шикізат, қызыл түс – балама отын

4.18-сурет. Lägerdorf (Германия) аралас әдісін қолданылатын зауытта, балама материалдар.

Дымқыл өндіріс әдісімен құрамында жанғыш заттар бар материалдарды қолданудың ең ұтымды нұсқасы – техногендік өнімді дәстүрлі шикізат компоненттерімен бірге ұнтақтау [61]. Мұндай жағдайларда шламның берілген тұрақты химиялық құрамына қол жеткізіледі, өйткені шикізат компоненттері мен құрамында отын бар техногендік материалдарды бірге ұнтақтау кезінде түзету дәстүрлі әдіспен жүзеге асырылады.

Ресей Федерациясының бірқатар цемент зауыттарында жүргізілген жылу-техникалық есептеулер мен сынақтар шламға енгізілген жанғыш массаның әр пайызы клинкер тоннасына шамамен 15 кг шартты отын үнемдейтінін көрсетті [62]. Шламдарға жанатын қоспаларды енгізу кезінде алау кеңістігіндегі ауаның артық болу коэффициентін арттыру қажет, бұл жану температурасының төмендеуіне әкеп соғады. Жылу техникалық есептеулер мен өнеркәсіптік сынақтар клинкерді шикізат қоспасына пісіру үшін алаудың қажетті температурасын қамтамасыз ету үшін жанатын қоспаның 3 % -ына дейін енгізуге болатынын көрсетеді. Жылу-техникалық есептеулер мен өнеркәсіптік сынақтар клинкерді шикізат қоспасына қосу үшін алаудың қажетті температурасын қамтамасыз ету үшін жанып тұрған қоспаның 3 %-на дейін енгізуге болатындығын көрсетеді. Бұл 45 ш.о./т дейін құнды форсункалық отын клинкерін жанғыш қалдықтарға ауыстыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар тағы үш оң нәтиже қосымша қамтамасыз етіледі. Техногендік материалдардың органикалық компоненті, әдетте, шламды тегістейтін сұйылтқыш және күшейткіш болып табылады, бұл оның ылғалдылығының төмендеуіне және шикізат диірмендерінің өнімділігінің артуына, демек, отын мен электр энергиясын үнемдеуге әкеледі. Жанғыш құрамдас бөліктің жануы материалды пісіру аймағына дейін дайындауды қарқындатады, бұл клинкерлік тозаңның пайда болуын болғызбауға және қоршаған ортаның ластануын төмендетуге ықпал етеді. Сонымен қатар күйдірілген қоспалары бар шикізат қоспасынан алынған клинкер кеуекті және ұнтақтау қабілеті жоғарылайды, бұл цемент диірмендерінің өнімділігін арттырады, бұл қосымша электр энергиясын үнемдеуге әкеледі.

Қалдықтарды шикізат ретінде таңдау және қолдану кезінде келесі факторларды ескеру қажет:

бастапқыда қалдықтар клинкер сияқты оксидтерден тұрады;

ауыр металдардың төмен концентрациясы, алайда сынаптың, таллийдің және ұқсас металдардың болуын ескеру қажет;

пайдаланылатын қалдықтарды іріктеумен және талдаумен материалдарды тұрақты бақылау.

4.9.3. Қалдықтарды отын ретінде пайдалану

Кәдімгі қазба отынды ішінара балама отынмен (БО), яғни қатты немесе сұйық жанғыш отын және/немесе биомасса қалдықтары бар қалдықтарды сұрыптағаннан кейін қалдықтармен алмастыруға болады. БО құрамына пластик, қағаз, картон, тоқыма, резеңке, былғары, ағаш және т. б. сияқты қалдықтардың жоғары калориялы компоненттері кіреді.

Балама отынның калория мөлшері орта есеппен 20 ± 2 МДж/кг құрайды, оны көмір мен газдың калориясымен салыстыруға болады. Мысалы: 1,7 кг БО 1 м^3 табиғи газды

алмастырады. БО түйірінің мөлшері ~20 - 25 мм. жанармайдағы қауіпті компоненттердің құрамы қатаң бақыланады және рұқсат етілген нормалардан аспайды.

Орташа цемент зауыты негізгі отынның 30 %-ын алмастырған кезде жылына 40-тан 100 мың тоннаға дейін балама отынды тұтынуы мүмкін.

ЕО елдерінде қалдықтарды кәдеге жаратудың заң жүзінде ресімделген тұтас бағыты – БО өндірісі бар. Айта кету керек, бүгінде ЕО-да әртүрлі сипаттағы балама отын түрлерін пайдаланатын кәсіпорындар бар, олар отынның жалпы тұтынылуының 100 % құрайды. Мәселен, Ленгерих қаласындағы "Dückerhoff" цемент зауытында (Lengerich, Германия) баламалы отынның үлесі жалпы отын шығынының шамамен 60 %-ын құрайды, "Rüdersdorf" цемент зауытында (Германия) – 70 %-ға дейін, "Wietersdorf" цемент зауытында (Аустрия) – 50 %-дан астам, ал Zementwerke Frogebeumer (Германия) цемент зауытында – 100 %-ға дейін. Түркияда 55 цемент зауыты бар, олардың шамамен 35-інде балама отын ретінде қалдықтарды пайдалануға лицензия бар.

ЕО-дағы цемент зауыттарының көпшілігінде қазбалы отын жоғары дәрежелі баламалы отынмен алмастырылады. 2019 жылы орта есеппен 46 % Сembureau-ға мүше 27 толық құқықты мемлекет және ынтымақтастық туралы келісімге 4 қауымдасқан қатысушы үшін [63]. Дәл осындай үрдіс әлемнің көптеген елдерінде цемент өндірушілерінде байқалады [64].

2019 жылы Түркияның цемент кәсіпорындары баламалы отын және шикізат ретінде 2,6 млн. т қалдықтарды кәдеге жаратты [65].

Еуропалық цемент өнеркәсібіндегі табиғи газ тек резервтік отын ретінде немесе көмекші ретінде - жануы қиын жанатын отынды, құрамында көміртегі бар қалдықтарды және пештерді жағуды қолдау үшін пайдаланылады.

АҚШ-та жылына 1,6 млн. тонна цемент шығаратын цемент зауытының баламалы отынын қоқыс өңдеу қондырғысының көмегімен қамтамасыз ету тәжірибесі бар, оның өтімділігі 3 жылға дейін. Еуропадағы цемент зауыттары отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтарды, оларды кәдеге жарату үшін тіпті қосымша ақы төлей отырып сатып алады, өйткені осы мақсат үшін цемент зауыттарының пештерін пайдалану жергілікті билік орындарына да, сондай-ақ кәсіпорындарға да қоқысты қоқыс орындарына шығарудан немесе қымбат технологиялары бар және құрылысқа айтарлықтай күрделі шығындары бар арнайы қондырғыларда кәдеге жаратудан арзан болады.

Баламалы отынның әртүрлі түрлері, отынның қазба түрлерін алмастыра отырып, 2 маңызды міндетті шешеді: табиғи ресурстарды сақтау (үнемдеу) және тауарлар мен қызметтерді тұтыну және пайдалану процесінде пайда болған қалдықтардың бір бөлігін кәдеге жарату, бұл қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы экономикалық реттеудің негізгі қағидаттарымен сәйкес келеді.

Қазіргі уақытта отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтардың әртүрлі түрлерінің көп мөлшері пайдаланылады. Қалдықтар олардың пайда болу көзіне

байланысты қатты, сұйық немесе паста тәрізді болуы мүмкін, мысалы, өнеркәсіптік, ауылшаруашылық, қалалық. Тиісінше, оларды өндіру (шығару) үшін баламалы отынды алдын ала өңдеу талап етіледі, жиі айтарлықтай: сепарация, ұсақтау, араластыру, кептіру және т.б., нәтижесінде оның құрамы мен сапасының тұрақтылығына кепілдік береді.

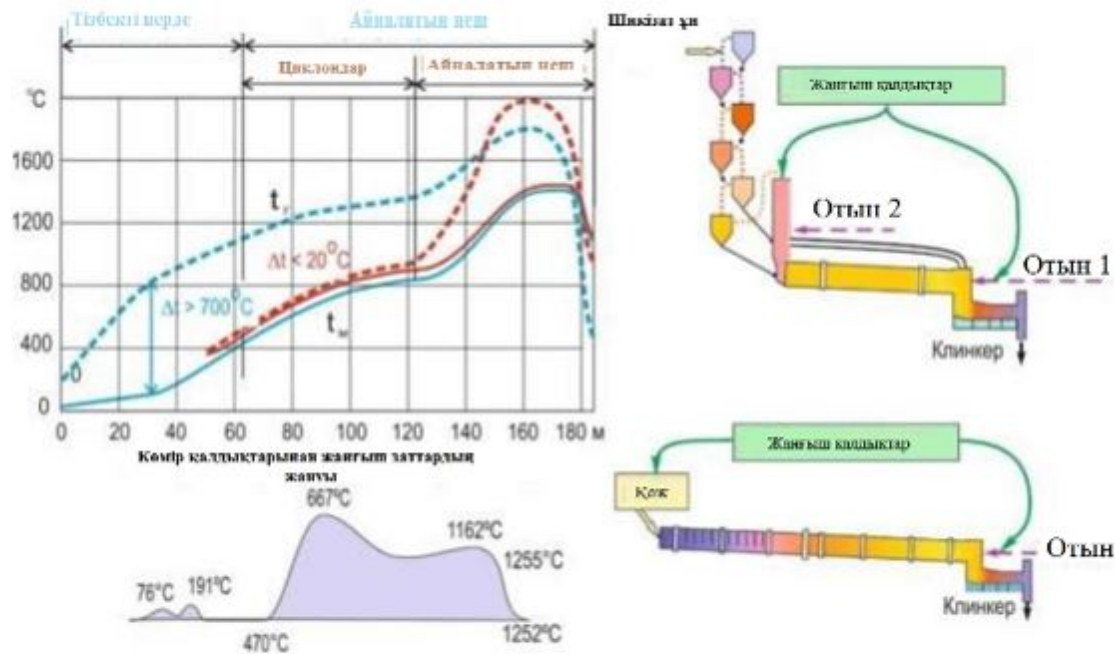
Көму үлесін төмендету және цемент зауытында жағу үшін баламалы отын алу үшін қалдықтардың жанғыш бөлігін қайта өңдеуді ұйымдастыру мәселесін шешу бірнеше негізгі талаптарды орындауды талап етеді:

цемент зауытындағы өнімнің қазіргі сапасы мен экологиялық жағдай сақталуға, сондай-ақ баламалы отынмен цемент зауытының жұмысы кезінде қолданыстағы экологиялық заңнаманың нормалары сақталуға тиіс;

цемент зауыты бейінді емес бизнестен сияқты қалдықтармен жұмыс істеуден босатылуы тиіс. Баламалы отын зауытқа тауар ретінде, қажетті құжаттармен (сәйкестік сертификаты) бірге келіп түсуі, минералдық отынды алмастыру үшін қажетті талаптар мен сипаттамаларға жауап беруі тиіс

цементшілер мен қоқыс өңдеушілердің экономикалық орындылығы мен өзара тиімді мүдделері сақталуы тиіс.

Дымқыл және құрғақ өндіріс әдістерімен отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтарды жоюдың әртүрлі технологиялық әдістерін қолдану қажет. Бұл келесі жағдайларға байланысты. Жоғарыда аталған пеш жүйелерінің дайындық аймақтарында жылу алмасудың әртүрлі шарттары пайда болады (4.19- сурет).



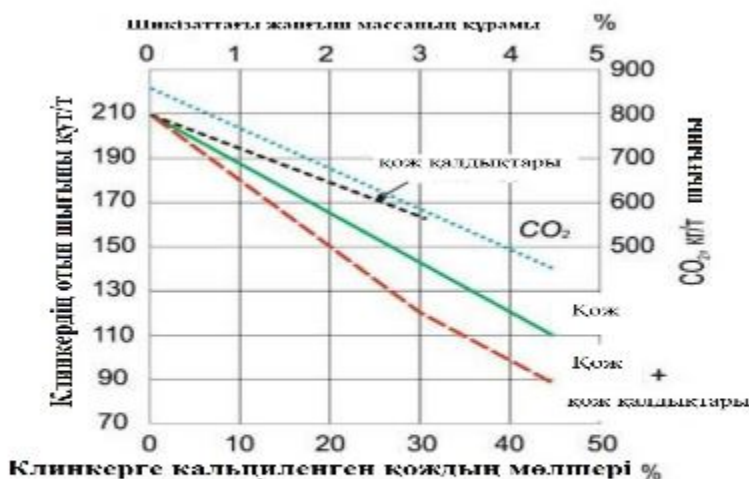
4.19-сурет. Құрғақ және дымқыл өндіріс әдістерімен қалдықтарды берудің ұтымды тәсілі

Кептіру, жылыту және декарбонизация аймақтарындағы дымқыл әдіс пештерінде айналмалы пештегі жылу беткі қабат арқылы өтеді, сондықтан газ ағынының температурасы материалдың температурасынан 700 °С-тан асады. Көптеген жанғыш материалдарды қыздырған кезде ұшпа заттардың шығуы отын тұтанғанға дейін (~ 650 °С) 150 – 500 °С кезінде жүретінін ескерсек, онда бұл аймақтағы газдың температурасы 900 °С-тан жоғары, сондықтан ұшпалардың тұтануы мен жануы қамтамасыз етіледі. Сондықтан дымқыл әдіспен жанғыш заттарды шламды дайындау кезінде шикізат диірменіне беруге болады.

Құрғақ әдіспен циклондар мен декарбонизатордағы дайындық аймақтарында жылу алмасу жүреді, онда материал тозаң тәрізді күйде газ ағынында таратылады, ол бірнеше секундта жүреді. Сондықтан материал мен газдың температурасы іс жүзінде тегістеледі, егер материал шикізат қоспасына берілсе, онда бірінші циклонда ~ 350°С температурада ұшпалардың шығуы болады, бұл жылудың қайтымсыз жоғалуына, электростатикалық сүзгіде және қоршаған ортаның ластануында мүмкін болатын жарылысқа әкеледі. Сондықтан құрғақ әдіспен жанғыш қалдықтарды шикізат қоспасына беруге болмайды. Сонымен қатар құрамында ұшпа органикалық қосылыстар болуы мүмкін бұл шикізат қалдықтары мұржадан шығарындылардың көбеюіне әкеледі (мысалы, СТҚ (ООУ)/ЖТҚ (ЛОС), диоксиндер және фурандар және т.б.), өйткені олар пештің жоғары температуралық аймақтарына енбейді.

Егер минералды техногендік материалдарды қолданған кезде клинкерді күйдіруге жұмсалатын жылу шығыны азаяды, сондықтан пештің өнімділігі пропорционалды түрде артады, содан кейін жанғыш қоспаларды қолданған кезде отынның бір түрі екіншісіне ауыстырылады, сондықтан пештің өнімділігі өзгеріссіз қалады.

Минералды және құрамында отыны бар техногендік материалдарды қолданудың тиімділігі 4.20-суретте келтірілген және оларды бірге қолдану технологиялық құнды форсункалық отынның меншікті шығынын клинкердің 100 кшо/т -нан төмендетуге, яғни құрғақ тәсіл бойынша шығысқа жақындауға болады.



4.20-сурет. Минералдық ресурстарды және жанғыш техногендік материалдарды қолданудың тиімділігі

Егер 25 %-ға дейін қожды және 2,5 %-ға дейін жанғыш затты енгізе отырып, осы бағытты ішінара іске асыратын болсақ, онда ~ 130 кшо/т шамасына қол жеткізуге және CO₂-нің атмосфераға шығарылуын 200 кг/т клинкерге азайтуға болады.

Тағы бір бағыт – пайдаланылған автомобиль шиналарын кәдеге жарату. Жылу шығару қабілеті бойынша шиналардан шыққан отын мазутқа тең және көмірден 25 %-ға артық [66]. Шиналарды құрайтын компоненттер қажетті темір оксидін әкеледі және клинкер түзуде қолданылады, сондықтан оларды жоюдың бұл әдісі барлық қолданыстағы әдістердің ішіндегі ең тиімді болып саналады.

Автошиналардың көлемі мен салмағы үлкен болғандықтан, оларды жағу үшін пешке берудің түрлі тәсілдері әзірленді. [67] сәйкес алдын ала ұсақтау және шиналарды кәдеге жаратуға дайындау талап етілетінін ескеру қажет. ЕО-да тұтас шиналарды пайдалануға жол беріледі.

Түрлі сынақтардың нәтижелері форсунка отынын үнемдеу және атмосфераның экологиялық тазалығын қамтамасыз ету тұрғысынан негізгі отынның 10 % тозған шиналармен ауыстыру оңтайлы болып табылатынын растады. Тәжірибелер көрсетіп

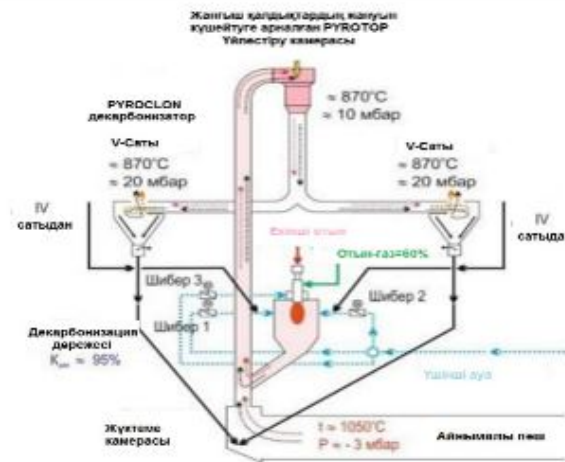
отырғандай, шығатын газдардағы зиянды заттардың шоғырлануы отын түріне қарағанда пешті жағу мен жылу техникалық режимін ұйымдастыруға әлдеқайда тәуелді [69].

Калифорниядағы (АҚШ) Southdown фирмасының зауытында Pyroclon декарбонизаторы бар өнімділігі 1 млн. т/жыл пешке, 50 мм мөлшеріндегі кесінділер түріндегі отынның жалпы санының 11,5 %-ы декарбонизаторға, ал тұтас шиналар түріндегі отынның жалпы санының 11,5 %-ы тік газ жүрісіне енгізілді. Бұған дейін декарбонизаторда отынның жалпы көлемінің 55 % мөлшерінде көмір жағылады. Жоғарыда көрсетілген шиналар санын бергеннен кейін декарбонизатордағы көмірдің үлесі жалпы санынан 43,5 %-ға дейін азайтылды. Түсіру соңынан берілетін көмірдің мөлшері отынның жалпы санынан 45 %-дан 33,5 %-ға дейін азайды. Вильдегг қаласындағы (Швейцария) зауыттың пешіне шиналарды жағу үшін форкамера орнатылды, бұл қайталама отынның үлесін 50 %-а дейін ұлғайтуға, NOx шығарындыларын 40 % -ға төмендетуге мүмкіндік берді [68].

Жоғарыда келтірілген фактілер отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтарды цемент пештерінде кәдеге жарату қымбат отынды (газ, мазут, көмір) тұтынуды едәуір азайтуға және цемент өндіру шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Дымқыл әдіспен оларды декарбонизация аймағына шлюз жапқышы арқылы беру керек. Бұл әдіс "Кавказцементте" сәтті жүзеге асырылды және қазіргі уақытта Белоруссияда цемент-шифер зауытында жұмыс істейді. Шиналарды енгізу негізгі отынның 10 % дейін үнемдеуді қамтамасыз етеді.

Пеш жүйелерінде отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтарды кәдеге жарату құрғақ тәсіл кезінде оларды айналмалы пештің жану аймағына және декарбонизаторға беру жүргізіледі.

Минералды құрамы төмен жанғыш материалдар қолданылған жағдайда, мұндай қалдықтарды тікелей декарбонизаторға тапсырған жөн. Қалдықтарды толық жағуды қамтамасыз ету үшін KHDHumboldtWedag фирмасы PYROTOP камерасындағы газ ағынының ауытқуы салдарынан декарбонизаторда ірі жанғыш заттардың болу уақытын арттыратын және олардың толық жануын қамтамасыз ететін PYROTOP жүйесін қолданады (4.21-сурет).



4.21-сурет. PYROTOP құйынды камерасы бар жүйе отын ретінде қолданылатын қалдықтардың толық жануы

4.9.3.1. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың түрлері

Экология кодексінің [1] 338-бабына және Қалдықтар сыныптауышына [69] сәйкес барлық қалдықтар қауіпті немесе қауіпті емес болып бөлінеді. Қалдықтардың жекелеген түрлері олардың құрамындағы қауіпті заттардың шоғырлану деңгейіне немесе қалдықтар түрінің қауіпті сипаттамаларының адамдардың өміріне және (немесе) денсаулығына және қоршаған ортаға әсер ету дәрежесіне қарай әртүрлі кодтар бере отырып (қалдықтардың "айналы" түрлері) қауіпті және қауіпті емес ретінде бір мезгілде айқындалуы мүмкін.

Қалдықтардың түрлері қоршаған ортаны қорғау саласындағы уәкілетті орган бекіткен қалдықтар жіктеуші негізінде айқындалады. Қалдықтар жіктеуші қалдықтардың әрбір түрінің шығу тегі мен құрамын ескере отырып әзірленеді және қажет болған жағдайларда қауіпті немесе қауіпті емес заттарға жатқызу мақсатында қауіпті заттар шоғырлануының лимиттеуші көрсеткіштерін айқындайды.

Интернет-порталда қалдықтарды орналастырудың әрбір объектісі бойынша біріздендірілген мәліметтердің, сондай-ақ қалдықтардың түрлерінің, олардың шығу тегі мен физикалық-химиялық құрамының, құрамдас құрамының, сандық және сапалық көрсеткіштерінің, сақтау, көму және тастау шарттарының, оларды пайдалану және залалсыздандыру технологияларының жүйеленген, кезең-кезеңмен толықтырылатын және нақтыланатын жиынтығын білдіретін Өндіріс және тұтыну қалдықтарының мемлекеттік кадастры орналастырылған [70].

Клинкерді күйдіру процесі қалдықтарды пайдалану үшін қолайлы жағдайлармен сипатталатындықтан, отын ретінде қолдануға болатын қалдықтар әдеттегі отынның бір бөлігін ауыстыру үшін қолданылады. 4.17-кестеде көрсетілгендей, цемент пештерінде отын ретінде әртүрлі қалдықтар қолданылуы мүмкін.

4.17-кесте. Айналмалы пештер үшін отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың әрқилы түрлері [61]

Р/с №	Қалдықтардың түрі	Қалдықтардың атауы
1	2	3
1	қауіпсіз	ағаш, қағаз, картон
		тоқыма
		пластмассалар
		айдау өнімдері
		шиналар / резеңке,
		өнеркәсіптік шламдар (құрамында қауіпті қосындылары жоқ)
		қалалық ағынды сулар
		мал шаруашылығының қалдықтары
		көмір / көміртегі қалдықтары
		ауыл шаруашылық қалдықтары
2	қауіпті	қатты қалдықтар (қаныққан ағаш үгінділері)
		еріткіштер және тиісті қалдықтар
		мұнай және мұнай қалдықтары,
		басқа

Жоғары калориялы қалдықтар цемент пештеріндегі алғашқы отынды алмастыруы мүмкін, сондықтан қалдықтар сапасының тұрақтылығы міндетті болып табылады (мысалы, жеткілікті жылу шығару қабілеті, ауыр металдардың, хлордың, күлдің аз болуы, жану қабілеті, жануы).

Ылғалдылық және күлмен қатар, қалдықтардан алынатын отынның маңызды сипаттамалары мен параметрлері оның калориялық мәні (4.18-кесте), күкірт, хлор және ауыр металдардың мөлшері (әсіресе сынап, күшән, кадмий, сүрме, қорғасын, таллий және басқа да аз ұшатын металдар, мысалы, марганец, хром, мыс, кобальт, никель және ванадий). Бұдан басқа, жанармайдың оттыққа баламалы отынды берудің көлік жүйесімен анықталатын белгілі бір геометриялық сипаттамалары және оттықтың өзінің саптамасының мөлшері болуы қажет. Қалдықтардан отындардың жарамдылығын бағалау, әдетте, қалдықтардағы зиянды заттардың барынша рұқсат етілген шоғырлануына негізделеді.

4.18-кесте. Қауіпті және қауіпті емес қалдықтардан отын түрлерінің жылу шығару қабілеті мен күлділігінің сипаттамасы [2 бойынша]

Р/с №	Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың түрлері	Жылу шығару қабілетінің мәндері (МДж/кг)	Күлділік, %

1	2	3	4
1	Ылғалдылығы 25 болған кезде ағаш (араларға, ДСП, т/ж шпалдар қалдықтары)%	шамамен 16	1,5 дейін
2	Қағаз, картон	3 – 16	8 дейін
3	Тоқыма	до 40	анықталмаған
4	Пластмассалар (бастапқы өңдеу)	17 – 40	2 дейін
5	ҚТҚ отыны (RDF)	18 – 20	10 – 22
6	Резеңке / шиналар	шамамен 26	7
7	Өнеркәсіптік қож	8 – 14	30 дейін
8	Сүйек ұны және жануарлардың майлары	14 – 18, 27 – 32	анықталмаған
9	Малдың ұша ұны	14 – 21,5	анықталмаған
10	Ауыл шаруашылық қалдықтары	12 – 16	10 дейін
11	Еріткіштер, майлар, ЛБМ қалдықтары және т. б.	20 – 36	анықталмаған
12	Ағынды сулардың қожы (ылғалдылығы > 10 %)	3 – 8	40 дейін
13	Ағынды сулардың қожы (ылғалдылығы < 10 %-дан 0-ге дейін)	8 – 13	40 дейін

Көптеген елдерде (ЕО, АҚШ және әлемнің көптеген елдерінде) рұқсат өлшемшарттарында баламалы отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардағы заттар үшін шекті мәндер белгіленген.

Ақпарат үшін төменде (4.19 және 4.20-кестелер) аустриялық цемент зауыттары үшін максималды (шекті) мәндерге, сондай-ақ орташа және 80 - пайызы үшін мысал келтірілген [72, 73].

4.9.3.2. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қатты қалдықтар

Әрбір жанғыш қалдықтар клинкер өндірісінде отын ретінде жарамды бола бермейді

Қатты қалдықтар әртүрлі компоненттердің біртекті немесе гетерогенді қоспалары болуы мүмкін, мысалы:

қағаз, картон, пластмасса, резеңке, ағаш сынықтары (өңдеу қалдықтары) сияқты әртүрлі жану қабілеті бар бөлшектер;

құрамында құм, тас, керамика, темірлі және темірсіз металдар, органикалық ылғалды материалдар сияқты органикалық фракциялары бар инертті материалдардың әртүрлі мөлшері бар қоспалар;

зиянды, мысалы шиналар, шайырлар, сіңірілген сүрек қалдықтары немесе қауіпсіз материалдар.4.19-кесте. [72] сілтемесі бойынша Аустрияның цемент зауыттарындағы

қалдықтардағы заттар (отынның баламалы түрлері) үшін рұқсат беру өлшемшарттарының мысалдары (ең жоғары мәндер)

P/c №	Параметрлері	Сарқынды сулардың қожына н басқа пайдаланылған отын (жылу шығару қабілеті = 25 МДж/кг)	Ағынды сулардың қағазы мен кожы	Пайдаланылған майлау майы, еріткіштер, лак-бояу қалдықтары	Пластик, жылу шығару қабілеті жоғары фракциялар	Пайдаланылған ағаш	Пайдаланылған шиналар	Қағаз	Каучук	Стерилденген ет жармасы, сүйек ұны
		Ең жоғары мәндер (құрғақ заттың мг/кг)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	As	15	5-10	10-20	15	15	-	0.5	36	0.3
2	Sb	200	20	10-100	20-30 (800 ⁽¹⁾)	20	-	0.5	8.4	1
3	Pb	150	100-500	250-800	500	300-800	-	500	33.8	2
4	Cd	5	3-5	1-20	25-27	10-15	-	5	8	0.1
5	Cr	150	100-500	50-300	300	70	-	300	97	5
6	Co	50	50-60	3-25	20-100	14	-	60	128	1
7	Cu	700	650-600	500	500	100-400	-	600	748	15
8	Mn	500	700	70-100		150	-	300	4250	30
9	Ni	100	60	40-100	200	100	-	80	200	1.5
10	Hg	0.5	2-3	1-2	0.86-2	1	-	0.6	0.4	0.2
11	Tl	3	3	1-5	3-10	2	-	5	1	0.6
12	V	100	100	10-100	70	60	-	15	40	1
13	Zn	-	1000-2000	300-3000	-	1000	20000	2000	11400	150
14	Sn	50	10-50	-	70	-	-	10	20	1.5
15	Cl	1 wt-% (2)	0.8 wt-%	1 wt-%	2 wt-%	0.5 wt-%	-	-	-	-
16	S	3 wt-%	-	-	-	-	-	-	-	-

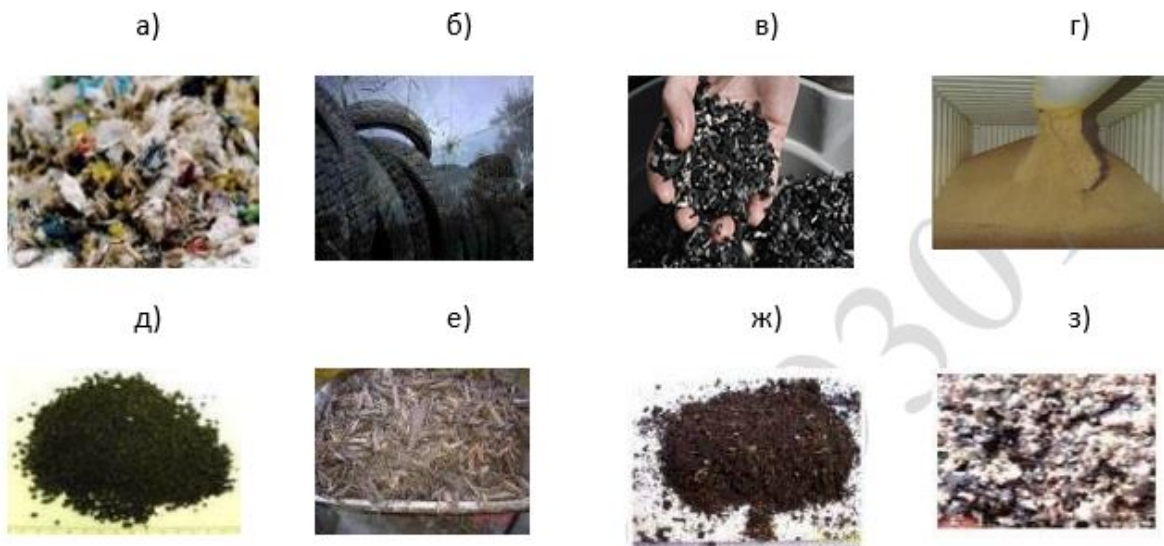
4.20-кесте. [71] бойынша Аустрия цемент зауыттарындағы қалдықтардағы заттар (отынның баламалы түрлері) үшін рұқсат өлшемшарттарының мысалдары (орташа мәндері және 80-ші процентиль)

		Ағынды сулардың	Пайдаланылған майлау майы, еріткіштер, лак-бояу қалдықтары	Пластик, жылу шығару қабілеті	Пайдаланылған ағаш	Пайдаланылған шиналар	Қағаз	Каучук	Стерилденген ет
--	--	-----------------	--	-------------------------------	--------------------	-----------------------	-------	--------	-----------------

Р/с №	Параметрлері	қағазы мен кожи	лак-бояу қалдықтары	жоғары фракциялар					жармасы, сүйек ұны
		орташа мәні және 80-ші процентиль (мг/кг құрғақ зат)							
		орташа мәндер	орташа мәндер	орташа мәндер	80-ші процентиль	80-ші процентиль	орташа мәндер	орташа мәндер	80-ші процентиль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	As	3.78	12	6	10	10	0.46	16.4	0.2
2	Sb	4.97	67	6	20	20	0.37	5.72	0.6
3	Pb	25.5	59	180	150	150	31.85	28	1.5
4	Cd	1.02	0.5	0.6	15	5	0.63	3.9	0.05
5	Cr	28	8	30	150	50	12.2	26	3
6	Co	6.6	1	1.8	15	10	3.6	80	0.4
7	Cu	160.5	52	300	300	50	10.75	300	12
8	Mn	350	0.1	42	200	150	287	28.6	25
9	Ni	22	1	24	100	100	11.1	77	1
10	Hg	1.2	0.47	0.6	0.6	0.5	0.26	0.02	0.1
11	Tl	6.69	0.05	0.6	1.5	1	1.11	0.4	0.3
12	V	16.05	1	6	30	60	6.11	12	0.5
13	Zn	40.6	390	30	30	20	1.76	10	1
14	Sn	877	1000	180	-	-	34.9	8597	120
15	Cl	-	0.4 wt-%	-	-	-	-	-	-
16	S	-	2 wt-%	-	-	-	-	-	-
17	PCB/PCT	-	50	-	-	-	-	-	-

4.22-суретте отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтардың кейбір түрлері көрсетілген.

Қалдықтар, аралас қалалық қалдықтар, аралас коммуналдық қалдықтар немесе конструкцияларды бұзу қалдықтары жоғары калориялы фракцияларды бөлу арқылы алдын-ала сынақтан өтуі керек Қалдықтарды алдын ала өңдеу көлемі – іріктеу, ұсақтау, жиектерді дайындау – осы қалдықтарды қолдану саласына байланысты.



а – қатты тұрмыстық қалдықтар; б – шиналар; в – ұсақталған резеңке, каучук; г – жемшөп ұны; д – сарқынды сулардың шөгугі; е – ағаш жоңқасы; ж – май сіңген ағаш үгінділері; з – қағаз, пластик және тоқыма негізіндегі арнайы дайындалған қалдықтар

4.22-сурет. [2] бойынша балама отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың түрлері

Қатты отынды дайындау технологиясы үлкен дәрежеде қалдықтардың түріне және цемент өнеркәсібінің талаптарына байланысты. Материалды тасымалдау тәсілінен және пайдаланылатын жанарғының түрінен туындайтын негізгі талаптардың бірі отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтарды беру болып табылады.

Негізгі күйдіру жүйесінде (пештің басында немесе шығу тесігінде, форсунка арқылы отынды үрлеу): қалдықтардың жоғары абразивтілігі кептірілген шламды пайдалану және бөлшектердің ерекше пішіні мен олардың өлшемдері жұмыс мәселелеріне әкелуі мүмкін. Пайдаланылған кезде пневматикалық тасымалдау жүйесі отын ретінде пайдалануға болатын қатты қалдықтарды пешке беру үшін айналмалы бөліктердің зақымдануын және кептелуін болғызбауға болады (пневматикалық жүйе қозғалмалы бөліктерсіз толығымен жұмыс істейді). Қалдықтары бар пешке жіберілетін ауаның мөлшері жану үшін стехиометрия бойынша қажетті жалпы көлемде мәнсіз болады. Ірі бөлшектер неғұрлым қуатты пневматикалық конвейерлік желілер мен желдеткіштерді қолдану қажеттілігін тудырады. Сондықтан процестің маңызды қадамы отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың мөлшерін төмендету және дезагломерациясы болып табылады (әдетте жиектердің мөлшері 25 мм-ден аспауы тиіс). Жиектердің әлсіз агломерациясы кезінде орташа тығыздау отын қалдықтарының тұрақсыздығын жақсартуға және оларды мөлшерлеуге ықпал етеді.

Екінші күйдіру жүйесі (отын пешпен төменгі циклон немесе кальцинатор арасындағы іске қосу тесігі арқылы пешке беріледі); отын ретінде пайдаланылуы

мүмкін қатты қалдықтар үшін мөлшерді шектеу екінші күйдіру жүйесі үшін маңызды емес. Бұдан басқа, құрамында күлі жоғары қалдықтар пайдаланылуы мүмкін.

Соңғы жылдары FLSmidth және ThyssenKrupp фирмалары төмен сұрыпты және ірі кесекті (көлемі 1,2 м дейін) баламалы отын түрлерін жағуға мүмкіндік беретін HOTDISC және PREPOL жану камераларын ұсынды.

Автомобиль шиналарын кәдеге жаратудың бір әдісі-оларды балама отын ретінде пеш қондырғысында жағу. Автомобиль шиналарының төмен жану жылуы 32 – 34 МДж /кг құрайды [72], бұл сапалы тас көмірдің жану жылуына барабар, яғни пайдаланылған автомобиль шиналары технологиялық отын ретінде пайдалану үшін жоғары жылу техникалық әлеуетке ие, өйткені олар негізінен мұнайды қайта өңдеу өнімдерінен тұрады. Айналымы пеште тозған автомобиль шиналарын кәдеге жаратқаннан кейін пайда болған күл портландцемент клинкеріне ауысады, осылайша жаңа қалдықтар пайда болмайды.

Автошиналарды экономикалық тиімді кәдеге жарату экологиялық проблемаларды шешіп қана қоймай, қайта өңдеу өндірістерінің жоғары рентабельділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Тозған шиналардың үйінділерін жою олар алып жатқан жерлердің едәуір аудандарын мақсаты бойынша пайдалану үшін босатуға мүмкіндік береді.

4.9.3.3. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін сұйық қалдықтар

Отын ретінде пайдалануға болатын сұйық қалдықтар, әдетте, арнайы басқару құралдарын қолдана отырып, пайдаланылған еріткіштердің, бояулардың немесе мұнай қалдықтарының әртүрлі қалдықтарын жылудың қолайлы мөлшерімен араластыру арқылы дайындалады.

Сұйық қалдықтар көбінесе қауіпті қалдықтар. Оларды өңдеу кезінде, мысалы, органикалық қосылыстардың шығарылуын болғызбау үшін материалды сақтау, беру кезінде ескеру қажет. Қажет болған жағдайда қолданылатын буландырғыштар сияқты кейбір технологиялар бар. Булану жүйесі булану жүйесінің жұмысымен келіскен кезде ғана Органикалық заттардың шығуын қамтамасыз ететіндей пайдаланылады және қауіпсіздік тұрғысынан қажетті қалыпты жұмыс кезінде органикалық заттардың буларын ауаға шығармайды.

4.9.3.4. Қалдықтардың сапасы бойынша талаптар және кірме бақылау

Шикізат ретінде және/немесе цемент пештеріндегі отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар стандартты сапаға ие болуы керек, өйткені отын күлі клинкердің пайда болуымен, клинкер құрамына ең аз теріс әсерімен толық байланысты және атмосфераға қосымша шығарындылар бермейді. Сонымен қатар қалдықтардың тұрақты сапасы қажет. Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтардың сипаттамаларына кепілдік беру үшін сапа менеджменті жүйесі қажет Бұдан басқа, жоғарыдағы 4.9.3.1-бөлімде

көрсетілгендей, қолданыстағы нормативтік құжаттардың талаптары ескерілуі тиіс. Сапаға қойылатын талаптардың негізгі рөлі қалдықтарды отын және/немесе шикізат ретінде тану, егер олар қосымша төменде көрсетілген талаптарды қамтамасыз етсе:

органикалық бөлікке байланысты калория мөлшері;

минералдық бөлік есебінен материалдың ұлғаюы.

Жоғары калориялы қалдықтарды цемент пешіндегі бастапқы отынды ауыстыру үшін пайдалануға болады. Айта кету керек, қалдықтардың калория мөлшері әртүрлі болады (4.9.3.2-бөлімді қараңыз).

Отын ретінде пайдалануға болатын әртүрлі қалдықтарды немесе жоғары калориялы фракциялары бар қалдықтарды дайындау және өңдеу әдетте цемент зауытынан тыс жерде жүзеге асырылады. Мұндай қалдықтарды әдетте жеткізуші немесе цемент зауытында қосымша дайындықсыз цемент пештерінде пайдалануға жарамды өнімді алу үшін арнайы құрылғылар мен қондырғыларды қолданатын мамандандырылған ұйымдар дайындайды және өңдейді. Алайда оларды цемент пештерінде қолданар алдында цемент зауытының қызметкерлері қалдықтарды үнемі тексеріп, талдайды. Материалдың әртүрлі сапалық сипаттамаларын тексеру үшін арнайы зертханалық жабдықтар қолданылады.

Белгілі бір сападағы қалдықтарды дайындау және өңдеу технологиялары енгізілген материалдың сипаттамаларына және тұтынушының талаптарына байланысты. Тіпті арнайы өндірістің бір типті қалдықтары оларды қолданар алдында қоспаның біркелкілігі мен сапаның тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін: жылу қасиеттері мен химиялық құрамы қалдықтарға арналған қондырғыларда өңделеді және араласады. Әртүрлі қатты қалдықтарының көздерінің қоспасына немесе аралас қалалық қалдықтардан таңдалған фракцияға ұқсас кез келген гетерогенді қалдықтар ластағыш заттың аз мөлшерде енгізілуімен сенімді сапаны қамтамасыз ету үшін жоғары бақылауды қажет етеді.

Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтардың маңызды сипаттамалары мен параметрлері калория мөлшері, сонымен қатар су, күкірт, хлор, ауыр металдар (әсіресе сынап пен таллий) мен күлдің мөлшері болып табылады. Жану (жану) қабілеті қосымша маңызды сипаттама болып табылады. Хлор өндіріс процесіне теріс әсер етуі мүмкін. Сондықтан хлордың қолайлы шоғырлануы агрегаттағы (қондырғыдағы, аппараттағы) жеке жағдайға байланысты. Алайда жылу алмастырғышты жабу сияқты пеш жүйесінің пайдалану мәселелерін болғызбау үшін бұл концентрацияны ең аз деңгейде ұстау керек. Хлордың мөлшері жоғары болған жағдайда майланудың, тоқтаудың және т.б. алдын алу үшін байпас жүйесі қажет. Хлордың типтік концентрациясы 0,5 – 2 % шегінде болады.

Әдетте отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтар едәуір мөлшерде жинақталады. Мұндай қалдықтардың көзін таңдау кезінде бірінші қадам цементтің

өндірістік процесінде немесе оның сапасында проблемалар тудыруы мүмкін материалдың үлесін төмендету болып табылады.

Отынды (кәдімгі немесе қалдықтарды) таңдау кезінде де материалдың сапасына қойылатын талаптарды ескеру қажет. Сондықтан цемент өндіруге жарамды қалдықтардың шектеулі түрлері мен мөлшері ғана жарамды. Цемент өндірісіне жарамды, ерекше жағдайларға қатты тәуелді қалдықтардың түрлері мен саны бойынша шектеулер бар.

4.9.3.5. Қалдықтардың құрамындағы металдардың концентрациясы

Металдардың концентрациясы қалдықтардың шығу тегіне байланысты өзгереді. Көптеген Еуропа елдерінде заң шығарушылар және / немесе өнеркәсіп жоғарыда 4.9.3.1 -бөлімде көрсетілгендей отын немесе шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтарды таңдау үшін металдардың ең жоғары рұқсат етілген концентрациясының тізімін шығарды. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың жарамдылығын анықтау өлшемшарттары мыналарды қамтиды:

өнеркәсіптің өңірлік дамуы тұрғысында цемент өнеркәсібінің қоршаған ортаға әсерінің маңыздылығын;

қоршаған ортаны қорғау бойынша аймақтық заңдар мен стандарттарды үйлестіруге бағытталған жұмыстар;

дәстүрлі шикізат пен қалдықтардағы ластағыш заттардың деңгейі;

өндірістік жағдайлар және шығарындылар ;

қалдықтарды залалсыздандырудың баламалы әдістері;

ең төменгі калория қажеттілігі;

цемент сапасына қойылатын талаптар.

4.9.3.6. Қалдықтарды жинау және тасымалдау

Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтар әдетте мамандандырылған қызмет көрсететін кәсіпорындарда дайындалады. Берілетін дайындалған қалдықтарды тек цемент зауытында жинау және содан кейін өлшенген мөлшерде цемент пешіне беру қажет. Қалдықтар партиясын жеткізгеннен кейін олардың өзгеру үрдісі бар, себебі қалдықтар нарығы тез дамуда. Сондықтан көп мақсатты қоймаларды/қалдықтарды дайындау зауыттарын жобалау ақылға қонымды.

Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін сұйық қалдықтар көп жағдайда қауіпті қалдықтар болып табылады. Мұны оларды жеткізу, қоймалау, өндіріске беру кезінде ескеру қажет. Бұдан басқа, әлеуетті өздігінен жанатын материалдар үшін арнайы шаралар көзделуі тиіс, әсіресе қалдықтарды дайындау және фракцияларға сұрыптау жөніндегі кәсіпорындардан жеткізілген қалдықтар пайдаланылғанда.

5. Ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау кезінде қарастырылатын техникалар

5.1. Цемент өндіру кезінде ЕҚТ таңдау кезінде қарастырылатын техникалар

5.1.1. Төмендегі техникалық шешімдерді жеке немесе бірлесіп қолдану арқылы электр энергиясын тұтыну:

электр қуатын басқару жүйесін пайдалану;

энергетикалық тиімділігі жоғары ұнтақтайтын және басқа да қондырғыларды пайдалану;

материалдарды ұнтақтау үрдісі кезінде тиімділігі жоғары күшейткіштерді қолдану;

электр энергиясын тұтыну деңгейі жоғары барлық цехтарда/қондырғыларда және бүкіл зауыт бойынша мүмкіндігінше көп нүктелерде электр энергиясын тұтынуды бақылау (мүмкін болған кезде жағдайды анықтау және жақсарту үшін қолданылатын жазбалар).

Сипаты

Электр энергиясын пайдалану ISO 50001, (Энергия менеджменті жүйесі) енгізумен, қуатты басқару жүйесін орнатумен және роликті пресстер (роллер-пресстер) – клинкерді, ауыспалы айналу жылдамдығы бар желдеткіштерді ұсақтауға арналған жоғары қысымды біліктер сияқты энергетикалық тиімді қондырғыларды қолданумен, ал кейбір жағдайларда жаңаларына ауыстыру жолымен барынша азайтылуы мүмкін. (4.8.2-бөлімін қараңыз). Қуатты тұтынуды азайту үшін цемент ұнтақтағыштары кеңінен қолданылады.

