



## Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мырыш және кадмий өндірісі" анықтамалығын бекіту туралы

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 19 қазандағы № 921 қаулысы

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

1. Қоса беріліп отырған ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мырыш және кадмий өндірісі" анықтамалығы бекітілсін.

2. Осы қаулы қол қойылған күнінен бастап қолданысқа енгізіледі.

Қазақстан Республикасының  
Премьер-Министрі

Ә. Смайылов

Қазақстан Республикасы  
Үкіметінің  
2023 жылғы 19 қазандағы  
№ 921 қаулысымен  
бекітілген

## Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мырыш және кадмий өндірісі" Анықтамалығы

### Мазмұны

Мазмұны

Схемалар/суреттер тізімі

Кестелер тізімі      Глоссарий

Алғысөз

Қолданылу саласы

Қолданылу қағидаттары

1. Жалпы ақпарат

1.1. Мырыш пен кадмий өндірісінің құрылымы мен технологиялық деңгейі

1.2. Ресурстар мен материалдар

1.3. Өндіріс және пайдалану

1.4. Өндірістік алаңдар

1.5. Негізгі экологиялық проблемалар

1.5.1. Энергия тиімділігі

1.5.2. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары

1.5.2.1. Күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>)

1.5.2.2. Тозаң және металдар

1.5.2.3. ҰОҚ, ПХДД, ПХДФ

1.5.3. Ластағыш заттардың төгінділері

- 1.5.4. Өндіріс қалдықтары
- 1.5.5. Шу және діріл
- 1.5.6. Радиоактивті заттардың шығарындылары
- 1.5.7. Иіс
- 1.5.8. Қоршаған ортаға әсерді төмендету
- 1.5.9. Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілін жүргізу
- 2. Ең үздік қолжетімді техникаларды анықтау әдіснамасы
  - 2.1. Детерминация, ЕҚТ таңдау қағидаттары
  - 2.2. Техникаларды ЕҚТ-ға жатқызу өлшемшарттары
  - 2.3. ЕҚТ-ны қолданудың экономикалық аспектілері
  - 3. Қолданылатын процестер: қазіргі уақытта қолданылатын технологиялық, техникалық шешімдер
    - 3.1. Жалпы басқару процестері
      - 3.1.1. Менеджмент жүйесі
      - 3.1.2. Жобалау және техникалық қызмет көрсету
      - 3.1.3. Оқыту
    - 3.2. Шикізатты басқару процестері
      - 3.2.1. Шикізатты алдын ала өңдеу, дайындау және тасымалдау
      - 3.2.2. Еріту
      - 3.2.3. Кептіру
      - 3.2.4. Уату, ұсақтау және елеу
      - 3.2.5. Шикізатты дайындау
      - 3.2.6. Брикеттеу, түйіршіктеу, илемдеу және ықшамдаудың басқа да әдістері
      - 3.2.7. Жабындарды кетіру және майдан арылту
      - 3.2.8. Сепарациялау әдістері
      - 3.2.9. Тасымалдау және тиеу жүйелері
    - 3.3. Бастапқы мырыш өндірісі
      - 3.3.1. Мырыш алудың гидрометаллургиялық әдісі
        - 3.3.1.1. Мырыш концентраттарын КС пештерінде мырыш өртендісін ала отырып күйдіру және өртендіні шаймалауға дайындау
          - 3.3.1.2. Күйдірілген мырыш өртендісін шаймалау және бейтарап мырыш электролитін ала отырып, ерітіндіні қоспалардан тазарту
          - 3.3.1.3. Тауарлық мырыш алынатын ерітіндінің электролизі
        - 3.3.2. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісі
          - 3.3.2.1. Дистилляциялау алдында мырыш концентраттарын күйдіру
          - 3.3.2.2. Мырышты дистилляциялау
          - 3.3.2.3. Бастапқы мырышты рафинациялау
      - 3.4. Қайталама мырыш өндірісі

- 3.4.1. Ластанған қайталама шикізаттан, оның ішінде аккумуляторлық батареялардан сұйықтықты экстракция арқылы қайталама мырыш алу
- 3.4.2. Аралық өнімнен (кек) мырышты, оның ішінде болат өндіруге арналған электр доғалы пештердің тозаңын вельц-пешті және қожды айдауға арналған пешті қолдана отырып алу
- 3.4.3. Қалдық өнімдерден (кек) фьюминг әдісімен мырыш алу (қож айдау)
- 3.4.4. Қайта балқыту және рафинациялау
- 3.5. Мырышты балқыту, қоспалау және құю процестері
  - 3.5.1. Мырышты балқыту және қоспалау процестері
  - 3.5.2. Мырыш құю
  - 3.5.3. Мырыш ұнтағын (пусьера) өндіру
- 3.6. Бастапқы мырыш өндіру процестері шеңберінде кадмий алу
  - 3.6.1. Негізінен аккумуляторлық батареялардан алынған қайталама кадмий өндірісі
4. Эмиссияларды болғызбауға және/немесе азайтуға және ресурстарды тұтынуға арналған жалпы ЕҚТ
  - 4.1. Өндірістік процестердің интеграциясын арттыру
  - 4.2. Экологиялық менеджмент жүйесі
  - 4.3. Энергия тұтынуды басқару
    - 4.3.1. Энергияны пайдалану тиімділігін арттыру: төменде келтірілген екі немесе одан да көп әдістердің комбинациясын қолдану
  - 4.4. Технологиялық процестерді бақылау
    - 4.4.1. Процестерді бақылау әдістері
    - 4.4.2. Скрубберлерге арналған жобалау және бақылау әдістері
    - 4.4.3. Сарқынды суларды тазарту процестерін бақылау әдістері
  - 4.5. Эмиссияларды мониторингтеу мен бақылаудың жалпы қағидаттары
    - 4.5.1. Мониторинг компоненттері
    - 4.5.2. Бастапқы шарттар мен параметрлер
    - 4.5.3. Кезеңдік мониторинг
    - 4.5.4. Атмосфералық ауаға шығарындылар мониторингі
    - 4.5.5. Су объектілеріне төгінділер мониторингі
    - 4.5.6. Үздіксіз мониторинг
  - 4.6. Жердін/топырақтың ластануын бақылау және қалдықтарды басқару әдістері
  - 4.7. Технологиялық қалдықтарды басқару
  - 4.8. Шу
  - 4.9. Иіс
5. Ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау кезінде қарастырылатын әдістер
  - 5.1. Шикізатты қабылдау, тасымалдау және сақтау
    - 5.1.1. Шикізат пен материалдарды сақтау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбауға және/немесе азайтуға арналған техникалық шешімдер

5.1.2. Тасымалдау, тиеу-түсіру операциялары кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбауға және/немесе азайтуға арналған техникалық шешімдер

5.1.3. Тозаң шығарындыларын болғызбауға және/немесе азайтуға арналған техникалық шешімдер

5.1.3.1. Циклондар

5.1.3.2. Қапшық сүзгілер

5.1.3.3. Электр сүзгілер

5.1.3.4. Ылғалды электр сүзгі

5.1.3.5. Ылғалды скруббер

5.1.3.6. Керамикалық және металл торлы сүзгілер

5.2. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі

5.2.1. Құрамында SO<sub>2</sub> жоғары болатын пайдаланылған газдардан сұйық күкірт диоксидін өндіру

5.2.2. Құрамында SO<sub>2</sub> төмен болатын пайдаланылған газдарға түтін газын күкіртсіздендіруді қолдану

5.2.3. Құрамында SO<sub>2</sub> төмен болатын пайдаланылған газдардан күкірт алу үшін полиэфир негізіндегі, сондай-ақ органикалық еріткіш негізіндегі, амин және бейорганикалық еріткіш негізіндегі абсорбция/десорбция әдісі

5.2.4. Сынап шығарындыларын болғызбау техникасы

5.2.5. Металдың өндірістік процестері кезінде пайдаланылған газдарды жинаудан ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау техникасы

5.2.6. Бастапқы материалдарды күйдіруден шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері

5.2.7. Мырыш ұнтағын пайдалану арқылы ерітінділерді тазалау және өртенділерді қайта өңдеу кезінде түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері

5.2.8. Қатты және сұйық фазаларды шаймалау мен бөлу кезінде шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері

5.2.9. Электролиз ваннасының ішіндегі электровиннинг кезінде тұманның түзілуін болғызбау және төмендету

5.2.10. Электролиз ваннасынан сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау және азайту

5.2.11. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі кезінде сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау тәсілдері

5.2.12. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі кезінде қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту тәсілдері

5.2.13. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шығатын шаймалау кектерін кәдеге жаратуды жетілдіру тәсілдері

5.2.13.1. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шығатын шаймалау кектерін кәдеге жаратуды жетілдіру мақсатындағы пирометаллургиялық қайта өңдеу

- 5.2.13.2. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шаймалау кектерін кәдеге жаратуды жетілдіру мақсатындағы инерттеу және престоу технологиялары
- 5.2.14. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шығатын жылуды регенерациялау әдістері
- 5.3. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісі
  - 5.3.1. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінде атмосфераға шығарындыларды азайту тәсілдері
  - 5.3.2. SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту тәсілдері
  - 5.3.3. Сыңар контакт қондырғылары
  - 5.3.4. Қосарлы контакт/қосарлы абсорбция
  - 5.3.5. Пайдаланылған газдардағы күкірт диоксидін ылғалды катализ әдісімен кәдеге жарату
  - 5.3.6. Сілтілі ерітінділерді пайдалана отырып, түтін газдарын тазарту
  - 5.3.7. Сутегі асқын тотығымен тазарту
  - 5.3.8. Амин ерітінділері негізінде SO<sub>2</sub> тазарту процесі
  - 5.3.9. Сульфит-бисульфитті әдіс
  - 5.3.10. SO<sub>3</sub> шығарындыларын азайту
- 5.4. Айналым схемалары қолданылатын мырыштың бастапқы және қайталама өндірісі
  - 5.4.1. Металл ағындарын қайта өңдеу
  - 5.4.2. Вельц-пеш процестеріндегі сарқынды суларды тазарту
- 5.5. Мырыш құймаларын балқыту, қорытпалар алу және құю (бастапқы және қайталама гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер)
  - 5.5.1. Балқыту процестерінен шығатын қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту
  - 5.5.2. Сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау
    - 5.5.2.1. Мырыш зауыттарынан шығатын сарқынды суларды тазарту (бастапқы, қайталама гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер)
    - 5.5.2.2. Мырыштың гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық өндірісінен шығатын сарқынды суларды тазарту
- 5.6. Кадмийді өндіру және кері өңдеу схемалары
  - 5.6.1. Кадмийдің гидрометаллургиялық өндірісі
    - 5.6.1.1. Шаймалау мен қатты және сұйық фазалардың бөлінуінен түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері
    - 5.6.1.2. Электролизден түзілетін шығарындыларды болғызбау тәсілдері
    - 5.6.1.3. Кадмийдің гидрометаллургиялық өндірісінен түзілетін қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту
- 5.7. Кадмийдің пирометаллургиялық өндірісі

5.7.1. Металл кадмий цементтерін брикеттеуден және илемдеуден түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері

5.7.2. Фьюминг/конденсация арқылы кадмий алу процестеріндегі шығарындыларды азайту тәсілдері

5.7.3. Кадмийдің пирометаллургиялық өндірісінен түзілетін қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту тәсілдері

5.8. Кадмий құймаларын балқыту, қорытпалар алу және құю (бастапқы және қайталама циклдер)

5.8.1. Балқыту, қайта балқыту, қорытпалар алу мен құю пештерінен түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері

5.8.2. Балқыту процестерінен түзілетін қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту

5.8.3. Сарқынды сулардың түзілуін болғызбау

5.8.4. Кадмий алу қондырғыларынан шығатын сарқынды суларды тазарту (бастапқы, қайталама гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер)

5.9. Энергия

5.9.1. Негізгі технологиялық процестерден шығатын пайдаланылған газдардың жылуын пайдалану

5.10. Су ресурстарын басқару және сарқынды суларды тазарту әдістері

5.10.1. Қайта пайдалану және рециркуляция

5.10.2. Сарқынды суларды тазарту әдістері

5.10.2.1. Химиялық шөктіру

5.10.2.2. Қышқылы аз және технологиялық суды өңдеу

5.10.2.3. Сүзгілеу

5.10.2.4. Адсорбция әдісі

5.11. Шахталардың өңделген кеңістігін мырыш өндірісінің қожымен толтыру 6.  
ЕҚТ бойынша тұжырымдар қамтылған қорытынды

6.1. Экологиялық менеджмент жүйесі

6.2. Энергия тұтынуды басқару

6.3. Процестерді басқару

6.3.1. Атмосфералық ауаға шығарындылар мониторингі

6.3.2. Ластағыш заттар төгінділерінің мониторингі

6.3.3. Шу

6.3.4. Иіс

6.3.5. Ұйымдастырылмаған шығарындылар

6.3.6. Ұйымдастырылған шығарындылар

6.4. Мырыштың бастапқы өндірісі

6.4.1. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі

6.4.1.1. Атмосфераға шығарындылар

- 6.4.1.2. Топырақ және жерасты суларын қорғау
  - 6.4.1.3. Сарқынды сулардың түзілуі
  - 6.4.1.4. Қалдықтар
  - 6.4.2. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісі
  - 6.4.2.1. Атмосфераға шығарындылар
  - 6.5. Мырыштың қайталама өндірісі
  - 6.5.1. Атмосфераға шығарындылар
  - 6.5.1.1. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары
  - 6.5.1.2. Органикалық қосылыстардың шығарындылары
  - 6.5.1.3. Қышқыл шығарындылары
  - 6.5.2. Сарқынды суларды жинақтау және тазарту
  - 6.6. Құймаларды балқыту, алу, мырыш қорытпаларын құю және мырыш ұнтағын өндіру
  - 6.6.1. Атмосфералық ауаға шығарындылар
  - 6.6.1.1. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары
  - 6.6.1.2. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары
  - 6.6.2. Сарқынды сулар
  - 6.6.3. Қалдықтар
  - 6.7. Кадмий өндірісі
  - 6.7.1. Атмосфераға шығарындылар
  - 6.7.1.1. Ұйымдастырылмаған шығарындылар
  - 6.7.1.2. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары
  - 6.7.2. Қалдықтар
  - 6.8. Ремедиация бойынша талаптар
  - 7. Перспективалы техникалар
  - 7.1. Мырыш өндірудің перспективалы әдістері
  - 7.1.1. Кәдеге жарату қазандығының үздіксіз үрленуін бақылауды автоматтандыру
  - 7.1.2. Конденсатты жинау және қайтару жүйесін өндіру
  - 7.1.3. Жылу тұтынатын жабдықты будан ыстық суға ауыстыру
  - 7.1.4. Гематит, гетит және ярозит техникалары
  - 7.1.5. "Корея Мырыш" батырмалы фурмасы бар пештерде мырыш кектерін өңдеу
  - 7.1.6. Nippon Steel – табаны айналмалы пеш технологиясы бойынша қара металлургияның құрамында мырыш бар тозаңын өңдеу
  - 7.2. Су ресурстары
  - 8. Қосымша түсініктемелер мен ұсынымдар
- Библиография

## Схемалар/суреттер тізімі

--	--

3.1-сурет	Гидрометаллургиялық тәсілдің жеңілдетілген схемасы
3.2-сурет	Күйдіру пешінен шығатын пайдаланылған газды тазартудың бірінші кезеңі – құрғақ газды тазарту (қажет болған жағдайда орнатылады)
3.3-сурет	Суармалы мұнаралар немесе скрубберлер мен газ жүйесін қамтитын қондырғылар
3.4-сурет	Шаймалау процесінің жеңілдетілген схемасы
3.5-сурет	Зауыттың қуатын арттыру үшін атмосфералық қысыммен тікелей шаймалауды қолдану арқылы шаймалау процесінің схемасы
3.6-сурет	Мырыш концентратын тотықтырып күйдіру арқылы өңдеудің негізгі схемасы
3.7-сурет	Вельц-процестің технологиялық схемасы
3.8-сурет	Кадмий өндіру процесінің схемасы – А зауыты
3.9-сурет	Кадмий өндіру процесінің схемасы – В зауыты
3.10-сурет	Кадмий өндірісін қоса алғанда, тазартудың технологиялық схемасы – С зауыты
3.11-сурет	Кадмий өндіру процесінің схемасы – D зауыты
3.12-сурет	Кадмий өндіру процесінің схемасы – E зауыты
3.13-сурет	Кадмий өндіру процесінің схемасы – F зауыты
4.1-сурет	Жылу сорғысының жұмыс қағидаты
4.2-сурет	Жылу сорғыларын пайдалану арқылы КЭЖ су айналымы жүйелерінің әлеуеті төмен жылуын кәдеге жарату схемасы
4.3-сурет	SO <sub>2</sub> SolvR® регенеративті абсорбция процесі
4.4-сурет	Биосүзгі схемасы
5.1-сурет	Циклон конструкциясы
5.2-сурет	Қапшық сүзгінің жұмыс істеу қағидаты
5.3-сурет	Электр сүзгінің жұмыс істеу қағидаты
5.4-сурет	Сұйық күкірт диоксидін өндіру процесі
5.5-сурет	Түсті металдарды өндірудің әртүрлі процестері нәтижесінде атмосфераға сынаптың шығарындылары
5.6-сурет	Төртінші саңылаудан бу жинау
5.7-сурет	Жүктеу және шығару жүйесі
5.8-сурет	Мысты өңдеудің бастапқы процесі үшін буды екінші рет жинау жүйесінің схемасы
5.9-сурет	Конвертерге арналған қайталама сору жүйесі
5.10-сурет	Шығатын буды жинау жүйесі
5.11-сурет	Күйдіру пеші үшін материал дайындаудан және күйдіру пешінен шығарындыларды тұтып қалу және азайту
5.12-сурет	Реакциялық резервуар
5.13-сурет	Сульфидтеудің технологиялық процесінің схемасы



5.14-сурет	Түсті металлургияда қолданылатын технологиялық газдарды SO <sub>2</sub> -ден тазарту процестерінің пайдалану сипаттамалары
5.15-сурет	Бу турбогенераторын байланыстыру схемасы
5.16-сурет	Құрамында қышқылы аз сарқынды суларды өңдеу
5.17-сурет	Құм сүзгісінің схемасы
7.1-сурет	Конденсатты қайтару жүйесінің негізгі схемасы
7.2-сурет	"Желтартқыш тор – айналмалы пеш" қондырғысы базасында құрамында Zn бар тозаң мен шламды кәдеге жарату схемасы

## Кестелер тізімі

<b>1.1-кесте</b>	<b>Мырыш өндірісі үшін ресурс қажеттігі</b>
1.2-кесте	Технологиялық процестің әртүрлі кезеңдеріндегі ресурстардың үлестік шығысы
1.3-кесте	Мырыш өндірісіне арналған нысаналы көрсеткіштер
1.4-кесте	Мырыш пен кадмий өндіруге жұмсалатын электр энергиясының шығысы
1.5-кесте	Мырыш өндірген кезде түпкілікті өнім шығарудың бір бірлігіне ОЭР шығысы
1.6-кесте	Мырыш пен кадмий өндірген кезде атмосфераға ластағыш заттар шығарындыларының көздері/ процестері
1.7-кесте	SO <sub>2</sub> шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту әдістері
4.1-кесте	Үздіксіз өлшеу мен кезеңдік өлшеуді салыстыру
4.2-кесте	Ластағыш заттардың тізбесі
4.3-кесте	Мониторинг жүргізу бойынша ұсынымдар
4.4-кесте	Эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесі
4.5-кесте	Атмосфералық ауа мониторингінің автоматтандырылған жүйесі
5.1-кесте	Механикалық конвейерлер мен пневмокөліктің әрқилы типтері
5.2-кесте	Циклондарды пайдаланған кезде тазарту тиімділігі
5.3-кесте	Қапшық сүзгілерде пайдаланылатын кең қолданыстағы маталар
5.4-кесте	Қапшық сүзгілердің әртүрлі жүйелерін салыстыру
5.5-кесте	Электр сүзгілерді қолдануға байланысты тазарту тиімділігі және шығарындылар деңгейі
5.6-кесте	Boliden зауытындағы күкірт қостотығының орташа жылдық шығарындылары
5.7-кесте	Boliden Ronnskar зауытында қолданылатын сынаптан арылту әдістерінің өндірістік сипаттамалары

5.8-кесте	Материалды беру процесі мен күйдіру пешінің тозаң шығарындылары
5.9-кесте	Ылғалды газ тазарту секциясының алдында күйдіру қондырғысының құрғақ газ тазарту секциясын тозаңнан арылту (тор~120 м <sup>2</sup> )
5.10-кесте	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> бар қондырғыда ылғалды газ тазарту жүйесін тозаңнан арылту
5.11-кесте	Тұмантұтқышпен және тұмантұтқышсыз бейтарап шаймалау кезінде тұндырғыштан шығарындылар бойынша деректер
5.12-кесте	Шаймалауға арналған сыйымдылықтарды желдету кезіндегі шығарындылар жөніндегі деректер
5.13-кесте	Тікелей шаймалау процесінің шығарындылары бойынша деректер
5.14-кесте	А зауытында ярозит-процесс шығарындылары жөніндегі деректер
5.15-кесте	Электролиз ваннасы желдеткішінің шығарындылары жөніндегі деректер
5.16-кесте	ЭСТП процесі нәтижесіндегі сұйық сарқындыны пайдалану параметрлері
5.17-кесте	Мырышты гидрометаллургиялық өндіру және өңдеу кезінде түзілетін типтік сарқындылар мен қалдықтар
5.18-кесте	Бейтарап шаймалау кегінің құрамы
5.19-кесте	Шаймалау кектерін өңдеу кезіндегі Вельц-оксидтің құрамы
5.20-кесте	Шаймалау кектерін өңдеуден кейінгі вельц-қождың құрамы
5.21-кесте	Вельц-пештегі процестің шығарындылары
5.22-кесте	Қауіпсіз қалдықтарға арналған полигондардағы қалдықтарды бағалау өлшемшарттары және ЕО Кеңесінің 2003/33/СЕ шешіміне сәйкес тексерілген Jagofix қалдықтарының типтік нәтижелері
5.23-кесте	Қауіпті қалдықтар полигондарындағы қалдықтарды бағалау өлшемшарттары және сульфидтелген қалдықтар (ярозит және күкірт қалдығы) үшін типтік нәтижелер
5.24-кесте	Шаймалауды сынау өлшемшарттары және тығыздалған темірлі кек үшін алынған нәтижелер
5.25-кесте	SO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> қалпына келтіру/абсорбциялау әдістері
5.26-кесте	Вельц-оксидті жуу нәтижесі
5.27-кесте	Вельц-оксидті жуу процесінен кейінгі сарқынды сулар
5.28-кесте	Вельц-оксидті жуу процесінен кейінгі сарқынды сулар
5.29-кесте	Сарқынды суларды болғызбау және/немесе олардың көлемін азайту шаралары

5.30-кесте	Кадмийдің шығуын еуропалық мырыш өңдеу зауыттарында тарату
5.31-кесте	Балқыту, қайта балқыту, қорытпалар мен құймаларды алу пештерінен шығарындылар
5.32-кесте	Сарқынды сулардың пайда болуы және оларды тазарту әдістері
5.33-кесте	Әлсіз қышқылдарды тазарту кезіндегі өндірістік сипаттамалар
6.1-кесте	Шығарындылар/төгінділер деңгейінің ЕҚТ-мен байланысты орташалану кезеңдері
6.2-кесте	Бастапқы және қайталама мырыш пен кадмий өндіру кезінде ЕҚТ-ға сәйкес келетін қабылдаушы су айдындарына түсетін сарқынды сулардың төгінділеріндегі ластағыш заттардың шоғырлану деңгейі
6.3-кесте	Шикізат дайындау кезіндегі тозаң шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі
6.4-кесте	Батарейалар дайындау кезіндегі тозаң шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі
6.5-кесте	Шикізатпен жұмыс істеуден және сақтаудан, муфель үшін шикізатты құрғақ дайындаудан, күйдіріп өңдеуден және құрғақтай беруден атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.6-кесте	Шаймалаудан, тазартудан және электролизден атмосфераға мырыш пен күкірт қышқылының шығарындылары үшін, сондай-ақ тазарту кезінде арсин мен стибин шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.7-кесте	Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға тозаң шығарындылары үшін (күкірт қышқылы қондырғысына жіберілгендерді қоспағанда) ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.8-кесте	Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға SO <sub>2</sub> шығарындылары үшін (күкірт қышқылы қондырғысына жіберілгендерді қоспағанда) ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.9-кесте	Балқыту пештерінен шығатын пайдаланылған газдарындағы күкіртті күкірт қышқылы мен басқа да өнімдер өндіру арқылы рекуперациялау кезіндегі SO <sub>2</sub> шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі
6.10-кесте	Қожды түйіршіктеуден және қайта өңдеуден атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
	Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балкуынан, сондай-ақ қож айдау

6.11-кесте	пешінен және вельц-пештен атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.12-кесте	Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож айдау пешінен және вельц-пештен атмосфераға жалпы ҰОҚ және ПХДД/Ф шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.13-кесте	Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож айдау пешінен және вельц-пештен атмосфераға HCL және HF шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.14-кесте	Балқытудан, қорытпалар алу мен мырыш құймаларын құюдан және мырыш ұнтағын өндіруден атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі
6.15-кесте	Кадмийдің пирометаллургиялық өндірісі мен балқытудан, қорытпалар алудан және мырыш құймаларын құюдан атмосфераға тозаң мен кадмий шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

## Глоссарий

Осы глоссарий осы ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мырыш және кадмий 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.

Глоссарийде мынадай бөлімдер бар:

терминдер мен олардың анықтамалары;

аббревиатуралар мен олардың толық жазылуы;

химиялық элементтер;

химиялық формулалар;

өлшем бірліктері.

## Терминдер мен олардың анықтамалары

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта мынадай терминдер пайдаланылады:

агломерат

—

құрамында аздаған ұсақ бөлшектері бар, мөлшері 5-100 мм кесек болып жентектелген ұсақ (көбінесе тозаң тәріздес) кен;

кеннің ұсақ бөлшектерінен немесе тозаң тәріздес материалдардан

агломерация	—	салыстырмалы түрде ірі кеуекті кесектердің жентектелу арқылы түзілуі, мұнда материалдың тез балқитын бөлігі қатты бөлшектерді бір-бірімен біріктіреді;
агрегат	—	құрылымдық жағынан байланысты технологиялық жабдықтар мен құрылғылардың жаппай және толассыз өндіріс жағдайында кешенді металлургиялық процесті жүргізуді қамтамасыз ететін жиынтығы;
адсорбция	—	фазалық-бөгде дене (адсорбенттің) бетінің фазалардың бөліну шекарасында өтетін аралас газ немесе сұйық ортадан қандай да бір заттарды (адсорбаттарды) сіңіруі;
аммиак	—	азот пен сутектен $\text{NH}_3$ эмпирикалық формулалы тікелей синтез өнімі;
ангидрид	—	қандай да бір бейметалдың оттегімен химиялық қосылысы, оны қышқылдан су алу арқылы алуға болады;
анион	—	теріс зарядталған ион – электрохимиялық реакцияларда анодқа тартылатын ион;
анод	—	оң электрод;
астарлау	—	пештердің, қазандықтар оттықтарының және өзге де жабдықтардың ішкі жағын қаптайтын отқа төзімді, химиялық төзімді, жылу оқшаулағыш материалдармен қаптау;
бағалау	—	шешім қабылдау үшін негізгі мақсаттарға жеткілікті бірқатар бақылаулар мен тиісті өлшемшарттар жиынтығының барабарлық деңгейін зерттеу. Бұдан басқа, талдауды проблемаларды анықтау және тәуекелдер мен пайданы салыстыру (мысалы, тәуекелдерді бағалау және әсерді бағалау) сияқты саясатқа байланысты іс-шаралармен үйлестіру;
бастапқы өндіріс	—	кендер мен концентраттарды пайдалана отырып металл өндіру;

бейтараптандыру	—	қышқыл мен негіздің тұз бен әлсіз ыдырайтын зат түзе отырып өзара әрекеттесу реакциясы; екі білік орнатылған ауыр жақтаудан тұратын қайталама уатқыш типі. Екі білік бір-біріне қарай айналып жұмыс істейді.
білікті уатқыш	—	Жоғарыдан берілетін жыныс қозғалмалы біліктер арасында қысылып, ұсақталып, төмен жағынан шығарып тасталады; беткі қабатты үлестік өңдеуге арналған химиялық заттар ерітіндісі, мысалы, улау ваннасы.
ванна	—	Бұл термин процестер тізбегіндегі тиісті резервуарға немесе жұмыс станциясына да қатысты;
вельцтеу	—	қорғасын, мыс және қалайы өндірістерінің полиметалл қалдықтарын айналмалы пеште қыздырғанда айдау арқылы (Zn, Pb, Cd және т. б.) металдар алу процесі;
дәлдік	—	термин өлшенген мәндермен байланысты. Өлшеудің қабылданған немесе шынайы мәнге қаншалықты дәл сәйкес келетінін бағалауды білдіреді. Дәлдікті бағалау үшін тазалығы және/немесе концентрациясы белгілі химиялық препараттар қолданылады. "Стандартты" деп аталатын бұл ерітінділер үлгілер өлшенетін әдісті қолдана отырып талданады. Дәлдікті ешқашан қателікпен шатастырмау керек: қателік аналитикалық нәтижелерді қаншалықты дәл шығаруға болатынын өлшейді;
доломит	—	карбонатты фракцияда минералды доломиттер, кальций-магний карбонаты (CaMg (CO <sub>3</sub> )) басым болатын әктас түрі;
дренаж	—	жерүсті ағындары мен жерасты суларын қоса алғанда, ауданнан жерүсті және жерасты суларын табиғи немесе жасанды жолмен ағызып жіберу;
ендірудің қозғаушы күші	—	технологияны іске асыру себептері, мысалы, басқа заңнама, өнім сапасын жақсарту;

ең үздік қолжетімді техникалар —	<p>қызмет түрлері мен оларды жүзеге асыру әдістерінің неғұрлым тиімді және озыңқы даму сатысы, ол бұлардың технологиялық нормативтерді және қоршаған ортаға антропогендік теріс әсерді болғызбауға немесе, егер бұл іс жүзінде мүмкін болмаса, барынша азайтуға бағытталған өзге де экологиялық шарттарды белгілеуге негіз болу үшін практикалық жарамдылығын айғақтайды;</p>
ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты эмиссия деңгейлері —	<p>белгілі бір уақыт кезеңінде және белгілі бір жағдайларда орташаландыруды ескере отырып, ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыда сипатталған бір немесе бірнеше ең үздік қолжетімді техниканы қолдана отырып, объектіні пайдаланудың қалыпты жағдайларында қол жеткізуге болатын эмиссиялар (ластағыш заттардың шоғырлануы) деңгейлерінің диапазоны;</p>
жағып бітіретін жанарғы —	<p>органикалық қосылыстарды көміртек диоксидіне дейін тотықтыру үшін уақытты, температураны және жеткілікті мөлшерде оттегіні араластыруды қамтамасыз ететін күйдіру жүйесі бар арнайы әзірленген жағуға арналған қосымша қондырғы (үзбей пайдаланылуы міндетті емес). Қондырғылар талап етілетін жылу қуатының көп бөлігін және энергия тиімділігін арттыруды қамтамасыз ету үшін өңделмеген газдың энергия сыйымдылығын пайдаланатындай түрде жобалануы мүмкін;</p>
жағып бітіру —	<p>шығатын газдарды ауа бүрку немесе жанарғыны пайдалану арқылы тұтату және жағу (мысалы, СО және (ұшпа) органикалық қосылыстардың мөлшерін азайту үшін;</p>
жағып бітіру камерасы —	<p>бастапқы жану камерасынан кейін орналасқан, газ күйдірілетін аймаққа қолданылатын термин. Екінші жану камерасы немесе ЕЖК деп те аталады;</p>

жақтаулы уатқыш	—	қозғалмайтын пластина мен тербелмелі пластина арасында соққы немесе ұсақтау арқылы материалдың мөлшерін азайтуға арналған машина;
жаңғырту	—	объектіні жаңарту процесі, оны жаңа талаптар мен нормаларға, техникалық шарттарға, сапа көрсеткіштеріне сәйкес келтіру;
жерасты сулары	—	қанығу аймағындағы жерасты суларының бір бөлігі. Жерүсті суларынан ерекшеленеді;
жерүсті ағыны	—	жерге сіңбей және жерүсті ағыны түрінде ағатын жауын-шашын мен қардың еріген суының бір бөлігі;
жылуды қалпына келтіру	—	бұл секторда термин шикізатты, отынды немесе жағылатын ауаны алдын ала қыздыру үшін технологиялық жылуды қолдануды білдіруі мүмкін;
жіктеу	—	бөлшектерінің мөлшері әркелкі сусымалы өнімді белгілі бір мөлшердегі бөлшектердің екі немесе одан да көп фракциясына елеуіш құрылғыны қолдану арқылы бөлу;
жұмыс істеп тұрған қондырғы	—	жұмыс істеп тұрған объектіде (кәсіпорында) орналасқан және осы ЕҚТ бойынша анықтамалық қолданысқа енгізілгенге дейін пайдалануға берілген стационарлық эмиссиялар көзі. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалық қолданысқа енгізілгеннен кейін реконструкцияланатын және (немесе) жаңғыртылған қондырғылар жұмыс істеп тұрған қондырғыға жатпайды;
іске қосу және тоқтату операциялары	—	жұмыс істеу барысында пайдалану , жабдық элементі немесе резервуар пайдалануға енгізіледі немесе шығарылады не шығады немесе жұмыс істемейтін күйге келеді. Үнемі тербелмелі белсенділік фазаларын іске қосу немесе тоқтату ретінде қарастыруға болмайды;
		белгілі бір жағдайларда өлшенетін параметрдің мәндері мен өлшеу жүйесінде көрсетілген мәндер арасында болуы мүмкін жүйелік айырмашылықты белгілейтін



калибрлеу	—	<p>операциялар жиынтығы ( эталондық материалдар мен олардың қабылданған мәндерін қоса алғанда, нақты "эталондық" жүйеге қатысты келтірілген тиісті мәндермен).</p> <p>Ескертпе: калибрлеу нәтижесі өлшеу үшін параметрлердің мәндерін тағайындауға немесе көрсеткіштерге қатысты түзетулерді анықтауға мүмкіндік береді;</p>
катод	—	<p>теріс электрод;</p>
каустикалық сода	—	<p>натрий хлоридінің табиғи тұзды суының электролизі немесе сода ерітіндісін каустификациялау арқылы алынатын NaOH эмпирикалық формулалы натрий гидроксиді;</p>
кен	—	<p>сапасы мен мөлшері жағынан мейлінше құнды, өндіру арқылы пайда табуға болатын жинақталған минералды немесе әртүрлі пайдалы қазбалар (соның ішінде көмір). Кендердің көпшілігі – "куыс" деп сипатталған экстракцияланатын минералдар мен тасты бөгде материалдардың қоспалары;</p> <p>кәсіпорындарда қолданылатын қоршаған ортаға теріс антропогендік әсерді болғызбауға және (немесе) азайтуға, оның ішінде тиісті мәліметтер жинау және (немесе) ең озық қолжетімді техникаларды қолдану саласына жататын объектілерге бару арқылы азайтуға бағытталған техникаларды (технологияларды, тәсілдерді, әдістерді, процестерді, практиканы, тәсілдер мен шешімдерді) сараптамалық бағалау процесі;</p>
кешенді технологиялық аудит	—	<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</p>
кешенді тәсіл	—	

		<p>органдардың (ауаның, судың жай-күйіне, қалдықтарды кәдеге жаратуға және т. б. жауапты) маңызды өзара іс-қимылын және қызметінің үйлестірілуін талап етеді;</p>
компонент	—	қоспаға, мысалы, сарқынды суға, пайдаланылған газдарға немесе ауаға қосылған зат;
конденсатор	—	скруббер түріндегі цилиндрлік қуыс мұнара, айналымдағы сумен пеш газына қарсы ағынмен суландырылады;
концентрат	—	байыту фабрикасында бөлгеннен кейін құрамында бағалы минералдары жоғары болатын тауарлық өнім;
кросс-медиа әсерлер	—	экологиялық жүктеменің қоршаған ортаның бір компонентінен екіншісіне ығысу мүмкіндігі. Технологияны ендіруден туындаған кез келген жанама әсерлер мен жағымсыз әсерлер;
қайталама өндіріс	—	қайта балқытуды және қоспалауды қоса алғанда, қоқыстарды және/немесе қалдықтарды пайдалана отырып металл өндіру;
қалдық	—	өндіріс процесінде шығарылуы қасақана сипатта болмайтын және қоқыс болуы да, болмауы ықтимал материал;
қалдықтарды өңдеу	—	қалдықтардың тағайындалу мақсатына қарамастан олардан өнім, материалдар немесе заттар өндіруде (дайындауда) кейіннен пайдалану үшін жарамды пайдалы компоненттерді, шикізатты және (немесе) өзге де материалдарды алуға бағытталған механикалық, физикалық, химиялық және (немесе) биологиялық процестер;
қалпына келтіру процесі	—	оттегін оттегімен бірігуге қабілетті қалпына келтіргіш затпен байланыстыру арқылы олардың оксидтерінен металдар алудың физика-химиялық процесі;
қож	—	құрамында негізінен силикаттар, штейн немесе металл ретінде өндірілмеуге тиіс және үлес салмағы соңғысына қарағанда анағұрлым төмен заттар бар

қол жеткізілген экологиялық пайда	—	шыныға айналған немесе ішінара шыныға айналған балқу қалдығы; шығарындылардың қол жеткізілген мәндері мен жұмыс тиімділігін қоса алғанда, технологияның (процестің немесе күрестің) көмегімен қарастырылуға тиіс қоршаған ортаға негізгі әсер(лер). Әдістің басқалармен салыстырғанда экологиялық пайдасы;
қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесі	—	эмиссиялардың негізгі стационарлық көздеріндегі қоршаған ортаға эмиссиялардың көрсеткіштерін қадағалайтын, қоршаған ортаны қорғау саласындағы уәкілетті орган бекіткен өндірістік экологиялық бақылау жүргізу кезінде қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесін жүргізу қағидаларына сәйкес нақты уақыт режимінде қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің ақпараттық жүйесіне деректерді беруді қамтамасыз ететін өндірістік экологиялық мониторингтің автоматтандырылған жүйесі;
қорытпа	—	не ерітіндіде, не қосылыста екі немесе одан да көп элементтерден тұратын, кем дегенде біреуі металл болып табылатын металл және алынған материалдың металлға тән қасиеттері болады;
қосарлы контакт (қосарлы абсорбция)	—	күкірт диоксидінің екі сатылы тотығу және күкірт газын сіңіру әдісі, онда күкірт диоксиді катализатордың 3 қабатынан кейін күкірт оксидін (VI) сіңіру үшін аралық абсорберге жіберіліп, содан кейін моногидратты абсорберде тотығу және одан кейінгі абсорбция үшін катализатордың 4-қабатына қайтарылады;
кұрғату	—	жерасты кенішін, немесе ашық карьерді, немесе жанасқан тау жынысын, немесе монолитті емес аймақты судан арылту процесі. Бұл термин, әдетте, концентраттардағы, байыту қалдықтарындағы және өңделген

күю (дайындау)	—	шламдардағы судың мөлшерін азайту үшін де қолданылады; металды немесе қорытпаны қатайту арқылы қалыптасқан дайын өңдеудегі бұйымдар үшін қолданылатын жалпы термин (ISO 3134-4: 1985);
қышқыл	—	протон доноры – сулы ерітіндіде сутегі иондарын неғұрлым оңай бөліп алатын зат;
ластағыш зат	—	қоршаған ортаға өздерінің сапалық немесе сандық сипаттамаларына байланысты түскен кезде табиғи ортаның табиғи тепе-теңдігін бұзатын, табиғи орта компоненттерінің сапасын нашарлататын, экологиялық залал не адамның өміріне және (немесе) денсаулығына зиян келтіруге қабілетті қатты, сұйық, газ тәрізді немесе бу тәрізді күйдегі кез келген заттар;
ластағыш заттар төгіндісі	—	саркынды сулардағы ластағыш заттардың жерүсті және жерасты су объектілеріне, жер қойнауына немесе жер бетіне түсуі;
ластағыш заттар шығарындылары	—	шығарындылар көздерінен атмосфералық ауаға ластағыш заттардың түсуі;
легирлеу	—	материалдардың құрамына негізгі материалдың физикалық және/немесе химиялық қасиеттерін өзгерту (жақсарту) үшін қоспалар қосу;
ликвация	—	балқытылған металды бөлуге болатындай етіп қоспалардың ерігіштігі төмендейтін температураға дейін қыздыруды қамтитын рафинациялау әдісі;
майдалау	—	майдалау процесінен ұсақ түйіршікті өнім (<1 мм) алынады, мұнда түйірлердің көлемі абразия мен соққылар арқылы және кейде шыбық, шар және тас қоқымы сияқты бос заттардың еркін қозғалысымен майдаланады;
майдан арылту	—	компоненттен мүмкіндігінше майды немесе майлағышты алып тастау; өндірістің немесе технологиялық процестің белгілі бір түрінің

маркерлік ластағыш заттар	—	<p>эмиссиялары үшін ластағыш заттардың осындай өндірісіне немесе технологиялық процесіне тән топтан таңдап алынатын және топқа кіретін барлық ластағыш заттар эмиссияларының мәндерін олардың көмегімен бағалауға болатын неғұрлым маңызды ластағыш заттар;</p>
мойындық	—	<p>шахта пешінің кен материалдары, флюс, отын жүктелетін жоғарғы бөлігі (сондай-ақ шахта пешін де қараңыз);</p>
мониторинг	—	<p>шығарындылардың, төгінділердің, тұтынудың, эквивалентті параметрлердің немесе техникалық шаралардың және т.б. белгілі бір химиялық немесе физикалық сипаттамаларының өзгеруін жүйелі түрде бақылау;</p>
мырыш скрапы	—	<p>құрамындағы қож бен мырыш көп кара металдардың сынықтары болып табылатын металлургия өнеркәсібінің қалдықтары. Бірінші кезекте бұл балқыту агрегаттарындағы өнеркәсіптік қалдықтар, сондай-ақ болат пен шойынды құю немесе тасу кезінде ысырап болған балқымалар. Металлургияда скрап барлық ұсақ кара сынықтарды да қамтиды, әрі ағылшын тілінен алынған атаудың өзінің аудармасы "қалдықтар, сынық" дегенді білдіреді;</p>
мырыштың қайталама өндірісі	—	<p>қайта өңделген мырыштан, басқа өндірістердің сынықтарынан немесе қалдықтарынан мырыш өндіру;</p>
науа	—	<p>балқытылған металды немесе қожды тасымалдау үшін пайдаланылатын канал;</p>
осмос	—	<p>сұйықтықтың әлсіз ерітіндіден жартылай өткізгіш мембрана арқылы анағұрлым концентрацияланған ерітіндіге өтуі, бұл еріген қатты заттарды емес, еріткішті (суды) өткізуге мүмкіндік береді;</p>
оттекті биохимиялық тұтыну	—	<p>органикалық заттарды ыдырату үшін микроорганизмдер</p>

		<p>тұтынатын ерітілген оттегінің мөлшері. Өлшеу бірлігі мг О<sub>2</sub>/л болып табылады;</p>
оттекті химиялық тұтыну	—	<p>сынамадағы органикалық қосылыстардың тотығуына жұмсалған оттегінің (немесе басқа тотықтырғыштың) мөлшерін көрсететін судағы органикалық заттар құрамының көрсеткіші. ОХТ сандық түрде 1 литр суға (мгО/л) тұтынылған оттегінің миллиграммымен көрсетіледі және табиғи және сарқынды сулардың органикалық ластану деңгейін бағалау үшін қолданылады;</p>
отын-энергетикалық ресурстар	—	<p>техника мен технологияның қазіргі даму деңгейінде запастағы энергиясы шаруашылық қызметте пайдалану үшін қолжетімді табиғи және өндірістік энергия жеткізгіштердің жиынтығы;</p>
өлшеу	—	<p>мөлшердің мәнін анықтауға арналған операциялар жиынтығы;</p>
өлшеу жүйесі	—	<p>көрсетілген өлшеуді жүргізу үшін пайдаланылатын барлық жұмыс рәсімдерін қоса алғанда, өлшеу аспаптары мен басқа да жабдықтардың толық жиынтығы;</p>
өлшеу қателігі	—	<p>бақыланған немесе шамамен алынған нәтиже нақты немесе дәл нәтижеден өзгеше болады. Бұл, әдетте, параметрлердің мәндерін өлшеу кезінде нәтижелердің дәл еместігіне немесе айырмашылығына байланысты болады;</p>
пайдалану деректері	—	<p>шығарындылар/қалдықтар және тұтыну, мысалы, шикізат, су және энергия тұтыну бойынша өнімділік туралы деректер. Басқару, қолдау және бақылау туралы кез келген басқа пайдалы ақпарат, оның ішінде қауіпсіздік аспектілері, жабдықтың жұмыс қабілеттілігін шектеу, шығару сапасы және т.б.;</p>
пайдаланудан шығару	—	<p>дезактивациялауды және/немесе демонстрациялауды қоса алғанда, қондырғы жұмысының аяқталуы; процесс немесе жұмыс нәтижесінде түзілетін газға/ауаға</p>

пайдаланылған газ	—	арналған жалпы термин ( сондай-ақ шығатын газдарды, түтін газдарын қараңыз); экологиялық тиімділікті жақсарту әлеуеті бар, бірақ әлі коммерциялық түрде қолданылмаған немесе әлі де зерттеу және әзірлеу сатысындағы техникалар. ҚЕТ әлеуетті болашағы;
перспективалы техникалар	—	металдарды алу, рафинациялау және өңдеу үшін құрамында металл бар материалдар жылу энергиясының көмегімен талап етілетін физика-химиялық түрлендірулерге ұшырайтын агрегат;
пеш	—	металдарды қоспалардан тазарту; олар отқа төзімді екі немесе одан да көп массаларды қолдана отырып, ыстық газдардан жылу алуға арналған, олар балама түрде қызады, содан кейін жағуға арналған ауаны алдын ала қыздыру үшін қолданылады ( сондай-ақ рекуперативті пешті де қараңыз);
рафинациялау	—	бұлар жылуды қалпына келтіру үшін жанарғы жүйесінде ыстық газдарды айналдыруға арналған ( сондай-ақ регенеративті жанарғыларды да қараңыз);
регенеративті жанарғылар	—	адамның шаруашылық қызметінің нәтижесінде немесе ластанған аумақта түзілетін су. ЕО-ға мүше мемлекеттердегі сарқынды су анықтамаларының әртүрлі болуына байланысты жаңбыр суы мен жанама салқындатқыш су қосылмайды. Оның орнына жаңбыр суы мен оны қайта өңдеу қажеттігі бөлек қарастырылады;
рекуперативті жанарғылар	—	ликвация сияқты;
сарқынды су	—	белгілі бір сенімділік дәрежесі шегінде қондырғыдан (өндірістік бірліктен) шығатын ластағыш заттардың нақты шығарындыларын шығарындылардың рұқсат етілген шекті мәндерімен салыстыру процесі;
сегрегация	—	
сәйкестікті бағалау	—	

сирету	—	құрылыстар мен техникалық жүйелер арналарындағы ауаның немесе жану өнімдерінің қысымын төмендету, ортаның төмен қысым аймағына ағуына ықпал етеді;
сілті	—	протон акцепторы – су ерітіндісінде сутегі иондарын азды-көпті жеңіл сіңіретін зат;
скруббер	—	тазарту мақсатында және бір немесе бірнеше компоненттерді алу үшін газдарды сұйықтықпен жууға арналған әртүрлі конструкциялы аппараттар, сондай-ақ пайдалы қазбаларды жууға арналған барабанды машиналар, оның ішінде тозаңды тұтып қалатын қондырғы;
сүзгілеу	—	суспензияны конструкциясы әртүрлі сүзгілердің көмегімен сұйық және қатты фазаларға бөлу процесі;
сынама алу	—	қарастырылып отырған затты, материалды немесе өнімді зерттеу мақсатында тұтас үлгінің репрезентативті іріктелімін қалыптастыру үшін заттың, материалдың немесе өнімнің бір бөлігі шығарылатын процесс. Сынама алу жоспары, іріктеу және аналитикалық ой-пайым әрқашан бір уақытта ескерілуге тиіс;
талдау	—	тұтастай алғанда заттың немесе оның жекелеген ингредиенттерінің бір немесе бірнеше сипаттамасын (құрамын, жай-күйін, құрылымын) анықтау мақсатында зерттеу, сондай-ақ оның әдісі мен процесі;
технологиялық нормативтер	—	кешенді экологиялық рұқсатта мынадай түрде белгіленетін экологиялық нормативтер: 1) эмиссиялар көлемінің бірлігіне маркерлік ластағыш заттардың шекті саны (массасы); 2) уақыт бірлігіне немесе өндірілетін өнімнің (тауардың), орындалатын жұмыстың, көрсетілетін қызметтің бірлігіне есептегендегі шикізатты, қосалқы материалдарды, электр және (немесе) жылу энергиясын, өзге де ресурстарды тұтыну мөлшері;



тиімділік	—	<p>белгілі бір нәтижеге қол жеткізу үшін техника тиімділігінің өлшемі . Кейбір жағдайларда ол кірістің шығысқа қатынасы ретінде көрсетілуі мүмкін;</p>
тікелей өлшеу	—	<p>белгілі бір көзден шығарылатын қосылыстардың нақты сандық анықтамасы;</p>
тозаң	—	<p>кез келген нысандағы, құрылымдағы немесе тығыздықтағы субмикроскопиялық мөлшерден макроскопиялық мөлшерге дейінгі газ фазасында шашыраған қатты бөлшектер;</p>
тотығу процесі	—	<p>электрондарды қалпына келтіргіштің атомынан ( электрондар донорынан) тотықтырғыштың атомына ( электрондар акцепторына) беру арқылы тотықтырылатын зат атомының тотығу дәрежесінің жоғарылауымен бірге жүретін химиялық процесс;</p>
тотықтырғыш	—	<p>басқа материалдармен, атап айтқанда жанғыш заттармен байланысқан кезде экзотермияның жоғары деңгейімен реакция жасай алатын материал;</p>
түйіршіктеу	—	<p>ұнтақ тәрізді немесе қатты материалды түйіршікке, мөлшері бойынша біртекті және біркелкі түйіршіктерге жасанды түрлендіру процесі;</p>
түтін газы	—	<p>жану өнімдері мен жану камерасынан шығатын және түтіндік арқылы жоғары бағытталған ауаның шығарылуға тиіс қоспасы;</p>
уытты зат	—	<p>деммен немесе ауыз қуысы арқылы жұту немесе тері арқылы сіңуі шектеулі сипаттағы бұзылуларға әкелуі мүмкін зат;</p>
үздіксіз өлшеу	—	<p>жөндеу жұмыстарын жүргізу, ақауларды жою, іске қосу-баптау, тексеру, калибрлеу жұмыстары үшін үзілістер жасауға болатын тәулік бойы өлшеу;</p>
		<p>пайдаланылған газдың (желдеткіш ауаның) құрамындағы зиянды заттар атмосфераға газ құбырлары немесе ауа жолдары жүйесі (</p>

ұйымдастырылған көз	—	кұбыр, аэрациялық шам, желдеткіш шахта және т.б.). арқылы түсетін шығарынды бөлу көзі;
ұйымдастырылған шығарынды	—	стационарлық көзден шығарынды, егер ол бөлінетін тозаң және газ-ауа қоспаларының ағынының мәжбүрлі желдету жүйелерінің көмегімен бір бағытта өтуін қамтамасыз ететін арнайы құрылыс, жүйе немесе құрылғы ( мұржалар және желдеткіш құбырлары, газ жолдары, ауа жолдары, желдеткіш шахталар және басқалары) арқылы жүзеге асырылса, ұйымдастырылған болып саналады;
ұйымдастырылмаған шығарынды	—	ластағыш заттардың бағытталмаған диффузиялық ағындар түрінде атмосфералық ауаға шығарылуы;
ұсақтау	—	кенді қозғалмайтын бағытта әдейілеп қатты жерге тастау немесе қатты жерге соққылау арқылы орындалады;
ұшпа органикалық қосылыстар	—	293,15 К болғанда бу қысымы 0,01 кПа немесе одан жоғары немесе белгілі бір пайдалану жағдайларында тиісті деңгейде ұшпалы болатын кез келген органикалық қосылыс;
флюс	—	металдарды балқыту кезінде оның балку температурасын төмендету және металды бос жыныстардан бөлуді жеңілдету үшін кенге қосылатын бейорганикалық заттар ;
фьюмингтеу	—	құрамында мырыш, қорғасын немесе қалайы бар балқытылған қождардан ұшпа компоненттерді алу тәсілі;
шаймалау	—	қатты фазадан компоненттер алу үшін еріткішті кеуекті немесе ұсақталған материал арқылы өткізу. Мысалы, алтынды кеуекті кенді немесе байыту қалдықтарын үймелеп шаймалау арқылы алуға болады. Басқа әдістерге кен резервуарларын, концентраттарды немесе байыту қалдықтарын шаймалау және сол жерде шаймалау жатады;

шаймалау өнімі	—	құрамында бағалы компонент немесе шаймалаудан кейінгі кек – тұнба бар, құрамында қоспалар мен серіктес металдар бар ерітінді;
шахта пеші	—	кесек материалдарды балқытуға және күйдіруге, сондай-ақ металл бұйымдарды термиялық өңдеуге арналған металлургиялық пештердің түрі. Шахта пештерінің дөңгелек немесе тікбұрышты қималы тігінен орналасқан жұмыс кеңістігі болады;
шекті рұқсат етілген концентрация	—	ҚР Экология кодексіне сәйкес ластағыш деп танылған ластағыш заттың адамға тұрақты немесе уақытша әсер ету кезінде оның денсаулығына әсер етпейтін және ұрпақта қолайсыз тұқым қуалаушылық өзгерістер, сондай-ақ табиғи орта объектілерінің тозуын туғызбайтын, экологиялық жүйелердің орнықтылығын және биоәртүрлілікті бұзбайтын ең көп мөлшері (массасы);
шихта	—	белгіленген химиялық құрамы мен қасиеттерінің соңғы өнімдерін алу үшін металлургиялық, химиялық және басқа агрегаттарда қайта өңдеуге жататын бастапқы материалдардың белгілі бір пропорциядағы қоспасы. Атап айтқанда, металлургиядағы шихтаның құрамына байытылған кен, концентрат, ағын, қождар, жинақтар, сондай-ақ тозаң кіруі мүмкін;
шлам	—	саркынды сулардан және тазарту құрылыстарынан алынатын " сұйықтағы қатты" суспензия;
штейн	—	құрамында никель, мыс, кобальт және т.б. бар сульфидті металл кендерін балқыту арқылы түзілетін сульфидтердің қоспасы;
шығару	—	балқытылған металды немесе қожды кетіру үшін пештің есігін ашу;
		бөлгіш технологиялық процестерде бастапқы шикізатты пайдаланудың толықтығын бағалау. Шығарып алу белгілі бір өнімге айналған шығарылатын

шығарып алу	—	<p>заттың мөлшерінің бастапқы материалдағы мөлшеріне қатынасы (пайызбен немесе бірлік үлестерімен) ретінде анықталады. Металлургияда көбінесе шығарып алу байыту процестері мен алынған өнімдер үшін: концентраттар, штейндер және т.б. үшін анықталады. Бұл жағдайда тауарлық өнім мен шикізаттағы алынатын компоненттің массалық қатынасы арқылы анықталатын тауарлық шығарып алу және технологиялық процестің бастапқы және барлық түпкілікті өнімдеріндегі компоненттің концентрациясы бойынша анықталатын технологиялық шығарып алу ерекшеленеді;</p>
экологиялық рұқсат	—	<p>жеке кәсіпкерлер мен заңды тұлғалардың қоршаған ортаға теріс әсерді жүзеге асыру құқығын куәландыратын және қызметті жүзеге асырудың экологиялық шарттарын айқындайтын құжат;</p>
экономика	—	<p>шығындар (инвестициялар және операциялар) және кез келген ықтимал үнемдеу, мысалы, шикізатты тұтынуды азайту, қалдықтарды жинау, сондай-ақ техниканың мүмкіндіктерімен байланысты ақпарат;</p>
экстракция	—	<p>экстрагенттермен қоспалардан компоненттерді алудың масса алмасу процесі;</p>
электрод	—	<p>электр тогы электрохимиялық реакцияға (немесе электр доғасына немесе вакуумдық түтікке) электролитке енетін немесе шығатын өткізгіш (сондай-ақ анод пен катодты қараңыз);</p>
электролиз	—	<p>электр тогы ерітінді не электролит балқымасы арқылы өткен кезде түзілетін электродтардағы қайталама реакциялардың нәтижесі болып табылатын ерітінділердің немесе басқа заттардың құрамдас бөліктерін электродтардан шығарудан тұратын физика-химиялық процесс;</p>

электролит	—	ерітіндіде немесе балқытылған күйде электр тогын өткізуге қабілетті зат;
электролиттік бөлу	—	инертті металл анод және катодта шөгетін электролиттегі қажетті металл пайдаланылатын электролиттік өндіріс сатысы;
электрсүзгі	—	газдарды аэрозоль, қатты немесе сұйық бөлшектерден тазарту электр күштерінің әсерінен болатын құрылғы;
эмиссия	—	антропогендік объектілерден босатылатын ластағыш заттардың атмосфералық ауаға, суға, жерге немесе оның астына түсуі;
энергия менеджменті	—	энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саясатын, іс-шаралар жоспарларын, энергия тұтынуды мониторингтеу, бағалау рәсімдері мен әдістемелерін және энергия тиімділігін арттыруға бағытталған басқа да іс-қимылдарды әзірлеуді және іске асыруды қамтитын, энергетикалық ресурстарды ұтымды тұтынуды қамтамасыз етуге және басқару объектісінің энергия тиімділігін арттыруға бағытталған әкімшілік іс-қимылдар кешені;
энергия сыйымдылығы	—	берілген технологиялық жүйе базасында өнімді дайындаудың, жұмыстарды орындаудың, қызметтер көрсетудің негізгі және қосалқы технологиялық процестеріне энергия және (немесе) отын тұтыну шамасы;
энергия тиімділігі	—	энергетикалық ресурстарды тиімді (ұтымды) пайдалану. Объектінің/лердің қызметін энергетикалық қамтамасыз етудің бірдей деңгейін қамтамасыз ету үшін энергияның аз мөлшерін пайдалану.

## Аббревиатуралар мен олардың толық жазылуы

Аббревиатура	Толық жазылуы
АК	алдын ала күйдірілген анод түрі
АҚ	акционерлік қоғамы
АМЖ	автоматтандырылған мониторинг жүйесі
ӨТК	әкімшілік-тұрмыстық кешен
БМ	бастапқы мыс

ДЖ	деректер жоқ
Диоксиндер (ПХДД/Ф)	полихлорланған дибензодиоксиндер (ПХДД) және полихлорирланған дибензофурандар (ПХДФ)
ЕҚТ	ең үздік қолжетімді техника
ЕҚТ-БШД	атмосфераға шығарындылар үшін ең үздік қолжетімді техникалармен (ЕҚТ-БШД) байланысты шығарындылар деңгейлері, осы ЕҚТ туралы қорытындылардағы деректер, стандартты шарттарға жатады: температура 273,15 К және қысым 101,3 кПа болғандағы құрғақ газ
ЕО	Еуропалық Одақ
ЖЖ	жану жылуы, мысалы, в МДж/кг
ЖРЖ	жиілікті-реттелетін жетек
ЖТШ	жарылғыштықтың төменгі шегі
ЖУАК	мысты, асыл металдарды және Pb концентраттарын бастапқы балқыту, сондай-ақ электрондық жабдық қалдықтарын балқыту үшін пайдаланылатын жоғарғы үрлегіші бар айналмалы конвенертер
ЖШС	жауапкершілігі шектеулі серіктестік
ҚБ	қараңыз: қатты бөлшектер. Асыл металдар: Ag, Au және ПТМ
ҚБх	номиналды х-микромметрлерден кіші немесе оған тең аэродинамикалық диаметрі бар қатты бөлшектер
КГД	компьютерлендірілген гидродинамика – қоқыс жағатын қондырғыларда және басқа да жүйелерде газ температурасының шығынын болжау үшін пайдаланылатын модельдеу әдісі
КСЖ	күшейтілген сору жүйесі
КТА	кешенді технологиялық аудит
КЭКЖ	когенерациялық энергияны кәдеге жарату
КФК	көп фторлы көмірсутек
КЦ	күйдіру цехы
ҚҚ	қалдықтарды қайта өңдеу
ҚК/ҚА	қосарлы контакт/қосарлы адсорбция
ҚТТ	қалпына келтіргіш термиялық тотықтырғыш, жағып бітіруші жанарғының бір түрі
ЛМБ	Лондон металл биржасы
МЗ	мырыш зауыты
МК	металлургиялық кешен
МКВЦ	мырыш кектерін вельцтеу цехы
МӨСЦ	мырыш өртендісін шаймалау цехы
МТШЦ	мырыш тотығын шаймалау цехы
НҚА	нормативтік құқықтық акт
НН	нормаланбайды (контекстке байланысты)
ОБТ	оттегіні биологиялық тұтыну

ОХТ	оттегіні химиялық тұтыну
ОЭР	отын-энергетикалық ресурстар
ӨМК	Өскемен металлургия кешені
ӨЦ	өндірістік цех
ПТФЭ	политетрафторэтилен
РҚ	редукциялық құрылғы
РТТ	регенеративті термиялық тотықтырғыш
СҚН	рервистік қызмет көрсету нүктесі
СМБП СБП	ртандартты металл балқыту пеші немесе стандартты балқыту процесі
ССТЖ	сарқынды суларды тазарту жүйесі
ССТҚ	сарқынды суларды тазарту қондырғысы
ТГК	түтін газдарын күкірттен арылту
ТеТ	термиялық тотықтырғыш
ТЖТ	техникалық жұмыс тобы
ТКТ	термокаталитикалық тотықтырғыш
ТМ	түсті металдар
ТМС	тримеркаптосульфотриазин
ТТ	тұрақты ток (электрмен жабдықтау)
УК	ультракүлгін сәуле
ҰЖГ	пеш ұзақ жану газ
ҰОҚ	ұшпа органикалық қосылыстар
ШБЭ	шойын балқытатын электр пеші
ШРК	шекті рұқсат етілген концентрация
ШД	ілеспе шығарындылар деңгейі
ЭБЖ	экологиялық басқару жүйесі
ЭДП	электр доғалы пеш
ЭМЖ	экологиялық менеджмент жүйесі
ЭСН	экологиялық сапа нормативі
ЭСТ	электростатикалық тұндырғыш / тозаң тұтқыш
ЭСТП	электролиттік су тазарту процесі
ЭТҚ	энергия тиімді қозғалтқыш
ЭТМЖ	энергия тиімділігі менеджменті жүйесі
ЭЦ	электролиз цехы
ЭЫДҰ	экономикалық ынтымақтастық және даму ұйым

## Химиялық элементтер

Символ	Атауы	Символ	Атауы
Ag	күміс	Mg	магний
Al	алюминий	Mn	марганец
As	күшән	Mo	молибден

Au	алтын	N	азот
B	бор	Na	натрий
Ba	барий	Nb	ниобий
Be	бериллий	Ni	никель
Bi	висмут	O	оттегі
C	көміртек	Os	осмий
Ca	кальций	P	фосфор
Cd	кадмий	Pb	қорғасын
Cl	хлор	Pd	палладий
Co	кобальт	Pt	платина
Cr	хром	Re	рений
Cs	цезий	Rh	родий
Cu	мыс	Ru	рутений
F	фтор	S	күкірт
Fe	темір	Sb	сүрме
Ga	галлий	Se	селен
Ge	германий	Si	кремний
H	сутегі	Sn	қалайы
He	гелий	Ta	тантал
Hg	сынап	Te	теллур
I	йод	Ti	титан
In	индий	Tl	таллий
Ir	иридий	V	ванадий
K	калий	W	вольфрам
Li	литий	Zn	мырыш

## Химиялық формулалар

Химиялық формула	Атауы (сипаттамасы)
$Al_2O_3$	алюминий оксиді
CO	көміртегі монооксиді
CO <sub>2</sub>	көміртегі диоксиді
CaO	кальций оксиді
FeO	темір оксиді
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	үш валентті темір оксиді
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	сутек асқын тотығы
H <sub>2</sub> S	күкіртсутек
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	күкірт қышқылы
HCl	хлор-сутегі қышқылы
HF	фтор-сутегі қышқылы
HNO <sub>3</sub>	азот қышқылы



K <sub>2</sub> O	калий оксиді
MgO	магний оксиді
MnO	марганец оксиді
NaOH	натрий гидрототығы
NaCl	натрий хлориді
CaCl <sub>2</sub>	хлорид
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	натрий карбонаты
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	натрий сульфаты
NO <sub>2</sub>	азот қостотығы
NO <sub>x</sub>	азот оксиді (NO) мен азот диоксидінің (NO <sub>2</sub> ) NO <sub>2</sub> түрінде берілген қоспасы
SiO <sub>2</sub>	кремний қостотығы, кремний оксиді
SO <sub>2</sub>	күкірт қостотығы
SO <sub>3</sub>	күкірттің үш тотығы
SO <sub>x</sub>	күкірт оксидтері - SO <sub>2</sub> и SO <sub>3</sub>
ZnO	мырыш оксиді

## Өлшем бірліктері

Өлшем бірлігінің символы	Өлшем бірліктерінің атауы	Өлшем атауы (өлшем символы)	Түрлендіру және түсініктемелер
бар	бар	Қысым (Д)	1.013 бар = 100 кПа = 1 атм
°C	Цельсий градусы	Температура (Т) Температура айырмасы (РТ)	
г	грамм	Масса	
сағ	сағат	Уақыт	
К	Кельвин	Температура (Т) Температура айырмасы (АТ)	0 °C = 273,15 К
кг	килограмм	Масса	
кДж	килоджоуль	Энергия	
кПа	килопаскаль	Қысым	
кВт ч	киловатт-сағат	Энергия	1 кВт сағ = 3 600 кДж
л	литр	Көлем	
м	метр	Ұзындық	
м <sup>2</sup>	шаршы метр	Аудан	
м <sup>3</sup>	текше метр	Көлем	
мг	миллиграмм	Масса	1 мг = 10 <sup>-3</sup> г
мм	миллиметр		1 мм = 10 <sup>-3</sup> м

МВт	жылу қуатының мегаваты	Жылу қуаты Жылу энергиясы	
Нм <sup>3</sup>	қалыпты текше метр	Көлем	101,325 кПа болғанда 273,15 К
Па	паскаль		1 Па = 1 Н/м <sup>2</sup>
бөлік/млрд	миллиардқа шаққандағы бөліктер	Қоспалардың құрамы	1 бөлік/млрд = 10 <sup>-9</sup>
бөлік/млн	миллионға шаққандағы бөліктер	Қоспалардың құрамы	1 бөлік/млн = 10 <sup>-6</sup>
айн/мин	минутына айналу саны	Айналу жылдамдығы, жиілігі	
т	метрикалық тонна	Масса	1 т = 1 000 кг немесе 106 г
т/тәу	тәулігіне тоннамен	Массалық шығыс Материал шығысы	
т/жыл	жылына тоннамен	Массалық шығыс Материал шығысы	
Көлем %	көлемі бойынша пайыздық арақатынасы	Қоспалардың құрамы	
кг- %	салмақ бойынша пайыздық арақатынасы	Қоспалардың құрамы	
Вт	ватт	Қуат	1 Вт = 1 Дж/с

### **Алғысөз Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалық мазмұнының қысқаша сипаттамасы: халықаралық аналогтармен өзара байланысы**

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалық эмиссиялар деңгейлерін, негізгі өндірістік қалдықтардың түзілу, жинақталу және оларды көму көлемдерін, ресурстарды тұтыну деңгейлерін және ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді, сондай-ақ ең үздік қолжетімді техникалар бойынша тұжырымдары бар қорытындыларды және кез келген перспективалы техникаларды қамтитын құжат болып табылады. "Ең үздік қолжетімді техникалар" термині Қазақстан Республикасының Экология кодексінің (бұдан әрі – Экология кодексі) 113-бабына енгізілді, оған сәйкес 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 [1].

Ең үздік қолжетімді техникаларды қолдану салаларының тізбесі Экология кодексіне 3-қосымшада бекітілген [1].

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың құрылымы ең үздік қолжетімді техникалардың мақсаттарын, негізгі қағидаттарын, әзірлеу тәртібін, қолданылу саласын қамтитын "Ең

үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысының (бұдан әрі – Қағидалар) ережелеріне сәйкес келеді. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалық мырыш пен кадмий өндірісінде қолданылатын технологиялық процестердің, жабдықтардың, техникалық тәсілдердің, әдістердің сипаттамасын қамтиды, оның ішінде қоршаған ортаға эмиссияларды, су тұтынуды төмендетуге, энергия тиімділігін арттыруға, ЕҚТ қолдану салаларына жататын кәсіпорындарда ресурстарды үнемдеуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [2]. Сипатталған технологиялық процестердің, техникалық тәсілдердің, әдістердің ішінен ЕҚТ-ға жатқызылған шешімдер, сондай-ақ бөлінген ЕҚТ-ға сәйкес келетін технологиялық көрсеткіштер анықталды.

Түсті металлургияның өнеркәсіп орындарынан (мырыш пен кадмий, қорғасын, мыс және алтын өндірісі) атмосфераға эмиссиялардың қазіргі жай-күйі жылына шамамен 176 000 тоннаны құрайды. Бүгінгі таңда мырыш пен кадмий өндіретін қазақстандық кәсіпорында ЕҚТ ендіру дәрежесі 60 % деңгейінде бағаланады.

ЕҚТ қағидаттарына көшкенде сала бойынша қоршаған ортаға эмиссиялардың болжамды қысқаруы 65 % құрайды немесе жылына шамамен 114 400 тоннаға төмендейді.

Түсті металлургия бойынша сараптамалық бағалау туралы есепке сәйкес инвестициялардың болжамды көлемі – 16,707 млрд теңге. ЕҚТ ендіру нақты кәсіпорынның экономикасын және кәсіпорынның ЕҚТ қағидаттарына көшуге әзірлігін, ЕҚТ өндіруші елді таңдауды, қуаттылық көрсеткіштерін, ЕҚТ габариттерін және ЕҚТ оқшаулау дәрежесін ескере отырып, ЕҚТ таңдаудың жеке тәсілін көздейді.

ЕҚТ бойынша анықтамалықты әзірлеген кезде осы саладағы халықаралық тәжірибе ескерілді, оның ішінде ең үздік қолжетімді техникалар қолданылатын нақты салаларда олардың техникалық және экономикалық қолжетімділігін негіздейтін экономиканың қалыптасқан құрылымының ерекшелігі және Қазақстан Республикасының климаттық, сондай-ақ экологиялық жағдайларына негізді бейімдеу қажеттігі ескеріле отырып, Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымына, Еуропалық Одаққа мүше мемлекеттерде, Ресей Федерациясында, басқа елдер мен ұйымдарда ресми қолданылатын ұқсас және салыстырмалы анықтамалықтар пайдаланылды:

1. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the main Non-Ferrous Metals Industries. BREF, 2017 "Қолда бар ең үздік қолжетімді технологиялар (ҚЕТ). Түсті металлургияға арналған анықтамалық құжат", EUR 28648 EN [3].

2. Ең үздік қолжетімді технологиялар бойынша ақпараттық-техникалық анықтамалық 13–2020 " Қорғасын, мырыш және кадмий өндірісі". Мәскеу, ЕҚТ бюросы, 2020 ж. [4].

3. Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency, 2009. Энергия тиімділігін қамтамасыз етудің ең үздік қолжетімді технологиялары бойынша анықтамалық құжат. – М.: Эколайн, 2012 ж. [5].

4. Ең үздік қолжетімді технологиялар бойынша ақпараттық-техникалық анықтамалық АТА 48–2017 "Шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезінде энергетикалық тиімділікті арттыру". Мәскеу, ЕҚТ бюросы [6].

5. Ең үздік қолжетімді технологиялар. Өнеркәсіптік ластанудың алдын алу және бақылау. 4-кезең: ЕҚТ негізінде экологиялық рұқсат алу шарттарын орындау үшін ЕҚТ анықтау және экологиялық тиімділік деңгейлерін белгілеу жөніндегі басшылық/ЭЫДҰ қоршаған орта жөніндегі дирекциясының қоршаған орта, денсаулық және қауіпсіздік басқармасы. Ағылшын тілінен аударылған. Мәскеу, 2020 ж. [7].

### **Дерек жинау туралы ақпарат**

ЕҚТ бойынша анықтамалықта қоршаған ортаны қорғау саласындағы уәкілетті органның Ең үздік қолжетімді техникалар жөніндегі бюросының (бұдан әрі – ЕҚТ бюросы) функцияларын жүзеге асыратын ведомстволық бағынысты ұйымы жүргізген 2015 – 2019 жылдардағы кешенді технологиялық аудит және сауалнама нәтижелері бойынша алынған Қазақстан Республикасында мырыш пен кадмий өндіруді жүзеге асыратын кәсіпорындардың техникалық-экономикалық көрсеткіштері, ауаға ластағыш заттардың шығарындылары және су ортасына төгінділері жөніндегі нақты деректер пайдаланылды.

Сондай-ақ ЕҚТ бойынша анықтамалықта Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросының, мырыш пен кадмий өндірісінің технологиялық жүйелері мен жабдықтарын өндіруді жүзеге асыратын компаниялардың деректері пайдаланылды.

Өнеркәсіп орындарында қолданылатын технологиялық процестер, жабдықтар туралы, қоршаған ортаны ластау көздері, қоршаған ортаның ластануын төмендетуге және энергия тиімділігі мен ресурс үнемдеуді арттыруға бағытталған технологиялық, техникалық және ұйымдастырушылық іс-шаралар туралы ақпарат Қағидаларға сәйкес ЕҚТ бойынша анықтамалықты әзірлеу процесінде жиналды.

### **Басқа ЕҚТ бойынша анықтамалықтармен өзара байланысы**

ЕҚТ бойынша анықтамалық Экология кодексінің талаптарына сәйкес әзірленетін ЕҚТ бойынша анықтамалықтар серияларының бірі болып табылады және төмендегілерге байланысты болады:

Р/с №	ЕҚТ бойынша анықтамалықтың ат ауы	Байланысты процестер
1	2	3

1	Қалдықтарды кәдеге жарату және залалсыздандыру	Қалдықтармен жұмыс істеу
2	Өнім өндірісі кезінде сарқынды суларды тазарту	Сарқынды суларды тазарту процестері
3	Шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезіндегі энергетикалық тиімділік	Энергетикалық тиімділік
4	Өнеркәсіптік салқындату жүйелері	Салқындату процестері
5	Атмосфералық ауа мен су объектілеріне ластағыш заттар эмиссияларының мониторингі	Эмиссиялар мониторингі
6	Қалдықтарды кәдеге жарату және өртеу арқылы жою	Пайдаланылған газдарды технологиялық процеске отын компоненті ретінде тарту
7	Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі	Күкірт қышқылын өндіру, мыс өндірісінің қалдықтары
8	Қорғасын өндірісі	Күкірт қышқылын өндіру, қорғасын өндірісінің қалдықтары

### Қолданылу саласы

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалық Экология кодексінің нормаларына сәйкес төмендегі негізгі қызмет түрлеріне қолданылады:

мырыш пен кадмий өндіру және қайта өңдеу;

қорғасын, мыс өндірістерінің өнеркәсіптік өнімдерінен мырыш пен кадмий алу;

кеннен, концентраттардан немесе қайталама шикізат материалдарынан металлургиялық, химиялық немесе электролиттік процестер арқылы мырыш пен кадмий өндіру;

күкірт қышқылы өндірісінің тозаңын, қожын, шламдарын, мырыш өндірісінің кектерін қоса алғанда, мырыш өндірісінің өнеркәсіптік өнімдерінен мырыш және кадмий алу;

кейіннен күкірт қышқылы мен өзге де өнімдер шығара отырып, мырыш өндірісінің құрамында күкірт бар газдарын кәдеге жарату.

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалық мырыш пен кадмийдің бастапқы өндірісінің де, қайталама өндірісінің де әдістеріне қолданылады.

Бастапқы мырышты кен шикізатынан алады.

Мырыштың бастапқы өндірісі – пирометаллургиялық немесе гидрометаллургиялық әдістерді қолдану арқылы бастапқы шикізаттан мырыш өндіру.

Мырыштың қайталама өндірісі техникалық мырыш тотығы (мыс кәсіпорындарының құрамында мырыш, катализаторлар бар тозаңы), жезден жасалған өнімдер және қысыммен құю арқылы алынған бұйымдар, мырыш жоңқасы сияқты құрамында мырыш бар өнімдерді қайта өңдеуді қамтиды.

Қайтадан алу:

болат илемі мен металл конструкцияларын ыстықтай мырыштау өндірістерінен алынатын күйікті, қожды, мырыш ұнтағын және гартмырышты өңдеу кезінде;

ЭДП тозандарын арнайы технологиялардың көмегімен қайта өңдеу кезінде алынған мырыш тотығын (вельц-оксидтерді) қайта өңдеу кезінде де жүзеге асырылады.

Қайталама өндіріс – мырышты мырыш кектерінен ғана емес, қорғасын өндірісінің қождарынан да алу.

Қайталама өндіріс құрамында мырыш пен кадмий бар түрлі өнімдерді өңдеуді қамтиды. Сонымен қатар басқа өндірістердің қалдықтары мен жанама өнімдері өңделеді: кектер, шлам, тозақ және т.б.

ЕҚТ бойынша анықтамалық:

өндіру процестеріне, кенді байытуға және концентраттар алуға;

металдардың бетін өңдеу процестеріне;

өндірісті іркіліссіз пайдалану үшін қажетті қосалқы процестерге;

жоспарлы-алдын алу және жөндеу жұмыстарына байланысты штаттан тыс пайдалану режимдеріне қолданылмайды.

Мырыш пен кадмий өндіру өнеркәсібін экологиялық қауіпсіз технологиялармен қамтамасыз ету, сондай-ақ жаңа өнім түрлерін ала отырып немесе техногендік қалдықтарды кешенді пайдалана отырып, қалдықтардың алуан түрлерін кәдеге жарату проблемаларын шешу мәселелері қаралады.

Өндірісте 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.

Қазақстанда өндірілетін мырыш және кадмий маркаларының тазалығы кемінде 99,9 %.

### Мырыш

Р/с №	Химиялық элемент	Мырыш ЦВ	Мырыш Ц0А	Мырыш ЦВ0
1	2	3	4	5
1	Zn (кем емес)	99,99 %	99,98 %	99,995 %
2	Pb (артық емес)	0,005 %	0,01 %	0,003 %
3	Cu (артық емес)	0,001 %	0,001 %	0,001 %
4	Al (артық емес)	0,005 %	0,005 %	0,005 %
5	Sn (артық емес)	0,001 %	0,001 %	0,001 %
6	Cd (артық емес)	0,002 %	0,003 %	0,002 %
7	Fe (артық емес)	0,003 %	0,003 %	0,002 %
8	As (артық емес)	0,0005 %	0,0005 %	0,0005 %

### Кадмий

Р/с №	Химиялық элемент	Cd

1	2	3
1	Cd (кем емес)	99,960 %
2	Zn (артық емес)	0,004 %
3	Pb (артық емес)	0,020 %
4	Fe (артық емес)	0,0020 %
5	Cu (артық емес)	0,010 %
6	Pt (артық емес)	0,003 %
7	Қоспалар, артық емес	0,040 %

## Қолданылу қағидаттары

### Құжаттың мәртебесі

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

ЕҚТ айқындау бірқатар халықаралық қабылданған өлшемшарттар негізінде төмендегі салалар (ЕҚТ қолданылу салалары) үшін жүзеге асырылады:

қалдығы аз технологиялық процестерді қолдану;

өндірістің ресурстық және энергетикалық жоғары тиімділігі;

суды ұтымды пайдалану, су айналымы циклдерін құру;

ластауды болғызбау, аса қауіпті заттарды пайдаланудан бас тарту (немесе қолдануды барынша азайту);

заттар мен энергияны қайта пайдалануды ұйымдастыру (мүмкіндігінше);

экономикалық орындылық (ЕҚТ қолдану салаларына тән инвестициялық циклдерді ескере отырып).

### Қолданылуы міндетті ережелер

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

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындылардың бір немесе бірнеше ережесінің жиынтығын қолдану қажеттігін технологиялық көрсеткіштердің сақталуы шартымен кәсіпорындағы экологиялық аспектілерді басқару мақсаттарына сүйене отырып объектiлердiң операторлары өз бетiнше айқындайды. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта берiлген ең үздік қолжетімді техникалардың саны мен тізімін ендіру міндетті емес.

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

#### Ұсынымдық ережелер

Ұсынымдық ережелер сипаттама түрінде және ЕҚТ қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді белгілеу процесін талдауға және ЕҚТ бойынша анықтамалықты қайта қарау кезінде талдауға ұсынылды.

1-бөлім: отандық саланың әлемдік нарықтағы орны ескеріле отырып, мырыш пен кадмий өндірісі туралы жалпы ақпарат, саланың құрылымы, Қазақстан Республикасында мырыш пен кадмий өндірудің пайдаланылатын өнеркәсіптік процестері мен әдістері берілген.

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

3-бөлім: өндіріс ерекшеліктері, сондай-ақ жүргізілген жаңғырту ескеріле отырып, мырыш пен кадмий өндірісінің осы кәсіпорындарында техника мен технологияларды жетілдірумен және жаңғыртумен қоса өндірістік процестің немесе түпкілікті өнім өндірудің негізгі кезеңдері сипатталған, ағымдағы шығарындылар, шикізаттың тұтынылуы және сипаты, су тұтыну, энергияны пайдалану және қалдықтардың түзілуі тұрғысынан жазу кезінде өндіріс және пайдалану қондырғыларының экологиялық сипаттамалары туралы мәліметтер мен ақпарат ұсынылған.

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 сипатталған.

5-бөлім: ЕҚТ анықтау мақсатында қарау үшін ұсынылатын қолданыстағы техникалардың сипаттамасы берілген.

7-бөлім: жаңа және перспективалы техникалар туралы ақпарат ұсынылған.

8-бөлім: ЕҚТ бойынша анықтамалықты қайта қарау шеңберіндегі болашақ жұмысқа арналған қорытынды ережелер мен ұсынымдар берілген.

### **1. Жалпы ақпарат**

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың осы бөлімінде Қазақстан Республикасының түсті металл өнеркәсібінің сипаттамасын қоса алғанда, нақты қолданылу саласы туралы жалпы ақпарат, сондай-ақ эмиссиялардың ағымдағы деңгейлерін, сондай-ақ энергетика, су және шикізат ресурстарын тұтынуды қоса алғанда, осы ЕҚТ бойынша анықтамалықты қолдану саласына тән негізгі экологиялық проблемалардың сипаттамасы қамтылады.

Қазақстан Республикасының түсті металлургиясы өнеркәсіптің ең байырғы және жетекші салаларының бірі болып табылады, оның дамуы пайдалы қазбалардың



қомақты ресурстарына негізделеді және Қазақстан Республикасының бүкіл өнеркәсіп кешенінің қалыптасуына зор ықпал етеді.

Мырыш (Zn) – қаттылығы орташа көгілдір-күміс түстес жылтыр металл. Құрғақ ауада мырыш қарайып, металды одан әрі тотығудан қорғайтын жұқа оксид қабығы пайда болады. Өте таза металл иілгіш болады және оны табақтар мен фольга етіп илемдеуге болады.

66 мырыш минералы белгілі, олардың ішінде ең көп тарағаны – сфалерит минералы немесе мырыш қоспасы, бұл минералдың негізгі компоненті – ZnS мырыш сульфиді, оның құрамындағы түрлі қоспалар бұл затқа әрқилы түс береді. Мырыш қоспасы одан химиялық элементтің басқа минералдары түзілген бастапқы минерал болып саналады. Жер қыртысындағы мырыштың орташа мөлшері –  $8,3 \cdot 10^{-3} \%$ , ол қышқыл жыныстарға ( $610^{-3} \%$ ) қарағанда негізгі атқылама жыныстарда біршама көп ( $1,3 \cdot 10^{-2} \%$ ).

Мырыш – Лондон металл биржасындағы негізгі металдардың бірі. Осыған байланысты мырыш өндірісі ЛМБ-ның өзі айқындаған Special High Grade Zinc/ерекше таза мырыш (мырыш құрамы – 99,995 %) стандартына негізделген. EN 1179:2003-те Z1 маркасының белгілеуі, ASTM B6:07-де LME (Z12002) белгілеуі пайдаланылады. Қазақстанда өндірілетін мырыш маркалары металл тазалығының кемінде 99,9 % болғанын көздейді. Соңғы жылдары мырышты тұтыну және өндіру көлемі бүкіл әлемде жоғары қарқынмен өсуде.

2019 жылы мырыш өндірісі шамамен 13 млн тоннаны құрады. Қолда бар бағалау бойынша оны өндірудің қазіргі деңгейінде анықталған металл қорлары бірнеше онжылдыққа жетеді, ал жер қыртысынан мырыш алу көлемі үнемі өсу үстінде. Мырышты түпкілікті пайдалану қолданудың ауқымды спектрін қамтиды, олардың ішіндегі ең маңыздысы – әртүрлі болат бөлшектер мен құрылымдық элементтердің беттерін коррозиядан қорғау. Қолданудың басқа да маңызды салалары – мырыш қорытпаларын (жез, қола, құю қорытпалары) өндіру және мырыш негізіндегі жартылай фабрикаттар шығару. Тиісті өнімдер құрылыста, тұрмыстық техника өндірісінде және автомобиль өнеркәсібінде кеңінен қолданылады. Мырыш негізді дәстүрлі қорытпалар мен компоненттер өндірісінің үнемі өсіп келе жатқан үлесін қоспағанда, мырыш ерекше қасиеттері мен мақсаты бар арнайы композициялық материалдарды өндіруде жиі қолданылады. Химия өнеркәсібінде және композиттер өндірісінде мырышты пайдалану шамамен 10 % құрайды. Алайда мырыш металының қомақты бөлігі болат өнеркәсібі жабындылары бар құрыш құю өндірісінде пайдаланылады. Мысалы, Еуропа елдерінде болат құю өнеркәсібінде мырышты пайдалану өндірілген металдың 45 %-дан астамын құрайды. Гальванизацияланған болат, әдетте, автомобиль корпусын жасауда және күрделі агрессивті ортада жұмыс істейтін табақтар мен таспаларды өндіруде қолданылады. Мырыш әртүрлі қорытпаларда, ең алдымен жез өндірісінде де қолданылады.

Кадмий (Cd) – жұмсақ, соғуға икемді созылымды ақ күміс түсті металл, құрғақ ауада орнықты, ылғал ауада оның бетінде металдың одан әрі тотығуына жол бермейтін оксид қабыршағы пайда болады. Кадмий және оның көптеген қосылыстары адам үшін улы, канцерогенді заттарға жатады. Кадмий сирек кездесетін, шашыраңқы элементтерге жатады: ол көптеген минералдарда изоморфты қоспа түрінде болады және әрдайым мырыш минералдарында кездеседі. Коммерциялық тұрғыдан алғанда кадмий шағын металдар тобына жатады, олардың құрамына сүрме, висмут, хром, кобальт, индий, магний, марганец, сынап, селен, кремний, галлий, рений, германий кіреді. Жер қыртысында кадмий шамамен  $1,4 \cdot 10^{-5}$  % (массасы бойынша), бұл өте сирек кездесетін элемент. 2005 жылы Қытайдың оңтүстік-батысындағы Гуйчжоу провинциясында табылған, 2-8 кг/т болатын кен орындарын қоспағанда, кадмий әлемде еш жерде өнеркәсіптік концентрацияда кездеспейді.

Бар болғаны 6 кадмий минералы ғана белгілі. Гринокит  $CdS$ , хоулиит  $CdS$ , отавит  $CdCO_3$ , монтепонит  $CdO$ , кадмоселит  $CdSe$ , ксантохроит  $CdS (H_2O)_x$  кадмийдің аса сирек кездесетін минералдары болып табылады. Кадмийдің негізгі массасы көптеген минералдарда шашыраңқы таралған (50-ден көп), негізінен мырыш, қорғасын, мыс, темір, марганец және сынап сульфидтерінде кездеседі. Ең жоғары концентрациясы мырыш минералдарында және ең алдымен, сфалеритте байқалады (5 % дейін), көп жағдайда сфалериттегі кадмийдің мөлшері 0,4 – 0,6 % аспайды. Құрамында кадмий көбірек кездесетін жалғыз минерал – "кадмий қоспасы" деп аталатын гринокит. Ол мырыш кендерін игеру кезінде сфалеритпен бірге өндіріледі. Өңдеу барысында кадмий процестің жанама өнімдерінде шоғырланған болады, кейіннен оны ажыратып алады.

Кадмийдің негізгі қолданылу салалары – кадмий тұздары пайдаланылатын никель-кадмий аккумуляторлық батареяларын өндіру; кадмийдің металл ұнтағы, оның синтезделген сульфидтері де қолданылатын пигменттер мен жабындар өндіру. Соңғы жылдары кадмий металының шамамен 10 %-ы пигменттер өндірісінде қолданылады. Қазіргі уақытта никель-кадмий батареялары литий-ионды батареялармен алмастырылып жатыр.

Мырыш өндіру үшін шикізат ретінде тау-кен байыту кәсіпорындарында мырыш кенін байыту арқылы алынатын концентраттар, сондай-ақ металлургия өндірісі барысында түзілетін құрамында мырыш бар қайталама өнеркәсіп өнімдері (кектер, тозаңдар және басқалары) пайдаланылады. Қазақстанда Шаймерден кен орнының алдын ала байытпай вальцтеу әдісімен қайта өңделетін тотыққан кені мырыш өндіруге арналған шикізаттың ерекше түрі болып табылады. Құрамында мырыш бар кендердің аса ірі кен орындары Шалқия (Қызылорда облысы), Жәйрем, Ақжал (Қарағанды облысы), Риддер-Сокольное, Тишин және Малеевское (ШҚО) болып табылады.

### **1.1. Мырыш пен кадмий өндірісінің құрылымы мен технологиялық деңгейі**

Қазақстанда мырыш пен кадмийдің металлургиялық өндірісін дамыту Шығыс Қазақстан облысының Өскемен және Риддер қалаларындағы мырыш зауыттарын одан әрі пайдалану ісімен байланысты. Бұл ретте жеке шикізат базасының мырыш концентраттарының жетіспеушілігіне тап болған аталған зауыттарға кәсіпорындардың шикізат проблемасы күрделі мәселе болып отыр, мұның өзі қолданыстағы металлургия қуаттарын импорттық шикізатты, оның ішінде өнеркәсіп өнімдерін (тозаңды) пайдалану арқылы жүктеуге әкеледі. Бұл ретте Қазақстанда өндірілетін концентраттағы мырыштың бір бөлігін тау-кен компаниялары экспорттайды. Орта мерзімді перспективада Шалқия және Жәйрем кен орындарының байыту фабрикаларын іске қосу Қазақстанның мырыш металлургия зауыттары үшін шикізат базасын кеңейтіп, импорттық шикізатқа тәуелділікті азайтуы мүмкін.

Қазақстанда жыл сайынғы мырыш өндірісі 300 мың тоннадан асады. Ол негізінен Шығыс Қазақстан облысында шоғырланған, негізгі қазақстандық мырыш өндіруші сонда орналасқан.

"Қазцинк" – мыс, алтын, қорғасын, күмістің маңызды ілеспе өндірісі бар интеграцияланған ірі мырыш өндіруші. "Қазцинк" ЖШС негізгі шикізат базасына Шығыс Қазақстан облысының Риддер және Алтай қалаларындағы полиметалл кен орындары (Малеевское, Риддер-Сокольное, Долинное, Тишинское), сондай-ақ шикізаттың өзге де түрлері кіреді. Кендер Шығыс Қазақстан облысының Риддер және Алтай қалаларындағы байыту фабрикаларында өңделеді. Өскемен металлургиялық кешені "Қазцинк" ЖШС құрамына тұйық технологиялық циклі бар дербес бөлімше ретінде кіреді.

Бұл кәсіпорынның үлесіне жоғары маркалы тауарлық мырыш және мырыш-алюминий қорытпалары түріндегі мырыштың негізгі өндірісі жатады:

өндірістік қуаты жылына 188 мың тоннадан асатын Өскемен МЗ;

өндірістік қуаты жылына 112 мың тоннадан асатын Риддер МЗ.

Олар сатылас және деңгейлес интеграцияланған кешендер болып табылады, олар кен өндіруден бастап дайын өнім шығаруға дейінгі циклды қамтиды, өзіндік шикізат кен орындары бар.

"Қазцинк" ЖШС кадмий өндірісінің көлемі жылына 1200 тоннаны құрайды.

Концентраттағы мырыш өндірісі Шығыс Қазақстан облысындағы KAZ Minerals компаниялар тобының объектілерінде, сондай-ақ Ақжал кен орнында – Қарағанды облысындағы "Nova-Цинк" ЖШС ("Челябинск мырыш зауыты" ашық акционерлік қоғамының еншілес кәсіпорны) жүзеге асырылады.

Республикада анағұрлым жоғары дәрежеде өңделген мырыш өнімінің өндірісі аз.

Қазақстандағы мырыш қосалқы саласының өндірістік қуаттары:

Шығыс Қазақстан облысында (өндіріс);

Қарағанды облысында (өндіріс);

Шымкент қаласында (өндіріс) орналасқан.

Қазақстан аумағында өндірілген мырыштың бір бөлігін мырышталған илем шығару үшін "Арселор Миттал Теміртау" АҚ тұтынады.

## 1.2. Ресурстар мен материалдар

QazIndustry қазақстандық индустрия және экспорт орталығының баяндамасында ILZSG (International Lead A Zinc Study Group) деректері негізінде 2019 жылы көлемі 13,5 млн тонна (2018 жылы – 13,1 млн тонна) болатын мырыштың әлемдік өндірісінің көлемі келтіріледі.

Мырыш нарығындағы Қазақстан Республикасының ең ірі бәсекелестері Ресей Федерациясы, Аустралия, Канада және АҚШ болып табылады.

Кадмийдің әлемдік өндірісі 20 мың тоннадан асады. Әлемдегі кадмийдің басым бөлігі (шамамен 55 %) Азия мен Тынық мұхиты елдерінде өндіріледі. Қытай, Корея Республикасы, Жапония, Канада, Мексика, Қазақстан және АҚШ та негізгі өндірушілер болып табылады.

Әлемдегі кадмийдің қайталама өндірісі жалпы металл өндірісінің 20 %-ын құрайды. Қайталама металдың көп бөлігі Азия, Еуропа және Америка Құрама Штаттарында никель-кадмий батареяларын қайта өңдеу арқылы өндіріледі. Жапонияда никель-кадмий батареяларын өңдеумен "Kansai Catalyst Company Limited", "Mitsui Mining and Smelting Company Limited" және "Toho Zinc Company Limited" айналысады. Еуропада никель-кадмий батареяларын қайта өңдеу Германиядағы "Accurac GmbH" зауытында, Швецияда "Soft AB's Plant" зауытында және Францияда "Societe Nouvelle Nouvelle D'Affinage des Metaux" зауытында жүзеге асырылады. Осылайша, никель-кадмий батареяларындағы қайталама кадмийдің барлығы дерлік кәдеге жаратылады. Қытай, Бельгия және Жапония кадмийдің әлемдегі ең ірі тұтынушылары болып табылады. Кадмийдің әлемдік нарығындағы жеткізуші елдер арасында ірі өндірушілер арасында Корея Республикасының үлесі 29,52 %, Канада – 12,95 %, Жапония – 10,81 %, сондай-ақ жеткізуші елдер арасында: Қазақстан, Франция, Қытай, Перу, Болгария, Германия және басқа да елдер ерекшеленеді.

Мырыш құнына оң әсер ететін факторлар:

COVID-19 пандемиясының салдарынан ірі мырыш кеніштерінің тоқтатылуына байланысты әлемдік мырыш концентратын жеткізудің бұзылуы;

түрлі елдердегі кеніштердің жабылуы және істен шығуы;

түрлі елдерде ынталандырушы қолдау бағдарламаларын іске асыру есебінен әлемдік экономика өсуінің қалпына келуі;

негізгі әлемдік валюталарға қатысты Америка доллары бағамының әлсіреуі.

Мырыштың құнына теріс әсер ететін факторлар:

әлемдік мырыш нарығының тапшылықтан профицитке өтуі;

биржа қоймаларында "көрінбейтін" металл қорының болуы;

Перу, Мексика, Боливия және т. б. ірі мырыш кеніштерінде өндірістің қалпына келуі;

COVID-19-ға байланысты сауда "соғыстары" мен жаңа "локдаундар" салдарынан бірқатар дамыған және дамушы елдерде экономикалық өсудің баяулауы.

### **1.3. Өндіріс және пайдалану**

Қазіргі уақытта темірден, алюминий мен мыстан кейін мырыш әлемдегі кеңінен тұтынылатын төртінші металл болып табылады.

Өндірілген мырыштың жартысына жуығы мырыштауда қолданылады, бұл тоттың пайда болуына жол бермеу үшін темірге немесе болатқа мырыштың жұқа қабаттарын қосу процесін білдіреді.

Мырыштың келесі маңызды қолданылуы – қорытпа. Мырыш мыспен (жез түзіліп) және басқа металдармен біріктіріліп, автомобильдерде, электр компоненттерінде және тұрмыстық техникада қолданылатын материалдар түзіледі.

Мырыштың үшінші маңызды қолданылуы – резеңке өндірісінде және теріні қорғайтын жақпа ретінде қолданылатын мырыш оксидінің (өндіріс көлемі бойынша мырыштың маңызды химиялық қосылысы) өндірісі.

Мырыш сульфиді – әлемдегі мырыштың көп бөлігі өндірілетін негізгі кен минералы, бірақ құрамында сульфиді жоқ бірқатар минералдардың құрамында негізгі компонент ретінде мырыш кездеседі. Ертеректе мырыштың көп бөлігі сульфидсіз кен орындарында өндірілетін, алайда бұл ресурстар сарқылған соң мырыш сульфидті кен орындарынан өндіріле бастады. Соңғы 30 жылда өндіруші металлургия дами келе, қайтадан сульфидті емес мырыш кен орындарына назар аударыла бастады.

Шикізаттың бастапқы және қайталама көздері. Мырыш пен кадмий көбінесе кендер мен концентраттарда өзара байланысты түрде кездеседі. Бүгінгі таңда мырыш металлургиясын басқа металдар сияқты (қорғасын, мыс және т. б.) бастапқы және қайталама көздерден тұратын шикізатты пайдалану арқылы өндіретін металл өндірісі деп екіге бөлуге болады. Бастапқы өндіріс деп кендер мен концентраттардан металл алуды айтады. Қайталама өндіріске кектер, қорытпалар, тозаң, құймалар және сынықтар сияқты құрамында мырышы бар қайталама материалдардан металл алу жатады.

Табиғи саф мырыш ретінде кеңінен танылған таза металл мырышы табиғатта кен түрінде кездеспейді, бірақ құрамында күшән, кадмий, кальций, мыс, фтор, темір, қорғасын, марганец, сынап, кремний және күкірт сияқты элементтер болуы мүмкін минералдарда немесе олармен байланыста кездеседі. Осы материалдардың әртүрлі комбинациясы бар тозаң, булар мен газдар мырыш балқыту кәсіпорындарында кен мен концентраттарды мырыш өнімдері мен жанама өнімдерге айналдыратын механикалық және пирометаллургиялық процестер нәтижесінде түзіледі.

Мырыш концентраттарын өңдеу тәсілдері. Концентраттардан мырыш алу үшін екі әдіс қолданылады: пирометаллургиялық (дистилляциялау) және гидрометаллургиялық (электролиздік).

Мырыш алудың пирометаллургиялық схемасының артықшылығы оның аз сатылы болуында, мырышты металл етіп тікелей алу дәрежесінің салыстырмалы түрде жоғарылығында (93 %), үздіксіз жұмыс істейтін өнімділігі жоғары жабдықтың пайдаланылуында және құрамында темір, күшән, сүрме және кремнезем бар сапасы төмен шикізатты өңдеу мүмкіндігінде. Бұл схеманың кемшіліктері – кокстың шығыны көп (агломерат массасының 25 %-ына дейін), электр пештерін пайдаланған кезде электр энергиясының шығыны көп, шикізатты пайдаланудың кешенділігі нашар және рафинациялауды қажет ететін төмен маркалы мырыш алу.

#### **1.4. Өндірістік алаңдар**

"Қазцинк" ЖШС Өскемен металлургиялық кешенінің басқару құрылымына келесі өндірістер, цехтар, қайта өңдеу бөлімдері, учаскелер кіреді:

МЗ;

КЦ;

МӨШЦ;

МТШЦ;

МКВЦ;

ЭЦ;

қосалқы өндіріс.

Негізгі технологиялық агрегаттардың жұмыс режимі – алдын ала жоспарлы жөндеу және ағымдағы жөндеу жұмыстарына тоқтатылып, іркіліссіз істейді.

Барлық өндірістердің инфрақұрылымы ортақ және бір өндірістік алаңда орналасқан.

Мырыш зауыты өнімдерінің номенклатурасына құймалы мырыш, тазартылмаған және құймалы кадмий, мырыштың күкірт қышқылды тұзындағы мырыш, клинкер, цементтеуші мыс және басқалары кіреді. Мырыш зауытының мырыш өндірісі үшін бастапқы шикізат мырыш сульфидті концентраттар және қорғасын зауыты мен басқа да кәсіпорындардың құрамында мырышы бар өнімдер болып табылады. "Қазцинк" ЖШС компаниялар тобының өзінің шикізат базасының материалдарын өңдеумен қатар зауытта басқа өндірушілердің шикізаттары да өңделеді. Сыртқы шикізатты Ресей, Тәжікстан, басқа да мемлекеттер, қазақстандық өндірушілер жеткізеді. Шихта қоспасын дайындау және тиісінше үшінші тарап концентратын жүктеу өндіріс процесінің барлық кезеңдерінің ұдайы іркіліссіз жұмысын қамтамасыз етуге бағдарланып, өнім нарығының қазіргі қажеттіліктеріне қарай өзгеріп тұрады.

Мырыш гидрометаллургиялық схема бойынша алынады, оған сульфидті мырыш концентраттарын күйдіру, өртендіні аэросепарация әдісімен жіктеу, ерітінділерді екі

сатылы қарсы ағымды тазарту, мырыш ерітінділерінің электролизі және катодты мырышты қайта балқыту кіреді.

Объектілері Шығыс Қазақстан облысының Риддер қаласында орналасқан Риддер металлургиялық кешені дербес бөлімше ретінде "Қазцинк" ЖШС құрамына кіреді және өндіріс процесінде пиро және гидрометаллургиялық операцияларды пайдаланатын түсті металлургия кәсіпорны болып табылады. РМК мырыш өндірісі бұрынғы Риддер мырыш зауытының базасында құрылған. "Қазцинк" ЖШС РМК-де мырыш гидрометаллургиялық схема бойынша жүргізіледі, оның ішінде сульфидті мырыш концентраттарын күйдіру, өртендіні аэросепарация әдісімен жіктеу, ерітінділерді екі сатылы қарсы ағымды тазарту, мырыш ерітінділерінің электролизі және металды балқыту. Мырыш өндірісінен алынатын құрамында күкірті бар күйдіру газдары күкірт қышқылын ала отырып кәдеге жаратылады. РМК мырыш өндірісі тауарлық өнім ретінде шығарылады: металл мырыш, күкірт қышқылы, мырыштың күкірт қышқылды тұзы, мыс кегі, мырыш дроссельдері, металл кадмий.

### 1.5. Негізгі экологиялық проблемалар

Мырыш пен кадмий өндірісі кезінде қоршаған табиғи ортаға және адам денсаулығына тигізетін әсерді (қолданылатын технологиялық шешімдерге қарамастан) экожүйенің белгілі бір компонентіне әсер ету дәрежесіне қарай бөлуге болады:

Атмосфералық ауа

Мырыш пен кадмий өндірісі кезінде пайдаланылған газдарда ластағыш заттардың болуы бүгінгі таңда ең басты экологиялық проблема болып отыр. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың түсуі өндірістік циклдің барлық кезеңдерінде жүреді және мынадай өндірістік қызметтердің ерекшеліктеріне қарай ғана анықталады:

бастапқы шикізаттан мырыш пен кадмий өндіру;

қайталама шикізаттан мырыш пен кадмийді ілеспе алу;

алынған өнімді қоспалардан тазарту және т.б.

Атмосфераға шығарындылардың құрамындағы ластағыш заттарға мыналар жатады:

күкірт диоксиді ( $\text{SO}_2$ ) – мырыш концентраттарын күйдірудің және балқытудың термиялық процестері;

жалпы тозаң, металдар және олардың қосылыстары – шикізатты, жартылай өнімдерді және дайын өнімді дайындау процестері (сақтау, тасымалдау, кептіру, қайта өңдеу және т. б.);

азот тотығы ( $\text{NO}_x$ ) – қалпына келтіру процестері;

ҰОҚ, ПХДД/Ф – негізінен қайталама мырыш пен кадмий өндірісінде түзіледі.

Жерүсті және жерасты сулары

Мырыш пен кадмий өндірісінде біршама мөлшерде сарқынды сулар пайда болады. Олардың құрамына кіретін компоненттер (Zn, Cd, Pb, Hg, Se, Cu, As, Cr) өте улы,

реакциялық қабілеті жоғары, биосфераға, топыраққа, гидросфераға және т. б. теріс әсерін тигізеді.

Ағызылатын сарқынды сулардың сапалық құрамы кәсіпорынды сумен жабдықтауға пайдаланылатын судың құрамына, пайдаланылатын шикізаттың құрамына, технологиялық процестердің ерекшелігіне, аралық өнімдердің құрамына немесе дайын өнімдердің құрамына, сарқынды суды тазартудың қолданыстағы жүйелеріне байланысты.

Қатты қалдықтар (өндірістік процестің жартылай өнімдері)

Негізгі өнімнен басқа мырыш пен кадмий өндіру кезінде мырыш кектері, тазарту құрылыстарының шламдары, айналымды жартылай өнімдер, кокс ұсақ-түйегі, гравитациялық көмір концентраты, вельц-қож (клинкер), тазартылғаннан кейінгі түтін газдарының тұтып қалынған тозаңы, сарқынды суларды тазартудан шыққан шламдар сияқты қатты материалдар түзіледі. Бастапқы шикізаттан металдарды барынша өндіруге және тауарлық жанама өнімдерді алуға бағытталған қазіргі заманғы өндірістік желілер жанама өнімдердің көп бөлігін тікелей кәсіпорынның өзінде немесе оларды одан әрі қалпына келтіру және өңдеу үшін (өндіруге дейін) мамандандырылған басқа кәсіпорындарға беру ықтималдығымен пайдалануға мүмкіндік береді.

### **1.5.1. Энергия тиімділігі**

Өнеркәсіпте және отын-энергетика секторында энергия үнемдеудің жоғары әлеуетін іске асыру, бірінші кезекте, өнім өндіру мен энергетика ресурстарының технологиялық процестерін жаңғыртуға байланысты.