Техникалық сипаттамасы

Цемент саласында қуаттылықты басқару жүйелерін қолданудың негізгі бағыттары (4.8.2-бөлім):

айналмалы пештің жетегі;

таспалы толықтырғыш;

эртүрлі мақсаттағы сорғылардың жетектері;

оттықты тоңазытқыштың торларының желдеткіші;

пеш тоңазытқышы оттығының жетегі;

түтін сорғыштың және желдеткіштің жетегі;

басқа электр қозғағыштардың жетегі.

Реттелетін жетектерді енгізу энергия тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар цемент өндіру процесін толық автоматтандыруға мүмкіндік береді. Технологиялық процестерді автоматтандыру, электр энергиясын тұтынуды азайтудан басқа, отынды үнемдеуге және өнімнің сапасын жақсартуға әкеледі.

Энергияны үнемдейтін қондырғыны, атап айтқанда қазіргі заманғы диірмендер мен ұсатқыштарды қолдану энергия тұтынудың айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз етеді (4.8.2-бөлім).

Ұнтақтау кезінде электр энергиясын тұтынуды азайтуда эртүрлі қоспалар мен заманауи цемент ұнтақтау күшейткіштерін қолдану маңызды рөл атқарады.

Жақсартылған бақылау жүйесін қолдану және ауа соруды азайту электр энергиясын тұтынуды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Шығарындыларды азайтудың кейбір

технологиялары, мысалы, технологиялық бақылау процесін оңтайландыру энергияны тұтынуға оң әсер етеді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Электр энергиясын тұтынуды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдаланылу деректері

Энергия тұтынуды азайту жөніндегі техникалардың негізгі деректері 3, 4.8.2-бөлімдерде келтірілген.

ЕҚТ-ны іске асыру кезінде алынатын технологиялық көрсеткіштер 5.1-кестеде келтірілген.

5.1-кесте. ЕҚТ-ға арналған технологиялық көрсеткіштер

Р/с №	Технологиялық көрсеткіш	Өлшем бірлігі	Мәні
1	2	3	4
1 т портландцемент өндірісіне жұмсалатын үлестік энергия шығыны:			
1	құрғақ тәсілмен өндіретін зауыттар үшін;	кВт·с/т цемент	110–140
2	дымкыл тәсілмен өндіретін зауыттар үшін		100–135

Қондырғының жұмыс режиміне байланысты қуатты басқаруды пайдалану кезінде электр энергиясын үнемдеу 20 – 40 %-ға жетуі мүмкін.

Заманауи ұсатқыштарды пайдаланған кезде меншікті тұтынуды 0,9 кВт·сағ/т-дан 0,3 кВт·сағ/т-ға дейін төмендетуге болады (4.8.2-бөлім).

Цементті ұнтақтау күшейткіштерін қолдану меншікті тұтынудың 10 %-дан 30 %-ға дейін төмендеуіне әкеледі.

Кросс-медиа әсерлер

Кросс-медиа әсерлері жоқ. Энергия ресурстарын тұтынудың төмендеуі атмосфераға түсетін шығарындылардың азаюына әкеледі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Электр энергиясын тұтынуды азайтуға бағытталған негізгі әдістерді қолдану шарттары 5.2-кестеде келтірілген.

Экономика

Энергияны (жылу және электр) пайдалану өнім құнының 30 – 40 % құрайды. Технологияны енгізудің экономикалық тиімділігі белгілі бір кәсіпорын үшін техникалық-экономикалық негіздеме ТЭН әзірленгеннен кейін анықталады.

5.2-кесте. Негізгі техникаларды қолдану шарттары

Р/с №	Әдіс / қондырғы	Қолданылуы
1	2	3

1	Қуатты басқару жүйелерін қолдану.	Барлық кәсіпорындар үшін
2	Энергия тиімділігі жоғары ұнтақтау және басқа да қондырғыларды пайдалану.	Жаңадан салынатын және жаңғыртылатын кәсіпорындар үшін
3	Материалдарды ұнтақтау үрдісі кезінде тиімділігі жоғары күшейткіштерді қолдану.	Барлық кәсіпорындар үшін

Ендірудің қозғаушы күші

Заң талаптары. Экономикалық талаптар, шығыстарды үнемдеу. Жергілікті жағдайлар. Энергетикалық тиімділік.

5.1.2. Біріктірілген техникалық шешімдерді қолдану арқылы жылу шығынын төмендету/барынша азайту

Сипаты

Пайдаланылатын жылу энергиясының мөлшерін пеш жүйесіне түрлі технологияларды енгізу және оңтайландыру жолымен азайтуға болады (4.8.1- бөлімді қараңыз).

1) жақсартылған және оңтайландырылған пеш жүйесін және пешті белгіленген параметрлерге сәйкес тегіс, тұрақты қолдану: (төмендегі үрдістерді пайдалана отырып) :

компьютерлік автоматты бақылауды қоса алғанда, үрдісті басқаруды оңтайландыру; жанармай (отын) берудің заманауи салмақ жүйесі;

қолданыстағы пештің конфигурациясын ескере отырып, жылу алмастырғыш пен декарбонизатордың кеңеюі (мүмкін болса).

2) пештерден, әсіресе салқындату аймағынан артық жылуды қалпына келтіру. Атап айтқанда, шикізатты кептіру үшін пештің салқындату аймағынан (ыстық ауа) немесе жылу алмастырғыштың артық жылуын пайдалануға болады;

3) шикізат материалдары мен пайдаланылатын отынның сипаттамалары мен қасиеттеріне сәйкес циклондардың тиісті санын қолдану;

4) жылу энергиясын тұтынуға оң әсер ететін сипаттамалары бар отынды пайдалану;

5) кәдімгі отынды қалдықтармен алмастырған кезде қалдықтарды жағуға арналған арнайы оңтайландырылған және қолайлы пеш жүйесін пайдалану қажет;

6) егер пештер осындай жүйемен жабдықталған болса, айналма жүйеге газ ағынын азайту.

Техникалық сипаттамасы

Жаңа зауыттар үшін стандартты технология декарбонизатормен және үшінші ауамен біріктірілген көп сатылы циклонды жылу алмастырғыштары бар пеш жүйесі болып саналады.

Жылу энергиясын тұтынуды оңтайландыру әдістерін зауыттың әртүрлі қондырғыларында қолдануға болады, соның ішінде:

1) тоңазытқыш:

стационарлы бастапқы желтартқыш торы бар заманауи клинкер тоңазытқышын орнату;

біркелкі таратуды және тиімді салқындатуды қамтамасыз ету үшін ауа ағынына төзімділігі төмен торды пайдалану;

тордың жеке секцияларында салқындатқыш ауаның мөлшерін бақылауды қамтамасыз ету.

2) пеш:

өнімділігі жоғары қондырғыларды пайдалану;

ұзындықтың диаметрге қатынасын оңтайландыру;

пештің дизайнын пайдаланылатын отынға сәйкес оңтайландыру;

Отын жағу жүйесін оңтайландыру;

пайдалану параметрлерінің тұрақтылығы;

бақылау процесін оңтайландыру;

үшінші ауаны пайдалану;

пештегі жағдайлар: тотықтырғыш, бірақ стехиометриялық жағдайға жақын;

минерализаторларды қолдану;

ауа сородың төмендеуі.

декарбонизатор:

шағын гидравликалық қарсылық;

пештің табалдырығындағы шикізаттың біркелкі таралуы;

сілтілер айналымына байланысты ең аз тұнба түзілуі;

шикізат қоспасын қарқынды декарбонизациялау.

4) жылуалмастырғыш:

шағын гидравликалық қарсылық және циклондардағы жоғары жылу қалпына келтіру дәрежесі;

циклондардағы шаң-тозаң тұндырудың жоғары дәрежесі;

газ құбырларының бөлімдерінде шикізатты біркелкі тарату;

екі тармақты циклонды жылу алмастырғыштардағы газ және қатты заттар ағындарының біртекті таралуы;

циклон сатыларының санын оңтайландыру (жалпы үш-алты циклон);

5) қайта өңделетін материал:

шикізат материалдары мен отынның ылғалдылығының төмендігі;

жоғары калориялы отынның жеңіл жанғыштығы;

пешті шикізатпен қамтамасыз етудің тұрақтылығы және материалдың біркелкілігі;

пешке отын берудің тұрақтылығы және оның диірменнің біркелкілігі;

диірмендердің жұмысын басқару толықтай автоматтандырылған.

Дымқылды әдіспен жұмыс істейтін өндіріс пештері үшін оңтайландыру әдістері мыналарды қамтиды:

шлам сұйылтқыштарын пайдалану немесе табиғи материалдарды техногендік (күл, кож) материалдармен алмастыру арқылы күйдірілетін шикізат шламының ылғалдылығын төмендету;

ішкі жылу алмасу құрылғыларының құрылымы мен орналасуын оңтайландыру;

пеште шлам немесе клинкер сақиналарының болмауы;

отын жағу жүйесін оңтайландыру;

пештің басқы жағындағы ауа сороды барынша азайту;

пештегі артық ауа коэффициентін азайту;

пештің жұмыс параметрлерінің тұрақтылығы;

бақылау процесін оңтайландыру;

минерализаторларды қолдану-күйдіру үрдісінің күшейткіштері.

Клинкерді күйдіру үшін меншікті жылу шығынын азайту аясында параметрлері оңтайлыға жақын пеш қондырғысының тұрақты жұмысы маңызды фактор болып табылады. Бұған қол жеткізу төмендегі факторлар арқылы іске асады:

пеш агрегаттарының жұмысы параметрлерінің қажетті кешенінің үздіксіз компьютерлік мониторинг жүйесін пайдалану арқылы;

технологиялық процесті немесе оның жекелеген кезеңдерін автоматты басқару жүйелерін пайдалану арқылы;

шикізат қоспасының құрамын оңтайландыру және тұрақтандыру, оны пешке берудің біркелкілігін арттыру;

пешке отын берудің құрамын оңтайландыру және біркелкілігін арттыру;

отынның қайталама түрлерін пайдаланған жағдайда-сипаттамаларды тұрақтандыру, біркелкі беру, пешке қайталама отынды енгізу және жағу тәсілін оңтайландыру.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жылу энергиясын тұтынудың төмендеуі және сол себепті шығарындылардың азаюы.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдаланылу деректері

Ұсынылған іс-шараларды іске асыру кезінде қол жеткізуге болатын технологиялық көрсеткіштер 5.3-кестеде келтірілген.

5.3-кесте. Технологиялық көрсеткіштер

Р/с №	Клинкерді күйдіру үшін меншікті жылу шығыны, МДж/т	Процесс
1	2	3
1	3000 - 4000	Құрғақ тәсілді пештер, көп сатылы (3-тен 6 сатыға дейін) циклонды жылу алмастырғыш және декарбонизатор
2	3100 - 4200	Циклонды жылу алмастырғыштармен жабдықталған құрғақ тәсілді айналмалы пеші

3	3300 - 5400	Жартылай құрғақ /жартылай дымқылды әдіс (Леполь пеші)
4	5000 дейін	Құрғақ әдісті ұзын пештер
5	5000 - 6400	Дымқылды әдісті ұзын пештер

Жылу энергиясын тұтынуға өндірістік қуат әсер етеді. Жылу шығыны 3000 тонна/тәулігіне өнімділігі бар пештер үшін есептеліп, анықталды. Клинкерді өнімділігі жоғары пештерде жағу, мысалы, 5000 т/тәулігіне., қуаттылығы 1500 т/тәулігіне болатын шағын пештермен салыстырғанда бір тонна клинкерге 100 МДж және тіпті 200 МДж энергия шығынын азайтады.

Зауыттар отын қалдықтарының белгілі бір түрлерін пайдалану үшін арнайы жобаланған және жобаланған жағдайда, жылу энергиясын тұтыну клинкердің 3120 – 3400 МДж/т аралығында болады, бірақ тұтынудың бұл деңгейіне оңтайландырылған және заманауи пештерді қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

Ыстық шикізат материалдары мен ыстық газды айналым арқылы жіберу жылу энергиясын тұтыну үлесін 6 – 12 МДж/т клинкердің айналым арқылы жіберілген газ пайызына арттыруға алып келеді.

Кросс-медиа әсерлер

Кросс-медиа әсерлері жоқ. Энергия ресурстарын тұтынудың төмендеуі атмосфераға түсетін шығарындылардың азаюына әкеледі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жылу энергиясын төмендетуге бағытталған негізгі техникалардың қолданылу шарттары 5.4-кестеде келтірілген.

Экономика

Энергияны (жылу және электр) пайдалану өнім құнының 30 - 40 % құрайды. Технологияны енгізудің экономикалық тиімділігі белгілі бір кәсіпорын үшін техникалық -экономикалық негіздеме (ТЭН) әзірлегеннен кейін анықталады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңның талаптары. Жергілікті жағдайлар. Энергетикалық тиімділік. Шығарындыларды азайту.

5.1.3. Қалдықтарды баламалы отын ретінде және / немесе цемент өндірісінде баламалы шикізат ретінде пайдалану

Сипаты

Жоғары калориялы арнайы дайындалған және өңделген қалдықтарды цемент пешінде олардың сипаттамаларын ескере отырып, қарапайым қазбалы отынның орнына пайдалануға болады. Балама отын ретінде пайдалану үшін отынның және (немесе) биомассаның қатты немесе сұйық жанғыш қалдықтары бар қалдықтар қолданылады. Қалдықтардың жоғары калориялы компоненттеріне пластик, қағаз, картон, тоқыма, резеңке, былғары, ағаш және т.б. материалдар жатады.

5.4-кесте. Негізгі техникалардың қолданылу шарттары

P/c №	Технологиялар	Қолданылуы
1	2	3
1	Құрғақ өндіріс әдісін қолдану, қолданылатын шикізаттың сипаттамаларына сәйкес циклондық жылу алмастырғыш кезеңдерінің санын оңтайландыру	Жаңадан салынатын және жаңғыртылатын кәсіпорындар мен пештер үшін
2	Оңтайлы конфигурациямен және орнатылған параметрлерге сәйкес пеш қондырғысының тұрақты жұмысымен пеш жүйесін қолдану; басқару жүйесін оңтайландыру, оның ішінде автоматты компьютерлік басқару және технологиялық процесті басқаруды автоматтандыру; пешке материалдар мен отынды гомогенизациялау, мөлшерлеу және берудің заманауи жүйелерін қолдану	Жаңадан салынып жатқан кәсіпорындар мен жаңғыртылатын пештер, сондай-ақ мүмкін болған кезде басқа пештер үшін
3	Пеш жүйесінен, әсіресе клинкер салқындатқышынан артық жылуды қалпына келтіру, алынған жылуды шикізатты кептіру үшін пайдалану	Жаңадан салынып жатқан кәсіпорындар мен жаңғыртылатын пештер, сондай-ақ мүмкін болған кезде басқа пештер үшін
4	Меншікті жылу шығынын азайтуға оң әсер ететін сипаттамалары бар жоғары калориялы отынды пайдалану	Барлық кәсіпорындар үшін
5	Пеш жүйесіне атмосфералық ауаның ағып кетуін азайту	Барлық кәсіпорындар үшін
6	Егер пештер осындай жүйемен жабдықталған болса, айналма жүйеге газ ағынын азайту	Цемент өндірудің құрғақ тәсіліндегі кәсіпорындар үшін
7	Табиғи компоненттердің бір бөлігін техногендік материалдарға ауыстыру және шламды сұйылтқыштарды қолдану арқылы шикізат шламының ылғалдылығын азайту	Цемент өндірудің дымқыл тәсіліндегі кәсіпорындар үшін

Қолданылатын қазба шикізатында көрсетілген элементтер үшін қажетті деңгейлер болмаса, балама шикізат көздері әдетте кремний диоксиді, алюминий тотығы және темір құрамына байланысты қамтамасыз етеді.

Техникалық сипаты

Отын мен шикізат ретінде қалдықтардың едәуір көлемін тұтыну мүмкіндігі цемент пешінде жүретін технологиялық процестің сипаттамасын анықтайды.

Айналмалы күйдіру цемент пештері-зиянды жанғыш қалдықтарды өзінің ерекше қасиеттері есебінен экологиялық таза кәдеге жаратуға қабілетті ең қолайлы агрегаттар: материалдың жоғары температурасы (1450 °С дейін) және газдық орта (2000 °С дейін);

ыстық аймақта газдардың айтарлықтай тұру уақыты – 7 секундтан астам, 1200 °С жоғары температурада;

қышқыл атмосфера болған жағдайда пештегі материалдың сілтілік ортасы;

материал мен газдардың қарама-қарсы қозғалысы;

қатты және газ тәрізді фазалар арасындағы қарқынды байланыс;

клинкердің сұйық фазасына байланысты ауыр металдар мен улы материалдарды бейтараптандыру әдісі;

цемент технологиясының іс жүзінде қалдықсыз болуы;

әдетте, пеш қондырғыларында тиімді тозаң жинағыштардың болуы.

Қалдықтарды отын ретінде пайдалану түрлері мен қағидаттарының толық техникалық сипаттамасы 4.9-бөлімде берілген.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтарды таңдау және пайдалану бірқатар өзара әрекеттесетін факторларға байланысты, олардың негізгілері CO, NO_x шығарындыларының төмендеуі (егер қалдықтарды енгізу нүктелері қолайлы болса және пештің жұмысы оңтайландырылса), сондай-ақ табиғи ресурстарды, қазбалы отынды және шикізатты пайдалануды азайту болып табылады. Қауіпті қалдықтарды реттеу саласында бірлесіп, бақылаумен жүргізілетін қалдықтарды қайта өңдеу практикалық, экономикалық тиімді және экологиялық жағынан қолайлы (полигонға орналастырумен немесе өртеумен салыстырғанда) нұсқаны қамтамасыз ете алады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Цемент пешінде балама отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың ауқымы төменде көрсетілген үрдістерге байланысты айтарлықтай өзгереді: күйдіру режимі, шикізат пен отынның құрамы, өндіріске қалдықтарды беру әдісі, пайдаланылған газды тазарту технологиясы, қалдықтарды басқару шарттары.

Ықтимал қалдықтарды әлеуетті баламалы отын ретінде таңдау кезінде технологиялық параметрлерден басқа қолданыстағы техникалық реттеу жүйесінің талаптарын да ескеру қажет.

Технологиялық тұрғыдан алғанда, әдетте, цемент пешіне Отын және/немесе шикізат ретінде қолданылатын қалдықтар үшін минералды бөліктің калория мөлшері мен құрамын ескеру қажет. Бұдан басқа, қалдықтардың көлемі мен санаттары, сондай-ақ олардың физикалық және химиялық құрамы, сипаттамалары мен ластағыш қоспалары ескерілуі тиіс. Цемент өнеркәсібінде отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтар

әдетте алдын-ала дайындалған, өңделген, мысалы, ұсақталған, араластырылған, ұсақталған, гомогенизацияланған және тиісті сападағы материалға айналатын қалдықтардан арнайы таңдалған бөлік болып табылады

Балама отын ретінде жағу мақсаттары үшін қалдықтар, әдетте, алдын ала сынақтар жүргізілгеннен кейін ғана пайдаланылады.

Отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың сипаттамаларына кепілдік беру үшін сынамаларды іріктеу мен дайындауды, талдау мен бақылауды қамтитын сапаны қамтамасыз ету жүйесі қажет.

Пайдаланылатын қалдықтардың түріне және олардың сипаттамаларына байланысты қалдықтарды пешке беру орны маңызды, өйткені бұл пештің шығарындыларына әсер етеді. Негізінен, қалдықтардың тұтану температурасы жоғары болған кезде оларды негізгі қыздырғыш арқылы беру қолданылады. Барлық жеткізу нүктелері үшін пештегі газдардың температурасы $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ішінде кемінде $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ болуы керек, егер құрамында 1% -дан астам хлор бар қалдықтар пайдаланылса, онда олар пештің аймағына берілуі керек, онда газдардың температурасы 2 секунд ішінде кемінде $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ болуы керек.

Шығарындыларды бақылау үшін қосымша жабдық орнатылуы тиіс. Қоршаған ортаның қауіпсіздігін, оның сапасы мен стандарттарға сәйкестігін қамтамасыз ету үшін арнайы бақылау және тиісті техникалық шешімдер қажет.

Отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың әртүрлі түрлерінің сипаттамалары: ылғалдылық, калория мөлшері энергияны нақты тұтынуға әсер етуі мүмкін. Мысалы, баламалы отынның төмен калориялы және жоғары ылғалдылығы клинкердің бір тоннасына жылу энергиясын тұтынудың артуына әкеледі. Төмен калориялы қалдықтарды пайдалану кезінде бірдей қуат тұтынуына қол жеткізу үшін қарапайым отынды қолданумен салыстырғанда олардың көп мөлшері қажет.

Жанармай қоспасын қолданған кезде клинкердің бір тоннасына нақты энергия шығыны отынның түріне, оның калориясына байланысты әртүрлі себептерге байланысты өзгереді. Деректерді талдау көрсеткендей, қазбалы отынның (көмірдің) калория мөлшері $26 - 30\text{ МДж/кг}$, мазут – $40 - 42\text{ МДж/кг}$ аралығында, ал пластмассаның калория мөлшері 17 -ден 40 МДж/кг -ға дейін өзгереді.

Отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар қарапайым отынға қарағанда арзанырақ болуы мүмкін, дегенмен шығындар қалдықтардың түріне және жергілікті жағдайларға байланысты өзгереді. Алайда қалдықтар көбінесе алдын-ала өңдеуден өтеді, цемент зауыттарында қолданылғанға дейін гомогенизациядан өтеді, бұл олардың қымбаттауына әкеледі. Сонымен қатар қалдықтарды қосымша бақылау мен талдау олардың құнын арттырады.

Қалдықтарды кәдеге жарату кезінде зиянды заттар шығарындыларының ұлғаю ықтималдығын азайту мақсатында мынадай техникалық шешімдерді қолдану қажет:

1) пештің қасиеттері мен конструкциясына байланысты қалдықтардың осы аймақта болуының белгілі бір температурасы мен уақытын қамтамасыз ету мақсатында пешке баламалы отынды енгізудің тиісті нүктелерін пайдалану;

2) қажетті температурасы бар аймаққа кальцийлеу аймағына дейін ұшып кетуі мүмкін органикалық компоненттері бар баламалы отынды беру;

3) пештің жұмысын қалдықтарды жағудан шығатын газдар бақыланатын, гомогендендірілген түрде, тіпті 850 °С-тан жоғары температура кезінде неғұрлым қолайсыз жағдайларда да кемінде 2 с болатындай етіп басқару;

4) ұлғайту температура газдар аймағында пеш, онда жану қалдықтарды ден 1100 °С және одан жоғары болса, өртеледі қауіпті қалдықтар-құрамында 1 %-тен галогенсодержащих органикалық заттар (айқын түрінде хлор);

5) қалдықтарды пешке тұрақты және үздіксіз беруді қамтамасыз ету;

6) пешті тұтату және салқындату (іске қосу және тоқтату) режимі кезінде, қажетті температура мен материалдың пеште болу уақытын қамтамасыз ету мүмкін болмаған кезде қалдықтарды жағуды тоқтату.

7) балама отын және / немесе балама шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтарды , әсіресе хлор, күкірт, органикалық заттар мен металдардың құрамына (негізінен сынап, күшән, кадмий, сүрме, қорғасын, таллий, хром, мыс және т. б.) қатысты іріктеу және сапасын бақылау.

Қауіпті қалдықтарды пайдалану кезінде, әсіресе оларды алдын ала қайта өңдеу, мысалы, қоймалау, өндіріске беру кезінде қауіпсіздік шаралары сақталуға тиіс. Үқтимал өздігінен жанатын материалдардың қауіпсіздік шаралары дайындық пен қайта өңдеумен айналысатын кәсіпорындардан қалдықтарды жеткізу кезінде өте маңызды.

Кросс-медиа әсерлер

Дайындалған және қайта өңделген қалдықтарды баламалы отын және шикізат ретінде пайдалану технологиясы шығындарды азайтады және сонымен бірге қоршаған ортаға жүктемені азайтады, өйткені полигондарда немесе қайта өңдеу орындарында орналастырылатын қалдықтардың мөлшерін шектейді.

Қалдықтарды баламалы отын ретінде пайдаланған кезде зиянды заттар шығарындыларының ұлғаю қаупі бар. Оларды азайту үшін осы бөлімде көрсетілген тиісті техникалық шешімдерді қолдану қажет.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Қалдықтарды кәдеге жарату үшін оларды баламалы отын ретінде пайдалануды регламенттейтін нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу талап етіледі. Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасында мұндай нормативтік құжаттама жоқ. Қалдықтарды жағу процестері үшін осындай регламенттер әзірленгеннен және бекітілгеннен кейін осы технология Қазақстанның цемент кәсіпорындарында қолданылуы мүмкін.

Экономика

Қалдықтарды пайдалануға дайындауға және отын қалдықтарын жағуға арналған пештерді жаңғыртуға арналған қондырғылардың құны бойынша деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Қалдықтардың үлкен қоры. Өнімнің өзіндік құнындағы отын құнының жоғары үлесі . Экологияға жүктемені төмендету. Қалдықтарды пайдаланудың әлемдік тәжірибесі мол.

5.1.4. Экологиялық менеджмент

Сипаты

Кәсіпорын қызметінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы мақсаттарға сәйкестігін көрсететін жүйе.

Техникалық сипаттамасы

ЭМЖ – бұл қондырғы операторларына экологиялық мәселелерді жүйелі және айқын негізде шешуге мүмкіндік беретін әдіс. ЭМЖ жалпы басқару жүйесінің және өндірісті операциялық басқарудың ажырамас бөлігін құрған кезде ең тиімді және қолайлы болып табылады.

ЭМЖ оператордың назарын қондырғының экологиялық сипаттамаларына аударады . Атап айтқанда, қалыпты және стандартты емес пайдалану жағдайлары үшін нақты жұмыс рәсімдерін қолдану арқылы, сондай-ақ тиісті жауапкершілік желілерін анықтау арқылы.

Барлық қолданыстағы ЭМЖ үздіксіз жетілдіру тұжырымдамасын қамтиды, яғни қоршаған ортаны басқару – бұл ақыр соңында аяқталатын жоба емес, үздіксіз процесс. Процестердің әртүрлі схемалары бар, бірақ ЭМЖ–ның көпшілігі ұйымның басқа басқару контекстінде кеңінен қолданылатын PDCA (жоспарла – жаса – тексер – орында) цикліне негізделген. Цикл – бұл интерактивті динамикалық модель, онда бір цикл келесі циклдің басында аяқталады.

ЭМЖ стандартталған немесе стандартты емес ("реттелетін") жүйе түрінде болуы мүмкін. EN ISO 14001:2015 сияқты халықаралық деңгейде танылған стандартталған жүйені енгізу және сақтау, әсіресе сыртқы тексеруден өткен жағдайда, ЭМЖ-ге деген сенімді арттыра алады. Қоршаған ортаны қорғау туралы мәлімдеме және қолданыстағы экологиялық заңнаманы сақтау тетігі арқылы қоғаммен өзара әрекеттесуге байланысты қосымша сенімділікті қамтамасыз етеді. Алайда стандартталмаған жүйелер, егер олар дұрыс жобаланған, енгізілген және аудитпен тексерілген болса, бірдей тиімді болуы мүмкін.

Стандартталған жүйелер (EN ISO 14001:2015) және стандартталмаған жүйелер негізінен ұйымдарға қолданылады, бұл құжат ұйымның барлық іс-әрекеттерін, мысалы, олардың өнімдері мен қызметтеріне қатысты емес, тар тәсілді қолданады.

ЭМЖ мынадай компоненттерден тұруға тиіс:

1) жоғары басшылықты қоса алғанда, басшылықтың міндеттемелері;

- 2) менеджмент арқылы қондырғыны үнемі жетілдіруді қамтитын экологиялық саясат;
- 3) қаржылық жоспарлаумен және инвестициялармен бірге қажетті рәсімдерді, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және белгілеу;
- 4) ерекше назар аударуды талап ететін рәсімдерді орындау:
 - құрылым және жауапкершілік;
 - қабылдау, оқыту, хабардарлық және құзыреттілік;
 - байланыс;
 - қызметкерлердің қатысуы;
 - құжаттар;
 - процесті тиімді бақылау;
 - техникалық қызмет көрсету бағдарламалары;
 - төтенше жағдайларға дайындық және ден қою;
- 5) табиғат қорғау заңнамасының сақталуын қамтамасыз ету;
- 6) жұмыс қабілеттілігін тексеру және келесі іс-әрекеттерге ерекше назар аудара отырып, түзету шараларын қабылдау:
 - мониторинг және өлшеу,
 - түзетуші және алдын алу іс-әрекеттері,
 - жазбаларды жүргізу,
- ЭМЖ-нің жоспарланған іс-шараларға сәйкес келетіндігін және тиісті түрде енгізіліп , қолдау көрсетілетінін анықтау үшін тәуелсіз ішкі және сыртқы аудит;
- 7) ЭМЖ-ге шолу және оның жоғары басшылықтың үнемі жарамдылығы, жеткіліктілігі және тиімділігі;
- 8) жыл сайынғы тұрақты экологиялық есепті дайындау және жоғары басшылық тарапынан шолу ("Басшылықтың шолу жасауы");
- 9) сертификаттау органымен немесе ЭМЖ сыртқы верификаторымен тексеру;
- 10) таза технологиялардың дамуын ұстану;
- 11) жаңа зауытты жобалау кезеңінде және оның бүкіл қызмет ету мерзімі ішінде қондырғыны пайдаланудан шығару мүмкіндігінен қоршаған ортаға әсерді қарау;
- 12) салалық бенчмаркингті тұрақты негізде қолдану (өз компанияңыздың көрсеткіштерін саланың үздік кәсіпорындарымен салыстыру);
- 13) қалдықтарды басқару жүйесі.
- 14) бірнеше операторлары бар қондырғыларда/объектілерде әртүрлі операторлар арасындағы ынтымақтастықты кеңейту мақсатында әрбір қондырғы операторының рөлдері, міндеттері және операциялық рәсімдерін үйлестіру айқындалатын бірлестіктерді құру;
- 15) ағынды сулар мен атмосфераға түсетін шығарындыларды түгендеу.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Штаттық және штаттан тыс жағдайларда нақты рәсімдерді сақтау және орындау және міндеттерді тиісті бөлу кәсіпорында табиғатты қорғау рұқсатының шарттары әрдайым сақталатынына, қойылған мақсаттарға қол жеткізілетініне және міндеттер шешілетініне кепілдік береді. Экологиялық менеджмент жүйесі экологиялық нәтижелілікті үнемі жақсартуды қамтамасыз етеді.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Барлық маңызды кіріс ағындарын (энергия тұтынуды қоса алғанда) және шығыс ағындарын (шығарындылар, төгінділер, қалдықтар) оператор қаржылық жоспарлау ерекшеліктері мен инвестициялық циклдарды ескере отырып, қысқа – орта және ұзақ мерзімді аспектілерде өзара байланысты басқарады. Бұл, мысалы, шығарындылар мен төгінділерді тазарту бойынша қысқа мерзімді шешімдерді қолдану ("кұбырдың соңында") энергияны тұтынудың ұзақ мерзімді өсуіне және қоршаған ортаны қорғаудың ықтимал тиімді шешімдеріне инвестицияларды кешіктіруге әкелуі мүмкін дегенді білдіреді.

Кросс-медиа әсерлер

Экологиялық менеджмент әдістері қондырғының қоршаған ортаға әсерін азайту үшін жасалған.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жоғарыда сипатталған ЭМЖ компоненттерін барлық қондырғыларға қолдануға болады.

Қамту (мысалы, нақтылау деңгейі) және экологиялық менеджмент жүйесінің нысандары (стандартталған, сондай-ақ стандартталмаған) қолданылатын технологиялық жабдықтың пайдалану сипаттамаларына және оның қоршаған ортаға әсер ету деңгейіне сәйкес келуі тиіс.

Экономика

Қолданыстағы экологиялық менеджмент жүйесін тиісті деңгейде енгізу мен қолдаудың құны мен экономикалық тиімділігін анықтау қиындық тудырады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық менеджмент жүйесі бірқатар артықшылықтарды ұсына алады, мысалы

:

кәсіпорынның экологиялық аспектілері туралы мәліметтерді нақтылау;

шешім қабылдау негізін жақсарту;

қызметкерлерді ынталандыруды жақсарту;

пайдалану шығындарын азайтудың және өнім сапасын жақсартудың қосымша мүмкіндіктері;

экологиялық нәтижелілікті жақсарту;

экологиялық бұзушылықтарға, белгіленген талаптарды орындамауға байланысты шығындарды азайту және т. б.

5.1.5. Мониторинг

Сипаты

Атмосфералық ауаға түсетін ұйымдастырылған шығарындылар, сондай-ақ процестердің параметрлері (ылғалдылық, температура, O_2 , ағынның жылдамдығы) бекітілген стандарттарға сәйкес мерзімді немесе үздіксіз өлшеу әдістерін қолдана отырып бақыланады.

Техникалық сипаттамасы

Пайдаланылған мониторингтің түрі (үздіксіз немесе мерзімді өлшеулер, мерзімді өлшеулердің жиілігі) бірқатар факторларға байланысты, мысалы: ластағыш заттың табиғаты, шығарындылардың экологиялық маңызы немесе оның өзгергіштігі. (4.7-бөлімді қараңыз).

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Мониторингтің экологиялық пайдасы жоқ, бірақ ол түзету шараларын қабылдаудың міндетті шарты болып табылады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

(4.7-бөлімді қараңыз)

Кросс-медиа әсерлер

Мониторинг жүргізу үшін қондырғы, қосалқы материалдар мен энергия талап етіледі

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы қолданылатын. ҚР заңнамасының талаптарымен шектеледі.

Экономика

Инвестицияларға және техникалық қызмет көрсетуге арналған қосымша шығындар.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.6. Шу

Сипаты

Шу көздерін оқшаулауға бағытталған техникалық шешімдерді қолдану арқылы шуды азайту.

Техникалық сипаттамасы

Шу көздері – шикізатты өндіру және оны өңдеу, клинкер мен цемент алу, ұнтақтау, ұнтақтау және шикізатты дайындау қондырғылары, цемент пештері, цемент диірмендері, таспалы конвейерлер, сүзгілер, қалпына келтіретін тоңазытқыш сияқты тоңазытқыштар және т. б.

Шу бүкіл өндіріс процесінде пайда болады, карьердегі жарылудан бастап соңғы өнімді алуға дейін. Шуды азайту және оның жақын маңдағы аумаққа таралуын болғызбау үшін шуды азайтудың әртүрлі техникалық шешімдері қолданылуы мүмкін:

шулы операциялар үшін қолайлы орынды таңдау;

шулы операцияларды/агрегаттарды қоршау;

өндірістерді/агрегаттарды дірілден оқшаулау;
дыбыс өткізбейтін материалдар негізінде ішкі және сыртқы оқшаулауды қолдану;
материалдарды өңдейтін пайдалану қондырғыларын жабуға арналған құрылыстар;
материалдарды өңдеуге арналған қондырғыны қоса алғанда, кез келген шу шығаратын операцияларды жабуға арналған ғимараттарды дыбыстан оқшаулау;
дыбыс өткізбейтін қабырғаларды және/немесе табиғи кедергілерді орнату;
бұрғыш құбырларда, түтін сорғыштарда және сүзгі газ үрлегіштерде сөндіргіштерді қолдану;
дыбыстан оқшауланған ғимараттардағы арналар мен желдеткіштерді дыбыстан оқшаулау;
шу көздерін және ықтимал резонанстық компоненттерді, компрессорлар мен арналарды бөлу;
ұсақтау кезінде резеңке қалқандарды пайдалану.

Егер жоғарыда аталған техникалық шешімдерді қолдану мүмкін болмаса және шу шығаратын қондырғыларды жеке ғимараттарға ауыстыру мүмкін болмаса, мысалы, пештердің көлеміне және оларға қызмет көрсету құралдарына байланысты екінші техникалық шешімдер қолданылады. Мысалы, қорғалатын аймақ пен белсенді Шу көзі арасындағы өсіп келе жатқан ағаштар мен бұталар сияқты ғимараттар немесе табиғи кедергілер, мысалы, пеш немесе қойма алаңы салынуы керек. Қорғалатын кеңістіктің есіктері мен терезелері шу шығаратын қондырғыларды пайдалану кезінде тығыз жабылуы тиіс.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Шуды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Деректер жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Шуды азайтуға арналған техникалық шешімдер цемент өнеркәсібінде қолданылады (4.5-бөлімді қараңыз).

Экономика

Инвестицияларға және техникалық қызмет көрсетуге арналған қосымша шығындар.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.7. Өндірістік процесті басқаруды оңтайландыру

Сипаты

Кіріс (энергия, шикізат) және шығыс ағындарын (шығарындылар, төгінділер, қалдықтар) азайту, шығарылатын өнімнің сапасын жақсарту, процесс параметрлерін

тұрақтандыру арқылы қондырғыны пайдалану ұзақтығын арттыру мақсатында өндірістік процестерді оңтайландыру үшін қолданылатын техникалық шешімдер.

Техникалық сипаттамасы

Клинкерді күйдіру процесін оңтайландыру, әдетте, жылу шығынын азайту, клинкердің сапасын жақсарту, технологиялық параметрлерді тұрақтандыру арқылы қондырғының жұмыс ұзақтығын (мысалы, төсеу) арттыру үшін жасалады. NO_x SO_2 шығарындылары мен тозаңын азайту екінші оңтайландыру әсері болып табылады. Жобалық көрсеткіштерге жақын параметрлері бар пештің бірқалыпты тұрақты жұмысы оның барлық шығарындыларын азайту тұрғысынан қолайлы. Оңтайландыру шикізат қоспасын гомогенизациялау, көмірдің тұрақты мөлшерін қамтамасыз ету және тоңазытқыштың жұмысын жақсарту сияқты техникалық шешімдерді қамтиды. Минималды ауытқулармен қатты отынның тұрақты жеткізілуін қамтамасыз ету үшін қазіргі заманғы отынды мөлшерлеу жүйесі сияқты тиеу бункерлерінің, конвейерлер мен қоректендіргіштердің жақсы жобасы болуы керек.

NO_x шығарындыларының азаюы жалын мен күйдіру температурасының төмендеуімен, отын тұтынудың төмендеуімен, пештегі тотығу ортасының қамтамасыз етілуімен жүзеге асырылады (сонымен қатар 4.1.3-бөлімді қараңыз).

Оттегі құрамын бақылау (артық ауа) NO_x шығарылуын бақылау үшін өте маңызды. Негізінен, пештің суық бөлігіндегі оттегінің төмендеуі NO_x мөлшерінің төмендеуіне әкеледі. Алайда оттегінің азаюымен CO және SO_2 мөлшері жоғарыламауы үшін оны теңдестіру керек.

Өрт процесін оңтайландырудың SO_2 оқшаулауына әсері ұзын дымқылды пештер мен ұзын құрғақ пештер үшін өте маңызды (аспалы жылытқышсыз).

Пештің жұмысындағы бұзылуларды болдырмай, электростатикалық сүзгілерді қолдану кезінде CO мәселелерін болғызбауға, тозаңның шығуын азайтуға және тозаң бөлшектеріне, мысалы металдарға адсорбцияланатын кез келген заттардың шығарылуын азайтуға болады. Жылдам өлшеу және бақылау аппаратурасы бар заманауи бақылау жүйесі пайда болу себептерін бақылауды арттыруға және сол арқылы CO іздерінің пайда болу ықтималдығын азайтуға мүмкіндік береді (сондай-ақ 4.1.6-бөлімді қараңыз).

Процесс параметрлері мен шығарындыларын бақылау және өлшеу бақылауды оңтайландырудың және пештің тұрақты жұмысына қол жеткізудің маңызды бөлігі болып табылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жалын мен күйдіру температурасының төмендеуі NO_x шығарындыларының төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар отын шығынын азайтуға болады. Пештің жұмыс

режиміндегі ақаулардың алдын алу электр сүзгілерін пайдалану кезінде тозақ мен СО шығарындыларының төмендеуіне әкеледі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Шығарындылар мен отын тұтыну азаяды.

Кросс-медиа әсерлер

Шығарындылар мен отын шығынын азайту.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Процесті басқаруды оңтайландыру барлық пештерге қолданылады және көптеген элементтерді қамтуы мүмкін, соның ішінде пеш операторларын оқытудан/оқытудан бастап, мөлшерлеу жүйелері, гомогенизация силостары, отқа арналған силостар сияқты жаңа жабдықты орнатуға дейін. Технологиялық процесті оңтайландырудың SO₂ шығарындыларына процесті басқаруды оңтайландырудың әсері ұзақ дымқылды және ұзақ құрғақ пештер үшін айтарлықтай, бірақ алдын-ала қыздырылған пештер үшін шамалы.

Экономика

Пешті оңтайландыру негізінен пайдалану шығындарын азайту, өнімділікті арттыру және өнім сапасын жақсарту үшін жүзеге асырылады. Оңтайландырылған пештің пайдалану шығындары әдетте оңтайландырылған пешке қарағанда төмен.

Үнемдеуге отын мен отқа төзімділікті азайту, пайдалану шығындарын азайту және басқа факторлардың арасында жоғары өнімділік арқылы қол жеткізіледі.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

Жергілікті жағдайлар.

5.1.8. Тозаң шығаруға байланысты операциялар бойынша техникалық шешімдер (тозаң шығарудың ұйымдастырылмаған көздері)

Сипаты

Құрылымдық және ұйымдастырушылық-техникалық шешімдер арқылы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту.

Техникалық сипаттамасы

Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының пайда болу көздері шикізат материалдарын, отынды және клинкерді қоймаларға орналастыру және қайта өңдеу процестері, сондай-ақ өндіріс аумағында пайдаланылатын кез келген көлік құралдары болып табылады. Нысандардың ықшам орналасуы тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайтудың ең оңай жолы болып табылады. Қондырғыларға үнемі және мұқият қызмет көрсету әрдайым ауа сорудың төмендеуіне немесе ауаның шығып кетуіне жол бермеу арқылы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының жанама

төмендеуіне әкеледі. Автоматты құрылғылар мен басқару жүйесін пайдалану тозаң бөлшектерінің шығарындыларын азайтуға, сондай-ақ қондырғылардың үздіксіз жұмыс істеуіне ықпал етеді.

Жеке немесе бір-бірімен бірге қолданылуы мүмкін ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайтуға арналған әртүрлі техникалық шешімдер:

1) тозаңдануға байланысты операцияларды (ұнтақтау, сүзу, араластыру) қымтап жабу/капсуляциялау;

2) жабық схема бойынша құрастырылған жабық конвейерлер мен элеваторлар, егер тасымалдау кезінде тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары орын алуы мүмкін болса;

3) ауа соратын немесе материалдың төгілетін жерлерін азайту, қондырғыларды герметизациялау;

4) автоматты құрылғылар мен басқару жүйелерін пайдалану;

5) қондырғының сенімді жұмысын қамтамасыз ету;

6) жылжымалы және стационарлық тозаң тазалау қондырғыларын пайдалану:

жөндеу жұмыстары кезінде тозаңның ұйымдастырылмаған шығарылуын болғызбау үшін тозаң тазалаудың вакуумдық жүйесін пайдалану қажет. Жаңа кәсіпорынды іске қосу кезінде стационарлық вакуумды тозаң тазалау жүйелерімен жабдықтау көзделуі тиіс, ал жұмыс істеп тұрған зауыттарда жылжымалы вакуумдық тозаң тазалау жүйелерін олардың өндіріс жағдайларына оңай бейімделуіне байланысты пайдаланған дұрыс;

7) желдету және қапшық сүзгілердегі тозаңды тұндыру:

мүмкіндігінше барлық материалдарды вакуумда жұмыс істейтін жабық қондырғыларда өңдеу керек. Аспирациялық ауа атмосфераға шығар алдында қап сүзгісі арқылы тозаңнан тазартылады.

материалды тасымалдаудың автоматты жүйесі бар жабық қоймаларды пайдалану:

клинкер сүрлемі және шикізат материалдарының жабық толық автоматтандырылған қоймасы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары мәселесінің ең дұрыс шешімі болып табылады. Қоймалардың мұндай түрлері тиеу және түсіру жұмыстары кезінде диффузиялық тозаңның пайда болуын болғызбау үшін бір немесе көп қапшық сүзгілермен жабдықталған;

сүрлемді толтыру кезеңінде материал деңгейінің көрсеткіштерімен, ажыратқыштарымен, сүзгілермен жабдықталған тиісті сыйымдылығы бар сүрлемдерді пайдалану;

8) цементті цемент тасымалдағышқа тиеу кезінде материалды орналастыру және тарату үшін тозаңды ұстау жүйесімен жабдықталған икемді шлангілер мен қапшықтарды пайдалану.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Шығарылатын тозаңды азайту. Шу деңгейінің төмендеуі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты.

Кросс-медиа әсерлер

Вакуумдық жүйені қолдану арқылы энергия тұтынуды арттыру.

Тозаңнан арылту қондырғыларына тиісті техникалық қызмет көрсетудің болмауы қосымша шығарындыларға әкелуі мүмкін

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Техникалық шешімдерді цемент өнеркәсібінде қолдануға болады.

Экономика

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары. Жергілікті жағдайлар. Денсаулықты сақтау үшін жұмыс орнына қойылатын талаптар.

5.1.9. Электр сүзгілері

Сипаты

Шығарылатын тозаң бөлшектері электр өрісінің әсерінен зарядталады және босатылады. Тазалаудың тиімділігі өрістердің санына, уақыт бірлігіне және бөлшектерді алдын ала кетіру құрылғыларына байланысты болуы мүмкін. Электр сүзгілері электродтардан тозаңды жинау әдісіне байланысты құрғақ немесе дымқыл болуы мүмкін.

Техникалық сипаттамасы

Электростатикалық сүзгілер ауа ағынында өтетін бөлшектердің айналасында электр өрісін тудырады. Бөлшектер теріс зарядталады және оң зарядталған шөгінді электродтарға көшеді. Бұл шөгінді электродтар мезгіл-мезгіл сілкі немесе діріл арқылы оларға түсетін тозаңды коллекторлық бункерге шығарады. Электродты сілкі циклдері тозуды азайту және осылайша тозаңды кетіруді азайту үшін оңтайландырылған. Электр сүзгілері жоғары температурада және жоғары ылғалдылықта жұмыс істеу қабілетімен сипатталады.