Түсті металлургияда, атап айтқанда мырыш пен кадмий өндірісінде ЕҚТ бағалау кезінде энергияны пайдалану – маңызды мәселе. Саланың ауқымды энергия сыйымдылығы кәсіпорын басшыларын энергия үнемдеу бағдарламалары мен энергия тиімділігін арттыру жөніндегі іс-шараларды әзірлеуге инвестиция салуға мәжбүрлейді. Осы мақсатта металлургия өнеркәсібі орындарында энергия менеджменті саласындағы мамандарға жақсы таныс шешімдер қолданылады.

Олардың ішінде – автономды генерациялайтын қуаттарды пайдалану есебінен жылумен және энергиямен жабдықтауға арналған шығыстарды қысқарту. Металлургия кәсіпорындарында энергия үнемдеудің елеулі әлеуеті ескірген жабдықты энергия үнемдейтін жабдыққа ауыстыру, сондай-ақ энергия үнемдейтін технологияларды енгізу есебінен негізгі жабдықты пайдаланудан туындаған шығындарды азайту болып табылады. Энергия үнемдеу іс-шараларына қолданыстағы энергетикалық, технологиялық және қосалқы жабдықты жаңғырту, жөндеу және оны анағұрлым заманауи және энергия тиімді жабдыққа ауыстыру жатады. Энергия үнемдеу технологияларын енгізу энергияны үнемді тұтынуға ықпал етеді, мысалы, инновациялық технологияларды қолдана отырып, сыртқы және ішкі жарықтандыру жүйелерін жаңғырту. Энергия тұтынуды оңтайландыруда кәсіпорындардың энергия



шаруашылығын басқарудың автоматтандырылған жүйелері, сондай-ақ диспетчерлеу және энергия ресурстарын тұтынуды жедел бақылау жүйелері маңызды рөл атқарады.

Перспективада кәсіпорындардың энергия тиімділігін арттыруға арналған жобаларды іске асыруға болады (жылуды бөлуді автоматты реттеу жүйесін ендіру; энергия ресурстарын автоматты есепке алу: табиғи газды, жылуды, техникалық және ауыз суды пайдалану туралы барлық агрегаттар мен тораптардан деректер жинау; " ақылды энергия үнемдеу" жүйесі – математикалық алгоритмдер мен машиналық оқыту құралдарының көмегімен оғаш жағдайларды тануға және жауапты пайдаланушыларға хабарлама жіберуге мүмкіндік беретін энергия ресурстарын тиімді басқару саласындағы талдамалық мониторинг. Бұл проблемаларды жедел белгілеуге, электр энергиясын тұтыну нормасынан ауытқуларды уақтылы анықтауға және оны сатып алуға жұмсалатын шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді).

Энергия менеджменті жүйесін пайдалану (ISO 50001 халықаралық стандарты/ҚР СТ ISO 50001-2019 ұлттық стандарты) энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру бағдарламасының негізі болып табылады.

Жылу мен энергияны екінші рет пайдалану — өзіндік құнда энергия шығындары үлесінің жоғары екенін көрсететін түсті металлургия кәсіпорындары үшін маңызды фактор екені сөзсіз. Энергияны екінші рет пайдаланудың көптеген әдістері жұмыс істеп тұрған өндірістерді жаңғыртуда қолдану үшін салыстырмалы түрде оңай.

Мырыш өндіру процестері жоғары температурада жүреді және шығарылатын технологиялық газдардағы жылу мөлшері көп болады. Жылуды кәдеге жарату үшін жылуды қалпына келтіру және рекуперациялау, әртүрлі жылу алмастырғыштар мен кәдеге жарату қазандықтары, кейде қалпына келтіретін және рекуперациялайтын жанарғылар қолданылады. Пайдаланылатын технологиялар әрбір жеке өндіріс үшін дербес болып табылады.

Энергия тиімділігін арттыруға және сыртқы отын тұтынуды азайтуға жылу алудың әртүрлі әдістерін қолдану және энергия тұтынуды азайту арқылы қол жеткізіледі.

Пайдаланылған газдардың жылуын рекуперациялау әдісі балқыту, күйдіру пешінде немесе коверторда алынған шығарылатын ыстық газ кәдеге жарату қазанына немесе буландыратын салқындату қондырғысына жіберілетінін білдіреді, онда газ бу шығарумен салқындатылады. Генерацияланатын бу, әдетте, технологиялық процесте, мысалы, шаймалау процесінде пайдаланылады.

Барлық пирометаллургиялық процестер ыстық газ немесе ыстық су түрінде жылу шығарады. Әлеуеті төмен жылуды алу нұсқалары шектеулі болғандықтан әрдайым күрделі проблема болып келді. Сұйықтықтардан температура шамамен 55 °С болғанда, мысалы, химиялық су тазарту станциясында бастапқы суды жылыту үшін металлургиялық зауыттың су айналымы жүйесінің әлеуеті төмен айналмалы су жылуын пайдаланатын жылу сорғысын пайдалану арқылы жылу алуға болады. Сонымен қатар жылу сорғысы айналмалы суды 290 °С-тан 150 °С-қа дейін

салқындатады, содан кейін бұл су мырыш зауытының электролиз цехының вакуумды буландырғыш қондырғысында ішінара таза артезиан суын алмастыра отырып қайта пайдаланылады.

Дәстүрлі отын түрлерін немесе тотықсыздандырғышты қалдықтармен алмастыруға болады. Түсті металлургияда әртүрлі қалдықтар отын немесе тотықсыздандырғыш ретінде қолданылады.

Концентраттар мен қайталама шикізатты төмен температурада бөлек кептіру энергия қажеттігін азайтады. Бұл балқыту пешіндегі будың қызып кетуіне қажетті энергия көлеміне және бу өндірісінде газдың жалпы көлемінің едәуір артуына байланысты. Газдың көп мөлшері пештен шығарылатын жылу мөлшерін арттырады және тиісінше, үлкен газ көлемімен жұмыс істеу үшін қажет желдеткіш мөлшерін де арттырады. Кейбір жағдайларда кептіру тозаңның шығарылуын және (немесе) өздігінен жануын болғызбау үшін ылғалдылықтың ең төменгі деңгейін ұстап тұру қажеттігімен байланысты болуы мүмкін.

Көптеген технологиялық қондырғылардың әлеуеті төмен энергия көздері әлі де өнеркәсіпте кеңінен қолданылмайды. Оған пеш арматурасын салқындататын судың жылуы, пештердің сыртқы бетінің жылуы, аралық кеңістікте айналатын ауа ағындарының жылуы жатады. Энергетикалық объектілер градирняларда салқындатылатын, сумен және жылумен жабдықтайтын айналым жүйелеріне түсетін судың жылуын төмендетеді. Қабырғаларының температурасы жоғары қосалқы жабдықтардың көпшілігі ауада салқындатылады, олардың жылуы атмосфераға тарайды. Елеулі жылу ағыны аралық және түпкі өнім суыған кезде, сұйық және қатты өндіріс қалдықтары (қождар, шламдар) суыған кезде түзіледі. Олардың жылуы әлі де кәдеге толық жаратылмайды. Салқындатқыш ретінде су, ауа, май, химиялық қоспалар қолданылады. Олардың температурасы төмен, бірақ мұндай жылуды практикалық мақсатта қолдануға болады. Кейбір жағдайларда су технологиялық процеске қатысушы болып табылады.

Қолданыстағы электр қозғалтқыштарын энергиялық тиімді қозғалтқыштарға (ЭЭЖ) және ауыспалы жылдамдық жетектеріне ауыстыру энергия тиімділігін арттырудың айқын шараларының бірі болып табылады. Электр қозғалтқыштары қолданылатын негізгі жүйелерге мыналар жатады:

- сығылған ауа жүйелері;
- сорғы жүйелері;
- жылыту, желдету және ауаны баптау жүйелері;
- салқындату жүйелері.

Энергетикалық нәтижелілікті жақсарту маңызды энергия тұтынушылар тізіміне кіретін жабдықтың жұмысын ұдайы бақылауды көздейді. Операциялық бақылау энергияны көп тұтынатын жабдықтар мен қондырғыларға техникалық қызмет көрсету жөніндегі қызметті айқындау мен жоспарлауды білдіреді. Бұл үшін мұндай жабдыққа

қатысты оның нәтижелі жұмыс істеу (операциялық параметрлер) және жұмыс істеп тұрған күйдегі өлшемшарттары айқындалады, ал олардың болмауы немесе сақталмауы энергия шығынына және жоспарланған энергия нәтижелілігінен ауытқуға әкелуі мүмкін.

Мырыш концентраттарын күйдіру сатысында түзілетін күкірт диоксидінен күкірт қышқылын өндіру – газды салқындатудың бірнеше сатысын қамтитын экзотермиялық процесс. Күйдіру кезінде газда жиналған жылуды бу және (немесе) ыстық су алу үшін пайдалануға болады.

Бұл әдістер қондырғылардың жекелеген құрамдас бөліктерін үнемдеудің мысалдары болғандықтан, олардың қолданылуы мен экономикалық тиімділігі белгілі бір өндірістік алаң мен технологиялық процестің нақты жағдайларына байланысты.

Мырыш алудың әртүрлі технологияларында отын-энергетикалық ресурстарға деген қажеттіліктің айырмашылығы бар. Олар шикізат пен өнімнің сапасына, жасырын жылуды немесе шығатын газдардың жылуын пайдалануға және аралық өнімді өндіруге байланысты.

1.1-кестеде ҚР мырыш және кадмий өндіру саласының ресурс сыйымдылығы сипатталады [8], ол сараптама тобы 2021 жылы жүргізген КТА актісінің деректеріне негізделген. Көрсеткіштерді есептеу барлық технологиялық кезеңдердің жиынтық көрсеткіштері негізінде тұтас саланың бірыңғай технологиялық процесі бойынша орындалды. Шығарылатын өнімнің бір бірлігіне пайдаланылған шикізат, материалдар, электр, жылу, су, бу, отынның кез келген түрі мөлшерімен көрсетілген ресурс сыйымдылығын айқындау жолымен технологиялық процестердің нақты жай-күйіне талдау мен бағалау жүргізу үшін технологиялық кезеңдер бойынша бөлу ескеріліп, тұтастай алғанда соңғы бес жылдағы нақты ең жоғары және ең төмен жылдық мәліметтер бойынша деректер пайдаланылады. Көрсетілген деректер негізінде бірыңғай технологиялық процестер бойынша дайын өнім бірлігіне шикізат материалдары мен энергия ресурстарын тұтынудың үлестік деңгейлерінің есебі орындалады.

### 1.1-кесте. Мырыш өндірісі үшін ресурс қажеттігі \*

Р/с №	Шикізаттың, материалдардың және энергия ресурстарының атауы	Жылдық тұтыну көлемі			Түпкілікті өнім немесе көрсетілетін қызмет шығару бірлігіне шаққандағы шығыс	
		өлшем бірлігі	ең жоғары	ең төмен	ең жоғары	ең төмен
1	2	3	4	5	6	7
1	Кокс	тонна	122420	51459,	0,267	0,257
2	Көмір	тонна	180,	180,	0,001	0,001

3	Ж Э О буындағы ж ы л у энергиясы	Гкал	55280,	37665,	0,196	0,188
4	Айналымдағы су	млн м <sup>3</sup>	42650076,	42650076,	221,559	212,592
5	Технологиял ық су	млн м <sup>3</sup>	18,8	19,3		
6	Сығылған ауа	м <sup>3</sup>	280229400,	280229400	1 455,737	1 396,824
7	Оттегі	м <sup>3</sup>	74258400,	74258400,	385,758	370,146
8	В Э Р буындағы ж ы л у энергиясы	Гкал	197528,7	197528,7	1,026	0,985
9	Мазут	тонна	18178	548,	0,003	0,003
10	Электр энергиясы	кВт*сағ	786220146,	590424401	4 084,260	3 918,972
11	Құрамында мырыш бар шикізаттан жасалған шихта	тонна	406017,	406017,	2,109	2,024

\* Ең үздік қолжетімді технологиялар қағидаттарына сәйкестігі тұрғысынан Қазақстан Республикасының түсті металлургиясын сараптамалық бағалау туралы есеп. 5-тарау. Мырыш және кадмий өндірісі. 289-бет.

1.2-кесте. Технологиялық процестің әртүрлі кезеңдеріндегі ресурстардың үлестік ШЫҒЫСЫ

Р/с №	Технологиялық кезең	Электр энергиясы, кВт.сағ/т	Сығылған ауа, м <sup>3</sup> /т	Оттегі, м <sup>3</sup> /т	Артезиан суы, м <sup>3</sup> /т	Мазут, т	Кокс ұсақ-түйегі, т	Жылу желісі суы түріндегі жылу энергиясы, Гкал/т	Б у түріндегі жылу энергиясы, Гкал/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Мырыш концентраттарын күйдіру	66-66,3	170,8-293,5	194,5-254,5		0,00002-00,4		0,006	0,036
2	Мырыш өртендісі н шаймалау	48,8-99,5	330,8-862,1		0,00004			0,004	0,296
3	Құрамында мырышы бар			9,1-83,4			0,7-939,5	111,8	247,805

	материалдарды вельцтеу	72,6-305,7	75,9-1432,6			0,00298-165,8			
4	Мырыш тотығын шаймалау	131,6-390,3	535,2-1422,9					0,006	0,211
5	Мырыш электрولىзі	1 697,5-2085,2	122,5-278,4		0,00094			15,5	157,063

### 1.3-кесте. Мырыш өндірісіне арналған нысаналы көрсеткіштер

Р/с №	Кіріс ағын	Мәні	Өлшем бірлігі	Шығыс ағын	Мәні	Өлшем бірлігі
1	2	3	4	5	6	7
1	Мырыш концентраттары	182 824,85-398 696,67	т/жыл	Құймалы мырыш	114 509-152 414	т/жыл
2	Электр энергиясы	10 811-800 970	мың кВт*сағ/жыл	Металл кадмий		т/жыл
3	Бу	6 926-239 751	Гкал			
4	Оттегі	38 941-74 189	мың м <sup>3</sup> /жыл			
5	Сығылған ауа	48 505- 275 647	мың м <sup>3</sup> /жыл			
6	Жылу энергиясы	10 429	Гкал			
7	Мазут	655-243,7	т			

Технологиялық цехтар мен қондырғылар тиімділігінің өлшемшарты шикізатты өңдеу көлеміне жұмсалатын энергетикалық ресурстардың үлестік шығысының энергетикалық ресурстарды тұтыну көлемінің өндірілген өнім көлеміне қатынасы болып табылады.

### 1.4-кесте. Мырыш пен кадмий өндіруге жұмсалатын электр энергиясының шығысы

Р/с №	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Металл мырыш өндіруге жұмсалатын электр энергиясының шығысы	кВт*сағ/т	3891,00	3897,40	3661,08	3925,8	3809,4	3774,81
2	Металл кадмий өндірісіне жұмсалатын электр энергиясы	кВт*сағ/т	7525,30	6422,11	5829,91	5844,47		6 730,89

Н Ы Ң ШЫҒЫСЫ						5923,42	
-----------------	--	--	--	--	--	---------	--

### 1.5-кесте. Мырыш өндірген кезде түпкілікті өнім шығарудың бір бірлігіне ОЭР ШЫҒЫСЫ

Р/с №	Кезеңнің атауы	Түпкілікті өнім шығару бірлігіне ОЭР шығысы (жте )	
		ең жоғары	ең төмен
1	2	3	4
1	Мырыш өндірісі	502,6286876	482,2874322

Энергия және ресурс үнемдейтін технологияларды құру және қарқынды дамыту өндірілетін өнім бірлігіне бастапқы материалдар мен энергияның үлестік шығыстарын төмендетуге тікелей әсер етеді.

Іс жүзінде жұмыс істеп тұрған кәсіпорындардың энергетикалық ресурстарды тұтынуы есептеу жолымен анықталады, бұл энергетикалық ресурстардың шығысын есепке алудың дәлсіздігіне әкеледі. Жасанды интеллект алгоритмдерін (мысалы, "Energy Guide" жүйесі) пайдалану арқылы көп факторлы талдау негізінде тұтынуды көп ағынды талдаудың автоматтандырылған жүйелерін орнату ұсынылады, бұл автоматты түрде жеке факторлардың немесе әртүрлі факторлардың ОЭР тұтынуына әсер ету дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді, бұл нақты уақыт режимінде нормадан тыс тұтынуды түзетуге, артық шығынның себебін анықтауға және артық шығындарды жою үшін уақтылы шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. Көптеген факторлардың әсер ету дәрежесін анықтау ОЭР тұтынуын жоғары дәлдікпен қалыпқа келтіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ 25 жылдан аса қолданылған электр жабдықтарын қазіргі заманғы шығыны аз жабдыққа ауыстыру ұсынылады.

#### 1.5.2. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары

Ластағыш заттар шығарындыларының көзі мынадай технологиялық процестер болып табылады:

шикізат пен материалдарды дайындау (қайта үю, тасымалдау және т. б.) және сақтау;

мырыш концентраттарын күйдіру процестері;

мырыш өртендісін және мырыш тотығын шаймалау процестері;

мырыш кектерін вельцтеу процесі;

мырыш электролизі процестері;

мырыш пен кадмийді балқыту процестері;

қайталама процестер;

пайдаланылған газдардың жылуын кәдеге жарату;

технологиялық газдар мен аспирациялық ауаны тазарту, одан әрі тазартылған тозанды шығару және өндірістің технологиялық цикліне қайтару;

сульфидті кендер мен концентраттардың тотықтырғыш балқымасының пайдаланылған газдарынан күкірт қышқылын өндіру;  
дайын өнімді тиеуге дайындау.

1.6-кестеде ластағыш заттар шығарындыларының процестері/көздері сипатталып, мырыш пен кадмий өндірген кезде түзілетін ластағыш заттар көрсетілген.

1.6-кесте. Мырыш пен кадмий өндірген кезде атмосфераға ластағыш заттар шығарындыларының көздері/процестері

Р/с №	Процесс	Сипаттамасы	Пайдаланылған газдардың компоненттері
1	2	3	4
1	Шикізатты тасымалдау және сақтау	Кендер мен концентраттарды, сондай-ақ шихта дайындау үшін құрамдас компоненттерді сақтау. Өндіріс процесінде қолданылатын басқа ерітінділер мен реагенттер (қышқылдар, сілтілер және т.б.). Шикізатты, жартылай өнімдерді өңдеу сатылары арасында тасымалдау-орнын ауыстыру/беру.	Тозаң және металл
2	Кептіру	Жағымсыз салдардың, оның ішінде авариялар, автотермиялық процесті басқарудағы іркілістер ( тұтынылатын энергия мөлшерінің азаюы/ ұлғаюы), коррозиялық процестер, ластағыш заттар түзетін химиялық реакциялардың туындауына әкелуі мүмкін будың үлкен көлемінің пайда болуын болғызбау үшін шихтадан артық ылғалды жою.	Тозаң және металл
3	Уату, ұсақтау және елеу	Уату қондырғыларын пайдалану арқылы өнімдер мен шикізат бөлшектерінің көлемін кішірейту (өңделетін бастапқы материалдың түрі мен қасиеттеріне байланысты білікті, жақтаулы, балғалы).	Тозаң және металл

		Негізінен құрғақ материал уатылады, ол әдетте тозақ шығарындыларының ықтимал көзі болып табылады.	
4	Түйіршіктеу	Балқытылған қожды су ағынынан өткізу немесе оны су ваннасына салу арқылы қождың ұсақ бөлшектерін қалыптастыру. Түйіршіктеу процесінде аэрозольдер де пайда болуы мүмкін	Майда дисперсті тозақ (құрамында түсті металдар болуы мүмкін)
5	Шихта дайындау	Әртүрлі сападағы кендерді немесе концентраттарды араластыру процесі және қоспаның (шихтаның) берілген тұрақты құрамын алу мақсатында түзілетін қоспалардың құрамына флюстерді немесе қалпына келтіруші агенттерді белгілі пропорцияда енгізу. Қоспаның қажетті құрамы шихтаны орташаландыруға арналған қондырғылардың, мөлшерлеу жүйелерінің, конвейерлік таразылардың көмегімен немесе тиеу техникасының көлемдік параметрлері ескеріле отырып алынады	Тозақ және металл
		Жылу сіңірумен қатар жүретін жоғары температураларда қайта өңделетін шикізаттың фазалық немесе химиялық құрамының өзгеруіне негізделген пирометаллургиялық процестер. Бір күйден екінші күйге ауысу процесінің температурасы бастапқы шикізаттың минералогиялық	Тозақ және металл қосылыстары Күкірт диоксиді Көміртек оксиді Азот қышқылы ҰОҚ, диоксиндер



6	Жентектеу/күйдіру Балқыту	құрамына және газ ортасының сипаты мен қысымына байланысты	Хлоридтер, фторидтер (аз мөлшерде)
7	Қожды өңдеу	Балқыту кезінде алынатын кож құрамында әртүрлі мөлшерде Zn, Pb, Cr, Cd, Ag сияқты бағалы металдар және сирек металдар – германий, индий, таллий, теллур, селен, қалайы және басқалары болады. Мұндай кождардың жоғары құндылығы оларды өндірістің жабық технологиялық схемасында міндетті түрде қосымша өңдеуді талап етеді	Тозаң және металл Күкірт диоксиді Көміртек монооксиді
8	Шаймалау және химиялық рафинациялау	Шаймалау рафинациялау мен электролизден бұрын күйдіру кезінде пайда болған оксид кенінен немесе оксидтен металл компонентін еріту процесінде бөлу үшін қышқылды немесе басқа еріткішті қолдануға негізделген. Химиялық рафинациялау дегеніміз – металды булардан конденсациялау процесі немесе сулы ерітіндіден тұнба түрінде металдың селективті түсуі. Қоспаларда кейіннен алынатын мыс және құнды металдар бар. Иісті газ пайдаланылған газ болып табылады	Хлор Көміртек оксиді
		Конвертерде үрлегеннен кейін қалған металл қоспаларын алып тастау. Балқытылған қоспасы	Тозаң және металл

9	Термиялық рафинациялау	ауамен үрленеді, нәтижесінде металл тотығады және күкірт буланады. Басқа ластағыш заттардан флюстің көмегімен тазартуға болады	Күкірт диоксиді
10	Тұз балқымаларындағы электролиз	Сирек түсті металдарды, оның ішінде қорғасын мен мырышты балқытылған хлоридтердегі сульфидтерінің электролизімен бөлу үшін электролиттің тұзды балқымасына батырылған электродтарда тұрақты электр тогының әсерінен болатын тотығу-тотықсыздану реакциялары	Фторидтер, хлор, ПФУ
11	Электролиз арқылы металдарды бөлу	Металдардың электролиттік тұнбасы	Хлор Қышқылды түтін
12	Қайталама шикізатты алдын ала өңдеу	Аккумуляторларды бөлшектеу	Тозаң және металл, SO <sub>2</sub> , ҰОҚ және ПХДД/Ф

Ластағыш заттардың шығарындылары, атап айтқанда, күйдіру немесе балқыту процестері кезінде пайдаланылған газдары бар SO<sub>2</sub> күкірт қышқылын өндіру қондырғысына жіберу арқылы өңделіп, тазартылатынын айта кеткен жөн.

ҰОҚ және ПХДД/Ф шығарындылары құрамында органикалық қосылыстардың болуына байланысты қайталама мырыш пен кадмий өндірісінде түзіледі.

Осы екі фактіні де мырыш пен кадмий (бастапқы және қайталама) өндірісінде маркерлік ластағыш заттарды анықтаған кезде ескеру қажет.

Атмосфераға ластағыш заттар шығарындыларының негізгі үлесін түтін құбырлары арқылы пайдаланылған газдары бар шығарындылардың ұйымдастырылған көздері құрайды – шығарындылардың жалпы санының шамамен 93 % – 99 %-ына тең. Түтін газдарының құрамындағы ластағыш заттарға – күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>), көміртек оксиді (CO), азот қышқылы (NO<sub>x</sub>), (құрамындағы кремний мөлшері 20, 20 – 70-тен көп емес, сондай-ақ 70 %-дан кем емес бейорганикалық тозаңды қамтитын) жалпы тозаң, металдар (мырыш, кадмий, қорғасын, сынап, күшән) және олардың органикалық қосылыстары, ҰОҚ жатады. Шығарындыларда аз мөлшерде бөлінетін (олардың үлесі шығарындылардың жалпы көлемінде 0,5 % – 1,0 %-дан аспайды), бірақ улы

қасиеттеріне байланысты қоршаған ортаға айтарлықтай әсер етуі мүмкін хлор (HCl), фтор (HF), күкіртсутек, күкірт қышқылының қосылыстары сияқты басқа да ластағыш заттар болуы мүмкін.

Шығарындылардың жалпы массасындағы ұйымдастырылмаған шығарындылардың мөлшері мардымсыз, алайда есепке алу мен бақылаудың күрделілігіне байланысты әлі күнге дейін шешімін таппаған проблемалардың бірі болып отыр.

Атмосфераға ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларына мыналар жатады:

концентратты сақтау, дайындау, жүктеу кезінде қатты бөлшектердің бөлінуі;

қожды күйдіру және балқыту пештерінен, шикізатты дайындау және қайта өңдеу жабдықтарынан ағып кету;

технологиялық жабдықтың жұмыс жағдайын қолдауға арналған қосалқы жабдықтан шығатын шығарындылар.

Өндіріс технологиясы бойынша негізгі ластағыш заттардың шығарындылары тұрақты болып табылады, жыл бойы үздіксіз жүзеге асырылады, басқа ластағыш заттардың шығарындылары мерзімді болып табылады.

Ауа ортасын технологиялық және аспирациялық шығарындылардан қорғау үшін мынадай шаралар қолданылады:

технологиялық жабдықтар мен құбыржолдарда зиянды заттардың ағып кетуін болғызбау үшін жіктер мен жалғанған тұстарды герметизациялау және тығыздау;

қазіргі заманғы тиімділігі жоғары тозаң-газ тұту аппараттарында технологиялық газдар мен аспирациялық ауаны тазарту;

тозаң түзілетін орындарды аспирациялау;

өндіріс процесінің үздіксіздігі;

авариялық жағдайларды болғызбайтын өндіріс процестерін сигнализациялау және бұғаттау.

#### 1.5.2.1. Күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>)

МЗ SO<sub>2</sub> шығарындылары, ең алдымен, шикізат материалдарында ұшпа күкірттің болуымен анықталады, сонымен қатар сульфат қосылыстарының жалпы санына және қолданылатын өндіріс әдісіне байланысты болады. Күкірт диоксиді кептіру және балқыту, конверсиялау және өзге де операциялар процесінде түзіледі. Өңделген шикізаттағы күкірт тиісті реагенттерді пайдалану кезінде қожға немесе штейнге ауысады, штейн технологиялық процестерде қолданылуы мүмкін. Балқыту процесінде штейнге немесе қожға түспеген күкірт әдетте SO<sub>2</sub> түрінде болады және оны қарапайым күкірт, сұйық SO<sub>2</sub>, гипс немесе күкірт қышқылы түрінде алуға болады. Бұл өнім үшін нарықтардың болуы түпкілікті өнімді таңдауға әсер етеді, бірақ басқа өнімдер үшін

сенімді сату нарықтары болмаған кезде гипс немесе қарапайым күкірт өндірісі экологиялық тұрғыдан қауіпсіз болады.

Пайдаланылған газдардың құрамындағы күкірт диоксидінің жоғарылауы шық нүктесі температурасының 200 °С дейін жетуінің немесе одан жоғары көтерілуінің себептерінің бірі болып табылады, бұл өндірістің пайдаланылған газдарын тазарту үшін қолданылатын жабдықтың жұмысын қиындатады. Газдың жоғары температурасы және шық нүктесінің жоғары температурасы температуралық диапазоны жоғары тозаң жинау жабдығын (сумен салқындатылған циклондар, жоғары температуралы электр сүзгілері, ыстыққа төзімді талшықты қапшықты сүзгілер) қолдану қажеттігін негіздейді. Газ тазартудың "ылғалды" әдістерін қолдану газ тазарту жүйелерін жинау, бұру жүйесі элементтерінің коррозиясының жоғары қаупіне байланысты пайдаланылған газдарда күкірт қосылыстарының болуымен шектелуі мүмкін.

Шикізатты бастапқы өндіру кезінде күкірт диоксиді шығарындыларының көздері мыналар болып табылады:

тотығу сатыларындағы технологиялық қондырғылардан шығатын бейорганикалық шығарындылар, бұл газ шығаратын желінің герметикалығын сақтауға ерекше назар аударуды талап етеді;

күкірт қышқылы қондырғыларының шығарындылары;

өндірістің жанама өнімдеріндегі қалдық күкірт шығарындылары (пеш шихтасы);

өндірістің технологиялық желісін іске қосу/тоқтату кезіндегі бақыланбайтын шығарындылар.

Қайталама шикізат пайдаланылған кезде сульфаттардың құрамы алдын ала өңдеу кезінде қолданылатын әдіске байланысты болады. Көп жағдайда күкірт қожға немесе басқа жанама өнімдерге бекітіледі. Қатаю шарасы қолданылатын ағындарға және процеске қатысты басқа металдарға байланысты. Басқа жағдайларда SO<sub>2</sub> бөлінуі мүмкін және одан әрі өңдеуді қажет етеді. Қайталама шикізатты пайдаланған кездегі типтік шамалар 50 мг/Нм<sup>3</sup>-тен 500 мг/Нм<sup>3</sup>-ке дейінгі диапазонда болады.

Жетілдіріліп жатқан экологиялық заңнама, сондай-ақ өндірістің қалдық газдарындағы ластағыш заттарды азайту/жою бойынша көптеген металлургиялық кәсіпорындар қабылдайтын міндеттемелер күкірт диоксиді шығарындыларын азайту бөлігінде ұйымдастырушылық және техникалық сипаттағы тиімді шешімдердің пайда болуына ықпал етті:

күкірт қышқылы өндірісінде күкірті бар газдарды қақтау, күйдіру немесе тікелей балқыту сатыларында технологиялық газдарды күкірт диоксидінен тазарту жолымен, кейіннен күкірт қышқылы қондырғыларына кәдеге жарату арқылы пайдалану (дайын өнім – күкірт қышқылын ала отырып, күкірт диоксидін (SO<sub>2</sub>) күкірт үш оксидіне (SO<sub>3</sub>) айналдыру);

қарапайым күкірт, сұйық SO<sub>2</sub>, гипс түріндегі SO<sub>2</sub> түрінде кездесетін күкіртті алу;

бақыланбайтын шығарындылардың алдын алу немесе азайту үшін технологиялық процестерді басқару жүйелерін жетілдіру (цифрландыру).

Балқыту пештерінен шығатын пайдаланылған газдардағы күкірт диоксидінің жоғары концентрациясы және оны жою қажеттігі аралас өндірістердің пайда болуына ықпал етті.

Пайдаланылған газдардағы SO<sub>2</sub> шығарындыларын алу және/немесе азайту үшін қолданылатын технологиялық шешімдерді таңдау кезінде шығатын ағындардағы күкірт диоксидінің концентрациясын ескеру қажет. 1.7-кестеде құрамында SO<sub>2</sub> <1 % және >1 % бар газдарға арналған шығарындыларды азайту әдістері берілген.

1.7-кесте. SO<sub>2</sub> шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту әдістері

Құрамындағы SO <sub>2</sub> <1 %	Құрамындағы SO <sub>2</sub> >1 %
1	2
<p>Кейіннен қапшық сүзгілерде тазалау арқылы әк бүрку.</p> <p>Аминдердің немесе полиэстер негізіндегі еріткіштің көмегімен тазалау.</p> <p>Күкірт қышқылын алу арқылы сутегі асқын тотығымен тотықтыру.</p> <p>Күкірт қышқылын алу үшін белсендірілген көмір катализаторының көмегімен тотықтыру.</p> <p>Каустикалық сода абсорбциясымен және гипсті тұндырып қосарлы сілтілі тазарту.</p> <p>Сазтопырақпен абсорбциялау және гипс тұндыру (Dowa процесі)</p> <p>Mg(OH)<sub>2</sub> бар скруббер және магний сульфатын кристалдау.</p> <p>Натрий бисульфатын алу үшін натрий сульфатымен және сумен реакция жасау.</p>	<p>Күкірт қышқылын өндіру кезінде құрамында күкірті бар пайдаланылған газдарды пайдалану.</p> <p>Қолданылатын техникалар:</p> <p>сыңар контактінің күкірт қышқылды қондырғылары ;</p> <p>қосарлы контактінің күкірт қышқылды қондырғылары;</p> <p>ылғалды катализ әдісі (WSA процесі).</p> <p>Күкірт қостотығының суық суда сіңірілуі, одан кейін күкірттің сұйық қостотығы түрінде вакуумдық алынуы.</p>

Ұсынылған технологиялық шешімдердің толық сипаттамасы осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың 5-бөлімінде берілген.

### 1.5.2.2. Тозаң және металдар

Тозаң. Металлургиялық зауыттарда сульфидті шикізатты күйдіру, агломерациялау, балқыту процесінде едәуір мөлшерде құрамы әртүрлі құрғақ тозаң мен сублимация пайда болады.

Мырыш пен кадмий өндірісінің бірқатар процестерінде шихтадан тозаңды шығару және металдардың тозаңға ауысуы өте жоғары мәндерге жетуі мүмкін.

Ірі тозаң (бөлшектерінің мөлшері бірнеше ондаған микрон) негізінен қайта өңделетін материалдарды механикалық алып тастау нәтижесінде пайда болады, олар құрамы жағынан бастапқы шикізатқа жақын және процестің басына қайтарылады. Ұсақ тозаң (шамамен бірнеше микрон немесе одан аз) негізінен металл буларының немесе

олардың қосылыстарының конденсациясы нәтижесінде түзіледі және біршама мөлшерде кейбір түсті және сирек металдармен байытылған болады.

Жұқа тозаңның негізгі бөлігі ұшпа металдар – қорғасын және мырыш. Сонымен қатар кадмий, индий, таллий, селен, теллур, рений сияқты бағалы компоненттер шоғырланған. Күшән, хлор және фтор да тозаңға айналады, бұл оларды одан әрі өндеуді қиындатады.

Тозаңға өту дәрежесі және олардағы түсті және сирек металдардың шоғырлануы олардың шикізаттағы құрамымен, металлургиялық процестердің технологиялық режимімен, бұл ретте түзілетін химиялық қосылыстардың қасиеттерімен және тозаңды тұтып қалу жүйелерінің конструкциясымен айқындалады. Компоненттерді айналдыру есебінен және ұсақ тозаңның аз мөлшерде шығуына байланысты, оның құрамындағы сирек кездесетін және кейбір түсті металдар толық шығарылмаған кезде де рудаға қарағанда ондаған есе және 100-200 есе көп болады.

Мырыш өндірісінің тозаңында түсті және сирек металдардың болуы оның құнының жоғары болуына әсер етеді. Оларды ұстау салынып жатқан газ тазарту қондырғыларының рентабельділігі мен өзін-өзі жылдам қамтамасыз етуіне ықпал етеді.

Тұтып алынған тозаң құрамында кадмий мен хлор қосылыстарын анықтау қажет болған жағдайда шаймалау процесінен өтеді, содан кейін технологиялық циклге оралады.

Балқыту процестерінен тозаңды тасымалдау тозаң мен металдардың тікелей және ұйымдастырылмаған шығарындыларының ықтимал көзі болып табылады. Бұл газдар газ тазарту қондырғыларында, ал құрамында  $SO_2$  бар газдар күкірт қышқылы қондырғысында жиналады және өңделеді. Тозаң алынып, шаймаланады және процеске қайтарылады.

Қожды өңдеу және қақтау тозаңның көзі болып табылады. Бұл көздерден шығатын тозаңның диапазоны  $<1 \text{ мг/Нм}^3$  және  $20 \text{ мг/Нм}^3$  арасында ауытқиды.

Тозаңның бақыланбайтын шығарындылары ерекше бақылануға тиіс, оларды тұтып қалу және тазарту қиындық тудыруы мүмкін. Материалдарды (шикізатты) сақтау және өңдеу, көлік құралдарына немесе көшелерге жабысып қалатын тозаң, сондай-ақ ашық жұмыс алаңдары ұйымдастырылмаған шығарындылардың негізгі көздері болып табылады.

Шығарындылармен күресудің негізгі өнеркәсіптік әдістері қатты бөлшектерге қатысты өте тиімді және тазартылған газ ағыны массасының 95 – 98 %-ын құрайды. Майда дисперсті бөлшектер үшін ( $PM_{10}$  өлшемі және одан аз) тұтып қалу тиімділігі әлдеқайда төмен.

Тозаң шығарындыларын бағалау фракцияларға бөлмей тұтас жүзеге асырылады.

Соңғы жылдары кейбір еуропалық компаниялар шахта пешінің жүктемесін ұлғайту және пайдаланылған газдарды тұтып қалу процестерін жақсарту арқылы ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын едәуір азайта алды:

пайдаланылған газды тұтып қалу және оны тазарту;

отқа төзімді астарлауды жетілдіру арқылы пештің тоқтап қалу уақытын азайту (шектеулі уақыт ішінде шығарындылардың көбеюіне ықпал ететін іске қосу және тоқтау уақытын азайту);

технологиялық ғимараттардың шатырларын жабу және сүзгілерді жаңғырту;

материалдарды жеткізу, сақтау және рафинациялау аймақтарын жабу/қалқа астына орналастыру және пайдаланылған газдарды тұтып қалу жүйелерін орнату;

материалдарды өңдеу рәсімдерін жақсарту (мысалы, жүктеу уақытына дейін және сол уақытта сусымалы материалдарды ылғалдандыру) және көліктік жиілікті төмендету (мысалы, үлкен доңғалақты тиегіштерді пайдалану арқылы);

көлік құралдарын міндетті түрде жуу қондырғысы (қондырғылар мен сыртқы көлік құралдары үшін);

қондырғы аймақтары мен өтпе жолдарда бекіткіштерді қолдану және тазалау процестерін оңтайландыру;

кож орналастырылатын ескі алаңдарды жабу және ластануларды жою.

Металдар. Мырыш пен кадмий өндірісінде қолданылатын шикізат пен отынның құрамында әрдайым металл болады. Олардың концентрациясы технологиялық процестердің күрделілігіне және қолданылатын жабдыққа байланысты ауқымды шектерде өзгеріп тұрады.

Балқыту процесінде болатын металдар шикізат пен отында болған кезде олардың құбылмалылығына, газ фазасындағы қосылыстармен өзара әрекеттесуіне байланысты пеште толық немесе ішінара буланып кетуі мүмкін.

Ұшпалы болуына қарай барлық металдарды ұшпайтын, жартылай ұшпа және ұшпа металл деп бөлуге болады.

Ұшпайтын металл – әдетте толығымен адсорбцияланатын және пештен қождың бір бөлігі ретінде шығарылатын, сондықтан пеш жүйесінде айналып жүрмейтін (Al, Ni, Fe, Cu, Ag және басқалары сияқты) металдар; пайдаланылған газдарда тек тозаң шығарындылары болады; тозаң шығарындыларының мөлшері тек тозаң бөлінуінің тиімділігіне байланысты; бұл металдардың шығарындылары өте аз.

Жартылай ұшпа металдар (As, Cd, Pb, Se, Zn және басқалары сияқты) және олардың қосылыстары ішінара газ фазасына ауысады, содан кейін пештің суық бөлігіндегі шикізат материалына конденсацияланады. Жартылай ұшпа қосылыстар негізінен циклондарда шөгеді және көп мөлшерде толық дерлік қожда қалады.

Ұшпа металдар мен олардың қосылыстары төмен температурада шикізат бөлшектеріне конденсацияланады және егер олар пештен шығатын түтін газдарымен бірге шығарылмаса, ішкі немесе сыртқы циклді құрайды. Қорғасын, селен және күшән

сияқты металдар және олардың қосылыстары газ фазасына оңай өтеді. Сыртқы циклден алынған металдар шикізат қоспасына өздері конденсацияланатын тозаң жинау жүйесінде тұндырылған тозаңмен бірге қайтарылады.

Пайдаланылған газдардағы күшәннің көп бөлігі күшән үш оксидінің буы ( $As_2O_3$ ) түрінде болады. Аздаған бөлігі тозаңда күшән қосылыстары ретінде болады. Пайдаланылған газдарды тазарту газды салқындатуды қамтиды, нәтижесінде конденсация пайда болады және  $As_2O_3$  қатты зат ретінде шығарылады. Пайдаланылған газдарда металдардың болуы (темір, мыс, қорғасын, мырыш және т. б.) металл күшәннің пайда болуы нәтижесінде күшәнді қармап қалуға ықпал етті.

Металдар арасында сынаптың Hg орны ерекше. 100 °C дейінгі температурада оның ұшпалығы жоғары болады, іс жүзінде тозаң бөлшектеріне шөкпейді және пештен түтін газдарымен бірге шығарылады. Жентектеу процестерінен де, балқыту процестерінен де пайдаланылған газдардың құрамында болатын сынапты (Hg) газдар күкірт қышқылын (бар болса) регенерациялауға арналған қондырғыға кеткенге дейін сынапты жоюдың жеке сатысында алып тастауға болады. Балқыту пештерінен сынап шығарындыларын азайту үшін техникалық шешімдерге пайдаланылған газдардың температурасын күрт төмендету немесе белсендірілген көмірмен адсорбциялау арқылы қол жеткізуге болады.

Күкірт қышқылы қондырғыларында сынап шламдарға шоғырланады, оларды көп жағдайда үйінділерге орналастыру керек.

Пешке түсетін шикізатты мұқият таңдау және сәйкестігін қамтамасыз ету металл шығарындыларын азайтуға көмектеседі. Бұл жағдайда сынапқа ерекше назар аудару керек. Сынаптың ұшпалығына байланысты оның шығарындылары салыстырмалы түрде жоғары деңгейде түзілуі мүмкін. Сондықтан сынапты жанғыш қалдықтармен енгізуді бақылау керек және қажет болған жағдайда шектеу керек.

Ұшпа металдар (сынаптың бір бөлігінен басқа) әдетте тозаңмен байланысады, сондықтан металл шығарындыларын азайту стратегиясы тозаң шығарындыларын азайту стратегиясымен тікелей байланысты. Тозанды процеске тиімді қайтару металл шығарындыларын азайтады.

### 1.5.2.3. ҰОҚ, ПХДД, ПХДФ

ПХДД және ПХДФ мырыш пен кадмий өндіру кезінде қолданылатын технологияның түріне, пайдаланылатын жабдықтың конструкциясына, өнімді пысықтау кезеңдерінде химиялық реакцияның өту жағдайларына, шикізат материалдарын балқыту пештеріне дайындау және беру тәсілдеріне, сондай-ақ пайдаланылатын тозаң-газ тазарту жабдығының типіне байланысты түзілуі мүмкін. Отын ретінде пайдаланылған жағдайда шикізат материалында, отын мен қалдықтарда мыстың болуы диоксиндер мен фурандардың түзілу себептерінің бірі болып табылады.



Бұл ретте ПХДД/Ф түзілуінің ең жоғары ықтималдығына кепілдік берілетін бірқатар жағдайларды ескеру қажет: көмірсутекті қосылыстардың болуы, хлордың болуы, онда материалдың температуралық режимін және болу уақытын сақтау, сондай-ақ пайдаланылған газ ағынында молекулалық оттегінің болуы.

Шығарылған газдардағы ластағыш заттардың көбеюіне пештің шихтасында пластик қалдықтардың болуы ықпал етуі мүмкін.

Қатты заттар шығарылғаннан кейін шығарындылардың жалпы легіндегі ұшпа органикалық қосылыстардың концентрациясы  $40 \text{ мг/нм}^3$ -тен аз болады. Тозаңды тазарту кезеңіне дейін шахта пештерінен шығатын пайдаланылған газдардағы көміртегі тотықтарының мөлшері 5 %-дан аз.

### **1.5.3. Ластағыш заттардың төгінділері**

Мырыш пен кадмий өндіру процесінде салқындатқыш судың едәуір мөлшері пайдаланылады. Бұл жағдайда қалқыма қатты бөлшектер, металл қосылыстары мен майлар суға түсуі мүмкін. Барлық сарқынды сулар құрамындағы ерітілген металдар мен қатты бөлшектерді алып тастау мақсатында тазартылады. Бірқатар қондырғыларда салқындатқыш су және тазартылған сарқынды сулар, оның ішінде нөсер суы технологиялық процестер шеңберінде қайта пайдаланылады және қайта өңделеді, бірақ әртүрлі типтегі (әртүрлі көздерден) сарқынды сулар қолданыстағы талаптарға сәйкес жеке өңделуге тиіс.

Мырыш пен кадмий өндірісінде қолданылатын су негізінен жабық циклдерде айналып жүреді және өнеркәсіп орындары су объектілеріне көбінесе өнеркәсіптік ағындарды ағызбайды. Мұндай ағызу болған жағдайда төгінділерде темір, кадмий, мыс, күшән, никель, қалайы, сынап, қорғасын, сүрме, мырыш сияқты металдардың иондары болуы мүмкін. Сондай-ақ құрамында күкірт және (айтарлықтай сирек және едәуір аз мөлшерде) тұз және балқытқыш (гидрофторлы) қышқылдардың болуына байланысты сарқынды сулардың қышқылдық индикаторы жоғарылау мәнгері болуы мүмкін.

Су айналымын енгізген кезде сарқынды су қоймалары тазарту құрылыстары ретінде пайдаланылуға тиіс. Сарқынды сулар су айдындарына ағызылған жағдайда оларды тазарту ластағыш қоспалардың әрқайсысының шекті жол берілетін концентрациялардан (ШЖК) немесе су айдындарындағы зиянды заттар сапасының экологиялық нормативтерінен (ЭНК) төмен болуын қамтамасыз етуге тиіс.

Беткі ағындар жауын-шашын немесе тозаңның пайда болуына жол бермеу үшін сақталған материалды жібіту нәтижесінде пайда болуы мүмкін.

Өлшенген бөлшектер мен металл қосылыстарының пайда болуының ықтимал көздері салқындату, түйіршіктеу және сілтілеу процестері болып табылады. Әдетте

тиісті жабдық судың айналым циклінің болуын білдіріп герметизацияланады не контактісіз болады.

Шығарылатын судың мөлшері де маңызды аспект болып табылады, өйткені кейбір қондырғылар суайналым жүйелерімен жабдықталған.

Майлар мен басқа да мұнай өнімдері қайталама шикізатта болуы мүмкін, сондай-ақ сақтау алаңдарының аумағынан шайылып шығуы мүмкін. Олар судың ластануының алдын алу жөніндегі іс-шараларды әзірлеу кезінде ескеріледі.

#### **1.5.4. Өндіріс қалдықтары**

Өндіріс қалдықтары гидрometаллургия, пирометаллургия кезеңдерінде, жабдықтарға, тазарту қондырғыларына, газ тазарту жүйелеріне техникалық қызмет көрсету кезінде түзіледі.

Сонымен қатар өндіріс шеңберінде бірқатар жанама өнімдер, қалдық өнімдер мен қалдықтар түзіледі. Кәсіпорынды пайдалану процесінде түзілген қалдықтарды қалыптастыру, уақытша сақтау, тасымалдау, көму немесе кәдеге жарату қоршаған орта компоненттеріне әсер етудің әлеуетті көздері болып табылады.

Түзілетін жанама өнімдердің бәрі біржола жою үшін тұрақтандыруды қажет етеді.

Қалдықтарды уақытша және ұдайы сақтаған кезде қоршаған ортаға әсердің мына факторлары орын алуы мүмкін:

шламдар, қалдықтар қоймалары, аршыма жыныстар үйінділерінен шығатын тозаң басқан;

қалдықтарды орналастыруға арналған алаңдар ластанған кезде атмосфералық жауын-шашын жауған кезде олардан ластанған ағындардың ағуы мүмкін;

қоқыс үйінділері кезінде, сондай-ақ қалдықтарды көму орнына тасымалдау кезінде топырақтың ластануы;

қалдықтарды шығару тұрақты болмаса, оларда шыбын құрттары көбейіп кетуі мүмкін, осы шыбындар тамақ өнімдеріне қонған кезде санитарлық-бактериялық ластану қаупінің жоғарылауына әкеледі.

Қоршаған ортаға елеулі әсер ететін қалдықтардың негізгі түрлері, оның ішінде шаймалаудың қалдық өнімдері болып табылады.

Өртенділерді және басқа материалдарды шаймалау құрамында темірі бар сұйықтықтың түзілуіне әкеледі. Темірден арылту құрамында бірқатар металдар болатын қатты қалдықтардың көп мөлшерде қалыптасуына әкеледі. Бұл қалдықтарды кәдеге жарату герметикалық пен бақылаудың өте жоғары стандарттарын қажет етеді.

Сонымен қатар тұндырғыш камераларда және қапшық сүзгілерде тұтып қалынған, құрамында өндіріс үшін бағалы компоненттері бар аспирациялық тозаң ішкі процесте де, Ge, Ga, In және As сияқты басқа металдар өндірісінде де шикізат ретінде өндіріске қайтарылады.

Сұйық аспирациялық ерітінділер өңделгеннен кейін түзілетін қатты қалдықтар сарқынды суларды бейтараптандырған кезде түзілетін гипс ( $\text{CaSO}_4$ ) пен металл гидрототығының қалдықтарын білдіреді.

#### **1.5.5. Шу және діріл**

Шу мен діріл металлургия саласымен байланысты кең таралған проблемалар болып табылады, ал олардың көздері технологиялық процестің барлық кезеңдерінде кездеседі. Қондырғының қоршаған ортаға шығаратын өндірістік шуы медициналық, әлеуметтік және экономикалық аспектілері бар теріс әсер етуші фактор болып табылады.

Шу мен дірілдің маңызды көздері шикізат пен өндіріс өнімдерін тасымалдау және өңдеу, пирометаллургиялық операциялар мен материалдарды ұсақтауға байланысты өндірістік процестер, сорғылар мен желдеткіштерді пайдалану, бу шығару, сондай-ақ автоматты дабыл жүйелерін іске қосу болып табылады. Шу мен дірілді бірнеше тәсілмен өлшеуге болады, бірақ олар әдетте әр технологиялық процеске қарай әртүрлі болады, бұл ретте дыбыс жиілігін және өндірістік алаңнан елді мекендердің қаншалықты қашықтықта орналасқанын ескеру қажет.

Тиісті техникалық қызмет көрсету желдеткіштер мен сорғылар сияқты жабдықтардың теңгерімді бұзуын болғызбауға көмектеседі. Жабдық арасындағы қосылыстар шудың берілуін болғызбау немесе азайту үшін арнайы түрде құрастырылуы мүмкін. Шуды азайтудың жалпы әдістеріне мыналар жатады: шу көзін қорғау үшін қорғандарды пайдалану, шу шығаратын қондырғылар немесе компоненттер үшін дыбыс сіңіретін конструкциялардан жасалған корпустарды пайдалану, жабдыққа арналған дірілге қарсы тіректер мен қосқыштарды пайдалану, шу шығаратын қондырғыларды мұқият реттеу, дыбыс жиілігін өзгерту. Өндірістік және қосалқы ғимараттардың жұмыс орындарындағы дыбыстың рұқсат етілген ең жоғары деңгейі 95 дБА құрайды.

#### **1.5.6. Радиоактивті заттардың шығарындылары**

Осы бөлімді түсіну үшін қайталама шикізат өңделетін Еуропа елдеріне қарағанда Қазақстан Республикасында бастапқы шикізат пайдаланылатынын нақтылап алу қажет, ол өз кезегінде әдетте радиоактивтілік көзі болып табылады.

Бұл ретте табиғи түрде қазба шикізат пен отынның көптеген түрлерінде болатын радиоактивті заттардың шығарындылары негізгі экологиялық проблемалар болып саналмайды.

Алайда егер радиоактивті шикізат металлургия процесіне түсетін болса, онда әрбір металлургиялық бөліністің технологиялық ерекшеліктеріне байланысты жабдық,

сондай-ақ кәсіпорынның сарқындылары мен қалдықтары (қойыртпақтар, шламдар, кождар, тозаң, сүзгілер және т.б.) және оның өнімдері радионуклидтермен ластануы мүмкін.

Осы ластанудың әрқайсысы адамдарға негізгі үш жолмен теріс әсер етуі мүмкін:

сыртқы сәулелену – бірінші кезекте гамма-сәулелендіруші радионуклидтердің есебінен. Мұнда радиацияға қарсы экрандар, адамдардың ластанумен контакт жасау уақытын азайту, сондай-ақ адамдар мен ластану арасындағы қашықтықты ұлғайту адамдарды қорғай алады;

ингаляциялық ішкі сәулелену – бірінші кезекте альфа- және бета-сәуле шығарушы радионуклидтердің есебінен (мұнда тыныс алу органдарын қорғаудың жеке құралдары (газтұтқыштар мен тозаңға қарсы маскаларды қоса алғанда), радиоактивті ластанудың тозаңдану деңгейін төмендету, берілетін ауа мен шығарындыларды сүзгілеуді пайдалану адамдарды қорғай алады);

пероральді ішкі сәулелену – бірінші кезекте альфа- және бета-сәулелендіруші радионуклидтердің есебінен (мұнда ауыз бен тыныс алу органдарын жеке қорғау құралдары (газтұтқыштар мен тозаңға қарсы маскаларды қоса алғанда), ауыз су мен тамақ өнімдерін радиациялық бақылау адамдарды қорғау қызметін атқара алады).

Алынған дозаға және оның әсер ету ұзақтығына байланысты сәулелену иммунитеттің төмендеуіне әкеледі, соның салдарынан дененің кез келген басқа ауруларға қарсы тұруы төмендейді, қатерлі ісік ауруының қаупі күрт артады.

Жалпы радиациямен байланысты барлық мәселелер өндірісті жобалау сатысында немесе шикізатты өңдеудің нақты технологиясымен, сондай-ақ шикізат пен өндіріс өнімдерін үнемі бақылаумен байланысты арнайы зерттеулер негізінде шешілуге тиіс.

### 1.5.7. Иіс

Түсті металлургиядағы иіс көздері:

кожды салқындату және сарқынды суларды тазарту кезінде түзілетін металл булары, органикалық майлар мен еріткіштер, сульфидтер;

гидрометаллургиялық процестерде және сарқынды суларды тазарту кезінде пайдаланылатын химиялық реагенттер (мысалы, аммиак);

қышқыл газдар.

Дұрыс жобалау, тиісті реагенттерді таңдау және материалдарды дұрыс өңдеу арқылы иістердің пайда болуының алдын алуға болады.

Тазалықты сақтаудың жалпы қағидаттары және техникалық қызмет көрсетудің жақсы тәжірибесі иістердің алдын алу мен бақылауда да маңызды рөл атқарады.

Иістерді бақылау мыналарды қамтиды:

өткір иісі бар материалдарды пайдалануды болғызбау немесе азайту;

хош иісті материалдар мен газдарды оларды таратқанға және сұйылтқанға дейін ұстау және жою;

мүмкін болса, материалдарды жағып бітіру немесе сүзу арқылы өңдеу.

Өткір иісі бар материалдарды сұйылту кезінде иістерді кетіру өте қиын және қымбат болуы мүмкін.

### **1.5.8. Қоршаған ортаға әсерді төмендету**

Қоршаған ортаға әсерді төмендету өндірістік қызметті жоспарлау, пайдалану кезіндегі басым міндеттердің бірі болып табылады. Қызметтің төмендегі басым бағыттарын бөліп көрсетуге болады:

экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы тәуекелдерді басқару;

табиғат қорғау объектілерін пайдалануға беру;

экологиялық мониторинг және өндірістік экологиялық бақылау;

авариялық жағдайлардың алдын алу, оларды оқшаулау және олардың салдарын жою жүйесін басқару;

энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру бағдарламаларын дамыту;

өндіріс қалдықтарын кәдеге жарату/залалсыздандыру жөніндегі бағдарламаларды дамыту;

технологиялық процестерді (жабдықтарды) жаңғырту бағдарламаларын іске асыру;

қоршаған ортаға жүктемені төмендету үшін жетілдірілген (жаңа) технологияларды әзірлеу және енгізу;

экологиялық қауіпсіздік саласында персоналды оқыту және дамыту.

Экологиялық қауіпсіздік саласындағы көрсеткіштерді жақсарту үшін мыналар қарастырылады:

залалды жою жөніндегі іс-шараларды іске асырудан әлеуетті экологиялық тәуекелдерді бағалауға және өндірістік қызметтің қоршаған ортаға теріс әсерінің алдын алу жөніндегі шараларды енгізуге бірізді көшу мүмкіндігі;

экологиялық менеджмент жүйесі шеңберінде процестерді жетілдіру.

Кәсіпорынның негізгі экологиялық міндеттерінің бірі атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындыларын азайту болып табылады. Газ-тозаң қоспаларын және қондырғы конструкцияларын тазартудың көптеген тәсілдері, әдістері мынадай бірқатар маңызды жағдайлармен байланысты:

бейтараптандыру, бірнеше қоспаны тұтып алу және атмосферада тазартылған газды ыдырату процестерін ұтымды үйлестіретін тазартудың неғұрлым тиімді технологияларын іске асыруға ұмтылу (тозаң-газ тазартудың көп сатылы жүйелерін жасау және оларды тұтып алынған компоненттерді кәдеге жарату жүйелерімен интеграциялау);

қоршаған ортаның сапасын қамтамасыз етудің экологиялық-экономикалық талаптарын іске асыру (атмосфераға шығарындыларды тазарту қоршаған ортаға мейлінше аз нұқсан келтіретін ең аз шығынмен жүзеге асырылуға тиіс).

Жоғарыда аталғандарға сәйкес қоршаған ортаға теріс әсерді төмендету жөніндегі қызметтің өзекті перспективалы бағыттары мыналар болып табылады.

Ластағыш заттардың мейлінше аз түзілуі мен атмосфераға түсуі қамтамасыз етілетін өнім өндірудің қазіргі технологияларын жетілдіру және жаңаларын енгізу. Жұмыс істеп тұрған өндірістер технологиялық регламенттің талаптарын орындауы және одан ауытқуға жол бермеуі қажет. Авариялық жағдайлар туындаған жағдайда немесе қолайсыз метеорологиялық жағдайларда қоршаған ортаның айтарлықтай ластануына жол бермейтін жұмыс режимдеріне көшу керек. Қолданыстағы өндіріс үшін шаралардың бірі жабдықты герметизациялау есебінен шығарындыларды азайту технологияларын іске асыру, жұмыс аймағында түзілетін зиянды заттарды бейтараптандыру әдістерін қолдану, технологиялық газдарды шығарудың тиімді құралдарын пайдалану, сондай-ақ тозған жабдықты ауыстыру және технологиялық объектілерді ластануды автоматтандырылған бақылау құралдарымен жарақтандыру болып табылады.

Тозаң-газ шығарындыларын тазарту және оларды атмосферада тарату үшін қолданыстағы және жаңа технологияларды ендіру. Ең алдымен, бұл жабдықты конструктивті тұрғыдан жетілдіру және тозған құрылғыларды жаңаларына ауыстыру (ауыстырылатынға ұқсас немесе тиімдірек).

Қоршаған ортаға әсерді төмендету үшін қолданылатын шараларға, сондай-ақ ұйымдастырылмаған шығарындылар көздерін, мысалы, сусымалы материалдарды сақтаудың ашық алаңдары үшін жабындарды пайдалану арқылы ұйымдастырылған көздерге ауыстыруды жатқызуға болады.

Осы технологиялық объект шығарындыларының зиянды қоспаларын ұстау мен бейтараптандырудың ең үлкен әсерін қамтамасыз ететін арнайы тазарту қондырғыларының құрылғысы ерекше мәнге ие болады.

#### **1.5.9. Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілін жүргізу**

Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілі кәсіпорындардың өндірістік қызметінің қоршаған орта компоненттеріне теріс әсер ету көздерін (атмосфераға шығарындылар, су ортасына төгінділер және қалдықтардың түзілуі/орналастырылуы) анықтауға, оларды бақылау, сондай-ақ қолданылатын шаралардың экологиялық және экономикалық тиімділігін салыстыра отырып, ең озық қолжетімді техникаларды ендіру және қолдану жолымен олар көрсететін техногендік әсерді азайтуға/болғызбауға бағытталған шаралар жүйесін білдіреді.

Кешенді тәсілді жүзеге асыру үшін кәсіпорындар қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне ерекше назар аударуы қажет, олар:

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;

табиғи ресурстарды пайдалану нормаларын қысқарту және объектіде шығарындылардың, төгінділердің және қалдықтардың түзілу көлемін азайту жөніндегі ең үздік қолжетімді техникаларды ендіру бойынша қолданылатын технологиялық шешімдер мен өзге де әдістерді әзірлеу;

табиғи ресурстарды, энергияны 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 мемлекеттік уәкілетті органнан кешенді табиғат пайдалануға рұқсат алу;

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

Бұл ретте мыналарды ескерген жөн:

әртүрлі ластағыш заттар үшін шығарындыларды азайту әдістерінің өзара әсері;

өзара экологиялық аспектілерге және энергия мен шикізат ресурстарын, экономиканы пайдалануға, сондай-ақ олардың арасындағы оңтайлы теңгерімді табуға қатысты шығарындыларды/төгінділерді/қалдықтарды азайтудың пайдаланылатын әдістері тиімділігінің тәуелділігі.

Осылайша, экологиялық-экономикалық тұрғыдан жоғары нәтижелерге қол жеткізу үшін шығарындыларды, зиянды заттардан төгінділерді тазарту процесін тұтып алынған заттарды кәдеге жарату процесімен біріктіру қажет. "Таза күйінде" ластағыш шығарындыларды тазартудың тиімділігі аз, өйткені оның көмегімен қоршаған ортаға зиянды заттардың түсуін толығымен тоқтату әрдайым мүмкін бола бермейді, өйткені қоршаған ортаның бір компонентінің ластану деңгейінің төмендеуі екіншісінің ластануының жоғарылауына әкелуі мүмкін. Мысалы, газды тазартқан кезде дымқыл сүзгілерді орнату ауаның ластануын азайтады, бірақ судың одан да көп ластануына әкеледі. Тазарту қондырғыларын пайдалану, тіпті ең тиімдісі де, қоршаған ортаның ластану деңгейін күрт төмендетеді, бірақ бұл мәселені толығымен шешпейді, өйткені бұл қондырғылардың жұмыс істеу процесінде қалдықтар аз мөлшерде болса да, әдетте зиянды заттардың жоғары концентрациясымен шығарылады. Тіпті тазарту қондырғыларының көпшілігінің жұмысы айтарлықтай энергия шығындарын талап етеді, бұл өз кезегінде қоршаған ортаға да қауіпті.

Осылайша, ластанудың себептерін жоюдың өзі бастапқы шикізатты жан-жақты пайдалануға және қоршаған орта үшін зиянды заттарды барынша кәдеге жаратуға мүмкіндік беретін қалдығы аз және перспективада қалдықсыз өндіріс технологияларын ендіруді талап етеді.

## **2. Ең үздік қолжетімді техникаларды анықтау әдіснамасы**

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықты қолдану саласы үшін ең үздік қолжетімді техниканы айқындау рәсімін Халықаралық жасыл технологиялар және инвестициялық жобалар орталығы (бұдан әрі – Орталық) мен ЕҚТ бойынша "Мырыш және кадмий өндірісі" анықтамалығын әзірлеу мәселелері жөніндегі техникалық жұмыс тобы Қағидалардың ережелеріне сәйкес ұйымдастырды.

Осы рәсім шеңберінде халықаралық практика ескерілді және оның ішінде Еуропалық Одақтың "Түсті металдарды өндіруге арналған ЕҚТ бойынша анықтамалық құжат" деп аталатын анықтама құжатына (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries), "EU Reference Document on Economics and Cross-Media Effects" Еуропалық Одақтың экономикалық аспектілері және қоршаған ортаның әртүрлі компоненттеріне әсер ету мәселелері жөніндегі анықтамалық құжатына, сондай-ақ "Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT-associated Environmental Performance Levels and BAT-based Permit Conditions" ЕҚТ негізінде экологиялық рұқсаттарды алу шарттарын орындау үшін ЕҚТ анықтау және экологиялық тиімділік деңгейлерін белгілеу жөніндегі нұсқаулыққа негізделген ЕҚТ анықтау тәсілдері ескерілді.

### **2.1. Детерминация, ЕҚТ таңдау қағидаттары**

Ең үздік қолжетімді техникаларды айқындау Экология кодексінің талаптарына сәйкес қағидаттар мен өлшемшарттарға, сондай-ақ техникалық жұмыс топтары әрекетінің дәйектілігін сақтауға негізделеді:

1. Эмиссиялардың маркерлік ластағыш заттарын ескере отырып, сала үшін негізгі экологиялық мәселелерді анықтау.

Мырыш пен кадмий өндірудің әрбір технологиялық процесі үшін маркерлік заттардың тізбесі айқындалған (неғұрлым егжей-тегжейлі ақпарат осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың 6-бөлімінде келтірілген).

Маркерлік заттардың тізбесін айқындау әдісі негізінен осы ЕҚТ бойынша анықтамалықты қолдану саласына жататын кәсіпорындарда жүргізілген КТА барысында алынған жобалық, технологиялық құжаттаманы және мәліметтерді зерделеуге негізделді.



Негізгі ластау көздерінің эмиссияларында болатын ластағыш заттардың тізбесінен әрбір технологиялық процесс үшін жеке-жеке маркерлік заттардың тізбесі олардың мынадай сипаттамаларға сәйкес келуі шартымен айқындалды:

зат қарастырылып отырған технологиялық процеске тән (жобалық және технологиялық құжаттамада негізделген заттар);

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

2. Саланың экологиялық мәселелерін кешенді шешуге бағытталған кандидат-техникаларды анықтау және сипаттау.

Кандидат-техникалардың тізбесін қалыптастырған кезде Қазақстан Республикасында бар (КТА нәтижесінде анықталған) және ЕҚТ саласындағы халықаралық құжаттардағы ЕҚТ бойынша осы анықтамалықты қолдану саласындағы экологиялық проблемаларды кешенді шешуге бағытталған технологиялар, тәсілдер, әдістер, процестер, практикалар, тәсілдер мен шешімдер қаралды, соның нәтижесінде 5-бөлімде ұсынылған кандидат-техникалардың тізбесі анықталды.

Әрбір кандидат-техника үшін кандидат-техниканың техникалық қолданылуына қатысты технологиялық сипаттама мен пікірлер, кандидат-техниканы Ендірудің экологиялық көрсеткіштері мен әлеуетті пайдасы, экономикалық көрсеткіштер, әлеуетті кросс-медиа (ортааралық) әсерлер мен триггерлер келтірілген.

3. Кандидат-техникаларды техникалық қолдану, экологиялық нәтижелілік және экономикалық тиімділік көрсеткіштеріне сәйкес талдау және салыстыру.

ЕҚТ ретінде қарастырылатын кандидат-техникаларға қатысты бағалау мына ретпен жүргізілді:

1. Кандидат-техниканы технологиялық қолдану параметрлері бойынша бағалау.

2. Кандидат-техниканы экологиялық нәтижелілік параметрлері бойынша бағалау.

Мынадай көрсеткіштерге қатысты сандық мәнде (өлшем бірлігі немесе қысқарту/ұлғайту %-ы) көрсетілген кандидат-техниканы ендіруден болатын экологиялық тиімділікке талдау жүргізілді:

атмосфералық ауа: шығарындылардың алдын алу және (немесе) азайту;

су тұтыну: жалпы су тұтынуды азайту;

сарқынды сулар: төгінділерді болғызбау және (немесе) азайту;

топырақ, жер қойнауы, жерасты сулары: табиғи ортаның компоненттеріне әсерін болғызбау және (немесе) азайту;

қалдықтар: өндірістік қалдықтардың түзілуін/жинақталуын болғызбау және (немесе) азайту және (немесе) оларды қайта пайдалану, қалдықтарды қалпына келтіру және қалдықтарды энергетикалық кәдеге жарату;

шикізат тұтыну: тұтыну деңгейін қысқарту, баламалы материалдармен және (немесе) өндіріс пен тұтыну қалдықтарымен алмастыру;

энергия тұтыну: энергетикалық және отын ресурстарын тұтыну деңгейін қысқарту; энергияның баламалы көздерін пайдалану; заттарды регенерациялау және рециклинг және жылуды рекуперациялау мүмкіндігі; өз мұқтаждарына электр және жылу энергиясын тұтынуды қысқарту;

шу, діріл, электромагниттік және жылу әсерлері: физикалық әсердің төмендеуі.

Сондай-ақ кросс-медиа әсерлерінің бар-жоғы ескерілді.

Кандидат-техниканың жоғарыда аталған көрсеткіштердің әрқайсысына сәйкестігі немесе сәйкес келмеуі КТА нәтижесінде алынған мәліметтерге негізделді.

3. Кандидат-техниканы экономикалық тиімділік параметрлері бойынша бағалау.

Кандидат-техниканың экономикалық тиімділігін бағалау міндетті емес, алайда ТЖТ мүшелерінің көпшілігінің шешімі бойынша ЕҚТ-ны экономикалық бағалауды ТЖТ мүшелері – өнеркәсіп орындарының өкілдері тұрақты жұмыс істеп тұрған өнеркәсіптік қондырғыларда/зауыттарда қолданылатын және жұмыс істейтін кейбір техникаларға қатысты жүргізді.

Өнеркәсіптік ендіру фактісі КТА нәтижесінде анықталған мәліметтерді талдау нәтижесінде анықталды.

4. ЕҚТ-ны қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді анықтау.

ЕҚТ қолдануға байланысты эмиссиялар деңгейлері мен өзге де технологиялық көрсеткіштерді айқындау көп жағдайларда теріс антропогендік әсерді төмендетуді және өндірістік процестің соңғы сатысында ластануды бақылауды қамтамасыз ететін техникаларға қатысты қолданылды.

Осылайша, ЕҚТ қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштер ұлттық салалық "бенчмарк" деңгейін ескере отырып анықталды, бұл жүргізілген КТА құжаттарымен расталған.

## **2.2. Техникаларды ЕҚТ-ға жатқызу өлшемшарттары**

Экология кодексінің 113-бабының 3-тармағына сәйкес ең үздік қолжетімді техникалар мынадай өлшемшарттар үйлесімі негізінде айқындалады:

- 1) аз қалдықты технологияны пайдалану;
- 2) қауіптілігі неғұрлым аз заттарды пайдалану;
- 3) технологиялық процесте түзілетін және пайдаланылатын заттардың, сондай-ақ қалдықтардың қолданылуға келетіндей шамада қалпына келтірілуі мен рециклингін 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 да көп объектілерде өнеркәсіптік ендіру.

### 2.3. ЕҚТ-ны қолданудың экономикалық аспектілері

Әлемдік практикада жалпы қабылданған ЕҚТ айқындау тәсілдеріне сәйкес табиғат қорғау іс-шараларының экономикалық тиімділігі мынадай әртүрлі әдістемелерді пайдалана отырып бағалануы мүмкін: таза келтірілген құн бойынша; компанияның бірқатар негізгі көрсеткіштеріне қатысты шығындар: айналым, операциялық пайда, қосылған құн; өнімнің өзіндік құнына әсері бойынша; жылдық шығындардың экологиялық нәтижеге арақатынасы ретінде және т.б. Әдістемелердің әрқайсысы кәсіпорынның қаржы-экономикалық қызметінің қандай да бір аспектілеріне қоршаған ортаны қорғау жөніндегі іс-шараларды іске асыру нәтижесін көрсетеді және ЕҚТ бойынша шешім қабылдаудың қосымша көзі бола алады.

Осы ЕҚТ анықтамалығы үшін экономикалық тиімділікке бағалау жүргізудің негізгі тәсілі ретінде кәсіпорынның ЕҚТ енгізуге ақша қаражатының жұмсалудың талдау және ластағыш заттардың құрамын төмендету түрінде оны ендіруден қол жеткізілетін экологиялық нәтиже анықталды. Осы шамалардың арақатынасы жылдық есептеудегі қысқартылатын ластағыш заттың массасы/көлемінің бірлігіне салынған қаражаттың тиімділігін айқындайды.

Экономикалық тиімділік (шығындар) =	Жылдық шығындар
	Шығарындылардың/төгінділердің жалпы жылдық қысқаруы

Әртүрлі ЕҚТ бойынша есеп-қисап нәтижелерін салыстыру олардың қайсысы ластағыш заттарды бірдей төмендетуге аз қаражат жұмсауға мүмкіндік беретінін, яғни ЕҚТ-ның қайсысы экономикалық тұрғыдан тиімді екенін көрсетеді.

Ластағыш заттардың құрамын төмендету технологияларын ендіру процесі, әсіресе ірі өнеркәсіп орындарында, көбінесе жалпы жаңғырту процесінің немесе өндіріс тиімділігін арттыру бойынша кешенді іс-шаралар жүргізудің құрамдас бөлігі болып табылатын жағдайларда күрделі салымдар мен техникалық қызмет көрсету шығындарын қоса алғанда, ЕҚТ-ға жалпы инвестицияларды анықтау үшін объективті

деректер "кұбырдың соңындағы" табиғат қорғау іс-шарасына жұмсалатын шығындар туралы деректер болып табылады деп қабылданады. Яғни, кәсіпорынның тек қана қоршаған ортаға ластағыш заттардың эмиссиясын қысқартуға және/немесе болғызбауға бағытталған шығындары.

Мұндай жағдайларда "кұбырдың соңындағы" есеп-қисаптарда шығындардың жалпы сомасына негізгі технологияның, қондырғының, жабдықтың және КТА субъектісінің басқа да компоненттерінің құны, дейінгі/кейінгі қосымша және қосалқы тазарту технологияларының, қондырғылардың, жабдықтар мен құрылыстардың құны, сондай-ақ ЕҚТ ажырамас бөлігі болып табылатын және онсыз технологиялық тұрғыдан ЕҚТ қолдану мүмкін болмайтын қажетті шығыс материалдарының, шикізаттар мен реагенттердің құны қосылады. "Кұбырдың соңындағы" шығындардың есеп-қисабы белгісіздік факторын жоққа шығаруға және салыстырмалы көрсеткіштер бойынша балама ЕҚТ үшін кәсіпорын шығындарының көлемін есептеуге мүмкіндік береді.

Ендіру ұсынылатын техниканы/қондырғыны/жабдықты ЕҚТ-ға жатқызу мәселесі бойынша айтарлықтай келіспеушіліктер болған жағдайда ғана кандидат-техниканың экономикалық тиімділігіне бағалау жүргізу ұсынылатынын түсіну керек. Сонда экономикалық тиімділікті егжей-тегжейлі талдау бағалаудың шешуші бөлігі ретінде қарастырылады. Бұдан басқа, егер оны өнеркәсіпте табысты пайдалану нәтижелерінің нақты дәлелдері/мысалдары болса, ЕҚТ экономикалық тұрғыдан қолайлы деп танылуы мүмкін. Экономикалық тиімділікті есептеу мысалдары ЕҚТ бойынша анықтамалыққа қосымшада келтірілген.

### **3. Қолданылатын процестер: қазіргі уақытта қолданылатын технологиялық, техникалық шешімдер**

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың осы бөлімінде мырыш пен кадмий өндірісінде қолданылатын негізгі технологиялық процестер мен әдістердің, сондай-ақ олардың комбинацияларының сипаттамасы берілген.

#### **3.1. Жалпы басқару процестері**

##### **3.1.1. Менеджмент жүйесі**

Табиғат қорғау қызметінің жоғары нәтижелілігіне қол жеткізу үшін тиімді менеджменттің маңызы зор. Бұл – ЕҚТ-ның маңызды компоненті.

Жоғары нәтижелілікке қол жеткізу компаниядағы менеджменттің барлық деңгейлерінде: басқармадан немесе компания саясатын айқындайтын өзге органнан бастап объектілер, учаскелер басшыларына және тікелей операторларға дейінгі экологиялық менеджмент қағидаттарын ұстануды талап етеді. Жүйе мақсаттар мен міндеттерді айқындауға және тиісті нұсқаулықтарды, сондай-ақ қызметтің нәтижелері туралы ақпаратты орындаушыларға жеткізуді қамтамасыз етуге тиіс.

### 3.1.2. Жобалау және техникалық қызмет көрсету

Дұрыс жобалау және техникалық қызмет көрсету бүкіл қоршаған ортаны қорғаудың жоғары деңгейіне қол жеткізудің кілті болып табылады әрі қолданыстағы қондырғылардың және кез келген жаңа немесе айтарлықтай өзгертілген процестің атмосфераны, суды және жерді қорғауға әсерін анықтауға көмектеседі. Қауіпсіздік пен қоршаған ортаны қорғау үшін маңызды қосалқы бөлшектердің жеткілікті мөлшерін сақтаған жөн, сондықтан төтенше шығарындылар мен олардың әсерін азайту керек. Бірқатар компаниялар жобалауға және техникалық қызмет көрсетуге маманданған. Тиісті жобалау және техникалық қызмет көрсету рәсімдері келесі кезеңдерді қамтиды:

1) жаңа немесе айтарлықтай өзгерген процестен немесе шикізаттан экологиялық салдарларды (шуды қоса алғанда) жобаның ең ерте сатыларында қарау және кейіннен оларды біркелкі уақыт аралықтарында қарауды жалғастыру. Құрылымдық ақаулардың түрлері мен салдарын талдау және технологиялық ақаулардың түрлері мен салдарын талдау сияқты ресми әдістер қауіпті сенімді және тиімді бақылауды қамтамасыз ету үшін пайдалы болуы мүмкін;

2) барлық сатылардағы ұйымдастырылмаған әлеуетті шығарындыларды қарау;

3) профилактикалық жөндеу бағдарламасын пайдалану және тіркеу. Қажет болған жағдайда бұл диагностикалық сынақтармен бірге жүргізілуге тиіс;

4) қауіпсіздік және қоршаған ортаны қорғау тұрғысынан маңызы бар жабдық үшін қосалқы бөлшектердің қорын сақтау [9];

5) жергілікті сору жүйелерін үнемі тексеру және ақауларды немесе зақымдануларды дереу түзету;

6) барлық персоналды қырағылық таныту, мысалы, тозаң қабылдау шатырлары мен желдету құбырлары зақымдалған немесе қондырғы істен шыққан жағдайда қырағылық таныту арқылы өздері атқаруы ықтимал рөлі туралы хабардар ету. Персоналдың қызығушылығын ынталандыру және олардың хабарларға ден қоюын көтермелеу үшін тиісті рәсімдерді пайдаланған жөн;

7) өзгерістерді санкциялауға ішкі рәсімді пайдалану және өзгерістерден кейін процесс іске қосылғанға дейін тексерулер жүргізу.

### 3.1.3. Оқыту

Оқыту маңызды фактор болып табылады және келесі тармақтар оқу кестесіне енгізілуге тиіс.

1. Персоналдың бәрі технологиялық процестің және оның қызметінің қоршаған ортаға тигізетін салдары туралы хабардар болуға тиіс.

2. Әрбір лауазымға қажетті дағдылар мен біліктілікке қатысты нақты тұжырым болуға тиіс.

3. Технологиялық процеспен жұмыс істеуге тартылған персонал оқытылатын сабақтарда қоршаған ортаға процестің жұмысы тигізетін салдар және аварияға ден қою тәртібі қамтылуға тиіс.

4. Технологиялық процеспен байланысты персоналмен өтетін оқудың жазбасы жаңа материалды үздіксіз енгізе отырып, толық оқытуды қамтамасыз ету үшін өте пайдалы болуы мүмкін.

5. Қоршаған ортаны қорғау мәселелерін және қондырғыға әсер етуі ықтимал салдарды оқыту қоршаған ортаны қорғау көрсеткіштеріне әсер етуі ықтимал даулардың алдын алу үшін де тиімді болуы мүмкін. Мысалы, қаржы жұмыскерлері мен өткізу тобы экологиялық көрсеткіштерге айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Толық есепке алу шаралары шикізаттың артық пайдаланылуын анықтай алады және процесс сатылары үшін электр энергиясы мен қалдықтарды кәдеге жаратуға жұмсалатын нақты шығындарды анықтай алады; жоспарланбаған жеткізілім мен сату өндірістің төмендеуіне және авариялардың туындауына әкелуі мүмкін.

## **3.2. Шикізатты басқару процестері**

### **3.2.1. Шикізатты алдын ала өңдеу, дайындау және тасымалдау**

Кен, концентраттар және қайталама шикізат көбінесе өндіріске оларды негізгі процесте тікелей пайдалану мүмкін болмайтын нысанда түседі. Сапаны және қауіпсіздікті бақылау тұрғысынан оларды кептіру/еріту, радиациялық және пиробақылау қажет болуы мүмкін. Химиялық процестерді күшейту немесе тотығуды азайту үшін материал фракцияларының мөлшерін үлкейту немесе кішірейту қажет болуы мүмкін. Металлургиялық процестерді қамтамасыз ету үшін көмір, кокс, флюс және (немесе) басқа да қож түзетін материалдар сияқты арнайы қоспалар қосылуы мүмкін. Негізгі металды алу процесін оңтайландыру және қоспаларды бөлу үшін флюс қосылады. Шығарындыларды тазарту проблемаларын болғызбау және балқыту жылдамдығын арттыру үшін қорғаныш жабындарын алып тастау қажет болуы мүмкін.

Еріту, кептіру, ұсақтау, ұнтақтау, елеу, шихта дайындау, брикеттеу, түйіршіктеу, домалату, жабындарды кетіру және майдан арылту әдістері бастапқы шикізатты алдын ала өндеуге және дайындауға жатады.

### **3.2.2. Еріту**

Еріту қатып қалған материалдарды кейіннен өңдеу мақсатында жүргізіледі. Мұны, мысалы, қыс мезгілінде кенді, концентраттарды немесе қатты қазба отынды (ең алдымен көмірді) теміржол құрамынан түсірген кезде жүргізу қажет болады.

### **3.2.3. Кептіру**

Кептіру процестері негізгі технологиялық процестердің талап етілетін сипаттамаларына сәйкес келетін бастапқы материалдардың сапасын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Кептіру әдістерін таңдағанда әртүрлі кептіру әдістерінде қолданылатын энергия көздерінің экономикалық аспектілерін, қолжетімділігін, сенімділігі мен ерекшеліктерін ескеру қажет, мысалы, айналмалы кептіргіштер, бу және басқа жанама кептіру қондырғылары.

Шихтада артық ылғалдың болуы бірнеше себептерге байланысты қошталмауы ықтимал:

ыстық пеште көп мөлшерде будың пайда болуы (жарылу) апатқа әкелуі мүмкін;

су жылу энергиясына ауыспалы қажеттілік тудыруы мүмкін, бұл процестің басқарылуын бұзады және автотермиялық процесті баяулатуы мүмкін;

төмен температурада бөлек кептіру энергия қажеттігін азайтады. Бұл балқыту пешіндегі будың қызып кетуіне қажетті энергияны тұтынудың төмендеуіне байланысты, ол көлемді едәуір арттырады және пештен газдарды эвакуациялауда және оларды одан әрі жоюда қиындық тудырады;

қондырғы мен құбыржолдардың химиялық коррозиясы пайда болуы мүмкін;

жоғары температурадағы су буы көміртекпен әрекеттесіп,  $H_2$  және  $CO$  немесе көмір қышқылын түзуі мүмкін;

будың көп мөлшері ұйымдастырылмаған шығарындыларға әкелуі мүмкін, өйткені технологиялық газдардың мөлшері тым көп болуы мүмкін және газ тұтып қалу және газ тазарту жүйесінің қуатынан асып кетуі мүмкін.

Кептіру, әдетте, материалды отынның жануынан тікелей қыздыру арқылы немесе ыстық бу, газ немесе ауа айналатын жылу алмастырғыштардың көмегімен жанама қыздыру арқылы жүзеге асырылады. Пирометаллургиялық процестерден, мысалы, анодты пештерден бөлінетін жылу да шикізатты кептіру үшін жағылуы мүмкін құрамында  $CO$  бар шығатын газдар сияқты кептіру мақсатында жиі пайдаланылады. Псевдосұйытылған қабаты бар айналмалы пештер мен кептіргіштер қолданылады. Кептірілген материалда, әдетте, тозаң өте көп, сондықтан құрамында тозаңы өте көп газдарды тұтып қалу және тазарту үшін арнайы жүйелер қолданылады. Жиналған тозаң технологиялық процеске қайтарылады. Кептірілген кендер мен концентраттар пирофорлы болуы мүмкін, бұл шығарындыларды жинау және тазарту жүйесін жобалау кезінде ескеріледі. Кептіру қондырғысының пайдаланылған газдарында  $SO_2$  болуы мүмкін, сондықтан оларды күкірт қосылыстарынан тазарту қажеттігі туындайды.

#### **3.2.4. Уату, ұсақтау және елеу**

Уату, ұсақтау және елеу өнімдерді немесе шикізатты одан әрі қайта өңдеу мақсатында олардың бөлшектерінің көлемін кішірейту үшін қолданылады. Уату қондырғыларының әрқилы түрлері қолданылады, мысалы, білікті, жақтаулы, балғалы

уатқыштар және тарту денелерінің әрқилы түрі бар диірмендер. Ылғалды немесе құрғақ материалдар ұсақталып, қажет болған жағдайда араластырылады. Белгілі бір жабдықты таңдау өңделген бастапқы материалдардың қасиеттерімен анықталады. Тозаң шығарындыларының негізгі әлеуетті көзі құрғақ ұнтақтау болып табылады, сондықтан мұнда тозаң жинау жүйелері әрдайым пайдаланылады, олардан жиналған тозаң әдетте қайта өңделеді. Дымқыл материалдарды ұсақтау тозаңның пайда болуы үлкен проблемалар тудыруы мүмкін және ұнтақтаудан кейін тікелей ылғалды өңдеу сатысы жүргізілетін жағдайларда орындалады.

Түйіршіктеу, атап айтқанда, өндіріс қалдықтары мен ұсақ қож бөлшектерін қалыптастыру үшін қолданылады, оларды құм төсеу кезінде қолдануға болады, қыста автожолдарға көктайғаққа қарсы төсем төсеу кезінде қолданылады. Балқытылған қож су ваннасына жіберіледі немесе су ағыны арқылы өтеді. Түйіршіктеу металл өнімдерін өндіруде де қолданылады. Түйіршіктеу процесінде ұсақ дисперсті тозаңдар мен аэрозольдер пайда болуы мүмкін, олардың шығарындылары жиналып, технологиялық циклге қайтарылады.

Түрлі түсті металдардың қайталама көзі – пластик пен басқа материалдарды металл компоненттерінен бөлуге арналған пайдаланылған электронды құрылғылар, сондықтан бөлшектеу кезеңі де туындайды.

Бөлшектеу процесі үшін жонғыштың әрқилы түрлері қолданылады. Көпіршелер жонғыштың көмегімен тозаңға айналдырып тартылады, ол интергацияланған шаңсорғышпен тазартылады. Технологияның бірқатар маңызды артықшылықтары бар: жоғары өңдеу жылдамдығы, жоғары дәлдік, электронды құрылғыларға әсер ететін ең төмен күш, кез келген сызықты емес схемаларды өңдеу мүмкіндігі, өңделген жиектердің тамаша сапасы.

Мысалы, никель-кадмий батареялары пластикалық қабықты алып тастау үшін, сондай-ақ батареяларды ашу үшін төмен температурада пиролиз процедурасынан өтеді. Бұл ретте газдар жағып бітіргіш жанарғыда тазартылады, содан кейін қапшық сүзгілерге түседі. Кадмий мен никель электродтардан, ал болат корпус материалдан ажыратылады.

### **3.2.5. Шихтаны дайындау**

Шихтаны дайындау негізгі технологиялық процесте қайта өңдеу үшін қоспаның ( шихтаның) берілген тұрақты құрамын алу мақсатында әртүрлі сападағы кендерді немесе концентраттарды өздігінен араластыруды және түзілетін қоспалардың құрамына флюстерді немесе қалпына келтіруші агенттерді белгілі пропорцияда енгізуді көздейді. Шихтаны дайындау ұнтақтау сатысында немесе тасымалдау, сақтау және кептіру кезінде меншікті араластыру қондырғыларында жүзеге асырылуы мүмкін. Қоспаның талап етілетін құрамының дәлдігіне шихтаны орташаландыруға арналған қондырғылардың, мөлшерлеу жүйелерінің, конвейерлік таразылардың көмегімен



немесе тиеу техникасының көлемдік параметрлерін ескере отырып қол жеткізіледі. Шихта қоспасын дайындау тозаңның қомақты көлемінің түзілуімен байланысты болуы мүмкін, сондықтан тозаңды тұтып қалудың, сүзудің және қайтарудың жоғары дәрежесін қамтамасыз ететін жүйелер қолданылады. Жиналған тозаң, әдетте, технологиялық процеске қайтарылады. Тозаңның түзілуін азайту үшін кейде дымқыл шихтаны дайындау қолданылады. Мұндай мақсатта жабу және байланыстыру агенттерін де қолдануға болады. Технологиялық процестің сипатына қарай одан әрі өңдеу алдында, мысалы, жентектеу алдында брикеттеу/түйіршіктеу қажет болуы мүмкін.

Зауытқа келіп түсетін мырыш концентраттары мен басқа да материалдарды сақтауға арналған қоймалар ашық болуы да немесе жабық болуы да мүмкін. Жабық қоймалардағы материалдардың ысырабы аз болады, сондықтан оларды салу шығындары тез өтеледі.

Әдетте мырыш зауыттарында концентраттарды сақтау үшін ені 24-30 м және орталық теміржол түсіру эстакадасы бар бір қабатты тікбұрышты қоймалар кеңінен қолданылады. Қойма ұзындығы 18 м бөліктерге бөлінген, әр бөлік белгілі бір материалды сақтауға арналған және сыйымдылығы – 950-1300 м<sup>3</sup>. Бөліктердің жылытылатын түбі қатып қалған концентраттарды қыздыруға мүмкіндік береді.

Қоймалар контейнерлерде концентратты ерітуге және босатылған контейнерлерді жууға арналған құрылғылармен және жөнелтуге дайындалған бос ыдысты төсеуге арналған орындармен де жабдықталған.

Концентраттары бар контейнерлерді түсіру, оларды тасу және бос ыдысты теміржол платформаларына тиеу жөніндегі операциялар көпірлі кранның көмегімен орындалады.

Концентраттар қатарларға жиналады және қоймадан грейферлік крандармен беріледі. Кран концентратты шағын қабылдау бункеріне береді, одан таспалы коректендіргіштің көмегімен концентрат көлбеу таспалы транспортерге түседі және шихта дайындауға жіберіледі.

Қойма үй-жайларының сыйымдылығы зауыт жұмысының 10-30 тәулікке арналған шикізаты мен басқа да материалдар қоры сақталатындай көлемде болуға тиіс.

Бұл мырыш зауытына орташаландырылған шикізатпен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

### **3.2.6. Брикеттеу, түйіршіктеу, илемдеу және ықшамдаудың басқа да әдістері**

Ұсақ дисперсті концентраттарды, тозаңды және басқа да қайталама материалдарды өңдеу үшін сымды немесе ұсақ өлшемді сынықтарды престеу, брикеттер жасау, жентектеу, түйіршіктеуді қамтитын ықшамдау мен ірілетудің әртүрлі әдістері пайдаланылады.

Байланыстырушы затты немесе суды қосқан соң қоспа тікбұрышты брикеттер алу үшін преске немесе түйіршіктерді (жентектерді) алу үшін айналмалы барабанға, дискіге немесе араластырғыш қондырғыға беріледі. Байланыстырушы материал қасиеті – брикеттер, бір жағынан, тығыз болатындай және пешке салған кезде бөлшектеліп кетпейтіндей, екінші жағынан, оңай өңделетіндей (жақсы газ өткізгіштігі бар) болуға тиіс. Лигносульфонат (целлюлоза және қағаз өнеркәсібінің жанама өнімі), меласса және әк, натрий силикаты, алюминий сульфаты немесе цемент сияқты байланыстырғыштардың әртүрлі түрлері қолданылады. Брикеттердің/түйіршіктердің беріктігін арттыру үшін әртүрлі шайырлар да қосылуы мүмкін. Ұсақтау және елеу сатысында пайдаланылатын пеш сүзгілері мен сүзгілерден сүзілген тозаңның ірі фракциялары брикеттеу алдында басқа материалдармен араластырылуы мүмкін [32].

Сондай-ақ технологиялық процестің келесі сатыларында тозаңдануды азайту үшін тозаң басатын, жабындық және байланыстыратын агенттер пайдаланылуы мүмкін.

Түйіршіктеу – ылғалданған материалдардың ұсақ түйіршіктерін барабандарға немесе тостаған түйіршіктеріне 1-6 мм, кейде 20-30 мм-ге дейін жентектеу арқылы ірілендіру процесі.

Түйіршіктеу немесе брикеттеу кезінде әртүрлі байланыстырғыштар қолданылады, мысалы лигносульфонат (целлюлоза және қағаз өнеркәсібінің жанама өнімі), меласса және әк, натрий силикаты, алюминий сульфаты немесе цемент. Брикеттердің/түйіршіктердің беріктігін арттыру үшін әртүрлі шайырлар да қосылуы мүмкін. Ұсақтау және елеу сатысында пайдаланылатын пеш сүзгілері мен сүзгілерден сүзілген тозаңның ірі фракциялары брикеттеу алдында басқа материалдармен араластырылуы мүмкін.

Пакеттеудің мақсаты – жеңіл салмақты сынықтар мен қалдықтарды тығыздап, белгілі бір массадағы, көлемдегі және тығыздықтағы пакеттер жасау. Тығыз материалды металлургиялық агрегаттарға салу ыңғайлы, оны балқытқанда металл тотықтырудан болатын шығын аз болады, шикізатты тасымалдау шығындары азаяды. Пакеттеуге бөліктерге бөлінген ірі габаритті сынықтар, радиаторлар, кесіктер, шыбықтардың, құбырлардың қалдықтары, кабельді сынықтар, статор орамалары, кесу, штамптау, тұрмыстық сынықтар және т.б. жатады. Алынған пакеттердің тығыздығы пресс күшінің мөлшерімен және престелетін материалдың қалыңдығымен анықталады.

Сығымдау күшіне байланысты гидравликалық пакет престері 2500 кН-ге (Б-132, Б-1330, ПГ-150) дейін престау күші бар төмен қуатты пресс, орташа қуатты пресс – 2500-5000 кН (Б-1334, ПГ-400, СРА-400), 5000 кН (СРА-1000, СРА-1250) астам жоғары қуатты пресс деп бөлінеді.

### **3.2.7. Жабындарды кетіру және майдан арылту**

Жабындарды кетіру және майдан арылту операциялары, әдетте, кейбір негізгі процестер аясында өңделген материалдардағы органикалық заттардың құрамын азайту үшін қайталама шикізатқа қолданылады. Бұл жағдайда жуу және пиролиз процестері

қолданылады. Центрифугалау көмегімен майларды шығарып, жылу жүйелеріне жүктемені азайтуға болады. Органикалық заттардың құрамындағы елеулі өзгерістер кейбір пештерде жану процесінің тиімсіздігіне және құрамында қалдық органикалық қосылыстар бар пеш газдарының көп мөлшерде пайда болуына әкелуі мүмкін. Жабындардың болуы балқыту жылдамдығын едәуір төмендетуі мүмкін. Егер газ тұтып қалу және газ жағу жүйелерінің сенімділігі жеткіліксіз болса, бұл факторлар айтарлықтай түтін, ПХДД/Ф және металл тозаңдарын шығаруы мүмкін. Ұшқын немесе тұтанған бөлшектер пайда болуы мүмкін, бұл газ тазарту жабдықтарына айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін. Жалпы пештің ішіндегі ластанған металл сынықтарын алып тастау көптеген жағдайларда жеке пештегі ұсақталған материалдың жабындарын алып тастауға қарағанда тиімсіз, өйткені бірінші жағдайда қож көп пайда болады, алайда кейбір пештер органикалық қоспаларды өңдеуге арналған.

Майдан және кейбір жабындардан арылту арнайы пештерде, мысалы, жоңқа кептіргіштерде жүзеге асырылады. Көп жағдайда майлар мен суды буландыру үшін төмен температурада жұмыс істейтін айналмалы пеш қолданылады. Материалды тікелей және жанама қыздыру қолданылады. Пеште түзілген органикалық өнімдерді жою үшін жоғары температурада (850 °С-тан жоғары) жұмыс істейтін жану камерасы қолданылады, ал пайдаланылған газдар әдетте қапшық сүзгіге жіберіледі.

Сымдарды оқшаулаудан және басқа материалдарды жабындардан арылту үшін көбінесе механикалық тазарту қолданылады. Кейбір жағдайларда криогендік әдістер қолданылады, ол жабынның үгілгішігін қамтамасыз ету арқылы арылтуды жеңілдетеді. Сондай-ақ еріткіштермен (кейде хлорланған) немесе жуғыш заттармен жууға болады. Ең көп тарағандары – кіріктірілген конденсаторлары бар еріткіштерді буландыру жүйелері. Бұл процестер өндірілген өнімді майдан арылту үшін де қолданылады. Мұндай жағдайларда судың ластануын болғызбау үшін су тазарту жүйелері қолданылады.

### **3.2.8. Сепарациялау әдістері**

Бұл процестер шикізатты пайдаланар алдында оны қоспалардан арылту үшін қолданылады. Сепарация әдістері көбінесе қайталама шикізатты өңдеу үшін қолданылады, ал ең көп тарағаны – темір заттарды алып тастауға мүмкіндік беретін магниттік сепарация.

Бұл операцияның мақсаты – сынық пен қалдықтардан ферромагниттік заттар мен темірі көп бөлшектерді бөліп алу.

Түсті металдардың сынықтары мен қалдықтарын өңдеуге арналған электромагниттік сепараторлардың көптеген түрлері бар, олардың конструкциялары мен міндеттері бір-бірінен ерекшеленеді. Электромагниттік сепаратордың түрін таңдағанда материалдың мөлшері, темірдің қажетті мөлшері, өнімділігі ескеріледі. Ферромагниттік қосындыларды бөлу толықтығы шикізат кесектерінің ірілігімен,

қабаттың қалыңдығымен және шикізаттың үйілген массасымен, қоқыстанумен, магнит өрісінің кернеулігімен және онда бөлінетін материалдың қозғалу жылдамдығымен анықталады.

Көбінесе түсті металдардың сынықтары мен қалдықтарын өңдеу кезінде ЭПР типті электромагниттік аспалы темір сепараторлары, ШЭ типті электромагниттік шкивтер, электромагниттік сепараторлар қолданылады. Аспалы темір бөлгіштер таспалы конвейерлердің үстіне орнатылады. Электромагниттік шкивтер бір уақытта сұрыптау конвейерінің жетек барабанының функциясын орындайды және материалды түсіру аймағында орналастырылады.

Аспалы сепаратор конвейердің осі бойымен немесе оған көлденең орнатылады. Құрамында темір бар заттар таспаға электромагнитпен тартып алынады және түсіру үшін бүйірге қарай шығарылады. Шикізаттан магнитті фракцияны бөліп алу үздіксіз жүреді. Сепаратор таспасынан заттарды түсіру үздіксіз жүргізілуі мүмкін немесе онда магнитті материалдың жиналуына қарай жүргізіледі. Көлемі 5 мм дейінгі және салмағы 0,08 кг кем ферромагнитті бөлшектер аспалы сепараторлармен алынбайды.

Сепарацияның басқа әдістері механикалық немесе пневматикалық сұрыптағыштармен үйлесімде түрлі-түсті, ультракүлгін, инфрақызыл, рентген, лазерлік және басқа анықтау жүйелерін қолдануды көздейді.

### **3.2.9. Тасымалдау және тиеу жүйелері**

Бұл жүйелер өңдеу кезеңдері арасында шикізатты, жартылай өнімдерді және дайын өнімді беру үшін қолданылады. Шикізат үшін қолданылатын әдістерге ұқсас әдістер қолданылады және олар тозаң шығарындыларының түзілуіне, оларды тұтып алуға және шығаруға байланысты бірдей проблемалармен сипатталады. Негізінен механикалық жүйелер қолданылады, бірақ пневматикалық тасымалдау жүйелері де кең таралған, онда тасымалдаушы ретінде ауа қолданылады және тасымалдаумен қатар шихтаның құрамындағы айырмашылықтарды теңестіре алады.

Алдын ала дайындалған материалдар шикізатқа қарағанда құрғақ болуы мүмкін, сондықтан тозаңның шығарылуын болғызбау үшін жинау мен тазартудың сапалы әдістері қолданылады. Тозаңдататын материалдарды тасымалдауға арналған конвейерлер әдетте жабық болады және мұндай жағдайларда сезімтал аймақтарда, мысалы, бір конвейердің екінші конвейерге тиеу нүктелері, шығарындыларды тұтып алу мен тазартудың тиімді жүйелері орнатылады. Балама ретінде су бүрку қолданылады. Таспа кері жүргенде материалдың таралуын болғызбау үшін конвейерлерде төменгі тазартқыш қырғыштар орнатылады. Пневматикалық жүйелер көбінесе сусымалы материалдарды тасымалдау үшін қолданылады.

Кейбір материалдар бөшкелерде, қаптарда (биг-бегтерде, МКР) немесе басқа қаптамада келіп түседі. Егер материал тозаң шығаратын болса, онда оны қаптамадан түсіру тозаң тұтқыш жүйелерді, мысалы, аспирациясы бар герметикалық

құрылғыларды пайдалана отырып, су себу арқылы немесе жабық үй-жайларда жүзеге асырылуға тиіс. Кейбір жағдайларда жағымсыз химиялық реакцияларды жоққа шығару шартымен бұл материалдарды сумен немесе ылғалданған шикізатпен араластырған жөн. Әйтпесе, оларды жабық жүйелерде бөлек өндеген жөн.

### 3.3. Бастапқы мырыш өндірісі

#### 3.3.1. Мырыш алудың гидрометаллургиялық әдісі

Гидрометаллургиялық әдіс мырыш сульфидінен (күкіртті мырыш), оксидтен, карбонаттан немесе силикат концентраттарынан мырыш алу үшін, сондай-ақ вельц-оксиді сияқты кейбір қайталама материалдар үшін қолданылады. Әлемдік мырыш өндірісінің шамамен 90 %-ы осы тәсілмен жүргізіледі. Мұндай кәсіпорындарда гидрометаллургиялық әдіс қолданылады: RLE-процесс "күйдіру-шаймалау-электроэкстракция". Бұл 3.1-суретте жеңілдетілген схемасы ұсынылған үздіксіз процесс.



3.1-сурет. Гидрометаллургиялық тәсілдің жеңілдетілген схемасы

Дайын шихтаны мөлшерлегіш-бункер жүйелерінен таспалы таразылардың немесе үздіксіз жұмыс істейтін таразылық қоректендіргіштің көмегімен іріктеу жолымен дайындауға болады. Соңғы араластыру және орташаландыру араластырғыштарда немесе конвейер мен өлшеу жүйелерінде атқарылады. Ұсақ дисперсті материалдар үшін жабық конвейерлер немесе пневматикалық тасымалдау жүйелері пайдаланылады. Концентраттар салыстырмалы түрде біртекті шихта алу үшін араластырылады. Сондықтан, концентраттарды топтарға бөлу және бөлек сақтау үшін сынамаларды

іріктеу және күйдіру алдында дайын қоспаны алу үшін талдау әдеттегі тәжірибе болып табылады. Жақсы қайнаған қабатты жасау үшін шихтаны күйдіру немесе агломерациялау алдында дайындаудың арнайы ережелері қолданылады.

Шихтаны дайындағаннан кейін процесс келесі негізгі кезеңдерге бөлінеді:

күйдіру;

өртендіні дайындау;

шаймалау;

тазарту;

электролиз.

Шихтаны дайындау негізгі технологиялық процесте қайта өңдеу үшін қоспаның ( шихтаның) берілген тұрақты құрамын алу мақсатында әртүрлі сападағы кендерді немесе концентраттарды өздігінен араластыруды және түзілетін қоспалардың құрамына флюстерді немесе қалпына келтіруші агенттерді белгілі пропорцияда енгізуді көздейді. Шихтаны дайындау ұнтақтау сатысында немесе тасымалдау, сақтау және кептіру кезінде өз араластыру қондырғыларында жүзеге асырылуы мүмкін. Қоспаның талап етілетін құрамының дәлдігіне шихтаны орташаландыруға арналған қондырғылардың, мөлшерлеу жүйелерінің, конвейерлік таразылардың көмегімен немесе тиеу техникасының көлемдік параметрлерін ескере отырып қол жеткізіледі. Шихта қоспасын дайындау айтарлықтай тозаңның түзілуімен байланысты болуы мүмкін, сондықтан тозаңды тұтып қалудың, сүзудің және қайтарудың жоғары дәрежесін қамтамасыз ететін жүйелер қолданылады. Жиналған тозаң, әдетте, технологиялық процеске қайтарылады. Тоzaңның түзілуін азайту үшін кейде дымқыл шихтаны дайындау қолданылады. Осы мақсат үшін жабындық және байланыстырушы агенттер де пайдаланылуы мүмкін. Технологиялық процестің сипатына қарай одан әрі өңдеу алдында, мысалы, жентектеу алдында брикеттеу/түйіршіктеу қажет болуы мүмкін.

### **3.3.1.1. Мырыш концентраттарын КС пештерінде мырыш өртендісін ала отырып күйдіру және өртендіні шаймалауға дайындау**

Бұл процестер шикізаттың немесе химиялық құрамның мөлшерін одан әрі өңдеуге жарамды етіп арттыру үшін қолданылады. Агломерация және біріктіру пештің қабаты арқылы газдың біркелкі ағынына қол жеткізуге және тозаңның, газ бен бейорганикалық шығарындылардың пайда болуын азайтуға мүмкіндік береді.

Біріктіру және қатты қыздыру осы мақсаттарда да қолданылады, сонымен қатар олар қоспаның химиялық формасын реттеу немесе кез келген күкіртті түрлендіру үшін, мысалы, магний өндірісінде доломитті доломит әгі етіп қыздыру үшін қолданылады. Кенді біріктірген кезде негізгі байланыстырушы механизмге кенді кенсіз минералдар ери бастайтын температураға дейін жеткізу арқылы қол жеткізіледі, осылайша жеке бөлшектер балқытылған қож торында біріктіріледі. Кейбір жағдайларда бұрынғы бөлшектердің шекараларында жаңа кристалдардың пайда болуы біріктіру процесінде

маңызды рөл атқарады. Қақтала жабысқан материал әдетте ұсақталып, жіктеледі, ал ұсақ фракциялар біріктіру процесіне қайтарылады. Кейде қайтарылған материал алынған қақтала жабысқан материалға қарағанда екі-төрт есе үлкен болады. Содан кейін бөлшектер балқытқышқа жіберіледі.

Сульфидті кендерді біріктіру және күйдіру көбінесе жоғары температурада бірге жасалады, бұл жағдайда алынған газдар күкірт диоксидіне бай болады. Күкірттің тотығуы өртеу процесі үшін қажет. Әдетте кен қайтарылған біріктірілген материалмен және флюс қоспаларымен араласады және оны қақталғанға дейін беруге болады. Егер қайталама шикізат сияқты оксидтер болса, әдетте кокс қосылады.