Электр сүзгілерінің жұмыс сапасы төменде келтірілген әртүрлі пайдалану параметрлеріне байланысты:

газ ылғалдылығы;

газдың химиялық құрамы;

газ ағынының жылдамдығы

бөлшектердің мөлшері мен химиялық құрамы бойынша таралуы;

бөлшектердің электр кедергісі;

жүктеу деңгейлері;

газ температурасы;

қосу – өшіру операциялары;

электр өрісінің күші;

электродтардың аудандары мен формалары;

SO₂ концентрациясы;

тұндырылатын тозаңдағы ылғал мөлшері;

аралық немесе өтпелі жұмыс режимдері.

Электр сүзгісінің жұмысын электродтардың окшаулағыш қабатында материалдың жиналуының пайда болуы және нәтижесінде электр өрісінің кернеулігін төмендету арқылы нашарлатуы мүмкін. Бұл сілтілі металдармен хлоридтер мен сульфаттар түзетін пеште көп мөлшерде хлор мен сульфаттар болған кезде немесе шикізат/ шикізат ұнында жалпы органикалық көміртегі (ЖОК) көп болған кезде пайда болуы мүмкін. Сілтілік металл хлоридтері мен ЖОК жоғары кедергісі бар (0,1–1мкм) субмикроскопиялық тозаң бөлшектерін құрайды (1012 – 1013 ом/см) және электродтарда қабаттар түзеді және осылайша тозаңды кетіру мәселесін тудырады.

Жоғары кедергі мәселелері түтін газдарының кондиционері - тоңазытқышқа су бүрку арқылы ішінара шешілуі мүмкін. Бұл мәселесін шешудің басқа жолы қап сүзгілерін пайдалану болып табылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға түсетін шығарындыларды азайту. Қайта пайдалану мүмкіндігі (ұсталған тозаңды қайта пайдалану). Шығатын газдарды түпкілікті тазартуға бағытталған ластағыш заттардың жүктемесін азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Үлкен көлемді электр сүзгілері тозаңсыздандырылған газдарды кондиционерлеу жүйесімен бірге жұмыс режимін оңтайландыру арқылы орташа айлық тозаң шығарындысын 5–15 мг/Нм³ (құрғақ газ, 273 К, 10% O₂) дейін төмендетуі мүмкін. Мұндай электр сүзгілеріндегі тозаңнан арылтудың жобалық тиімділігі 99,99 %-дан жоғары, сондықтан тозаң шығарындыларының мөлшері аз, тек бірнеше мг/Нм³. Электр сүзгілері бөлшектерге агломерация мүмкіндігін беретін ультра жұқа бөлшектерді (<0,5 мкм) ұстауда өте тиімді.

Электр сүзгілері - бұл қуатты және тиімді қондырғы, технологиялық процесте салыстырмалы түрде кең таралған. Қолданыстағы электр сүзгілерін көбінесе толық ауыстырусыз жақсартуға болады, бұл модернизация жұмыстарының құнын төмендетеді. Бұл жаңарту қазіргі заманғы электродтарды орнатуға немесе ескі қондырғылардағы кернеуді автоматты басқаруға қатысты болуы мүмкін. Сонымен қатар электр сүзгілері арқылы газдың өтуін жақсартуға немесе қосымша бөлімді орнатуға болады. Шығарындылары 10 мг/Нм³-тен аз электр сүзгілері қазіргі заманғы процесті бақылау құралдарын, электродтарда жоғары кернеуді, тиісті өлшемдер мен өрістердің қажетті санын қолдана отырып құрастырылуы мүмкін. Сонымен қатар электр сүзгілері тозаңнан басқа да диоксиндер мен металдар сияқты тозаң бөлшектерінде адсорбцияланған заттарды жояды. Электр сүзгілерінің электр

энергиясын тұтыну мөлшері мен көлемі тазартылған газдағы тозаң мөлшері азайған сайын экспоненциалды түрде артып отырады. Электр сүзгісінің оңтайлы жұмыс істеуі тозаңнан арылтушы газдың температурасы мен ылғалдылығына байланысты. Электр сүзгілерінің жұмыс істеу ұзақтығы барлық ұсынылған техникалық қызмет көрсету және жөндеу жағдайларын қамтамасыз еткенде, бірнеше онжылдыққа жетуі мүмкін.

Электр сүзгілерінің кейбір бөлшектерін (балғалар, мойынтіректер) бірнеше жыл жұмыс істегеннен кейін мерзімді техникалық қызмет көрсету және жөндеу бөлігі ретінде үнемі ауыстырып отыру керек.

Кросс-медиа әсерлер

Субмикроскопиялық мөлшердегі тозаң бөлшектері түрінде сілтілі металдар мен сульфаттар мен ЖОК хлоридтері түзілуі мүмкін.

СО концентрациясының жоғарлау қаупі артады. Электр энергиясын тұтыну тозаң жинау тиімділігінің артуымен жоғарлай бастайды.

Электр сүзгілеріне қызмет көрсету жұмыстарын орындау кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін және тозаңды қайта пайдалану мүмкін болмаса, қоқысқа тастауға тура келеді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Электр сүзгілері жоғары тиімділіктеріне, төменгі гидравикалық қарсылықтарына, жоғары қолжетімділікке және энергия тиімділігіне байланысты айналмалы пештен және клинкер салқындатқыш түтін газдарынан тозаң аулауға арналған ең тиімді қондырғыларға айналды. Бірақ қазіргі уақытта озық экологиялық көрсеткіштеріне байланысты өндірістерде қап сүзгілері пештерге де, жаңа заманауи қондырғыларға арналған салқындатқыштарға да орнатылуда (мысалы, пештерді іске қосу және тоқтату кезіндегі салыстырмалы түрде жоғары көлемде шығарындылардың бөлінуі және электр сүзгілерін қолданған кездегі пештердің қалыпты жұмыс істеуінің бұзылуы) ал көміртегі оксидінің жоғары концентрациясы жағдайында жарылу қаупі бар екенін ескеріп электр сүзгілерін аз дәрежеде пайдаланады.

Электр сүзгілері барлық цемент пештерінде түтін газдарынан тозаңды, айналма жүйедегі газдарды және торлы салқындатқыштағы ауаны кетіру үшін қолдануға болады.

Экономика

Шығындардың кең ауқымы жергілікті өндіріс жағдайларына, құрылыстың құнына (өте маңызды) және пеш пен электр сүзгісінің мөлшеріне байланысты. Орнату және пайдалану құны әдетте төмен.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңның талаптары.

Денсаулықты сақтау үшін жұмыс орнына қойылатын талаптар.

Жергілікті жағдайлар.

5.1.10. Қапшық сүзгілер

Сипаты

Қапшық сүзгі ең экологиялық таза және тиімді тозаң аулағыш қондырғы болып табылады. Қап сүзгілерінің негізгі жұмыс қағидаты тозаң құрамындағы газды өткізіп жіберу, бірақ мата мембранасы арқылы тозаңды ұстап қалу болып табылады.

Техникалық сипаттамасы

Қап сүзгінің дизайнындағы айырмашылық – сүзгі элементтерінің бір бөлігі цилиндрлік сүзгі қапшықтарынан (тік суспензия), ал бір бөлігі әдетте көлденең орнатылған сүзгі пакеттерінен тұрады. Бастапқыда тозаң ішінара талшықтардың бетіне түсіп, матаның бүкіл тереңдігіне енеді, бірақ матаның беткі қабаты толығымен тозаңмен жабылғаннан кейін, ол басым сүзгі ортасына айналады. Шығарылатын газдар жеңнің ішкі жағынан сыртқа, сонымен қатар қарама-қарсы бағытта өтуі мүмкін. Тозаң қабаты қалыңдатылғандықтан, газдың өтуіне төзімділік артады. Сондықтан сүзгінің гидравликалық кедергісін бақылау үшін сүзгі ортасын мерзімді тазалау қажет. Тазалаудың әдеттегі әдісі - тазартылған газды немесе сығылған ауаны әдеттегі газ ағынына, механикалық соққыға немесе сілкуге және дірілге кері бағытта мезгіл-мезгіл импульсті беру. Қапшық сүзгілерде қапшықтар істен шыққан жағдайда жеке оқшаулануға болатын көптеген бөлімдер бар; тиісінше, сүзу сәтті болады, егер бөлім толығымен пайдаланудан шығарылса да, қондырғының тиісті жұмысын қамтамасыз етеді. Ол үшін "қапшықтың жыртылу детекторы" іске қосылуы керек, ол әр бөлімде орналасқан және егер ақаулық болса, қапшық сүзгіні ауыстыру қажеттілігін көрсетеді. Тазаланатын газдардың жоғары температурасы әдеттегіден гөрі экзотикалық материалдарды қолдануды қажет етеді. Қазіргі синтетикалық маталар 280 °С дейінгі температураға төтеп бере алады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Қапшық сүзгілердің әдеттегі сүзу жылдамдығы 0,5 және 2,0 м/мин аралығында болады. Қапшық сүзгілердің тозаңды аулау тиімділігі салыстырмалы түрде 99,9 %-дан асуы мүмкін, сондықтан қап сүзгілерін жақсы жобалап және орнату арқылы тозаңның көлемін 5 мг/Нм³ дейін төмендетуге болады (құрғақ газ, 273 К, 10% О₂). Сонымен қатар қапшық сүзгі тозаң бөлшектеріне адсорбцияланған заттарды, мысалы, металдар мен диоксиндерді жояды.

Әртүрлі қапшық сүзгінің негізгі сипаттамалары 4.1.1-бөлімде келтірілген.

Кросс-медиа әсерлер

Тозаң бөлшектерінің жою тиімділігін арттыру кезінде электр энергиясын тұтыну ұлғайады.

Тазалау циклі үшін сығылған ауаны тұтынудың жоғарылауы.

Техникалық қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

Қапшық сүзгілерді қолданған кезде шу пайда болуы мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл технология цемент өнеркәсібінде пештен шығатын газдардан, айналма жүйеден немесе тордан шығатын артық ауадан тозаң жинау үшін кез келген пеште қолданыла алады. Бұл ретте тозаңсыздандырылған газдардың ылғалдылығы мен температурасы ескерілуі тиіс.

Қапшық сүзгінің тиімділігі әртүрлі параметрлерге байланысты, мысалы, сүзгі материалының тозаң мен тозаңның сипаттамасымен үйлесімділігі, гидролизге, қышқылға, тотығуға және процестің температурасына қарсы термиялық, физикалық және химиялық қарсыласу. Сүзгіні жобалаудың негізгі параметрі - өткізу қабілеті (тозаңсыздандырылған газдың көлемі). Сондықтан сүзгілерді жіктеу тозаң мен газдың түріне, мөлшеріне және қасиеттеріне байланысты жүргізілуі керек. Қапшық сүзгілердің жұмыс істеу мерзімі, энергия қажеттілігі және техникалық қызмет көрсету жылу және механикалық жүктемелерге байланысты. Газдың өту жылдамдығы, тозаңның қалыңдығы, кеуектілігі және тазалау циклы тозаңды кетірудің тиімділігіне әсер етеді. Сүзгінің жұмысын жақсарту, атап айтқанда оның гидравликалық кедергісін төмендету детектордың көмегімен тұрақты бақылаумен ықтимал ағып кетуді жылдам анықтау, тозаңды кетіру жүйесін жақсарту, пайдалану мерзімін арттыру және құнын төмендету бағытында жүзеге асырылады. Сүзгі материалдарын тазарту циклдері мен тазарту әдістері сүзгінің тиімділігіне әсер етеді. Қапшық сүзгіні циклондармен біріктіру клинкер тоңазытқышына қолданылады. Циклонда тозаң бөлшектері газ ағынынан бөлініп шығады және циклон қабырғаларында центрифугалық күштердің әсерінен тұндырылады, содан кейін циклон түбіндегі шлюз жапқышы бар тесік арқылы шығарылады. Орталықтан тепкіш күштер циклонның цилиндрлік корпусына тангенс арқылы кіретін газ ағынында немесе қондырғыдағы жұмыс желдеткішінің (механикалық орталықтан тепкіш тозаң сорғыштың) айналуына байланысты көрінеді. Цемент өнеркәсібінде циклондар температураны төмендету үшін ауа алмастырғышпен және тоңазытқыштың шығатын газдарынан тозаңды кетіру үшін сүзгі қапшығымен (сүзгі қапшығының тозаң жинағыш камерасы) біріктіріледі. Циклон тозаң концентрациясын бастапқы деңгейден 70 % дейін төмендетуі мүмкін. Ауа жылу алмастырғышымен және қапшық сүзгісі бар тозаң жинағыш камерамен бірге жоғары деңгейде тазартуға қол жеткізіледі, 99,99 %-ға дейін, шығарындылардағы тозаңның төмен концентрациясы 5 – 7 мг/Нм³-ке тең.

Экономика

Пештен шығатын газдарды тазарту кезінде пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК-і) 99,99 %-дан асатын тиімді тозаң аулау үшін инвестициялық құн пайдаланылатын сүзгі түтіктерінің түріне және санына байланысты болады. Пайдалану құнын оңтайландыру үшін цемент зауыттары импульсті реактивті тозаңды кетіру жүйесінде оңтайлы қысым

орнатады. Сүзгі жүктемесі, сүзгі дифференциалды қысымы және тазалау жүйесі қап сүзгілерінің құнын төмендетуге әсер ететін үш негізгі фактор болып табылады. Осы параметрлердің өзара тығыз әрекеттесуінің арқасында басты мақсат бұл мүмкін болатын ең жоғары ауа: қабық қатынасына, ең төменгі дифференциалды қысымға және тазалау ауасының төменгі қысымына қол жеткізу болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

Ресурстарды үнемдеу.

5.1.11. Гибридті сүзгілер

Сипаты

Зиянды заттарды тазалауда жоғарғы тиімді әсерге жету үшін жоғарыда аталған екі немесе одан да көп біріктірілген тазалау әдістерін бір уақытта қолдану. Біріктірілген қондырғылар үшін тазалау әдістерін таңдау өндіріс шығарындыларының ерекшеліктері мен қолданылатын технологиялық қондырғыларға байланысты болады.

Техникалық сипаттамасы

Гибридті сүзгілер – бұл электр сүзгілерді бір құрылғыдағы қап сүзгілермен біріктіру. Олар негізінен қолданыстағы электр сүзгілерін жаңарту нәтижесі болып табылады. Олар ескі қондырғының бір бөлігін қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфералық ауаға түсетін шығарындыларды азайту.

Электр сүзгісімен салыстырғанда суды пайдаланудың төмендеуі.

Қапшық сүзгімен салыстырғанда өндірістік ысыраптардың/қалдықтардың көлемінің азаюы.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Пештерде орнатылған гибридті сүзгілердің тозаң шығарындыларының орташа тәуліктік көрсеткіштері <10-нан 20 мг/Нм³-ге дейінгі шектерде болады (4.1.2.1-бөлімді қараңыз). Алайда тозаң шығарындыларының 10 мг/Нм³-ден аз болуына қапшық сүзгіге жақсы күтім жасау арқылы қол жеткізіледі.

Кросс-медиа әсерлер

Жарылыс қаупі СО концентрациясы жоғары болған жағдайда пайда болады.

Техникалық қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Техникалық шешімдер цемент өнеркәсібінде қолданылады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.12. NO_x шығарындыларын азайту үшін жану аймағын (жалынды) салқындату

Сипаты

Жану аймағын салқындатуға инъекциялау жолымен қол жеткізілуі мүмкін.

Техникалық сипаттамасы

Отынға немесе тікелей жалынға түрлі инъекция әдістерін пайдалана отырып су қосу (сұйықтықты немесе сұйықтықты+қатты затты бүрку арқылы), ылғалдылығы жоғары сұйық және қатты қалдықтарды пайдалану температураны төмендетеді және гидроксильді радикалдардың концентрациясын ұлғайтады. Бұл жану аймағында NO_x -тың төмендеуіне оң әсерін тигізеді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жану аймағында NO_x төмендеуі.

NO_x шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Төмендету дәрежесі/ тиімділік дәрежесіне 10-нан 35 %-ға дейін қол жеткізілуі мүмкін болады. Шығарындылар диапазоны < 500 – 1000 мг/Нм³ (орташа жылдық мәндер) жетуі мүмкін, бірақ ЕО пештерінің көпшілігі (2020 жылы жұмыс істейтін қолданыстағы пештердің шамамен 80 %) шығарындылардың орташа тәуліктік мәндеріне жету үшін SNCR әдісін қолдануы керек < 500 – 800 мг/Нм³.

Кросс-медиа әсерлер

Суды буландыру үшін қосымша жылу қажет, бұл пештен шығарылатын CO_2 -нің жалпы мөлшерімен салыстырғанда CO_2 шығарындыларының аздап өсуіне әкеледі (шамамен 0,1 – 1,5 %).

Күйдіру үрдісінің энергия тиімділігі төмендейді. Суды бүрку клинкердің шығуын азайтып, оның сапасына әсер етуі мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалынды салқындату цемент өндірісінде қолданылатын пештердің барлық түрлерінде қолданыла алады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.13. NO_x аз түзілетін оттықтар

Сипаты

Техникалық шешім жалынның ең жоғары температурасын төмендету қағидаттарына негізделген. Ауа мен отынды араластыру оттегінің қол жетімділігін төмендетеді және соның салдарынан жалынның ең жоғары температурасы төмендейді, осылайша отын құрамындағы азоттың азот оксидіне айналу процесін және отынның жоғары жану тиімділігін сақтай отырып, термиялық NO_x түзілуін баяулатады.

Техникалық сипаттамасы

NO_x аз бөлінетін оттықтардың конструкциялары айырықша ерекшеленеді, бірақ конструкциялардың көпшілігінде отын мен ауа коаксиалды құбырлар арқылы пешке беріледі. Алғашқы ауа мөлшері жану үшін стехиометрия бойынша талап етілетін ауаға қарағанда 6 – 10 %-ға дейін төмендейді (әдетте дәстүрлі оттықтарды 10 – 15 %). Осыған ауа сыртқы канал арқылы үлкен жылдамдықпен беріледі. Көмір орталық құбыр арқылы немесе орта канал арқылы үрленеді. Үшінші арна құйынды ауа үшін пайдаланылады. Ауаның ағынын бұрау оттықтың шүмегіне жақын орналасқан арнайы қалқаншалармен жүзеге асырылады. Оттықтың бұл конструкциясының тиімділігі отынның өте жылдам тұтануы, әсіресе отында ұшқыш қосылыстар болған кезде және атмосферада оттегі жетіспеген кезде, осы факторлардың барлығы азот оксидінің түзілуінің төмендеуіне әкеледі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

NO_x шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

NO_x шығарындыларын 35 %-ға дейін төмендету тиімді қондырғыларды пайдаланғанда қол жетімді және шығарындылардың шамамен 500 - 1000 мг/Нм³ (орташа тәуліктік мән) деңгейі туралы хабарланды, бірақ ЕО пештерінің көпшілігі (2020 жылы жұмыс істейтін пештердің шамамен 80 %) шығарындылардың орташа тәуліктік мәндеріне қол жеткізу үшін SNCR әдісін қолдануы керек < 500 – 800 мг/Нм³.

Кросс-медиа әсерлер

Деректер жоқ

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

NO_x аз бөлінетін оттықтар барлық айналмалы пештерде, соның ішінде декарбонизаторы бар пештерде қолданылады. Алайда бұл оттықтарды қолдану әрдайым NO_x шығарындыларының төмендеуімен бірге жүрмейді. Оттықтарды орнату жетілдіріліп отыруы керек. Егер бастапқы оттық алғашқы ауаның аз пайызымен жұмыс істесе, онда азот оксидтері төмен бөліну оттықтары шекті әсерге ие болады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.14. NO_x шығарындыларын азайту үшін пештің ортаңғы бөлігінде отын жағу

Сипаты

Кесекті отынды жағып, тотықсыздану аймағын құру арқылы азот оксиді шығарындыларын азайту.

Техникалық сипаттамасы

Дымқылды және құрғақ әдісті өндірістің ұзын пештерінде кесекті отынды жағып, тотықсыздану аймағын құру NO_x шығарындыларын төмендетуі мүмкін. Ұзын пештерде температурасы 900 – 1000 °С-тан жоғары аймақтарға еркін қол жетімділік болмағандықтан, пештің ортасындағы отынды жағу жүйесі оған негізгі оттық арқылы беруге болмайтын қалдықтарды (мысалы, шиналар) беру мүмкіндігін қамтамасыз ететіндей етіп орнатылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

NO_x шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Пештің ортаңғы бөлігіндегі қалдықтарды кәдеге жарату қондырғылары NO_x шығарындыларын 20 – 40 %-ға төмендетуді қамтамасыз етеді

Кросс-медиа әсерлер

Пайдаланылған отынды жағу жылдамдығы тізбектердің күйіп кетуіне немесе өнім сапасына әсер етуі мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Пештің ортаңғы бөлігіндегі отынды жағу қондырғылары кез келген айналмалы пештер үшін қолданыла алады. Отынды жағу жылдамдығы өте маңызды болуы мүмкін. Егер жану баяу болса, онда өнімнің сапасына әсер ететін қалпына келтіру аймағы жасалады. Егер отын тез жанса, тізбектік перде аймағының тиісті бөлігі қызып кетеді және нәтижесінде тізбек күйіп кетеді. Пештегі температура деңгейі құрамында 1 %-дан астам хлор бар зиянды қалдықтарды пайдалануды болдырмайды.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.15. Шикізат қоспасының бірігіп қақталуын жақсарту үшін минерализаторларды қосу (NO_x шығарындыларын азайту үшін клинкерді минералдандыру)

Сипаты

Минерализаторларды қосу арқылы пісіру аймағындағы температураны төмендету.

Техникалық сипаттамасы

Шикізат қоспасына фтор сияқты минерализаторларды қосу пісіру аймағындағы температураны төмендетуге мүмкіндік беретін клинкер сапасын реттеу технологиясы болып табылады. Күйдіру температурасы төмендеген кезде бір мезгілде NO_x түзілуінің азаюына қол жеткізіледі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

NO_x шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

NO_x шығарындыларының төмендеуі 10 – 15 % жетуі мүмкін, бірақ шығарындылардың 50 %-дан жоғары төмендеуі туралы да айтылды.

Кросс-медиа әсерлер

Кальций фторидінің шамадан тыс қосылуы HF шығарындыларының көбеюіне әкелуі мүмкін.

Энергияға қажеттіліктің төмендеуі.

Қоспалар соңғы өнімнің сапасына әсер етуі мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл техникалық шешім кез келген айналмалы пештерде қолданыла алады.

Экономика

Минерализаторлардың құнына байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.16. NO_x шығарындыларды азайту үшін күйдіру үрдісін оңтайландыру

Сипаты

Күйдіру үрдісін оңтайландыру арқылы NO_x шығарындыларын азайту

Техникалық сипаттамасы

NO_x шығарындыларын азайту үшін жану үрдісін оңтайландыру, пештің тұрақты және оңтайлы жұмысы және жану жағдайлары, бақылау үрдісін оңтайландыру, гомогенизация, отын беру сияқты үрдістер қолданылады. Процесті бақылау, жанама отын жағу қондырғыларының жұмысын жақсарту, тоңазытқышты оңтайландыру, отын таңдау және клинкерді жағу кезінде оттегінің мөлшерін оңтайландыру үшін техникалық бөлімдердің бастапқы оңтайландыру үрдісі қолданылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

NO_x шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Күйдіру процесін оңтайландыруды жүзеге асыру кезінде NO_x шығарындылары 500-ден 1000 мг/Нм³-ке дейін өзгеруі мүмкін.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияға қажеттілікті азайту.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Шығарындылар көрсеткіштері шикізат материалдарының сапасына (шикізат қоспасының күйдірілуі) және пеш жүйесінің құрылымына байланысты.

Экономика

Құны процесі оңтайландыру мақсаттарына байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.17. Отынды сатылы жағу

Сипаты

Декарбонизатормен бірге отынды сатылы жағу және оңтайландырылған отын қоспасын пайдалану арқылы NO_x шығарындыларын азайту.

Техникалық сипаттамасы

Отынды сатылы жағу арнайы конструкциядағы декарбонизатормен жабдықталған цемент пештерінде қолданылады. Жағудың бірінші сатысы клинкерді күйдірудің оңтайлы жағдайларында айналмалы пеште жүреді. Екінші кезең - күйдіру аймағында жиналған азот оксидтерінің бір бөлігін ыдырататын қалпына келтіру атмосферасы пайда болатын пешке кіре берістегі оттықта. Бұл аймақтағы жоғары температура NO_x -ның қарапайым азотқа айналу реакциясы үшін ерекше артықшылық береді. Үшінші сатыда отын қалпына келтіру атмосферасының пайда болуын тудыратын үшінші ауаның мөлшері бар декарбонизаторға беріледі. Бұл жүйе отынды жағу кезінде пайда болатын азот оксидін төмендетеді, сондай-ақ пешке сырттан келетін NO_x -нің санын азайтады. Төртінші соңғы сатыда қалған үшінші ауа қалдық жағу үшін жүйенің жоғарғы бөлігіне беріледі.

Цемент пеші дәстүрлі пештерден отын салу орнымен, отын беру жолдарының таралуымен, пештің қоректенуімен және үшінші ауамен, сондай-ақ геометриялық конфигурацияларымен ерекшеленеді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Егер декарбонизатордағы отынды жағу үрдісі толығымен жүрмесе, CO және SO_2 шығарындыларының артуы мүмкін, ал бұл үрдістің тиімділігін арттыру әрекеті CO шығарындыларының көбеюімен және декарбонизатордың бітелуімен бірге жүреді.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Кейбір жағдайларда отынды жағу сатыларының әртүрлі санымен ерекше жағдайларда NO_x 50 % төмендеуі мүмкін. Алайда мұндай төмендеу деңгейіне кепілдік беру қиын, өйткені CO шығарындыларын бір уақытта шектеу қажет.

Кросс-медиа әсерлер

Деректер жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Сатылы жағу технологиясы декарбонизатормен жабдықталған пештерде ғана пайдаланылуы мүмкін. Егер пештерде декарбонизатор болмаса, циклонды жылу алмастырғыштарды айтарлықтай түрлендіру қажет.

Декарбонизаторы бар пештер декарбонизаторда және пеште бір-біріне тәуелсіз тотығу/тотықсыздану ортасын құруға мүмкіндік береді. Отын бөлшектерін енгізу NO_x шығарындыларының төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Декарбонизаторсыз циклон жылу алмастырғышы бар пештер NO_x шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді, алайда қалпына келтіру ортасына байланысты SO_2 және ұшпа органикалық қосылыстардың шығарындылары артуы мүмкін. Бұл шығарындыларды үнемі бақылау керек.

Экономика

Декарбонизаторы бар пештерде отынды сатылы жағу қондырғыларының инвестициялық құны қолданыстағы декарбонизатордың дизайнына байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.18. Азот оксидтерін селективті түрде бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)

Сипаты

Азот оксидінің селективті бейкаталитикалық қалпына келуі (тотықсыздануы) (SNCR) NO_x шығарындыларын азайту үшін қолданылады.

Техникалық сипаттамасы

Азот оксидтерінің селективті бейкаталитикалық тотықсыздануы азот оксидтерін N_2 -ге дейін төмендету үшін түтін газдарына аммиактың сулы ерітіндісін (25% NH_3 дейін), аммиак қосылыстарының немесе мочевианың сулы ерітінділерін бүркуді қамтиды. Қалпына келтіруші агенттің түтін газдарымен жеткілікті уақыт байланысын қамтамасыз ету кезінде реакция ағысының оңтайлы температуралық аралығы – 830 – 1050 °C.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға шығарындыларды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

NO_x санының 30→50 %-ға (моль қатынасы NH_3 : NO_2 0,5 -тен 0,9 -ға дейін) және NO_x орташа тәуліктік шығарындыларының <350 - 500 мг/Нм³ шегінде төмендеуі.

Селективті бейкаталитикалық қалпына келтірудің жоғары тиімді технологиясы бар интеграцияланған бастапқы техникалық іс – шараларды біріктірген кезде оның бастапқы шамасы 2000 мг/Нм³ кезінде концентрациясы 500 мг/Нм³ төмен азот оксидтері шығарындыларының 80 – 90 %-ға орташа тәуліктік төмендеуіне қол жеткізуге болады.

Кросс-медиа әсерлер

Аммиак суының ерітіндісін қалпына келтіретін реагент ретінде қолданған кезде, аммиак ағып кетуі мүмкін және реакцияға түспеген аммиак бөлініп шығады. Концентрациясы 1 – 5 мг/Нм³ аралығына тең N_2O азот оксидінің шығарындылары пайда болуы мүмкін, бұл олардың анықталу шегіне тең. Егер қалпына келтіруші

реагентті отын жанатын жер бетіне декарбонизатордың араластыру камерасына дейін бүркісе, көміртегі оксидінің CO шығарындысы қосымша ұлғаюы мүмкін.

Судың булануы үшін қосымша жылу азот оксидтерінің тотықсыздану реакциясының жылуымен толтырылады, бұл CO_2 шығарындыларының аздап өсуіне әкеледі. Аммиак ерітінділерін тасымалдау және сақтау қоршаған орта үшін қауіпті және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін қосымша техникалық шешімдерді қажет етеді. Сондай-ақ, аммиак өндіруге, оны тасымалдауға, су ерітіндісін алуға және осы ерітіндіні сұйылтуға байланысты мәселелерді қамтамасыз ету қажет.

Несепнәрді қалпына келтіру реагенті ретінде пайдалану кезінде негізгі түпкі өнім аммиак және көміртегі диоксиді болып табылады. Несепнәрден пайда болатын N_2O мөлшері аммиак ерітіндісіне қарағанда едәуір жоғары. Несепнәрден азот оксидінің пайда болуы температура арқылы өзгереді. Зерттеулер көрсетіп отырғандай, неғұрлым төмен NO_x және ең жоғары N_2O түзілуі сол температуралық аралықта орын алады. Изоциан қышқылы негізінен аммиак пен көміртек оксидінің пайда болуымен гидролизденеді. Несепнәрді пайдалану аммиакты пайдалануға қарағанда көміртегі оксидінің (CO) көп шығарындыларына әкеледі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

SNCR технологиясы кез келген айналмалы пештерге қолданылады. Инжекция орны пеш түрінің өзгеруімен ерекшеленеді. Ұзын дымқыл және құрғақ пештерде қалыпты температура мен қажетті уақытты алу өте қиын. Аммиакты сақтауға қатысты қауіп аммиактың 25 % сулы ерітіндісін қоймаға қою арқылы азаяды.

Экономика

Құны аммиак суын жинаудың қолданылатын ережелеріне байланысты. Пайдалану құны инъекциялантын аммиактың құнымен айқындалады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.19. Азот оксидтерінің селективті каталитикалық тотықсыздануы (SCR)

Сипаты

Азот оксидінің селективті каталитикалық тотықсыздануы (SCR) NO_x шығарындыларын азайту үшін қолданылады.

Техникалық сипаттамасы

SCR технологиясында NO және NO_2 аммиак және катализатор арқылы N_2 -ге дейін шамамен 300 – 400 °C температурада қалпына келеді. Цемент өнеркәсібінде негізінен екі жүйе қарастырылады: тозаңнан арылту жүйесі мен түтін құбыры арасындағы төмен тозаң шығару қондырғысы және жылу алмастырғыш пен тозаңнан арылту жүйесі арасындағы жоғары тозаң шығару қондырғысы. Төмен тозаң шығаратын жүйені орнату тозаңнан тазартылғаннан кейін шығатын газдарды қайта жылытуды қажет етеді, бұл

қосымша энергия шығындарымен және қысымның жоғалуымен бірге жүреді. Жоғары тозаңды газ шығаратын жүйе техникалық және экономикалық көрсеткіштер бойынша қолайлы. Бұл жүйе қосымша жылытуды қажет етпейді, өйткені жылу алмастырғыштан шығатын газдардың температурасы әдетте SCR технологиясын қолдана отырып жұмыс істеуге жеткілікті жоғары.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

NO_x шығарындыларын азайту.

Катализаторлар көмірсутектерді ыдырататындықтан, SCR технологиясын енгізу кезінде жалпы органикалық қосылыстардың шығарындылары және полихлорланған дибензодиоксиндер мен фурандардың шығарындылары азаяды.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

NO_x -ті жою тиімділігі 50-ден 99 %-ға дейін (басқа тазалау әдістерімен бірге – тозаңтұтқыш жабдықтар).

Кросс-медиа әсерлер

Электр қуатының қажеттілігі SCR реакторының ішкі тазарту жүйесі мен қосымша қысымның жоғалуына байланысты артуы мүмкін.

Төмен тозаңды шығару жүйелері тозаңнан кейін шығатын газдарды қайта жылытуды қажет етеді, бұл қосымша энергия мен қысымның жоғалуына әкелуі мүмкін.

Катализаторлар қайта өңделуі немесе жойылуы керек.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Газдардың жоғары тозаңдануы катализатордың жоғары механикалық беріктігін, оның бітелуіне және белсенділігінің жоғалуына жол бермеу үшін төмен тозаңды газ технологиясында қолданылғаннан гөрі кең каталитикалық мүмкіндіктерді қажет етеді. Катализатордың тиісті химиялық құрамы осы үш көрсеткіш бойынша бағаланады. Сонымен қатар камераның көлеміне және пайдаланылатын катализатор қабаттарының санына байланысты SCR қондырғысын орналастыру үшін жеткілікті орын болуы керек.

Экономика

SCR технологиясын пайдалану құны зауыттың қуатына және олардың төмендеу тиімділігіне байланысты. SCR технологиясы азот оксиді шығарындыларын бейкаталитикалық төмендету технологиясынан айырмашылығы, бейкаталитикалық төмендету технологиясының инвестицияларынан 4 - 9 есе жоғары инвестициялар басым. Катализаторды пайдалану операциялық шығындарды арттырады. Сонымен қатар қысымның төмендеуіне және катализаторды тазарту үшін сығылған ауаны қолдану қажеттілігіне байланысты энергияны тұтыну айтарлықтай жоғары.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

SCR технологиясын іске асыру басқа ластағыштар, мысалы шикізат материалдарынан аммиак шығарындыларын бір мезгілде төмендете отырып, NO_x -ты төмендетудің үлкен тиімділігін қамтамасыз ете алады.

5.1.20. Сорбентті қосу

Сипаты

Цемент өнеркәсібінде қолданылатын екінші реттік шығарындыларды бақылау әдістеріне шикізатқа сорбент қосу немесе сорбентті газ ағынына енгізу жатады.

Техникалық сипаттамасы

Сорбент шикізат материалына қосылады (гидратталған әк қоспасы) немесе газ ағынына енгізіледі. Гидратталған әк қосудың қосымша артықшылығы бар, бұл құрамында кальций бар қоспалар клинкерді күйдіру үрдісіне тікелей қатыса алатын өнімдерді құрайды. Гидратты әк қосуға арналған оңтайлы температура, егер газда ылғалдың жоғары мөлшері болса, 350 – 450 °C және 150 °C төмен болады. Цемент пешіне гидратты әк беретін ең ыңғайлы орын жылу алмастырғыштың жоғарғы циклоны немесе шығатын газ құбыры болып табылады. Балама ретінде, гидратталған әк шикізат компонентімен бірге шикізат диірменіне жіберілетін немесе пешті қоректендіру құрылғысына қосылатын үрдісті қарастыруға болады. Гидратты немесе сөнген әк ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), тез күйіп кететін сөндірілмеген әк (CaO) немесе құрамында CaO жоғары активтендірілген күл- шық нүктесіне жақын температурада түтін газдарына айдалады, бұл SO_2 байланыстыру үшін қолайлы жағдайларды туғызады. Цемент пеш жүйесінде бұл температура шикізат диірмені мен тозаңды отырғызғыш арасындағы аймаққа неғұрлым сәйкес келеді. Гидратталған әк жоғарғы циклондағы SO_2 -мен әрекеттеседі және тозаң ретінде тозаң жинау жүйесіне шығарылады, ол жерден шикізатты бір уақытта кептіру және ұнтақтау үшін қондырғыға қайтарады. Шығарындыларды азайтудың тиімділігін шектейтін факторларға газдың жоғарғы циклондағы қысқа тұру уақыты (шамамен екі секунд) және пайдаланылған газдардағы CO_2 мөлшерінің (30% астам) жоғары болуы жатады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға түсетін шығарындыларды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Гидратты әкті қосу арқылы SO_2 төмендету дәрежесі бір жағынан SO_2 бастапқы құрамы деңгейімен, шығатын газдардың сипаттамаларымен және екінші жағынан нақты зауытқа тән циклдік айналым процесінде күкірттің шоғырлануымен анықталады. Абсорбентті циклондық жылу алмастырғышқа айдау арқылы күкірт диоксидін 60 - 80% төмендеуіне қол жеткізуге болады. Күкірт диоксидінің бастапқы деңгейі 400 мг/Нм³ – ден жоғары болған жағдайда теориялық жағынан шығарындылардың технологиялық

көрсеткіштер деңгейін 100 мг/Нм³ -ге дейін төмендетуге болады. Күкірт диоксидінің бастапқы мәні 1200 мг/Нм³ диапазон аралығында болғанда адсорбенттің айтарлықтай мөлшері қажет, бұл процестің құнын арттырады. Сонымен қатар күкірттің жоғары бастапқы концентрациясы күйдіру аймағында шөгінділердің пайда болуына байланысты процестің бұзылуына әкеледі. Сондықтан бұл технологияны пайдаланған кезде күкірт айналымы қаупі болуы мүмкін және соған байланысты пешке қайтарылған күкірттің жоғары деңгейі бар пештің тұрақсыздығы қаупі болуы мүмкін.

Кросс-медиа әсерлер

Қарқынды әк енгізу шикізат қоспасының сапасына әсер етеді

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Адсорбент қоспасы барлық пештерге қолданылады, дегенмен ол негізінен жылу алмастырғыштары бар пештерде қолданылады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары

5.1.21. Ылғалды скруббер

Сипаты

Ластағыш заттарды газдан сұйықтықпен сіңіруге негізделген шығарылатын газ және технологиялық шығарылатын газ ағынынан газ тәрізді заттарды алып тастау.

Техникалық сипаттамасы

Ылғалды скруббер – көмірмен жұмыс істейтін жылу электр станцияларында газдарды күкіртсіздендіру үшін дәстүрлі қолданылатын технология. Цемент өндірісінде SO₂ шығарындыларын азайту үшін ылғалды скруббер технологиясы даму сатысында.

Ылғалды скруббер технологиясы келесі химиялық реакцияға негізделген:



SO₂ бүріккіш мұнараға шашыратылатын сұйық шламмен сіңіріледі. Сіңіргіш ретінде кальций карбонаты қолданылады. Ылғалды скруббер жүйесі суда еритін қышқыл газдарды, соның ішінде қатты қалдықтардың ең аз мөлшерімен күкіртсіздендіруді (FGD үрдісі) алуда жоғары тиімділікті қамтамасыз етеді. Бұл технология судың айтарлықтай көлемін пайдалануды қамтиды, содан кейін ағынды суларды тазарту қажет болады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға түсетін шығарындыларды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

SO₂ шығарындыларының төмендеуі 95 %-ан астам болуы мүмкін.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны тұтынудың жоғарылауы.

Газды күкіртсіздендіру кезінде өндіріс қалдықтарының көбеюі, қондырғыға техникалық қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

CO₂ шығарындыларының ұлғаюы (жоғарыда келтірілген химиялық реакцияны қараңыз).

Суды тұтынудың артуы және судың ластану қаупінің жоғарылауы.

Операциялық шығындардың өсуі.

Табиғи гипсті жасанды гипспен (FGD-гипс) ауыстыру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ылғалды скруббер пештердің барлық түрлері үшін жарамды, олар SO₂ шығарындыларының жеткілікті жоғары мөлшеріне сәйкес келеді, бұл гипс өндірісін қамтамасыз етеді.

Экономика

Деректер жоқ

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары

5.1.22. Көміртек оксиді шығарындыларын және СО өтіп кетуін азайту

Сипаты

Құрамында органикалық зат пен отын мөлшері төмен шикізат материалдарын пайдалану жолымен СО шығарындыларын төмендету және жану үрдісін, отын сапасын және отын беру жүйелерін реттеу жолымен СО₂ өтіп кетуін болғызбау.

Техникалық сипаттамасы

Шикізат диірмендерінен шығатын пеш газдары немесе газдар құрамында, СО₂, N₂, су және оттегі буларынан басқа, біршама аз мөлшерде NO және SO₂, сондай-ақ СО болады. Мүмкін болған кезде құрамында органикалық заты төмен шикізат материалдарын таңдау СО шығарындыларын төмендетеді. Отынның толық жанбауы нәтижесінде көміртек оксиді пайда болған кезде шығарындыларды ұстау тиімділігі азаяды. Сондықтан қондырғының жұмысы кезінде пештен СО бөлуді шектеу үрдісі сақталады. Отынды жағуды жақсарту, оңтайландыру және оның сапасын, оттықтың сипаттамасын және оның конфигурациясын, пештің құрылымын, жану температурасын және отынның пеште болу уақытын жақсарту - осының барлығы СО шығарындыларын азайтуы мүмкін.

Отын тұтынудың төмендеуіне әкеп соғатын барлық техникалық шешімдер де СО₂ шығарындыларының санын азайтады. Көміртегі мөлшерінің және оның калориялылық шамасының төмен қатынасы бар құрамында органикалық зат пен отын аз шикізат материалдарын таңдау СО₂ шығарындыларды төмендетеді.

СО жылыстауы

СО жылыстауына байланысты тозаңның бөлінуі электр сүзгілерін және кейбір жағдайларда гибриді сүзгілерді пайдалану кезінде ұлғаюы мүмкін. Қауіпсіздік тұрғысынан электр сүзгілері шығарылатын газдарда СО пайда болған кезде жұмыс істеуін тоқтатуы қажет.

Электр сүзгіні ажырату уақытын төмендету үшін мынадай іс-шараларды орындау қажет:

Жағдайға объективті баға беру және СО пайда болуына әсер ететін негізгі себептерді анықтау, атап айтқанда:

күйдіру режимін бұзу;

шикізат материалындағы органикалық қосылыстардың көп болуына байланысты СО-ның жоғары деңгейі;

пешті отынмен қоректендірудегі бұзылуы;

отынды жағу процесінің бұзылуы.

Ағымдағы және оңтайлы жағдайды салыстыру, басымдықтарды белгілеу.

Үрдісті оңтайландыру, жүйенің талдауын, техникалық шешімдердің сенімділігі мен жылдамдығын қамтамасыз ету.

Әрекеттің себептері мен бағытын сәйкестендіру, сондай-ақ қажетті техникалық шешімдерді әзірлеу үшін мынадай ақпарат талап етіледі:

талданатын жабдықтың болуы, сенімділігі және мінез-құлық динамикасы туралы ақпарат;

СО пайда болу статистикасы туралы ақпарат;

пайдаланылған отын, отын беру жүйесі және процесс туралы ақпарат.

Пешке толқынды беруді болғызбау және өртеу жүйесінің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін жобаланған отынмен қоректендіру жүйесі ЖО асып түсулерінің пайда болуын барынша азайтуы мүмкін.

Пештегі СО деңгейін бақылау үшін шығарылатын газдардағы СО тұрақты бақылау үшін автоматты өлшегіш пайдаланылады. Бұл техникалық шешім электр сүзгіштердің қажетті ажыратылуын қамтамасыз ету үшін оңтайландыруды қажет етеді. ЖО бақылаудың идеалды жүйесінің қысқа жауап беру уақыты болады және өндірістің дымқылды тәсілін қолданған жағдайда циклонды жылу алмастырғыштан немесе пештен шығу сияқты СО бөлу көздеріне жақын орналасуы тиіс. Сынама алу уақытын қоса алғанда, талдауға арналған уақытты ескеру қажет. Мінсіз түрде бұл уақыт 20 - 30 сек (талдаудың кешігу уақыты) аспауы тиіс. Электрсүзгіні ажырату уақытын қысқарту үшін бұрын алынған, жинақталған және талданған ақпарат негізінде СО-ның өзгеру үрдісін ескеру қажет. СО бақылау кезінде кешігу уақыты үлгілер санының ұлғаюымен, сынаманы іріктеу нүктесінен анализаторға дейінгі қашықтықтың қысқаруымен, талданатын сынама көлемінің төмендеуімен және сигналдың жылдам электрондық сипатталуымен төмендетілуі мүмкін. Жүйенің жай-күйін тез анықтауды 3 секунд ішінде қамтамасыз етуге болады, бірақ тозаңы көп газдар үшін шектеу бар. Сондай-ақ

аспаптың жұмыс режимін тұрақты күту және калибрлеу қажет. Талдағыштың мүмкіндігі мынадай, көрсеткіштердің тиісті сыни диапазоны бар, онда компоненттерді анықтауға болады: СО үшін 5 %-а дейін және СН₄ үшін 3 %. Егер СО-ның пайда болуын болғызбау мүмкін болмаса, кез келген тұтанатын көздер, әсіресе жоғары кернеулі жабдық (электр сүзгілер) арнайы назар аударуды талап етеді. Тозаң тазалау жүйесіндегі өртке немесе жарылысқа әкеп соғуы мүмкін басқа дереккөз қатты денелердің үйкелісі немесе желдеткіш болуы мүмкін.

Газдарда 8 %-дан астам СО немесе СН₄ болуы 6 %-дан астам О₂ қатысуымен сыни параметрлер болып саналады. Шын мәнінде, асып түсуі кезде оның газдардағы концентрациясының өсуі өте тез жүреді және талдау басталғанға дейін де маңызды мәнге жетуі мүмкін, дегенмен бұл жағдайда жүйе дабылды көтеруі керек. Сондықтан өшіру және дабыл жүйесінің жұмыс деңгейі критикалық деңгейден едәуір төмен болуы керек; сонымен қатар ол метан (СН₄) және сутегі (Н₂) концентрациясына байланысты, әсіресе табиғи газды отын ретінде пайдаланған кезде.

Электр сүзгілерін өшіру негізінен пешті іске қосу және тоқтату сатысында жүреді. Қауіпсіз жұмыс істеу және электр сүзгісін қорғау үшін газ анализаторы үрдістің барлық кезеңдерінде тұрақты жұмыс істеуі керек. Зауытта электр сүзгісін өшіру уақытын қайталанатын жүйені қолдану арқылы азайтуға болады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жарылыс, СО жылыстауы, СО шығарындылары және тозаң қаупін төмендету.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

СО жылыстауына байланысты тозаң шығарындылары пайда болуы мүмкін.

СО шикізат материалдарында бар көміртектен пайда болатын қосымша СО мөлшерімен 0,1 %-ға дейінгі концентрацияда өтетін газдарда анықталуы мүмкін (4.1.8-бөлімді қараңыз).

Кросс-медиа әсерлер

Тозаң шығарындылары СО жылыстауына байланысты пайда болуы мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

СО өтуін төмендету үшін техникалық шешімдерді пештердің барлық түрлерінде қолдануға болады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.1.23. Органикалық көмірсутектер шығарындылары

Сипаты

Ұшпа органикалық қосылыстардың шығарындыларын азайту үшін пайдаланылатын шикізат материалдарының сапасын бақылау арқылы қол жеткізіледі (құрамында ҰОҚ бар).

Техникалық сипаттамасы

Қалыпты жағдайларда ұшқыш органикалық қосылыстардың шығарындылары негізінен шағын, бірақ олардың зауытта пайдаланылатын шикізат материалдарында болуына байланысты артуы мүмкін. Құрамында ұшпа органикалық қосылыстары жоғары табиғи шикізат материалдары немесе қалдықтар мүмкіндігінше таңдалмайды, бірақ егер оларды пайдалану кезінде пешке әдеттегідей қоректендіргіштер арқылы берілсе, онда құрамында галогендер жоғары отын қайталама отын ретінде пайдаланылмауы тиіс.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

ҰОҚ шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Деректер жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Деректер жоқ.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнаманың талаптары.

5.1.24. Өндірістік шығындар/қалдықтар

Сипаты

Технологиялық үрдіске ауланған тозаңды кәдеге жарату жолымен өндірістік ысыраптарды төмендету, егер бұл қолдануға және орынды болса.

Техникалық сипаттамасы

Ауланған тозаң өндірістік үрдіске қайтарылуы мүмкін. Тозаңды қайтару пешке тікелей немесе пешті шикізат қоспасымен (бұл жағдайда сілтілі металдардың шоғырлануы лимиттеуші фактор болып табылады) немесе цементпен араластырумен бірге жүргізілуі мүмкін. Баламалы пайдалану үрдіске қайтаруға болмайтын материалдар үшін ұсынылуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Өндіріс үрдісінде пайда болған қалдықтар санының төмендеуі шикізат материалдарының шығыстарын төмендетеді.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Жиналған тозаңдағы металдардың құрамы оны шикізат материалы ретінде пайдалану үшін шектеуші фактор болып табылады және металдар шығарындыларына теріс әсер етуі мүмкін.

Жиналған тозаңдағы хлордың құрамы қосымша шектеуші фактор болып табылады, ал оны өндірістік үрдіске қайтару (пешке беру немесе цементпен араластыру) өнім сапасының талаптарына бейімделуі тиіс.

Кросс-медиа әсерлер

Деректер жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Өндірістік қалдықтарды қайталама пайдалану негізінен цемент өнеркәсібінде қолданылады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнаманың талаптары.

5.2. Әк өндіру барысында ЕҚТ таңдау кезінде қарастырылатын техникалар

5.2.1. Басқару үрдісін оңтайландыру

Сипаты

Үрдісті басқару жүйесін оңтайландыру арқылы қоршаған ортаға әсерді төмендету және күйдіру үрдісінің шығыс көрсеткіштерін төмендету.

Техникалық сипаттамасы

Әк өндірісінің технологиялық үрдісінің көптеген сатыларында пайдаланылатын үрдісті автоматты басқару жүйесін оңтайландыру. Пештің жұмысын бақылайтын параметрлерді оңтайлы мәндерге жақын ұстау әк пен шығарындыларды күйдіру үрдісінің барлық шығыс көрсеткіштерін төмендетуге ықпал етеді. Бұл пештің жұмыс режимін бұзу мен тоқтау санын азайтады. Менеджмент жүйелері пайдаланудың жақсы жағдайларын және олардың сақталуын бақылауды қамтамасыз ететіндей әрекет ете алады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жоқ.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Оңтайландыру кезінде қойылған міндеттерге тәуелді.

Кросс-медиа әсерлер

Технологиялық үрдісті бақылауды оңтайландыру жөніндегі іс-шаралар энергия тұтыну мен шығарындыларға оң әсер етеді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әртүрлі дәрежеде олар барлық әк пештері үшін жарамды.

Өндірістік үрдісті толық автоматтандыру, себебі оны алынатын әктің сапасымен байланыстыру мүмкін емес.

Экономика

Оңтайландыру кезінде қойылған міндеттерге байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнаманың талаптары.

5.2.2. Әк өндіру кезінде күйдіруге жұмсалатын электр энергиясының шығынын төмендету

Сипаты

Электр энергиясының шығынын азайту үшін ЕҚТ:

электр энергиясын тұтынуды басқару жүйелерін пайдалану;

оңтайлы түйіршікті карбонат тұқымын пайдалану;

электр энергиясын пайдалануға негізделген тиімділігі жоғары ұсақтау қондырғысын және басқа да қондырғыларды пайдалану.

Техникалық сипаттамасы

Энергия үнемдеу әк өндірісінің барлық технологиялық кезеңдерінде іске асырылуы мүмкін.

Шикізат материалдарын дайындауды, күйдіруді және ұсақтауды қамтитын негізгі үрдістер үшін бірқалыпты іске қосу құрылғыларын қоса алғанда, қуатты басқару жүйесін қолдануға болады. Қондырғының жұмыс режиміне байланысты қуатты басқаруды пайдалану кезінде электр энергиясын үнемдеу 20 – 40 %-ге жетуі мүмкін.

Қуатты басқару жүйелерін қолданудың негізгі бағыттары:

айналмалы пештің жетегі;

түтін сорғыштар мен желдеткіштердің жетегі;

пайдаланылатын қондырғының басқа электр қозғалтқыштарының жетектері.

Реттелетін жетектерді енгізу энергия тиімділігін арттырып қана қоймай, әк өндіру үрдісін толық көлемде автоматтандыруға мүмкіндік береді. Технологиялық үрдістерді автоматтандыру, электр тұтынуды төмендетуден басқа, отынды үнемдеуге және шығарылатын өнімнің сапасын арттыруға әкеледі.

Ескірген ұсақтау және жіктеу қондырғыларын қазіргі заманғы құрылғыларға ауыстыру электр тұтынуды айтарлықтай төмендетуге және сонымен бір мезгілде шикізат материалдары мен дайын өнімді дайындау сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Балғалы диірмендер ірі материалды ұнтақтау үшін қолданылады. Жұқа материалды алу үшін шар және сақиналы диірмендер, деагломераторлармен бірге жоғары қысымды орамдар қолданылады. Соққы-орталықтан тепкіш диірмендердің энергия тұтыну деңгейі төмен.

Энергияны тұтынуды азайту қолданыстағы жабдық конфигурациясы үшін оңтайлы бөлшектер мөлшерін бөлуді пайдалануға мүмкіндік береді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Электр энергиясын тұтынуды азайту шығарындылардың төмендеуіне әкеледі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Күйдіру.

Күйдіру кезіндегі электр энергиясының шығыны тиеу-түсіру конвейерлерінің, скип-көтергіштердің, пеш жетектерінің, тоңазытқыш жетектерінің, түтін шығарғыштардың, тазалау жабдықтарының энергия шығынынан тұрады.

Әртүрлі типтегі (конструкциялы) пештермен 1 тонна әкті өндіруге арналған электр энергиясының үлестік шығыны 5.5-кестеде көрсетілген.

Кросс-медиа әсерлер

Қоршаған ортаға теріс әсер ететін кросс-медиа әсерлері жоқ. Энергияны тұтынуды азайту атмосфераға түсетін шығарындыларды азайтуға әкеледі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Барлық кәсіпорындарға қолданылады.

5.5-кесте. Электр энергиясының меншікті шығыны

P/c №	Пештің түрі	1 т әк өндіруге жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығыны, кВт.сағ/т	
		мин.	макс.
1	2	3	4
1	Шахта пештері	7	22
2	Қос білікті регенеративті	22	40
3	Қыздыру жылытқышы бар айналмалы	22	58
4	Ұзын айналмалы пештер	20	60

Экономика

Энергияны пайдалану өнім құнының едәуір бөлігін құрайды. Таңдалған технологияны енгізудің экономикалық тиімділігі белгілі бір кәсіпорын үшін ТЭН жасағаннан кейін анықталады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңның талаптары. Жергілікті жағдайлар. Энергетикалық тиімділік. Шығарындыларды азайту.

5.2.3. Әк өндіру кезінде күйдіруге жұмсалатын жылу шығынын азайту

Сипаты

Күйдіруге жұмсалатын жылу шығынын азайтуға мынадай іс-шаралар кешенін қолдану арқылы қол жеткізіледі:

1) жақсартылған және оңтайландырылған пеш жүйесін және пешті пайдалану процесін белгіленген параметрлерге сәйкес тегіс, тұрақты қолдану:

компьютерлік автоматты бақылауды қоса алғанда, процесті басқаруды оңтайландыру;

бөлінетін газдардың жылуын рекуперациялау (егер мүмкін болса);

жанармай берудің заманауи салмақ жүйесі.

2) күйдіруге жұмсалатын жылу шығысына оң әсер ететін сипаттамалары бар отынды пайдалану. Табиғи отынды отын қалдықтарына ауыстыру кезінде қалдықтарды жағу үшін оңтайландырылған қолайлы пештер мен жанарғыларды пайдалану қажет;

3) ауаның артық болу коэффициентін шектеу.

Техникалық сипаттамасы

Пештің конструкциясына байланысты жылу энергиясының шығынын төмендетудің әртүрлі әдістері қолданылады. Жылу энергиясының шығынын оңтайландыру тәсілдері зауыттың әртүрлі қондырғыларында:

1) пеш

жылу беруді жақсарту және қабаттасуды азайту үшін ішкі отқа төзімді құрылғылар; қабырғалардың жылу жоғалуын азайту үшін жылу оқшаулауын орнату;

пештің басын және отын салынатын бөлігін тығыздау арқылы ауаның шығуын азайту;

суағарларды жүйелі түрде тазалау;

2) пеш режимдерін басқару

пештің басындағы тартылуды, артық ауаны, отын шығынын, пеш жылдамдығын автоматтандырылған басқару жүйелері;

процестің негізгі параметрлерін бақылау жүйелері;

3) отын жағу жүйесі:

өнімнің температуралық профиліне сәйкес келетін тиімді реттелетін оттықтарды қолдану;

жану және артық ауа қатынасын "on-line" бақылау

түтін газдарын талдау кезінде жануды бақылау;

отынды қалдықпен араластыруға мүмкіндік беретін икемді отын жағу жүйесін пайдалану;

4) түтін газының тізбегі

жылуды қалпына келтіру (мүмкіндігінше);

5) жылу алмастырғыш

жылу алмастырғыштағы қысымның жоғалуын азайту;

6) тоңазытқыш

ауаның орташа таралуын және әкті шығаруды қамтамасыз ететін тиімді тоңазытқышты пайдалану;

7) материалдық бақылау

технологиялық жағдайға сәйкестігін бақылау үшін отын мен материалдарды жүйелі түрде іріктеу;

гранулометрияны бақылау және қайта скрининг үшін сенімді таразы/өлшеу жабдығын орнату.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жылу энергиясын тұтынудың төмендеуі және соның нәтижесінде шығарындылардың азаюы.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Ұсынылған іс-шараларды жүзеге асыру барысында қол жеткізуге болатын технологиялық көрсеткіштер 5.6-кестеде жинақталған.

5.6-кесте. Технологиялық көрсеткіштер

Р/с №	Пештердің түрі	Жылу энергиясын тұтыну, ГДж/т *
1	Ұзын айналмалы пештер	6,0–9,0
2	Пісірілген жылу алмастырғышы бар айналатын	5,1–7,8
3	Шахталық сақиналы	3,3–4,9
4	Шахталық төсемдер	3,4–4,7
5	Басқа да конструкциялар	3,5–7,0

* энергия тұтынуға өнімнің түрі, оның сапасы, технологиялық процестің шарттары және шикізаттың сапасы әсер етеді.

Кросс-медиа әсерлер

Қоршаған ортаға теріс әсер ететін кросс-медиа әсерлері жоқ. Энергияны тұтынуды азайту атмосфераға түсетін шығарындыларды азайтуға әкеледі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бизнестің барлық түрлеріне қолайлы.

Экономика

Энергияны пайдалану өнімнің өзіндік құнына айтарлықтай үлес қосады. Таңдалған технологияны енгізудің экономикалық тиімділігі нақты кәсіпорынның техникалық-экономикалық негіздемесін жасағаннан кейін анықталады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заң талаптары. Жергілікті жағдайлар. Энергия тиімділігі. Шығарындыларды азайту.

5.2.4. Қалдықтарды әк өндірісінде балама отын ретінде пайдалану

Сипаты

Калориясы жоғары арнайы дайындалған және қайта өңделген қалдықтарды әк жағатын пештерде олардың сипаттамаларын ескере отырып, әдеттегі қазбалы отынның орнына пайдалануға болады.

Баламалы отын ретінде пайдалану үшін құрамында отынның қатты немесе сұйық жанғыш қалдықтары, мұнай қалдықтары, қатты туынды отын, еріткіштер және мұнай өндеудің сұйық өнімдері, пластмассалар (поливинилхлоридті қоспағанда) және (немесе) биомасса бар қалдықтар қолданылады. Дәстүрлі отынды алмастыру деңгейі бірнеше пайыздан толық ауыстыруға дейін болуы мүмкін [2].

Техникалық сипаттамасы

Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтарды айналмалы пештерде, айналмалы шахта пештерінде, параллель ағынды қалпына келтіретін пештерде және басқа

дизайндағы пештерде қолдануға болады. Пештің түрін таңдау өнімнің сапасына және пештің жұмысына қойылатын талаптарға байланысты.

5.7-кестеде әртүрлі пештерде қолданылатын отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтар көрсетілген.

Сұйық жанғыш қалдықтарды ұзын айналмалы пештерде де, пісіретін жылу алмастырғышы бар айналмалы пештерде де, сақиналы шахта пештерінде, параллель тогы бар регенеративті пештерде және арнайы конструкциялы шахта пештерінде де қолдануға болады: кәдімгі бүйірлік оттығы бар шахта пештерінде және шахтаның екі жақты көлбеуі бар шахта пештерінде.

5.7-кесте. Әртүрлі пештерде қолданылатын отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтар тізбесі [2]

Р/с №	Пештердің түрлері	Қалдықтардың түрлері		
		Сұйық	Қатты түйіршік	Қатты ұсақталған
1	2	3	4	5
1	Ұзын айналмалы пештер (LRK)	x	x	x
2	Айналмалы пештің пеші (PRK)		x	
3	Параллель ағынды қалпына келтіретін пештер (PFRK)	x	x	
4	Айналмалы шахта пештері (ASK)	x	x	x
5	Басқа дизайндағы пештер (OK)	x	x	

Ұсақталған қатты қалдықтар пайдаланылуы мүмкін отын ретінде барлық жоғарыда аталған типтегі пештер. Ұсақ кесілген қалдықтарды айналмалы пештерде (LRK, PRK) және айналмалы шахта пештерінде қолдануға болады. Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтарды кәдеге жарату кезінде қатты да, сұйық та қалдықтар пайда болмайды.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтарды таңдау және пайдалану өзара әрекеттесетін бірқатар факторларға байланысты, олардың ең бастысы табиғи ресурстарды, қазба отындарын пайдаланудың төмендеуі болып табылады. Қауіпті қалдықтарды басқару саласында бірлескен, бақыланатын қалдықтарды өңдеу практикалық, үнемді және экологиялық тұрғыдан қолайлы (полигон немесе өртеу арқылы) нұсқаны қамтамасыз ете алады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Өнім сапасы мен өндіріс процесіне қойылатын ерекше талаптарға байланысты қалдықтардың белгілі физикалық қасиеттері болуы керек. Әк өндірісінде ерекше сипаттамалары бар қалдықтарды ғана пайдалануға болады.

Дәстүрлі қазба отындарының орнына әк пештерінде жоғары калориялы қалдықтар қолданылатындықтан, олардың сапасының консистенциясын қамтамасыз ету қажет: жеткілікті жылу құндылығы, төмен ылғалдылық және металдардың, хлор мен күлдің мөлшері; сонымен қатар қалдықтар оттықтар үшін жарамды болуы керек.

Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтарды пештердің барлық түрлеріне (параллель ағыны бар регенеративті пештерден басқа) жою үшін газ тәрізді және сұйық отын үшін де арнайы оттықтар қолданылады. Бұл пештер газ тәріздес, сұйық және қатты отынды жағуға арналған арнайы оттықтармен жабдықталған.

Тұтастай алғанда, қалдықтарды пешке беру кезінде келесі ережелерді сақтау керек: пештерге қалдықтарды шығару үшін сәйкес оттықтар мен күйдіру режимдерін қолдану;

қалдықтарды жағу кезінде түзілетін газ 850°C температурада 2 секундтан кем емес ең қолайсыз жағдайларда да орташа және бақыланатын жағдайда болатындай режимді ұйымдастыру;

жағатын қауіпті қалдықтардың құрамында 1 %-дан астам органикалық хлор қосылыстары болса, температураны 1100 °C жоғары көтеру;

қалдықтарды үздіксіз және тұрақты жеткізуді қамтамасыз ету;

пешті іске қосу және тоқтату кезеңінде, қажетті режимді сақтау мүмкін болмаған кезде қалдықтарды шығаруды тоқтату ("б" және "в" қараңыз).

Қалдықтарды қолданар алдында әкпен ластану қаупіне байланысты қажетті энергетикалық және экологиялық сипаттамаларды қамтамасыз ететін сапа көрсеткіштерін анықтай отырып талдау қажет.

Отын ретінде пайдалануға болатын қолайлы қалдықтарды таңдау дайын өнімнің қажетті сапасымен және оны белгілі бір пешке беру мүмкіндігімен де анықталады. Олардың таңдауы физикалық және химиялық қасиеттерімен, сондай-ақ нарықта жеткілікті мөлшерде болуымен шектеледі.

Отынның табиғи және қалдық болып бөлінуі де өнімнің қажетті сапасын және жергілікті жағдайлардың нақты талаптарын қамтамасыз етуді талап етеді. Осы себепті әк өндіруге тек шектеулі мөлшердегі қалдық қолайлы. Отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтар 2005 жылы еуропалық әк өнеркәсібінің энергия тұтынуының тек 4 %-ын ғана қамтамасыз етті.

Кросс-медиа әсерлер

Дайындалған және қайта өңделген қалдықтарды балама отын ретінде пайдалану технологиясы отын шығынын азайтады және сонымен бірге қоршаған ортаға түсетін

ауыртпалықты азайтады, өйткені полигондарға шығарылатын қалдықтардың көлемін шектейді. Бірақ, сонымен бірге, қалдықтарды отын ретінде пайдалану зиянды заттардың шығарындыларының жоғарылау қаупін тудыратынын есте ұстаған жөн.

Отын ретінде пайдаланылуы мүмкін сұйық қалдықтар қауіпті болуы мүмкін. Мұны отынның осы түрімен жұмыс істеу (қоймаға қою, мөлшерлеу) кезінде ескерген жөн.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Қалдықтарды кәдеге жарату үшін оларды баламалы отын ретінде пайдалануды рәсімдейтін нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу талап етіледі. Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасында мұндай нормативтік құжаттама жоқ. Қалдықтарды кәдеге жарату процестері үшін осындай регламенттерді әзірлегеннен және бекіткеннен кейін осы технология Қазақстан кәсіпорындарында қолданылуы мүмкін.

Экономика

Қалдықтарды пайдалануға, дайындауға және отын ретінде пайдаланылуы мүмкін қалдықтарды кәдеге жаратуға арналған пештерді жаңғыртуға арналған қондырғылардың құны бойынша деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Қалдықтардың мол қоры. Өнімнің өзіндік құнындағы, отын құнының жоғары үлесі. Экологияға түсетін жүктемені азайту. Салада қалдықтарды пайдалану тәжірибесі бар.

5.2.5. Тозаң шығаруға байланысты техникалар

Сипаты

Конструктивтік және ұйымдық-техникалық шешімдер арқылы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын төмендету.

Техникалық сипаттамасы

Қарастырылатын техникалық шешімдердің кейбіреулері жеке-жеке және бір-бірімен үйлесімде пайдаланылуы мүмкін:

Жабық орындарда ұнтақтау, бөлу және араластыру сияқты тозаң шығару операцияларын жүргізу;

жабық жүйе ретінде құрастырылатын конвейерлер мен элеваторларды жабу;

деңгей көрсеткіштерімен, тарату құрылғыларымен және тозаңды ауаға арналған сүзгілермен жабдықталған тиісті сыйымдылықтағы сүрлемдерді сақтау үшін пайдалану ;

пневматикалық тасымалдау жүйесінде тұйық циклді қолданған дұрыс;

тасымалдау жабық көлік жүйесінде сиректеу және шығарылған ауаны қап сүзгісі арқылы атмосфераға тазарту жағдайында жүзеге асырылуы керек;

тығыздағыштарды орнату арқылы ауаның сорылуын және төгілуін азайту;

сенімді оқшаулағыш қолдану;

автоматты құрылғылар мен басқару жүйелерін пайдалану;

үздіксіз қауіпсіз операцияларды жүргізу;

тиеу кезінде тозаңды сору жүйесімен жабдықталған иілгіш құбырларды пайдалану қажет.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Бастапқы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту.

Қондырғыны оқшаулау арқылы шуды азайтуға қол жеткізуге болады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Нақты жағдайларға байланысты сәйкес техникалық шешім қолданылады.

Кросс-медиа әсерлер

Вакуумдық жүйелерді пайдалану салдарынан энергия шығыны артады.

Техникалық қызмет көрсету барысында қосымша қалдықтар пайда мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Барлық аталған техникалық шешімдер әк өндіру жағдайында қолданылады. Ұсақтау және сүзгілеу сияқты шикізатты дайындау операциялары үшін шикізаттың ылғалдылығына байланысты әдеттегі тозаң жинау жүйесін пайдалану мүмкін емес. Тозаңды шығаруды азайту үшін шикізат материалдарын қосымша сумен бұрку арқылы ылғалдандыруға болады.

Экономика

Нақты жағдайларға байланысты тиісті техникалық шешімді пайдаланады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары. Өндірістік қауіпсіздік техникасының талаптары.

5.2.6. Сусымалы материалдар мен штабельдерді сақтау кезіндегі тозаң шығарындыларын азайту

Сипаты

Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының алдын алуға арналған техникалық шешімдер.

Техникалық сипаттамасы

Ашық ауада сақталатын сусымалы материалдардан, штабельдерден және тозаңды шикізат материалдарынан, сонымен қатар отынның басқа көздерінен бастапқыда шығатын ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту үшін тозаң көздерін (жасанды немесе табиғи тозаң үрлейтін тосқауылдарды қолдану арқылы) арнайы экрандармен бөгеу немесе тік өсімдіктермен оқшаулау қажет.

Сүрлем материалдарын сақтау немесе толық автоматтандырылған қоймаларды пайдалану үлкен штабельдерден ұйымдастырылмаған тозаң шығару мәселесін тиімді шешудің жолы ретінде қарастырылады.

Тиеу және түсіру операциялары барысында ұйымдастырылмаған тозаңның шығарылуын болғызбау үшін мұндай қоймаларды бір және одан да көп мата сүзгісімен жабдықтайды. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту тиеу және түсіру бөлімшелерінде тиісті ылғалдану және тиісті биіктікте орналасқан конвейерлерді пайдалану арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Егер ұйымдастырылмаған тозаң

шығарындыларын болғызбау мүмкін болмаса, олардың деңгейін түсіру биіктігі мен сақталған материалдың биіктігін таңдау арқылы азайтуға болады. Бұл операциялар автоматты режимде немесе түсіру жылдамдығын төмендету арқылы жүзеге асырылады.

Сонымен қатар мұндай жерлерді (егер олар құрғақ жерде орналасса) арнайы бүрку құрылғыларымен ылғалдандырып, арнайы жүк көліктерімен тазарту керек. Егер техникалық шешім ылғалдандыру немесе бүрку құрылғыларын қолданумен байланысты болса, негізгі қабат бетін тығыздап, жабық айналым циклінде қолдануға болатын артық судың жиналуын қамтамасыз ету қажет.

Түсіру операциялары кезінде ұйымдастырылмаған тозаңның шығарылуын болғызбау үшін оларды вакуумдық жүйе арқылы жүзеге асыру ұсынылады. Жаңа ғимараттарды вакуумдық құрылғылар көмегімен тазартуға арналған стационарлық жүйелермен оңай жабдықтауға болады, қолданыстағы ғимараттарда икемді қосылыстары бар мобильді жүйелерді қолданған жөн. Жүк көліктері қозғалатын жер бетіндегі ұйымдастырылмаған тозаңның шығарылуын азайту үшін және тазалап тұру үшін мүмкін болса сол жерлердің беткі қабаты арнайы материалдармен жабылу керек.

Жердің беткі қабаты арнайы материалдармен жабылған бетін ылғалдандыру, әсіресе құрғақ ауа-райында, ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайтуға көмектеседі. Мұндай шығарындыларды барынша төмендету үшін сол орындарды таза ұстауды қамтамасыз ету қажет.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жергілікті ылғалдандыру кезінде су шығыны артады.

Вакуумдық жүйелерді пайдалану электр энергиясын тұтынудың артуымен байланысты.

Қондырғыларға қызмет көрсету барысында қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Нақты жағдайларға байланысты сәйкес техникалық шешім қолданылады.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Барлық аталған техникалық шешімдер әк өндірісі жағдайында қолданылады.

Экономика

Нақты жағдайларға байланысты тиісті техникалық шешім қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

Өндірістік қауіпсіздік техникасының талаптары.

5.2.7. Электрсүзгілер

Сипаты

Шығарылатын тозаң бөлшектері электр өрісінің әсерінен зарядталады және босатылады. Тазалаудың тиімділігі өрістердің санына, тұру уақытына және тозаң бөлшектерін кетіруге арналған алдыңғы құрылғыларға байланысты болуы мүмкін. Электрсүзгілер электродтардан тозаңды жинау әдісіне байланысты құрғақ немесе дымқыл болуы мүмкін.

Техникалық сипаттамасы

Электрсүзгілерде түтін газдары екі электродты камера арқылы өтеді. Бірінші электродқа түтін газдарын иондайтын жоғары (100 кВ дейін) кернеу беріледі. Алынған иондар түтін газдарындағы тозаң бөлшектеріне жабысады, нәтижесінде бөлшектер электр зарядын алады. Электростатикалық күштер зарядталған тозаң бөлшектерін бірінші электродтан шығарады және оларды орналасқан жерге тартады. Осылайша, тозаң бөлшектері түтін газының ағынынан шығарылады. Электрсүзгілері ауа ағынындағы дисперсті материал жолында электр өрісін жасайды. Бұл бөлшектер теріс заряд алады және оң зарядталған ұстау тақталарына ауысады. Ұстау тақталары мезгіл-мезгіл сілкініп дірілдейді, олардағы материалды төменгі жағында орналасқан жиналмалы бункерлерге тастайды. Электрсүзгілер жоғары (400 °С дейін) температура мен ылғалдылық жағдайында жұмыс істеу қабілетімен сипатталады. Олардың тиімділігіне түтін газының жылдамдығы, электр өрісінің күші, тозаңның электр өткізгіштігі, SO₂ концентрациясы, электродтардың пішіні мен бетінің ылғалдылығы әсер етеді. Айта кету керек, электр өрісі оқшаулағыш материал қабатының беткі қабаттарының пайда болуы нәтижесінде әлсірейді. Жарылыс қаупіне байланысты электр сүзгіге кіре берістегі СО қауіпсіз концентрациясын 1 – 2 % деңгейінде ұстайды, бұл жарылыс қаупі бар шектен 10 %-ға төмен. СО-мен байланысты тәуекелдерді жою қажет болғандықтан, сүзгі алдында СО құрамының үздіксіз мониторингін қамтамасыз ету қажет. СО құрамы жылдам анықтауды және өшіруді қамтамасыз ету үшін басқару қондырғысының болуын қамтамасыз ететін заманауи басқару жүйесі арқылы азайтылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

СО жоғары концентрациясы кезінде жарылыс қаупі.

Электростатикалық тұндырғышты пайдалану кезінде электр энергиясының шығыны артады (бірақ басқа сүзгілердің кедергісімен салыстырылатын жүйенің кедергісі аз болса, энергия шығыны аз болады).

Басқа қалдықтар пайда болады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Тұрақты режимде электростатикалық тұнбалар 5–20 мг/Нм³ тозаң шығарындыларын тұрақты түрде қамтамасыз ете алады.

Электростатикалық тұндырғыштардың тиімділігін камераларды (электр өрістерін) кезекпен орнату арқылы арттыруға болады. Бірақ мұндай шешім тозаң

шығарындыларының жоғары деңгейі және оларды орнату үшін жеткілікті орын болған жағдайда ғана тиімді.

Кросс-медиа әсерлер

Электр энергиясын тұтыну тозаң аулау тиімділігінің артуымен жоғарлайды. Электростатикалық сүзгілерге қызмет көрсету жұмыстарын орындау кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін. Егер тозаңды қайта пайдалану мүмкін болмаса, оны жою қажеттілігі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Электрсүзгілерді шық нүктесінен жоғары және 400°C төмен температурада қолдануға болады (жұмсақ болат конструкцияларды пайдалану кезінде). Шық нүктесінен төмен температурада электростатикалық сүзгілерді пайдалану тәжірибесі бар.

Ағынның үлкен көлемдеріне және салыстырмалы түрде жоғары тозаң жүктемесіне байланысты, пештің жылу алмастырғышы бар және онсыз электр сүзгілерімен жабдықталған. Кейде бұл шығарылатын газдардың жоғары температурасына байланысты, ал басқаларында пештердің жоғары өнімділігінің салдарынан үлкен көлемдегі газдар пайда болады. Салқындатқыш мұнарамен бірге жақсы көрсеткіштерге қол жеткізіледі.

Экономика

Пештің көлемі мен тәуліктік өнімділігі ұлғайған кезде электростатикалық сүзгілерді орнатуға жұмсалатын инвестиция мата сүзгілерге қарағанда біршама жоғары болады.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары. Түтін газдарының температурасы мен көлемі. Ағымдағы операциялық шығындар. Энергия тұтыну. Сенімді қондырғы.

5.2.8. Қапшық сүзгілер

Сипаты

Қапшық сүзгілер тиімді тозаң ұстайтын қондырғы болып табылады. Қапшық сүзгілердің негізгі жұмыс қағидасы тозаң құрамындағы газды өткізіп жіберу, бірақ мата мембранасы арқылы тозаңды ұстап қалу болып табылады.

Техникалық сипаттамасы

Мата сүзгі құрылғысының негізгі қағидасы – газ өткізетін, бірақ тозаң бөлшектерін ұстап қалатын мата мембранасы арқылы сүзу. Біріншіден, тозаң матаның бетіне және құрылымның ішіне жиналады. Белгілі бір қабаттың қалыңдығына жеткенде, тозаң бөлшектері сүзгінің ішкі кеңістігіне енеді. Тозаң қабатының қалыңдығының жоғарылауымен газдың өтуіне кедергі артады.

Газдың өтуіне төзімділікті бақылау үшін сүзгіні мезгіл-мезгіл тазартып отыру қажет. Ол үшін тазартудың белгілі әдістері қолданылады кері ауаны үрлеу, механикалық сілкі, діріл және сығылған ауаны беру тазарту жүйесі, ауа ағыны және матадағы ауа жүктемесі тиімді сүзгілеудің негізгі ұғымдары болып табылады. Мұндай сүзгілер көп

камералы болуы керек, бұл сүзгі материалының беткі қабаты мен көлемінің қымбаттауына және ұлғаюына байланысты. Қаптардың ықтимал бұзылуына байланысты камералар бір-бірінен оқшаулануы керек, бұл ретте оларды қызмет көрсету кезінде пайдалану мүмкіндігі сақталады. Әрбір камерада жөндеу жүргізу қажеттілігі туралы сигнал беретін түтіктерді ажырататын детекторлар орнатылуы тиіс.

Жиналған тозаң камералар кеңістігінің бір бөлігін құрайтын "тозаңды" бункерде сақталады. Тозаң бұрандалы конвейерлермен, жиналмалы жапқыш пен шар жапқыш арқылы шығарылады. Мата сүзгілері қысыммен және вакуумдық кеңістікте жұмыс істей алады.

Шығарылатын газдардың температурасына байланысты әртүрлі сүзгі ортасы бар мата сүзгілері қолданылады. Мата сүзгілерінің қысқа қызмет ету мерзімінің себебі:

- температуралық параметрлердің жоғарылауы;
- температуралық параметрлердің төмендеуі;
- температуралық сипаттамалардың ауытқуы;
- түтін газдарының құрамы;
- эк тозаңының әрекеті – тозаңның бітелуі.

Барлық жағдайларда қаптардың қысқа қызмет ету мерзімі сүзгі өлшемдерінің жеткіліксіздігіне байланысты болуы мүмкін. Бұл мәселе сүзгінің материалының көлемін ұлғайту арқылы шешілді, соның нәтижесінде сүзгінің жұмыс істеу мерзімі екі жылға созылды, ал тозаң мөлшері 5 мг/Нм^3 -тен аз болды. Ерекше қасиеттері бар арнайы материалдан жасалған қаптарды пайдаланғанның өзінде, қысқа қызмет ету мерзіміне байланысты мәселелер туындады. Сондықтан шамадан тыс жұмыс температурасы бар кәсіпорында олар мұның негізгі себебі өте жоғары температура деп санайды.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Сүзгі ортасымен байланысты жоғары қарсылыққа және тозаң қабатының болуына байланысты меншікті энергия шығынының артуы.

Сүзгінің коррозиясы мен қаптардың бітелуіне жол бермеу үшін ылғалдылығы жоғары және температурасы төмен ($<120 \text{ }^\circ\text{C}$) түтін газдарын қосымша жылыту салдарынан энергия тұтыну мен CO_2 шығарындыларының артуы.

Мата сүзгілерін пайдалану әсіресе толқынды қысымды тазарту үшін қолданған кезде шу пайда болуы мүмкін

Кейбір жағдайларда әлі анықталмаған коррозияның дамуымен байланысты шағын бұзылулар қалыпты жұмыс кезінде байқалғандармен салыстырғанда тозаң шығарындыларын айналып өту және көбейту үшін жағдай туғызуы мүмкін.

Сүзгі материалының беткі қабатының жеткіліксіз болуы сүзу жылдамдығының тым жоғарлап кетуіне әкелуі мүмкін, бұл кезде оған сыртқы суық ауа сорылады.

Қосымша қалдықтардың пайда болуы.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Мата сүзгілері әдетте шық нүктесінен жоғары 180 – 200 ° С температурада жұмыс істейді, ал шыны талшық немесе тефлон сияқты арнайы сүзгі матасын пайдаланғанда - 250 °С-қа дейінгі температурада жұмыс істейді. Дегенмен, олар гидратор шығарындыларын өңдеу үшін шық нүктесінің температурасында қолданылуы мүмкін. Жақсы жобаланған және тиісті жұмыс режимі мен техникалық қызмет көрсету жағдайларында мата сүзгілері (үздіксіз тозаңсыздандыратын мата қаптары) тозаң шығарындыларының деңгейін 10 мг/Нм³ аспайтын жағдайды қамтамасыз етеді.

Матаның сүзгі қаптарының тиімділігі мен жүктемесін бақылау әдетте тозаңды және тазартылған ауаның қысымын төмендету арқылы жүзеге асырылады. Маталық сүзгілер бөлшектердің мөлшерінің таралуына байланысты 98 %- дан 99,9 %-ға дейін жоғары ұстау қабілетімен сипатталады; мұндай сүзгілерді пештердің барлық түрлеріне орнатуға болады.

Кросс-медиа әсерлер

Тозаң аулау тиімділігін арттыру кезінде электр қуатының тұтынуының арттыру.

Тазалау циклі үшін сығылған ауаның көлемінің артуы.

Техникалық қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Шығатын газдардан тозаңды жою үшін мата сүзгілерін негізінен әк өндірісі пештерінің барлық түрлерінде пайдалануға болады. Олар пештерге, диірмендерге және басқа да сөндірілмеген әкті ұнтақтауға арналған қондырғыларға, сондай-ақ әктастарға, гидраторларға, көліктік және тиеу құрылғыларына және қоймаларға өте қолайлы. Көбінесе алдын ала тазалау мақсатында мата сүзгілерінің алдында циклондар қолданылады.

Мата сүзгілерін қолдану түтін газдарының температура, ылғалдылық, тозаң жүктемесі және химиялық құрамы сияқты сипаттамаларымен шектеледі. Осы факторлардың әсері кезінде механикалық, термиялық және химиялық тозуға қажетті төзімділігі бар әртүрлі маталар бар. Ыстыққа төзімді маталарды пайдалану кезінде түтін газдарының температурасы 250 °С-қа дейін жетуі мүмкін. Сондықтан газдарды сумен немесе сыртқы ауамен салқындату қажет.

Ылғалдылығы жоғары және төмен температуралы (<120 °С) түтін газдары сүзгі коррозиясын және сүзгі қаптарының бітелуін болғызбау үшін алдын ала қыздырылуы керек. Ол үшін сүзгінің алдына қосымша жылытқыш орнату керек. Сүзгінің сыртқы қабаты әдетте оқшауланған, қыздырылатын элементтер тот баспайтын болаттан жасалған. Түтін газының тым жоғары ағыны тазалау тиімділігін төмендетеді. Тазартылған ауа қысымының жоғарылауы қап сүзгілерінің қызмет ету мерзімін қысқартады. Ұсынылатын ағын жылдамдығы 0,9 – 1,2 м/мин. Сүзгіштер мен болат құрылғылардың сынып, істен шығуларын болғызбау үшін сүзгіде ламинарлық ағыстың

болуын қажетті бақылауды қамтамасыз ету керек. Бұл тәжірибелік жолмен жүзеге асырылады. Мәселе сүзгі материалдарының қандай түрін қолдану керек және сүзгіде түтін газының ағынын қалай тарату керек. Болат конструкциясының тот басудан қауіпті тұрғысынан шық нүктесінен жоғары температурада жұмыс істеуін қамтамасыз ету қажет. Кейбір жағдайларда, тот басуға байланысты үлкен мәселелер туындаса, сүзгілердің кейбір бөліктері тот баспайтын болаттан жасалады.

Экономика

Мата сүзгілерінің құны пештің қуатын және оның күнделікті өнімділігін арттыруға байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары. Түтін газының температурасы мен көлемі. Пайдалануға арналған ағымдағы шығындар. Энергия үнемдеу. Қондырғының сенімділігі.

5.2.9. Ылғалды тозаңды кетіру

Сипаты

Газдан сұйықтық арқылы ластағыш заттарды өзіне сіңіруге негізделген және шығарылатын газ бен технологиялық шығарылатын газ ағынынан газ тәрізді заттарды алып тастау.

Техникалық сипаттамасы

Тозаңнан арылтудың дымқылды тәсілін пайдаланған кезде тозаң түтін газының ағынынан скрубберде сұйықтықпен тығыз байланысқа түскенде жойылады, сұйықтық ретінде кәдімгі су қолданылады, тозаң бөлшектері сұйықтық арқылы ұсталынады және шайылып кетуі мүмкін. Тозаңдалған пеш газдары ауаға шығар алдында көп сатылы скруббер арқылы өтеді. Скрубберге су айдайды, ол бірнеше бөліктерде тозаңмен араласып, төмен қарай жылжиды, содан кейін тазарту қондырғысына жіберіледі. Скрубберде алынған шламды бейтараптандыруға арналған материал ретінде немесе сусыздандырудан кейін сатуға болады. Су әдетте қалпына келтіріледі.

Тозаңды жоюға мүмкіндік беретін скрубберлердің бірқатар түрлері бар. Әк күйдіретін пештерде пайдаланылатын негізгі түрлеріне ылғалды өңдеуге арналған көп сатылы скрубберлер, ылғалды өңдеуге арналған динамикалық скрубберлер және ылғалды өңдеуге арналған Вентури скрубберлері жатады. Әк күйдіру пештерінде пайдаланылатын скрубберлердің негізгі салмағы ылғалды тазарту үшін көп сатылы типті болып табылады. Тазартылған газдағы тозаңның мөлшерін төмендетуге қол жеткізу үшін скруббердің көлемі ұлғайтылуы тиіс, онда қосымша каскад секциялары орнатылуы тиіс немесе тасты жуу арқылы тозаң жүктемесін төмендету қажет. Саптамалар жүйесімен жабдықталған "Вентури" скрубберінде газ жылдамдығы құбыры арқылы өткенде ұлғайады, ондағы газ жылдамдығы 60 – 120 м/с жетеді. Құбырдың жоғары ағынымен берілетін су пневматикалық түрде ұсақ тамшыларға бөлініп, газбен қоян-қолтық араласады. Тозаңның бөлшектері тамшылармен ілесіп, ауырлайды және скруббермен байланысқан түсіру сепараторының (әдетте циклондық

типтегі) көмегімен оңай шығарылады. Жиналатын материал шлам болып табылады, сондықтан оны тасымалдау кезінде ұйымдастырылмаған тозаң шығарылмайды. Ылғалды тазартуға арналған скруббер тұрақты су беру кезінде тозған элементтерді ауыстыруды талап етпей тұрақты жұмыс істейді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Жаңа үлгідегі ылғалды тазарту скрубберлерін қолданғаннан кейін тозаң мөлшері 10 – 30 мг/Нм³ құрайды, бұл 0,008 – 0,024 кг/т гидратты әкке сәйкес келеді. Электростатикалық және мата сүзгілерімен салыстырғанда, ылғал скрубберлердің тазалау деңгейлері төмен.

Кросс-медиа әсерлер

Су шығыны артады.

Тазартылған газдарда ылғал көп болады, нәтижесінде пеш газдарында шлейф байқалуы мүмкін.

Ластанған судың қосымша мөлшері пайда болады.

Скруббер сұйықтығы мен ластанған суды тазарту, шламды тасымалдау, оны кәдеге жарату және сақтау қажеттілігін ескеру қажет.

Ластанған суды өңдеу үшін қосымша энергия шығыны қажет.

Шу болуы мүмкін.

Тазартылған газдағы тозаңның мөлшерін азайту үшін скруббердің өлшемдері ұлғайтылуы керек, оған қосымша каскадты бөлімдер орнатылуы керек немесе тасты жуу арқылы тозаң жүктемесін азайту керек.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ылғалды тазалау скрубберлері шығатын газдардың температурасы шық нүктесіне жақын немесе төмен болған жағдайларда қолданылады. Скрубберлер кейде жоғары температуралы газдарда да қолданылады, бұл жағдайда су газдарды салқындатады және олардың көлемін азайтады.

Экономика

Пайдалану шығындарын есепке алу кезінде скруббер сұйықтығына және ластанған суды тазарту процесіне арналған шығыстарды назарға алу керек.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.2.10. Ортадан тепкіш сепараторлар/циклондар

Сипаты

Конустық камерада орталықтан тепкіш күштерді қолдануға негізделген технологиялық шығатын газдан немесе пайдаланылған газ ағынынан тозаңды кетіруге арналған қондырғы.

Техникалық сипаттамасы

Ортадан тепкіш сепараторда / циклонда газ ағынынан шығарылатын тозаң бөлшектері орталықтан тепкіш күштің әсерінен сыртқы қабырғалардан шығарылады және құрылғының түбіндегі тесік арқылы шығарылады. Орталықтан тепкіш күштер газ ағынын цилиндрлік көлем (циклондық сепаратор) арқылы төмен түсетін спиральді қозғалысқа бағыттау немесе құрылғыда орнатылған доңғалақтың айналуы (механикалық орталықтан тепкіш сепаратор) нәтижесінде жасалады. Алайда көрсетілген тозаң жинайтын қондырғы әртүрлі мөлшердегі тозаң бөлшектерін алып тастаудың шектеулі тиімділігіне байланысты тек алдын ала тазарту кезеңіне жарамды. Олар тозаң жүктемесін азайту және абразивті әсерді азайту үшін электростатикалық сүзгілер мен мата сүзгілерінің алдына орнатылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң шығарындыларының азаюы

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Әдеттегі циклондар әк күйдіру пештерінен тозаңның 90 %-ға жуығын жояды. Алдын ала тазалау үшін қолданған кезде олар 150 мг/Нм^3 дейін тозаң шығарындыларын азайтуды қамтамасыз етеді.

Ортадан тепкіш сепараторлар, егер олар бітеліп қалмаса, ластағыш заттардың жоғары деңгейінде жақсы жұмыс істейді.

Кросс-медиа әсерлер

Ортадан тепкіш сепараторлар жұмыс кезінде шу тудыруы мүмкін

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Циклондар салыстырмалы түрде арзан және оңай жұмыс істейді және ұсақ бөлшектерді жояды. Егер бөлшектердің өлшемі тым кішкентай болса, орталықтан тепкіш сепараторларды/циклондарды пайдалану шектеледі. Сондықтан бұл қондырғы диірмендерден, пештерден және басқа қондырғылардан шығатын газдарды алдын ала тазалау үшін қолданылады. Циклондар электростатикалық тұндырғыштармен және мата сүзгілерімен салыстырғанда салыстырмалы түрде арзан.

Экономика

Деректер жоқ.

Өндірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары. Шикізат материалдарын үнемдеу.

5.2.11. Технологиялық процесті оңтайландыру

Сипаты

NO_x шығарындыларын азайту мақсатында өндірістік процестерді оңтайландыру үшін қолданылатын техникалық шешімдер.