Біріктіру қондырғыларында материалды қыздыру және салқындату аймақтары арқылы тасымалдау үшін қозғалмалы желтартқыш тор, үздіксіз тор немесе болат таспа қолданылады; кейбір қондырғыларда берілісі бар болат паллеталар қолданылады. Газдар қабат арқылы жоғары немесе төмен қарай тартылады (жоғары немесе төмен ағынмен синтездеу). Сондай-ақ жоғары немесе төмен ағым сатыларының тіркесімін қолданатын біріктіру қолданылады, ол газ көлемін және бейорганикалық шығарындыларды азайтуға, сондай-ақ жылуды тиімді қалпына келтіруге қабілетті. Кейде желтартқыш тор арасында жабысқақ материалдың қабаты қолданылады, ал қоспасы болат торды қорғау үшін қолданылады.

Сульфидті кендерді біріктіру экзотермиялық болып табылады, дегенмен табиғи газ басқа материалдарда отын ретінде қолданылады. Ыстық газдар әдетте қабатты немесе жағылатын ауаны алдын ала қыздыру үшін қайта пайдаланылады. Біріктірілген материал қабат немесе су бойынша ауа ағынымен салқындатылады. Осыдан кейін біріктірілген материал біртекті өлшемді жүктеу үшін соңғы материалды алу үшін електен өткізіліп, кейде ұсақталады. Ұсақ материал біріктіру процесіне қайтарылады.

Біріктіру псевдосұйытылған немесе көптабанды пештері бар айналмалы пештерде жасалады және әдетте процесс кезінде көміртек қосылмайды. Сульфидті концентраттарды біріктіру күйдіру сатысының рөлін атқарады.

Мырыш сульфидінің (сфалерит) концентраттары пешке қоректендіргіштер мен шихта лақтыратын таспалардың көмегімен үздіксіз беріледі және мырыш оксиді мен күкірт диоксидін алу үшін қайнаған қабаты бар жабық күйдіру пештерінде күйдіріледі.

Ауа үрлегішпен (немесе оттегімен байытылған ауа) пештің шүмегі (торы) арқылы күйдіру пеші материалының қабатына ауа үрленеді. Ауа қайнаған қабатты қалыптастыру үшін тасымалдаушы орта және негізгі реакция үшін оттегі көзі ретінде қызмет етеді. Сульфидті материалды жағу қосымша отынды қажет етпейді, өйткені бұл экзотермиялық процесс.



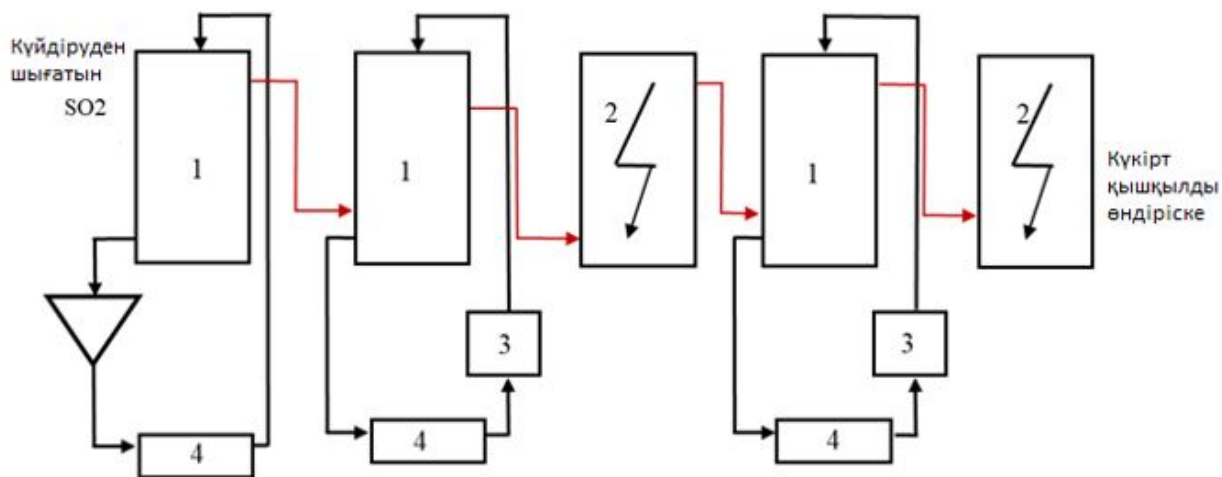
Реакциядан кейін артық жылудың бір бөлігін қайнаған қабатқа орнатылған және қайта өңдейтін қазандықтың мәжбүрлі айналым жүйесімен байланысты бу шығаратын

салқындатқыш элементтер (катушкалар, кессондар және т. б.) сіңіріп алады. Қайнаған қабатқа орнатылған салқындатқыш элементтер 900 °С мен 1000 °С арасындағы температураны сақтайды.

Құрғақ электростатикалық шөгінділерден шыққан жанғыш газ 3.2-суретте көрсетілгендей суармалы мұнаралар немесе скрубберлер мен дымқыл электростатикалық шөгінділер жүйесін қамтитын ылғалды газ тазарту қондырғысына түседі. Газдардағы тозаң мен қоспалардың (мысалы, As, Sb, Se, F, Cl және Hg) мөлшерін азайтуды қамтамасыз ететін ылғалды газ тазарту қондырғысын пайдалану таза күкірт қышқылын алуға кепілдік береді (3.3-суретті қараңыз).



3.2-сурет. Күйдіру пешінен шығатын пайдаланылған газды тазартудың бірінші кезеңі – құрғақ газды тазарту (қажет болған жағдайда орнатылады)



1 — жуу мұнаралары (скруббер); 2 — дымқыл электр сүзгілер; 3 — жылу алмастырғыштар (тоңазытқыштар); 4 — жинағыштар



3.3-сурет. Суармалы мұнаралар немесе скрубберлер мен газ жүйесін қамтитын қондырғылар

Мұнараларда түзілетін шламдар сүзіледі, жуылады және ішінара (мүмкіндігінше) қайта өңделеді, ал бір бөлігі қауіпті заттарға арналған бақыланатын үйінділерге жіберіледі.

Содан кейін күкірт диоксиді дәстүрлі процесс арқылы күкірт қышқылына айналады. Құрамында  $H_2SO_4$  бар пайдаланылған газ қышқыл буларының концентрациясын  $SO_3$  түрінде азайту үшін бағаналы сүзгілерге немесе скрубберлерге беріледі. Газды тазарту циклінде қолданылатын су тазарту қондырғысында өңделеді.

Ұсталған  $SO_2$ -ден сұйық  $SO_2$  алуға болады.

### **3.3.1.2. Күйдірілген мырыш өртендісін шаймалау және бейтарап мырыш электролитін ала отырып, ерітіндіні қоспалардан тазарту**

Мырыш оксиді (өртенді) пештен, кәдеге жаратушы қазандықтан, циклондардан (қажет болған жағдайда орнатылады) және электр сүзгілерден үздіксіз алынады және айналмалы салқындатқышта немесе сұйытылған қабаттың салқындатқышында салқындатылады. Айналмалы (секциялық) салқындатқышта жылу беру қыздырғыштың сумен салқындатылатын бетімен жанасу арқылы жүзеге асырылады, ал қыздырғыштың сұйық емес қабатының салқындатқышында сұйытылған газбен де, сумен салқындатылатын беттермен де жанастыру арқылы салқындатылады. Айналмалы салқындатқышта салқындатылатын өртенді салқындатқыштың кіріс цилиндріне жүктеу құрылғысы арқылы (мысалы, пластиналық конвейер, бұрандалы конвейер арқылы) түседі. Секциялық салқындатқыш негізінен айналмалы ротордан тұрады, көбінесе тізбекті жетегі бар. Ротордың ұштарында өртендіні жүктеуге және шығаруға арналған қатты қораптар бар. Салқындатқыштың мөлшеріне байланысты ротор өз білігінің ұштарында айналады немесе айналмалы барабандарға тән қозғалмалы берілістерге орнатылады. Ротордың ішкі бөлігі орталық қуыс біліктің айналасында бәліш кесектері түрінде орналастырылған бірнеше салалық камералардан тұрады. Бұл конструкция толығымен суға батырылады. Сектор камераларында конвейер элементтері бар – қалақша, тізбек және т.б., сондай-ақ сұйылтылған қабаттың салқындатқыштарын пайдалану туралы ақпарат бар.

Салқындатқыштан шығатын пайдаланылған газ кәдеге жаратушы қазандыққа немесе аспирациялық жүйеге түседі.

Жанғаннан кейін газбен қапталған ұсақ дисперсті күйдірілген материал қазандықта салқындатылып, тізбекті қырғыш конвейерімен алынады және айналмалы салқындатқыштан немесе псевдосұйылтылған қабаттың салқындатқышынан алынған отпен бірге оны қажетті мөлшерге дейін тартатын шар диірменіне түсіріледі (бөлшектердің шамамен 70 %-ы 50 мкм-ден аз).

Пештің тасымалдау жүйесінен тозаңның шығуын болғызбау үшін барлық жабдық сорғыш желдеткішпен құрылған төмен қысымда жұмыс істейді және тозаңды тұтып қалу үшін әдетте қапшық сүзгі қолданылады.

Шаймалау қондырғысына түсер алдында өртенді бункерге уақытша сақтауға орналастырылады. Бункерден ол пневматикалық немесе гидравликалық тасымалдау жүйелерінің көмегімен шаймалау учаскесіне жіберіледі.

Сондай-ақ КС пешінен шыққан күйдірілген өнімді гидротазартуды пайдалануға болады. Пештен шыққан өртенді жүк түсіретін ағынмен өз салмағының күшімен қозғалып шайғыш науаға келіп түседі, онда қышқылдығы  $80 \text{ г/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$  дейінгі қойыртпақ беріледі. Циклондардан, электр сүзгілерінен және басқа көздерден шыққан тозаң да осы науаға жіберіледі. Алынған целлюлоза құм фракциясын бөлу және ұнтақтау үшін гидроциклондармен және басқа жабдықтармен жабдықталған жіктеу аймағына түседі.

Өртендіні шаймалау біртіндеп жоғарылайтын концентрациясы бар күкірт қышқылының ерітіндісі қолданылатын бірқатар жүйелі кезеңдерді қамтиды. Бастапқы кезеңдер (күкірт қышқылының сұйық қышқыл ерітіндісімен шаймалау немесе бейтарап шаймалау) төмен қышқылдық пен температурада жүзеге асырылады (әдетте рН мәні 4-тен 4,5-ке дейін және  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада). Шаймалау процесі ашық және герметикалық резервуарларды және қысыммен жұмыс істейтін резервуарларды немесе олардың комбинацияларын қолдана отырып, бірқатар реакторларда орындалады (3.4-суретті қараңыз).

Электр доғалы пештердің тозаңын вельцтелгеннен кейін қайталама шикізатты пайдаланған кезде хлоридтерден арылту үшін вельц-оксидті алдын ала жуу қажет. Бұл әдіс негізінен электр доғалы пештен тозаңды вельц пешіне өңдейтін компанияларда қолданылады.

Шаймаланғаннан кейін ерітінді темір тұнбасын алу сатысынан шыққан шаймалау ерітіндісімен толықтырылады. Егер қайталама шикізаттың аз ғана мөлшері (<10 % вельц-оксид) қолданылса, қайталама шикізатты күйдіру кезеңінен кейін қосуға болады.



3.4-сурет. Шаймалау процесінің жеңілдетілген схемасы

Өртендінің құрамында мырыш ферриттерінің болуына байланысты және шаймалаудың (бейтарап ерітінді әлсіз қышқыл ерітіндісімен бірге) алғашқы кезеңдерінен кейін шихтадан шаймалайтын сұйықтыққа ауысқан мырыштың үлесі 70 %-дан 95 %-ға дейін құрайды. Си, Cd, Со және Ni сияқты басқа металдар да ішінара шаймаланады. Сондықтан электролизге кірмес бұрын шаймалайтын сұйықтық тазалаудың бірнеше кезеңінен өтуі керек.

Алынбаған 5 – 30 % мырыш ерімейтін темірмен, қорғасын қосылыстарымен және басқа қоспалармен бірге қалдық шаймалау өнімінде қалады.

Шаймалау процесінде араластыруға арналған ыдыстан басқа (қатты және сұйық фракцияларды бөлу үшін) ыдыстар, қоюландырғыштар/ағартқыштар, ал кейбір жағдайларда сүзгілер мен центрифугалар да қолданылады. Шаймалау өнімдерін және (немесе) түпкілікті кәдеге жаратуға жіберілетін құрамында темір бар қалдық өнімдерді бөлу үшін әдетте вакуумдық немесе мембраналық сүзгілер қолданылады. Мұндай қалдық өнімдерді одан әрі өңдеудің бірнеше нұсқалары бар.

Тікелей шаймалау – сфалерит кендерін күйдіру пешінде алдын ала тотықтырмай шаймалау процесі. Мырыштың шығымдылығы жоғары болуы үшін шаймалау оттегі болған кезде жоғары температурада жүреді. Бұл процесті атмосфералық қысыммен, сондай-ақ автоклавтардағы жоғары қысымның жүзеге асыру нұсқалары бар. Соңғы

нұсқа қымбат жабдықты және қатаң қауіпсіздік шараларын қажет етеді, бірақ процесс тезірек жүреді.

Атмосфералық қысым кезінде тікелей шаймалау процесінің дәстүрлі процеске карағанда мынадай кейбір артықшылықтары бар:

өңдеу мөлшері аз болғанда процесс үнемді болуы мүмкін;

күрделі шығындары аз;

пеш пен күкірт қышқылы қондырғысына қомақты салымды қажет етпей аралық қуатты арттыру үшін қолдануға болады;

төмендетілген пайдалану шығындары;

процесті басқарудың қарапайымдылығы (қышқылдық пен темір құрамының мәндері бақыланады);

темірді кетірудің әртүрлі әдістерін қолдануға мүмкіндік беретін өте икемді процесс;

Zn экстракциясының жоғары деңгейі;

энергияны аз тұтыну: аздап қыздыру қажет немесе ол мүлдем қажет емес;

жарылыс қаупі жоқ;

SO<sub>2</sub> немесе балқытылған күкірт шығарындылары жоқ.

Екінші жағынан, кейбір кемшіліктері де бар:

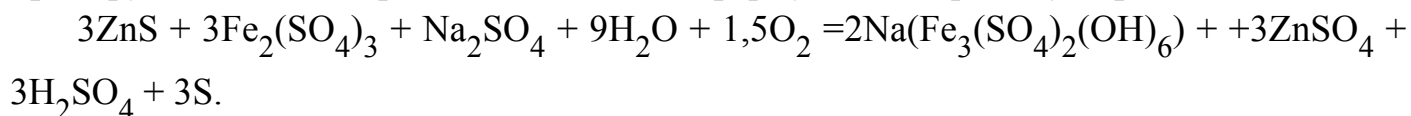
субсидиялар болмаса, күкірттің өзіндік құны жоғары болады және күйдіру кезінде экзотермиялық реакцияның жылуы кәдеге жаратылмайды;

тиісті шлам қоймаларына орналастыруды қажет ететін қалдық күкірттің қалуы.

Тікелей шаймалау процестері әрқашан дәстүрлі RLE-процесінің ажырамас бөлігі болып табылады және кеннің аз ғана бөлігі ғана тікелей шаймаланады.

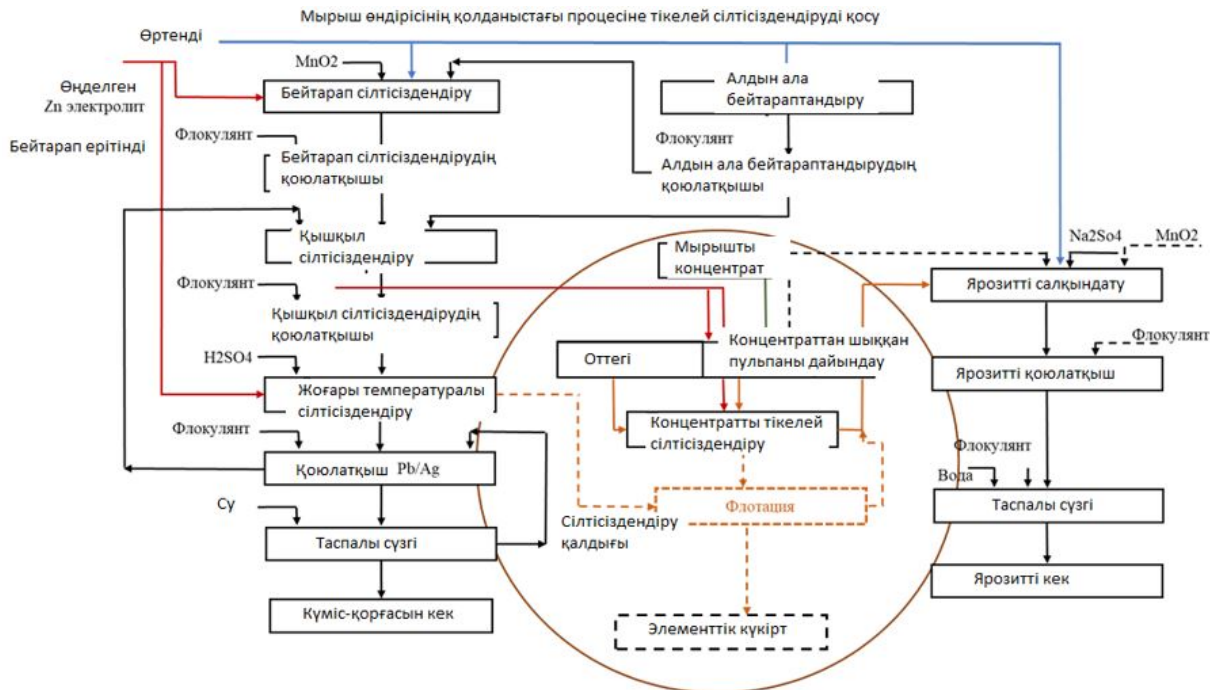
Әртүрлі елдердегі кейбір кәсіпорындар концентраттың бір бөлігін тікелей күйдіру сатысынсыз шаймалайды. Атмосфералық қысым кезінде тікелей шаймалау процестері Финляндияның Коккол (1998 жылдан бастап) және Одда қалаларындағы (2004 жылдан бастап) "New Boliden" зауыттарында, сондай-ақ Қытайдың Жужоу қаласында (2010 жылдан бастап) жүзеге асырылады. Қысыммен тікелей шаймалау Оңтүстік Кореяның Оснань қаласындағы "Korea Zinc" зауытында (1994 жылы) енгізілді. Онда шаймалау процесінде темір ерітіндіде қалады, содан кейін жеке сатыда гетит түрінде тұндырылады, ал Коккол мен Оддада темір сульфидтерді шаймалаумен бір уақытта ярозит түрінде тұндырылады. Жужоуда темір гетит түрінде тұндырылады.

Концентрат технологиялық ерітіндімен және қышқылмен бірге электролизден кейін реакторларға беріледі, онда ауа барботажымен шаймалау жүргізіледі. Конверсиядан кейін ерітіндідегі ерітілген темірдің және концентраттан ерітілген темірдің қалдығы ярозит ретінде тұндырылады. Тікелей шаймалаудың және ярозитті бір мезгілде тұндырудың жиынтық реакциясы мынадай формуламен көрсетілуі мүмкін:



Күкірт концентраты шламнан флотация жолымен бөлінеді және ярозиттен бөлек сақталады. Мұндай күкірттің құрамында қоспалардың едәуір мөлшері бар және оны көму керек, бұл тікелей шаймалау процесін жергілікті жағдайларға тәуелді етеді. Қолданылатын жабдық мырыш гидрометаллургиясында жиі қолданылатын жабдыққа карағанда күрделі.

Атмосфералық қысыммен тікелей шаймалауды қолдану арқылы шаймалау процесінің схемасы 3.5-суретте көрсетілген.



3.5-сурет. Зауыттың қуатын арттыру үшін атмосфералық қысыммен тікелей шаймалауды қолдану арқылы шаймалау процесінің схемасы

### 3.3.1.3. Тауарлық мырыш алынатын ерітіндінің электролизі

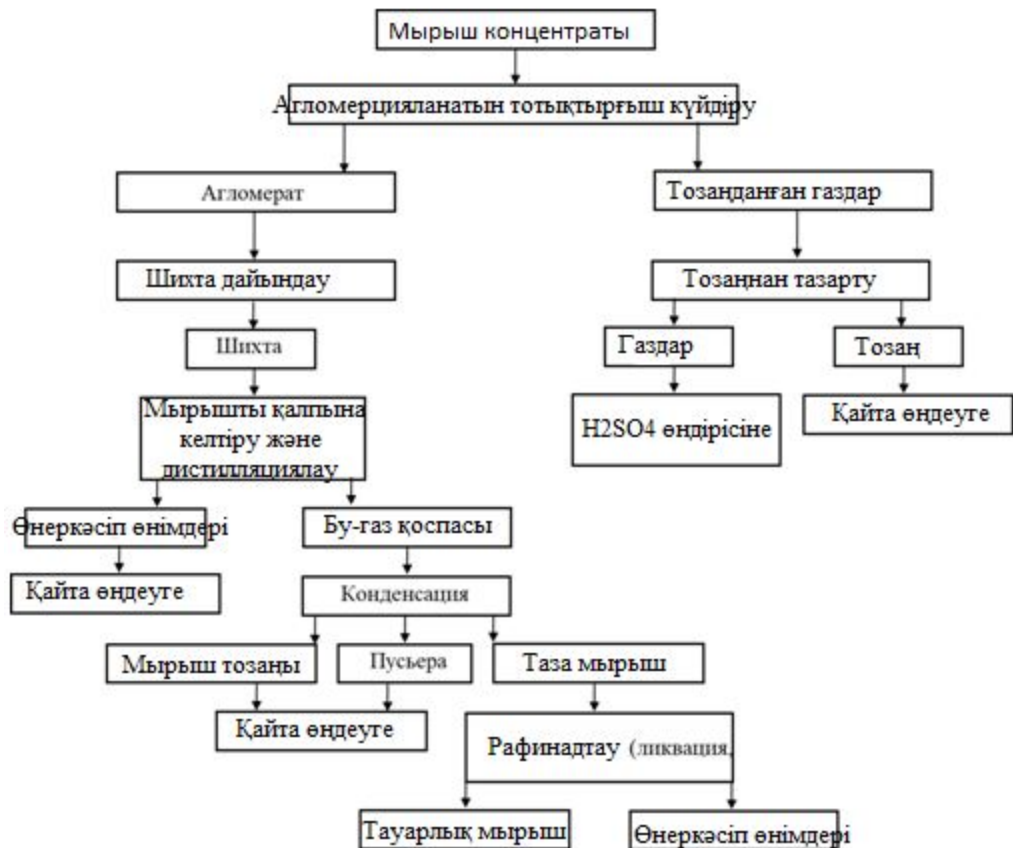
Цементтеуден кейін де, экстракциядан кейін де тазартылған ерітінді электролиз цехына түседі, онда мырыш қорғасын анодтары мен алюминий катодтарын қолдана отырып электр-химиялық экстракция арқылы алынады. Мырыш катодтарға тұндырылып, содан кейін қайта балқытуға түседі, ал анодтарда оттегі түзіледі. Мырыштың электролизі барысында күкірт қышқылы бөлінеді. Электролиз процесі барысында күкірт қышқылы аэрозолінің шығарындылары пайда болады, оларды азайту үшін әртүрлі жабындар, сондай-ақ көбік түзетін реагенттер қолданылуы мүмкін. Электролиз цехынан желдету жүйесіне кіретін ауаны күкірт қышқылының аэрозолінен тазартуға болады, одан кейін қышқыл конденсацияланады. Электролиз кезінде пайда болған жылу салқындату цикліне жіберіледі, ол процестің су балансын оңтайландыруға

арналған, бірақ сонымен бірге күкірт қышқылының аэрозолін шығарудың қосымша көзі бола алады.

Алынған мырыш алюминий катодтарына тұндырылып, әдетте күніне бір рет орындалатын катодтарды сыдыру арқылы алынады. Балқыту үшін төмен жиілікті индукциялық пештер қолданылады. Алынған мырыштың кішкене бөлігі тазарту сатысында қолданылатын мырыш ұнтағына немесе тозаңға айналады. Ұнтақ ауа, су арқылы балқытылған мырыш ағынына әсер ету арқылы немесе оны центрифугалық бүрку арқылы, сондай-ақ инертті атмосферада мырыш буының конденсациясы арқылы алынады.

### **3.3.2. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісі**

Пирометаллургиялық схема бойынша қазіргі уақытта шамамен 10 % мырыш алынады (Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында қазіргі уақытта бұл тәсіл қолданылмайды). Ондағы сатылардың аздығына және гидрометаллургиялық операциялар үшін зиянды қоспалар құрамы жоғары төмен сұрыпты мырыш шикізатын өңдеу мүмкіндігіне қарамастан (темір, күшән, сүрме және кремний), бұл технология коксты көп тұтыну (агломерат массасының 25 %-ына дейін), электр пештерін пайдалану кезінде электр энергиясының көп шығыны (3000 кВт/т мырыш), шикізатты пайдаланудың төмен кешенділігі және рафинациялауды қажет ететін төмен маркалы мырыш алу салдарынан кеңінен қолданылған жоқ.



3.6-сурет. Мырыш концентратын тотықтырып күйдіру арқылы өндеудің негізгі схемасы

### 3.3.2.1. Дистилляциялау алдында мырыш концентраттарын күйдіру

Гидрометаллургия технологиясындағы алғашқы операция мырыш концентраттарын күйдіру болып табылады, ол дистилляцияға дейін күйдіруде келесі мақсаттар көзделеді :

мырыш концентраттарынан күкіртті толығымен алып тастауға, мырыш пен басқа металдарды оксидтерге ауыстыруға болады;

концентраттан қорғасын, кадмий, күшән, сүрменің ұшпа қосындыларын және кейбір шашыранды элементтерді алдын ала айдау;

кеуек құрылымды кесектер ала отырып, шихтаның ұсақ материалдарын кесектендіру;

күкірт қышқылын өндіруге жарамды  $SO_2$  бойынша концентрацияланған газдарды алу.

Мырыш пештен қандай дистилляция әдісімен алынғанына қарамастан, қыздырылған шихтаның кеуектілігі жеткілікті болуы керек, бұл мырыш оксидінің

көміртегі оксидімен жақсы байланысын, сондай-ақ түзілетін мырыш буын еркін жою мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Бұл шарттарды орындауға тотығу-күйдіру барысында қол жеткізіледі. Бұл процесті жүзеге асырудың бірнеше жолы бар:

1) концентратты айналымды агломератпен алдын ала араластырғаннан кейін концентратты агломерациялық машинада жентектеумен тікелей күйдіреді ( концентраттың 20 бөлігіне айналымды агломераттың 80 бөлігіне) – Робсон процесі;

2) концентрат 8-10 % күкірт құрамына дейін көп табанды пештерде алдын ала күйдіріледі, содан кейін ол күкіртті жағуға байланысты кокс немесе көмір шихтасы түрінде қоспасыз жентектеледі – Ригг процесі;

3) концентрат көп табанды пештерде тастай қылып күйдіріледі және өртендіге кокс қосып жентектеледі – Болен процесі;

4) концентрат қайнаған қабатты пештерде жағылады және алынған өртенді біріктіріледі.

Көбінесе көп табанды пештерде немесе қайнаушы қабат пештерінде өртендідегі күкірттің құрамы 6-10 % жеткізілгенге дейін ұнтаққа тотықтыра күйдіру және алынған өртендіні агломерациялық машиналарда тотықтыра-біріктіріп күйдіру қолданылады.

Тотықтыра күйдіру барысында КС пештерінде шаймалау алдында мырыш концентраттарын күйдіру реакцияларына ұқсас реакциялар жүреді.

Дистилляция алдында күйдіру кезінде кек түзілуі қауіпті емес, себебі мырыш кегі ( $n\text{ZnO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) көміртекпен мырыш металына дейін оңай қалпына келтіріледі.

Қорғасын мен кадмий дистилляция кезінде мырыштың металға тікелей шығуын азайтып, мырыштың сапасын нашарлататындықтан, қорғасын мен кадмийді ұшпа хлоридтерге айналдыру және оларды жағу кезінде шихтадан шығару дәрежесін арттыру үшін кейбір жағдайларда шихтаға хлорлы тұздар енгізіледі.

Бірінші кезеңде күкірттің негізгі мөлшері күкірт қышқылы қондырғысында өңдеу үшін  $\text{SO}_2$  (5 – 8 %) бойынша жеткілікті концентрацияланған газдарды алу арқылы алынады, екінші кезеңде агломерациялық жентектеу машиналарында тотықтыра күйдіру өртендісін жентектеу жүргізіледі.

Бұл жағдайда қалған күкірттің жануы және кадмий, германий, индий, галлийді айдау жүргізіледі.

Агломерация кезінде ауаның көп болуына, өндірілген күкірт газдарының жақсы шығарылуына және жоғары технологиялық температураға (1100 – 1200 °С) байланысты металл сульфидтерінің оксидтерге қарқынды тотығуы жүреді, ал агломератта сульфат күкірті жоқ.

Өртендіні біріктіруге салыстырмалы түрде оңай балқитын темір, қорғасын және мырыш силикаттарының түзілуі нәтижесінде қол жеткізіледі. Тұтқырлықты азайту



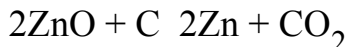
және агломераттағы байланыстырушы компоненттердің үлесін арттыру үшін флюсті пайдалану іс жүзінде мүмкін емес, өйткені бұл айдау жағдайларын нашарлатады.

Агломерация материалға қажетті физикалық қасиеттер береді – кесек, кеуектілік, механикалық беріктік. Алынған агломерат дистилляцияға келіп түседі.

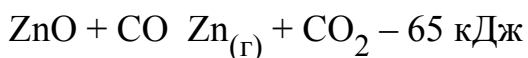
### 3.3.2.2. Мырышты дистилляциялау

Мырышты дистилляциялау мына физикалық-химиялық процестерді қамтиды: мырыш оксидін металға дейін қалпына келтіру; металл мырышты буландыру (айдау); металл мырыш буларының конденсациясы.

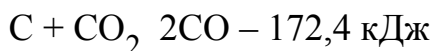
Қалпына келтіргіш ретінде шихтаға кокс енгізіледі. Қатты көміртектің мырыш оксидімен тікелей байланысқа түсуі өте қиын процесс. Өзара әрекеттесу көміртегі тотыққан мырыш қосылыстарымен байланысқан жерлерде ғана пайда болуы мүмкін. Сондықтан мырышты төмендегі реакциялар бойынша қатты көміртегімен қалпына келтіру процесінің маңызы басты мәселе емес.



Дистилляция кезінде металл оксидтерін азайтудың негізгі процесі реакцияға сәйкес дамиды:



Мырыш бірден буланып, бу түрінде газ фазасына өтеді, ал пайда болған көміртегі диоксиді  $\text{CO}_2$  қатты көміртекті газдандыру реакциясын  $\text{CO}$  түзілуіне қарай ығыстырады:



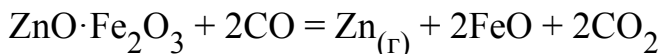
900-1000 °С жоғары температурада мырышты қалпына келтіру және тікелей газға айналдыру үшін қолайлы жағдайлар жасалады.

Дистилляциялық аппаратта (реторт, пеш) газ фазасы мырыш буымен қанықтырылады. Түзілген бу-газ қоспасы үлкейе келе конденсаторға өтеді де, тез салқындатылады.

Бу-газ қоспасын оның құрамын өзгертпестен салқындату мырыш буы қанығатын белгілі бір температураға дейін мүмкін болады (шық нүктесіне жетеді). Бу-газ қоспасын одан әрі салқындату кезінде мырыш буларының конденсациясы басталады.

Мырыш буы шихта немесе көміртек тозаңдарының сыртқы бетінде конденсацияланады, содан соң газдардан тозаң-путьера түрінде тұтып алынады.

Шихтада мырыш негізінен  $\text{ZnO}$  түрінде болады, ол дистилляция кезінде қалпына келтіріліп, айдалады. Мырыштың біршама бөлігі шихтада мырыш кегі түрінде кездеседі. Мырыш кегінің көміртек оксидімен өзара байланысы нәтижесінде мырыш буы мен темір оксиді бөлінеді:



Ферриттен мырышты толық шығарып алуға болады. Алайда мырыш ферриті көп болған жағдайда шихта балқуы мүмкін, мұның өзі мырышқалдықта (дистилляциядан қалған қалдық) мырыштың шығынына, реторттың істен шығуына әкелуі мүмкін.

Пирометаллургиялық тәсілмен өндірілетін мырыштың үштен бір бөлігі шахталық пештерде дистилляциялық балқытуға тиесілі ("Империал Смелтинг – процесс"). Процестің ерекшелігі – мырыш пен қорғасын концентраттарын немесе  $\text{Zn}:\text{Pb} = 2:1$  қатынасындағы қорғасын-мырыш концентратын бірге өңдеу.

Алайда мұндай тәсілмен таза мырыш концентраттарын өңдеу қиындық туғызады, себебі жеткілікті дәрежеде берік әрі ірі агломератты алу – өте қиын міндет. Шихтаның құрамында қорғасынның болуы берік агломерат алу міндетін жеңілдетеді, ал мырышты дистилляциялау кезінде оны ілеспе алу мүмкіндігі бұл процесті шихта-мырыш қоспасына сәтті қолдануға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар процестің кемшіліктеріне алынған мырыштың төмен сапасы, коксты көп тұтыну, кокс пен агломераттың сапасына қойылатын қатаң талаптар жатады.

### 3.3.2.3. Бастапқы мырышты рафинациялау

Бастапқы мырыш негізінен темірді мырыштауға қолданылады. Бірақ дистилляциялық мырыштың көп бөлігі рафинациялаудан өткізіледі. Рафинациялаудың әртүрлі тәсілдері қолданылады: ликвациямен, дистилляциялау, химиялық рафинациялау және ректификациялап рафинациялау.

Ликвациялық рафинациялау балқыманы салқындату кезінде балқытылған мырыштағы металдардың ерігіштігінің өзгеруіне, кейіннен металл қоспаларын бөлек металл фазасына бөлуге және фазаларды тығыздығы бойынша бөлуге негізделген.

Жоғары сапалы таза мырыш алу үшін мырышты қорғасыннан металл натриймен химиялық рафинациялау жүргізіледі. Мырышты мыс, темір және қорғасыннан екі сатылы конденсация арқылы ішінара тазартуға болады.

Қорғасын мен басқа да қоспаларды толығымен жою үшін мырышты қайта айдау немесе редистилляция қолданылуы мүмкін.

Жоғары маркалы таза мырыш алу үшін дәйекті ликвация және ректификация қолданылады. Ректификация 99,996 % таза мырыш, сондай-ақ жеке өнімдерде қорғасын мен кадмий алуға мүмкіндік береді.

Бұл қайта өңдеу салыстырмалы түрде қымбат және ол сирек қолданылады. Мырышты рафинацияланған металл түрінде алу 93-95 % құрайды, оның ішінде жоғары маркалы мырышқа 71 % Zn, ал ликвациялық мырышқа 24 % өтеді.

Дростарға 2,3 % Zn, мырышты қорғасынға 1,0 %, мырышты кадмий қорытпасына 0,8 %, гартмырышқа 0,2 % өтеді. Ысырап 0,7 % құрайды.

### 3.4. Қайталама мырыш өндірісі

Қайталама немесе қайта өңделген мырыш Ресейде бір жылда тұтынылатын мырыштың 30 %-ын құрайды. Мұндай қайталама мырыштың шамамен 50 %-ы түсті металлургияда өңделеді. Бұл әсіресе жезді мырыштауға және өндіруге тән, әртүрлі өнімдерді өндіру немесе өңдеу нәтижесінде пайда болған сынықтарды дереу өңдеуге болады.

Мырыштың қайталама өндірісінде маңызды орын алатын қалдық өнімдер мен сынықтарға мыналар жатады:

- мыс және мыс қорытпаларын өндіру кезінде түзілетін тозаң;
- мыс пен қорғасынды қайта өңдеу кезінде түзілетін қож;
- қысыммен құюдан қалған қалдық өнімдер;
- күл, мырыштаудан кейінгі төменгі және жоғарғы дросс;
- ескі жабындық және өзге де табақ материалдар;
- негізінен болаттан жасалған ескі автомобильдер мен басқа да өнімдерді бөлшектеу кезінде пайда болатын түсті металдардың фракциялары;
- электр доғалы пештерде болат өндіру және шойын өндіру кезінде түзілетін тозаң;
- мырышты химиялық қолдану кезінде және өртенген дөңгелекті бандаждардан түзілетін қалдық өнімдер.

Мырыш алу технологиясы мырыштың формасы мен құрамына, сондай-ақ өнімнің ластану дәрежесіне байланысты. Металл, аралас металл оксиді және оксид ағындары үшін әртүрлі процестер қолданылады.

Физикалық сепарация, балқыту және басқа да жоғары температуралы өңдеу әдістері қолданылады. Мырышы көп қалдық өнімдер мырыш металын, жоғары таза мырышты, мырыш қорытпаларын, мырыш оксидін немесе мырыш оксидіне бай өнімдерді өндіру үшін қолданылады. Қоспалары бар металдарды немесе қорытпаларды рафинациялауға болады, мысалы, жоғары сапалы мырыш немесе жоғары сұрыпты оксид алу үшін айдау бағанасында немесе қайталама шығарып алу процесінде тікелей қолдануға болады. Егер хлоридтер немесе басқа галоидтар болса, онда олар агрессивті сипаттамаларына байланысты мырыш алынғанға дейін гидрometаллургиялық әдіспен алынады.

Мырышты қайта өңдейтін зауыттарда тұтынушылардан алынған мырыш тақталарында жиі кездесетін былғарыдан, пластиктен, ағаштан және болат сымнан жасалған бұйымдар сияқты қажетсіз заттарды алып тастау үшін визуалды тексеру жүргізіледі. Мырыш сынықтары бар контейнерлерде табылған барлық осы бөгде заттарды алып тастау керек.

Аралас металл сынықтарын физикалық бөлудің ең көп таралған әдісі – темір заттарды алып тастауға бағытталған магниттік сепарация. Қолмен және механикалық

бөлу әдістері қайта зарядталатын батареялар, сынап лампалары және басқа да электронды жабдық элементтері сияқты қалдықтарды алдын ала өңдеу үшін қолданылады.

Қолмен және механикалық бөлу ескі мырыш сынықтарынан қоспаларды кетіру үшін қолданылады. Жеке процестер үшін көп мөлшерде металл алуға мүмкіндік береді.

Ауыр фракцияларды бөлу және тығыздықты бөлу (батыру/көтерілу) әдетте сынықтарды қайта өңдеу зауыттарында қолданылады, бірақ түсті металлургияда да, мысалы, пластикті алу үшін батарея сынықтарын қайта өңдеу кезінде пайда болуы мүмкін. Бұл жағдайда әртүрлі бөлшектердің тығыздығы мен мөлшерінің айырмашылығы сулы ортада металдарды, металл оксидтерін және пластикалық компоненттерді бөлу үшін қолданылады.

Магниттік сепарация қорытпалардың ластануын азайту үшін темір бөлшектерін бөлу үшін қолданылады. Әдетте бұл үшін конвейерлерге орнатылған таспалы магниттер қолданылады. Мырышты, қорғасынды және алюминийді балқыту үшін пайдаланылатын табаны көлбеу шағылдыру пештері баяу балқытын ірі фракциялы қоспалардың (мысалы, темір) пеш табанына шөгуіне және оларды одан әрі өңдеуге жіберуге мүмкіндік береді.

Қозғалатын электромагниттік өрістер (құйынды сепарация) алюминийді басқа материалдардан бөлу үшін қолданылады. Бұл әдістің бір нұсқасында қозғалатын электромагниттік өріс балқытылған алюминийді немесе басқа металдарды металл мен механикалық компоненттер арасында тікелей контактісіз айдау үшін қолданылады.

Сепарацияның тағы бір әдісі механикалық немесе пневматикалық сұрыптау құрылғыларымен біріктірілген түрлі түсті, ультракүлгін, инфрақызыл, рентген, лазерлік және басқа ұқсас анықтау жүйелерін қолдануды қамтиды. Олар, мысалы, никель-кадмий батареяларының компоненттерін басқа типтегі батареялардан бөлу үшін қолданылады және бұл әдістер басқа салаларда қолдану үшін пысықталып жатыр.

Өңдеудің жекелеген мысалдары төменде келтірілген.

1. Дайындамаларды, сымдарды және құбырларды мырыштау бойынша кәсіпорындардағы күл мырыш металы мен мырыш оксидінің қоспасынан тұрады. Әртүрлі металл қосылыстарының болуы балқымада ыстық мырыштаудың белгілі бір қоспалауыш элементтердің болуымен байланысты. Күл тиісті фазаларды бөлу үшін шарлы диірменде ұсақталады. Сепарация диірменді бейметалл қосылыстарды шығару үшін ауа ағынымен үрлеу арқылы жүзеге асырылады, ол қосылыстар содан кейін қапшық сүзгімен тұтып алынады. Басқа нұсқаларда диірменге елек орнатылған, ол ұсақ бейметалл фракциялардың өтуіне мүмкіндік береді, бірақ үлкен металл бөлшектерін ұстап қалады. Екі жағдайда да металл фракциясы диірменнен шығарылып, балқытылады және сату, қайта пайдалану немесе одан әрі өңдеу үшін құймаларға құйылады.

2. Төменгі дросс (сонымен қатар гартмырыш немесе мырышты техникалық мырыш деп аталады) — қорғасынды қоса алғанда, аз мөлшерде жеке металл бөлшектері бар интерметалдық фазалардың мырыш-металл қоспасы. Ол партиямен мырыштау және жинақтау үшін қолданылатын араластырғыштар мен резервуарларда түзіледі. Егер оны алып тастамаса, мырыш жабынының сапасы төмендейді және жабын бетінде шорлар мен кедір-бұдырлар пайда болуы мүмкін, сондықтан автоматты жою жүйелері қолданылады. Жоғарғы дросс — үздіксіз ыстық терең мырыштау процесінде түзілетін мырыш-темір-алюминий қорытпасы. Жоғарғы дросс (басқаша – балқыманың бетінен алу) және қысыммен құюдың өзге де қалдық өнімдерінің құрамында аз мөлшерде хлоридтері бар немесе хлоридтері жоқ мырыш металл және мырыш оксиді қоспасы болады. Жоғарыда аталған барлық қайта өңдеу схемалары дәл осы материалдар үшін қолданылады. Бұл ескі жабындық мен басқа да табақ материалдарға, сондай-ақ мырыш немесе мырыш өнімдерін химиялық қолданудың қалдық өнімдеріне де қатысты.

3. Пайдаланылған тасымалдау құралдарын жүйелі түрде қайта өңдеу кезінде диірмендердің бірқатарында ұсақталған қалдық өнімдер түзіледі. Бейметалл фракцияны алып тастағаннан кейін түсті металл бөлшектері болат бөлшектерінен магнитті сепарациялау арқылы бөлінеді. Әрі қарай өңдеу үшін ауырлық күші бойынша бөлу әдістері қолданылады, содан кейін мырыш алу үшін селективті балқыту қолданылады.

4. Мырышы (аралас оксид) бар тозаңды клинкер пешіне салуға болады, онда қалған галогендер мен қорғасын 1000 °C дейін қыздыру арқылы бөлінеді. Клинкер пешінде өңделгеннен кейін, ZnO-ны мырыш балқыту үшін шикізат ретінде әрі қарай өңдемей қолдануға болады.

Қалдық өнімдер газбен жұмыс істейтін шағылыстырушы пеште екі сатылы балқытудан өтеді. Бірінші кезеңде қорғасын 340 °C температурада балқиды, содан кейін ол төгіліп, құймаларға құйылады. Екінші кезеңде температура 440 °C-қа дейін көтеріліп, мырыш ериді, ол да төгіліп, құймаларға құйылады. Балама процесс жанама қыздырылатын және перфорацияланған ішкі төсеніші бар айналмалы пешті қолдануды қамтиды. Мырыш ериді және қаптама арқылы араластырғыш пешке ағып кетеді, ол жерден құймаларға құйылады. Осыдан кейін әрқашан одан әрі рафинациялау жүргізіледі.

#### **3.4.1. Ластанған қайталама шикізаттан, оның ішінде аккумуляторлық батареялардан сұйықтықты экстракция арқылы қайталама мырыш алу**

Сұйық экстракция кезеңі аккумуляторлы батареялар сияқты ластанған қайталама шикізаттан мырыш алу үшін қажет. Қайталама мырыш материалдарының басқа көздері — бұл пирометаллургиялық процестердің тозаңы мен газға айналуы (мысалы, мыс балқыту пештерінде, болат шығаруға арналған электр доғалы пештерде және т.б. түзілетін); жағу процестері (мысалы, тұрмыстық қалдықтарды, пайдаланылған

шиналарды және т. б. жағу); газға айналдыру кезінде пайда болатын қайталама мырыш оксидтері (мысалы, вельц пештерінде немесе примус пештерінде және т.б.).

Қайталама шикізатты өңдеу үшін пайдаланған кезде осы процестер мырыш ерітіндісінен галогенидтер мен металдарды бөліп алу үшін сұйық экстракция жолымен қаныққан шаймалау ерітіндісін байытуды және тазартуды көздейді. Алынған тазартылған электролитті дәстүрлі электрохимиялық экстракция процесіне жіберуге болады.

Бұл процесс Испанияның кейбір зауыттарында қайталама материалдардан мырыш алу үшін қолданылды (қазір бұл кәсіпорындардың барлығы жабылды). Қазіргі уақытта (2014 жыл) бұл процесс құрамында мырыш оксиді бар әртүрлі қайталама материалдардан мырыш алу үшін Акита қаласындағы (Жапония) зауытта қолданылады. Сондай-ақ бұл процесс Портовесмадағы (Италия) жақында пайдалануға берілген мырышты рафинациялау жөніндегі кәсіпорында вельц-оксидті өңдеу үшін қолданылатыны және қазіргі уақытта іске асырылып жатқан Форест Ситиде (АҚШ) осыған ұқсас тағы бір жоба бар екені анықталды.

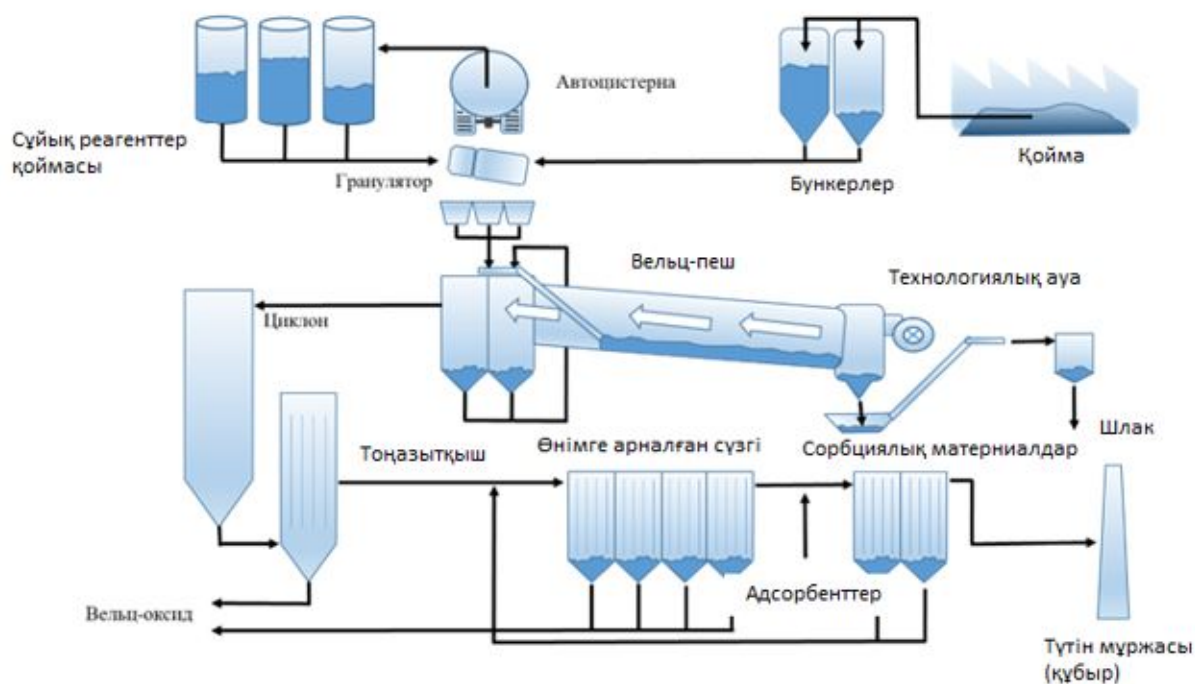
#### **3.4.2. Аралық өнімнен (кек) мырышты, оның ішінде болат өндіруге арналған электр доғалы пештердің тозаңын вельц-пешті және қожды айдауға арналған пешті қолдана отырып алу**

Вельц-оксид — мырыш алу процесінде пайдаланылатын мырышы көп аралық өнім. Оны қалдық өнімдерден, атап айтқанда болат өндіруге арналған электр доғалы пештердің тозаңынан алынады. Қожды газға айналдыруға арналған вельц-пештер мен пештерді қолдануға болады.

Процесс мырыш пен қорғасынды басқа материалдардан мырыш пен қорғасынды азайту, буландыру және қайта тотығу арқылы бөлуге арналған. Электр доғалы пештердің тозаңы, мырышы көп басқа материалдар, кокс ұнтақтары және құрамында СаО бар материалдар бөлек сақталады. Процестің оңтайлы жағдайларын жасау үшін жүктелетін материалдарды орташаландыруға және түйіршіктеуге болады. Содан кейін олар тікелей пештің жүктеу жүйесіне немесе аралық сақтауға жіберіледі. Шикізаттағы немесе флюстердегі мырыштың құрамына сәйкес қалпына келтіруші материалдардың (кокс) көлемін бақылау үшін қождың қажетті сапасын алу мақсатында мөлшерлеуші жабдық қолданылуы мүмкін. Қождың негізділігіне байланысты процестің кейбір түрлері бар.

Вельц-пештегі қалыпты жұмыс температурасы 1200 °С-дан 1400 °С-ға дейін. Пештің ішінде қатты материалдар алдымен кептіріліп, содан кейін ыстық газдың қарама-қарсы ағынына байланысты қызады және отқа төзімді қабырғалармен байланысады. Көлбеу, ұзындық және айналу жылдамдығына байланысты материалдың пеште болуының орташа уақыты 4 сағаттан 6 сағатқа дейін. Қатты қабаттың күшті қалпына келтіру атмосферасында мырыш, қорғасын және басқа металдар азаяды. Мырыш пен қорғасын газ фазасына өтеді, ал хлоридтер мен сілтілер басқа ұшпа

металдар мен элементтермен бірге буланып кетеді. Пеште артық ауа болғандықтан, металл булар тотығады. Аралас оксидтер пештен технологиялық газдармен бірге шығады және газ тазарту жүйесінде бөлінеді (3.7-суретті қараңыз).



3.7-сурет. Вельц-процестің технологиялық схемасы

Электр доғалы пештің тозаңынан тұратын және құрамында 13 %-дан 30 %-ға дейінгі мырыш бар шихта көмір және әкпен араластырылып, вельц-пешке салынады. Бұл пештің ұзындығы 60 м, ішкі диаметрі-3,6 м, көлбеуі — 2 % және стандартты айналу жылдамдығы — 1 айн/мин. Пештің ішінде қатты материал көлбеу пештің айналуына байланысты тиеу саңылауынан түсіретін жерге дейін жылжиды.

SDHL процесі (өнертапқыштардың: Зааге, Диттрих, Хаше, Лангбайн тегі бойынша аталған) қарапайым вельц-процесті энергия шығынын азайту және мырыш шығару көлемін арттыру үшін томас-қож жүйесін пайдалана отырып және кезеңнің соңында қайталама терім тотығын қосып жетілдірудің бір түрі. Ол 2000 жылы патенттелген және қолданыстағы вельц қондырғыларына қолдануға болады. Кәдімгі вельц процесінде кокс стехиометриялық талаптардан асатын жылдамдықпен жүктеледі, нәтижесінде қалдық кокс қожда болады. SDHL процесінде кокс субстратиометриялық түрде қосылады (қажетті кокстың тек 70 %-ы) және металл темірдің бір бөлігі пештің соңында жоғары технологиялық жылуды жасау үшін ауаны мақсатты қосу арқылы қайта тотығады.

Қалыпты жұмыс жағдайында темірдің тотығуына байланысты энергияның босатылуына байланысты табиғи газды қосымша қосу қажет емес. Процесс Кокс

ұнтағының шығынын 40 %-ға дейін төмендетеді, өнімді көп мөлшерде шығаруға, мырыштың көбірек шығарылуына және  $\text{CO}_2$  шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді.

Томас-қож жүйесі (шихтаға әк қосу арқылы алынған) ПХДД/Ф шығарындыларын шамамен 10 есеге азайтуға, қожда 60 % фторды фиксациялауға, сондай-ақ қаптаманың қолданылу мерзімін ұзартуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Газ тазарту жүйесі әдетте механикалық түрде тасымалданатын және пешке тікелей кері жүктелетін ірі тозанды алып тастауға арналған тұндыру камерасын қамтиды. Ыстық технологиялық газдар әртүрлі тікелей немесе тікелей емес жұмыс істейтін кулерлерді қолданып салқындатылады. Салқындатылған газдардан вельц-оксидті бөлу үшін электрлік немесе қапшық сүзгілер қолданылады. ПХДД/Ф барынша азайту және ұстау әдістері қажеттілігіне қарай қолданылады. Вельц қондырғыларында екі сатылы процесте Вельц оксиді, лигнит немесе белсенді көмір бар адсорбент қолданылады. Ұшпа органикалық қосылыстардың шығарылуын азайту үшін жағып бітіру камерасын қолдануға болады.

Алынған қож пештің соңғы жағынан сумен салқындату жүйесіне тоқтаусыз төгіледі. Салқындатып, сүзілген соң SDHL процесінің шлагы қалдықтар полигонына арналған құрылыс материалы дәрежесінде қолданылады және шаймалау тестінен өткен соң азаматтық құрылыс материалы, мысалы, жол құрылысы материалы ретінде пайдаланылады.

Мырыш өндірісі кезінде пайда болатын қалдық өнімдерді өңдеу кезінде алынған вельц-процесс қожы (клинкер) ұсақталғаннан кейін флотациялық процестерде қайта өңделуі мүмкін. Флотация процесінің нәтижесінде мысы көп бөлік алынады, ол металды алу үшін мыс немесе қорғасын балқыту пешіне оралады. Бұл әдіс қалдықтарды дұрыс өңдеу мүмкіндігі болған жағдайда қолданылады. Клинкерді мыс өндірісінің пирометаллургиялық процестерінде де қолдануға болады.

Алынған вельц-оксидті бірнеше жолмен өңдеуге болады. Негізгі процесс - пирометаллургиялық әдісті қолданатын мырыш зауыттарына алынған өнімді сату үшін ыстық брикеттеу немесе жентектеу. Қорғасын оксидінің мөлшері жоғары болған кезде қорғасынды буландыру үшін күйдіру кезеңі қосымша қолданылады. Вельц-оксидті термиялық өңдеу (кальцилеу) галогендерді кетіру және темір мен сульфидті күкіртті тотықтыру үшін де қолданылады.

Вельц-оксидті сондай-ақ сумен және натрий карбонатымен, натрий бикарбонатымен немесе натрий гидроксидімен екі немесе үш сатылы кері ағынды процесте жууға болады. Осы қоспалардың көмегімен металл хлоридтері карбонаттар немесе металл гидроксидтері түрінде тұндырылуы мүмкін. Хлоридті кетіруден басқа, бұл жуу процесі фторидтерді, натрий мен калийді кетіруге мүмкіндік береді. Жуудың бірінші кезеңінен кейін қаныққан ерітіндіден сілтілерді кристалдану сатысында алып



тастауға болады және тұзды қалдық пен сілтілік конденсатсыз алуға болады. Тұз қалдығы көміледі. Конденсатты қайта өңдеуге болады. Бұл жағдайда бүкіл процесті ағынды суларды жинамай жүзеге асыруға болады.

Еуропада вельц-оксидтің көп бөлігі RLE-процесін қолданатын зауыттарда жуылады және одан әрі өңделеді.

Егер құрамында хлор бар ағындылардың пайда болуы мүмкін болса, ағындыларды кейіннен тазарта отырып, екі кезеңді процесс қолданылады. Жуу және кристалдану процестерімен салыстырғанда екі сатылы жуудың артықшылығы – энергияны аз тұтыну, операциялық және инвестициялық шығындар және қатты қалдық өнімнің болмауы.

### **3.4.3. Қалдық өнімдерден (кек) фьюминг әдісімен мырыш алу (қож айдау)**

Бұл процестер қалдық өнімдерден мырыш алу үшін де қолданылады. Электр доғалы пештің тозаңында қорғасынды балқыту процесі қожының көп бөлігі, мыс балқыту зауыттарының Zn-Cu кешенді қожы және мырышты қалпына келтіру процесінде пайда болатын басқа қалдық өнімдерде қорғасын мен мырыш болады, олар егер қалдық өнімдер одан әрі өңделмесе жоғалып кетуі мүмкін. Көрсетілген материалдар қорғасын мен мырышты алу және технологиялық жылуды рекуперациялау үшін көміртектің қатысуымен, мысалы, көмір түрінде жануы мүмкін.

1200 °C-тан асатын температура мәндеріне қол жеткізу үшін металдарды сублимациялау, содан кейін сүзу кезеңінде газдардан алынатын оксидтер пайда болады, циклондық пештер немесе конвертер түріндегі пештер қолданылады. Циклондық пештер оттегімен байытылған атмосферада жұмыс істейді, бірақ конвертер субстехиометриялық атмосферада жұмыс істейді. Алынған артық жылу кәдеге жаратушы қазандықта және электр энергиясын өндіру үшін қолданылады. Шаймалауға арналған тест нәтижелеріне байланысты және нормативтік талаптарды ескере отырып, түзілетін қож азаматтық құрылыс немесе қалдықтарды орналастыруға арналған полигондар салу мақсаттары үшін пайдаланылуы мүмкін. Осылайша, Ausmelt/ISASMELT пеші, көп табанды пеш және батырмалы плазмалық пеш вельц-процеске балама ретінде болат балқыту тозаңын, шаймалау қалдықтарын және мырыш алуға арналған жабын пульпасын өңдеу үшін пайдаланылады деп хабарланды. Олар тотықсыздандырғыш пешпен бірге қалдықтардан болат және басқа металдарды өндіру үшін қолданылады.

### **3.4.4. Қайта балқыту және рафинациялау**

Таза және араластырылмаған қайталама мырыш сынықтары қайта балқытылады немесе мырыштың екінші сорттарына рафинацияланады. Құрамында Al немесе Fe бар материалдар сияқты қоспалар, егер мүмкін болса, сепарация кезеңінде механикалық

балқыту алдында жойылады. Баяу балқытын қоспалары бар сынықтарды мырышты жоғары балқу температурасы бар металдардан бөлу үшін сепарациялау-балқыту пешінде алдын ала өңдеуге болады.

Балқыту негізінен индукциялық пештерде жүргізіледі. Балқытудан кейін сегрегация және қоспалау кезені жүреді. Бірінші кезеңде балқымадағы элементтің ерігіштігіне байланысты қоспалар ішінара немесе толығымен жойылуы мүмкін. Қажет болса, қоспалау элементтерін қосуға болады.

### **3.5. Мырышты балқыту, қоспалау және құю процестері**

#### **3.5.1. Мырышты балқыту және қоспалау процестері**

Балқыту және қоспалау әдетте жанама отынды жағатын пештерде немесе индукциялық пештерде жүзеге асырылады. Температура газ фазасын қалыптастыру үшін мырыштың булануын болғызбауға кепілдік беретін етіп реттеледі. Отын ретінде, әдетте, газ немесе сұйық отын қолданылады. Газ немесе мұнай оттығы қыздыру камерасының ішіндегі тигельдің сыртында немесе балқымаға батырылған құбырлы жылытқыш түрінде тигельдің ішінде орналасуы мүмкін.

Тікелей қыздыру алюминий балқыту пештерінде жүреді (кейде балқытылған алюминий қатты алюминийдің орнына мырыш пешіне салынады). Тікелей қыздыру балқыту және құю аймақтары арасында орналасқан мырыш араластырғыш пештер үшін де қолданылады.

Екі жағдайда да температураны бақылау өте маңызды, өйткені құю кезіндегі температура көптеген қорытпалар үшін металдың күйдіру кезінде шығындалып кетуіне жол бермеу үшін 60 °С-тан аспауы тиіс. Әдетте қоспалар ретінде қатты заттар қолданылады, бірақ кейбір жағдайларда жақын орналасқан балқыту пешінен балқытылған алюминий қосылады.

Егер қорытпалар қоспалары бар шикізаттан алынса, онда қоспаларды абсорбциялау үшін флюс қажет. Стандартты флюс құрамында мырыш хлориді және (немесе) аммоний хлориді бар қос тұздар бар; кейбір флюстер галогендердің құрамын болдырмайтындай етіп жасалады. Мұндай заттар қосылған кезде немесе пешті тазарту кезінде тозаң мен газдардың ұйымдастырылмаған шығарындылары пайда болуы мүмкін.

Қазіргі уақытта құрамында фториді бар флюстер қолданылмайды, өйткені оларды қолдану газ тәрізді фторидті қосылыстардың шығарындыларына әкелуі мүмкін, оларды дымқыл тазарту арқылы алып тастау керек.

Мырыш ваннасынан химиялық құрамы бойынша мырыш оксиді мен мырыш хлориді болып табылатын қатты дростар жүйелі түрде алынып тасталады. Флюстер

көбінесе мырыштың дросқа өтуін азайту үшін қолданылады. Дростағы тотықсыздану фракциясы Imperial Smelting процесс пешінде немесе мырыш электролизі процесінде күйдіру пешінде қайта пайдаланылады.

Мырыш катодтарын, мырыш қорытпаларын және мырыш жиынтығын балқыту кезінде келесі аралық материалдар алынады:

мырыш дросы; ол балқыту пештерінде түзіледі, балқытылған металдың бетінде пайда болатын қақтан тұрады және құрамында металл және тотыққан мырыш болады; ваннаның бетінен механикалық түрде немесе қолмен алып тасталады;

құрамында мырышы бар тозаңдар мен газдар; олар балқыту пешінен шығатын газ ағынынан газ тазарту қондырғысы арқылы, мысалы, қапшық сүзгілер арқылы алынады.

Көп жағдайда бұл қалдық өнімдердің барлығы мырыш алу үшін өңделеді.

### **3.5.2. Мырыш құю**

Металл әдетте шойыннан немесе құйылған болаттан жасалған бірнеше рет қолданылатын құю қалыптарына құйылады. Тұрақты құю машиналары немесе үздіксіз конвейерлік құю машиналары қолданылады.

Стационарлы құю қалыптары мен конвейерлік құю машиналары тақталар мен құймаларды алу үшін қолданылады. Сым өндіру үшін пайдаланылатын созба сымды алған кезде үздіксіз құю машиналары қолданылады.

### **3.5.3. Мырыш ұнтағын (путьера) өндіру**

Мырыш ұнтағы басқа өнеркәсіптік технологияларда қолданылатын материал ретінде немесе технологиялық ерітінділерді қоспалардан тазарту үшін реагент ретінде қолданылады. Жоғарыда сипатталған әдіспен алынған балқытылған мырыш бүріккіш саптама арқылы қысыммен жіберіледі, содан кейін мырыш ұнтағын алу үшін инертті атмосферада тез салқындатылады. Мырыш ұнтағын алу үшін балқытылған мырыш ағынының ауа, су немесе центрифугалық бүрку әдісін де қолдануға болады. Ұнтақ фильтр пакетіне жиналады және тиісті процеске немесе қаптамаға жіберіледі.

## **3.6. Бастапқы мырыш өндіру процестері шеңберінде кадмий алу**

### **3.6.1. Негізінен аккумуляторлық батареялардан алынған қайталама кадмий өндірісі**

Кадмий бірқатар металдарды алу процестерінде аралық өнім түрінде алынады. Кадмий өндірудің негізгі көздері мырыш пен қорғасын өндіру процестері болып табылады.

"Күйдіру-шаймалау-электр-экстракция" (RLE) процесінде мырыш ерітінділерін тазарту нәтижесінде алынатын кадмий цементатын гидрометаллургиялық тәсілмен де тазалауға болады. Бұл ретте цементат күкіртқышқылды ортаға шаймаланады, ерітінді

тазартылады, ал кадмий электр-химиялық тәсілмен алынады.  $ZnSO_4$  тазартылған ерітіндісі мырыш алудың негізгі цикліне қайтарылады.

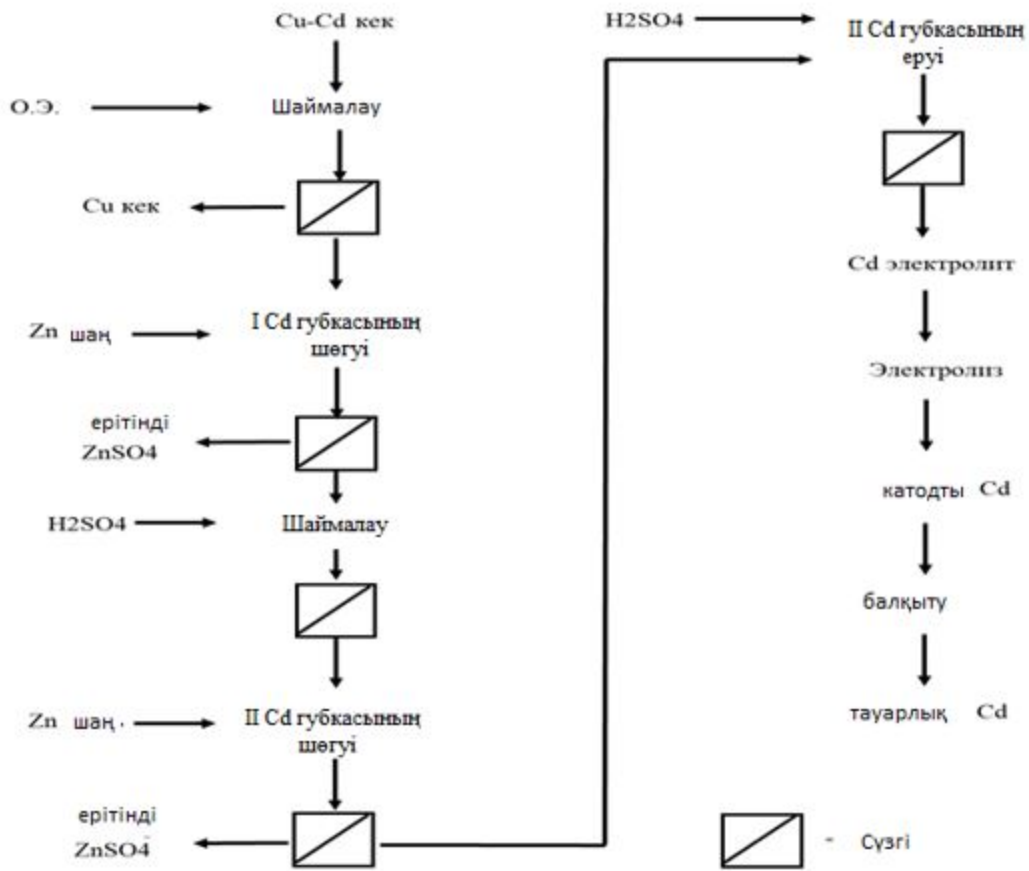
Кадмий цементатын мырышты кетіру үшін содамен престоу және балқыту арқылы да өңдеуге болады. Қажет болса, жоғары деңгейде тазартылған кадмий алу үшін қосымша айдау кезеңін қосуға болады.

Кадмий сонымен қатар иондық алмасу әдісімен кадмий хлориді ерітіндісі түрінде шығарылады. Ерітінді барабанға оралған, резервуарға батырылған жоғары сапалы мырыш таспасына жіберіледі, онда алмасу реакциясы басталады, бұл кадмий губкасы мен мырыш хлоридін алуға мүмкіндік береді. Осы технологиямен, сондай-ақ цемент алу технологиясымен немесе сульфат ерітінділерінен алынған губка қалған мырышты кетіру үшін каустикалық сода (натрий гидроксиді) үлпектерімен балқытылады. Алынған өнім құйылады және сатылады немесе қоспалардың мөлшері көп болған жағдайда кадмийді рафинациялаудың келесі кезеңіне жіберіледі.

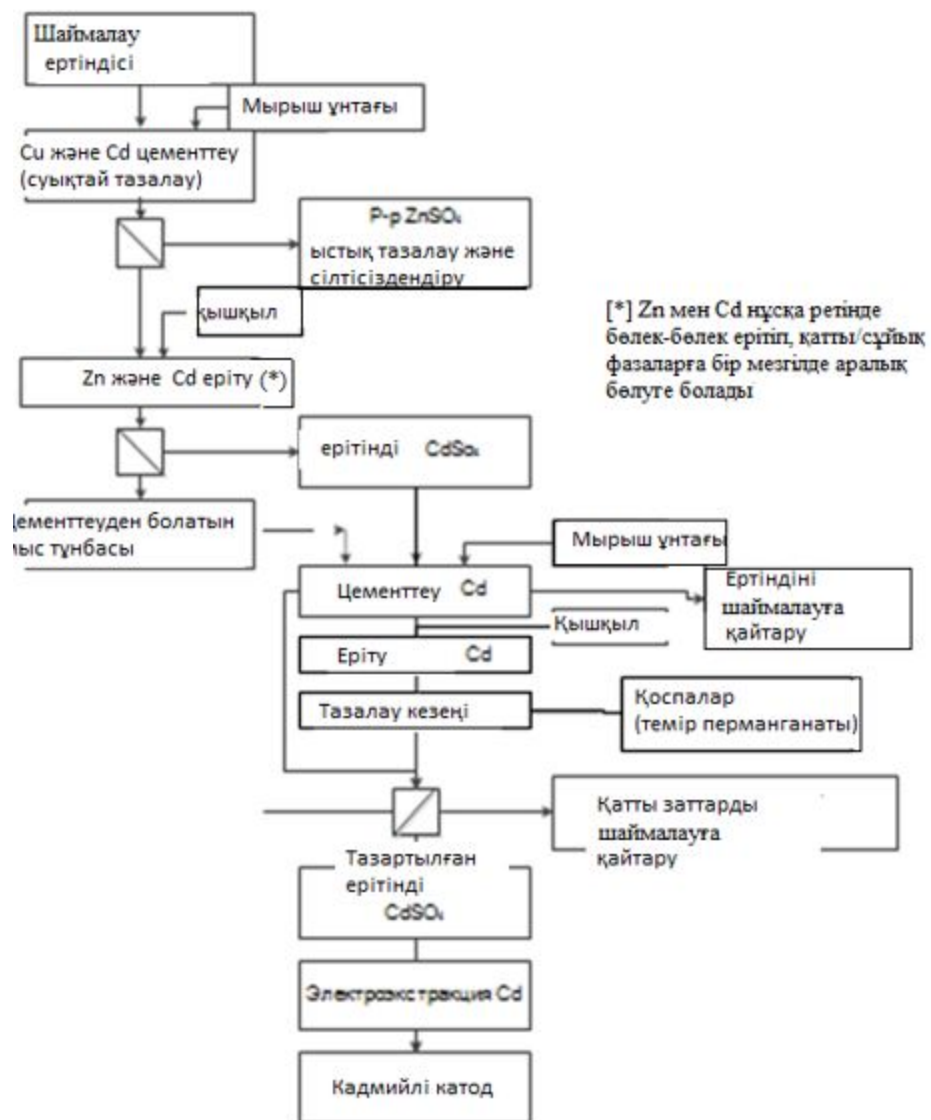
Кадмийді алынған қалдық өнімдерден карбонат түрінде де алуға болады. Ол үшін шаймалау және электр-экстракция әдістері қолданылады.

Кадмий өңдеу зауыттарында жоғарыда сипатталған технологиялық процестер аясында алынған кадмийді ерітіп, қалыптарға құюға болады. Егер кадмий жеткілікті түрде тазаланбаған болса, оны жоғары температурада айдауға болады. Бұл жағдайда пайда болатын конденсат – шамамен 1 % мырыш бар кадмий, ал қалған балқыма – жоғары сапалы мырыш. Алынған кадмий фракциясы қалдық мырышты кетіру үшін каустикалық сода мен натрий нитратымен балқытылады.

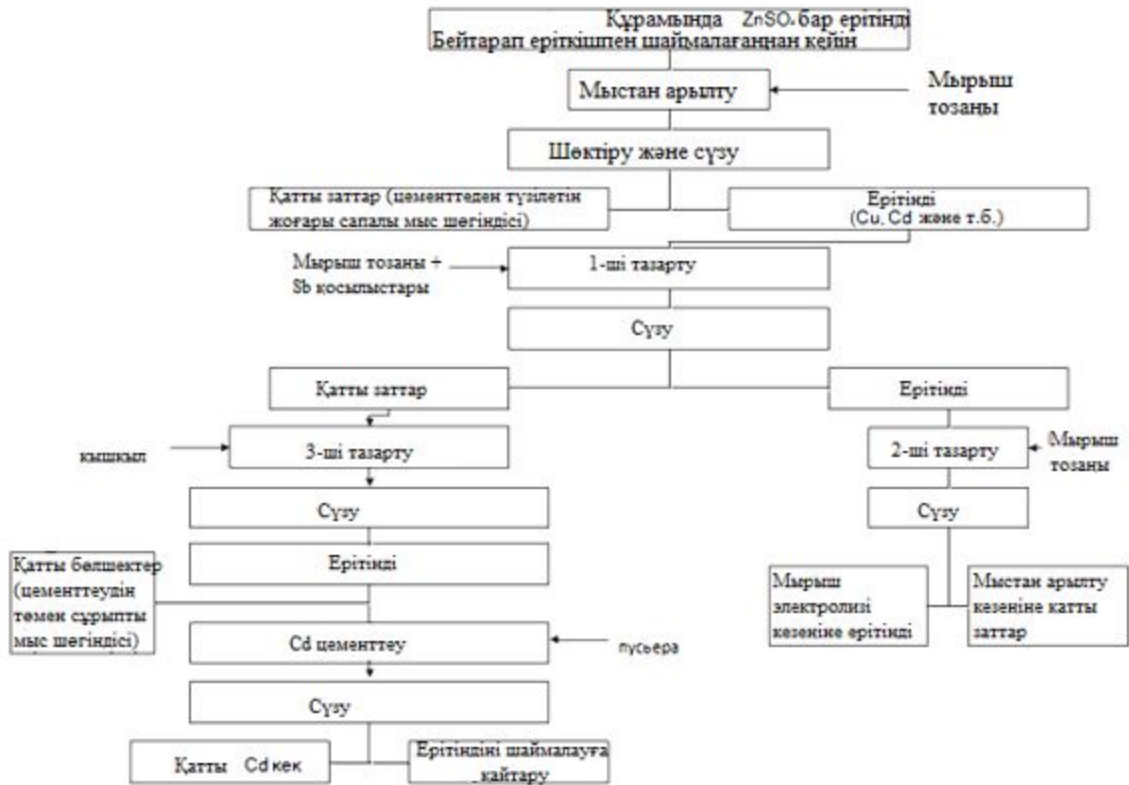
Төменде бірнеше шетелдік кәсіпорындарда кадмий алу әдістеріне арналған технологиялық процестердің схемалары келтірілген (3.8 – 3.13-суреттер).



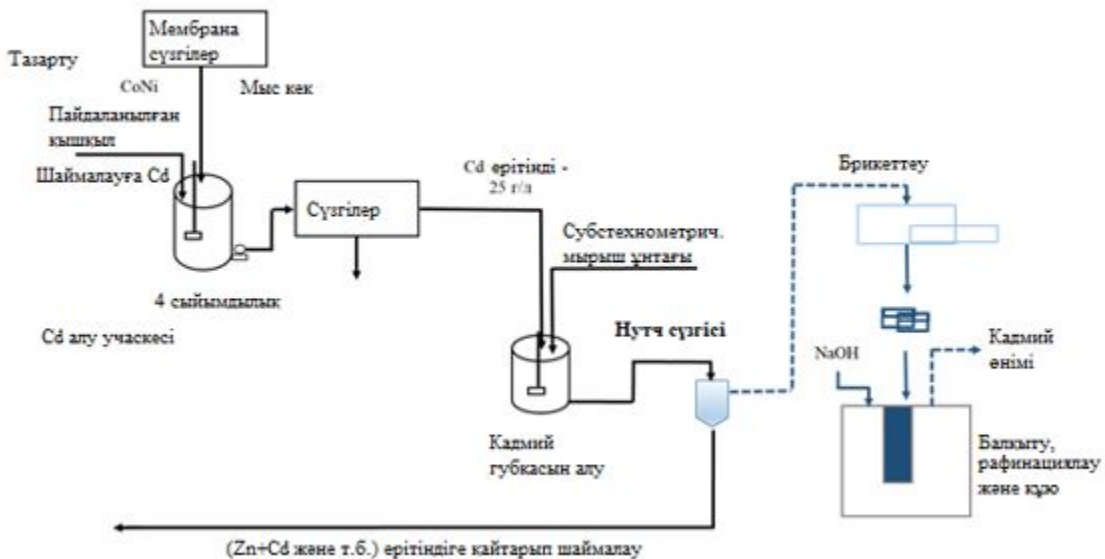
3.8-сурет. Кадмий өндіру процесінің схемасы – А зауыты



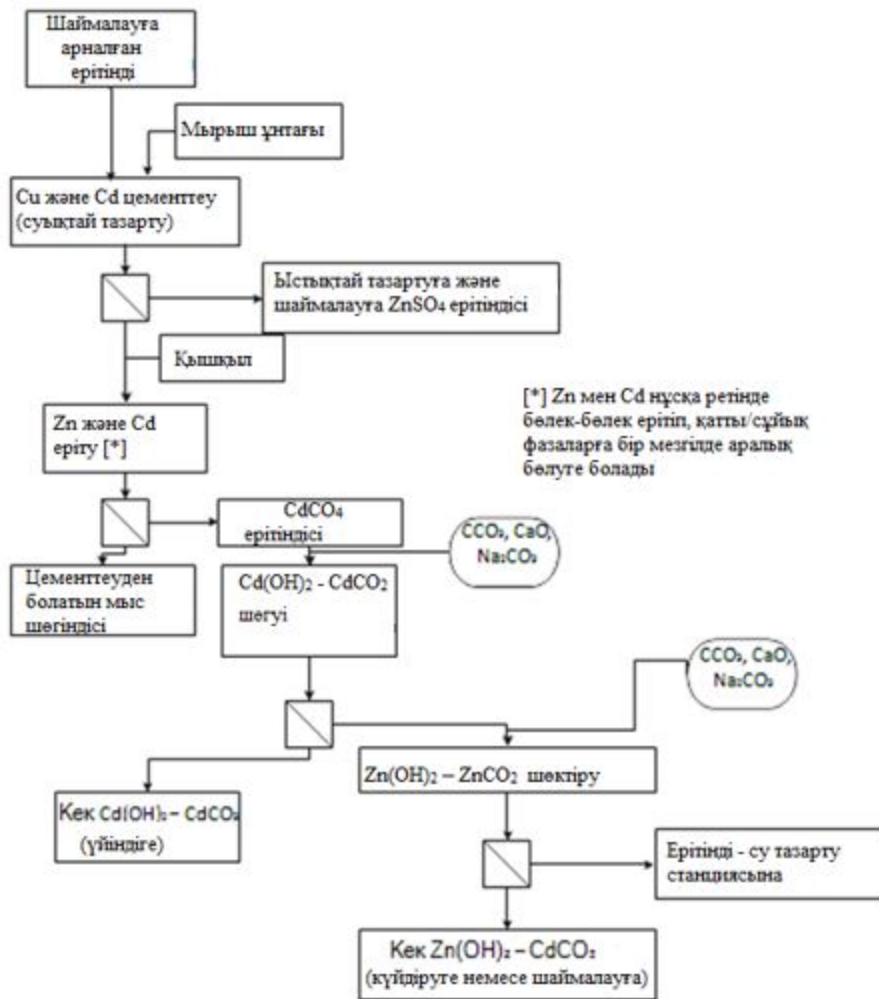
3.9-сурет. Кадмий өндіру процесінің схемасы – В зауыты



3.10-сурет. Кадмий өндірісін қоса алғанда, тазартудың технологиялық схемасы – С зауыты

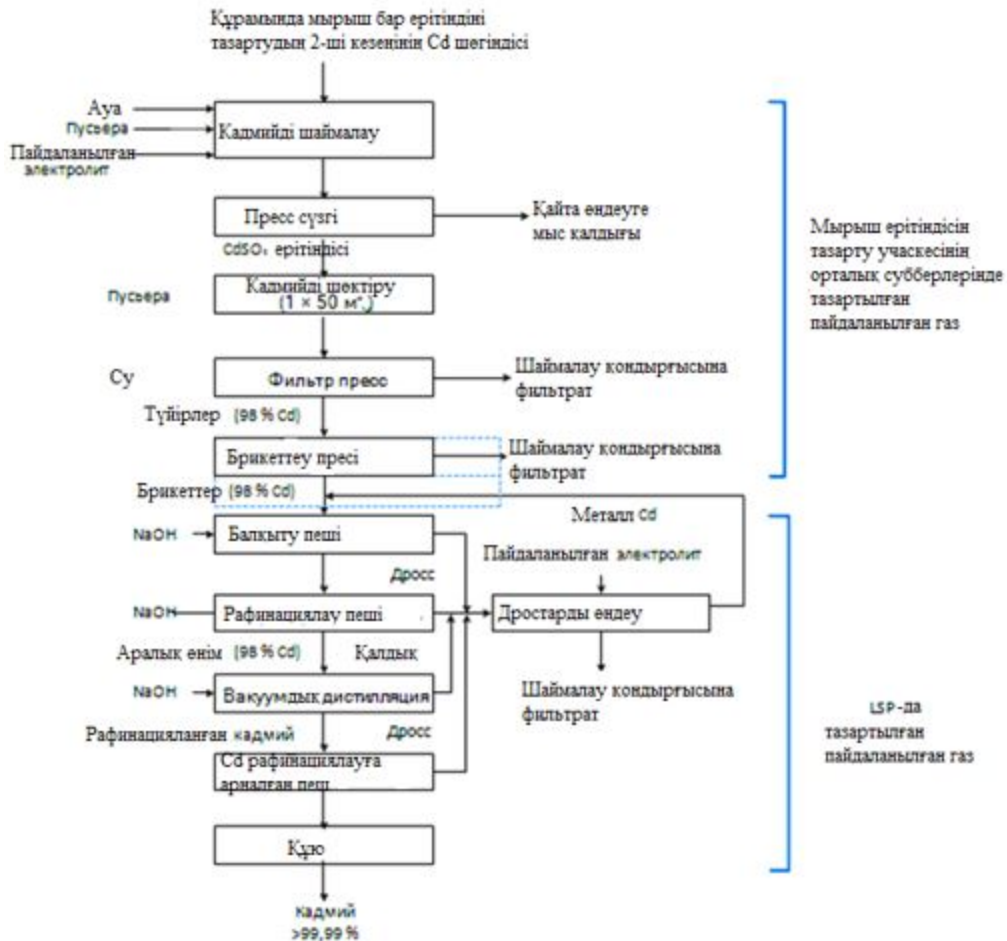


3.11-сурет. Кадмий өндіру процесінің схемасы – D зауыты



3.12-сурет. Кадмий өндіру процесінің схемасы – Е зауыты





3.13-сурет. Кадмий өндіру процесінің схемасы – F зауыты

Кадмий алудың тағы бір маңызды көзі – пайдаланылған никель-кадмий батареяларын қайта өңдеу. Батареялардың екі түрі бар: тұрмыстық герметикалық батареялар және өнеркәсіптік герметикалық емес батареялар.

Бұл батареялардың негізгі компоненттері:

анод: Cd;

катод: болат тордағы NiOH;

мембраналар мен сепараторлар: полимер материал және қағаз;

қабығы: болат және пластмасса;

электролит: KOH.

Қайта өңдеу процесі үш кезеңнен тұрады:

1. Сұрыптау.

Өнеркәсіптік және тұрмыстық аккумуляторлық батареялар қоспалардың мөлшерін азайту үшін анықталуы және сұрыпталуы керек. Сұрыптау сапасы алынған кадмий мен NiFe фракциясының тазалығын анықтайды.

2. Кадмий өңдеуге дайындық.

Пайдаланылған өнеркәсіптік герметикалық аккумуляторлық батареялар. Өнеркәсіптік аккумуляторлардан сұйық калий гидроксиді төгіліп, қолмен бөлшектеледі. Құрамында кадмий бар барлық бөлшектер кадмий дистилляциясына жіберіледі. Басқа компоненттер (электролит, полимерлер, Fe және Ni) қайта өңдеуге жіберіледі. Бөлшектеу жабық үй-жайда орындалады. Ауаны желдету кассета сүзгісі арқылы жүзеге асырылады.

Пайдаланылған тұрмыстық герметикалық аккумуляторлық батареялар. Әдетте пластикалық корпусардағы тұрмыстық электр құралдары мен құрылғылардан жасалған аккумуляторлар болып табылатын тұрмыстық аккумуляторлар әдетте пластикалық қабықты бөлу үшін өңделеді. Бөлінген пластик пластмасса өндіруге кетеді немесе жанғыш материал ретінде сатылады.

Қалған органикалық фракциялар мен су 400-500 °C температурада пиролиз арқылы алып тасталады. Процестің мақсаты-судың булануы, органикалық фракцияның термиялық крекинг әдісімен ыдырауы және оны металл фракциядан буландыру арқылы бөлу. Қалған металл фракциясы дистилляция процесіне жіберіледі.

Пиролиз электр жылыту немесе пропанмен жылыту арқылы жүзеге асырылады. Атмосфераға шығарар алдында пайдаланылған газдар сүзіледі. Ыдыраған көмірсутектерді жанғыш материалдар ретінде сатылатын немесе жылу алу арқылы жану камерасында жағылатын майлы заттар түрінде конденсациялау арқылы алуға болады. Жану камерасын қолданған кезде газды тазартудың әртүрлі әдістері қолданылады (мысалы, дымқыл скруббер, қапшық сүзгі, белсенді көмір сүзгісі).

### 3. Кадмийді дистилляциялау.

Кадмий дистилляция әдісімен металл фракциядан алынады. Оксидтерді азайту үшін қалпына келтіргіш агенті (кокс) қосылады. Тазартылған кадмийдің тазалығы 99,95 % құрайды. Конденсацияланған сұйық кадмийді жентектерді алу үшін суға батыру арқылы немесе құймаға құю арқылы өңдеуге болады.

Қалған металл фракциясында Cd өте аз Ni және Fe бар. Қажет болса, Ni-Fe фракциясын балқыту арқылы гомогенизациялауға болады. Ni-Fe қалдық фракциясын тот баспайтын болат өндірушілерге сатады.

## **4. Эмиссияларды болғызбауға және/немесе азайтуға және ресурстарды тұтынуға арналған жалпы ЕҚТ**

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

Жалпы ЕҚТ деп технологиялық процестерді жүзеге асыру кезінде олардың қоршаған ортаға теріс әсерін төмендету, қоршаған ортаға теріс әсер ететін объектіні

реконструкциялау үшін қолданылатын әдістерді, сондай-ақ олармен байланысты шығарындылар мен ресурстарды тұтыну деңгейлерін түсіну керек.

Осы тарауда қаралатын қоршаған ортаға теріс әсерді төмендетуге бағытталған әдістерді айқындаудың негізгі кезеңдері мыналар болып табылады:

негізгі экологиялық мәселелерді анықтау;

осы негізгі мәселелерді шешуге ең қолайлы әдістерді зерттеу;

ең үздік қолжетімді әдістерді таңдау.

Ең үздік қолжетімді техникаларды анықтаған кезде өндірістік процестерді түсінудің ортақ тәсілдерін қолданған жөн. Көптеген әдістер тікелей немесе жанама түрде бірнеше экологиялық аспектілерге әсер ететінін айта кеткен дұрыс (шығарындылар, төгінділер, қалдықтардың пайда болуы, жердің ластануы, энергия тиімділігі).

Осы құжаттың қолданылу аясына кіретін салаларда қоршаған ортаны қорғаудың жоғары деңгейіне қол жеткізу үшін әдістер жеке-жеке немесе комбинацияда ұсынылуы мүмкін.

#### **4.1. Өндірістік процестердің интеграциясын арттыру**

##### **Сипаты**

Ресурстарды бірлесіп пайдалануда өндірістік-технологиялық байланыстарды пайдаланып, кеңейту және тереңдету.

##### **Техникалық сипаттамасы**

Өндірістік алаңдарды интеграциялаудың мысалы "Қазмырыш" ЖШС Өскемен металлургиялық кешені болып табылады, оның құрамына бес зауыт кіреді: мырыш, қорғасын, мыс, бағалы металдар өндіру зауыты, күкірт қышқылы зауыты. Барлық өндірістің инфрақұрылымы ортақ. Зауыттардың бір алаңда орналасуы шикізаттан барынша көп мөлшерде пайдалы компоненттерді кешенді түрде алуға қол жеткізуге мүмкіндік беретін бірегей технологиялық схеманы құрайды. Мырыш пен кадмий өндірісіне қатысты интеграцияның артықшылықтары төмендегідей:

қорғасын және мыс өндірісінің өнеркәсіп өнімдерінен мырыш пен кадмий алу;

мырыш өңдеу өнімдерін пайдалану;

күкірт қышқылын өндіру үшін шикізат ретінде балқыту пештерінің құрамында күкірті бар пайдаланылған газдарын пайдалану;

мырыш өндірісінде қожды буға айналдыру қондырғысын пайдалана отырып, возгонды қайта өңдеу.

##### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Күкірт диоксиді шығарындыларын азайту, қалдық ретінде жіктелуі мүмкін қатты қалдықтардың түзілуін болғызбау және/немесе азайту сияқты экологиялық көрсеткіштерді жақсарту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Байланыстыра отырып қолданылатын күкірт қышқылы қондырғысының тиімділігі 99 % деңгейінде. Бельгиялық Mecs компаниясы әзірлеген озық қосарлы контакт – қосарлы абсорбция технологиясы қолданылатын канадалық SNC Lavalin фирмасының жобасы бойынша жаңа күкірт қышқылы қондырғысының тиімділігі 99 % деңгейінде. 2014 жылы пайдалануға берілгеннен кейін жалпы ӨМК кәсіпорны бойынша күкірт диоксидінің шығарындылары екі есеге төмендеді (жылына 69 мың тоннадан 34 мың тоннаға дейін).

#### Кросс-медиа әсерлер

Мыс өндірісіне бағытталған өнеркәсіптік өнімдердегі күшән мөлшері жоғары болған кезде мырыш пен мыс зауыттары арасындағы осы заттың айналым жүктемесі артады, мұның өзі сапасыз тауарлық өнім алу қаупін арттырады. Бұл күшәннің химиялық қасиеттері бойынша мысқа тартылатынына байланысты. Күшән құрамын төмендету мақсатында мырыш өндірісінен алынған өнімді қосымша өңдеу қажет, мысалы, күшән тиосолдарын ала отырып, мыс шликерлерін электротермиялық балқыту. Болашақта күшән улы емес күшән сульфиді түрінде өндірістен шығарылуы мүмкін.

#### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жаңа қондырғылар үшін жалпы қолданылады. Жұмыс істеп тұрған өндірістерге қатысты қолдану жоғары қаржылық шығындармен шектелуі мүмкін.

#### Экономика

Мыс балқыту және күкірт қышқылы құрылыстарын салу, сондай-ақ жұмыс істеп тұрған қорғасын мен олардың "тізбегін" қайта құру жұмыстарын "Қазмырыш" ЖШС ӨМК "Жаңа металлургия" жобасы аясында жүзеге асырды, оны іске асыруға компания \$800 млн доллардан астам инвестиция салды.

Салааралық өзара әрекеттесудің тағы бір мысалы – "Орал мыс балқыту зауыты" ЖАҚ негізінде аммоний сульфатын өндіру жобасын жүзеге асыру. Жоба оңтайлы шикізатпен қамтамасыз етуге негізделген, өйткені Технологиялық газдарды өңдеу кезінде күкірт қышқылы цехында алынатын кәсіпорынның 380 мың тонна меншікті күкірт қышқылын пайдалану жоспарлануда [9].

#### Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама. Экономикалық пайда.

## 4.2. Экологиялық менеджмент жүйесі

#### Сипаты

Объект қызметінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы мақсаттарға сәйкестігін көрсететін жүйе.

#### Техникалық сипаттамасы

Экологиялық менеджмент саласындағы іс-шараларды іске асырудың тиімділігі қызметкерлердің экологиялық дайындық деңгейіне де байланысты. Кәсіпорын басшыларының экологиялық мақсаттар мен міндеттерге қол жеткізуі үшін

қызметкерлерге қоршаған ортаны қорғау саласы бойынша білім беру қажет. Қызметкерлерді оқыту деңгейі мен тереңдігі орындалатын тапсырмаларға байланысты болуға тиіс. Персоналдың құзыреттілігін қамтамасыз ету үшін қажетті білім мен дағды ауқымын анықтап алу қажет, сонымен қатар әртүрлі санаттағы персоналдың қажетті ақпарат, дайындық әдістері, құзыреттілік өлшемшарттары тұрғысынан оқытуға және ақпараттандыруға деген сұранысын бағалау қажет. Көптеген санаттарды (жұмысшылар, төменгі буын басшылары) оқыту үшін ең ыңғайлы тәсіл – "каскадты" оқыту әдісін қолдану үшін экологиялық менеджмент жүйесін енгізуге оқытылған өз мамандарын пайдалану болып табылады. Экологиялық менеджмент жүйесіндегі бақылау экологиялық менеджмент жүйесі шеңберіндегі қызметтің қолданыстағы экологиялық талаптарға және әзірленген экологиялық стратегияға және экологиялық мақсаттар мен міндеттерге қойылған саясатқа сәйкестігі туралы ақпарат алумен, сондай-ақ талап етілетін немесе жоспарланғаннан туындаған кез келген ауытқуларды анықтаумен байланысты. Экологиялық менеджмент жүйесі нәтижелілігінің оны қайта қарау және дәйекті жақсарту мүмкіндігін қамтамасыз ететін қажетті шарты сәйкессіздіктерді анықтау, оларды жою, болашақта осындай сәйкессіздіктердің алдын алуды қамтамасыз ететін шараларды әзірлеу және енгізу болып табылады. Анықталған сәйкессіздіктерді құжаттау, талдау, олардың пайда болу себептерін анықтау немесе болжау, түзету және алдын-алу шараларын ұсыну және енгізу қажет.

Төмендегілерді білдіреді, бірақ онымен шектелмейді:

- 1) басшылықтың, соның ішінде жоғары басшылықтың бейілділігі;
- 2) басшылық тарапынан тұрақты жетілдіруді қамтитын экологиялық саясатты қалыптастыру;
- 3) қаржылық жоспарлаумен және инвестициялармен бірге қажетті рәсімдерді, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және енгізу;
- 4) процедураларды келесілерге ерекше назар аударып орындау:
- 5) өнімділікті бақылау және келесі аспектілерге ерекше назар аударып, түзету шараларын қабылдау:

ЭМЖ-ны және оның жоғары басшылық тарапынан тұрақты жарамдылығын, жеткіліктілігі мен тиімділігін талдау;

экологиялық таза технологиялардың дамуын бақылау;

жаңа қондырғыны жобалау кезеңінде және оны пайдаланудың барлық мерзімі ішінде қондырғыны пайдаланудан шығару нәтижесінде қоршаған ортаға әсерді есепке алу;

сала бойынша жүйелі салыстырмалы талдау.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ұйым қызметіне қолданылатын нормативтік талаптарды қатаң сақтау жергілікті басқару органдарымен қарым-қатынасты нығайтуға, айыппұл санкцияларының қаупін азайтуға, келтірілген экологиялық залал үшін төлемдерді азайтуға, шығарылатын

өнімнің сапасын арттыруға, заманауи технологияларды енгізуге көмектеседі. Шикізат пен энергетикалық ресурстарды үнемдеу бір жағынан қоршаған ортаға әсердің төмендеуіне, екінші жағынан пайдаланылмаған экономикалық мүмкіндіктердің пайда болуына әкеледі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

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.

2006 жылы Батыс Сібір металлургия комбинаты ИСО 14001 стандарттары бойынша сертификаттаудан өтті. Кәсіпорынның экологиялық мәселелерді шешуге бағытталған экологиялық қызметті басқарудың тиімді жүйесі бар, ол процеске барлық қызметкерлер : менеджерден жұмысшыға дейін қатысады. Жөнге салынған басқару жүйесі төмендегілерді арттыру арқылы атмосфераға, табиғи су айдындарына шығарындыларды азайтуға мүмкіндік береді және топырақтың ластануының алдын алады:

технология тәртібі;

заманауи технологияларды пайдалану;

техникалық қайта жаратқандыруды енгізу.

Мысалы, болат балқыту өндірісін үздіксіз құюдың прогрессивті технологиясына көшіру атмосфералық ауаға зиянды шығарындыларды жылына 5,3 мың тоннаға азайтуға ықпал етеді [10].

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға ортақ. Көлем (мысалы, егжей-тегжейлі деңгей) және ЭМЖ сипаты ( мысалы, стандартталған немесе стандартталмаған) қондырғының сипатына, масштабына және күрделілігіне, сондай-ақ қоршаған ортаға әсер ету ауқымына байланысты болады.

Экономика

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты.

Ендірудің қозғаушы күші

ЭМЖ ендірудің қозғаушы күштері:

экологиялық көрсеткіштерді жақсарту;

шешім қабылдау негіздерін жетілдіру;

реттеуші органдардың, сақтандыру компанияларының немесе басқа да мүдделі тараптардың (жұртшылық) экологиялық талаптарын орындау үшін пайдаланылуы мүмкін кәсіпорын қызметінің экологиялық аспектілерін неғұрлым терең түсіну;

қызметкерлерді ынталандыру және тарту деңгейін арттыру;

пайдалану шығындарын азайту және өнім сапасын жақсарту үшін қосымша мүмкіндіктер;

жауапкершілікті, сақтандыруды және талаптарды сақтамау шығындарын төмендету.

### 4.3. Энергия тұтынуды басқару

#### 4.3.1. Энергияны пайдалану тиімділігін арттыру: төменде келтірілген екі немесе одан да көп әдістердің комбинациясын қолдану

Сипаты

Әдіс/жабдық.

- 1) энергия тиімділігін басқару жүйесі (мысалы, ISO 50001 халықаралық стандартының және ұлттық ҚР СТ ИСО 50001 талаптарына сәйкес);
- 2) негізгі процестерді жүзеге асыру кезінде пайда болатын артық жылуды (мысалы, бу, ыстық су немесе ыстық ауа) пайдалану;
- 3) қалдықтарды отын немесе тотықсыздандырғыш ретінде пайдалану;
- 4) концентраттар мен дымқыл шикізатты балқыту алдында төмен температурада кептіру;
- 5) жоғары температура кезінде жұмыс істейтін объектілердің жылу оқшаулағышы;
- 6) жиілік түрлендіргіштерімен жабдықталған жоғары тиімді электр қозғалтқыштарын пайдалану;
- 7) шығарындылар пайда болған кезде ғана тозаңның немесе пайдаланылған газдардың жергілікті сорғыштарын қосуды автоматты түрде іске қосатын бақылау жүйелері;
- 8) күкірт қышқылын өндіру кезінде күкірт диоксидінен бөлінетін жылуды күкірт қышқылын өндіру қондырғысына жіберілетін газды алдын ала қыздыру үшін немесе бу және/немесе ыстық су өндіру үшін пайдалану;
- 9) регенеративті термиялық тотықтырғыш.

Техникалық сипаттамасы

1. Техника ЭТМЖ жұмыс істеуін енгізу мен қолдаудан тұрады [11].

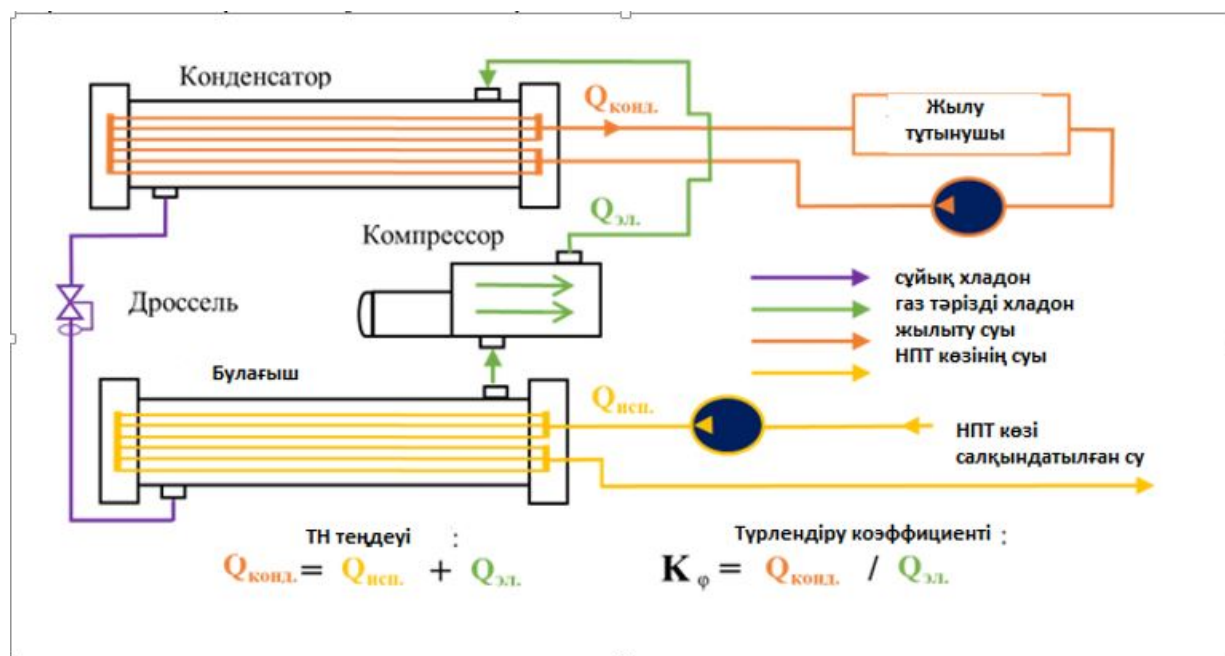
ЭТМЖ-ның жұмыс істеуі қолданыстағы менеджмент жүйесінің құрамында (мысалы , экологиялық менеджмент жүйесін, бұдан әрі – ЭМЖ) іске асыру немесе энергия тиімділігі менеджментінің жеке жүйесін құру арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін. Энергетикалық менеджмент жүйесі элементтерінің тізбесі жоғары энергетикалық нәтижелілікке қол жеткізудің басқару әдістері бөлігіндегі талаптардың толық жиынтығын білдіреді.

2. Негізгі процестерді іске асыру кезінде пайда болатын артық төмен әлеуетті жылуды (мысалы, ыстық суды немесе ыстық ауаны) пайдалану [12].

Барлық пирометаллургиялық процестер ыстық газ немесе ыстық су түрінде жылу шығарады. Төмен әлеуетті жылуды алу нұсқалары әрқашан өздерінің шектеулілігіне байланысты күрделі мәселені білдіреді. Жылуды сұйықтықтан шамамен 55 °С температурада алуға болады, бұдан әрі тағы екі мысал келтірілген.

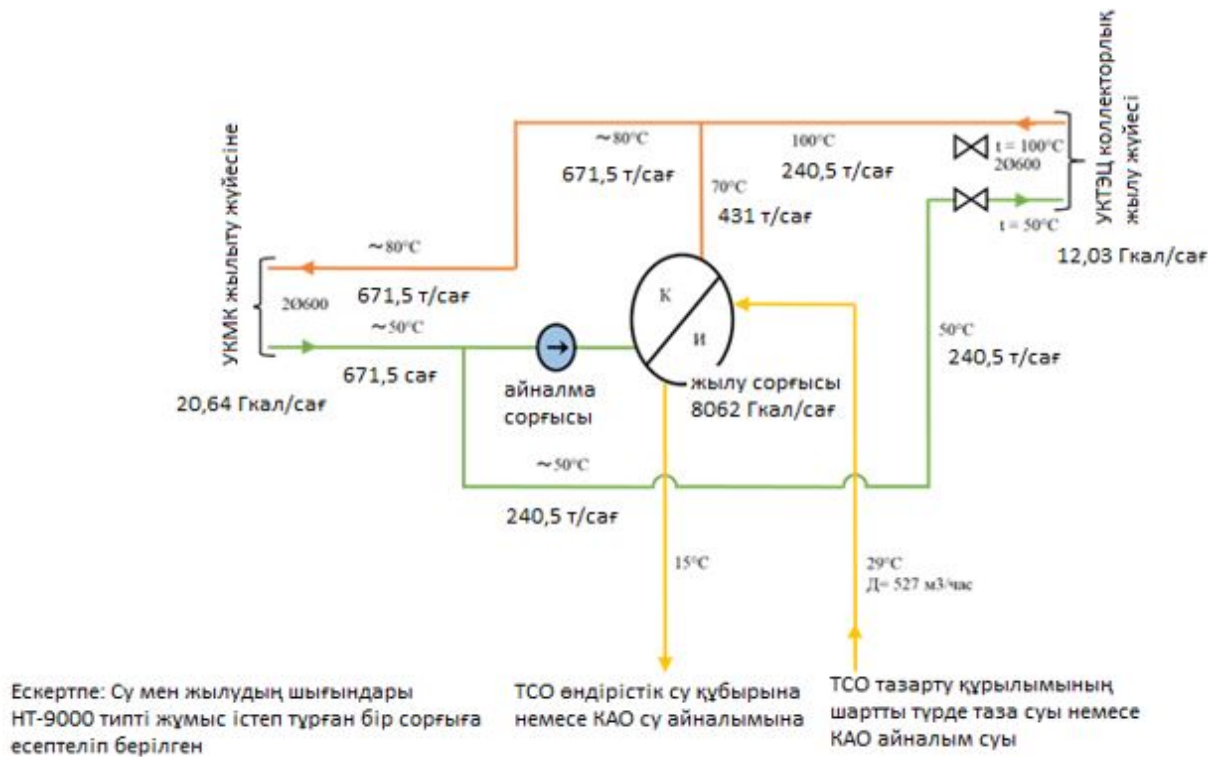
Мысалы, жылу сорғысын қолдану.

Жылу сорғысы химиялық су тазарту станциясында бастапқы суды жылыту үшін металлургиялық зауыттың су айналымы жүйесінің төмен әлеуетті кері су жылуын пайдаланады. Сонымен қатар жылу сорғысы айналмалы суды 29 – 15 °С-тан алады, содан кейін мырыш зауытының электролиз цехының вакуумды буландырғыш қондырғысында жартылай таза артезиан суын алмастырады.



4.1-сурет. Жылу сорғысының жұмыс қағидаты





4.2-сурет. Жылу сорғыларын пайдалану арқылы КЭЖ су айналымы жүйелерінің әлеуеті төмен жылуын кәдеге жарату схемасы

### Су айналымы жүйелерінің жылуын пайдалану

Бірінші мысал – тұндырғышта жиналатын және жылу алмастырғыш арқылы этиленгликоль пайдаланылатын контурды жылытуға өтетін металлургиялық қожды бүріккішпен салқындату кезінде суды пайдалану. Төмен әлеуетті жылуды пайдаланушылар жылуды басқа жылу алмастырғыш арқылы тізбектен шығара алады.