Техникалық сипаттамасы

NO_x шығарындыларын азайту үшін қондырғының жұмысын теңестіру және оңтайландыру және/немесе отын мен шикізаттың орташа қуатын пайдалану сияқты технологиялық процесті оңтайландыруды қолдануға болады. Төменде NO_x шығарындыларына оң әсер етуі мүмкін оңтайландыру процесін бақылаудың арнайы параметрлері берілген:

қыздыру жылдамдығы;
күйдіру температурасының деңгейі;
артық ауа;
екінші ауа температурасы;
ауа үрлеу қысымы;
көмір дисперсиясы;
отындағы ұшқыш заттардың құрамы;
алаудың орны, ұзындығы және температурасы.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Шығарындылар мен энергия шығынын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Технологиялық процесті оңтайландыру және процесті бақылау әк өндірісіне енгізілуі мүмкін, бірақ іс жүзінде әк өнеркәсібіндегі күйдіру процесінің қыздыру қисықтары тек өнім сапасы мен энергияны тұтынуға сәйкес оңтайландырылғанын атап өткен жөн. Егер соңғы өнімнің техникалық сипаттамалары мүмкіндік берсе, жылу қисықтары өзгеруі мүмкін, бірақ шығарындыларды ескере отырып, жылу қисықтары өзгерген кезде қосымша шығындар ескерілуі керек.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.2.12. Ауаны сатылап беру

Сипаты

Күйдіру процесінде айналмалы пештерде ауаны сатылап беру жолымен NO_x шығарындыларын азайту.

Техникалық сипаттамасы

Ауаны сатылап беруді айналмалы пештерде қолдануға болады. Қалпына келтіру аймағы реакцияның алғашқы аймақтарына оттегінің азаюымен жасалады. Бұл аймақтағы жоғары температура реакцияны ішінара қолдайды, оның барысында

қарапайым азот үшін NO_x регенерациясы жүреді. Кейінгі жану аймақтарында пайда болған газдарды тотықтыру үшін ауа мен оттегінің ағымы артады. CO және NO_x түзілуін болғызбау немесе олардың концентрациясын ең төменгі деңгейде ұстап тұру үшін газ-ауа қоспасының тиімді араластырылуын қамтамасыз ету қажет.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Деректер жоқ.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Деректер жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Қосымша ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Айналмалы пештер үшін қолайлы, онда қатты күйдірілген әк алынады. Шахта пештеріне ауаны сатылап беру мүмкін емес.

Экономика

Қолжетімді ақпарат жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.2.13. Азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтары

Сипаты

Техникалық шешім жалынның ең жоғары температурасын төмендету қағидатына негізделген. Ауа мен отынды араластыру оттегінің қол жетімділігін төмендетеді және нәтижесінде жалынның ең жоғары температурасын төмендетеді, осылайша жанармай құрамындағы азоттың азот оксидіне айналу процесін және отынның жоғары жану тиімділігін сақтай отырып, термиялық азот оксидінің түзілуін баяулатады.

Техникалық сипаттамасы

Азот оксидінің шығарындылары негізінен күйдірілетін әктің қасиеттеріне, пештің құрылымына және температурасы $1300\text{ }^\circ\text{C}$ жоғары көтерілуіне байланысты. Азот оксидінің шығарындыларын барынша азайту үшін азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтарын пайдалану керек. Бұл оттықтарда жалын температурасы төмендейді және осыған байланысты термиялық азот оксидінің шығуы ішінара отынның құрамындағы азот қосылыстары есебінен де азаяды. NO_x шығарындыларын азайтуға жалын температурасын немесе пульсті оттықтарды азайту үшін ауаны жуу арқылы қол жеткізіледі. Оттық арқылы пешке түсетін жану ауасы (бастапқы ауа деп аталатын) екі ағынға бөлінеді – "айналмалы" және "осьтік". Осьтік ауа ағыны оттық осіне дерлік параллель қозғалады, ал айналмалы ауа ағыны осьтік және тангенциалды құрамдас бөліктерге ие. Жалынның пішінін беру және оның тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін осьтік және құйынды ағындар қажет.

Азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтарының құрылымын бастапқы ауаның мөлшерін азайтуға лайықтап жасайды, ал бұл өз кезегінде азот оксидтерінің шығарындыларын төмендетуге септігін тигізеді, кәдімгі көп арналы оттықтар жалпы жану ауасының тек бастапқы 10 – 18 пайызымен жұмыс істейтіндігімен сипатталады. Бастапқы ауа құрамының жоғары болуы ыстық екіншілік ауа мен отынның ерте араласуына байланысты жалынның ұзындығының қысқаруына және қарқындылығының жоғарылауына әкеледі. Осының нәтижесінде жоғары температуралық жалынның бойында азот оксидінің көп мөлшері түзіледі, оны азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтарын пайдалану арқылы болғызбауға болады. Жанғыш қалдықтардың әртүрлі түрлерін пайдаланған кезде оттық құрылымын жағылатын отын түріне жақсы сәйкестендіру өте маңызды, бұл әсіресе отынды ауыстыру және сұйық жанғыш қалдықтарды пайдалану кезінде маңызды.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Азот оксидтерінің шығарындыларының төмендеуі

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Оттықтары сағатына 30-150 кг отын беру жылдамдығымен қамтамасыз ететін және қысымы 6 бар ауамен атомдалған сақиналы білік пештері қолданылды. Жану ауасының жылдамдығын арттырудан басқа, жалынның пішіні оңтайландырылған.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтары айналмалы пештерде және арнайы жағдайлар (бастапқы ауаның жоғары үлесі) сақиналы білік пештеріне бейімделуі мүмкін. Азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтарын цемент пештерінен әк күйдіру пештеріне оңай ауыстыра салу мүмкін емес, себебі цемент пештерінде жалын температурасы жоғары, сондықтан азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтарын пайдалану термиялық азот оксидінің бастапқы жоғарғы деңгейін төмендету үшін ұсынылған болатын. Әк күйдіру пештерінің көпшілігінде азот оксидінің технологиялық көрсеткіштерінің деңгейі төмен, ал термиялық азот оксидінің мәні өзекті емес.

Оттықтың құрылымын отын түріне сәйкестендірген жөн. Дәстүрлі отындар мен жанғыш қалдықтар параллель ағынды регенеративті пештерде жалынсыз жанатындықтан, мұндай пештерде азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтары қолданылмайды.

Экономика

Азот оксидтерінің төменгі құрамды оттықтарын орнату құны кәдімгі оттықтар құнының шамасында.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.2.14 Азот оксидтерін селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)

Сипаты

Азот оксидінің селективті бейкаталитикалық тотықсыздануы (SNCR) тәсілі азот оксиді шығарындыларын азайту үшін қолданылады.

Техникалық сипаттамасы

Азот оксидтері (NO және NO_2) селективті бейкаталитикалық тотықсыздануы үрдісі кезінде пеш аймағына реагенттер ретінде аммиак пен несепнәрді қосқан кезде түтін газдарынан шығарылып, азот пен суға айналады. Өзара әрекеттесу 850 градустан 1020°C -қа дейінгі температурада жүреді, ең қолайлы температура $900 - 920^\circ\text{C}$ аралығы.

Реакцияның жақсы жүруі үшін реагент пен түтін газдарының мұқият араласуын, реагенттің оңтайлы бұрку температурасын және реакциялық қоспаның оңтайлы температураларда қажетті тұру уақытын қамтамасыз ету қажет. Әк өндіру процесінде аталған шарттарды қамтамасыз ету оңай емес болғандықтан, кепілдендірілген тотықсыздану реакциясын қамтамасыз ету үшін реагенттің артық мөлшерін енгізу қажет.

Дегенмен, аммиак пен азот оксидінің тым жоғары қатынасы (NH_3/NO_x) "аммиак сырғымасы" деп аталатын қажетсіз аммиак шығарындыларын тудыруы мүмкін. Әк күйдіру пештерінің түтін газдары әдетте қолданылмайтындықтан, мысалы, материалдары кептіру үшін, аммиак ағынын сіңіру немесе адсорбциялау мүмкін емес. Осы себепті аммиактың өтіп кетуі басқа процестерге қарағанда әк күйдіру пештерінде әлдеқайда оңай болуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Аммиак пен азот оксидтерінің жоғары қатынасы (NH_3/NO_x) аммиак шығарындыларын тудыруы мүмкін (аммиак сырғыуы). Әк күйдіру пешінің бұрку аймағының көлеміне байланысты шығарындыларды азайтудың мақсатты деңгейіне жету үшін тотықсыздандырғыштың ұлғайтылған мөлшерін пайдалану қажет.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Деректер жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ұзын айналмалы пештерде SNCR үрдісін пайдалану іс жүзінде мүмкін емес, өйткені оңтайлы температуралық терезе аймағы пештің айналмалы бөлігінде орналасады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.2.15. SO_2 шығарындыларын азайту

Сипаты

Ұйымдастырушылық-техникалық шараларды қолдану арқылы пешті күйдіру процесінде шығарылатын газдардан SO_2 шығарындыларын азайту, сондай-ақ шығарылатын газдарды тазарту әдістерін қолдану.

Техникалық сипаттамасы

SO_2 шығарындылары негізінен айналмалы пештерде болады, отынның құрамындағы күкірттің мөлшерінде, пештердің құрылымы және өндірілетін әк құрамындағы күкірттің рұқсат етілген мөлшеріне байланысты. Сондықтан күкірт мөлшері аз отынды тандау SO_2 шығарындыларын шектеуі мүмкін, сол себепті күкірт мөлшері жоғары отынды қолдана отырып әк өндіруге болады.

SO_2 шығарындыларын азайту үшін саптама қабаты бар каскадты абсорберлер қолданады және модульдік абсорберлер жүйелерінде түтін газдарын құрғақ тазарту үшін қолданылатын абсорбенттер және сүзгі - электрсүзгілер немесе мата сүзгілері. SO_2 шығарындыларын азайту үшін абсорбенттерді қолдану басқа салаларда жақсы игерілген, бірақ қазіргі уақытта дейін айналмалы әктас күйдіру пештерінде игерілмеген. Айналмалы пештерде қолдану үшін келесі техникалық шешімдерді қарастыруға болады:

ұсақ әктастарды пайдалану: доломитпен қоректенетін диаметрі бірдей айналмалы пешті пайдаланған кезде және әктас ұсақтарының құрамы жоғары немесе қыздырған кезде бұзылуға бейім әктастарды қолданғанда күкірт оксиді шығарындыларының айтарлықтай төмендеуі байқалды. Ұсақ дисперсті әктастарды күйдіру кезінде өндірілген әк түтін газдарымен әрекеттеседі және әрі қарай тозаң жинағышқа түсіп жойылады;

әкті жану ауасы аймағына қарай үрлеу: EP 0 734 755 A патенттелген техникалық шешімінде пештің ыстық жағынан ауаға сөндірілмеген немесе сөндірілген әк беру арқылы айналмалы пештен SO_2 шығарындыларын азайтуды сипаттайды;

абсорбентті шығарылатын газдарға үрлеу.

Осылайша, газ шығарындылары құрамындағы SO_2 концентрациясын төмендету үшін төмендегі көрсетілген шаралар қолданылады:

газ ағынына гидратталған әктің абсорбентін немесе натрий бикарбонатын үрлеу;

SO_2 тиімді сіңіру үшін абсорберді беру нүктесі мен тозаңды жинау құрылғысы (мүмкіндігінше мата сүзгісі) арасында газдың жеткілікті тұру уақыты қамтамасыз етіледі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Деректер жоқ.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Көптеген әк күйдіретін пештердің (материалдың параллель ағынымен регенеративті пештер, шахталық сақиналы пеш, шахталық қайта құйылатын пеш, басқа құрылымдағы пештер және артқы жағында жылу алмастырғышпен жабдықталған айналмалы пеш) әктің күкіртті қосып алатын табиғи қабілетінің арқасында күкірт оксидінің шығарындылары 50 мг/Нм^3 аспайтын болады.

Кросс-медиа әсерлер

Абсорбенттерге арналған қосымша шығындар.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Шығарындыларды азайту үшін абсорбентті енгізу технологиясын негізінен әк өнеркәсібінде қолдануға болады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

5.2.16. CO шығарындыларын азайту және оның өтіп кетуі

Сипаты

Құрамында органикалық заттары аз шикізат материалдарын және көміртекті отындарды аз отынды пайдалана отырып CO шығарындыларын азайту, сонымен қатар жану үрдісін, отының сапасын және пешке отынды беру жүйелерін реттеу арқылы CO₂ өтіп кетуін жоққа шығару.

Техникалық сипаттамасы

Мүмкіндігінше құрамында органикалық заттары аз шикізат материалдарын таңдау CO шығарындыларын төмендетуі мүмкін. Дегенмен, шикізат материалдарын таңдау пештің түріне және/немесе өндірілетін (мысалы, гидратталған) әктің түріне байланысты болады.

CO шығарындыларын реттеу.

Түтін газдарының құрамында CO деңгейі жоғарылаған кезде қауіпсіздік мақсатында электр сүзгілерін өшіру керек.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

CO шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

CO шығарындыларының болуы электр сүзгілерінде өрт тудыруы мүмкін.

Кросс-медиа әсерлер

CO жылыстауына байланысты тозаң шығарындылары пайда болуы мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

CO шығарындыларын реттеуді басқару жалпы айналмалы пештерге қолданылады.

Экономика

Деректер жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Заңнама талаптары.

6. Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша тұжырымдарды қамтитын қорытынды

6.1. ЕҚТ бойынша жалпы қорытындылар

Осы бөлімде санамаланған және сипатталған техникалар нормативтік сипатта емес және толық болып табылмайды. ЕҚТ бойынша қорытындыда сипатталған бір немесе бірнеше ЕҚТ-ны қолдана отырып, объектіні пайдаланудың қалыпты жағдайларында ЕҚТ қолдануға байланысты эмиссиялар деңгейлеріне және технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізуді қамтамасыз ететін басқа да техникалар пайдаланылуы мүмкін.

6.1.1 – 6.1.2-тарауларында қамтылған арнайы ЕҚТ технологиялары осы тарауда көрсетілген жалпы ЕҚТ-ға қосымша ретінде қолданылады.

6.1.1. Экологиялық менеджмент жүйесі

ЕҚТ 1. Экологиялық менеджмент жүйесін енгізу

Бағалау өлшемшарттары: цемент өндіру бойынша іс-шаралар.

Сипаты: цемент және әк өндіретін зауыттардың немесе қондырғылардың жалпы экологиялық көрсеткіштерін жақсарту үшін ЕҚТ өндірісі төменде көрсетілген барлық сипаттамаларды қамтитын экологиялық менеджмент жүйесін (ЭМЖ) қолдануы және ұстануы керек:

- 1) жоғары басшылықтың жауапкершілігі мен міндеттемелері;
- 2) жоғары басшылықтың қондырғыларды үздіксіз жақсарту (экологиялық нәтиже) талаптарын қамтитын экологиялық саясатты қабылдауы;
- 3) қаржы жоспарлары мен инвестицияларды ескере отырып, қажетті шараларды, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және енгізу;
- 4) төменде көрсетілген тармақтар сияқты позицияларға ерекше назар аудара отырып рәсімдерді енгізу:
 - жауапкершіліктің құрылымы және бөлінуі;
 - оқыту, хабардарлық және құзыреттілік (қызметкерлер);
 - коммуникациялар;
 - ЭМЖ дамыту процесіне барлық қызметкерлерді жұмылдыру;
 - құжаттама;
 - технологиялық үрдістерді тиімді бақылау;
 - техникалық қызмет көрсету бағдарламасы;
 - штаттан тыс жағдайлар мен аварияларға әзірлік;
 - табиғат қорғау заңнамасының талаптарын міндетті түрде сақтау кепілдіктері;
- 5) тексеру және түзету әрекеттері, осындай тармақтарға ерекше назар аудару:
 - мониторинг және өлшеу (мониторингтің жалпы қағидаттары жөніндегі анықтамалық нұсқаулықты да қараңыз);

түзету және алдын алу әрекеттері;

жазбаларды жүргізу;

тәуелсіз (жүзеге асырылатын жерде) Ішкі аудит ЭМЖ бастапқыда енгізілген қағидаттарға сәйкес келетіндігін, оның тиісті түрде енгізілгенін және жұмыс істейтінін анықтау үшін;

6) жоғары басшылықтың ЭМЖ-нің жарамдылығы, дұрыстығы және нәтижелігі тұрғысынан тұрақты талдау жасап және қайта қарауы;

7) неғұрлым таза технологияларды дамыту;

8) өзінің өмірлік циклін аяқтайтын өндірістерді пайдаланудан шығару рәсімі бойынша ұсынымдар әзірлеу;

9) тұрақты негізде салыстырмалы талдау.

Қолданылуы: ЭМЖ аймағы (мысалы, егжей-тегжейлі деңгей) және сипаты (мысалы, стандартталған немесе стандартталмаған), әдетте, өндірістің сипатына, масштабына және күрделілігіне, сондай-ақ экологиялық әсердің мүмкін болатын ауқымына байланысты.

6.1.2. Шу

ЕҚТ 2. Шу көздерін азайту

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Сипаты: цемент және әк өндірісінде пайда болатын шуды азайту немесе барынша төмендету үшін ЕҚТ мынадай әдістердің комбинациясын қолдануды көздейді:

Р/с №	Техника
1	2
1	Шулы операциялар үшін қолайлы орынды таңдау
2	Шулы операцияларды/агрегаттарды қоршау
3	Өндірістерді/агрегаттарды дірілден оқшаулау
4	Дыбыс өткізбейтін материалдар негізінде ішкі және сыртқы оқшаулауды пайдалану
5	Материалдарды өңдеуге арналған жабдықты қоса алғанда, кез келген шу шығаратын операцияларды жабуға арналған ғимараттарды дыбыс оқшаулау
6	Дыбыс өткізбейтін қабырғаларды және/ немесе табиғи кедергілерді орнату
7	Шығару құбырларында сөндіргіштерді қолдану
8	Дыбыстан оқшауланған ғимараттардағы арналар мен желдеткіштерді дыбыстан оқшаулау
9	Цехтар мен үй-жайларда есіктер мен терезелерді жабу
10	Машина бөлмелерінде дыбыс оқшаулағыштарды пайдалану

11	Қабырға саңылауларында дыбыс оқшаулағыш пайдалану, мысалы, таспалы конвейерді енгізу орнында шлюзді орнату
12	Ауа шығатын жерлерде, дыбыс жұтқыштарды пайдалану, мысалы, газ тазартудан кейін
13	Арналардағы ағындардың жылдамдығын төмендету
14	Дыбыс өткізбейтін арналарды пайдалану
15	Шу шығаратын көздерді және ықтимал резонанстық компоненттерді бөлу, мысалы, компрессорлар мен арналарды
16	Түтін сорғыштар мен сүзгілердің газ үрлегіштері үшін сөндіргіштерді пайдалану
17	Техникалық құрылғыларда (мысалы, компрессорларда) дыбыс өткізбейтін модульдерді пайдалану
18	Үгіту кезінде резеңке қалқандарды пайдалану (металдың металмен жанасуын болғызбау үшін)
19	Қорғаныс жолағы мен шулы өндіріс арасында ғимараттарды тұрғызу немесе ағаштар мен бұталарды отырғызу

6.2. Цемент өнеркәсібіне арналған ЕҚТ бойынша қорытындылар

Егер басқаша белгіленбеген болса, осы бөлімде ұсынылған ЕҚТ бойынша қорытындылар цемент өндіретін барлық қондырғыларға қолданылуы мүмкін.

6.2.1. Жалпы негізгі техникалар

ЕҚТ 3. Өндіріс процестерін оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: пештің шығарындыларын азайту және энергия тиімділігін арттыру үшін ЕҚТ белгіленген параметрлерді мүмкіндігінше сақтай отырып, біркелкі және тұрақты күйдіру режиміне қол жеткізуге бағытталуы керек. Ол үшін келесі әдістерді қолдану ұсынылады:

Р/с №	Техника
1	2
1	Компьютерлік автоматтандырылған бақылауды қоса алғанда, өндірістік процесті басқаруды оңтайландыру.
2	Қатты отынмен қамтамасыз етудің заманауи таразы жүйесін пайдалану.

ЕҚТ 4. Пайдаланылатын шикізатты бақылау

Бағалау өлшемшарттары: пешке беру үшін пайдаланылатын шикізатты таңдаудың өндірістік процесін басқару және бақылау.

Сипаты: шығарындыларды болғызбау және/немесе азайту үшін, ЕҚТ күйдіру пешіне түсетін барлық компоненттерді мұқият таңдауға және бақылауға назар аударуы керек.

Пешке түсетін барлық компоненттерді мұқият іріктеу және оларға бақылау жасау шығарындылардың көлемін төмендетуі мүмкін. Іріктеу процесінде барлық компоненттердің химиялық құрамы және олардың пешке түсу тәсілі сияқты факторларды назарға салу керек. Бұл компоненттерге хлор, металдар, күкірт, шикізат материалдарындағы ұшпа органикалық қосылыстар, сондай-ақ ЕҚТ 11 және ЕҚТ 24 көрсетілген рәсімдер мен әдістер кіруі тиіс.

6.2.2. Мониторинг

ЕҚТ 5. Технологиялық процестерге және қоршаған ортаға түсетін шығарындыларға мониторинг жүргізу және өлшеу.

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

ЕҚТ-ға сәйкес тұрақты мониторинг және параметрлер мен шығарындыларды өлшеу жүзеге асырылуы тиіс, бұдан басқа, ҚР стандарттарына сәйкес шығарындылар мониторингін жүргізу қажет, егер ҚР стандарттары қолжетімсіз болса, онда ISO стандарттарын, деректердің ғылыми негізделген өлшемшарттарға сәйкестігіне кепілдік бере алатын ұлттық немесе өзге де халықаралық стандарттарды, оның ішінде мынадай стандарттарды ұстану керек:

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Процестің тұрақтылығын көрсететін процесс параметрлерін үздіксіз өлшеу – температура, O_2 құрамы, ылғалдылық және газ қысымы, вакуум және ағын жылдамдығы	Жалпы қолданыста
2	Процестің маңызды параметрлерін бақылау және тұрақтандыру: араластырылатын шикізаттың біртектілігі, отын беру, тұрақты мөлшерлеу, артық ауа деңгейі	Жалпы қолданыста
3	Селективті бейкаталитикалық тотықсыздандыру әдісі (SNCR) қолданылған кезде NH_3 шығарындыларын үздіксіз өлшеу. Кері жағдайда мерзімді (жылына бір рет) мониторинг жүргізу қажет.	Күйдіру процестері үшін қолданылады
4	Үздіксіз (жалпы шығарындылары жылына 500 тонна және одан да көп т құрайтын I санаттағы объектілер, стационарлық көздер үшін) тозан, NO_x , SO_2 және CO шығарындыларын өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
	ПХДД және ПХДФ шығарындыларын полихлорланған (

5	дибензодиоксиндер мен дибензофурандар) және металдарды мерзімді өлшеу*	Күйдіру процестері үшін қолданылады
6	НС1, HF және ООУ/ЛОС шығарындыларын мерзімді өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
7	Үздіксіз (жалпы шығарындылары 500 тоннадан және одан да көп т/жыл құрайтын I санаттағы объектілер, стационарлық көздер үшін) немесе тозаң шығарындыларын мерзімді өлшеу	Пеште күйдіру процесі және басқа операциялар үшін қолданылады**

* ластағыш заттардың шығарындылары мен тасымалдарының тіркеліміне арналған ақпаратты қамтамасыз ету мақсатында, атап айтқанда ауыр металдар мен тұрақты органикалық ластағыш заттар үшін (Экология кодексінің 22-бабы [1]), сондай-ақ Экология кодексінің 402-бабының 3-тармағын [1] сақтау үшін, оған сәйкес "бөлінетін газдарды кешенді тазартпай, жойылуы қиын органикалық ластағыштарды және құрамында хлор бар қалдықтарды жою үшін технологияларды пайдалануға тыйым салынады. Бөлінетін газдарды кешенді тазарту тазартылған бөлінетін газдардағы диоксиндер мен фурандардың бір текше метрге 0,1 нанограммнан аспайтын концентрацияда болуын қамтамасыз етуі тиіс";

** тозаң түзетін процестердің шағын көздері (<10 000 Нм³/сағ) үшін салқындату мен ұсақтаудың негізгі процестерінен басқа, өлшеу жиілігі немесе техникалық сипаттамаларын тексеру технологиялық регламенттің талаптарына негізделуі тиіс.

Сипаты: қалыпты пайдалану режимінде тозаң, NO_x, SO_x және СО шығарындыларын бақылау үшін үздіксіз "online режимдегі" (жалпы шығарындылары жылына 500 тонна және одан көп тоннаны құрайтын I санаттағы объектілер, стационарлық көздер үшін) тозаң, NO_x, SO₂ және СО шығарындыларын өлшеу ұсынылады.

ПХДД және ПХДФ, ООУ, НС1, HF шығарындыларын және металдарды бақылау үшін мерзімділік өндірістік процесте пайдаланылатын шикізат материалдары мен отынды ескере отырып айқындалады. Өлшеудің ұсынылатын мерзімділігі-жылына 1 рет.

ЕҚТ 5-те (4) айтылған тұрақты немесе мерзімді өлшеулер арасындағы таңдау жылына шығарылатын ластағыш заттардың болжамды мөлшеріне байланысты.

6.2.3. Энергияны тұтыну және техниканы таңдау

6.2.3.1. Техниканы таңдау

ЕҚТ 6. Көп сатылы жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар пештерді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: технологиялық шешімдер.

Сипаты: энергия тұтынуды азайту үшін, ЕҚТ көп сатылы жылу алмастырғыш және декарбонизатор бар құрғақ тәсілмен жұмыс істейтін пешті пайдалануды көздейді.

Бұл ретте пайдаланылған газдар мен салқындату аймағынан шығатын газдардың жылуы күйдіру үшін пешке беру алдында шикізатты жылыту және алдын ала күйдіру үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл энергияны едәуір үнемдеуді қамтамасыз етеді.

Қолданылуы: құрамында ылғалы бар шикізатты пайдаланатын жаңа зауыттар мен қайта құрылатын кәсіпорындарда қолданылады.

Экологиялық тиімділік: ЕҚТ-ге сәйкес энергия тұтыну деңгейлері – 6.1-кестені қараңыз.

6.1-кесте. ЕҚТ сәйкес көп сатылы жылу алмастырғышы және декарбонизаторы бар, құрғақ тәсілмен жұмыс істейтін пештерді пайдаланатын жаңа және қайта жаңартылатын зауыттар үшін энергия тұтыну деңгейлері

Р/с №	Процесс	Өлш. бірл.	ЕҚТ сәйкес энергия тұтыну деңгейлері*
1	2	3	4
1	Көп сатылы жылу алмастырғышпен және декарбонизатормен жүретін құрғақ әдіс	МДж/т клинкер	2900 - 3300**

* бұл мәндер арнайы цемент немесе ақ цемент клинкер шығаратын зауыттарда қолданылмайды, мұнда өнімнің техникалық сипаттамаларына байланысты айтарлықтай жоғары температура қажет;

**

1) қалыпты (пешті іске қосу мен тоқтатуды қоспағанда) және оңтайлы технологиялық жағдайларда жүргізіледі;

2) өндірістік қуат энергияны тұтынуға әсер етеді, үлкен қуат энергияны үнемдеуді қамтамасыз етеді, ал аз қуатты өндіріс көп энергия жұмсайды. Энергияны тұтыну циклон жылу алмастырғышының сатыларының санына да байланысты, сатылардың көп болуы күйдіру процесінің энергияны аз тұтынуын білдіреді. Циклондық жылу алмастырғыштың сатыларының саны шикізаттың ылғалдылық деңгейімен анықталады;

3) КТА есебіне сәйкес "9" компанияның құрғақ процесс пеші (2018 жылы пайдалануға берілген) клинкердің 3250 МДж/т жылу тұтынудың орташа деңгейіне жетті (2018 және 2019).

6.2.3.2. Жылу энергиясы

ЕҚТ 7. Энергия тұтыну бөлігінде процестерді оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: технологиялық шешімдер.

ЕҚТ сәйкес жылу энергиясын тұтынуды азайту немесе барынша төмендету үшін келесі әдістерді жеке немесе бірге қолдану керек:

Р/с №	Техника	Қолданылуы

1	2	3
1	<p>Жақсартылған және оңтайландырылған күйдіру жүйелерін және белгіленген параметрлерге сәйкес пешті бірқалыпты, тұрақты пайдалану процесін қолдану, соның ішінде:</p> <p>1 технологиялық процесті басқаруды оңтайландыру, соның ішінде компьютерлік жүйелер-автоматты бақылау;</p> <p>2 қатты отын берудің заманауи таразы жүйелері;</p> <p>3 жылу алмастырғыш пен декорбанизаторды қолданыстағы пештің конфигурациясы мүмкіндік беретін дәрежеде кеңейту</p>	<p>Қолданыстағы пештер үшін жылыту және алдын-ала күйдіруді қолдану пеш жүйесінің конфигурациясына байланысты</p>
2	<p>Пештерден, әсіресе салқындату аймағынан артық жылуды қайта пайдалану. Атап айтқанда, шикізатты кептіру үшін салқындату аймағынан (ыстық ауа) немесе жылу алмастырғыштан артық жылу қолдануға болады</p>	<p>Цемент өндірісінде жалпыға бірдей қолданылады. Салқындату аймағынан артық жылуды қайта қолдану торлы тоңазытқыштарды қолданған жағдайда қолданылады. Барабан тоңазытқыштарын пайдалану кезінде қалпына келтірудің тиімділігі шектеулі.</p>
3	<p>Жылу алмастырғыш циклондарының тиісті санын қолдану шикізат материалдары мен пайдаланылатын отынның сипаттамалары мен қасиеттеріне байланысты.</p>	<p>Жылу алмастырғыш циклондар жаңа зауыттарда және ірі модернизацияланған кәсіпорындарда қолданылады.</p>
4	<p>Энергияны тұтынуды азайту үшін оң әсер ететін сипаттамалары бар отынды пайдалану.</p>	<p>Техникалық шешім цемент пештері үшін отын болған жағдайда және пешке отын берудің техникалық мүмкіндіктері болған жағдайда қолданыстағы пештер үшін қолданылады</p>
5	<p>Кәдімгі отынды қалдықтардан жасалған отынға ауыстыру кезінде қалдықтарды жағуға арналған цемент пештерінің оңтайландырылған және арнайы жүйелері қолданылады-</p>	<p>Цемент пештерінің барлық түрлері үшін жалпыға бірдей қолданылады.-</p>
6	<p>Параллель ағындарды барынша төмендету</p>	<p>Цемент өнеркәсібі үшін жалпы қолданылады.</p>

Сипаты: қазіргі заманғы күйдіру пештерінде энергияны тұтынуға бірнеше факторлар әсер етеді: шикізат сипаттамалары (мысалы, ылғалдылық, жану), әртүрлі

сипаттамалары бар отынды пайдалану, сондай-ақ пеш газдарының айналма жүйесін (айналма газ) пайдалану. Сонымен қатар энергияны тұтыну пештің өндірістік қуатына байланысты.

3-техника: циклондық жылу алмастырғыштың сатыларының саны түтін газдарының қалған жылуымен кептірілетін шикізат пен отынның өткізу қабілеті мен ылғалдылығымен анықталады, өйткені жергілікті шикізат ылғалдылығы мен жанғыштығы жағынан әртүрлі.

4-техника: цемент өндіру үшін дәстүрлі отынды да, баламалы отынды да (қалдықтарды) пайдалануға болады.

Пайдаланылатын отынның техникалық сипаттамалары, мысалы, сәйкес калориялық құндылығы және төмен ылғалдылығы пештің меншікті энергия тұтынуына оң әсер етеді.

5-техника: ыстық шикізат материалдарын және ыстық газдарды жою пештен шығарылатын газдың пайыздық пунктіне шамамен 6 – 12 МДж/т клинкердің меншікті энергия шығынының ұлғаюына әкеледі. Сондықтан түтін газын айналып өтуді пайдалануды азайту энергияны тұтынуды азайтуға оң әсер етеді.

Қолданылуы: 3 және 4-техника ҚР рұқсат беру құжаттамасы болған кезде пайдаланылуы мүмкін.

ЕҚТ 8. Цемент және цемент өнімдеріндегі клинкер мөлшерін азайту

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау, цемент өндіруге арналған толтырғыштар мен қоспаларды таңдау.

Сипаттамасы: Цемент және цемент өнімдерінде клинкер құрамын төмендету үшін цемент өндіру стандарттарына сәйкес ұнтақтау сатысында домна пеші, әктас, күл-қоқыс және пуццоландық қоспалар сияқты толтырғыштар және/немесе қоспалар арқылы қол жеткізуге болады.

Қолдануы: Цемент өндірісінде толтырғыштар және/немесе қоспалар болған жағдайда (өндіріс орнында) және жергілікті нарықтың ерекшелігі болған жағдайда жалпы қолданылады.

Экологиялық әсер: цемент өндіру барысында бастапқы отынды тұтынудың төмендеуі салдарынан парниктік газдар шығарындыларын (СО₂) төмендету.

ЕҚТ 9. Энергия тұтынуды оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: электр қуатын тұтынуды азайту/азайту үшін, ЕҚТ-ға сәйкес келесі әдістердің біреуін немесе комбинациясын қолдану керек:

Р/с №	Техникалар
1	2
1	Энергия жүйелерінің жұмысын басқаруды пайдалану.

2	Жоғары энергия тиімділігі бар ұнтақтау қондырғыларын және басқа электр қондырғыларын пайдалану.
3	Жетілдірілген мониторинг жүйелерін пайдалану.
4	Жүйеге ауа сородың төмендеуі.
5	Процесті басқаруды оңтайландыру.

6.2.4. Қалдықтарды пайдалану

6.2.4.1. Қалдықтардың сапасын бақылау

ЕҚТ 10. Екінші реттік ресурстарды пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: интеграцияланған технологиялар.

Цемент пештерінде отын және/немесе шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтардың сапасына кепілдік беру және ЕҚТ сәйкес шығарындыларды азайту үшін келесі техникалық шешімдерді қолдану қажет:

Р/с №	Техникасы
1	2
1	<p>Қалдықтардың келесі сипаттамаларына кепілдік беру және цемент пешінде шикізат және/немесе отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың кез келген түрін талдау үшін сапаны бақылау жүйесін пайдалану:</p> <p>1. Сапаның тұрақты деңгейі;</p> <p>2. Физикалық өлшемшарттар, мысалы, шығарындылардың пайда болу қабілеті, өрескел бөлшектердің болуы, реактивтілік, жану, калория мөлшері;</p> <p>Химиялық өлшемшарттар, мысалы, шикізат, фосфаттар мен металдардағы хлор, күкірт, ООУ/ВОС мөлшері.</p>
2	<p>Цемент пешінің шикізат материалы және/немесе отыны ретінде пайдаланылатын қалдықтардың кез келген түрі үшін маңызды сандық параметрлерді бақылау: хлор, маңызды металдар (Cd, Hg және Tl.; As, Sb, Pb, Mn, Cr, Cu, Ni және V), күкірт, галогендер, ООУ/ҰОҚ.</p>
3	<p>Технологиялық процеске берілетін қалдықтардың әрбір түрі үшін сапаны бақылау жүйесін пайдалану.</p>

Сипаты: қалдықтардың әртүрлі түрлері цемент өндірісінде негізгі шикізатты және/немесе қазбалы отынды алмастыра алады, осылайша табиғи ресурстарды үнемдейді.

Қолданылуы: ҚР рұқсат беретін нормативтік құжаттамасы болған жағдайда цемент өндірісінде жалпылама қолдануға болады.

Экологиялық әсер: шығарындылардың ықтимал қаупін азайту.

6.2.4.2. Қалдықтарды күйдіру пешіне салу

ЕҚТ 11. Қалдықтарды отын ретінде пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: интеграцияланған технологиялар.

Сипаты: отын және/немесе шикізат ретінде пайдаланылатын қалдықтарды қажетті өндеуді қамтамасыз ету үшін ЕҚТ сәйкес келесі техникаларды қолдану қажет:

Р/с №	Атауы
1	2
1	Пештің құрылымы мен жұмысына байланысты материалдың белгілі бір температурасы мен осы аймақта болу уақытын қамтамасыз ету үшін пешке материалдарды тиеудің тиісті нүктелерін пайдалану.
2	Декарбонизация аймағына дейін ұшып кетуі мүмкін органикалық компоненттері бар қалдықтарды пеш жүйесінің жоғары температуралық аймақтарына беру.
3	Пештің жұмысын қалдықтарды жағудан шығатын газдар бақыланатын, гомогенделген түрде 850 °С температурада, тіпті неғұрлым қолайсыз жағдайларда да 2 сек кем болмайтындай етіп басқару.
4	Егер құрамында 1 %-дан астам галогені бар органикалық заттар, мысалы, хлор бар қауіпті қалдықтар бірге жағылса, температураны 1100 °С-қа дейін көтеру керек.
5	Қалдықтарды үздіксіз және тұрақты тиеу.
6	Жоғарыда (1) - (4) тармақтарда көрсетілгендей тиісті температураға жету мүмкін болмаған кезде пешті тұтату және салқындату (іске қосу және тоқтату) режимі кезінде қалдықтарды бірге жағуды тоқтата тұру немесе тоқтату.

Қолданылуы: ҚР рұқсат беретін нормативтік құжаттамасы болған жағдайда цемент өндірісінде жалпы қолдануға болады.

Экологиялық әсер: шығарындылардың ықтимал тәуекелін төмендету.

6.2.4.3. Қауіпті қалдықтарды пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шаралары

ЕҚТ 12. Қалдықтармен қауіпсіз жұмыс істеу

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық іс-шаралар.

Сипаты: ЕҚТ қауіпті қалдықтармен операциялар кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету шараларын көздеуі тиіс, мысалы, оларды қоймаларға қою және/немесе пешке беру кезінде қалдықтардың көзі мен түріне сәйкес тәуекел факторын есепке алу, таңбалау, сынамаларды алу және қайта өндеуге арналған қалдықтарды іріктеп бақылау.

Қолданылуы: ҚР рұқсат беретін нормативтік құжаттамасы болған жағдайда цемент өндірісінде жалпы қолдануға болады.

Экологиялық әсер: авариялық жағдайлардың туындау және эмиссиялардың мөлшерден тыс шығарылу қаупін азайту.

6.2.5. Тозаң шығарындылары

6.2.5.1. Тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары

ЕҚТ 13. Өндіріс процестерін оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: тозаңмен жұмыс жасау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту немесе алдын алу үшін ЕҚТ келесі әдістердің біреуін немесе бірнешеуін қолдануды қарастырады:

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Технологиялық қондырғының қарапайым және сызықтық орналасуын пайдалану	Тек жаңа зауыттарда қолданылады
2	Ұнтақтау, себу және араластыру сияқты тозаңды операцияларды окшаулау/тығыздау	
3	Егер тасымалдау кезінде шаң-тозаң материалдарынан ұйымдастырылмаған шығарындылар шығуы мүмкін жағдайда, өз конструкциясы бойынша жабық жүйелерге жататын конвейерлер мен жүк көтергіштердің жабылуын көздеу-	
4	Ауаны сору немесе материалдың төгілу деңгейін төмендету, қондырғыларды герметизациялау	
5	Автоматты құрылғылар мен басқару жүйелерін пайдалану	
6	Апатсыз пайдалануды қамтамасыз ету	
7	Сенімді және толық тазалау үшін жылжымалы және тұрақты тозаңтұтқыш құрылғыларды пайдалану - Техникалық қызмет көрсету кезінде немесе тасымалдауыштағы авариялық жағдай кезінде материалдың шашырауы орын алуы мүмкін. Бұл материалды тазалау кезінде тозаңның шығарылуын болғызбау үшін аспирациялық тозаңды тазарту жүйесін пайдалану керек. Жаңа корпусстар тұрақты вакуумдық тозаңды тазарту жүйелерімен жабдықталуы мүмкін, ал қолданыстағы қондырғыларда өндіріс жағдайларына бейімделудің қарапайымдылығына байланысты жылжымалы тозаңды тазарту жүйелерін қолданған дұрыс	Жалпыға бірдей

	- Ерекше жағдайларда жабық жүйе пневматикалық тасымалдау үшін ең жақсы шешім болып табылады.	
8	Желдету және тозаңды жинау қап сүзгілерін қолдану арқылы жүзеге асырылуы керек: Мүмкіндігінше материалдармен барлық операцияларды жабық жүйелерде вакуумдық орта арқылы жүргізу керек. Аспирациялық ауа атмосфераға шығарылар алдында қап сүзгісімен тозаңсыздандырылады	
9	Материалды ауыстырудың автоматты жүйесі бар жабық қоймаларды пайдалану Клинкер сүрлемі және толығымен жабық шикізат материалдарының автоматтандырылған қоймасы мәселенің ең жақсы шешімі Қоймалардың мұндай түрлері тиеу-түсіру операциялары кезінде тозаңды болдырмайтын бір немесе бірнеше қап сүзгілерімен жабдықталған;- Қоймалардың мұндай түрлері тиеу-түсіру операциялары кезінде тозаңдануға жол бермейтін бір немесе бірнеше қапшық сүзгілермен жабдықталған үлкен көлемді сақтау кезінде пайда болатын тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары. - Тиеу операциялары кезінде тозаңданған ауаның таралуын болдырмайтын тиеу деңгейінің индикаторларымен, ажыратқыштармен және сүзгілермен жабдықталған тиісті көлемдегі сүрлемді пайдалану керек	Жалпыға бірдей
10	Цементті цемент тасығышқа тиеу кезінде тозаңды ұстау жүйесімен жабдықталған иілгіш шлангілер мен түтіктерді пайдалану	

Қолданылуы: цемент өндірісінде кеңінен қолданылады.

Экологиялық әсер: ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту және/немесе алдын алу.

ЕҚТ 14. Сақтау бөлімдерінің өндірістік процестерін оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: сусымалы материалдарды сақтау аймағынан ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту/болғызбау үшін, ЕҚТ бір немесе бірнеше келесі техникаларды ұсынады:

Р/с №	Техника
1	2
1	Шикізат материалдары немесе отын ашық ауада орналастырылған бөлімдер, қатарлар және үйіп сақтау алаңдары әртүрлі калқалардың, жабындардың көмегімен жабылуы немесе жабылуы, тік жасыл өсімдіктерден (желден қорғау үшін жасанды немесе табиғи тосқауылдардан) тұратын қабырғалармен немесе қоршаулармен бөлінуі тиіс.
2	Ашық алаңдарда тозаңды материалдарды сақтаудан аулақ болу керек, бірақ егер бұл орын алса, дұрыс құрастырылған желге қарсы тосқауылдарды қолдана отырып, тозаңдануды азайтуға болады
3	Тозаң көзі локализацияланған жағдайда сумен суару қондырғылары қолданылады. Тозаң бөлшектерін ылғалдандыру олардың агломерациясын жеңілдетеді және осылайша тозаңның тұндыруын жақсартады. Су бүрку тиімділігін арттыруға көмектесетін көптеген агенттер бар.
4	Жол жабынын пайдалану, жолдарды жуу және тазалау: Жүк көліктері жүретін аумақта мүмкіндігінше жол жабыны болуы тиіс, оның беті мүмкіндігінше таза болуы тиіс. Жолдарды ылғалдандыру, әсіресе құрғақ ауа-райында, тозаң шығарындыларын азайтады. Оларды жол машиналарымен де сұртуға болады. Жолдарды жақсы тазарту және тазарту тозаңның минималды деңгейін қамтамасыз етеді.
5	Қатарларда сақталатын материалдарды ылғалдандыру: Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын түсіру және тиеу нүктелерін жеткілікті ылғалдандыру және биіктігі реттелетін таспалы конвейерді пайдалану арқылы азайтуға болады.
6	Егер сақталатын материалдарды түсіру және тиеу нүктелерінде ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын болғызбау мүмкін болмаса, онда оларды қатардың биіктігіне сәйкес түсіру деңгейін реттеу кезінде, егер бұл мүмкін болса, автоматты түрде немесе түсіру жылдамдығын төмендету жолымен азайтуға болады.

Қолданылуы: цемент өндірісінде жалпы қолданылады.

Экологиялық әсер: ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту және/немесе алдын алу.

6.2.5.2. Тозаң түзілетін үрдістер кезінде ұйымдастырылған шығарындылар

Бұл бөлімде пештерде күйдіруден, салқындаудан және ұнтақтаудың негізгі процестерінен басқа, тозаң пайда болу операциялары кезінде пайда болатын шығарындылар туралы айтылады. Бұған шикізатты ұнтақтау, тасымалдау және жеткізу, шикізатты, клинкер мен цементті сақтау, отынды сақтау және цементті жөнелту сияқты процестер кіреді.

ЕҚТ 15. Қапшық сүзгілерді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: "құбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: ұйымдастырылған тозаң шығарындыларын азайту үшін, ЕҚТ сәйкес, күйдіру пешін, салқындатудың және негізгі ұнтақтау процесін қоспағанда, тозаң операцияларына пайдаланылатын сүзгілер үшін тікелей әзірленген технологиялық регламентті пайдалану керек. Технологиялық регламенттің талаптары сүзгілерде шығарылатын газдарды құрғақ тазартуды қамтуы тиіс. Технологиялық регламенттің талаптары сүзгілердегі шығатын газдарды тазарту әдетте құрғақ әдістер арқылы жүзеге асырылуы тиіс.

Тозаң түзілетін операциялар үшін шығарылатын газдар әдетте қапшық сүзгі арқылы тазартылады.

Экологиялық әсер: Шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері ЕҚТ сәйкес.

Тозаң түзетін операциялардан (пешті күйдіру, салқындату және негізгі ұнтақтау процесін қоспағанда) ұйымдасқан тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-ға сәйкес келетін сынама алу кезеңіндегі технологиялық эмиссия мәндерінің орташа мәні (кемінде жарты сағатта нүктелік өлшеу) 30 мг/Нм^3 аз болуы керек. Кішігірім көздер үшін ($10\ 000 \text{ м}^3/\text{сағ-тан}$ аз) бірінші кезекте техникалық қызмет көрсету жағдайлары мен сүзгілерді тексеру жиілігін ескеру қажет екенін есепке алу (сонымен қатар ЕҚТ 5-ті қараңыз).

6.2.5.3. Күйдіру кезіндегі тозаң шығарындылары

ЕҚТ 16. Күйдіру кезінде сүзгілерді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: "құбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: күйдіру процесі кезінде түтін газдарымен бірге тозаң шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ түтін газдарын сүзгі арқылы құрғақ әдіспен тазартуды ұсынады.

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Электр сүзгілер	Барлық пеш жүйелеріне қолданылады
2	Қапшық сүзгі	
3	Гибридті сүзгілер	

Экологиялық әсер: ЕҚТ сәйкес шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері – 6.2-кестені қараңыз.

ЕО елдерінде пеште күйдіру процестерінде газ шығарындыларынан шығатын тозаң шығарындылары үшін шекті деңгейлерінің орташа тәуліктік мәні (BREF. 2013) < 10 –

20 мг/м³ құрайды. Қапшық сүзгілерді, жаңа немесе жетілдірілген электр сүзгілерді қолданған кезде шығарындылардың төменгі деңгейіне қол жеткізіледі.

6.2-кесте. Цемент өндіру кезінде ЕҚТ-ға сәйкес келетін пеш газдарынан шығатын тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіш деңгейлері

Р/с №	Технологиялық желінің түрі	Өлшем бірлігі	Тиісті ЕҚТ шығарындылардың орташа тәуліктік шамасы *
1	2	3	4
1	Жобаланатын технологиялық желілер үшін	мг/Нм ³	<20
2	Өндірістің құрғақ тәсілінің технологиялық желілері үшін: - қапшық сүзгіні немесе жаңа, жетілдірілген электрсүзгілерін пайдалану кезінде электрсүзгілерін пайдалану кезінде; - өндірістің дымқыл тәсілінің технологиялық желілері үшін		<20 <20
3	дымқылды өндіріс әдісінің технологиялық желілері үшін.		<20**

*

1) температура мен қысымның, құрғақ газдың және оттегінің 10 % стандартты жағдайларында өлшеулер (кезендік өлшеулер үшін) және орташа тәуліктік (үздіксіз өлшеулер үшін) жүргізу кезіндегі орташа арифметикалық ретінде);

2) өлшеулер өндірістік экологиялық бақылау кестесіне сәйкес нормативтік құжаттарда белгіленген нормалар негізінде жүзеге асырылады;

** егер бұл көрсеткішке қол жеткізу қиын болған жағдайда, әрбір жеке кәсіпорын уәкілетті органмен тозаңның осы деңгейіне қол жеткізе отырып, экологиялық тиімділікті арттыру бағдарламасын келіседі [1].

6.2.5.4. Салқындату және ұнтақтау процестеріндегі тозаң шығарындылары

ЕҚТ 17. Салқындату және ұнтақтау процестерінде сүзгілерді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: "құбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: салқындату және ұнтақтау процестерінде түтін газдарынан шығатын тозаң шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ түтін газдарын сүзгі арқылы құрғақ әдіспен тазалауды ұсынады

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3

1	Электрсүзгілер	Клинкер тоңазытқыштары мен цемент диірмендері үшін жиі қолданылады
2	Қапшық сүзгі	Клинкер тоңазытқыштары мен диірмендері үшін жиі қолданылады
3	Гибридті сүзгілер	Клинкер тоңазытқыштары мен цемент диірмендеріне қолданылады

Экологиялық әсер: Шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері ЕҚТ сәйкес.

Салқындату және ұнтақтау процестерінде түтін газдарымен бірге шыққан тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ орташа тәуліктік немесе сынама алу кезеңінің орташа мәні (кем дегенде жарты сағатты нүктелік өлшеу) 30 – 50 мг/Нм³ кем болуы керек. Қапшық сүзгілер, жаңа немесе жетілдірілген электрсүзгілері қолданған жағдайда мәндердің барынша төменгі деңгейіне қол жеткізіледі.

6.2.6. Газ тәрізді шығарындылар

6.2.6.1. NO_x шығарындылары

ЕҚТ 18. NO_x шығарындыларын азайту әдістері

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Сипаты: NO_x пештерден шығатын газдармен/жылу алмастырғыштармен/ декорбанизаторлармен бірге шығатын шығарындыларын төмендету үшін ЕҚТ мынадай техникалардың біреуін немесе бірнешеуін қолдануды ұсынады:

Р/с №	Техника *	Қолданылуы
1	2	3
	Негізгі техника	
1	1. Жану аймағын суыту	Цемент өндірісінде қолданылатын пештердің барлық түрлерінде қолданылады. Қолдану дәрежесі өнімнің сапа деңгейіне қойылатын талаптармен және процестің тұрақтылығына әсер етумен шектелуі мүмкін.
	2. Азот оксидінің төмен шығысы бар оттықтар	Ол барлық айналмалы пештерде, негізгі пеште, сондай-ақ декорбанизаторда қолданылады.
	3. Пеш ішіндегі жану	Ұзақ айналмалы пештер үшін жиі қолданылады
	4. Шикізат қоспасының пісірілуін жақсарту үшін минерализаторларды қосу (минералданған клинкер).	Айналмалы пештер үшін түпкілікті өнімнің сапа талаптарына сәйкес келетін жағдайда қолдануға болады.
	5. Процесті оңтайландыру	Ұзақ айналмалы пештер үшін жиі қолданылады

2	Сатылы жану (дәстүрлі отын немесе жанғыш қалдықтар), сонымен қатар декарбонизациямен және оңтайландырылған отын қоспасын қолданумен бірге.	Әдетте, оны тек декарбонизатормен жабдықталған пештерде қолдануға болады Декарбонизаторсыз циклондық жылу алмастырғыш жүйелері үшін айтарлықтай өзгерістер қажет. Декарбонизаторсыз пештерде бөлшек отынды жағу NO _x деңгейін төмендету тұрғысынан оң әсер етуі мүмкін, бұл реттелетін отын жасау қабілетіне байланысты атмосфералық қысымның төмендеуі және пайда болған CO шығарындыларын бақылау
3	Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR).	Бүрку аймақтары пештегі процестің түріне байланысты әртүрлі болуы мүмкін. ЕҚТ 19 - Дымқыл және құрғақ әдіспен жұмыс істейтін ұзын пештерде пеште материалды өңдеудің қажетті температурасы мен уақытына жету қиын болуы мүмкін.
4	Селективті каталитикалық қалпына келтіру (SCR).	Қолдану цемент өнеркәсібіне қатысты қажетті каталитикалық және технологиялық жетілдіруге байланысты.

* техниканың сипаты 4.1.5-тарауда берілген.

Экологиялық әсер: Шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері ЕҚТ-ға сәйкес – 6.3-кестені қараңыз.

6.3-кесте. Цемент өндіру кезінде пеш газдарымен/ жылу алмастырғышпен/ декарбонизатормен бірге шығатын NO_x шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері ЕҚТ-ға сәйкес

Р/с №	Пештің түрі	Өлшем бірлігі мен шарттары*	Тиісті ЕҚТ шығарындылардың орташа тәуліктік шамасы
1	2	3	4
1	Жобаланған технологиялық желілер үшін	NO _x мг/м ³ стандартты жағдайда шығатын газдар*	<400
2	Циклонды жылу алмастырғыштары бар пештер		< 400
3	Ұзақ айналмалы ылғал өндірістік пештер		< 800

* температура 273 К, қысым 101,3 кПа, құрғақ газдың болуы және анықтамалық оттегінің мөлшері 10 %. NO_x NO₂ баламасында көрсетілген.

ЕҚТ 19. NH₃ шығарындыларын азайту техникасы

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Сипаты: NH₃. SNCR технологиясы NO_x шығарындыларын айтарлықтай төмендетеді, сонымен бірге аммиактың сырғып өтуін мүмкіндігінше төмен деңгейде сақтайды және келесі техникалық шешімдерді қамтамасыз етеді:

Р/с №	Атауы
1	2
1	Тұрақты процесті сақтай отырып, NO _x тиімді азаюы
2	NO _x неғұрлым тиімді төмендетуге және аммиактың сырғып өтуін азайтуға қол жеткізу үшін аммиакты жақсы стехиометриялық бөлу NH ₃
3	NH ₃ шығарындылары мен оның сырғып өтуін (әрекеттеспеген аммиакқа байланысты) аммиак шығарындыларын азайту тиімділігі мен аммиактың сырғып өтуі арасындағы корреляцияны ескере отырып, мүмкін болатын ең төменгі деңгейде ұстап тұру. Кері жағдайда мерзімді (жылына бір рет) мониторинг жүргізу қажет.

Қолданылуы: SNCR техникасы әдетте айналмалы пештер үшін қолданылады. Инжекция аймақтары процестің түріне байланысты өзгеруі мүмкін. Дымқылды және құрғақ тәсілдермен жұмыс істейтін ұзын пештерде материалды өндеудің қажетті температурасы мен уақытына жету қиындық туғызуы мүмкін. Сондай-ақ, 18 ЕҚТ-ны қараңыз.

Экологиялық әсер: ЕҚТ сәйкес шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері – 6.4-кестені қараңыз.

6.4-кесте. Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR) технологиясын пайдалану кезінде пештен/ жылу алмастырғыштан/ декарбонизатордан шығатын газдардан ЕҚТ-ға сәйкес келетін NH₃ жылыстауының технологиялық көрсеткіштері

Р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Тиісті ЕҚТ, SNCR пайдалану кезіндегі шығарындылардың орташа тәуліктік шамасы
1	2	3	4
1	Аммиактың (NH ₃) сырғып өтуі	Стандартты жағдайда NH ₃ мг/Нм ³ және 10 % O ₂	<30 - 50 *

* аммиактың жылыстауы NOx бастапқы технологиялық көрсеткішіне және азот оксидін төмендету тиімділігіне байланысты. Сондай-ақ, NH₃ шығарындыларының деңгейі пештердің барлық түрлеріне байланысты және SNCR технологиясын қолданбаған жағдайда NH₃ шығарындыларының "базалық" шығарындыларына байланысты болады (шикізаттан NH₃ үлесі).

6.2.6.2. SO₂ шығарындылары

ЕҚТ 20. Абсорбент пен ылғалды скрубберді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

SO₂ шығарындыларын пеш газдарымен/жылу алмастырғышпен/ декарбонизатормен бірге барынша төмендету үшін ЕҚТ келесі техникалық шешімдердің бірін қолдануды қарастырады:

Р/с №	Техника	Қолдану
1	2	3
1	Абсорбент қоспасы	Абсорбент қоспасы негізінен барлық пеш жүйелерінде қолданылады, дегенмен ол көбінесе пісіру циклон жылу алмастырғышында қолданылады. Әк қоспасы шикізат түйіршіктерінің сапасын төмендетеді және Леполь пештеріндегі ағынның өтуіне қиындық тудырады. Жылу алмастырғышы бар пештер үшін сөндірілген әкті кететін газға тікелей енгізу сөндірілген әкті пешке берілетін материалға араластырудан гөрі тиімді емес екені анықталды.
2	Ылғал скрубберді қолдану	Ол гипс өндіру үшін тиісті (жеткілікті) CO ₂ деңгейі бар цемент пештерінің барлық түрлерінде қолданылады.

Техникалардың сипаттамасы 4.1.4-бөлімде берілген.

Сипаты: шикізат материалдары пен отын сапасына байланысты SO_x технологиялық көрсеткіштерінің деңгейі төмен болуы мүмкін және төмендеуді қажет етпейді.

Қажет болса, абсорбент қосу немесе ылғал скруббердегі газдарды тазарту сияқты SO_x технологиялық көрсеткіштерін азайтудың негізгі әдістерін қолдануға болады.

Зауыттарда ылғалды скруббер SO_x технологиялық көрсеткіштерінің бастапқы деңгейі 800 - 1000 мг/Нм³ жоғары болғанда қолданылады.

Экологиялық әсер: ЕҚТ сәйкес келетін шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері – 6.5-кестені қараңыз.

6.5-кесте. Цемент өндірісі кезінде шығатын пеш газдарымен/ жылу алмастырғыштармен/декарбонизатормен бірге шығатын ЕҚТ-ға сәйкес келетін SO_x шығарындыларының деңгейі

Р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Тиісті ЕҚТ* шығарындылардың орташа тәуліктік шамасы
1	2	3	4
1	SO_2	мг SO_2 / Hm^3 стандартты жағдайларда (273 К температурада, 101,3 кПа қысымда және құрғақ газ болған кезде) және эталондық оттегі құрамында 10 %	<400

*

1) диапазон шикізат материалдарындағы күкірттің төмен және орташа деңгейін ескере отырып қабылданады;

2) ақ цемент пен арнайы цемент клинкерін өндіру үшін клинкердің отын күкіртін ұстап тұру қабілеті әлдеқайда төмен болуы мүмкін, бұл SO_x шығарындыларының жоғарылауына әкелуі мүмкін.

ЕҚТ 20-да көрсетілген SO_2 шығарындыларын азайтудың екінші шараларына және сульфид мөлшері жоғары шикізатты пайдаланудан бас тартуға байланысты негізгі шараларға қосымша, шикізатты ұнтақтау процесін оңтайландыру SO_2 шығарындыларын төмендетуі мүмкін.

Техника шикізат диірменінің жұмысы пештегі SO_2 мөлшерін төмендетуді қамтамасыз ететін етіп шикізатты ұнтақтау процесін оңтайландыруды білдіреді. Бұған келесі іс-шаралар арқылы қол жеткізуге болады:

- шикізат материалын ылғалдандыру;
- диірмендегі температура;
- материалдың диірменде болу уақыты;
- ұсақ ұнтақтау.

Егер құрғақ ұнтақтау процесі жалпы процестің бөлігі ретінде қолданылса.

Дегенмен де, өнеркәсіптік операцияларда көптеген параметрлерді (ылғалдылық, температура, сақтау уақыты және т.б.) реттеу және SO_2 шығарындыларын төмен деңгейде ұстап тұру үшін шикізат диірмені мүмкіндігінше аралас режимде жұмыс істеуі керек. Тікелей режимде CO_2 шығарындылары әдетте күрт артады. Шикізат диірменінің тоқтап қалу уақыты, басқа параметрлермен қатар, техникалық қызмет көрсетуге қажетті уақытқа, ұнның сақтау сыйымдылығына және шикізат диірменінің өнімділігімен салыстырғанда пештің жұмыс деңгейіне байланысты.

6.2.6.3. СО шығарындылары мен СО өтіп кетуі

6.2.6.3.1. СО өтіп кетуін төмендету

ЕҚТ 21. СО өтіп кетуін төмендету

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

СО өтіп кетуі жиілігін барынша азайту және олардың жалпы ұзақтығының деңгейін жылына 30 минут уақыттан кем ұстап тұру үшін электр сүзгілерін немесе гибриді сүзгілерді пайдалану кезінде ЕҚТ кестеде көрсетілген мынадай техникаларды қолдануды көздейді:

Р/с №	Техника
1	2
1	Электрсүзгілердің тоқтап тұру уақытын азайту үшін СО өтіп кетуінің алдын алу
2	СО бөлінетін көздерге жақын орналасқан, қысқа көрініс уақыты бар мониторинг қондырғысын пайдалану арқылы үздіксіз автоматты өлшеу

Сипаты: қауіпсіздік мақсатында және жарылу қаупін болғызбау үшін шығарылатын газдар құрамындағы СО деңгейі көтерілген кезде электрсүзгілерін өшіру керек. СО өтіп кетуін жоққа шығару үшін және қысқарту үшін төменде көрсетілген техникалар қолданылады, осылайша өшіру уақыты белгіленеді:

жану процесін реттеу;

шикізат материалдарына органикалық заттар бойынша жүктемені реттеу;

отын сапасын және отын беру жүйесін реттеу.

Ақаулар негізінен пешті тұтату кезінде пайда болады. Қауіпсіздік үшін электр сүзгілерінің газ талдағыштары үнемі қосылып тұруы тиіс және қолда бар қосалқы мониторинг жүйесін пайдалану есебінен жауап беру уақыты қысқартылуы тиіс.

СО тұрақты бақылау жүйесі жауап беру уақытын ескере отырып оңтайландырылуы керек және көміртегі оксидінің көзіне жақын болуы керек, мысалы, дымқыл әдіспен жұмыс істейтін пеш қолданылса, жылу алмастырғыштың шығатын жерінде немесе пештің тиеу саңылауында.

Егер гибриді сүзгілер қолданылса, онда тіреуіш торды ұялы диск көмегімен жерге қосу ұсынылады.

6.2.6.3.2. Органикалық көмірсутектердің (ЖОК/ҰОК) шығарындылары

ЕҚТ 22. Ұшпа органикалық қосылыстары аз шикізатты пайдалану

Бағалау өлшемшарты: шикізатты таңдау

Сипаты: жалпы органикалық көміртегі (ЖОК) шығарындыларын пеш газдарының төменгі деңгейдегі шығарындыларымен бірге төмендету үшін пешке құрамында жоғары ұшпа органикалық қосылыстары (ҰОК) бар шикізатты салуға болмайды.

6.2.6.4. Полихлорланған дибензодиоксиндердің және дибензофурандардың (ПХДД және ПХДФ) шығарындылары

ЕҚТ 23. Құрамында ұшпа органикалық қосылыстары, хлор және мыс қосылыстары аз шикізатты пайдалану

Бағалау өлшемшарты: шикізатты таңдау.

Сипаты: полихлорланған дибензодиоксиндер мен дибензофурандар шығарындыларының алдын алу немесе шығарылатын пеш газдарының шығарындыларын төмен деңгейде ұстау үшін келесі техникаларды жеке немесе бірлесіп қолдану керек:

Р/с №	Техникалар	Қолданылуы
1	2	3
1	Пешке (шикізатка) берілетін материалдарды мұқият таңдау және оның құрамындағы хлор, мыс және ұшпа органикалық қосылыстарды бақылау	Жалпы қолданылады
2	Клинкерді жағуға арналған отынды мұқият таңдау және оның құрамындағы хлор мен мысты бақылау	Жалпы қолданылады
3	Құрамында хлоры бар органикалық материалдар бар қалдықтарды пайдалануды шектеу /пайдаланудан бас тарту	Жалпы қолданылады
4	Екінші реттік жағу кезінде жоғары галогенді отынды (мысалы, хлор) беруді тоқтату	Жалпы қолданылады
5	Пештің түтін газдарын 200 °С төмен температураға дейін жылдам салқындату және түтін газдарының температурасы 300-ден 450 °С-қа дейінгі аймақта болу уақытын және оттегі мөлшерін азайту	Ұзын ылғал пештерге және циклонды жылу алмастырғыштарсыз ұзын құрғақ пештерге қолданылады. Циклонды жылу алмастырғыштары мен декарбонизаторы бар заманауи пештерде бұл функция қазірдің өзінде бар
6	Пешті жағу және салқындату (іске қосу және тоқтату) кезінде қалдықтарды жағуды тоқтату	Жалпы қолданылады

Экологиялық нәтижесі: Жоғарыда көрсетілген ЕҚТ-ны қолданған жағдайда ПХДД және ПХДФ шығарындыларының $<0,05 - 0,1$ нг I-TEQ/Нм³ технологиялық көрсеткіштеріне қол жеткізуге болады (уыттылықтың халықаралық баламасы, сынама алу кезеңіндегі орташа көрсеткіш 6 – 8 сағат).

6.2.6.5. Металл шығарындылары

ЕҚТ 24. Құрамында металл аз шикізатты пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: шикізатты таңдау, "құбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: шығарылатын пеш газдарының құрамындағы металл шығарындыларын азайту үшін келесі әдістердің біреуін немесе бірнешеуін қолдану қажет:

Р/с №	Техникалар
1	2
1	Тиісті металдары аз материалдарды таңдау және материалдардағы тиісті металдардың, әсіресе сынаптың құрамын шектеу.
2	Пайдаланылатын қалдықтардың қажетті сипаттамаларына кепілдік беретін сапаны қамтамасыз ету жүйесін пайдалану
3	Тозаңды ұстаудың тиімді әдістерін қолдану (пеш жүйесінен)

Экологиялық нәтижесі: ЕҚТ-ға сәйкес келетін технологиялық шығарындылардың көрсеткіштері – 6.6-кестені қараңыз.

6.6-кесте. ЕҚТ-ны пайдалану кезінде цемент өнеркәсібіндегі пештерден шығатын металл шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

Р/с №	Металл	Өлшемділік	ЕҚТ-мен байланысты шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері (сынама алу кезеңіндегі орташа көрсеткіштер (нүктелік өлшеулер, кем дегенде бір сағат ішінде))
1	2	3	4
1	Hg	Стандартты жағдайдағы	<0,05
2	S (Cd, Tl)	мг металл/Нм ³	<0,05
3	S (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mg, Ni, V)	пайдаланылған газ (273 К температураға, 1013 гПа қысымға және құрғақ газға қатысты) және эталондық оттегі 10 %	<0,5

6.2.6.6. Газ тәрізді хлоридтер (HCl) мен фторидтердің (HF) шығарындыларын азайту

ЕҚТ 25. Газ тәрізді хлоридтер мен фторидтердің шығарындыларын азайту

Бағалау өлшемшарттары: шикізатты таңдау, "құбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: цемент пештерінен хлоридтер (HCl) мен фторидтердің (HF) шығарындыларын азайту

немесе болғызбау үшін төменде көрсетілген техникалардың бірін немесе бірнешеуін қолдану керек:

Р/с №	Техника/ қондырғы	Қолданылуы
1	2	3
1	Құрамында хлор мен фтор аз шикізат пен отынды пайдалану	Барлық кәсіпорындар үшін

2	Пеште шикізат немесе отын ретінде пайдаланылатын кез келген қалдықтардағы хлор мен фторды шектеу	Барлық кәсіпорындар үшін
3	Пеш газдарын айналып өту жүйелерін пайдалану	Құрғақ тәсілмен өндіретін зауыттар үшін
4	Пеш газдарының айналма жүйесінде тозаңды ұстаудың тиімді техникалық шешімдерін қолдану	Құрғақ тәсілмен өндіретін зауыттар үшін

Экологиялық нәтижелері: ЕҚТ-ға сәйкес шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері – 6.7-кестені қараңыз.

6.7-кесте. ЕҚТ-ға сәйкес келетін HCl мен HF шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

Р/с №	Шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері	Өлшем бірлігі	Мәні (диапазон)*
1	2	3	4
1	HCl HF	Стандартты жағдайдағы мг/Нм ³ пайдаланылған газ (273 К температураға, 1013 гПа қысымға және құрғақ газға қатысты) және эталондық оттек 10 %	10 1,0
* 1) жылына бір рет 30 минуттан кем емес жиіліктегі өлшеулер бойынша бүкіл бақылау кезеңі үшін орташа мән; 2) техникалар отын және/немесе шикізат ретінде қалдықтар пайдаланылған жағдайда ғана қолданылуы тиіс.			

6.2.7. Технологиялық шығындар/қалдықтар

ЕҚТ 26. Қалдықтарды екінші рет пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: цемент өндірісінде тозаң түріндегі өндірістік шығындарды азайту үшін шикізатты үнемдеумен қатар келесі техникалар қолданылады:

Р/с №	Техникалар	Қолданылуы
1	2	3
1	Қажет болған жағдайда тұтып алынған тозаңды жою	Жалпы қолданылатын, бірақ химиялық құрамына байланысты
2	Басқа өндірістік процестерде тұтып алынған тозаңды кәдеге жарату	Басқа кәсіпорындарда да жүзеге асырылуы мүмкін

Сипаты: қажет болса, ұсталған тозаңды технологиялық процеске қайтаруға болады. Мұндай өңдеу тікелей пештің өзінде немесе тиеу кезінде (бұл жағдайда сілтілік металдардың концентрациясы шектеу факторы болып табылады) немесе цементпен араласқан кезде жүзеге асырылуы мүмкін. Егер жиналған тозаң тәрізді заттар

технологиялық процеске қайта оралса, сапаны бақылау процедурасы қажет болуы мүмкін. Балама әдістерді процеске қайтаруға болмайтын материалдар үшін қолдануға болады (мысалы, жану зауыттарындағы қалдық газдарды күкіртсіздендіруге арналған қосымша).

Экологиялық әсер: қалдықтарды орналастыру көлемін азайту.

6.3. Әк өндірісіне арналған ЕҚТ бойынша қорытындылар

Осы бөлімде ұсынылған ЕҚТ бойынша қорытындылар басқа тәсілдер болмаған жағдайда әк өндіру жөніндегі барлық қондырғыларға қолданылуы мүмкін.

6.3.1. Негізгі техникалық шешімдер

ЕҚТ 27. Өндіріс процестерін оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: пештен шығатын барлық шығарындыларды азайту және энергия тиімділігін арттыру үшін пештегі біркелкі және тұрақты процеске қол жеткізуге бағытталған техникаларды қолдану керек, төменде көрсетілген технологияларды қолдану нәтижесінде қабылданған параметрлерге мүмкіндігінше жақын параметрлерді қолдану қажет:

Р/с №	Техникалық шешім
1	2
1	Компьютерлік автоматты басқаруды қоса алғанда, өндірістік процесті басқаруды оңтайландыру
2	Қатты отын берудің қазіргі заманғы таразылық жүйесін және/немесе газ шығынын есептеу аспаптарын пайдалану

Қолданылуы: өндірістік процесті басқаруды оңтайландыру барлық әк зауыттарында әртүрлі дәрежеде қолданылады. Процесті толық автоматтандыру, әдетте, әктас құрамының өзгеруіне байланысты мүмкін емес.

ЕҚТ 28. Пайдаланылатын шикізатты бақылау

Бағалау өлшемшарттары: пешке беру үшін пайдаланылатын шикізатты таңдау, өндірістік процесін басқару және бақылау.

Шығарындылардың алдын алу және / немесе азайту үшін пешке түсетін шикізатты мұқият іріктеу және бақылау қажет.

Сипаты: пешке түсетін шикізат материалдары құрамында қоспалардың бар болуына байланысты ауаға түсетін шығарындыларға айтарлықтай әсер етеді; сондықтан шикізатты мұқият таңдау осы шығарындыларды азайтуға септігін тигізеді. Мысалы, әктас/доломит құрамындағы күкірт пен хлор мөлшерінің өзгеруі түтін газдарындағы SO₂ және HCl концентрацияларына әсер етеді, ал органикалық заттардың болуы ЖОК және СО шығарындыларына әсер етеді.

Қолданылуы: құрамында қоспалары аз (жергілікті) шикізат материалдарының болуына байланысты. Соңғы өнімнің түрі және қолданылатын пештің түрі қосымша шектеулер болуы мүмкін.

6.3.2. Мониторинг

ЕҚТ 29. Технологиялық процестерді және қоршаған ортаға түсетін шығарындыларды мониторингтеу және өлшеу

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

ЕҚТ-ға сәйкес шығарындылар мониторингі және технологиялық процесс параметрлері мен шығарындыларды бақылау, сондай-ақ ҚР қолданыстағы ұлттық стандарттарына сәйкес шығарындыларды бақылау үнемі жүзеге асырылуы тиіс; егер ҚР стандарттарын қолдану мүмкін болмаса, онда ISO, ұлттық және халықаралық стандарттар қолданылады, олар деректердің ғылыми негізделген өлшемшарттарға сәйкестігіне кепілдік береді, соның ішінде:

P/c №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Температура, оттегінің мөлшері, қысым, ағынның жылдамдығы және СО шығарындылары сияқты процестің тұрақтылығын көрсететін процесс параметрлерін үнемі өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
2	Процестің негізгі параметрлерін бақылау және тұрақтандыру, мысалы, отын беру, дозаның тұрақты деңгейі, артық оттегі	Күйдіру процестері үшін қолданылады
3	Тозаң шығарындыларын үздіксіз немесе мерзімді өлшеу, NO _x , SO _x , СО, сондай-ақ NH ₃ , егер SNCR қолданылса	Күйдіру процестері үшін қолданылады
4	Қалдықтарды ілеспе жағу жағдайында HCl және HF шығарындыларын үздіксіз немесе кезеңдік өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
5	ЖБҚ шығарындыларын кезеңдік өлшеу немесе қалдықтарды ілеспе жағу жағдайындағы үздіксіз өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
6	ПХДД/ПХДФ және металдар шығарындыларын мерзімді өлшеу	Күйдіру процестері үшін қолданылады
7	Тозаң шығарындыларын үздіксіз немесе мерзімді өлшеу	Ол пештегі күйдірумен байланысты емес процестер үшін қолданылады. Шағын көздер үшін

(<10 мың м³/сағ) өлшеу жиілігі
Техникалық регламенттің талаптарына негізделуі тиіс

Сипаты: тозақ шығарындыларын және азот, күкірт, көміртегі оксидтерін бақылау үшін, үздіксіз "онлайн" режимінде (I санаттағы объектілер үшін, стационарлық көздер, жалпы шығарындылары жылына 500 тонна және одан да көп) қалыпты жұмыс кезінде тозақ шығарындыларын, азот, күкірт, көміртегі оксидтерін шығарындыларын өлшеу ұсынылады.

ПХДД және ПХДФ, ООУ, НС1, HF шығарындыларын және металдарды бақылау үшін өлшеу мерзімі өндірістік процесте пайдаланылатын шикізат материалдары мен отынды ескере отырып айқындалады. Өлшеудің ұсынылатын мерзімділігі-жылына 1 рет.

Қолданылуы: 4, 5 және 6 техникалары қалдықтардың тиісті түрлері пайдаланылған кезде және Қазақстан Республикасының рұқсат беретін құжаттары болған жағдайда пайдалануға болады.

6.3.3. Энергияны тұтыну

ЕҚТ 30. Жылу энергиясын тұтыну бөлігінде процестерді оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: технологиялық шешімдер, шикізатты таңдау.

ЕҚТ жылу энергиясын тұтынуды азайту үшін бір немесе бірнеше төменде көрсетілген техникаларды қолдану қарастырылған:

Р/с №	Техника	Сипаттамасы	Қолдануы
1	2	3	4
1	<p>Пешті басқарудың жетілдірілген және оңтайландырылған жүйелерін, тегіс және тұрақты күйдіру процесін қолдану, келесі шаралар арқылы нормативтік параметрлерге жақын параметрлерді сақтау:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. процесті басқаруды оңтайландыру 2. шығарылған газдардың жылуын қалпына келтіру (мысалы, басқа процестерде қолданылатын әктасты кептіру үшін айналмалы пештерден артық жылуды пайдалану, мысалы, әктасты ұнтақтау) 3. қатты отын берудің заманауи салмақ жүйелері 4. қондырғыға қызмет көрсету(мысалы, герметикалығы, отқа төзімді материалдардың эрозиясы) 5. оңтайлы тегістеу мөлшерін пайдалану 	<p>Оңтайлы мәндерге жақын техникалық күйдіру процесін басқару параметрлерін сақтау барлық шығындар көрсеткіштерінің төмендеуіне тең, соның ішінде аялдамалар мен сәтсіздіктер санының азаюына байланысты.</p> <p>Шикізат қол жетімді болған жағдайда ұнтақтаудың оңтайлы мөлшерін пайдалану</p>	<p>1 II техника ұзын айналмалы пештерге ғана қолданылады</p>
		<p>Отынның сипаттамалары,</p>	<p>Қолдану жүктеудің техникалық мүмкіндігіне</p>

2	Жылу энергиясын тұтынуға оң әсер етуі мүмкін отынның осындай түрлерін пайдалану	мысалы, жоғары жану жылуы және төмен ылғалдылық жылу энергиясын тұтынуға оң әсер етуі мүмкін	байланысты нақты отын пеш және қолайлы отынның қол жетімділігінен (мысалы, жоғары жану жылуы және төмен ылғалдылық)
3	Артық ауаны шектеу	Төмендеуі ауаның үшін пайдаланылатын жану тікелей әсер етеді отын шығыны, өйткені жоғары ауа беру талап үлкен саны жылу энергиясын қыздыруға арналған қосымша көлемін. Тек ұзын айналмалы пештерде (LRC) және айналмалы жылу алмастырғыштарда (PRK) артық ауаны шектеу жылу энергиясын тұтынуға әсер етеді. Бұл техникалық шешім ООУ және СО шығарындыларын арттыруы мүмкін	LRK мен PRK -ға пештің кейбір аймақтарының ықтимал қызып кетуі аясында отқа төзімді заттардың қызмет ету мерзімін кейіннен төмендету арқылы қолданылады

ЕҚТ-ға сәйкес келетін жылу энергиясын тұтыну деңгейлері – 6.8-кестені қараңыз.

6.8-кесте. ЕҚТ-ға сәйкес келетін әк және доломит әк өндірісіндегі жылу энергиясын тұтыну деңгейлері

Р/с №	Пеш түрі	Жылу энергиясын тұтыну* ГДж/т өнім
1	2	3
1	Ұзын айналмалы пештер (LRK)	6,0 - 9,2
2	Жылу алмастырғышы бар айналмалы пештер (PRK)	5,1 - 7,8
3	Тікелей ағынды регенеративті күйдіру пештері	3,2 - 4,2
4	Айналмалы шахта пештері (ASK)	3,3 - 4,9
5	Құйма күйдіру пештері (MFSK)	3,4 - 4,7
6	Басқа пештер (OK)	3,5 - 7,0

* энергияны тұтыну өнімнің түріне, өнімнің сапасына, технологиялық жағдайларға және шикізатқа байланысты.

ЕҚТ 31. Энергия тұтыну бөлігінде процестерді оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: технологиялық шешімдер.

Электр қуатын тұтынуды азайту үшін ЕҚТ келесі техникалардың біреуін немесе бірнешеуін қолдануды қарастырады:

Р/с №	Техника
1	2
1	Энергиямен жабдықтауды басқару жүйесін пайдалану
2	Әктастың оңтайлы гранулометриялық құрамын пайдалану
3	Жоғары энергия тиімділігін қамтамасыз ететін электр жетегі бар ұнтақтау және басқа да қондырғыны пайдалану

Сипаты: техникалық шешім (2)

Тік пештер әдетте ірі түйірлі әктасты күйдіру үшін қолданылады. Алайда көп энергия тұтынатын айналмалы пештерде ұсақ фракцияларды пайдалануға, ал жаңа тік пештерде 10 мм ұсақ түйіршіктерді пайдалануға болады. Одан ірілеу түйіршіктер айналмалы пештерден гөрі тік пештерде жиірек қолданылады.

6.3.4. Әктас шығыны

ЕҚТ 32. Әктас шығынын азайту

Бағалау өлшемшарттары: технологиялық шешімдер, шикізатты таңдау.

Әктас шығынын азайту үшін ЕҚТ келесі техникалардың біреуін немесе бірнешеуін қолдануды қарастырады:

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Әктастың гранулометриясы мен сапасын ескере отырып, оны алу және ұсақтау үшін арнайы жүйе	Әк өндірісінде жиі қолданылады; дегенмен, технология әктастың сапасына байланысты
2	Гранулометрияның кең ауқымы бар әктасты пайдалануды қамтамасыз ететін пештерді таңдау өндірілген әктасты неғұрлым толық пайдалануға мүмкіндік береді	Ол жаңа зауыттарда және ірі модернизацияланған пештерде қолданылады.

6.3.5. Отынды таңдау

ЕҚТ 33. Пешке түсетін отынды мұқият іріктеу және бақылау

Бағалау өлшемшарттары: технологиялық шешімдер, шикізатты таңдау.

Шығарындылардың алдын алу/азайту үшін ЕҚТ-ға сай пешке кіретін отынды мұқият таңдау және бақылау қажет.

Сипаты: пешке кіретін отынның құрамында қоспалардың болуына байланысты атмосфераға түсетін шығарындыларға отынның айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Күкірт (атап айтқанда, ұзын айналмалы пештер үшін), азот және хлор мөлшері шығарылатын газдардағы SO_x , NO_x және HCl деңгейіне әсер етеді. Отынның химиялық құрамына және пештің түріне байланысты тиісті отынды немесе отын қоспасын таңдау шығарындылардың төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Қолданылуы: күйдіру шахта пештерін қайта құюды қоспағанда, пештердің барлық түрлері нақты отынның болуына байланысты отынның кез келген түрінде және отын қоспаларында жұмыс істей алады. Отынды таңдау сонымен қатар түпкілікті өнімнің қажетті сапасына, отынды белгілі бір пешке тиеудің техникалық мүмкіндіктеріне және экономикалық себептерге байланысты болады.

6.3.5.1. Отын қалдықтарын пайдалану

6.3.5.1.1. Қалдықтардың сапасын бақылау

ЕҚТ 34. Қайталама ресурстарды пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: интеграцияланған технологиялар.

Сипаты: әк өндірісінде отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың қажетті сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін, ЕҚТ сәйкес келесі техниканы пайдалану керек:

Р/с №	Техника
1	2
1	<p>Әк пешінде отын ретінде пайдалануға болатын қалдықтардың сипаттамалары мен талдауын қамтамасыз ету үшін сапа кепілдігі жүйесін қолдану :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тұрақты сапа 2. Физикалық өлшемдер, мысалы, эмиссия қабілеті, бөлшектердің мөлшері, реактивтілік, жану және калория мөлшері 3. Химиялық өлшемшарттар – жалпы хлордың, күкірттің, сілтінің, фосфордың, металдардың (мысалы, жалпы хром, қорғасын, кадмий, сынап, таллийдің) құрамы
2	<p>Галогендердің, металдардың (Cd, Hg және Tl, As, Sb, Pb, Mn, Cr, Cu, Ni және V) және күкірттің құрамы сияқты әк пешінде отын ретінде пайдаланылатын кез келген қалдықтар үшін қажетті параметрлердің жеткілікті мөлшерін бақылау</p>

Қолданылуы: ҚР рұқсат беретін нормативтік құжаттамасы болған жағдайда әк өндірісінде қолдануға болады.

6.3.5.1.2. Қалдықтарды пешке салу

ЕҚТ 35. Қалдықтарды отын ретінде пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: интеграцияланған технологиялар.

Сипаты: пеште жанғыш қалдықтарды кәдеге жарату кезінде пайда болатын шығарындыларды болғызбау/азайту үшін, ЕҚТ сәйкес келесі техникаларды пайдалану керек:

Р/с №	Техника
1	2
1	Пештерде қалдықтарды жағу үшін тиісті жанарғылар мен күйдіру режимдерін пайдалану
2	Жұмыс істеу қалдықтарды жағу кезінде пайда болған газ біркелкі бақыланатын жағдайларда, тіпті ең қолайсыз жағдайда да 850 °С температурада кемінде 2 сек болатындай етіп жүзеге асырылуы тиіс
3	Егер өртелетін қауіпті қалдықтардың құрамында 1 %-дан астам хлор органикалық қосылыстары болса, температураның 1100°С-тан жоғары жоғарылауы
4	Қалдықтар үздіксіз және тұрақты тиелуі тиіс
5	Пешті іске қосу және тоқтату кезеңінде, қажетті режимді ұстап тұру мүмкін болмаған кезде, қалдықтарды жағуды тоқтату, бұл туралы жоғарыда п. п. (2) және (3) айтылған

Қолданылуы: ҚР рұқсат беретін нормативтік құжаттамасы болған жағдайда әк өндірісінде қолдануға болады.

6.3.5.2. Қауіпті қалдықтарды кәдеге жарату кезіндегі қауіпсіздік техникасы

ЕҚТ 36. Қалдықтармен қауіпсіз жұмыс істеу

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық іс-шаралар.

Төтенше шығарындыларды болғызбау үшін, ЕҚТ сәйкес, қауіпті қалдықтарды сақтау, өңдеу және пешке тиеу үшін әзірленген қауіпсіздік жүйесін пайдалану керек.

Сипаты: қауіпті қалдықтарды сақтау, өңдеу және пешке тиеу үшін әзірленген қауіпсіздікті басқару жүйесін пайдалану қалдықтардың түрі мен көзіне байланысты тәуекелдерді есепке алуға бағытталған тәсіл болып табылады, оның мәні қалдықтардың қажетті түрін таңбалау, бақылау, іріктеу және тестілеу болып табылады.

6.3.6. Тозаң шығарындылары

6.3.6.1. Тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары

ЕҚТ 37. Өндіріс процестерін оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: тозаңға қарсы операциялар кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту/болғызбау үшін ЕҚТ-ға сай бір немесе бірнеше техниканы қолдану керек:

Р/с №	Техника
1	2

1	Ұнтақтау, себу және араластыру сияқты тозаңды қалыптастыру операцияларын оқшаулау/тығыздау
2	Егер тозаңды материалдан тозаң шығару мүмкіндігі болса, жабық жүйе ретінде құрастырылған жабық транспортерлер мен жүк көтергіштерді пайдалану
3	Бункерлерді тиісті сыйымдылықты сақтау үшін пайдалану тиеу операциялары кезінде тозаңның ауаға шығарылуын болғызбау үшін ажыратқыштары мен сүзгілері бар деңгей индикаторларымен жабдықталған
4	Жабық пневмокөлік жүйелерін пайдалану
5	Жабық жүйелердегі тиеп-түсіру жұмыстары атмосфераға шығарар алдында сорылатын ауаны қапшық сүзгімен сирету және тозаңнан арылту
6	Ауа ағуын және материалдардың ұнтақтарын азайту , қондырғының толық жиынтығы
7	Қондырғыларға тиісті және толық қызмет көрсету
8	Автоматты құрылғылар мен басқару жүйелерін пайдалану
9	Үздіксіз апатсыз операцияларды қолдану
10	Автокөліктен әктасты тиеу үшін икемді, тозаң ұстау жүйесімен жабдықталған тиеу құбырларын пайдалану

Қолданылуы: ұнтақтау және елеу сияқты шикізатты дайындау кезеңінде, әдетте, шикізаттың ылғалдылығына байланысты тозаңды ұстау қажет емес.

Қолданылуы: цемент өндірісінде жалпы қолданылады.

Экологиялық әсер: ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту және/немесе алдын алу.

ЕҚТ 38. Сақтау алаңдарының өндірістік процестерін оңтайландыру

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: үйінді сақтау алаңдарынан ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту/болғызбау үшін келесі техникалардың біреуін немесе бірнешеуін қолдану керек:

Р/с №	Техника
1	2
1	Әртүрлі типтегі сақтау орындарын тосқауылдармен, тік көгалдандырумен қоршау (желден жасанды немесе табиғи қорғау)
2	Шикізат материалдары үшін бункерлер мен жабық толық автоматтандырылған қоймаларды пайдалану. Қоймалардың бұл түрлері тиеу-түсіру жұмыстары кезінде тозаңданудың алдын алу үшін бір немесе бірнеше қап сүзгілерімен жабдықталған
3	Тиеу және түсіру орындарын мол ылғалдандыру арқылы сақтау аймақтарында тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту және биіктігі реттелетін транспортер таспасын пайдалану.

	Ылғалданған немесе шашыраған кезде топырақ жабылып, артық су бөлініп, қажет болған жағдайда өңделіп, жабық циклдарда қолданылуы керек
4	Егер үйіп тиеу-түсіру операциялары кезінде тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын болғызбау мүмкін болмаса, онда түсіру механизмінің биіктігін түсірілген материалдың биіктігіне сәйкес мүмкіндігінше автоматты түрде немесе түсіру жылдамдығын төмендету арқылы реттеу керек
5	Түсіру орындарын, әсіресе құрғақ жерлерді бүріккіштерді пайдалана отырып үнемі ылғалдандыру және тазалау машиналарымен жинау
6	Тазалау кезінде тозаң сору жүйелерін пайдалану. Жаңа орындар стационарлық тозаңсорғыш жүйелерімен оңай жабдықталуы мүмкін, ал қолданыстағы бөлмелер мобильді жүйелермен және икемді қосылыстармен жақсы жабдықталған
7	Автокөлік қозғалысы бағыты бойынша тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын мүмкіндігінше қатты жабынды пайдалану және оны барынша таза күйінде ұстау арқылы азайту. Жолдарды ылғалдандыру, әсіресе құрғақ ауа-райында, тозаң шығарындыларын азайтады. Жақсы құрылған әкімшілік жұмыс ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайтуға көмектеседі

Қолданылуы: цемент өндірісінде жалпы қолданылады.

Экологиялық әсер: ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту және/немесе алдын алу.

6.3.6.2. Пеште күйдіру процестерінен басқа, тозаң түзетін операциялар кезінде ұйымдастырылған шығарындылар

ЕҚТ 39. Салқындату және ұнтақтау процестерінде сүзгілерді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: шығарындылардың әлеуетті тәуекелін төмендету.

Сипаты: пештің жану процестерінен басқа, тозаңның пайда болу операцияларында ұйымдастырылған шығарындыларды азайту үшін ЕҚТ сәйкес бір немесе бірнеше техниканы, сондай-ақ сүзгілердің жұмысын арнайы қарастыратын техникалық қызмет көрсетуді басқару жүйесін пайдалану ұсынылады:

Р/с №	Техника*	Қолдануы
1	2	3
1	Қапшық сүзгі	Ұнтақтау және ұсақтау, сондай-ақ әк өндірісіндегі қосалқы процестер жүзеге асырылатын зауыттарда жалпыға бірдей қолданылады; материалдарды тасымалдау, сақтау және тиеу. Әк сөндіргіш қондырғылардағы кап сүзгілерін қолдану мүмкіндігі

		жоғары ылғалдылық пен түтін газдарының төмен температурасымен шектелуі мүмкін.
2	Ылғалды скруббер	Ол негізінен әк сөндіру қондырғыларында қолданылады

*

- 1) техникалық шешімдердің сипаттамасы 4.1.2-бөлімде берілген;
- 2) қажет болған жағдайда шығатын газдарды алдын ала өңдеу үшін ортадан тепкіш сепараторлар/циклондар пайдаланылуы мүмкін.

Ескертетін жағдай, шағын көздер үшін (10 мың м³/сағ-тан аз) сүзгілердің жұмысын тұрақты бақылауға бағытталған тәсіл басым болуы керек (ЕҚТ 27-ні қараңыз).

6.3.6.3. Пеште күйдіру процестері кезіндегі тозаң шығарындылары

ЕҚТ 40. Күйдіру кезінде сүзгілерді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: "кұбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: Пештің күйдіру процестерінде тозаң шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ-ға сәйкес сүзгі арқылы шығарылатын газдарды тазарту керек. Келесі техникалардың біреуі немесе бірнешеуі қолданылуы мүмкін:

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Электр сүзгілер	Барлық пеш жүйелеріне қолданылады
2	Қапшық сүзгі	Барлық пеш жүйелеріне қолданылады
3	Ылғалды тозаң сепараторы	Барлық пеш жүйелеріне қолданылады
4	Орталықтан тепкіш сепаратор / циклон	Орталықтан тепкіш сепараторлар зиянды заттарды тек алдын-ала бөліп алуға жарамды және оларды барлық пеш жүйелерінен шығатын газдарды алдын-ала тазарту үшін пайдалануға болады

Техникалардың сипаттамасы 4.1.2-бөлімде берілген

Экологиялық әсер: ЕҚТ-ға сәйкес келетін шығарындылардың технологиялық көрсеткіш деңгейі – 6.9-кестені қараңыз.