Екінші мысалда төмен әлеуетті жылу электр энергиясын өндіру үшін қолданылады, бұл 85 °С және одан жоғары температурада қыздырылған сарқынды сулардан электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді.

### 3. Қалдықтарды отын немесе тотықсыздандырғыш ретінде пайдалану [13].

Дәстүрлі отынды немесе тотықсыздандырғышты қалдықтармен алмастыруға болады. Түсті металлургияда әртүрлі қалдықтар отын немесе тотықсыздандырғыш ретінде қолданылады. Бұл әдіс қалдықтарды жағуды қамтығандықтан, қондырғы қалдықтарды жағу директивасының талаптарына сәйкес келуі керек.

Көбінесе қалдықтарды жағуға арналған арнайы отынды алу үшін алдын ала өңдеудің белгілі бір кезеңдері аяқталғаннан кейін ғана қолдануға болады.

Пайдаланылған май, еріткіштер мен пластмассалар, шүберектер, пайдаланылған сүзгі жеңдері сияқты жылу шығару қабілеті төмен жекелеген қалдықтарды белгілі бір техникалық шарттар мен сипаттамаларға сәйкес болған жағдайда кәдімгі қазба отынды ауыстыру үшін отын ретінде пайдалануға болады. Отын ретінде пайдаланылатын

қалдықтарды таңдауда әртүрлі өлшемшарттар шешуші рөл атқарады, өйткені олар пештің жұмыс режиміне және шығарындыларға әсер етуі мүмкін.

Отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың сипаттамаларына кепілдік беру үшін сапаны қамтамасыз ету жүйесін қолдану қажет. Атап айтқанда, мұндай жүйе сынамаларды іріктеу мен дайындауға, талдауға және сыртқы мониторингке қатысты ережелерді қамтуға тиіс. Неғұрлым пайдалы ақпаратты Еуропалық стандарттау комитетінің техникалық сипаттамасынан табуға болады, мысалы, CEN/TC 343 "Қатты тұрмыстық қалдықтар отыны".

Қалдықтарды қайталама энергия ресурсы ретінде пайдаланудың тағы бір мысалы – металл (магниттік) және көміртегі (магниттік емес) фракциясын ала отырып, магнитті сепарациялау қондырғысында вельцтеу (клинкер) шлагын қайта өңдеу тәжірибесі. Магниттік фракция құнды компоненттерді алуға бағытталады, магниттік емес фракция қазба отынның бір бөлігін ауыстыру үшін қолданылады.

4. Концентраттар мен дымқыл шикізатты балқыту алдында төмен температурада кептіру [13].

Концентраттар мен қайталама шикізатты төмен температурада бөлек кептіру энергия қажеттілігін азайтады. Бұл балқыту пешіндегі будың қызып кетуіне қажетті энергия көлеміне және бу өндірісінде газдың жалпы көлемінің едәуір артуына байланысты. Газдың көп мөлшері пештен шығарылатын жылу мөлшерін де ұлғайтады, сәйкесінше, ұлғайтылған газ көлемімен жұмыс істеуге арналған желдеткіштің де көлемін үлкейтеді. Кейбір жағдайларда кептіру тозаңның шығарылуын және (немесе) өздігінен жануын болғызбау үшін ылғалдылықтың ең төменгі деңгейін ұстап тұру қажеттілігімен байланысты болуы мүмкін.

Сульфидті кендерді балқыту немесе күйдіру кезінде пайда болған ыстық газдар әрдайым бу қазандықтарынан өтеді. Алынған буды электр энергиясын өндіру үшін технологиялық процесте пайдалануға болады. Буды электр энергиясын генерациялаудан басқа концентратты кептіру процесіне пайдаланады, ал қалған жылу жағу үшін берілетін ауаны алдын ала жылытуға пайдаланылады. Көптеген жағдайларда шикізатты алдын ала кептіру энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді, себебі пайда болған буда жиналған жасырын жылу жоғалмайды, сонымен қатар газдардың көлемі азаяды, сондықтан желдеткіштер мен газ тазартқыштар да кішірек көлемде болуы мүмкін және аз қуат тұтынуы мүмкін.

5. Жоғары температуралар кезінде жұмыс істейтін объектілердің жылу оқшаулағышы [13].

Көптеген технологиялық қондырғылардың төмен әлеуетті энергия көздері өнеркәсіпте кеңінен қолданылған жоқ. Бұл пеш арматурасын салқындататын судың жылуы, пештердің сыртқы бетінің жылуы, аралық кеңістікте айналатын ауа ағындарының жылуы. Энергетикалық объектілер градирняларда салқындатылатын, су мен жылумен жабдықтаудың айналым жүйелеріне түсетін судың жылуын түсіреді.

Қабырғаларының температурасы жоғары қосалқы жабдықтардың көп мөлшері ауада салқындатылады, олардың жылуы атмосфераға таралады. Елеулі жылу ағындары аралық және түпкі өнім суыған кезде, сұйық және қатты өндіріс қалдықтары (қож, шламдар) суыған кезде пайда болады. Олардың жылуы толық кәдеге жаратылмайды. Салқындатқыш ретінде су, ауа, май, химиялық қоспалар қолданылады. Олардың температурасы жоғары емес, бірақ мұндай жылуды практикалық мақсатта қолдануға болады. Кейбір жағдайларда су технологиялық процестің қатысушысы болып табылады.

Жоғары температуралы агрегаттардың әртүрлі конструкцияларын булағыш арқылы салқындату – пештердің әртүрлі бөлшектерін салқындату кезінде бу алуға мүмкіндік беретін ерекше тәсіл. Пештерді буландырып салқындату жағдайында салқындатылатын бөліктерден жылуды кетіру үшін жасырын булану жылуы қолданылады. Суық салқындатқыш су қайнаған су мен бу қоспасымен ауыстырылады, оның жылу беру коэффициенті әлдеқайда жоғары. Пеш бөлшектерін булағышпен салқындатуды пайдалану кезінде әртүрлі энергия циклдерін құруға мүмкіндік жасалады. Булағышпен салқындату жоғары температуралық деңгейі бар технологиялық процестер жүргізілетін жерде бу алуға мүмкіндік береді. Бөлшектерді салқындатуға және бу алуға болатын қондырғылар өте әртүрлі. Бұл күкірт қышқылы өндірісінің қайнаған қабат пештері; түсті металлургияның шахталық, балқыту, фьюмингтік пештері және т.б. Бу жоғары температуралы қондырғылардың барлық сыртқы беттерін салқындату арқылы алынады.

Қолданудың оң тәжірибесі бар (қосымша бу алу үшін "қайнаған қабат" пештерінің термосифондарын жылу оқшаулау).

6. Жиілік түрлендіргіштерімен жабдықталған жоғары тиімді электр қозғалтқыштарын пайдалану [13].

Қолданыстағы электр қозғалтқыштарын энергия тиімді қозғалтқыштармен (ЭТҚ) және ауыспалы жылдамдық жетектерімен ауыстыру энергия тиімділігін арттырудың айқын шараларының бірі болып табылады. Алайда, мұндай шаралардың орындылығы қозғалтқыштар қолданылатын бүкіл жүйенің контекстінде қарастырылуы керек; керісінше жағдайда мынадай қауіптер туындайды:

жүйелердің жұмыс әдісі мен мөлшерін оңтайландырудан және нәтижесінде электр жетектерінің қажеттіліктерін оңтайландырудан ықтимал пайданы жоғалту;

айнымалы жылдамдықты жетектерді орынсыз контексте қолдану нәтижесіндегі энергия шығыны.

Электр қозғалтқыштары қолданылатын негізгі жүйелерге мыналар жатады:

сығылған ауа жүйесі;

сорғы жүйелері;

жылыту, желдету және ауаны баптау жүйелері;

салқындату жүйелері.

Техника электр жетектерін оңтайландыру үшін белгіленген қадамдар тізбегін қолданудан тұрады.

7. Шығарындылар пайда болған кезде ғана тозаңның немесе пайдаланылған газдардың жергілікті сорғыштарын қосуды автоматты түрде іске қосатын бақылау жүйелері [13].

Энергетикалық нәтижелілікті жақсарту маңызды энергия тұтынушылар тізіміне кіретін жабдықтың жұмысын тұрақты бақылауды көздейді. Операциялық бақылау энергияны едәуір тұтынумен байланысты жабдықтар мен қондырғыларға техникалық қызмет көрсету жөніндегі қызметті айқындау мен жоспарлауды білдіреді. Бұл үшін мұндай жабдыққа қатысты оның нәтижелі жұмыс істеу (операциялық параметрлер) және жұмыс жағдайында ұстау өлшемдері айқындалады, ал олардың болмауы немесе сақталмауы энергия ысырабына және жоспарланған энергия нәтижелілігінен ауытқуға әкеп соғуы мүмкін.

Жүйелер мен жабдықтарды жұмыс жағдайында ұстау техникалық қызмет көрсету рәсімдері мен жоспарларын нақты қалыптастыруды, қазіргі уақытта қызмет көрсету бойынша қолданыстағы рәсімдерді түгендеуді, техникалық тексерулерді, персоналды тиісті оқытуды талап етеді.

8. Күкірт қышқылын өндіру кезінде күкірт диоксидінен бөлінетін жылуды күкірт қышқылын өндіру қондырғысына жіберілетін газды алдын ала қыздыру үшін немесе бу және/немесе ыстық су өндіру үшін пайдалану [13].

Мырыш концентраттарын күйдіру сатысында түзілетін күкірт диоксидінен күкірт қышқылын өндіру, — газды салқындатудың бірнеше сатысын қамтитын экзотермиялық процесс. Энергияны пайдалану тиімділігін арттыру үшін балқыту және күкірт қышқылын өндіру нәтижесінде пайда болатын артық жылуды пайдалануға бағытталған әдістер қолданылады.

Күкірт диоксидінің тотығу реакциясы кезінде жылу шығады. Реакция кезінде пайда болатын жылу тотығуға түсетін газды қыздыру үшін қолданылады.

Күкірт қышқылын өндірудің энергия тиімділігін арттыру тұрғысынан негізгі бағыт процесте жүретін химиялық реакциялардың жылуын барынша пайдалану болып табылады.

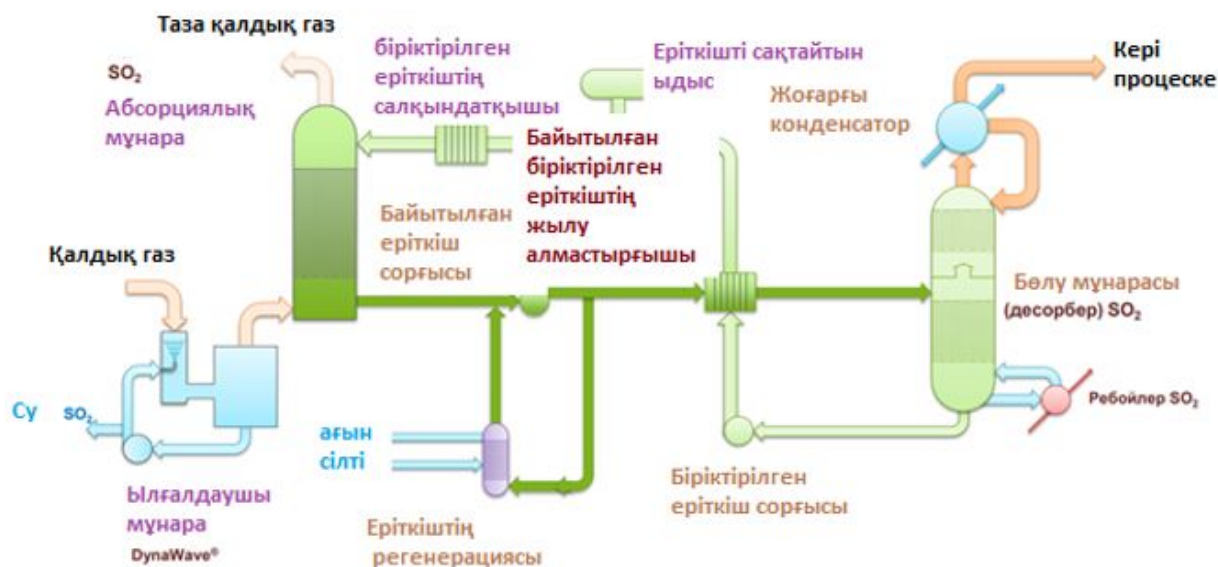
Күкірт қышқылын өндірудегі жылуды қалпына келтірудің мысалы.

SolvR® - нөлдік шығарындыларға қол жеткізе алатын шығарылған газдардан SO<sub>2</sub> қалпына келтіру жүйесі. MECS® MAX3™ күкірт қышқылы қондырғысының патенттелген технологиясы (HRS™) жылуды рекуперациялайтын бір абсорбциялық жүйені MCS® SO<sub>2</sub> SolvR® регенеративті тазарту технологиясымен біріктіру арқылы күкірт қышқылы қондырғысының дәстүрлі ағынды схемасын жеңілдетеді, осылайша жабдықты ауыстырады, шығындарды азайтады және тиімділікті арттырады. SO<sub>2</sub> SolvR

® регенеративті тазарту технологиясы сынақтан өткен MECS ClausMaster™ технологиясы сияқты қағидаттарды, бірақ шығындарды төмендететін және тиімділікті арттыратын жақсартылған еріткішті қолданып пайдаланады.

Күкірт қышқылы қондырғыларының әртүрлі, жалпыға қолжетімді конструкцияларының салыстырмалы артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Бір абсорбциялы MAX3™ толығымен интеграцияланған ағын схемасы ұсынатын революциялық айырмашылықтар мен артықшылықтар төмендегі диаграммада анық көрсетілген.

### SO<sub>2</sub> SolvR® регенеративті абсорбция процесі



4.3-сурет. SO<sub>2</sub> SolvR® регенеративті абсорбция процесі

Түйінді артықшылықтары:

тиімді еріткіш;

жоғары қысымды бу  $\geq 1,5$  тонна бу/45 бар, 400 °С болғандағы тонна қышқыл;

орташа қысымды бу  $\approx 0,3$  тонна бу/10 бар қаныққан кездегі тонна қышқыл;

SO<sub>2</sub> шығарындыларын <20 ppmv дейін азайту;

қос абсорбциялы HRS™ конструкциясына баламалы салқындатқыш суды пайдалануды төмендету немесе ұстап тұру;

энергия тұтынуды азайту ~ 10 % қос абсорбция қондырғысымен салыстырғанда;

каустикалық/химиялық заттарды пайдалануды қалдық газ скруббері бар қос абсорбциялы қондырғымен салыстырғанда ~50 %-ға азайту (немесе қалдық газ скруббері бар бір абсорбциялық қондырғымен салыстырғанда 95 %-ға артық);

SO<sub>2</sub> төмен шығарындыларымен қамтамасыз ету үшін қалдық газ скруббері бар қос абсорбциялы HRST™ конструкциясымен салыстырғанда жалпы күрделі шығындарды төмендету немесе қолдау;

SolvR® жүйесінің модульдік жеткізуінің арқасында кен орнының құрылысын салу уақытын қысқарту.

Америкалық DuPont технологиясының MECS күкірт қышқылын өндірудегі жылуды қалпына келтіру жүйесі электр қуатын өндіру және зауытты жылумен қамтамасыз ету үшін жоғары және аралық қысымды бу генераторымен және аралық қысыммен тиімді өндірісті білдіреді. Бұл бірегей технологиялардың тұтас жиынтығы, оның ішінде түбегейлі жаңа оңайлатылған схема бойынша орындалған жылуды қалпына келтіру технологиясы. Нәтижесінде кәсіпорын қышқылдың әр тоннасына 1,5 тоннадан астам жоғары қысымды бу шығара алады, бұл дәстүрлі схема бойынша жасалған кешендердің көрсеткіштерінен 25 %-ға жоғары. Екінші буынды SolvR регенеративті технологиясының арқасында жаңа кешен күкірт оксидтерінің шығарындыларын түбегейлі азайта алады.

MECS MAX3 – күкірт қышқылын өндірушілерге ұсынылатын DuPont компаниясының технологиялық ең жетілдірілген шешімі. Бұл технология жылуды қалпына келтірудің жоғары деңгейін, шығарындылардың тиімділігі мен шығындардың тиімділігін қамтамасыз етеді.

#### 9. Регенеративті термиялық тотықтырғыш [13].

Регенеративті жағып бітіргіш жанарғы немесе РТТ отқа төзімді қосалқы табандарды қолдана отырып, газдағы және көміртегі қосылыстарындағы жылу энергиясын пайдалану үшін регенерация процесі қолданылатын жағу жүйесі. Газ ағынының бағытын өзгерту үшін табанды тазартатын коллекторлық жүйе қажет.

Каталитикалық жағып бітіргіш жанарғы немесе ТКТ металл катализатордың бетінде төменгі температурада, әдетте 350-ден 400 °С-қа дейін ыдырайтын жағу жүйесі

Өнеркәсіпте газ ағынында СО, тозаң немесе газ тәрізді көміртекті материалды тотықтыру үшін бірнеше жағу жүйелері қолданылады.

Жоғары температуралы жанарғы-соңына дейін жағушы, сондай-ақ жылу тотықтырғыштары деп аталады, онда газдар 850-ден 1000 °С-қа дейін қызады және кем дегенде 0,5 секунд ұсталады (хлорланған компоненттер болмаған жағдайда), мұның өзі құрамындағы ҰОҚ жойылуына әкеледі. Жанарғы – жағып бітіргіште жағу жүйесі қолданылады (міндетті түрде үздіксіз негізде емес).

Регенеративті жағып бітіргіш жанарғы, РТТ деп те аталады, онда регенеративті жүйе жылу энергиясын газда және көміртегі қосылыстарында отқа төзімді қосалқы негіздерді қолдана отырып пайдалану үшін қолданылады. Газ ағынының бағытын өзгерту үшін негізді тазарту үшін коллекторлық жүйе қажет.

Каталитикалық жағып бітіргіш жанарғы, сондай-ақ ТКТ деп аталады, онда металл катализатордың бетінде төменгі температурада ыдырау жүреді, әдетте 350-ден 400 °С-қа дейін.

Пайдаланылған газдарды жағуға арналған пештер, мысалы, артық СО, энергия алуға арналған жағуға арналған пештер.

Пештің тік шахтасы немесе шығыс бөлігі егер осы кезеңде қосымша оттегі қосылатын болса, жағып бітіргіш жанарғы ретінде қолдануға болады.

Жағып бітіргіш жанарғы органикалық қосылыстарды, оның ішінде ПХДД/Ф термиялық тотықтыру арқылы жойып жібереді. Бұл процесте пайдаланылған энергия көзіне байланысты СО<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> және SO<sub>2</sub> шығарындылары кезінде өндірілетін қосымша энергия қажет.

Жағып бітіргіш жанарғы әсіресе жоғары концентрацияда органикалық қосылыстар шығаруы мүмкін май мен жабынды алып тастау жұмыстарын орындау кезінде пайдалы. Пеште мұндай компоненттердің болуы жағу өнімдерінің көп мөлшерде өндірілуіне және пеште ұстау уақытының барынша аз болуына және сәйкесінше жартылай күйдірілген газдардың шығарындыларына әкеледі.

Нақты қолдану үшін дұрыс жобаланған, құрастырылған және өлшемі бойынша таңдалған қондырғылар ҰОҚ, ПХДД/Ф, органикалық және көміртекті бөлшектер немесе жанғыш газдар, мысалы, СО немесе Н<sub>2</sub> жою үшін қолданылатын әдістер болып табылады. Мүмкіндігінше жылуды қалпына келтіруді қолдану керек. Төменде жанарғы-соңына дейін жағушыда тиімді жағуға қойылатын негізгі талаптар келтірілген.

Жағу камерасында немесе регенеративті жүйеде жеткілікті ұстау уақыты; бұл уақыт кезеңі толық жануды қамтамасыз ету үшін жеткілікті оттегі болған кезде жеткілікті деңгейде ұзақ болуы керек. 99 % деңгейінде бұзылу тиімділігі үшін қажетті ұстау уақыты әдетте хлорланған қосылыстардың болуына байланысты тиісті температурада екі секундты құрайды. Пеште ұстаудың анағұрлым қысқарак уақыты және анағұрлым төмендеу температура да ҰОҚ және ПХДД/Ф толық бұзылуына әкелуі мүмкін, бірақ бұл процесс нақты жұмыс жағдайында жергілікті деңгейде жүргізілуі керек. Газдарды ПХДД/Ф температура аралығы тез салқындату керек. Араластыру жағу аймағында жылу мен массаның тиімді тасымалдануын қамтамасыз ету және суық дақтардың пайда болуын болғызбау үшін қажет. Әдетте оған құйынды жалынды генерациялайтын жанарғыны пайдаланып, сондай-ақ жағу камерасына арақабырға орнату арқылы қол жеткізеді.

Жұмыс температурасы ең тұрақты заттың өздігінен тұтану температурасынан 200 – 400 °С жоғары, сондықтан ең төменгі жұмыс температурасы 850 °С-тан жоғары болуы

керек. Егер газ ағынында хлорланған заттар болса, температураны 1100 – 1200 °С дейін арттыру керек, ал ПХДД/Ф түрлендірулерінің алдын алу үшін түтін газдарын тез салқындату қажет.

Каталитикалық қондырғылардың төмен температурада жұмыс істеуі. Алау қондырғыларының жұмыс істеуі үшін құйынды қозғалыс, ауа және тұтану көзі қажет. Қажет болса, қосымша отын қосуға болады.

Жануды оңтайландыру үшін жанарғылардағы ауа мен отын пропорцияларын микропроцессорлық басқару.

Берілетін газда бар материалдардың тиімді бұзылуын растау үшін жабдық комбинациясының тиімділігін, жұмыс температурасын және ұстау уақытын көрсету.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

1. Энергия тұтынуды, сондай-ақ қоршаған ортаға әсерді азайту.
2. Жылу шығару және жылу шығарудың алдын алу.
3. Отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың түрлерін таңдау келесі негізгі ойларды қоса алғанда, бірқатар өзара байланысты пікірлерге негізделген:
  - шығарындыларды, мысалы, қазба отыннан алынған CO<sub>2</sub> азайту;
  - табиғи ресурстарды, мысалы, қазба отынды пайдалануды азайту;
  - тасымалдау қашықтығын қысқарту;
  - полигонда қалдықтарды көмудің алдын алу;
  - қалдықтарды қалпына келтірудің қауіпсіз әдісі.
- 4-6, 8. Энергия тұтынуды басқаруды жақсарту, яғни энергияны үнемдеу.
7. Энергия тұтынуды, сондай-ақ қоршаған ортаға әсерді азайту.
9. Органикалық қосылыстар шығарындыларын азайту.

### **Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері**

1. Нақты объектіге байланысты.
2. 1999 жылдан бері пайдаланылады. (Шартты түрде алғанда таза су, айналымдағы су) 29 С температурада төмен потенциалды жылу тасымалдағышпен жылу сорғысының буландырғышына құйылады, мұнда 15 С дейін салқындатылады, содан кейін өнеркәсіптік сумен жабдықтау желісіне немесе су айналымы жүйесіне жіберіледі.

Жылыту жүйелерінің кері желілік суы жоғары потенциалды жылу тасымалдағыш болып табылады, ол 50 С температурада жылу сорғысының буландырғышына құйылады, бұл жерде 70 С температураға дейін қыздырылады, сосын 80 С температураға дейін УКТЭЦ (100 С) тікелей желілік сумен араластырылады және әрі қарай қолданыстағы желі арқылы тұтынушыларға беріледі.

Сондай-ақ УКТЭЦ дәл сол жылумен қамтамасыз ететін суын пайдалана отырып, суды жылытқыштағы (қазандықтағы) жылу сорғысынан кейін суды жылытуға болады.



3. Мысалы, металдардың жоғары концентрациясы сияқты сипаттамаларға байланысты отын ретінде пайдаланылатын қалдықтар шығарындыларға әсер етуі мүмкін.

"Қалдықтарды жағу және бірлесіп жағуды бақылау үшін муниципалды заңнаманы қолдану және әзірлеу" зерттеуінде қалдықтарды отын ретінде пайдаланатын түсті металлургия саласындағы алты зауыт анықталды. Зерттеуді 2007 жылы Еуропалық комиссияның тапсырмасы бойынша Окополь институты жүргізді.

Түсті металлургияда отын ретінде пайдаланылатын қалдықтардың жоғары таза жылу шығару қабілеті бар, мысалы, 37 МДж/кг жылу шығару қабілеті бар пайдаланылған май және 26 МДж/кг жылу шығару қабілеті бар еріткіштер.

Аустрияда никельді күйдіретін қондырғының айналмалы пешінде дәстүрлі отынның орнына пайдаланылған майлар мен еріткіштер пайдаланылады.

Қазақстандағы зауыттардың бірінде қазба отынды ішінара вельцтеу шлагын ( клинкер) қайта өңдеу процесінде пайда болатын магнитті емес фракциямен алмастырады.

4 – 8. Нақты объектіге байланысты.

9. ҰОҚ/қауіпті ауаны ластаушы заттарды 95 – 99 % тазарту.

### **Кросс-медиа әсерлер**

1. Күтілмейді.

2. Әдетте, ішкі жүйелердің бірінде қол жеткізілген энергия үнемдеу тұтастай алғанда жүйе деңгейінде жүзеге асырылады, алайда егер оңтайландыру кезінде энергия ресурстарын өндіру/бөлу жағы ескерілмесе, жағдай басқаша болуы мүмкін. Мысалы, егер қол жеткізілген оңтайландыру буды өндіру және тарату жүйесінде ескерілмесе, процестердің бірінде буды тұтынуды азайту артық буды бәсеңдету қажеттілігіне әкелуі мүмкін.

3 – 9. Күтілмейді.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

1. Кез келген ұйымдар, технологиялық процестер немесе жүйелер.

2. Бұл әдіс суды салқындату үшін пайдаланатын біріктірілген пиро- және гидрометаллургиялық зауыттар үшін қолданылады. Схеманың кемшілігі – оның жұмысының маусымдылығы – тек жылыту кезеңінде. Сонымен қатар жоғарыда сипатталған кросс-медиа әсерлерін ескеру қажет.

3. Негізінде органикалық заттардың толық жануы қамтамасыз етілсе және қалдықтардың түсуін бақылау және шығарындыларды бақылау металдар мен диоксиндер сияқты шығарындылардың төмен деңгейіне кепілдік берсе, осы отынды қолдануға болады.

4. Балқыту немесе күйдіру алдында шикізатты кептіру процестеріне қолданылады.

5. Жоғарыда сипатталған тәсілдерді ескере отырып, ЕҚТ-ны осындай тәсілдер қолданылатын кәсіпорындарға жатқызуға болады.

6. Жалпыға бірдей қолданылады. Сарапшылардың бағалауы бойынша, жабдықтың жұмыс режиміне байланысты ЖРЖ қолдану сорғы қондырғыларында, желдеткіштерде, конвейерлерде, уатқыштарда электр энергиясын тұтынуды 20-дан 50 %-ға дейін азайтуға мүмкіндік береді, бағдарламалық жасақтаманың нақты деректері 7 – 15 % аралығында электр энергиясын үнемдеу туралы айтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар ЖРЖ орнату мәселесі технологиялық процесті реттеудің тереңдігіне, жұмыс орындарындағы өнеркәсіптік санитария талаптарына (сору-шығару желдеткіштері үшін) сүйене отырып, әрбір жеке жағдайда жеке қарастырылуы керек.

7. Жалпыға бірдей қолданылады.

8. Ұқсас процесі бар кәсіпорында қолданылады.

9. Қолданылуы өңделуі тиіс пайдаланылған газдардың энергия сыйымдылығымен шектеледі, өйткені төмен энергиялы пайдаланылған газдар отынды көп пайдалануға әкеледі.

### **Экономика**

1. Жоғары энергетикалық нәтижелілікке қол жеткізудің басқарушылық әдістері бөлігіндегі талаптарды адал орындау тартылатын инвестициялар мен басқа да ілеспе шараларға қарамастан, күтілетін нәтижеге жеткізеді.

2, 4. Өндіріс шығындарын азайту (нақты қондырғыға байланысты). Нақты энергия тұтыну негізінде шығындарды бөлу.

3. Қазба отынды қолданумен салыстырғанда қалдықтарды отын ретінде қолдану пайдалану шығындарын төмендетуі мүмкін.

5. Өндіріс шығындарын азайту (нақты қондырғыға байланысты).

Кәсіпорындарда бу құбырларын оқшаулау арқылы жылу энергиясының нақты ысыраптары жылына 15022 Гкал құрайды және нормативтік ысыраптардан жылына 6414 Гкал асады. Жылу оқшаулау бойынша іс-шаралар толық көлемде үнемдеуге мүмкіндік береді. D және E энергия тиімділігі сыныбы бар АБК ғимараттарын жылыту кезінде жылу энергиясын үнемдеу 9013 Гкал/жыл (67,7 млн теңге/жыл) құрайды. Ғимараттарды жылыту желдетілетін қасбетті орнату арқылы ұсынылады. Шығындар 450 млн теңгені құрайды, өтелу мерзімі 6,7 жыл.

6. Өндіріс шығындарын азайту (нақты қондырғыға байланысты). Жиіліктік реттелетін жетегі бар қозғалтқыштарды (бұдан әрі – ЖРЖ) қолдану, мысалы, технологияға, тәулік уақытына, ғимараттағы адамдардың санына және т.б. байланысты күрт ауыспалы жүктеме кезінде орынды болады. Желдеткіштердің жиіліктік реттелетін электр жетегін пайдалану сору жүйелерінің ауаны жылжытуына электр энергиясын тұтынуды 6 – 26 %-ға, жабдықтау жүйелерін 3 – 12 %-ға азайтуға мүмкіндік береді, ал ЖРЖ қозғалтқыштарының өтелу мерзімі 5 ай болуы мүмкін.

7. Өндіріс шығындарын азайту (нақты қондырғыға байланысты). Гамбург қаласындағы Augubis зауытында инвестициялық шығындар 10 млн еуро және анодты пештен және құю машинасынан ұйымдастырылмаған шығарындыларды ұстау

шараларына шамамен 7 млн еуро құрады. Электр энергиясын тұтыну жылына 13,6 ГВт құрайды.

8 – 9. Өндіріс шығындарын азайту (нақты қондырғыға байланысты).

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

1. Жалпы кәсіпорын қызметінің тиімділігін арттыру.

2. Энергия тиімділігін арттыру.

3. Пайдалану және күрделі шығындарды қысқарту, өнімділікті арттыру.

4 – 9. Шығындарды азайту. Энергия тиімділігі саласындағы талаптарға сәйкестікті қамтамасыз ету.

### **4.4. Технологиялық процестерді бақылау**

#### **4.4.1. Процестерді бақылау әдістері**

##### **Сипаты**

Процестерді бақылау және технологиялық процестің үздіксіз және сенімді жүрісін қамтамасыз ету әдістерінің жиынтығы.

##### **Техникалық сипаттамасы**

Технологиялық процесс және оны бақылау бірқатар процестерге қолданылады. Төменде негізгі әдістердің сипаттамасы келтірілген.

Қолданылатын технологиялық процестерге және ластануға қарсы күрес әдістеріне сәйкес бастапқы материалдарды тексеру және таңдау. Стандартты процедураларға мыналар жатады (көптеген процестер жазбаша нысанды білдіреді):

жүкқұжаттарды тексеру;

жеткізілген материалдардың келісімшартта келтірілген сипаттамаға және ілеспе жүк құжаттарына сәйкестігін көзбен тексеру;

массаны анықтау.

Зауыттың қоршаған ортасына немесе жабдығына әсер етуі немесе денсаулығы мен қауіпсіздігіне зиян келтіруі мүмкін қандай да бір бөгде заттардың бар-жоғын анықтау үшін жеткізілген материалдарды тексеру:

көзбен шолып қарау;

материалдың түріне байланысты іріктеп тексеру талдауы;

радиоактивтілікке арналған тест;

бастапқы материалдарды қабылдау (немесе қабылдамау);

сақтау аймағына жіберу;

көлік құралдарынан жүк түсіру, тексеру және тазалау;

егер қажет болса; қажет болса және мүмкін болса:

бөгде заттарды сұрыптау-жеткізушіге қайтару немесе тиісті кәдеге жарату;

тиісті өңдеу-қажет болған жағдайда "бейімделу процесін орындау;

техникалық немесе коммерциялық мақсаттарда химиялық құрамды анықтау үшін репрезентативтік сынамаларды іріктеу (талдамалық талдау немесе гранулометриялық құрамды айқындау жолымен).

Процестің оңтайлы өнімділігіне қол жеткізу, конверсияның тиімділігін арттыру, қоршаған ортаның барлық компоненттеріне шығарындыларды азайту, энергияны тұтынуды азайту, сапаны жақсарту және өнімді қабылдамау деңгейін төмендету үшін әртүрлі бастапқы материалдарды тиісті түрде араластыру керек. Шикізаттың дұрыс қоспаларын анықтау үшін шағын тигель пештері қолданылады. Пешке тиелетін материалдың ылғалдылығының ауытқуы жобалық аспирациялық қуатқа қатысты Технологиялық газ көлемінің едәуір артуына әкелуі мүмкін, бұл ұйымдастырылмаған шығарындыларға әкеледі.

Бастапқы материалды өлшеу және есепке алу жүйелері кеңінен қолданылады. Ол үшін салмақ бункері, таспалы таразылар және салмақ мөлшерлегіштер кеңінен қолданылады.

Материалдың берілу жылдамдығын, маңызды процестерді және жану жағдайларын бақылау, сонымен қатар газдарды қосу үшін процессорлар қолданылады. Процестерді басқару үшін төменде көрсетілген параметрлер бағаланады, ал сыни параметрлер үшін дабылдар қолданылады:

пештегі температураның, қысымның (немесе қысымның төмендеуінің), сондай-ақ газ көлемінің немесе шығысының үздіксіз мониторингі;

газ компоненттері ( $O_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ );

блоктауды және жабдықтың ықтимал бұзылуын анықтау үшін дірілді үздіксіз бақылау;

"онлайн" режимде электролиттік процестердің тогы мен кернеуінің мониторингі;

процестің сыни параметрлерін бақылау үшін "онлайн" режимде шығарындыларды бақылау;

"онлайн" режимде қышқыл мен металдар концентрациясының мониторингі;

гидрометаллургиялық процестердің параметрлерін үздіксіз бақылау (мысалы, рН, тотығу әлеуеті, температура);

сынамаларды іріктеу және гидрометаллургиялық процестерде аралық және соңғы ерітінділерді талдау;

қызып кету нәтижесінде металдар мен металл оксидтерінің пайда болуын болғызбау үшін балқыту пештеріндегі температураны мониторингтеу және бақылау;

ұяшықтағы қысқа тұйықталуды көрсететін ыстық нүктелерді анықтау үшін электролиттік ұяшықтардың температурасын мониторингтеу және бақылау.

Пештегі оттегі коэффициентін математикалық модель көмегімен автоматты түрде басқаруға болады, бұл берілген материалдың құрамы мен пештің температурасының

өзгеруін болжауға мүмкіндік береді; бұл модель 50- ден астам ауыспалы процестерге негізделуі мүмкін. Бастапқы алюминий саласында математикалық модельдер анодтық әсерлердің алдын алу үшін ұяшықтардың жұмыс жағдайын бақылаумен бірге қолданылады. Баяндамаға сәйкес, 1990 жылдан бастап КФК шығарындылары 80 %-ға азайды. Бастапқы мырышты өндіру кезінде қабаттың тұрақтылығын арттыру және пайдалану проблемаларының, ұйымдастырылмаған шығарындылар мен тоқтатулардың санын азайту үшін күйдіру процесін автоматты басқару жүйесі пайдаланылады.

Технологиялық газдар герметикалық немесе жартылай герметикалық пеш жүйелерінің көмегімен ұсталады. Оңтайлы газ жинау жылдамдығын қамтамасыз ету және электр энергиясының шығындарын азайту үшін ауыспалы жылдамдықты интерактивті желдеткіштер қолданылады.

Еріткіштің буы мүмкіндігінше герметикалық реакторлар немесе салқиндатқыш қондырғыларды немесе конденсаторларды пайдалана отырып, буды оқшаулап жинау арқылы тұтылады және алынады. Содан кейін ҰОҚ шығарындылары мен иістердің таралуын болғызбау үшін еріткіш буы алынып, жағылады.

Операторлар, инженерлер және басқа да тұлғалар пайдалану жөніндегі нұсқаулықтарды, сипатталған қазіргі заманғы басқару әдістерін және төтенше жағдайлар туындаған кезде қабылдануы қажет дабылдар мен іс-қимылдардың маңыздылығын пайдалану бойынша тұрақты оқытудан және білімді бағалаудан өтуі тиіс.

Қадағалау деңгейлері жоғарыда айтылғандардан пайда алу үшін оңтайландырылған, ал операторлардың жауапкершілігі тоқтатылмайды.

Қоршаған ортаны қорғау және сапаны қамтамасыз ету жүйелері қолданылады.

Қауіпті факторлар мен пайдалану жарамдылығы тұрғысынан зерттеулер процестің барлық өзгерістеріне қатысты жобалау кезеңдерінде жүргізіледі.

Оператор командаларының құрамында мамандандырылған қызмет көрсетуші персоналды неғұрлым жиі тартуды, сондай-ақ мамандандырылған техникалық қызмет көрсету топтарын жаңа бірліктермен толықтыруды қоса алғанда, сенімді техникалық қызмет көрсету жүйелері пайдаланылады.

Процесті жобалау аспектілері осы құжаттың әртүрлі бөлімдерінде сипатталған, өйткені олар осы салада жалпыға бірдей қолданылады. Осы процесс туралы, сондай-ақ қоршаған ортаға әсер ету және экологиялық талаптар туралы тәжірибесі мен білімі бар кәсіби инженерлер бүкіл процесті тиісті сақтықпен жобалайды.

Қож, металл және штейн флюстер мен басқа да шикізатты пайдалануды оңтайландыру үшін, металлургиялық процестің жағдайын анықтап, материалдардағы металдың құрамын келісу үшін интервалмен іріктелген сынамалар негізінде талданады.

Кейбір процестер үшін қалдықтарды жағудың арнайы ережелерін ескеру қажет болуы мүмкін.

**Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Атмосфераға металдардың, тозаңның және басқа қосылыстардың шығарылуын болғызбау.

### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Пайдалану деректері берілмеген. Толығырақ ақпарат нақты металдарға арналған тарауларда келтірілген.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Энергия сыйымдылығын төмендету, энергия тиімділігін және қызмет көрсету мәдениетін арттыру.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Бұл әдістер көптеген зауыттар үшін жалпыға бірдей қолданылады.

### **Экономика**

Жобалық құжаттаманың құрамындағы негіздеме.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілдерді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындыларды азайту.

Шикізатты үнемдеу.

Тоқтаусыз жұмыс процесі.

## **4.4.2. Скрубберлерге арналған жобалау және бақылау әдістері**

### **Сипаты**

Атмосфераға шығарындыларды азайту үшін скрубберлердің дұрыс жұмыс істеуін қолдау әдістерінің жиынтығы.

### **Техникалық сипаттамасы**

Ластанумен күресудің қолайлы әдісін таңдау және жобалау өте маңызды. Іс жүзінде бірнеше әдістер бар және олардың кейбіреулері өте тиімді болып көрінсе де, газдардың, тозаңның және басқа компоненттердің жүктемесі мен табиғаты сияқты ерекшеліктер ескерілмесе, проблемалар туындауы мүмкін. Мысалы, қазіргі заманғы материалдардан жасалған қапшық сүзгілер тозаңды кетірудің басқа әдістерімен салыстырғанда жақсы экологиялық көрсеткіштерге қол жеткізеді деп саналады; дегенмен, тозаңның кейбір түрлеріне қатысты жабысқақтығы мен үгілгіштігіне байланысты оны әмбебап деп санауға болмайды. Бұл проблемалар жеке алаңдар мен материалдарға тән, сондықтан оператор осы факторларды жобалаудың техникалық тапсырмасында ескеруі керек.

Газдағы көлем, қысым, температура және ылғалдылық маңызды параметрлер болып табылады және қолданылатын әдістерге немесе олардың комбинациясына айтарлықтай әсер етеді. Атап айтқанда, конденсация температурасына осы параметрлердің әрқайсысы әсер етеді және өзгерістер бүкіл өндірістік цикл кезінде ескерілуі керек.

Тозаңның немесе түтіннің сипаттамаларын анықтау өте маңызды, сондықтан тозаңның кез келген стандартты емес қасиеттерін анықтау қажет (гигроскопиялық,

өздігінен тұтану, жабысқақтық, абразивтілік және т.б.). Бөлшектердің мөлшері мен пішіні, материалдың ылғалдануы мен тығыздығы да әдісті оңтайлы таңдау факторлары болып табылады. Сенімді жобалауды қамтамасыз ету үшін тозаңның концентрациясы мен оның өзгергіштігін ескеру қажет.

Көптеген операторлар уақыт өте келе жабдықтың тозуы мен техникалық қызмет көрсету нәтижесінде өнімділіктің нашарлауы мүмкін екенін анықтады. Қажет болған жағдайда пайдаланылған газдарды тікелей өлшеу арқылы өнімділіктің үздіксіз мониторингін қамтамасыз ету үшін қазіргі заманғы жүйелерді пайдалану керек (мысалы, тозаңның, CO, SO<sub>2</sub> құрамын анықтау үшін). Мысалы, тозаңды бақылау электродинамикалық әдіспен жүзеге асырылуы мүмкін. Бұл әдіс бөлшектердің құбырға немесе каналға салынған зондпен әрекеттесуі нәтижесінде алынған зарядтың индукция қағидатына негізделген. Сонымен қатар басқарудың сыни параметрлеріне мониторинг жүргізуге болады. Сигнал беру жүйелері осы жүйелерге біріктірілуі керек.

Сондай-ақ келесі әдістерді ескеру қажет:

Реагенттерді есепке алу жүйелерін пайдалану.

Реагенттерді беру процесін және қондырғының өнімділігін бақылау. Үздіксіз мониторинг келесі параметрлерді қамтуы мүмкін: температура, қысымның төмендеуі, тозаң немесе басқа ластағыш заттардың шығарындылары, ток және кернеу, скрубберлердегі сұйықтық ағыны және рН. Операциялық проблемалардың туындағаны туралы хабарлайтын авариялық сигналдар көзделген.

Пайдалану нұсқаулықтары мен сипатталған заманауи бақылау әдістерін пайдалану кезінде операторларды оқыту және бағалау.

Операторлардың жауапкершілігін сақтай отырып, жоғарыда аталған әдістерден пайда алу үшін қадағалау деңгейлерін оңтайландыру.

Қоршаған ортаны қорғау және сапаны қамтамасыз ету жүйелерін пайдалану.

Шығарындылардың алдын алу немесе процесті оңтайландыру үшін мыс және алюминий сияқты жұмыс жағдайындағы үрдістерді бағалау үшін болжамды немесе басқа математикалық модельдерді қолдану.

Сенімді техникалық қызмет көрсету жүйелерін пайдалану, соның ішінде оператор командаларының құрамында мамандандырылған қызмет көрсету персоналын жиі тарту

Өлшеу жүйелерінің сенімділігін тексеру әдістерін қолдану.

Тозаң деңгейін бақылау құрылғысы мен тазарту циклі арасындағы интерфейс негізінде қапшық сүзгінің бұзылуларын анықтау жүйесін пайдалану.

Шикізат пен флюстердің оңтайлы қоспаларын анықтау және пештің оңтайлы жұмыс режимін белгілеу үшін шикізат үлгілерін балқыту үшін шағын пештерді пайдалану. Бұл әдіс сатып алу бағаларын келісу мақсатында әр партиядағы металдардың құрамын анықтау үшін де қолданылады.

Осы артықшылықтарға қол жеткізу, қауіпсіз жағдайларды сақтау және өткен оқиғалар мен процестің жауаптарына талдау жүргізу үшін процесті тиісті бақылау қолданылады. Технологиялық бақылаудың сенімді жүйесі Түсті металдарды балқыту мен өндеудің барлық заманауи процестеріне енгізілуі керек; процесті бақылаудың дұрыс жүйесі болмаса, операцияны ең үздік қолжетімді техника деп санауға болмайды.

Қазіргі заманғы технологиялық бақылау құралдарын жасау және пайдалану қажет болған жағдайлар бар (мысалы, домна пештері). Тиісті параметрлер мен бақылау жүйелерін анықтау үшін қосымша жұмыс жүргізу қажет.

#### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Металдардың, тозаңның және басқа қосылыстардың шығарылуын болғызбау.

#### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Ақпарат берілмеген.

#### **Кросс-медиа әсерлер**

Энергияны көп пайдалану.

#### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға ортақ қолданылады.

#### **Экономика**

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындыларды азайту. Шикізатты үнемдеу мүмкіндігі.

### **4.4.3. Сарқынды суларды тазарту процестерін бақылау әдістері**

#### **Сипаты**

Сарқынды суларды тазарту қондырғыларының дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету әдістерінің жиынтығы.

#### **Техникалық сипаттамасы**

Келесі әдістерді қарастыру қажет.

Реагенттерді есепке алу жүйелері.

Реагенттерді беру процесін және зауыттың өнімділігін бақылау. Үздіксіз мониторинг келесі параметрлерді қамтуы мүмкін (процестің маңыздылығына байланысты): температура, лайлылығы, рН, өткізгіштігі, тотығу-тотықсыздану потенциалы, жалпы ҰОҚ, белгілі металдар және ағын.

Қоршаған ортаны қорғау және сапаны қамтамасыз ету жүйелері, оның ішінде:

операторларды пайдалану жөніндегі нұсқаулықтарды және сипатталған заманауи бақылау әдістерін пайдалануға қатысты оқыту және бағалау;

операторлардың жауапкершілігін сақтай отырып, жоғарыда аталған әдістерден пайда алу үшін қадағалау деңгейлерін оңтайландыру;



сенімді техникалық қызмет көрсету жүйелерін пайдалану, соның ішінде оператор командаларының құрамына мамандандырылған қызмет көрсету персоналын жиі тарту.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Металдардың, қалқыма қатты заттардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын болғызбау.

Пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық әдістерді қолдану кезінде пайда болатын сұйық ағындардың құрамы көбінесе алынған металға, өндіріс процесіне және қолданылатын шикізатқа байланысты болады. Алайда, түсті металдар зауытында пайда болған сұйық ағындарда әдетте мыс, қорғасын, мырыш, қалайы, никель, кадмий, хром, күшән, молибден, сынап сияқты металдар, сондай-ақ қалқыма қатты заттар болады.

### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Сарқынды сулар мен ластағыш заттардың концентрациясын азайтуға мүмкіндік беретін аса маңызды факторлар:

сарқынды сулар пайда болатын процесс;

су мөлшері;

ластағыш заттар және олардың шоғырлануы;

тазартудың қажетті деңгейі, яғни су сапасының жергілікті немесе өңірлік стандарттары;

су ресурстарының қолжетімділігі.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Кәдеге жаратуға арналған қалдықтарды шығару әлеуеті бар.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға бірдей қолданылады.

### **Экономика**

Жобалық құжаттаманың құрамындағы негіздеме.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілдерді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындылардың болғызбау.

Шикізатты үнемдеу.

## **4.5. Эмиссияларды мониторингтеу мен бақылаудың жалпы қағидаттары**

Мониторинг құжатталған және келісілген рәсімдерге сәйкес қайталанатын өлшемдерге немесе белгілі бір жиіліктегі бақылауларға негізделген әртүрлі ортадағы химиялық немесе физикалық параметрлердің өзгеруін жүйелі түрде бақылауды білдіреді.

Мониторинг қоршаған ортаға ықтимал әсерді бақылау және болжау үшін шығатын ағындардағы (шығарындылар, төгінділер) ластағыш заттардың құрамы туралы дұрыс (нақты) ақпарат алу үшін жүргізіледі. Қойылған экологиялық мақсаттарға қол жеткізу

туралы талдау жүргізу үшін, сондай-ақ ықтимал авариялар мен инциденттерді анықтау және жою үшін шығарындыларды, төгінділерді тазартумен, қалдықтарды жоюмен және қайта өңдеумен байланысты процестердің тиімділігін бақылау аса маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Мониторинг жүргізу жиілігі ластағыш заттың түріне (уыттылығы, ҚО және адамға әсері), пайдаланылатын шикізат материалының сипаттамаларына, кәсіпорынның қуатына, сондай-ақ шығарындыларды азайтудың қолданылатын әдістеріне байланысты, бұл ретте ол бақыланатын параметр үшін репрезентативтік деректерді алу үшін жеткілікті болуы тиіс. Көп жағдайда ластағыш заттардың қалдық ағындардағы концентрациясы туралы ақпарат алу үшін іріктеудің белгілі бір кезеңіндегі орташа тәуліктік мәндер немесе орташа мәндер қолданылады.

Атмосфералық ауаның мониторингін орындау кезінде белсенді ластану аймағындағы (атмосфераны ластау көздері үшін), сондай-ақ Қазақстан Республикасының экологиялық заңнамасының және қоршаған орта сапасы нормативтерінің сақталуын қадағалау үшін қажет болған жағдайларда әсер ету саласы шегіндегі қоршаған ортаның жай-күйіне ерекше көңіл бөлінуі тиіс.

Мониторинг үшін пайдаланылатын әдістер, өлшеу құралдары, қолданылатын жабдықтар, рәсімдер мен құралдар Қазақстан Республикасы аумағында қолданылатын стандарттарға сәйкес келуге тиіс. Халықаралық стандарттарды пайдалану ҚР НҚА регламенттелуі қажет.

Өлшеу жүргізу алдында мониторинг жоспарын жасау қажет, онда мынадай көрсеткіштер ескерілуі тиіс: қондырғыны пайдалану режимі (үздіксіз, үзік-үзік, іске қосу және тоқтату операциялары, жүктеменің өзгеруі), газды немесе ағындарды тазарту жөніндегі қондырғылардың пайдалану жай-күйі, ықтимал термодинамикалық әсер ету факторлары.

Өлшеу әдістерін анықтау, сынамаларды іріктеу нүктелерін, сынамалар санын және оларды іріктеу ұзақтығын анықтау кезінде мынадай факторларды ескеру қажет:

қондырғының жұмыс режимі және оның өзгеруінің ықтимал себептері;

шығарындылардың ықтимал қауіптілігі;

газ құрамындағы анықталған ластағыш зат туралы неғұрлым толық ақпарат алу мақсатында сынамалар алу үшін қажетті уақыт.

Әдетте, өлшеу үшін пайдалану режимін таңдағанда қоршаған ортаға ең жоғары әсер етуі мүмкін режим таңдалады (ең жоғары жүктеме).

Атмосфералық ауаның мониторингін орындау кезінде белсенді ластану аймағындағы қоршаған ортаның жай-күйіне (атмосфераны ластау көздері үшін) басты назар аударылуға тиіс.).

Технологиялық газдардың мониторингі тозаң, ауыр металдар және SO<sub>x</sub> шығарындылары сияқты технологиялық газдарды жағу кезінде технологиялық газдардың құрамы және жанама шығарындылар туралы ақпарат береді.

Бұл ретте сарқынды сулардағы ластағыш заттардың концентрациясын анықтау үшін кез келген сынаманы немесе шығынға пропорционалды немесе уақыт бойынша орташаландырылған сынаманы іріктеуге негізделген біріктірілген тәуліктік сынаманы (24 сағат) пайдалануға болады.

Сынама алу кезінде газдарды немесе сарқынды суларды сұйылтуға жол берілмейді, өйткені алынған көрсеткіштерді объективті деп санауға болмайды.

Эмиссиялар мониторингі тікелей әдіспен (аспаптық өлшеулер), сондай-ақ жанама әдіспен (есептеу әдістемелері) жүргізілуі мүмкін. Бұл жағдайда аспаптық өлшеулерге негізделген әдіс іріктеу жиілігіне байланысты және мерзімді немесе үздіксіз болуы мүмкін. Аталған әдістердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. 4.1-кестеде үздіксіз өлшеу мен кезеңдік өлшеудің негізгі ерекше сипаттамалары келтірілген.

#### 4.1-кесте. Үздіксіз өлшеу мен кезеңдік өлшеуді салыстыру

Р/с №	Сипаттама	Үздіксіз өлшемдер	Кезеңдік өлшемдер
1	2	3	4
1	Сынама алу кезеңі ЛЗ шығарындылары / төгінділері	Өлшемдер шығарындылар/ төгінділер шығарылатын толық немесе барлық уақытты қамтиды	Жекелеген өлшемдер ұзақ мерзімді кезеңдегі эмиссиялар туралы деректерді ұсыну болып табылады
2	Жылдамдық	Нәтижелерді онлайн режимде алу мүмкіндігі	Нақты уақыт режиміндегі нәтижелер аспаптық талдауыштарды пайдалану кезінде ғана қол жетімді, кейіннен зертханалық талдау жүргізе отырып, сынамаларды қолмен іріктеу кезінде кейінге қалдырылған нәтижелер
3	Нәтижелерді орташалаңдыру	Нәтижелер кез келген қажетті кезеңге (30 минут , 1 сағат, 24 сағат және т. б.) орташалаңдырылуы мүмкін.	Нәтижелердің орташалануы сынамаларды іріктеу кезеңінің ұзақтығына байланысты (интервал 30 минуттан бірнеше сағатқа дейін)
4	Өлшеулерді калибрлеу және қадағалау	Мониторингтің автоматтандырылған жүйелері (АБЖ) техникалық қызмет көрсету кезеңінде сертификатталған	Қолмен немесе автоматтандырылған

		анықтамалық материалдарға сәйкес калибрлеуді және баптауды талап етеді	әдістерді қолдануға болады
5	Жабдықты сертификаттау	Жабдықты сертификаттау қолжетімді	Портативті жабдықты сертификаттау қолжетімді
6	Қондырғы және қызмет көрсету шығындары	Әдетте кезеңдік өлшеу шығындарынан жоғары, Жылына 32 800 евро	Әдетте АМЖ шығындарынан жылына 4000 евро төмен

#### 4.5.1. Мониторинг компоненттері

Бекітілген әдістемелік құжаттар негізінде өлшенетін немесе есептелетін, қоршаған ортаға эмиссиялардағы бақыланатын ластағыш заттар (шығарындылар, төгінділер, қалдықтар және т.б.) өндірістік мониторингтің компоненттері болып табылады.