6.9-кесте. ЕҚТ-ға сәйкес пеште күйдіру процестері кезінде шығатын газдардан тозаң шығарындылардың технологиялық көрсеткіш деңгейі

Р/с №	Техника	Өлшем бірлігі	ЕҚТ (сынамаларды іріктеу кезіндегі орташа тәуліктік шама немесе орташа мән, әр 30 минут сайын нүктелік өлшеулер)
1	2	3	4

1	Қапшық сүзгі	мг/м ³	<20
2	Электрсүзгі немесе басқа сүзгілер	мг/м ³	<20*

* ерекше жағдайларда, тозаңның меншікті кедергісі жоғары болғанда ЕҚТ сәйкес орташа тәуліктік шамасы 50 мг/м³ дейін жоғары болуы мүмкін.

6.3.7. Газ тәрізді қосылыстар

6.3.7.1. Газ тәрізді қосылыстардың шығарындыларын азайтудың негізгі техникалық шешімдері

ЕҚТ 41. Газ тәрізді қосылыстардың шығарындыларын төмендету

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау, "құбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: газ тәрізді қосылыстардың шығарындыларын азайту үшін (мысалы, NO_x, SO₂, NSC, ЕҚТ сәйкес бір немесе бірнеше техникалар қолданылады:

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Пешке түсетін заттарды мұқият іріктеу және бақылау	Жалпы қолданылады
2	Бастапқы деңгейдің төмендеуі отындағы және, мүмкін болса, шикізат материалдарындағы ластағыш заттар: I. мүмкіндігінше күкірт мөлшері аз отынды (атап айтқанда, ұзын айналмалы пеш үшін), азот пен хлорды таңдау; II. Мүмкіндігінше органикалық заттардың төмен құрамымен шикізатты таңдау; Технологиялық процеске және қыздырғыштың түріне сәйкес келетін отын қалдықтарын таңдау	Әк өндірісінде жергілікті шикізат пен отынның болуына, қолданылатын пештің түріне, өнімнің қажетті сапасына, осы пешке отынды тиеудің техникалық мүмкіндігіне байланысты қолданылады.
3	Күкірт диоксидін тиімді ұстап қалуды қамтамасыз ету үшін технологиялық процесті оңтайландыру әдістерін пайдалану (мысалы, пеш газдары мен сөндірілмеген әк арасындағы тиімді байланыс)	Барлық әк өндіру зауыттарында қолдануға арналған. Әктастың сапасы сияқты кейбір бақыланбайтын факторларға байланысты процесті толық автоматтандыру мүмкін емес.

6.3.7.2. NO_x шығарындылары

ЕҚТ 42. NO_x шығарындыларын азайту техникалары

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Сипаты: NO_x шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ сәйкес бір немесе бірнеше

техниканы қолдану керек:

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Негізгі техникалық шешімдер	
	1. Құрамындағы азоттың шектелуін ескере отырып, отынды дұрыс таңдау	Отынның осы түрінің қол жетімділігі, сондай-ақ отынның осы түрін пешке пайдаланудың техникалық мүмкіндігі болған жағдайда әк өндіру кезінде жалпыға бірдей қолданылады
	2. Жану аймағын реттеу мен температуралық профильді қоса алғанда, үдерісті оңтайландыру	Технологиялық процесті оңтайландыру және процесті басқару әк өндірісінде қолданылуы мүмкін, бірақ түпкілікті өнімнің сапасына байланысты
	3. Оттықтың құрылымы (NO _x аз түзілетін оттық)	NO _x аз түзілетін оттық айналмалы және сақиналы шахта пештерінде қолданылады, бұл бастапқы ауаның жоғары деңгейін қамтамасыз етеді. Тура нүктелі регенеративті күйдіру пештері (PFRK) және басқа да шахта пешінің жұмыс істейді типі бойынша жалынсыз жану, бұл қолдану оттықтарды төмен бөліп, NO _x үшін мүмкін емес осы түріне пештер
4. Ауаның сатылы берілуі*	Шахта пештерінде қолданылмайды. Ол тек жылу алмастырғышы бар айналмалы пештерде қолданылады, бірақ қатты күйдірілген әк өндірісі болған кезде емес. Қолдану пештің кейбір аймақтарында ықтимал қызып кетуіне және нәтижесінде отқа төзімді төсемнің тозуына байланысты соңғы өнімнің түрімен шектелуі мүмкін.	
2	Селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру (SNCR)	Леполь айналмалы пештерінде қолданылады. Сондай-ақ, ЕҚТ 41-ді қараңыз

* техникалық шешімдердің сипаттамасы 4.1.5-бөлімде берілген.

Экологиялық әсер: ЕҚТ-ға сәйкес келетін шығарындылардың технологиялық көрсеткіш деңгейі – 6.10-кестені қараңыз.

6.10-кесте. ЕҚТ-ға сәйкес әк өндіру кезінде пеште күйдіру процестері кезінде бөлінетін газдардың NO_x шығарындыларының деңгейі

--	--	--	--

Р/с №	Пеш түрі	Өлшем бірлігі	ЕҚТ NO ₂ ретінде көрсетілген сынағаларды іріктеу кезеңіндегі орташа тәуліктік шама немесе орташа мән (әр 30 мин сайын нүктелі өлшеу)
1	2	3	4
1	Тікелей ағынды регенеративті күйдіру пеші (PFRK), сақиналы шахта пеші (ASK), Қайта себетін күйдіру пеші (MFSK), басқа шахта пештері (OSK)	мг/м ³	100 - 350 ^{*,***}
2	Ұзын айналмалы пеш (LRK), жылу алмастырғышы бар айналмалы пеш (PRK)	мг/м ³	<200 - 500 ^{*,**}

* жоғары шамалар доломитті әк пен қатты күйдірілген әк өндірумен байланысты. Жоғарғы шекті мәндерден жоғары деңгейлер күйежентектелген доломит әгімен байланысты болуы мүмкін;

** шахталарда қатты күйдірілген әк өндіретін LRK және PRK үшін жоғарғы деңгей 800 мг/м³ жетеді;

*** ЕҚТ 45(1) құрамындағы негізгі техникалық шешімдер осы деңгейге жету үшін жеткіліксіз және екінші техникалық шешімдерді NO_x шығарындыларын 350 мг/Нм³ дейін төмендету үшін қолдану мүмкін болмаған жағдайда, жоғарғы шекті шама 500 мг/Нм³ құрайды, әсіресе қатты күйдірілген әк үшін және биомассаны отын ретінде пайдалану үшін.

ЕҚТ 43. NH₃ шығарындыларын азайту техникалары

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Сипаты: селективті бейкаталитикалық қалпына келтіру үдерісін (SCR) қолданылған кезде, ЕҚТ келесі техникаларды қолдана отырып, аммиактың өтіп кетуін ең төменгі деңгейде ұстап, NO_x тиімді төмендеуіне қол жеткізуге көмектеседі:

Р/с №	Техника
1	2
1	Тұрақты өндірістік процесті сақтаумен бір мезгілде шығарындыларды төмендету үшін тиісті және жеткілікті техникалық шешімді қолдану
2	NO _x -тің тиімді төмендетуге және аммиактың сырғып өтіп кетуін азайтуға қол жеткізу үшін

	аммиактың тиісті стехиометриялық қатынасы мен таралуын қолдану
3	NO _x тиімділігінің төмендеуі мен аммиактың сырғып өтіп кетуінің арасындағы арақатынасты ескере отырып, шығатын газдардан аммиактың сырғып өтіп кетуінің (реакцияға түспеген аммиак нәтижесінде) барынша төмен деңгейде сақталуы

Қолданылуы: ол тек 850 – 1020 ° С ерекше температура диапазонын орнатуға болатын Леполь айналмалы пештерінде ғана қолданылады.

Сондай-ақ ЕҚТ 40-ты қараңыз, технологиялық шешім (2).

6.3.7.3. SO_x шығарындылары

ЕҚТ 44. Абсорбент пен ылғалды скрубберді қолдану

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Пештігі күйдіру процесі кезінде шығарылатын газдардан шығатын SO_x шығарындыларын азайту үшін бір немесе бірнеше техника қолданылады, ЕҚТ-ға сәйкес:

P/c №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Күкірт диоксидін тиімді ұстап қалуды қамтамасыз ету үшін процесті оңтайландыру (мысалы, пеш газдары мен сөндірілмеген әк арасындағы тиімді өзара іс-қимыл)	Процесті басқаруды оңтайландыру барлық әк зауыттарында қолданылады
2	Құрамында күкірті аз отынды таңдау	Жанармай болған жағдайда, әсіресе SO _x шығарындыларының жоғары деңгейіне байланысты ұзақ айналмалы пештерге (LRK) қатысты қолданылады
3	Адсорбенттерді қосу әдісін қолданғанда (мысалы, адсорбент қосу, сүзгі арқылы құрғақ шығатын газды тазарту, ылғал скруббер немесе белсендірілген көмір қосу)	Адсорбенттерді қосу әдісі, негізінен, әк өндірісінде қолданылады. Атап айтқанда, оны айналмалы пештерде қолдану мүмкіндігін бағалау үшін қосымша зерттеулер қажет

Техникалық шешімнің сипаттамасы 4.1.4-бөлімде берілген

Экологиялық әсер: ЕҚТ-ға сәйкес келетін технологиялық шығарындылардың көрсеткіштері – 6.11-кестені қараңыз.

6.11-кесте. ЕҚТ-ға сәйкес әк өндірісіндегі пештерді күйдіру процестерінен шығатын түтін газдарының құрамындағы SO_x шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

			ЕҚТ (сынамаларды іріктеу кезеңіндегі
--	--	--	--------------------------------------

P/c №	Пеш түрі	Өлшем бірлігі	орташа тәуліктік шама немесе орташа мән, SO ₂ ретінде көрсетілген әр 30 мин сайын нүктелі өлшеулер) ^{*,**}
1	2	3	4
1	Тікелей ағынды регенеративті күйдіру пеші (PFRK), сакиналы шахта пеші (ASK), Қайта себетін күйдіру пеші (MFSK), басқа шахта пештері (OSK), жылу алмастырғышы бар айналмалы пеш (PRK)	мг/м ³	<50 - 200
2	Ұзын айналмалы пеш (LRK)	мг/м ³	<50 - 400

* деңгей шығарылатын газдардағы күкірт оксидінің (SO_X) бастапқы деңгейіне және қолданылатын технологияға байланысты;

** күйдірілген доломитті әкті "екі өту үдерісі" арқылы өндіру кезінде күкірт оксидінің (SO_X) шығарындылары шекті мәннен жоғары болуы мүмкін.

6.3.7.4. СО шығарындылары, СО өтіп кетуі

6.3.7.4.1. СО шығарындылары

ЕҚТ 45. СО шығарындыларын азайту

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Пеште күйдіру процесі кезінде шығарылатын газдардан СО шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ-ға сәйкес бір немесе бірнеше техника қолданылады:

P/c №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Құрамында органикалық заттары төмен шикізат материалдарын таңдау	Әк өндірісінде жергілікті шикізаттың қол жетімділігі мен құрамы, қолданылатын пештің түрі және түпкілікті өнімнің сапасы аясында қолданылады
2	Тұрақты және толық жануға қол жеткізу үшін процесті оңтайландыру	Әк өндіретін барлық зауыттарда қолданылады. Бақыланбайтын қоспаларға, яғни әктастың сапасына байланысты процесті толық автоматтандыру мүмкін емес.

Бұл тұрғыда ЕҚТ 25, ЕҚТ 26 және ЕҚТ 27-ні қараңыз.

Экологиялық әсер: ЕҚТ-ға сәйкес келетін шығарындылардың технологиялық көрсеткіш деңгейі – 6.12-кестені қараңыз.

6.12-кесте. Әк өндірісіндегі пеште күйдіру процестері кезіндегі түтін газдарынан бөлінетін СО шығарындыларының ЕҚТ сәйкес технологиялық көрсеткіштері

Р/с №	Пеш түрі	Өлшем бірлігі	ЕҚТ* (сынамаларды іріктеу кезеңіндегі орташа тәуліктік шама немесе орташа мән, әр 30 мин сайын нүктелі өлшеулер)
1	2	3	4
1	Тікелей ағынды регенеративті күйдіру пеші (PFRK), , басқа шахта пештері (OSK), ұзын айналмалы пеш (LRK), жылу алмастырғышы бар айналмалы пеш (PRK)	мг/м ³	<500

*

1) шығарындылар деңгейі шикізат түрлеріне және/немесе алынған әк түріне, мысалы, гидравликалық әкке байланысты жоғары болуы мүмкін;

2) тиісті ЕҚТ талаптары MFSK және ASK үшін қолданылмайды.

6.3.7.4.2. СО өтіп кетуін төмендету

ЕҚТ 46. СО өтіп кетуін төмендету

Бағалау өлшемшарттары: ілеспе ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар.

Электрсүзгілерді пайдаланған кезде СО өтіп кетуінің жиілігін барынша азайту үшін ЕҚТ-ға сәйкес келесі техникалар қолданылады:

Р/с №	Техника
1	2
1	Электрсүзгілердің тоқтау уақытын қысқарту мақсатында СО өтіп кетуі процесін басқару
2	СО бөлініп шығу көзіне жақын орналасқан қысқа көрініс уақыты бар бақылау қондырғысы арқылы СО деңгейін үздіксіз автоматты түрде өлшеу

Сипаты: қауіпсіздік мақсатында және жарылыс қаупін болғызбау үшін электр сүзгілері бөлініп шығатын газдардағы СО деңгейінің жоғарылауы кезінде өшірілуі тиіс. Келесі техникалық шешімдер СО өтіп кетуіне жол бермейді және сол арқылы электр сүзгілерінің тоқтап қалу уақытын азайтады:

жану процесін бақылау;

органикалық шикізат материалдарының тиелуін бақылау;

отын сапасын және отын беру жүйесін бақылау.

Операцияның үзілуі негізінен пешті тұтату сатысында болады. Қауіпсіздік мақсатында электрсүзгілерін қорғауға арналған газ анализаторлары процестің барлық сатылары бойы жұмыс істеуі тиіс және электр сүзгілерінің бос тұрып қалу уақыты бүкіл процесс бойы жұмыс күйінде сақталатын мониторингтің қосалқы жүйесін пайдалану арқылы төмендетілуі мүмкін.

Үздіксіз СО бақылау жүйесі жауап беру уақытын ескере отырып оңтайландырылуы керек және СО көзіне жақын болуы керек, яғни жылу алмастырғыштың шығысында немесе ылғал пеш қолданылған жағдайда пештің тиеу саңылауының жанында.

Қолданылуы: электрсүзгілермен жабдықталған айналмалы пештерде жиі қолданылады.

6.3.7.5. Органикалық көмірсутектердің шығарындылары

ЕҚТ 47. Құрамында төмен ұшпа органикалық қосылыстары бар шикізатты пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: шикізатты таңдау.

Сипаты: күйдіру процесі кезінде түтін газдарының құрамындағы жалпы органикалық көміртегі (ЖОК) шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ-ға сәйкес бір немесе бірнеше техникалар қолданылады:

Р/с №	Техника
1	2
1	Негізгі техникалар мен бақылауды қолдану (сондай-ақ ЕҚТ 25, ЕҚТ 26 және ЕҚТ 27 қараңыз)
2	Пешке жоғары ұшпа органикалық қосылыстар бар шикізатты тиеуден аулақ болу (гидравликалық әк өндіруді қоспағанда)

Қолданылуы: техникалық шешім (2) жергілікті шикізат материалдарының болуына және/немесе өндірілетін әк түріне байланысты әк өндірісінде жалпыға бірдей қолданылады.

6.3.7.6 Полихлорланған дибензодиоксиндер мен дибензофурандардың шығарындылары (ПХДД және ПХДФ)

ЕҚТ 48. Құрамында ұшпа органикалық қосылыстар, хлор және мыс қосылыстары аз шикізатты пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: шикізатты таңдау.

Сипаты: полихлорланған дибензодиоксиндер мен дибензофурандардың шығарындыларын болғызбау үшін немесе пештен тыс газдардағы бұл шығарындыларды төмен деңгейде ұстау үшін келесі техникаларды жеке немесе біріктіріп қолдану керек:

Р/с №	Техникалар	Қолданылуы
1	2	3
1	Төмен хлорлы отынды таңдау	Жалпы қолданылады
2	Отынға мыстың түсуін шектеу	Жалпы қолданылады
3	Құрамында хлор бар органикалық материалдар бар қалдықтарды пайдалануды шектеу / одан бас тарту	Жалпы қолданылады
	Температурасы 300-ден 450 °С-ка дейінгі аймақтарда түтін	

4	газдарының болу уақытын және оттегінің болуын шектеу	Жалпы қолданылады
---	--	-------------------

Жоғарыда көрсетілген ЕҚТ қолдану жағдайында ПХДД және ПХДФ шығарындыларының $< 0,05 - 0,1 \text{ нг I-TEQ/Нм}^3$ деңгейіне қол жеткізуге болады (уыттылықтың халықаралық баламасы, сынамаларды іріктеу кезеңіндегі орташа көрсеткіш 6 – 8 сағат).

6.3.7.7 Металл шығарындылары

ЕҚТ 49. Құрамында металы төмен шикізатты пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: шикізатты таңдау, "күбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: шығатын пеш газдарынан металл шығарындыларын азайту үшін келесі бір немесе бірнеше техникаларды қолдану қажет:

Р/с №	Техникалар
1	2
1	Құрамында металы аз отынды таңдау
2	Пайдаланылатын қалдықтардың талап етілетін сипаттамаларына кепілдік беретін сапаны қамтамасыз ету жүйесін пайдалану
3	Белгілі бір металдардың, әсіресе сынаптың құрамын шектеу
4	Тозаңды аулаудың тиімді әдістерін қолдану(пеш жүйесінен)

Экологиялық әсер: ЕҚТ-ға сәйкес келетін шығарындылардың технологиялық көрсеткіш деңгейі – 6.13-кестені қараңыз.

6.13-кесте. Әк өндірісінде ЕҚТ пайдалану кезінде пештерден шығатын металдар шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

Р/с №	Металл	Өлшем	ЕҚТ-мен байланысты шығарындылардың деңгейлері (сынамаларды іріктеу кезеңіндегі орташа (нүктелік өлшеулер, кем дегенде 30 минут ішінде)
1	2	3	4
1	Hg	стандартты жағдайларда (273 к температураға, 1013 гПа қысымға және құрғақ газға қатысты)	$<0,05$
2	S (Cd, Tl)	және 10 эталондық оттегіге мг металл/Нм ³ пайдаланылған газ	$<0,05$
3	S (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mg, Ni, V)		$<0,5$

6.3.7.8 Газ тәрізді хлоридтер (HCl) мен фторидтердің (HF) шығарындыларын азайту

ЕҚТ 50. Газ тәрізді хлоридтер мен фторидтер шығарындыларын азайту

Бағалау өлшемшарттары: шикізатты таңдау, "күбырдың соңында" технологиясы.

Сипаты: цемент пештерінен HCL және HF шығарындыларын азайту немесе болғызбау үшін ЕҚТ-ға сәйкес, келесі техникалардың біреуін немесе бірнешеуін қолдану керек:

Р/с №	Техника / жабдық	Қолданылуы
1	2	3
1	Құрамында хлор мен фтор аз отынды пайдалану *	Барлық кәсіпорындар үшін
2	Әк пештері үшін отын ретінде пайдаланылатын кез келген қалдықтардағы хлор мен фтордың мөлшерін шектеу *	Барлық кәсіпорындар үшін

* техника отын және / немесе шикізат ретінде қалдықтар пайдаланылған жағдайда ғана қолданылуы тиіс.

Экологиялық әсер: ЕҚТ пайдалану кезінде орташа тәуліктік көрсеткіш 1 сағат немесе 30 минут арқылы сынамаларды кезеңдік іріктеу кезіндегі HCl шығарындыларының көрсеткіш деңгейі 10 мг/Нм³ кем.

ЕҚТ-ны пайдалану кезінде орташа тәуліктік көрсеткіш немесе 1 сағат немесе 30 минут арқылы сынамаларды кезеңдік іріктеу кезіндегі HF шығарындыларының көрсеткіш деңгейі 1 мг/Нм³ кем.

6.3.8. Өндірістік шығындар/қалдықтар

ЕҚТ 51. Қалдықтарды екінші рет пайдалану

Бағалау өлшемшарттары: өндірістік процесті басқару және бақылау.

Сипаты: әк өндірісінде қатты қалдықтардың көлемін азайту үшін және шикізат материалдарын үнемдеу үшін, ЕҚТ-ға сәйкес келесі техникалар қолданылады:

Р/с №	Техникалар	Қолданылуы
1	2	3
1	Технологиялық процесте тұтып алынған тозанды немесе басқа да қалқыма бөлшектерді (мысалы, құм, қиыршық тас) қайта пайдалану	Әдетте қажет болған жағдайда қолданылады
2	Жекелеген нарық өнімдерінде тозанды, кондициялық сөндірілмеген әкті және кондициялық емес гидравликалық әкті пайдалану	Қажет болса, әдетте кейбір нарықтық өнімдердің әртүрлі түрлерінде қолданылады

Экологиялық әсер: қалдықтарды орналастыру көлемін азайту.

7. Перспективалы техникалар

Жұмыстың бұл бөлімінде цемент пен әк өндірудің жалпы және жеке технологиялық кезеңдері үшін перспективалы техникалар ұсынылған, оларды іске асыру осы материалдарды өндіру кезінде қоршаған ортаға зиянның азаюына әкелуі мүмкін.

7.1. Цемент өндірудің перспективалы техникасы

Қайнау қабатынан цемент алу техникасы

Портландцемент клинкерін қайнаған қабатта жағу техникасы Жапонияда Сыртқы сауда және өнеркәсіп министрлігінің қолдауымен 1986 жылдан бері іске асып келеді. Тәулігіне 20 тонна клинкер шығаратын тәжірибелік зауыт 1989 - 1995 жылдар аралығында Жапонияның Тошиги, Сумитомо Осака цемент зауыттарында алты жыл жұмыс істеді. 1995 жылдың аяғында қуаттылығы тәулігіне 200 тонна тәжірибелік зауыт салынды.

Өнімділігі тәулігіне 20 т қайнаған қабаты бар цемент пешінің принципіалды сұлбасы 7.1-суретте көрсетілген.

Жүйе күйдірілген циклонды жылу алмастырғыштан (SP), ауа фонтанды түйіршіктеу пешінен (SBK), құйылған төсемді пештен (FBK, құйылған төсемді сөндіруден (FBK және тығыз клинкер салқындатқыштан тұрады.

Пісіру жылу алмастырғышы азық қоспасын қыздыратын және декарбонизациялайтын әдеттегі төрт сатылы циклонды жылу алмастырғыштан тұрады. Түйіршіктеу пеші 1300°C температурада көлемі 1,5 – 2,5 мм түйіршіктер түрінде шикізат қоспасын түйіршіктейді. Пеште түйіршіктеу және клинкерді күйдіру 1400°C температурада аяқталады. Сөндіргіш қондырғыда клинкер 1400-ден 1000 °C-қа дейін салқындатылады. Клинкерді 100 °C дейін соңғы салқындату тығыз қабат салқындатқышта жүзеге асырылады.

Сұйық қабаттағы пеште өндірілетін клинкер кәдімгі пеште өндірілетін клинкермен бірдей немесе жақсырақ. Ауыр мұнайды отын ретінде пайдаланғанда NO_x шығарындылары 115 – 190 мг/Нм³ және ұнтақ көмірді пайдаланғанда 440 – 515 мг/Нм³ құрайды. Жүргізілген зерттеулерге сәйкес тәулігіне 3000 тонна клинкер өндіретін зауыт үшін жылуды тұтынуды пісірілген жылу алмастырғыш пен торлы салқындатқышы бар айналмалы пешпен салыстырғанда 10 – 12 % азайтуға болады, демек, CO_2 шығарындыларды 10 – 12 %-ға азайтуға болады.

Сұйық қабат технологиясын дамытудың түпкілікті мақсаты (тәулігіне 20 т клинкер өнімділігі бар тәжірибелік пештің сынақ нәтижелері бойынша өнімділігі 3000 т/тәулік пештің алдын ала бағалауы бойынша) болып табылады:



7.1-сурет. Қайнау қабатты пеш [72]

- 1) күйдіруге жұмсалатын жылу шығынын 10 – 12 %-ға азайту;
- 2) CO₂ шығарындыларын 10 – 12-ге % төмендету;
- 3) NO_x шығарындыларының деңгейін 380 мг/Нм³ дейін және одан төмен төмендету;
- 4) SO_x шығарындыларының ағымдағы деңгейін сақтау;
- 5) құрылыс құнын 30 %-ға % төмендету;
- 6) құрылыс алаңының 30 %-ға төмендеуі.

7.2. Әк өнеркәсібіндегі перспективалы техникалар

7.2.1. Қайнау қабатында күйдіру

Көптеген жылдар бойы жұқа ұсақталған әктасты қайнаған қабатқа жағу салыстырмалы түрде аз мөлшерде жүзеге асырылады. Бұл технологияның бірнеше әлеуетті артықшылықтары бар:

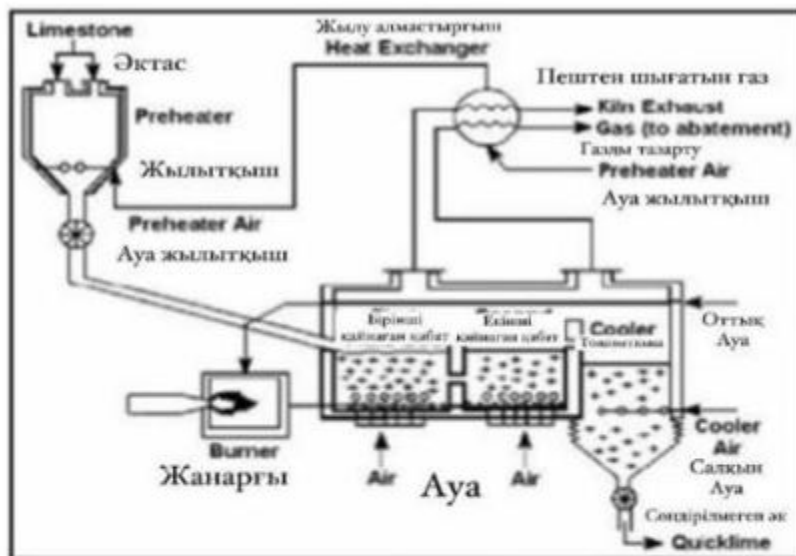
құрамында күкірт бар әктасты қолдану;

NO_x төмен шығарындылары;

SO₂ төмен шығарындылары.

Сонымен қатар осы технологияны қолдану кезінде күйдіруге арналған жылу шығыны аз болады, ұсақталған өнімдер көптеген мақсаттарға жарамайды, ал кальций карбонатының мөлшері салыстырмалы түрде жоғары. Бұл технологияны күнделікті өнімділігі 150 тоннадан асатын пештерде қолдануға байланысты алғашқы проблемалар шешілген сияқты.

7.2-суретте қайнау қабатты пештің схемасы көрсетілген. Жұқа ұсақталған әктас шығатын пеш газдарының жылуын қолдана отырып, жылытқышқа беріледі. Содан кейін қыздырылған әктас контейнерге түседі, онда қайнаған қабаттың бірінші сатысы жасалады, әктастың температурасы көтеріліп, ол күйе бастайды.



Limestone – әктас; Preheater – жылытқыш; Air – ауа; Heat Exchanger – жылу алмастырғыш; Kiln Exhaust – пештен шығатын газ; Gas (to abatement) – газды тазарту; Burner – жанарғы; First – бірінші; Second – екінші; Fluid Bed – қайнаған қабат; Cooler – тоңазытқыш;

Quicklime – сәндірілмеген әк.

7.2-сурет. Қайнау қабатты пеш

Әктас жанған сайын, жеңіл, тез емес әк бөлгіш қабырға арқылы қайнаған қабаттың екінші сатысындағы кеңістікке ағып кетеді, онда атыс аяқталады. Содан кейін сәндірілмеген әк тоңазытқыш арқылы өтеді, онда ол сыртқы ауамен салқындалады.

Қайнау қабатты технологиясын жүзеге асыру кезінде басқа пештерді қолданумен салыстырғанда ластану аз болатынына қарамастан, қайнаған қабатта жұқа дисперсті жоғары белсенді әк алу мүмкіндігі туралы нақты дәлелдер жоқ.

7.2.2. Қалқымалық күйде күйдіру/қалқымалық күйде қыздыру

Әк өнеркәсібінде ұсақ ұнтақталған әктастарды қалқымалық күйдегі қыздырғышқа – декорбанизаторға беру технологиясы әзірленді. Дегенмен, бұл технология белгілі бір сападағы әктас үшін ғана жарамды және сондықтан қондырғылардың өте аз санында қолданылады. Бұл технология Аустралиядағы екі пеште жүзеге асырылды. Олардың бірінде декорбанизатордан алынған өнім CaCO_3 құрамын реттеу және тұтынушының талаптарына қызметтің сәйкестігін бақылау үшін пайдаланылатын қысқа айналмалы пештен өтеді.

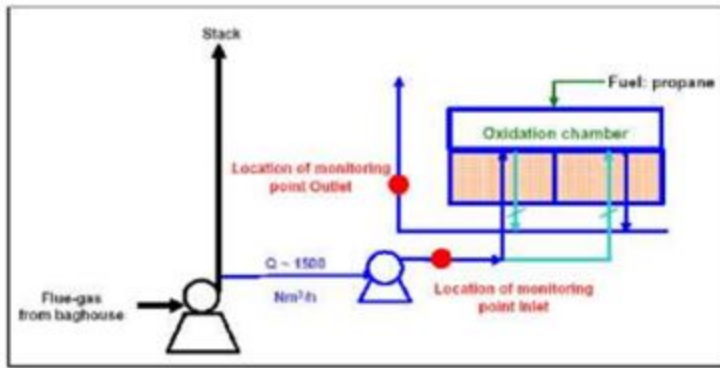
Бұл технология әсіресе "күмды" әктас үшін қолайлы, өйткені аспалы күйдіру 0 – 2 мм өлшемді материалды беруді қамтиды. Қарастырылып отырған технологияны енгізу үшін жоғары күрделі қаржылық салымдар қажет, бұл олардың салыстырмалы түрде жоғары (мысалы, шамамен тәулігіне 500 тонна) өнімділігін шектейді.

7.2.3. Түтін газдарының шахталық айналмалы пештерде толық жануы

Шахталық айналмалы пештердің түтін газдарын өңдеу үшін тазалаудың екі нұсқасы қарастырылады.

Рекуперативті термиялық тотықтырғыш. Қарастырылып отырған технологияның негізгі қасиеті 30 мг/Нм^3 дейін тозаңның шоғырлануына салыстырмалы түрде әлсіз сезімталдық болып табылады. Бұдан басқа, тотықтырғышта жоғары температураның болуына байланысты құрал-жабдықтарды коррозияға ұшырататын аммоний тұздары тұтыла алмайды – ластана алмайды. Алайда ең қолайлы режимдерде бұл технология қосымша (0,85 ГДж/т өнім) жылу шығындарын талап етеді.

Регенеративті термиялық тотықтырғыш. Шағын регенеративті тотықтырғыштың тәжірибелік сынақтары бірнеше зауыттарда жүргізілді. Тотықтырғышты қапшық сүзгі мен құбырдың арасына құйып, түтін газдарының (7.3-суретте көрсетілгендей) бір бөлігін ($1500 \text{ Нм}^3/\text{сағ}$ дейін) түтін газдарының негізгі ағынынан бөліп алған.



Flue-gas from baghouse – қапшық сүзгіден жасалған түтінді газдар; Stack – құбыр; Location of monitoring point – мониторинг нүктелерінің орналасуы; Outlet – шығысы, inlet – кіру; Fuel – отын, propane – пропан; Oxidation chamber – тотықтырғыш камерасы.

7.3-сурет. Түтін газдарын өңдеудің технологиялық схемасының мысалы [73]

Тотықтырғыштың кіруіндегі және шығуындағы түтін газдарының құрамы бірнеше сағат бойы мұқият бақылауға алынды (7.1-кесте).

7.1-кесте. Мониторинг нәтижелері бойынша бірнеше сағат ішінде алынған түтінді газдардың құрамы [73]

Өлшеулер	Заттар	Орташа шоғырлану, мг/Нм ³	
		кіре берісте	шыға берісте
1	2	3	4
1	CO	4900	35
	ЖОК	32	0,1
	H ₂ S	<0,8	<0,7
2	CO	14650	95
	ЖОК	1220	0,4
	H ₂ S	2	<0,8
3	CO	6270	51
	ЖОК	338	1,3
	H ₂ S	1,4	<1,2
4	CO	10810	95
	ЖОК	37	0,2
	H ₂ S	-	-
5	CO	14230	128
	ЖОК	34	0,3
	H ₂ S	20	<0,9
6	CO	14450	115
	ЖОК	53	0,5

Ұсынылған мәліметтерден жақсы жобаланған тотықтырғыш өңдеуге дейін түтін газдарындағы СО концентрациясы 1,5 – 2 % асқан жағдайда автотермиялық (қосымша энергиямен қамтамасыз етусіз) режимде жұмыс істей алады деп қорытынды жасауға болады. Бұл жағдайда көміртегі тотығын, жалпы органикалық көміртегі мен күкіртті сутекті жою тиімділігі 98 % жетеді. Тазалаудан кейін түтін газдарындағы СО концентрациясы әрқашан 100 мг/Нм³ аспайды. Дегенмен, рекуперативті жүйеден айырмашылығы, бұл жабдық түтін газдарында өте аз тозаңды (5 мг/Нм³ артық емес) қажет етеді. Егер шығыс температурасы тым төмен болса (200 °С төмен), аммоний тұздары пайда болуы мүмкін. Бұл жағдайда құбырлардың коррозиясы және/немесе бақылаусыз тозаңның бөлінуі байқалады. Бұл сынақтар сонымен қатар СО 2 – 3 % асқан жағдайда ластағыш заттардың тотығуы кезінде тотықтырғышта тым көп жылу пайда болатынын көрсетті. Бұл жабдықтың елеулі ақауларына әкелуі мүмкін.

Қандай технологияны таңдау керектігі туралы қорытынды өлшемшарттардың келесі (толық емес) тізіміне негізделуі керек:

түтін газының сипаттамалары – ағынның жылдамдығы, оттегі, СО, ТОС және температура;

уақыт бойынша бұл параметрлердің өзгеруі;

тозаңнан арылту жүйесінің сипаттамалары.

Сонымен қатар ең тиімді шешімді жергілікті жағдайларға сәйкес қабылдауға болады [73].

8. Қосымша түсініктемелер мен ұсынымдар

Анықтамалық Экология кодексінің 113-бабына сәйкес 044 "Технологиялар мен ең үздік практикаларды ілгерілету, бизнес пен инвестицияларды дамыту арқылы Қазақстанның жасыл экономикаға жылдам көшуіне жәрдемдесу" бюджеттік бағдарламасы бойынша мемлекеттік тапсырма шеңберінде дайындалған.

Құқықтық негіз "Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысымен қаланған.

ЕҚТ бойынша анықтамалықты технологтардан, экологтардан, энергия тиімділігі жөніндегі мамандардан және қаржылық модельдеу жөніндегі сарапшыдан құралған тәуелсіз сарапшылар тобы жүргізді. Тәуелсіз сарапшылар тобының құрамын Орталық Басқармасы Төрағасының бұйрығымен құрылған ең үздік қолжетімді техникалар

бойынша анықтамалықтар жобаларының бөлімдерін әзірлеу үшін сарапшыларды және (немесе) ғылыми-зерттеу институттарын және (немесе) жоғары оқу орындарын іріктеу жөніндегі жұмыс тобы қалыптастырды.

ЕҚТ анықтамалығы "Ауаның ластануы және климаттың өзгеруі жөніндегі техникалық анықтама орталығы" (СІТЕРА) Француз агенттігінің халықаралық консультанттарын тарта отырып, Германияның қоршаған ортаны қорғау министрлігінің "Орталық және Шығыс Еуропа, Кавказ және Орталық Азия елдерінде және Еуропалық Одақпен шектесетін басқа елдерде қоршаған ортаны қорғау саласындағы консультативтік көмек" бағдарламасы шеңберінде Неміс қоршаған ортаны қорғау агенттігінің (UBA) консультациялық және әдіснамалық қолдауымен, сондай-ақ Еуропа Одағының "Еуропа Одағы - Орталық Азия: су ресурстары, қоршаған орта және климаттың өзгеруі саласындағы ынтымақтастық" (WESCOOP) жобасының қолдауымен әзірленді.

Осы анықтамалықты дайындау Орталық Басқарма Төрағасының 2021 жылғы 25 ақпандағы № 20-21П, 2021 жылғы 10 маусымдағы № 70-21П бұйрығымен құрылған техникалық жұмыс тобы мүшелері (ТЖТ) қатысуымен жүзеге асырылды. ТЖТ құрамына цемент өнеркәсібінің, өнеркәсіптік қауіпсіздік және халықтың санитарлық-эпидемиологиялық салауаттылығы саласындағы мемлекеттік органдардың, ғылыми және жобалау ұйымдарының, табиғатты қорғау және салалық бірлестіктердің өкілдері кірді.

Анықтамалықты әзірлеудің бірінші кезеңінде КТА – өндірісті басқарудың тиімділігін, қолданылатын автоматтандыру құралдарын, технологиялық мүмкіндіктерді талдауды және кәсіпорындардың қоршаған ортаға әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берген цемент пен әк өндіретін кәсіпорындардың ағымдағы жағдайын сараптамалық бағалау жүргізілді.

Цемент және әк өндіретін кәсіпорындарда іске асырылған технологиялардың ең үздік қолжетімді техника (ЕҚТ) қағидаттарына сәйкестігін бағалау ұйымдардың технологиялық процестеріне ең үздік қолжетімді техникалар қағидаттарына сәйкестігіне сараптамалық бағалау жүргізу әдістемесіне сәйкес орындалды. Сараптамалық бағалаудың мақсаты цемент пен әк өндіру жөніндегі кәсіпорындардың осы технологиялық жай-күйін айқындау және оларды ЕҚТ параметрлеріне сәйкес бағалау болып табылады.

ЕҚТ өлшемдеріне сәйкестікті бағалау Экология кодексінің 113-бабына, Еуропалық парламенттің және ЕО Кеңесінің "Өнеркәсіптік шығарындылар және/немесе тастаулар туралы (ластанудың кешенді алдын алу және бақылау туралы) директивасына", сондай-ақ осы Анықтамалықтың 2-бөлімінде көрсетілген ЕҚТ-ға жатқызу әдіснамасына сәйкес белгіленді.

Тұтастай цемент және әк өнеркәсібінде, өнеркәсіпте қолданылатын технологиялар, қондырғылар, ластағыш заттардың шығарындылары, өндірістік қалдықтардың түзілуі,

қоршаған ортаға әсер етудің басқа да факторлары, энергия және ресурс туралы ақпаратты талдау және жүйелеу, әдебиет деректерін пайдалана отырып тұтыну, нормативтік құжаттарды және қоршаған орта есептерін зерделеу жүргізілді.

ЕҚТ сауалнамасы үлгілері негізінде цемент және әк өндіретін кәсіпорындарға сауалнама жүргізілді. Кәсіпорындардан алынған сауалнамаларды талдау нәтижелері технологияларды қолданудың әртүрлі аспектілері, оның ішінде технологиялық көрсеткіштер бойынша ақпараттың анық жетіспеушілігін анықтады. Цемент және әк өндірісі бойынша салалық есептерде келтірілген ластағыш заттардың шығарындыларының (ластағыш заттардың) көрсеткіштері стандартты жағдайларға (273 К температурадағы құрғақ газ шығыны және 101,3 кПа қысым) төмендетілмейді. Шығарылған газдағы оттегінің құрамын түзетуді ескере отырып, ластағыш заттардың нақты (өлшенген) нормаланған мәндері қамтамасыз етілмеді. Осы себепті, осы кезеңде цемент және әк зауыттары ұсынған қолда бар нәтижелер пайдаланылды.

"Цемент және әк өндірісі" анықтамалығын дайындау кезінде ЕҚТ енгізудің еуропалық тәсілі зерттелді. "Цемент, әк және магний оксиді өндірісі" еуропалық анықтамалығы негіз етіп алынды (Best Available Techniques Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide), 2013 ж.

"Цемент және әк өндірісі" ЕҚТ анықтамалығының құрылымы ЕҚТ нәтижелері бойынша және Қазақстан Республикасының цемент-әктас өнеркәсібінің құрылымдық ерекшеліктерін талдау, сондай-ақ үздік әлемдік тәжірибеге назар аударып отырып әзірленді.

Перспективалы технологияларға тек отандық әзірлемелер ғана емес, сонымен қатар шетелде тәжірибеде қолданылатын, бірақ Қазақстан Республикасында әлі енгізілмеген озық технологиялар да жатады.

"Цемент және әк өндірісі" анықтамалығын дайындау нәтижелері бойынша осы анықтамалық бойынша әрі қарай жұмыс істеуге және ЕҚТ енгізуге қатысты мынадай ұсыныстар тұжырымдалды:

Кәсіпорындарға ластағыш заттар эмиссияларының, әсіресе маркерлік эмиссиялардың қоршаған ортаға технологиялық көрсеткіштері, шикізат пен энергия ресурстарын тұтыну, сондай-ақ негізгі және табиғатты қорғау жабдықтарын жаңғыртуды жүргізу, ЕҚТ енгізудің экономикалық аспектілері туралы мәліметтерді жинауды, жүйелеуді және сақтауды жүзеге асыру ұсынылады.

Библиография

1. 2021 жылғы 2 қаңтардағы Қазақстан Республикасының Экология кодексі.
2. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. – 2013 https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CLM_Published_def_0.pdf.

3. Б.Т. Таймасов. Специальная технология вяжущих материалов: оқулық. – Шымкент: Түрі. Алем, 2020. – 368-б.
4. А.Т. Керембаев. "Производство строительных материалов и прочей не металлической минеральной продукции. Производство цемента, извести и строительного гипса". Астана, 2020.
5. Statista.com, 2020. <https://www.statista.com/>.
6. Қазақстанда цемент өнімдерінің бағасын төмендету көзделіп отыр /<https://kursiv.kz/news/otraslevye-temy/2021-07/v-kazakhstane-khotyat-snizit-ceny-na-cementnuyu-produkciyu>.
7. Б.Т.Таймасов, В.К.Классен. Химическая технология вяжущих материалов: оқулық / - 2-ші басылым, қосымша - Белгород: БГТУ баспасы, 2017. – 448-б.
8. Б.Т. Таймасов. Химическая технология вяжущих материалов: Оқулық / - Шымкент: М.Әуезов атынд. ОҚМУ, 2014. – 444-б.
9. Ең үздік қолжетімді технологиялар бойынша ақпараттық-техникалық анықтамалық. АҚА цемент өндірісі 6-2015. - Мәскеу, 2015.
10. Қазақстан Республикасының энциклопедиясы. "Қазақстан". Ұлттық энциклопедия: 1-том; 2-том; 3-том; 4-том; 5-том.
11. Б.С. Сейітжанов. ЖШС "Стандарт Цемент"// Цемент и его применение. №1. 2020 . – 86-б.
12. Т.Дюмортье. Шолу // Цемент и его применение. 2020. № 1. – 83-б.
13. М.Ж. Ескендіров. Шолу. ЖШС ПО "Көкше-Цемент" // Цемент и его применение . №1 2020. – 83-84-б.
14. М.Ж. Ескендіров. Шолу. ЖШС ПО "Көкше-Цемент" // Цемент и его применение . №5 2020. – 12-13-б.
15. МемСТ 31108 Жалпы құрылыс цементтері. Техникалық шарттар.
16. МемСТ 30515 Цементтер. Жалпы техникалық шарттар.
17. МемСТ 22266 Сульфатқа төзімді цементтер. Техникалық шарттар.
18. МемСТ 1581 Тампоначдық цементтер. Техникалық шарттар.
19. МемСТ 33174 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Цементтер . Техникалық талаптар. - М., Стандарттық ақпарат. 2015. – 12-б.
20. Э.Б.Лившиц, В. С.Кашников. Инструкция по определению основных технологических параметров, применяемых при проведении наладочных работ на цементных предприятиях Чимкентского отделения ОРГПРОЕКТЦЕМЕНТА. – Шымкент қаласы. 1990. – 687-б.
21. А. А. Пашенко, Вяжущие материалы. 2-ші басылым: оқулық / А.А. Пашенко, В. П. Сербин, Е. А. Старчевская. – Киев: Вища мектебі, 1985. – 440-б.
22. В.К. Классен. Технология и оптимизация производства цемента: дәрістердің қысқаша курсы: оқу. құралы/В.К.Классен. - Белгород: БГТУ баспасы, 2012. – 308-б.
23. VDI 2094 Germany, 2003.

24. "Цемент зауыттарындағы қалдықтарды жою бойынша ұсыныстар". 2005 жылғы қазан, Швейцарияның қоршаған орта, орман және ландшафт агенттігі, SAEFL.
25. И. Г. Лугинин. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов.- Белгород: Г. Шухов атынд. БГТУ баспасы, 2004. – 1-Б. – 240-б.
26. В.К.Бишимбаев, Б.О.Есимов, Т.А.Адырбаева, В.В.Руснак, Ю. В. Егоров. Минерально-сырьевая и технологическая база Южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов. Монография. – Алматы, 2009. – 266-б.
27. МемСТ 3476 Цемент өндіруге арналған доменді және электротермофосфорлы түйіршіктелген қождар.
28. 2019 жылғы өндіріс және тұтыну қалдықтарының Мемлекеттік кадастрын жүргізу нәтижелері бойынша ақпараттық шолу.
29. "Тұтыну қалдықтарын қайталама шикізатқа жатқызу өлшемшарттарын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің м.а. 2016 жылғы 19 шілдедегі № 332 бұйрығы.
30. С.В. Терехович Технологические процессы производства, гидратация и свойства цементов, полученных на основе фосфшлаков: техн. ғылым. докт. Дисс. – Шымкент, 1985.
31. Н. Н. Жанықұлов. Создание энерго- и ресурсосберегающих технологий портландцементов и стеновой керамики с использованием отходов угледобычи и техногенного сырья. PhD доктор Дисс. - Шымкент. 2020.
32. Б.Т.Таймасов, Т.М.Худякова, Н.Н.Жанықұлов. Комплексное использование природного и техногенного сырья в производстве малоэнергоемких цементов: Монография: - Шымкент: Типография "Алем", 2017. – 200-б.
33. И.А.Морозова, В.К.Классен. Использование металлургических шлаков для производства высококачественных цементов // Цемент Информ. - 2014. - №2 (47). – 65-67-б.
34. Б.Таймасов. Малоэнергоемкая ресурсосберегающая технология производства портландцемента на техногенных и природных материалах. Тех. ғылым. докт, Дисс. – Шымкент, 2002.
35. Б.Т.Таймасов, Б.О. Есімов, С.В.Терехович, Р.К. Құралова. Цементы на основе техногенных отходов и магматических пород. – Шымкент: NORIS баспасы, 2002. – 163-б.
36. Патент №2012. ҚР Ұлт. патент ведомствосы. Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера // Б.Т.Таймасов, С. В.Терехович, Ноғаев және т. б. 15.06.98. Бюл. № 5.
37. Цементы из базальтов // Ред. А.А.Пашенко. - Киев, Наукова Думка, 1983. – 192-б.
38. В.М.Копелиович, А.И.Здоров, А.Б.Златковский. Утилизация промышленных отходов в производстве цемента // Цемент және оны қолдану. 1998. № 3. – 35-39-б.

39. Е.Н.Потапова, М.А. Волосатова. Производство цемента / Технологиялар энциклопедиясы. Өнеркәсіптік технологиялардың ресурстық тиімділігінің эволюциясы және салыстырмалы талдауы / [бас. ред. Д.О. Скобелев]: ФГАУ "НИИ "ЦЭПП". – М.; СПб.: "Реноме", 2019. – 455-514-б.

40. Еуразиялық экономикалық одақ елдерінің цемент саласына шолу 2015-2016. Ernst&Young аналитикалық зерттеулері.

41. Союзцемент. Еуразиялық экономикалық одақтың цемент саласына шолу. Электрондық ресурс – <https://soyuzcem.ru/analitika>.

42. Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Статистика комитеті , 2020 жыл <https://bala.stat.gov.kz/>.

43. "Бизнестің жол картасы – 2025" бизнесті қолдау мен дамытудың мемлекеттік бағдарламасы шеңберінде маркетингтік зерттеу, 2020 жыл. https://egov.kz/cms/ru/articles/road_business_map.

44. Technology Roadmap-Low-Carbon Transition in the Cement Industry 2014 [Электрондық ресурс]. URL: <https://webstore.ilea.org/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry> (өтініш берілген күн – 23.03.2020).

45. Ф.Лейтан. Взгляд вперед: каким будет цементный завод в ближайшем будущем / Цемент және оның қолданылуы. 2020. № 1. – 124-128-б.

46. A blueprint for a climate friendly cement industry. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/englishsummary_lr_pdf.pdf.

47. Concrete is more than a material. It's about life/ Global Cement and Concrete Association (GCCA) of 03.05.2021

48. Экологическое нормирование предприятий: наилучшие доступные технологии, повышение энергоэффективности и выбросы парниковых газов. Международный опыт и российские подходы. - М.: Инфотропик Медиа, 2017. – 104-б.

49. Цемент саласын ең үздік қолжетімді техникалар қағидаттарына сәйкестігіне сараптамалық бағалау туралы есеп. Нұр-Сұлтан. 2021.

50. Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency, 2009 г. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/ENE_Adopted_02-2009.pdf.

51. Проектирование цементных заводов (ред. Зозули П.В., Никифоров Ю.В.). - СПб: Баспа үйі. "Синтез". 1995. – 445-б.

52. Environmental emission monitoring of SO₂, NO_x, VOC and other contaminants from cement Kilns. Training module 1, RD E&GC, UNACEM, Ecuador, November 2020.

53. Workshop to Promote the Ratification of Protocols of the UNECE Air Convention with Focus on Countries in the EECCA Region. 14 - 16 May 2019, Berlin, Germany. <https://www.unece.org/index.php?id=51388>.

54. Cembureau emission report 2018 for the year 2016 NO_x abatement systems installed in EU 28.
55. "Эмиссиялары экологиялық нормалануға жататын ластағыш заттардың тізбесін бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 25 маусымдағы № 212 бұйрығы.
56. "Тіршілік ету ортасы мен адам денсаулығына әсер ету объектілері болып табылатын объектілердің санитариялық-қорғау аймақтарына қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар" санитариялық қағидаларын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің м. а. 2022 жылғы 11 қаңтардағы № ҚР ДСМ-2 бұйрығы.
57. Жаңа технологиялар зертханасы – URL: <http://www.energy-lab.ru> / (өтініш берілген күн – 23.04.2021).
58. П. А.Федотов. ЖШҚ "Данфос". "ИСУП", 2017. № 6(72). URL: <https://isup.ru> / (өтініш берілген күн – 18.05.2021).
59. "ЭРАСИБ" Разработка и производство систем управления электроприводом – URL: <https://erasib.ru/> (өтініш берген күні 21.04.2021)
60. Ең үздік қолжетімді АТА технологияларына ақпараттық-техникалық нұсқаулық 7-2015. Әк өндірісі, - 125-б.
61. Ресурс үнемдеу. Цемент өнеркәсібінде қалдықтармен жұмыс істеудің ең қолжетімді технологиялары, 2013.
62. И. Н. Борисов, О. С. Мандрикова. Применение топливосодержащих отходов в производстве цемента //ЦементАқпарат. 2014. № 1. Б. 9-11.
63. Cembureau-The Европейская цементная ассоциация, Брюссель, 2019 жылғы қызмет туралы есеп.
64. GCCA Sustainability Guidelines for co-processing fuels and raw materials in cement manufacturing June 2019, GCCA- Global Cement and Concrete Association, London, UK https://gccassociation.org/wp-content/uploads/2019/10/GCCA_Guidelines_FuelsRawMaterials_v04_AMEND.pdf.
65. Использование альтернативных видов топлива и сырья в цементной промышленности Турции //Цемент және оны қолдану. 2020. – 5-б.
66. Гипроцемент-Ғылым ҒЗО ЖАҚ. [Электрондық ресурс] - Қол жеткізу режимі: <http://www.giprocement.ru>.
67. ҚР СТ 2187-2012 "Қалдықтар. Автокөлік шиналары. Жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік талаптары".
68. Т.М.Худякова, М.Ж. Айтөреев. Характеристика топлив и топливосжигающих устройств в промышленности строительных материалов: оқу құралы. - Шымкент: "Алем" баспаханасы, 2014. – 174-б.

69. "Қалдықтар жіктеуішін бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің м.а. 2021 жылғы 6 тамыздағы № 314 бұйрығы <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023903>.

70. Өндіріс және тұтыну қалдықтарының мемлекеттік кадастры. [Электрондық ресурс] - Қол жеткізу режимі: <http://oos.energo.gov.kz>.

71. 1-жоба және Perlmooser AG ақпараты бойынша біріктірілген және сұрыпталған негізгі түсініктеме кестесі. Қалдықтарды енгізу өлшемшарттарына үлес, 2007.

72. Castle Cement UK (2006). "Presentations and contributions from British cement plants during site visits".

73. "Metals database EuLA". EuLA. 2006.

74. П.В. Журавлев, В.К.Классен. Синтез низкоосновного малоэнергоёмкого клинкера с использованием шлаков и получение высококачественного смешанного цемента // Жоғары оқу орындарына жаңалықтары. Құрылыс. 2000. № 10. – 40-44.

75. В. М. Коновалов, В. В. Ткачев. Химическая конверсия топлива в технологии портландцемента // Цемент және оны қолдану. 2012. № 4. – 106-108-б.

76. В.К. Классен. Энергосбережение и повышение прочности цемента при использовании сталеплавильных шлаков в качестве сырьевого компонента /В. К. Классен, И. А. Морозов, И. Н. Борисов, О. С. Мандрикова//Middle-East Journal of Scientifental Жүйелер. Талаптар: URL:[http://idosi.org/mejsr/mejsr18\(11\)13/11.pdf](http://idosi.org/mejsr/mejsr18(11)13/11.pdf)]. 2013. № 18 (11). 1597-1601-б.

Ең үздік қолжетімді техникалар
бойынша "Цемент және әк
өндірісі" анықтамалығына
1-қосымша

"Көмір өндіру қалдықтарын, қорғасын қожын және тефритобазальтін пайдалана отырып, клинкер өндірудің энергия үнемдейтін технологиясы" мысалында 10 "Қосымша ресурстарды пайдалану" ЕҚТ-ның қолданылуын экономикалық бағалау

Портландцемент клинкерін алу үшін қалдық көмірді, қорғасын қожын және базальт тефритін пайдаланған кезде келесі экономикалық пайда алынды:

1) пештің орташа сағаттық өнімділігі 30 т/сағ-тан 34,5 т/сағ дейін өсті, бұл - 4,5 немесе + 15 %;

2) табиғи отынды (көмірді) тұтыну 380 кг/т-дан 307,8 кг/т дейін төмендеді, бұл – 72,2 кг/т немесе – 19 %.

Бұл ретте пештің жұмысының жақсарғаны белгіленді, клинкердің сапасы жақсы, СаО бос мөлшері 0,5 – 1,5 %, агломерация аймағындағы жабын тұрақты болды, күйдіру температурасы 100 – 110 °С-ге төмендеді.

Тәжірибелік сульфатқа төзімді цементтердің беріктігі иілуде 28 тәуліктен кейін 6,7 МПа, ал сығымдауда 45,4 МПа. 4x4x16 см бумен пісірілген үлгілердің беріктігі иілу кезінде 4,6 МПа және қысу кезінде 30,3 МПа болды.

Төменде көмір өндіру қалдықтарын, тефрит-базальт пен қорғасын қожын пайдалана отырып, энергия және ресурс үнемдейтін цемент өндірудің технологиялық схемасы келтірілген.

Б1-кестеде ЕҚТ 10 бойынша экономикалық әсердің есебі көрсетілген. "Қосымша ресурстарды пайдалану" көмір өндіру қалдықтарын, қорғасын қожын және тефрит-базальтты өндіру бойынша кәсіпорын үшін портландцемент клинкерін өндіруде пайдалану мысалында орташа өлшемді цемент.

Б1-кесте. А кәсіпорнында портландцемент клинкерін өндіру үшін көмір өндіру қалдықтарын, қорғасын қожын және тефрит-базальтты пайдаланудың экономикалық әсері (ЕҚТ 10 қолдану мысалы)

Енгізу параметрлері	Өлш. бірлігі	Мәні	Пікірлер
ЕҚТ енгізілгенге дейін жыл сайынғы цемент өндіру	тонна жылына	400,000	Орташа өлшемді цемент зауыты үшін мысал ретінде алынған көлем.
Цементтің жылдық өндірісінің өсу пайызы	%	15,0 %	Дереккөз: ЕҚТ сипаты.
Цемент сату бағасы	тоннасына теңге	25 000	Дереккөз: ашық дереккөздер, 2021 жылға арналған деректер.
Цементтің материал құрамындағы клинкердің пайызы	%	95,0 %	Цемент өндірісі бойынша орта есеппен алынған деректер.
Табиғи отынның (көмірдің) бір тонна клинкерге қажетті көлемі коэффициенті ретінде	тонна/тонна клинкер	0,38	Технологияға сәйкес есептік көрсеткіштер
ЕҚТ енгізілгеннен кейін табиғи отынды (көмірді) тұтынуды азайту пайызы	%	19,0 %	Дереккөз: ЕҚТ сипаты.
Табиғи отынның құны (көмір)	тонна жылына	10,000	Дереккөз: ашық дереккөздер, 2021 жылға арналған деректер.
Салық төлегенге дейінгі табыстылық нормасы	%	10,0 %	Цемент өндіретін кәсіпорындар бойынша бағалау деректері.
Корпоративтік табыс салығының мөлшерлемесі	%	20,0 %	Дереккөз: ҚР Салық кодексі бойынша мөлшерлеме

Экономика есеп-қисабы	Өлш. бірлігі	Мәні	Түсініктеме
ЕҚТ енгізілгенге дейін жыл сайынғы цемент өндіру	тонна жылына	400,000	

ЕҚТ енгізілгеннен кейін жыл сайынғы цемент өндіру	тонна жылына	460,000	
Табыстың жалпы өсуі	теңге	1,500,000	
Қосымша сатылған цемент есебінен зауыттың пайдасы 10 % рентабельділікпен	теңге	150,000,000	
ЕҚТ енгізуге дейін табиғи отынның қажетті көлемі	тонна жылына	166,060	
ЕҚТ енгізілгеннен кейін табиғи отынның қажетті көлемі	тонна жылына	134,509	Бұл ретте табиғи отынға шығыс коэффициенті клинker тоннасына 0,380-нен 0,3078 тоннаға дейін азаяды.
Табиғи отынды (көмірді) тұтынудан жалпы үнемдеу	теңге	315,514,000	
НТҚ енгізуден кейінгі жалпы қосымша таза пайда	теңге	372,411,200	Қосымша пайда

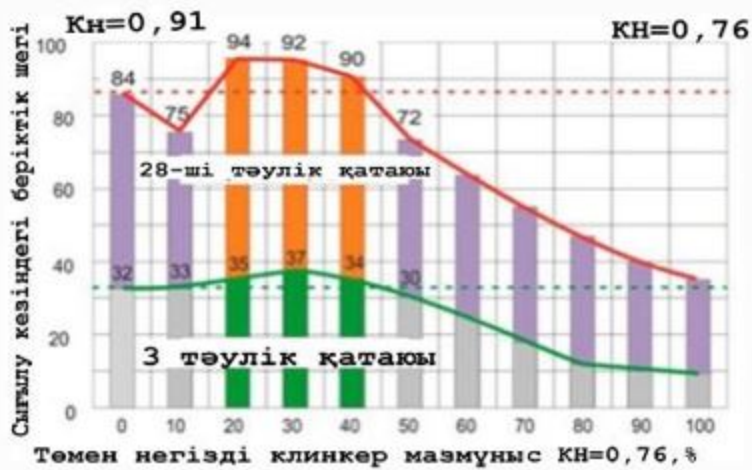
ЕҚТ 10 үшін ұсынылып отырған мысал "қолжетімді" болып саналады – ол инвестицияны қажет етпейді, бұл ретте кірістер артып, өндіріс шығындары (клинкер/цемент) төмендейді, осылайша ЕҚТ мысалын енгізуден түсетін пайда жылына 372,4 миллион теңгені құрайды. 2021 жылға арналған баға деңгейі үшін.

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Цемент және әк өндірісі" анықтамалығына
2-қосымша

Цемент өндірісінде түрлі әдістерді қолдану мысалдары В1 Жоғары белсенді аралас екі клинkerлі портландцемент алу техникасы

Белсенділігі жоғары аралас екі клинkerлі цементті алу технологиясы жоғары және төмен қанығу коэффициенттерімен белгілі бір қатынаста араласқан клинkerлерді ұсақ ұнтақтауға негізделген [74].

$KH = 0,76$ клинker қосындылары бар $KH = 0,91$ клинker негізіндегі аралас екі клинkerлі цементтің (АЕКЦ) беріктік қасиеттері В1 суретте көрсетілген.



В1-сурет. Аралас екі клинкерлі цементтің сығылуға беріктігі.

АЕКЦ алуға болады:

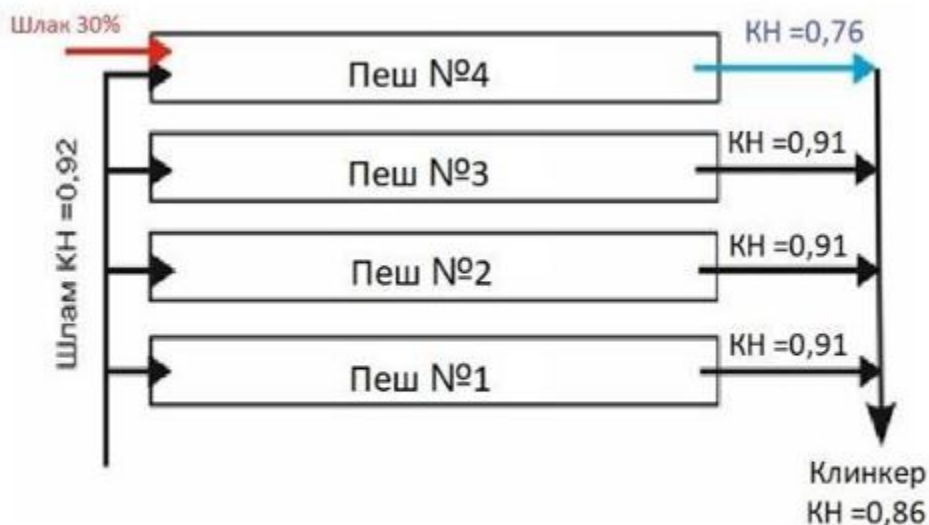
клинкерлерді $KN = 0,91$ және $KN = 0,76$ араластыру арқылы; әртүрлі сипаттамалары бар шламды бөлек дайындауды талап етеді;

кәдімгі шикі шламға 30 % қожды енгізу, кейіннен мұндай шламды пештердің бірінде күйдіру.

Шламның бір құрамындағы қожды қолдана отырып, АЕКЦ алу нұсқасы В2-суретте берілген.

Осы схема бойынша бірқатар цемент зауыттарында цементтің тәжірибелік партиясы шығарылды, бұл әдістің тиімділігін дәлелдеді.

Бұл технологияны қолданудың экологиялық әсері төмен негізді клинкерді күйдіру кезінде энергия шығынын азайту, CO_2 шығарындыларын азайту,

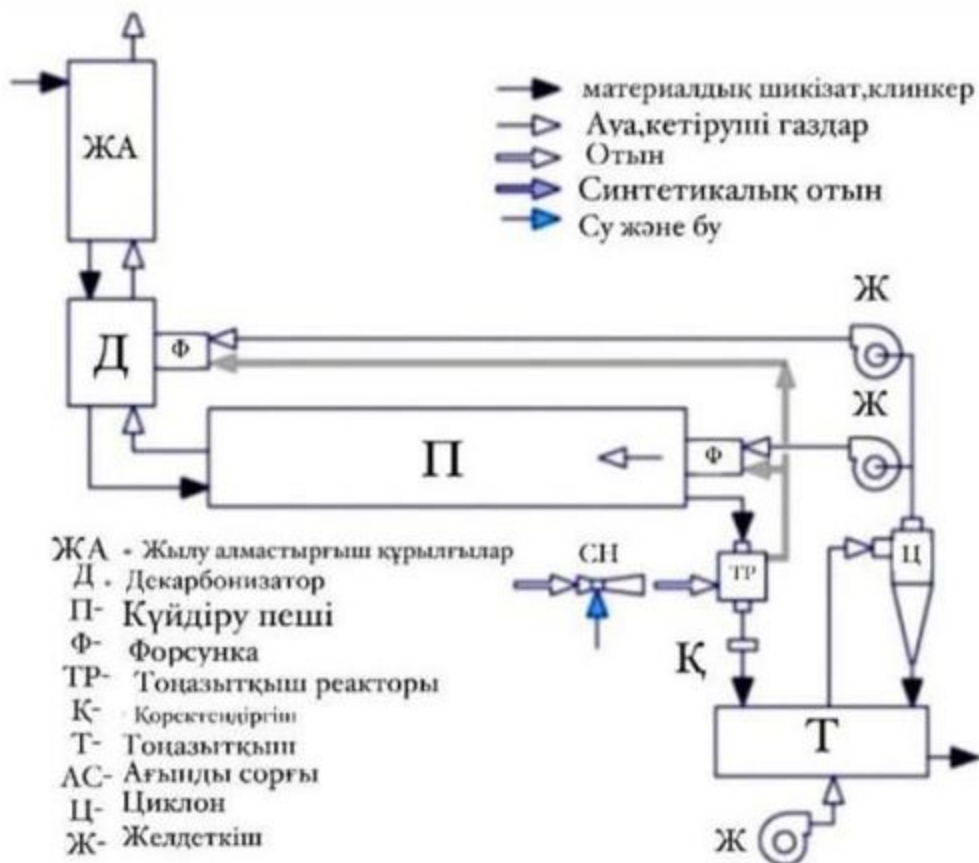


В2-сурет. Шламның бір құрамындағы АЕКЦ алу схемасы

В2 Цемент өндіру кезінде жылуды химиялық регенерациялау әдісін қолдану техникасы

Пештен шығатын клинкердің (ХЖР) химиялық жылуды регенерациялаудың мәні бастапқы отынды алдын ала эндотермиялық өңдеу үшін оның жылу құрамын пайдалану болып табылады, бұл ретте жоғары мөлшерде химиялық жинақталған жылу алады, сондай-ақ физикалық жылытылады [75].

В3 суретте құрғақ процесте айналмалы пештен шығатын клинкердің жылуын пайдалану үшін ХЖР әдісін қолданудың схемалық диаграммасы көрсетілген.



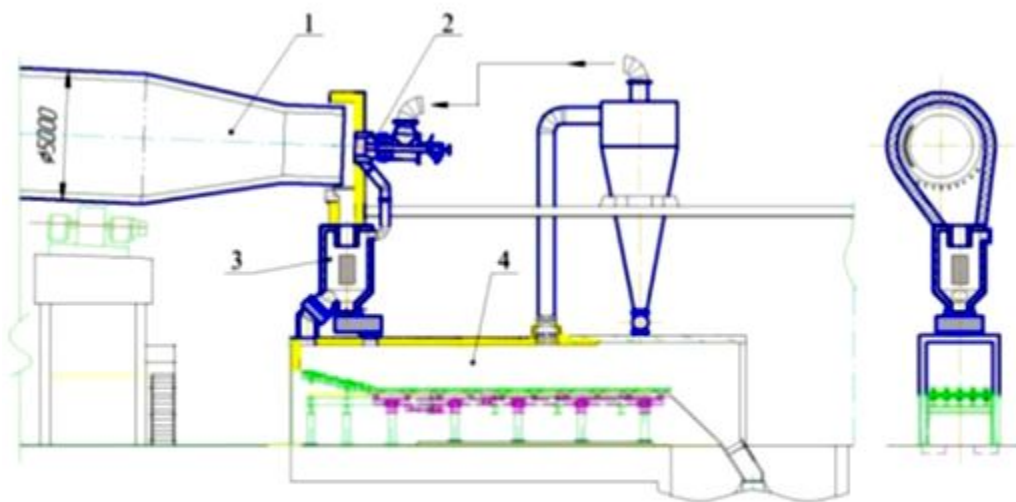
В3-сурет. Клинкердің жылуын химиялық регенерациялау келтіру әдісін

В3-сурет. Клинкердің жылуын химиялық регенерациялау келтіру әдісін жүзеге асыру схемасы

Цемент клинкерін өндіруге арналған шикізатты ретімен жылу алмастырғышта (ЖА), декарбонизаторда (Д) термиялық өңдеуден өткізеді, содан кейін айналмалы пеште (П) күйдіреді. Күйдірілген өнім - клинкер айналмалы пештен 1300 – 1400 °С температурада шығады және тоңазытқыш-реакторға (ТР) салқындатудың бірінші сатысына түседі, оған сондай-ақ табиғи газ және тотықтырғыш (су буы, көмірқышқыл газы немесе

олардың шығатын пеш газдарынан қоспасы) беріледі. Температурасы 1000 °С синтезделген отын пештің және декарбонизатордың форсункаларына (Ф) түседі, осы форсункаларға жануға қажетті ауа мөлшері желдеткіштермен (Ж) беріледі. Циклон (Ц) ауаны клинкерлік тозаңнан бөлуге арналған. ТР үшін орнатылатын қоректендіргіш (К) клинкердің берілген қабатын ұстап тұру және ТР ауа соруды болғызбау үшін қызмет етеді. Берілген температураға дейін салқындатылған клинкер ТР-тен қоректендіргішке және одан әрі соңғы салқындату жүргізілетін дәстүрлі тоңазытқышқа (Т) түседі.

Отын мен ауаны жануға беру ерекшеліктеріне байланысты ХРТ әдісін қолдану тоңазытқыштың пеші мен шахтасының шығу бөлігіне өзгерістер енгізуді болжайды (В4-сурет).



В4-сурет. ХРТ әдісін техникалық енгізу схемасы

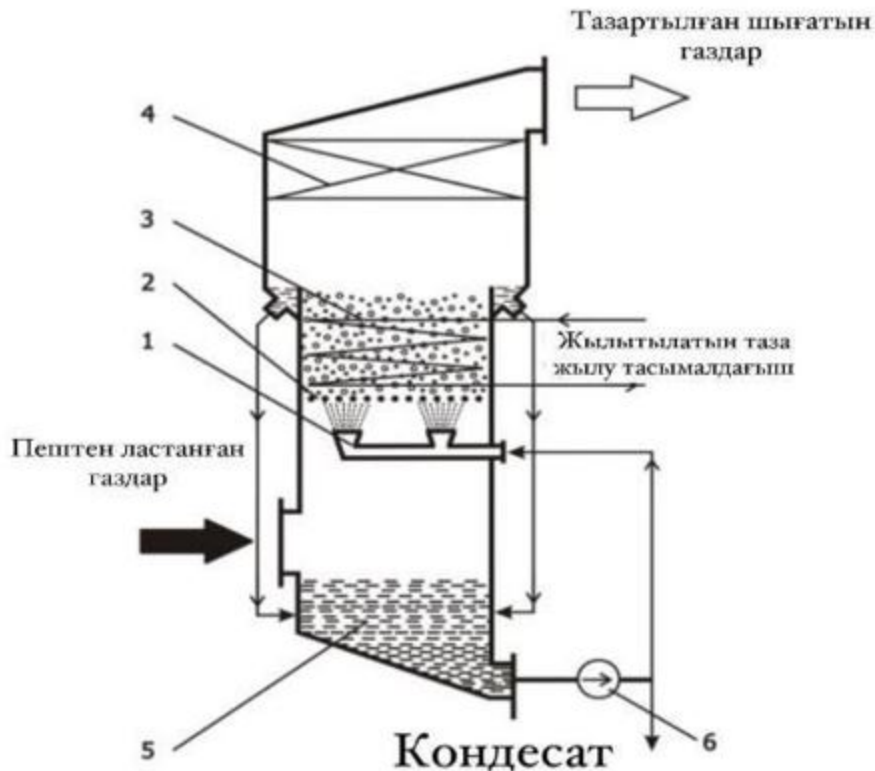
Пештің 1 ыстық ұшы максималды қысқартылған диаметрмен жасалған, ал тоңазытқыш білігі ағызу құбырымен ауыстырылады. Барлық жану ауасы 2 форсунка арқылы беріледі.

Осыған байланысты пеште салқындату аймағы іс жүзінде жоқ, ал клинкерді салқындату тоңазытқыш- реакторда (ТР) 3 басталады.

ХРТ технологиясын қолдану отынның табиғи шығынын азайтуды қамтамасыз етеді, атмосфераға үш атомды газдардың (атап айтқанда, CO_2) шығарындыларын азайту мәселесін шешеді және отынның жану тиімділігін арттырады.

В3 Цемент өндірісінің дымқылды процесінде тиімді жылуды қалпына келтіру және қалдық газды тазарту техникасы

Айналмалы пештен шығатын газдарды тозаңнан арылту үшін арнайы скрубберді қолдану ұсынылады [76] (В5-сурет).



В5-сурет. Газдарды энерготехникалық өңдеу скрубберінің принципті схемасы: 1 – шашырату форсункалары; 2 – тірек-тарату торы;

3 – құбыр шоғыры; 4 – тамшы ұстағыш; 5 – конденсат жинау багы;

6 – сорғы.

Бұл құрылғыны пайдалану ылғалдылығы жоғары болғандықтан, пештегі газдарды дымқылды өндіру әдісімен тазарту үшін тиімді. Бұл ретте жылуды тиімді пайдалануға, оның ішінде буланудың жасырын жылуына қол жеткізіледі және қатты бөлшектер су буының конденсация орталығына айналғандықтан, бұл аппаратта тозаң жинау тиімділігі 99,99 % жетеді, бұл өнеркәсіптік сынақтармен расталады.

Шығарылған газдардың жылуын өндірістік және тұрғын үй-жайларды жылыту үшін салқындатқыш ретінде қолданылатын таза суды жылыту үшін пайдалануға болады. Суды жеңіл қайнататын жылу тасымалдағышқа (пентан) ауыстырған кезде турбиналарда электр энергиясының қосымша мөлшерін өндіруге болады.

Аппаратта пайда болатын суспензия шламды дайындауға жіберіледі, бұл су ресурстарын, отынды үнемдеуді және қыста шламның қатып қалуын болғызбауды қамтамасыз етеді.

Ұсынылған технологияны қолданудың экологиялық әсері клинкерді күйдіруге энергия шығынын азайту және пештен тозаң шығарындыларын азайту болып табылады.

В4 Цемент өндіру үшін үйінді электрметаллургиялық қождарды пайдалану техникасы

Балқытылған қож бен бордың үйінді шұңқырында қабат-қабат шихтовкасын жасау ұсынылады, бұл қатардағы шикізат шламының КН-не жақын қоспаның қанығу коэффициентін алады [76].

Қожды қолданудың бұл әдісі бордың ішінара декарбонизациясын, клинкерді жағуға жылу шығынын азайтуды қамтамасыз етеді және жоғары КН бар қосымша шламды дайындауды болдырмайды. Болашақта алынған қож-бор-эк қоспасын цемент клинкерін алу үшін пештің суық бөлігінен қарапайым шикізат шламымен бірге беру керек.

Бұл әдісті іске асыру үшін В6-суретте көрсетілген технологиялық схема ұсынылады, оған сәйкес балқытылған қождың жылуын қолдана отырып, қож-бор шихтасын дайындау қож үйінділерінде де қамтамасыз етіледі.



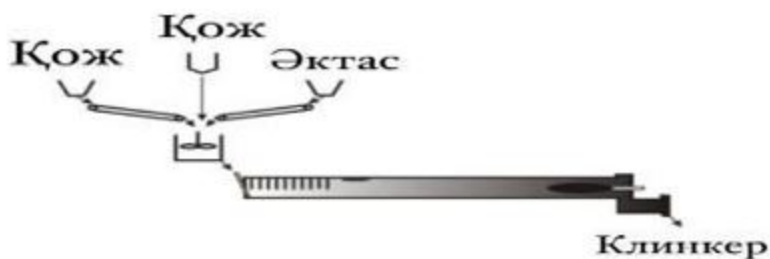
В6-сурет. Қожды пайдаланудың ұсынылатын технологиялық схемасы

Ол үшін балқытылған қож табиғи ылғалдылығы бар алдын ала ұсақталған бордың астындағы қабатына құйылуы керек. Бұл шихтаның қажетті химиялық құрамын қамтамасыз етеді, қожды салқындату кезінде борды кептіру және ішінара декарбонизациялауды қамтамасыз етеді. Алынған партия одан әрі магниттік барабанда темірді алып тастауға, айналмалы экранда фракциялауға және араластырғышта

орташалауға ұшырайды, содан кейін цемент зауытына тасымалданады. Пешке жіберер алдында қож-бор-эк құрамдас бөлігі шламмен араластырғыш-ұнтақтағышта араластырылады.

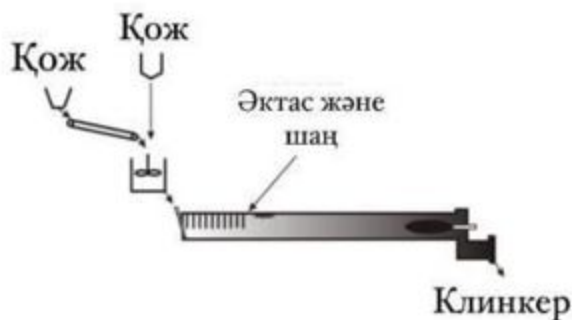
Жоғары сапалы клинкер алу үшін қожды, әкті және шикі шламды біріктіріп пайдаланудың балама нұсқалары:

білікті ұсатқышта алдын ала ұсақталған әкті пештің суық бөлігінен қожбен және шламмен бірге беру (B7 сурет);



B7-сурет. Пештің салқын шетінен қожды, әкті және шламды беру

білікті ұсатқышта алдын ала ұсақталған әкті тізбекті перде үшін электр сүзгіштердің тозаңымен бірге беру қажет (B8 сурет);



B8-сурет. Пештің суық бөлігінен – тізбекті перденің артындағы әкті және қож пен шламды жеткізу

білікті ұсатқышта алдын ала ұсақталған әкті тізбекті перде үшін қожбен бірге беру қажет (B9-сурет).



В9-сурет. Тізбекті пердеге әк пен қожды беру

Бұл ретте әкті қатты күйдіру ($1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары, ұсталуы 1 сағаттан артық) және "күйдіру" немесе "әлсіз" күйдіру мүмкіндігін болдырмай, клинкердің күйежентектенуінің орташа дәрежесін қамтамасыз ету қажет.

Бұл технологияны қолданудың экологиялық әсері клинкерді күйдіруге энергия шығынын азайту, CO_2 шығарындыларын азайту болып табылады.

В5 Цемент өндіру үшін карбидті әк, домна және фосфор қождарын пайдалану техникасы

Қазақстан Республикасында Теміртау қаласындағы зауыттарда портландцемент клинкерін және цементті тарту кезінде белсенді минералдық қоспаны алу үшін шикізат ретінде пайдалану үшін қызығушылық тудыратын өнеркәсіптің көп тонналы қалдықтарының бірнеше түрі түзіледі. Бұл домна пешінің қожы, карбидті әк, күл-қож қалдықтары және т. б.

Карбидті үлпек әк – карбид-ацетилен өндірісінің жанама өнімі болып табылады және Теміртау қаласындағы Қарағанды синтетикалық каучук зауытында түзіледі.

Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 қоспалары бар $\text{Ca}(\text{OH})_2$ массасында болатын карбидті әктің ылғалдылығы $\sim 8\%$ жоғары. Бір жарым оксидтер ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) $1,5 - 3\%$, ферросиликаттар түріндегі темірдің қосылуы - $0,5\%$ құрайды.

Зерттеу барысында карбидті әктің, түйіршікті домна пешінің және фосфор қождарының шикізаты жақсы сіңірілетін қасиетке ие екендігі анықталды. $\text{KN} = 0,67$ кезінде клинкер түзілу процестері $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ аяқталады. Неғұрлым жоғары негізді шикізат қоспалары $\text{KN} = 0,90 - 0,95$ $1300 - 1350\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада жағу үшін жеткілікті, бұл қосылған қоспалар мен фосфор қождарының компоненттерінің тиімді минералдандырғыш әрекетіне байланысты.

Құрамында $45 - 67\%$ CaO бар карбидті әк пен түйіршікті фосфордан немесе домна қождарынан цемент алудың әзірленген техникасы әксіз шикізат қоспаларын алуға мүмкіндік береді. Әктастарды алу, ұсақтау және сақтау, саз компонентін алу және жұмсарту қажеттілігі жойылады [38].

Шикізат қоспасында кальций карбонатының толық болмауы жылуды көп тұтынумен жүретін CaCO_3 диссоциациясының эндотермиялық процесінің қажеттілігін жояды. Дымқылды өндіріс процесінде сазды пластмассасыз қожбен және карбидті әкпен ауыстыру шикі тұнбаның ылғалдылығының 5 – 10 %-ға төмендеуіне әкеледі, бұл атмосфераға шығарылатын түтін газдарының көлемін азайтады, оларды тазалауды жеңілдетеді, атмосфераны жақсартуға және шламды кептіру үшін отын шығынын азайтуға әсер етеді. Сонымен қатар фосфор қождары және қосылған минерализатор клинкер түзілу процестерін күшейтеді, клинкердің синтезденуін жылдамдатады, отын шығынын азайтады, клинкерді күйдіру температурасы 1250 – 1300 °С құрайды.

В6 Цемент өндіру үшін әктас пен фосфор қождарын ұсақтау қалдықтарын пайдалану техникасы

Әктас ұсақталғаннан және байытылғаннан кейін пайда болған қалдық 0 – 15 мм дисперсиямен сипатталады, бұл оны ұнтақтау сатысын қоспағанда, шикізат диірмендеріне ұнтақтауға бағыттауға мүмкіндік береді.

Әктас қалдықтарын қолдана отырып, технологиялық схемалардың екі нұсқасы жасалды:

I нұсқа – ресурсты үнемдейтін технология. "Әктас қалдықтары + лесс + өртенділер" шикізат қоспасы дымқыл ұнтақтауға ұшырайды. Ылғалдылығы 37 % шлам т – 1450 °С кезінде пеште күйдіріледі (В10-сурет).

II нұсқа – Энергия және ресурс үнемдеуші технология. Ылғал ұнтақтауға үйіндіден келетін әктас қалдықтары және өртенді жатады. Шлам 32 % ылғалдылықпен дайындалады. Барлық фосфокож (18,5 %) пештің суық бөлігінен беріледі. Бұл ретте күйдірілетін массаның жалпы ылғалдылығы 26 % құрайды. Әктас-фосфор-кож (ӘФК) қоспаларында клинкер түзу процестерінің аяқталуы 1300 – 1350 °С. Әктасты өндіру және ұсақтау сатылары екі технологиялық схемада да жоқ (В11-сурет).

Өндірістің ұсынылып отырған энергия және ресурс үнемдеуші технологиялары құрғақ тәсілдің көптеген кемшіліктерінен айырылған және клинкер өндірудің екі дәстүрлі тәсілінің де бірқатар артықшылықтары бар.

1. Айналымды пешке 20 – 30 % балқымалы емес фосфор қожын енгізу қатты минералдану әсерін тигізеді, ылғалды тәсілмен салыстырғанда жылу мен отын шығынын 30 - 40 %-ға төмендетеді, пештің өнімділігін 20 – 30 % -ға арттырады. Клинкердің пісу температурасы 1300 °С дейін төмендейді. Бұл ретте ұсынылған тәсіл бойынша жылу шығыны 3300 - 3700 кДж/кг клинкерді құрайды, шартты отынның үлестік шығыны 115 - 125 кг/т клинкерді құрайды (құрғақ тәсілге ұқсас).

2. Сазды дайындау бөлімін пайдалану қажеттілігі жойылды. Саз шұңқырын әзірлеу, құрғақ әдіспен сазды тасымалдау, кептіру және ұнтақтау, ал сазды плиталарды

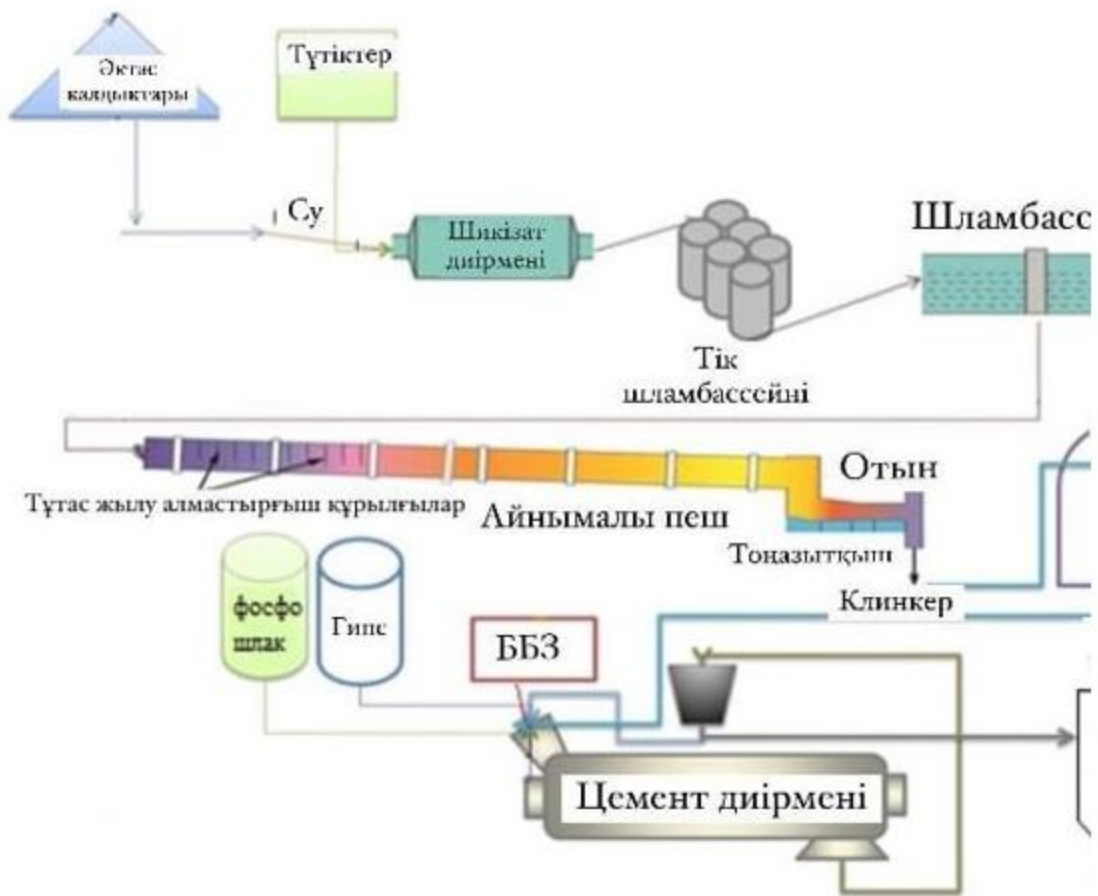
дымқылды әдіспен өңдеу қажеттілігі жойылады, саз шөгінділерін сақтауға және гомогенизациялауға арналған резервуарларды және барлық тиісті қосалқы және мөлшерлегіш жабдықтарды салу қажеттілігі жойылды.

3. Фосфор қожын пешке ұнтақталмаған күйде түйіршіктелген қож немесе ұсақ қиыршық тас түрінде береді. Нәтижесінде шикізат цехының қуаттылығы тек әктас шикізаты шламын ұсақ ұнтақтауға есептелген. Бұл шикі шихтаны ұнтақтау, оны бассейндер мен пештерге тасымалдау, шламды гомогенизациялау үшін күрделі шығындарды, жабдық шығындарын және энергия шығынын 20 – 30 %-ға азайтады.

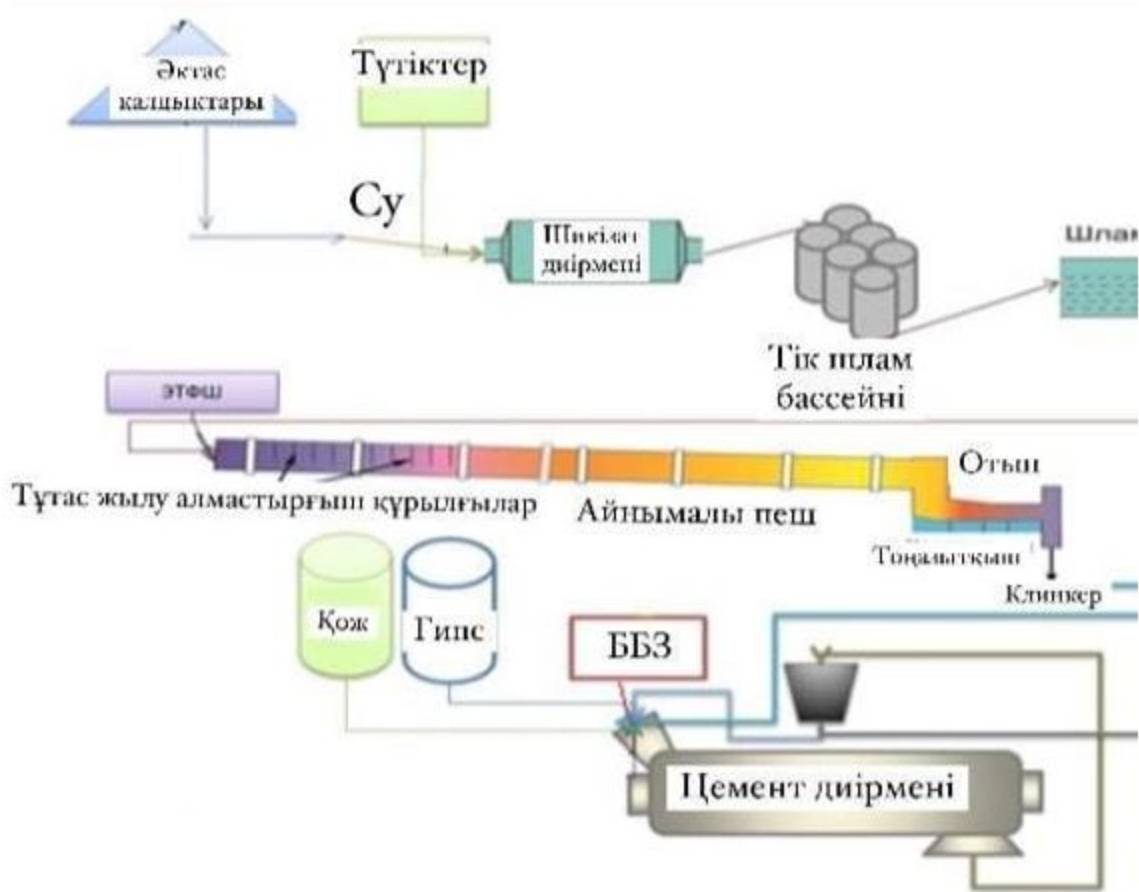
4. Ұсынылған энергия үнемдеу әдісінде түтін газдарының көлемі азаяды, өйткені отын шығыны дымқылды әдіспен салыстырғанда 30 – 40 %-ға азаяды. Фосфо-қож шикізат қоспасына CaCO_3 карбонаттарын емес, CaO түріндегі кальций оксидтерінің 8 – 20 %-ын енгізеді.

Бұл түтін газының жалпы көлемін және ондағы CO_2 мөлшерін азайтады.

5. Әктас шламын дайындауға арналған су шығыны дымқыл әдіске қарағанда 1,5 - 2 есе төмен болады, бұл әктастың ылғал қажеттілігінің төмендеуіне, шлам сұйылтқыштарын қолдануға және шикізат цехына фосфор қожының 20 %-ын айналып өтіп, пешке жіберуге байланысты.



В10-сурет. Карьерлік әктасты ұсақтау қалдығына ауыстыра отырып, ресурсты үнемдеу технологиясы



В11-сурет. Карьерлік әктасты ұнтақтауға ауыстыра отырып және пешті фосфор қожымен қосымша қоректендіре отырып, ресурс-энергия үнемдеу технологиясы