##### 4.2-кесте. Ластағыш заттардың тізбесі

Р/с №	Компонент/зат	Анықтама
1	2	3
1	Тозаң (жалпы)	Ұйымдастырылмаған (кен шикізатын (концентраттарды) және қосалқы материалдарды сақтау, дайындау, тасымалдау кезінде) және ұйымдастырылған (түтін құбырлары) көздерден қатты бөлшектердің (ауада) жалпы саны
2	Металл және оның қосылыстары	Zn, Cd, Pb, Hg, Se, Cu, As
3	SO <sub>2</sub>	Күкірт диоксиді
4	NO	Азот диоксиді
5	NO <sub>2</sub>	Азот диоксиді
6	CO	Көміртек тотығы
7	ЛОС*	Ұшпа органикалық қосылыстар
8	ПХДД/Ф*	Полихлоридті дибензопародиоксин/фтор
9	HCl**	HCl түрінде көрсетілген газ тәрізді хлоридтер
10	HF**	HF түрінде көрсетілген газ тәрізді фторидтер
11	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ***	Күкірт қышқылы

\* қайталама мырыш өндіру кезінде бөлінеді;

\*\* кейбір процестерге және/немесе өндірісте қолданылатын реагенттерге тән жеткілікті төмен концентрацияларда бөлінеді;

\*\*\* күкірт қышқылын өндіру қондырғысында құрамында күкірті бар газдарды кәдеге жарату кезінде.

#### 4.5.2. Бастапқы шарттар мен параметрлер

Атмосфералық ауаның жай-күйін зерттеу кезінде метеорологиялық жағдайлар ретінде төмендегілерді ескеру қажет:

- қоршаған орта температурасы;
- салыстырмалы ылғалдылық;
- желдің жылдамдығы мен бағыты;
- атмосфералық қысым;

жалпы ауа райы жағдайы (бұлттылық, жауын-шашынның болуы), сондай-ақ газ-ауа қоспасының технологиялық параметрлері:

көлемдік шығыс, пайдаланылған газдың температурасы (шоғырлануды және массалық шығысты есептеу үшін);

- су буының құрамы;
- статикалық қысым, шығатын газ арнасындағы ағынның жылдамдығы;
- оттегінің мөлшері.

Бұл параметрлерді газ ағынында белгілі бір компоненттердің болуын анықтау кезінде қолдануға болады, мысалы, температура, газдағы оттегі мен тозаңның мөлшері ПХДД/Ф ыдырауын көрсетуі мүмкін. Сарқынды сулардағы рН мәнін металдардың тұндыру тиімділігін анықтау үшін де қолдануға болады.

Шығарылатын ағындардың сапалық және сандық көрсеткіштерін бақылаумен қатар негізгі технологиялық процестердің параметрлері мониторингке жатады, оларға мыналар кіреді:

- тиелетін шикізаттың саны;
- өнімділік;
- жану температурасы (немесе ағын жылдамдығы);
- катализатор температурасы;
- қосылған аспирациялық қондырғылардың саны;

тозаң концентрациясының орнына электрстатикалық шөгінділердің ағу жылдамдығы, кернеуі және шығарылатын тозаң мөлшері;

тазартқыш сұйықтықтың (сүзінді) шығыны мен қысымы және дымқыл скруббер қысымының ауытқуы;

тозаң-газ тазалау жабдығына орнатылатын ағып кету датчиктері (мысалы, қапшық сүзгілердің сүзгіш матасы жыртылып қалған кезде концентрацияның ықтимал асып кетуі).

Жоғарыда келтірілген параметрлерден басқа қондырғы мен түтін газын тазарту жүйесінің тиімді жұмыс істеуі үшін (мысалы, кернеу және электр (электр сүзгілері), қысымның төмендеуі (қапшық сүзгілер), суармалы судың рН (скрубберлер) және газ

құбырларындағы әртүрлі қондырғылардағы ластағыш заттардың концентрациясы (мысалы, тозаң мен газды тазартуға дейін және кейін) сияқты белгілі бір параметрлерді қосымша өлшеу қажет болуы мүмкін.

#### **4.5.3. Кезеңдік мониторинг**

Кезеңдік мониторинг – аспаптық өлшеулердің көмегімен белгілі бір уақыт аралығында жүргізілетін өлшеу (бақылаулар). Сынамаларды іріктеу аралығы өлшеу мақсатына және өлшеу жүргізу қажет болатын өндірістік объектіні пайдалану жағдайларына (қалыпты пайдалану жағдайлары және/немесе қалыптыдан өзгеше пайдалану жағдайлары, егер олар алдын ала белгілі болса) сүйене отырып белгіленеді. Көп жағдайда өлшеу жүргізу жиілігі тұрақты – айына бір рет, тоқсанына бір рет немесе жылына бір/екі рет. Іріктелетін сынамалардың саны анықталатын затқа, сынамаларды іріктеу жағдайларына байланысты әртүрлі болуы мүмкін, алайда тұрақты шығарындының сенімді көрсеткіштерін алу үшін ең жақсы ұсынылатын тәжірибе өлшемдердің бір сериясында қатарынан кемінде үш сынама алу болып табылады.

Сынамаларды іріктеу ұзақтығы мен уақыты, сынамаларды іріктеу нүктелері, анықталатын заттар (ластағыш заттар және жанама параметрлер) сондай-ақ мониторинг мақсаттарын айқындау кезінде бастапқы кезеңде белгіленеді. Сынама алу ұзақтығы сынама алынған уақыт кезеңі ретінде анықталады. Көп жағдайда сынамаларды іріктеу ұзақтығы 30 минутты құрайды, бірақ ластағыш затқа, шығарындылардың қарқындылығына, сондай-ақ сынамаларды іріктеу орындарының орналасу схемасына (жарғылық датчиктердің орындары – автоматтандырылған жүйелерді пайдаланған жағдайда) байланысты 60 минут болуы мүмкін.

Мысалы, тозаңның төмен концентрациясы немесе ПХДД/Ф анықтау қажет болған жағдайда сынама алу үшін көбірек уақыт қажет болуы мүмкін.

Түтін шығарындыларын шығарындылардың репрезентативті мәндерін алу үшін жеткілікті ұзақ уақыт ішінде тиісті бағытталған шығарындылар көздерінде жүйелі кезеңдік өлшеу арқылы өлшеуге болады.

#### **4.5.4. Атмосфералық ауаға шығарындылар мониторингі**

Атмосфералық ауаға шығарындыларды бақылау өндірістік экологиялық бақылаудың, сондай-ақ экологиялық тиімділікті арттыру бағдарламасының ажырамас бөлігі болып табылады. Өндірістік мониторингтің түрлері мен жүргізілуін ұйымдастыру Экология кодексінің 186-бабында регламенттелген.

Шығарындылар мониторингі технологиялық жабдықтың пайдаланылған газдарындағы ластағыш заттардың шоғырлануын (мөлшерін) айқындау үшін мынадай мақсаттармен жүзеге асырылады:

мемлекеттік органдармен белгіленген және келісілген шекті рұқсат етілген шоғырланулар шығарындылары көрсеткіштерінің сақталуы;

өндірістің технологиялық процестерінің ағуын бақылау (шикізат материалдарын, термиялық өңдеумен (күйдіру/балқыту) байланысты процестерді жинау, сақтау және дайындау), белгіленген стандарттарға сәйкес дайын өнімді алуға арналған ілеспе процестер;

тозаң-газ тазалау жабдықтарын пайдалану тиімділігін бақылау;

табиғат пайдалану саласында жедел шешімдер қабылдау және ұзақ мерзімді шешімдер қабылдау үшін болжау.

Атмосфералық ауаға эмиссияларды мониторингтеу үшін пайдаланылатын барлық әдістер мен құралдар тиісті ұлттық нормативтік-құқықтық актілермен белгіленеді және айқындалады.

Шығарындылардың мониторингі тікелей өлшеу әдісімен жүзеге асырылуы мүмкін, оның ішінде:

бақыланатын көздердің шығарындыларындағы ластағыш заттардың шоғырлануын үздіксіз өлшейтін автоматты газ талдағыштарды пайдалануға негізделген аспаптық әдіс (үздіксіз өлшеулер);

аспаптық-зертханалық – бақыланатын көздерден шығатын газдардың сынамаларын іріктеуге, оларды кейіннен химиялық зертханаларда талдауға (кезеңдік өлшеулер) негізделген, сондай-ақ шығарындыларды өлшеу техникалық мүмкін емес немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз болған жағдайларда әдіснамалық деректерді пайдалануға негізделген есептеу әдістерін пайдалана отырып жүргізіледі.

Атмосфералық ауадағы шығарындылардың мониторингі ұйымдастырылған шығарындылар көздері үшін де, ұйымдастырылмаған көздер үшін де жүргізіледі.

Түтін газдарындағы ЛЗ шоғырлануының мониторингі кезеңдік немесе үздіксіз өлшеу нысанында жүзеге асырылады. Кезеңдік өлшеулерді мамандандырылған персонал құбырдағы түтін газдарының сынамаларын қысқа мерзімді іріктеу арқылы жүргізеді. Үздіксіз өлшеу жолымен эмиссиялар мониторингі (автоматтандырылған мониторинг) тікелей түтін құбырында, сондай-ақ Қазақстан Республикасында қолданыстағы сынама алу стандарттарын сақтай отырып, газ құбырында орнатылған өлшеу жабдығымен жүзеге асырылады.

Мырыш пен кадмий өндіру кезінде ластағыш заттар шығарындыларының басым көздері балқыту агрегаттары кешенінен аспирациялық газдар және күкірт қышқылды қондырғылар болып табылады.

Бақыланатын заттардың тізіміне стационарлық көздердің шығарындыларында болатын және оларға қатысты технологиялық нормативтер, рұқсат етілген шекті шығарындылар, бақылаудың пайдаланылатын әдістерін (аспаптық) көрсете отырып, уақытша келісілген шығарындылар белгіленген ластағыш заттар (оның ішінде маркерлік) енгізілуге тиіс.

Ұйымдастырылмаған шығарындыларды бақылауға ерекше назар аудару керек, өйткені олардың көлемін анықтау үлкен еңбек пен уақытты қажет етеді. Тиісті өлшеу әдістері бар, бірақ оларды қолдану арқылы алынған нәтижелердің сенімділік деңгейі төмен және ықтимал көздер санының көбеюіне байланысты ұйымдастырылмаған шығарындыларды бағалау нүктелік көздерден шығарындыларға қарағанда едәуір шығындарды талап етуі мүмкін.

Төменде ұйымдастырылмаған шығарындылардың мөлшерін анықтаудың кейбір әдістері келтірілген:

зат ағыны өлшенетін "эквивалентті беткей" анықтамасына негізделген ұйымдастырылған шығарындыларға ұқсас әдіс;

жабдықтан болатын ысырапты бағалау;

тиеу-түсіру операциялары кезінде сақтауға арналған ыдыстардан шығарындыларды, сондай-ақ қосалқы учаскелердің (тазарту құрылыстарының және т. б.) қызметі нәтижесінде туындайтын шығарындыларды анықтау үшін коэффициенттер көмегімен есептеу әдістерін пайдалану;

оптикалық мониторингке арналған құрылғыларды пайдалану (ластағыш заттар сіңіріп алатын және/немесе шашырататын электромагниттік сәулеленуді пайдалана отырып, кәсіпорынның ық жағынан ағып кету нәтижесінде ластағыш заттардың шоғырлануын іздеп табу және анықтау);

материалдық баланс әдісі (заттың кіріс ағынын, оның жинақталуын, осы заттың шығыс ағынын, сондай-ақ технологиялық процесс барысында оның ыдырауын есепке алу, одан кейін қалдық қоршаған ортаға шығарындылар түрінде түскен болып саналады);

газ-трассерді кәсіпорын аумағындағы әртүрлі таңдалған нүктелерге немесе аймақтарға, сондай-ақ осы учаскелердегі әртүрлі биіктікте орналасқан нүктелерге шығару;

ұқсастық қағидаты бойынша бағалау әдісі (метеорологиялық деректерді ескере отырып, жел жағынан ауа сапасын өлшеу нәтижелеріне сүйене отырып шығарындыларды сандық бағалау);

кәсіпорынның ық жағындағы ластағыш заттардың ылғалды және құрғақ шөгуін бағалау, бұл кейіннен осы шығарындылардың динамикасын бағалауға мүмкіндік береді (бір ай немесе бір жыл).

Барлық учаскелерде бірдей ортақ пайдалану үшін қолданылатын өлшеу әдістері жоқ және өлшеу әдіснамалары әр учаскеде әртүрлі. Экстраполяцияны қиындататын қосалқы өндірістер, көлік және басқа көздер сияқты өнеркәсіптік алаңға жақын жерде басқа көздердің айтарлықтай әсері бар. Демек, алынған нәтижелер салыстырмалы немесе бақыланбайтын шығарындыларды азайту бойынша қабылданған шаралар арқылы қол жеткізілген төмендеуді көрсетуі мүмкін бағдарлар болып табылады.



Іріктеу нүктелері өндірістік гигиена және қауіпсіздік стандарттарына сәйкес келуі керек, жеңіл және тез қолжетімді және тиісті мөлшерде болуы керек.

Алаң көздерінен ұйымдастырылмаған шығарындыларды өлшеу қиынырақ және мұқият жасалған әдістерді қажет етеді, өйткені:

шығарындылардың сипаттамалары метеорологиялық жағдайлармен реттеледі және үлкен ауытқуларға ұшырайды;

шығарындылар көзінің алаңы үлкен болуы мүмкін және дәлсіздікпен анықталуы мүмкін;

өлшенген мәліметтерге қатысты қателер айтарлықтай болуы мүмкін.

Технологиялық жабдықтың тығыз еместігінен атмосфераға түсетін ұйымдастырылмаған шығарындылардың мониторингі ұшпа органикалық қосылыстардың (ҰОҚ) жылыстауларын анықтауға арналған жабдықтың көмегімен жүргізілуі тиіс. Егер жылыстау көлемі аз болса және оларды аспаптық өлшеулермен бағалау мүмкін болмаса, онда ластағыш заттардың концентрациясын жеке өлшеулермен бірге жаппай тепе-теңдік әдісін қолдануға болады.

Ұйымдастырылмаған шығарындыларды бақылаудың сипатталған әдістері халықаралық тәжірибені ескере отырып әзірленді және олар нақты және сенімді нақты көрсеткіштерді бере алмайтын сатыда, бірақ олар белгілі бір уақыт аралығында шығарындылардың болжамды деңгейлерін немесе шығарындылардың ықтимал өсу тенденцияларын көрсетуге мүмкіндік береді. Ұсынылған бір немесе бірнеше әдістерді қолданған жағдайда жергілікті пайдалану тәжірибесін, жергілікті жағдайлар туралы білімді, арнайы орнату конфигурациясын және т.б. ескеру қажет.

Кәсіпорын аумағында және ықпал ету саласы шегінде атмосфералық ауаның жай-күйін мониторингтік бақылау (әсер ету мониторингі) өндірістік экологиялық бақылаудың бекітілген бағдарламасына сәйкес жүргізіледі.

Атмосфералық ауаға эмиссиялар мониторингі үшін пайдаланылатын әдістер мен құралдар тиісті ұлттық нормативтік-құқықтық актілермен белгіленеді.

#### 4.3-кесте. Мониторинг жүргізу бойынша ұсынымдар

Р/с №	Әдіс (жабдық)	Кезеңділігі
1	2	3
1	Процестің тұрақтылығын көрсететін процестің параметрлері – температура, газдың ылғалдылығы, O <sub>2</sub> құрамы, вакуум және ағынның жылдамдығы	Үздіксіз
2	Процестің сындарлы параметрлерін мониторингтеу және тұрақтандыру: шикізаттың біртектілігі, отын, қоспалар беру, артық ауа деңгейі	Үздіксіз

3	Тозаң шығарындылары, SO <sub>2</sub> , CO NO <sub>x</sub> , күйдіру/балқыту пештерінің шығарындылары	Үздіксіз
4	HCl, HF, ҰОҚ шығарындылары	Ауық-ауық (бірақ токсанына кемінде бір рет)
5	ПХДД/ПХДФ, металл шығарындылары	Ауық-ауық (бірақ токсанына кемінде бір рет)

#### 4.5.5. Су объектілеріне төгінділер мониторингі

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 байқау мен бақылаудың бірыңғай жүйесін білдіреді.

Үздіксіз өлшеу әдісі атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындыларын бағалаумен қатар өнеркәсіптік кәсіпорындардың сарқынды суларының параметрлерін анықтау үшін кеңінен қолданылады. Өлшеу тікелей сарқынды су ағынында жүргізіледі.

Үздіксіз өлшеу кезінде әрдайым орнатылатын негізгі параметр сарқынды сулардың көлемдік шығыны болып табылады. Сарқынды су ағынындағы үздіксіз мониторинг процесінде қосымша мынадай параметрлер айқындалуы мүмкін:

- рН және электр өткізгіштік;
- температура;
- лайлылық.

Төгінділерге арналған үздіксіз мониторингті пайдалану мақсатында таңдау мыналарға байланысты:

жергілікті жағдайлардың ерекшеліктерін ескере отырып, сарқынды сулар төгінділерінің қоршаған ортаға күтілетін әсері;

тазартылған су параметрлерінің өзгеруіне жылдам ден қою мүмкіндігі үшін сарқынды суларды тазарту жөніндегі қондырғының өнімділігін мониторингтеу және бақылау қажеттілігі (бұл ретте өлшеулерді жүргізудің ең аз жиілігі тазарту құрылыстарының конструкциясына және сарқынды суларды ағызу көлемдеріне байланысты болуы мүмкін);

- өлшеу жабдығының болуы және сенімділігі және сарқынды суларды ағызу сипаты;
- үздіксіз өлшеуге арналған шығындар (экономикалық орындылығы).

#### 4.5.6. Үздіксіз мониторинг

Шығарындыларды үздіксіз бақылау автоматты өлшеу жүйелері арқылы өлшеуді қамтиды.

Пайдаланылған газдардағы немесе сарқынды сулардағы бірнеше компоненттерді үздіксіз өлшеуге болады. Кейбір жағдайларда нақты концентрациялар үздіксіз немесе келісілген уақыт кезеңдері ішінде (30 минут, күн, тәулік және т.б.) орташа мәндер

түрінде тіркелуі мүмкін. Мұндай жағдайларда 24 сағат ішінде орташа сағаттық және орташа сағаттық мәндерді талдау, сондай-ақ пайыздық деректерді көрсетуді пайдалану алынған рұқсаттардың шарттарына сәйкестікті ұсынудың икемді әдісін ұсына алады, өйткені орташа мәндерді оңай бағалауға болады.

Үздіксіз бақылау қоршаған ортаға айтарлықтай әсер ететін шығарындылар көздері мен компоненттер үшін және/немесе уақыт өте келе шығарындылар саны айтарлықтай өзгертін көздер үшін анықталуы мүмкін. Мысалы, үздіксіз өлшеулер негізгі көздерде жүргізілуі мүмкін, олардың үлесі қондырғының жалпы массалық ағынында сағатына 20 % көп. Егер көздердің шығарындылары ластағыш заттардың жылдық шығарындыларының 10 % аз болса, керісінше жағдай болады.

Егер ластағыш заттардың шығарындылары жаппай ағын көрсеткіштерінің бірінен асып кетсе, (техникалық мүмкіндік болған кезде) тиісті көздерді тиісті заттардың жаппай шоғырлануын үздіксіз айқындауға қабілетті өлшеу аспаптарымен жабдықтау ұсынылады.

Металлургия саласында тозаң құрамында улы компоненттер болуы мүмкін, сондықтан тозаңды үздіксіз бақылау сәйкестікті бағалау үшін ғана емес, сонымен қатар тазарту қондырғыларының істен шығуын бағалау үшін де маңызды.

Абсолютті мәндерді сенімді деп санауға болмайтын жағдайларда да үздіксіз бақылауды қолдану технологиялық процестің немесе тазарту қондырғысының шығарындылары мен бақылау параметрлеріндегі үрдістерді анықтау үшін жүргізілуі мүмкін.

## Эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесі

4.4-кесте. Эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесі

Р/с №	Құрылымдық элемент	Сипаттама
1	2	3
1	Сипаты	Өлшенетін параметрдің физикалық бірлігіне пропорционалды шығыс сигналын қайтаратын және адамның араласуынсыз өлшеу нәтижелерін шығаруға қабілетті зерттелетін материалды өлшеуге арналған жүйе.
		Үздіксіз мониторингі жүзеге асыруға мүмкіндік беретін техникалық және ақпараттық құралдар кешені. Мониторингтің автоматтандырылған жүйесін пайдалану кезінде алынған

2	Техникалық сипаттамасы	ақпарат ҚР қолданыстағы экологиялық заңнамасының талаптарына сәйкес келуі тиіс. Кәсіпорында ЛЗ шығарындыларының негізгі көздерін бақылау кәсіпорынның өндірістік процестеріне сәйкес неғұрлым ықтимал ұйымдастырылмаған шығарындылар орындарында өнеркәсіптік алаң аумағындағы ЛЗ үздіксіз бақылаумен толықтырылуы мүмкін.
3	Қол жеткізілген экологиялық пайда	экологиялық заңнаманы сақтау; атмосфераның ластануына нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу; атмосфераның ластануы туралы ақпараттың қол жетімділігі.
4	Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері	Нақты объектіге байланысты.
5	Кросс-медиа әсерлер	Күтілмейді.
6	Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым	Жалпыға бірдей қолданылады.
7	Экономика	2021 жылы бір жүйенің құны өндіруші мен жүйенің жинақталуына байланысты 70-тен 350 млн теңгеге дейін құбылып тұрды. Пайдалану шығындары жылына 2-ден 30 млн теңгеге дейін өзгеріп отырады. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.
8	Ендірудің қозғаушы күші	Нақты уақыттағы шығарындыларды бақылау.

## Атмосфералық ауа мониторингінің автоматтандырылған жүйесі

4.5-кесте. Атмосфералық ауа мониторингінің автоматтандырылған жүйесі

Р/с №	Құрылымдық элемент	Сипаттама
1	2	3
1	Сипаты	Өлшенетін параметрдің физикалық бірлігіне пропорционалды шығыс сигналын қайтаратын және адамның араласуынсыз өлшеу нәтижелерін шығаруға қабілетті зерттелетін

		материалды өлшеуге арналған жүйе.
2	Техникалық сипаттамасы	Периметр бойынша және/немесе жақын маңдағы елді мекен бағытында кәсіпорындардың әсер ету аймағының шекарасында атмосфераның ластану жағдайына үздіксіз мониторингті жүзеге асыруға мүмкіндік беретін техникалық және ақпараттық құралдар кешені. Үздіксіз мониторингке жататын ластағыш заттар Қазақстан Республикасының қолданыстағы экологиялық заңнамасына сәйкес айқындалады.
3	Қол жеткізілген экологиялық пайда	экологиялық заңнаманы сақтау; атмосфераның ластануына нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу; атмосфераның ластануы туралы ақпараттың қол жетімділігі.
4	Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері	Нақты объектіге байланысты.
5	Кросс-медиа әсерлер	Күтілмейді.
6	Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым	Жалпыға бірдей қолданылады.
7	Экономика	2021 жылы бір жүйенің құны жүйенің өндірушісі мен жинақталуына байланысты 10-нан 200 млн теңгеге дейін құбылып отырды. Пайдалану шығындары жылына 0,3-тен 10 млн теңгеге дейін өзгеріп отырады. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.
8	Ендірудің қозғаушы күші	Нақты уақыттағы шығарындыларды бақылау.

#### 4.6. Жердің/топырақтың ластануын бақылау және қалдықтарды басқару әдістері

Экология кодексіне сәйкес Қазақстан Республикасында қабылданған нормативтік құқықтық актілерге сәйкес өндіріс пен тұтынудың барлық қалдықтары олардың қоршаған ортаға әсерін ескере отырып жиналуы, сақталуы, залалсыздандырылуы, тасымалдануы және көмілуі тиіс.

Табиғи орта компоненттерінің ластануын болғызбау мақсатында қалдықтарды жинақтау және жою халықаралық стандарттарға және Қазақстан Республикасының қолданыстағы нормативтеріне, сондай-ақ ішкі стандарттарға сәйкес жүргізіледі.

Қалдықтармен жұмыс істеу, сондай-ақ жоспарланған жұмыстарды жүргізу кезінде оларды орналастыру өнеркәсіптік алаңда өндірістік қалдықтарды уақытша жинақтау қажет болған кезде (қалдықтарды кейіннен технологиялық процесте пайдалану немесе объектіге орналастыру үшін жіберу сәтіне дейін) пайда болған қалдықтар қоршаған ортаның жай-күйіне және кәсіпорын персоналының денсаулығына зиянды әсер етпейтін жағдайларды қамтамасыз етуге тиіс.

Қалдықтарды басқару жүйесі төмендегілерді білдіреді:

түзілетін қалдықтарды сәйкестендіру;

қалдықтарды одан әрі жою тәсілдерін, сондай-ақ қалдықтардың белгілі бір түрлерін қайталама пайдалануды оңтайландыру мақсатында олардың қауіптілік дәрежесі мен деңгейі бойынша түрлерді мақсатқа сай біріктіруді ескере отырып, олардың пайда болу орындарында қалдықтарды бөлек жинау (сегрегация);

мақсатқа сай жерге шығарғанға дейін қалдықтарды жинау және уақытша сақтау;

таңбаланған герметикалық контейнерлерде сақтау;

арнайы бөлінген және жайластырылған алаңдарда қалдықтарды жинау;

барлық қалдықтардың қозғалысын тіркей отырып, қатаң бақылаумен тасымалдау.

Қалдықтарды контейнерлерде сақтау олардың жылыстауының алдын алуға, олардың қоршаған ортаға әсер ету деңгейін, сондай-ақ қалдықтардың жай-күйіне ауа-райының әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

Мырыш пен кадмий өндірісіне тән қалдықтар мен жанама өнімдер:

балқыту, шахталық балқыту, фьюмингтеу, рафинациялау, электр балқыту процестерінде түзілген құрамында металдары жоғары қатты қалдық өнімдер (бұл өнімдер өнеркәсіптік өнім болып саналады және әдетте технологиялық процестің тиісті кезеңінде қайта өңделеді немесе шикізат ретінде немесе өзге өндірістерге кәдеге жаратуға жіберіледі);

тікелей балқыту пештері сонымен қатар қатты қождың пайда болуының маңызды көзі болып табылады; мұндай қож әдетте жоғары температураға ұшыраған және әдетте шаймалау металдардың аз мөлшерін қамтиды (кейіннен олар белгілі бір сынақтардан кейін құрылыс материалдары ретінде пайдаланылуы мүмкін);

қатты қалдық өнімдер сарқынды суларды өңдеу арқылы да алынады; негізгі ағындар-бұл сарқынды суларды бейтараптандыру қондырғысында пайда болатын гипс қалдықтары ( $\text{CaSO}_4$ ) және металл гидроксидтері (бұл материалдар осы тазарту әдістерінің жанама әсерінің көрінісі ретінде қарастырылады, олардың көпшілігі одан әрі металдарды алу үшін пирометаллургиялық процеске қайтарылады);

газ тазалау кезінде пайда болатын тозаң немесе шлам (басқа металдарды, мысалы, GE, Ga, In және As және басқаларды өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады не мырышты алу мақсатында балқытуға немесе шаймалау цикліне қайтарылады);

құрамында сынап пен селен бар қалдық өнімдер газ тазартқыштан құрамында сынап пен селен бар ағындарды алдын ала өңдеу сатысында түзіледі.

Қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы бақылау жүйесі мынадай негізгі нормаланатын параметрлер мен сипаттамаларды есепке алуға негізделген:

қалдықтардың түзілуіне байланысты технологиялық процестер мен жабдықтар;

қалдықтарды тасымалдау, өңдеу, кәдеге жарату және залалсыздандыру жүйелері;

өнеркәсіптік алаңда орналасқан және/немесе кәсіпорынның қарамағындағы қалдықтарды жинақтау және орналастыру объектілері.

Өндіріс және тұтыну қалдықтарының қоршаған орта құрауыштарына әсері жанама болып табылады және желдің әсерінен қалдықтар құрауыштарын тозаңдату немесе тарату кезінде атмосфералық ауаның және топырақ ресурстарының ластануынан, құрамдас қалдықтардың еріген сулармен және атмосфералық жауын-шашынмен су объектілеріне түсуінен, өндірістік объект орналасқан аумақтың өсімдігінде қалдықтардың құрамына кіретін микроқұрауыштардың жоғары құрамынан көрінеді.

#### **4.7. Технологиялық қалдықтарды басқару**

##### **Сипаты**

Металлургиялық процесс нәтижесінде қалдықтардың пайда болуын азайту әдістерінің жиынтығы.

##### **Техникалық сипаттамасы**

Металдарды балқыту кезінде шығарылатын қож және қож қалдықтары/қабықшаларының мөлшері негізінен шикізаттағы қоспаларға байланысты болады, сондықтан материал неғұрлым таза болса, соғұрлым қатты заттар пайда болады. Кейбір жағдайларда қатты заттардың азаюы шикізатты мұқият таңдау арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін. Мысалы, кейбір мырыш концентраттарында темір аз болуы мүмкін, ал осы концентраттарды қолдануға арналған процестер темір негізіндегі қалдықтардың пайда болуын азайтуы мүмкін. Бұл концентраттардың шектеулі қол жетімділігі және жоғары құны бұл шешімнің кең қолдануға жарамсыз екенін білдіреді. Алдын ала тазартудың экономикалық көрсеткіштері теңгерімді болуы керек. Егер қоспаларды бөлу реагенттерді қосу арқылы жүзеге асырылса, оларды тиімді және үнемді жоюға қол жеткізу үшін қажетті мөлшерде қосуды бақылау нәтижесінде пайда болған қалдық мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді.

Екінші жағынан, дұрыс емес сақтау және өңдеу материалдарда артық ылғалдың жиналуына әкелуі мүмкін.

Пештің жұмысын оңтайландыру арқылы қож қалдықтарын/пленкалардың пайда болуын азайтуға болады, мысалы, балқыманың қызып кетуіне жол бермеу арқылы күйіп кетуді азайтуға болады. Пайдаланудың оңтайлы жағдайларын қамтамасыз ету үшін процестерді бақылаудың заманауи әдістері қолданылады.

Ваннада балқыманың беткі қабатының тотығуын болғызбау үшін жабық пешті пайдалануға болады.

Қорғасын күлін және балқыту процесінде пайда болған көп мөлшерде қожды қайта өңдеуге және қайта пайдалануға болатындығы анықталды.

Өңделген қаптама мен отқа төзімді материалдардың пайда болуын толығымен болғызбау мүмкін емес, бірақ олардың санын азайтуға келесі шараларды қолдану арқылы қол жеткізуге болады:

- кірпіш пештің қаптамасын мұқият салу;
- температураның өзгеруін азайта отырып, пешті үздіксіз пайдалану;
- жұмыс диапазонынан тыс шығатын температураны анықтау үшін жылу техникалық бақылауды жүзеге асыру;
- қаптамадан жылуды шығаруға арналған салқындату блоктарын орнату;
- флюстің қысқа әсер ету уақыты;
- агрессивті флюстерді пайдаланудан бас тарту;
- пештер мен тигельдерді мұқият тазалау;
- пештің қозғалысын (айналуын) азайту;
- процесс үшін ең қолайлы отқа төзімді материалдарды таңдау;
- қажет болған жағдайда жылыту/салқындату жылдамдығын бақылау.

Белгілі бір жағдайларда пайдаланылған қаптама және отқа төзімді материалдар олардың құрамына байланысты қайта пайдаланылуы мүмкін.

Отқа төзімді материалдар бастапқы және қайталама мысты балқыту кезінде құйылатын немесе шығарылатын массаны алу үшін ұсақталғаннан кейін не қождың құрамын реттеу үшін флюс ретінде қайта пайдаланылуы мүмкін. Сонымен қатар құрамында металды ұсақтау және ұнтақтау арқылы материалдан бөлуге болады, ал пайдаланылған төсеніштер мен отқа төзімді материалдар құрылыста немесе отқа төзімді қаптама немесе отқа төзімді цемент өндірісінде қайта пайдаланылуы мүмкін. Құрамындағы металл балқыту зауытына немесе түсті металдарды өндіруге арналған басқа да қондырғыларға қайтарылуы мүмкін.

Шахталық пештен, түрлендіргіштен және анодты пештен жасалған кірпіштерді қайталама мыс өндіретін қондырғыда толығымен қайта өңдеуге болады. Конвертердің кірпіштерінде 1,5 %-ға дейін мыс, ал шахта пешінен 4 %-ға дейін мыс бар. Кірпіш ұсақталады, содан кейін мыс алынады, қалған материал отқа төзімді цемент пен құю машинасының отқа төзімді қаптамасын жасау үшін қолданылады. Ақ кірпіш анод пешінде және шахта пешінде цемент ретінде қайта пайдаланылады, ал қара кірпіш құю шелегін оқшаулау үшін қолданылады. Пештің төсемі ұсақталады, мыс алынады және қайта өңдеуге қайтарылады, ал отқа төзімді бөліктер анодтарды құю кезінде қолданылатын машина үшін құю қалыптарын жасау үшін қолданылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Кәдеге жаратуға жіберілген қалдықтарды қысқарту.



Қалдықтарды қысқарту немесе отқа төзімді цемент өндіру және т.б. үшін бастапқы материалдарды инертті қожбен ауыстыру, сондай-ақ материалдарды қайта пайдалану.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Өндірістік процестер кезінде пайда болатын қалдықтардың мөлшерін азайтудың бірнеше әдістері бар. Маңызды әдістерге мыналар жатады: қож мөлшерін азайту, қождан металдарды алу және қож қалдықтарындағы металдар санын азайту. Мысалы, Финляндиядағы феррохром зауыты қождан феррохромды алу процесінде пайда болатын қалдықтардың мөлшерін азайтуға мүмкіндік берді. Хромды өңделген ұсақ қождан бөлу үшін спиральді бұрамасы бар қондырғы қолданылады. Хром қожға қарағанда ауыр, сондықтан ол спиральдің ортасында жиналады. Алынған хромды балқыту цехында қайта пайдалануға болады, ал қож жаңа толтырғыш ретінде қолданылады. Пайдаланылған толтырғыштар, мысалы, цемент пен асфальт өндіру үшін қолданылады. Бұл әдіс қалдықтарды шамамен 10000 тоннаға азайтуға көмектеседі.

Кросс-медиа әсерлер

Мәлімет жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдістер көзделген мақсатқа сай материалдарды пайдалануға қолданылады. Пайдаланылған отқа төзімді материалдар төменгі сұрыпты отқа төзімді цемент жасау немесе құю шөміштерін қаптау үшін пайдаланылуы мүмкін, ал металлургиялық қожды қажетті сілтілендіргіштікке ие болған жағдайда құрылыста қолдануға болады.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Жүзеге асырудың қозғаушы күші

Кәдеге жарату шығындарын азайту.

#### 4.8. Шу

Шу мен діріл – белгілі бір салада жиі кездесетін проблемалар, олардың көздері барлық салаларда кездеседі.

Өндірістегі шу мен дірілдің негізгі көздері желдету қондырғылары, электр қозғалтқыштары, компрессорлар болып табылады.

Шудың пайда болуы шикізатты дайындаудан бастап дайын өнімді алу, сақтау, түсіру және жөнелту процесіне дейінгі өндірістік процестің барлық кезеңдерімен бірге жүреді. Түсті металлургия кәсіпорындарында шудың пайда болуының негізгі көздері:

шикізат пен материалдарды түсіру және тиеу кезінде пайдаланылатын көлік;

пирометаллургиялық операциялармен және материалдарды ұсақтаумен байланысты өндірістік процестер;

авто және арнайы техника қозғалтқыштары;

трансформаторлар мен түзеткіштер;  
желдеткіштер (желдеткіш камералары);  
компрессорлар;  
сорғы жабдықтары;

оңтайлы өлшемдері жоқ жүйелердегі (конвейерлік таспалар және т. б.) орталарды тасымалдау;

темір жолдарды қоса алғанда, объектінің аумағында және жанында тасымалдау;  
технологиялық жабдықтарды тазалау;  
автоматты дабыл жүйелерін іске қосу және т.б.

Шу мен дірілді бірнеше жолмен өлшеуге болады, бірақ, әдетте, олар әр алаңға тән, бұл ретте дыбыс жиілігін және елді мекендердің орналасқан жерін ескеру қажет.

Қазіргі уақытта шу мен дірілдің алдын-алу және азайту себептері мен тәсілдері туралы кейбір ақпарат бар. Қондырғы ішіндегі операторларға шудың әсері осы құжат шеңберінде қарастырылмайды.

Жаңа қондырғылардың шу шығару және дірілдеу деңгейі төмен. Тиісті техникалық қызмет көрсету жабдықтардың (желдеткіштер, сорғылар) теңгерімсіздігінің алдын алуға көмектеседі. Жабдық арасындағы қосылыстар шудың берілуін болғызбау немесе азайту үшін арнайы түрде құрастырылуы мүмкін. Шуды азайту үшін келесі негізгі әдістер қолданылады:

шудың пайда болу көзіндегі шудың себептерін жою (шу шығаратын қондырғыларды мұқият баптау);

сәулелену бағытын өзгерту - шу көзін қорғау үшін үйінділерді пайдалану;

кәсіпорындар мен цехтерді ұтымды жоспарлау;

дыбыс оқшаулау (жабдық үшін дірілге қарсы тіректер мен қосқыштарды пайдалану)

;

дыбысты сіңіру (шу шығаратын қондырғылар немесе компоненттер үшін дыбысты жұтатын конструкциялардан жасалған корпустарды пайдалану);

жеке және ұжымдық қорғану құралдарын қолдану.

Шумен күресудің ең тиімді әдісі технологиялық және құрылымдық шараларды қолдану, жабдықты дұрыс орнату және пайдалануды ұйымдастыру арқылы оны білім беру көзінде азайту болып табылады. Шу деңгейі төмен механизмдер мен агрегаттарды құруға мүмкіндік беретін құрылымдық және технологиялық шаралар кинематикалық схемаларды жетілдіруді қамтиды. Уақтылы майлау, мұқият реттеу, бұрандалы қосылыстарды тарту, тозған бөліктерді, жарамсыз фланецтер мен резеңке тығыздағыштарды ауыстыру шуды азайтады. Өндірістегі шудың зиянды әсерімен күресуде жұмыстағы мерзімді үзілістерді дұрыс ұйымдастырудың маңызы зор.

Шудың шығу бағытын өзгертуге қондырғылардың жұмыс орындарына қатысты тиісті бағдарымен қол жеткізіледі.

Ұтымды жоспарлау кезінде ең шулы көздер мүмкіндігінше басқа жабдықтардан алыс орналасуы керек. Бұл жағдайда шулы көздер тұрғын үй массивтеріне аз әсер етуі керек. Шуды азайту ұжымдық және жеке қорғаныс құралдарын қолдану арқылы да қол жеткізіледі. Ұжымдық қорғаныс құралдары-бұл жұмыс бөлмелерін акустикалық өңдеу, есіктер мен басқа саңылаулардың тығыздығын жақсарту, бұл бөлмелерден шудың енуін азайтуға мүмкіндік береді.

Кәсіпорындарда шуды азайтудың кеңінен қолданылатын әдістерінің бірі - шу көзі бар бөлмелерде және одан оқшауланған бөлмелерде дыбысты сіңіруге қызмет ететін дыбыс сіңіретін қаптапаларды қолдану.

Шудың әсер ету деңгейін төмендету үшін жоғарыда көрсетілген бір немесе шаралар кешенін қолдануға болады.

Қондырғы ішіндегі операторларға шудың әсері осы құжат шеңберінде қарастырылмайды.

#### **4.9. Иіс**

Түсті металлургияда иістің бірнеше ықтимал көздері бар. Ең маңыздылары металл булар, органикалық майлар мен еріткіштер, қожды салқындату және сарқынды суларды тазарту кезінде пайда болған сульфидтер, гидрометаллургиялық процестерде және сарқынды суларды тазарту кезінде қолданылатын химиялық реагенттер (мысалы, аммиак) және қышқыл газдар. Иістерді дұрыс жобалау, тиісті реагенттерді таңдау және материалдарды дұрыс өңдеу арқылы алдын алуға болады. Мысалы, алюминий қож қалдықтарынан/ пленкалардан аммиактың пайда болуына материалды құрғақ күйде сақтау арқылы жол берілмейді.

Осы тарауда бұрын сипатталған ластануды бақылау әдістері иістердің алдын алуға немесе жоюға ықпал етеді. Тазалықты сақтаудың жалпы қағидаттары және техникалық қызмет көрсетудің жақсы тәжірибесі иістердің алдын-алу мен бақылауда да маңызды рөл атқарады.

Иістерді бақылау қағидаттарының басымдығы:

өткір иісі бар материалдарды пайдалануды болғызбау немесе азайту;

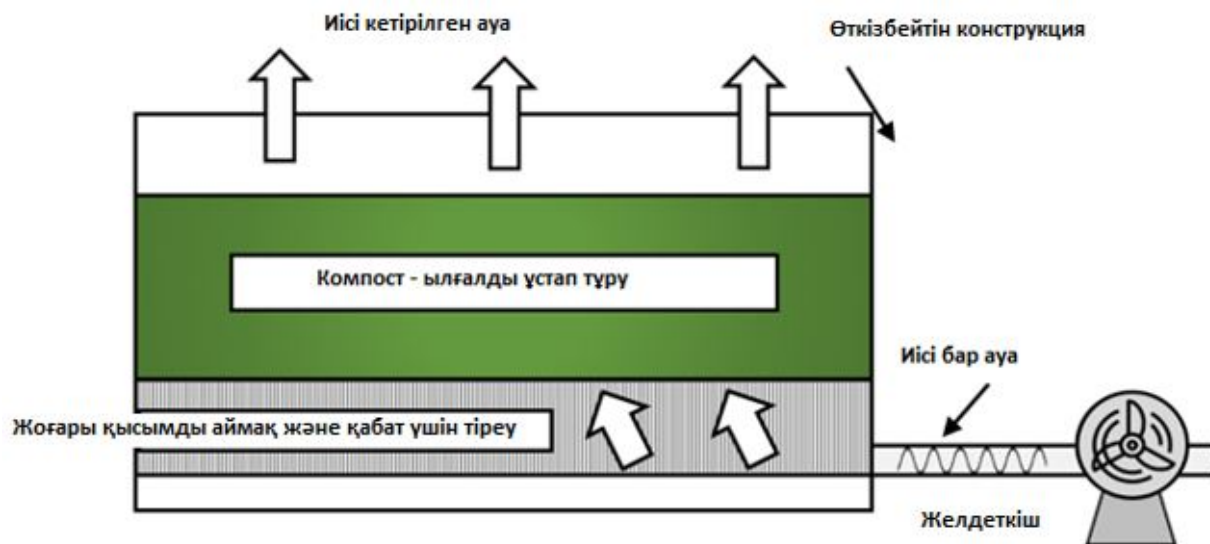
хош иісті материалдар мен газдарды оларды таратқанға және сұйылтқанға дейін ұстау және жою;

мүмкін болса, материалдарды күйдіру немесе сүзу арқылы өңдеу.

Шымтезек немесе оған ұқсас материал сияқты биологиялық ортаны қолайлы биологиялық түрлер үшін субстрат ретінде пайдалану иістерді кетіруде сәтті болды. Өткір иісі бар материалдарды сұйылту кезінде иістерді кетіру өте қиын және қымбат болуы мүмкін. Иісті материалдардың төмен концентрациясы бар газдың өте үлкен көлемін тазарту үшін үлкен технологиялық қондырғы қажет. Қондырғы ішіндегі операторларға шудың әсері осы құжат шеңберінде қарастырылмайды.

Иісті бақылау және онымен күресу үшін пайдаланылатын әдістер мен құралдар тиісті ұлттық бекітілген нормативтік-құқықтық актілермен және стандарттармен белгіленеді.

Биосүзгі схемасы 4.4-суретте көрсетілген.



4.4-сурет. Биосүзгі схемасы

## 5. Ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау кезінде қарастырылатын әдістер

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың осы бөлімінде ЕҚТ анықтау мақсатында қарастыру үшін ұсынылатын нақты қолдану саласына арналған қолданыстағы техниканың сипаттамасы берілген. Техниканы сипаттау кезінде қоршаған орта үшін ЕҚТ ендірудің артықшылықтарын бағалау ескеріледі, ЕҚТ қолданудағы шектеулер туралы деректер, ЕҚТ-ны сипаттайтын экономикалық көрсеткіштер, сондай-ақ ЕҚТ-ны практикалық қолдану үшін маңызы бар өзге де мәліметтер келтіріледі.

Осы бөлімде сипатталған әдістердің негізгі міндеті қоршаған ортаның ластануын кешенді түрде болғызбау мақсатында бір немесе бірнеше техниканы қолдана отырып, шығарындылардың, төгінділердің, қалдықтардың пайда болуының ең төмен көрсеткіштеріне қол жеткізу болып табылады.

### 5.1. Шикізатты қабылдау, тасымалдау және сақтау

#### 5.1.1. Шикізат пен материалдарды сақтау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбауға және/немесе азайтуға арналған техникалық шешімдер

Сипаты

Шикізат пен материалдарды сақтау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбауға арналған әдістер немесе әдістер жиынтығы.

## Техникалық сипаттамасы

Сақтау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу/азайту әдісін таңдау кезінде бөлшектердің мөлшері, уыттылығы, ылғал мөлшері және т.б. сияқты материалдың физика-химиялық қасиеттерін ескеру қажет. Төменде жалпыға бірдей қолданылатын, тиімді, жекелеп те, жиынтықта да қолдануға болатын әдістер (конструктивті және техникалық шешімдер) берілген.

Ашық алаңдарда шикізат материалдарын (кендер, қорғасын концентраттары, флюстер, кокс, жұқа дисперсті материалдар, агломерация процесінің өнімдері, еріткіштер мен қышқылдар, сондай-ақ құрамында суда еритін органикалық қосылыстар бар материалдар) сақтау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайтудың бірінші дәрежелі әдістеріне, бұл көздерді экрандау, қалқалар орнату немесе тозаңның желмен үрленуіне кедергі жасау үшін тік өсімдіктер (табиғи немесе жасанды екпелер) жолақтарын отырғызу жолымен, сондай-ақ тозаңданбайтын материалдар үшін жабындар салу арқылы оқшаулау қажет. Шығарындыларды болғызбау үшін материалдарды, жабық үй-жайларды (қоймаларды), жабық ыдыстарды (бункер, сүрлем) немесе толық автоматтандырылған сақтау жүйелерін сақтау үшін пайдалану тиімді шешім болып табылады. Бұл жағдайда келесі аспектілерді ескеру қажет:

белгіленген стандарттарға сәйкес сақтау орындарын жобалау және салу, уақтылы жөндеу жұмыстарын жүргізу және техникалық қызмет көрсету;

жылыстаудың алдын алу және анықтау, сондай-ақ уақтылы жинау және жою үшін жиналатын материалдарды бақылау және тексеру жүйелерін ескере отырып, сақтау орындарын жобалау;

герметикалық қаптаманы пайдалану;

тозаңсыз, ерімейтін материалдарды сақтау орындарында топырақ жамылғысының ластануын болғызбау үшін өткізбейтін және герметикалық беттер (бетондалған алаңдар) болуы тиіс, сондай-ақ дренаждық суларды жинауға және бұруға арналған жүйемен жабдықталуы тиіс;

кокс сияқты қалпына келтіргіштердің сақтау орындары материалдың өрт қауіпті қасиеттерін ескере отырып жобалануы тиіс (өздігінен тұтану жағдайларының алдын алу үшін осындай учаскелерге тұрақты түрде тексеру жүргізу қажет);

қауіпті материалдарды (қышқылдарды, сілтілерді) сақтау жүйелері су өткізбейтін үймелерге салынуы тиіс, олардың өлшемдері үймелеу шегінде сақтауға арналған ең үлкен резервуарды сыйдыра алуы тиіс;

үйлеспейтін материалдарды бөлек сақтау (мысалы, тотықтырғыштар және органикалық материалдар);

тозаңды басу үшін су бүріккіштерін немесе балама әдістерді қолдану, мысалы, тұман шашыратқыштар, материалды қатты ылғалдамай тозаңды басу үшін су тұманын жасау, базаның бетін тығыздау және жабық айналым циклінде қолдануға болатын артық судың жиналуын қамтамасыз ету қажет. Сусымалы материалдарды, кенді және

тозаңды ылғалдандыру осы материалдардың қозғалысы мен қоймалануының барлық жолдары бойынша тозаңдауды күрт азайтады. Тозаңды басу операциясын жүргізу үшін автоматты стационарлық бүріккіштер мен арнайы автомобильдер қолданылады. Біркелкі ылғалдандыру саңылауларды, су қысымын, бүрку биіктігін орналастырумен және таңдаумен қамтамасыз етеді. Әрбір материалдың өзіндік ылғалдылығы бар, онда тозаң бөлінбейді, тозаң үшін ол 18-20 % тең;

резервуарларды жасау үшін қолданылатын материалдар оларда сақталатын материалдарға төзімді болуы керек, балама әдіс - қос қабырғалы резервуарларды пайдалану;

жылыстауды анықтаудың сенімді жүйелерін және ыдыстардың толып кетуін болғызбау үшін сигналдар берілетін сыйымдылықтарды толтыру деңгейін индикациялауды қолдану;

ең көп тозаң пайда болу көзі ретінде тиеу және қайта тиеу нүктелерінде тозаң/газды ұстауға арналған жабдықты орнату;

сақтау орнын үнемі тазарту.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың бақыланбайтын шығарындыларының алдын алу.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Жабық қоймаларда материалдардың, демек, онда қойылған құнды заттардың жоғалуы минимумға дейін азаяды, бұл оларды салу шығындарын тез өтейді. Интеграцияланған іріктеу жүйелерін пайдалану сақтауға қойылған шикізаттың сапасын анықтауға және бақылауға мүмкіндік береді.

Әдетте қорғасын-мырыш зауыттарында ені 24 – 30 м және орталық теміржол түсіру эстакадасы бар бір қабатты тікбұрышты қоймалар қорғасын (сонымен қатар мырыш) концентраттарын сақтау үшін кеңінен қолданылады. Қойма ұзындығы 18 м бөліктерге бөлінген, әр бөлік белгілі бір материалды сақтауға арналған және сыйымдылығы 950 – 1300 м<sup>3</sup>. Бөлімдердегі жылытылатын табандар қатып қалған концентраттарды қыздыруға мүмкіндік береді.

Қоймалар сондай-ақ контейнерлерде концентратты ерітуге және босатылған контейнерлерді жууға арналған құрылғылармен және жөнелтуге дайындалған бос ыдысты қоюға арналған орындармен жабдықталған.

Концентраттары бар контейнерлерді түсіру, оларды тасу және бос ыдысты теміржол платформаларына тиеу жөніндегі операциялар көпірлі кранның көмегімен орындалады.

Концентраттар қатарларға жиналады және қоймадан грейферлік крандармен беріледі. Кран концентратты шағын қабылдау бункеріне береді, одан таспалы

қоректендіргіштің көмегімен концентрат көлбеу таспалы транспортерге түседі және шихтаны дайындауға жіберіледі.

Қойма үй-жайларының сыйымдылығы оларда зауыт жұмысының 10 – 30 тәулікке шикізат, флюс және басқа да материалдар қоры сақталатындай болуы тиіс.

Интеграцияланған іріктеу жүйелерін пайдалану сақтауға қойылған шикізаттың сапасын анықтауға және бақылауға мүмкіндік береді.

"Umicore" Хобокен компаниясында шикізатқа арналған қоймалар толығымен жабық . Өндірістік алаңдар мен жақын маңда жолдар мен алаңдарды қарқынды жинау жүргізілуде. Қарқынды тозанды басу аймақтары сумен суландырылады, жел барометрі пайдаланылады, оған сәйкес шикізатты өңдеу және ауыстыру шектеледі немесе ауа райы жағдайларына байланысты кейінге қалдырылады [13].

2021 жылдың наурыз айында KGHM (Глогов) металлургиялық зауытында ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу үшін сумен суару жүйелерімен және жабық сүзінді жинау жүйесімен жабдықталған қорғасыны бар материалдар қоймасының құрылысы аяқталды [14].

2020 жылы "ММК" ЖАҚ ашық және жабық темір рудалы шикізат қоймасында тозаң басу жүйесін енгізу ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын 200 тоннаға азайтуға мүмкіндік берді. Аглошихтаны дайындау цехтарында орнатылған тозаңды басу жүйесі екі кезеңнен тұрады: бастапқы тозаңды басу қойма шекарасында тозаңды оқшаулауды қамтамасыз ететін, осылайша материалды түсіру кезінде тозаңды болдырмайтын саптама жүйелерінің арқасында жүреді. Екінші рет тозаңды басу қар генераторларымен жүзеге асырылады. Жүйені пайдалану тиімділігі 70 %-дан асады. Жергілікті тозаңды басу жүйесі көмір дайындау цехында, ең тозаңды нүктелерде қолданылды. Бүгінгі таңда цех тозаңды басатын бес жүйемен жабдықталған, бұл 80 % тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік берді [15].

2021 жылы Орта Орал мыс қорыту зауытының (УГМК металлургиялық кешенінің кәсіпорны) аумағында зияткерлік бақылау жүйесімен автоматты түрде ауаны айдау функциясы бар мыс концентратын сақтауға арналған пневмокаркасты ангар орнатылды . Үрленетін ангарды орнату қажеттілігі мыс балқыту цехында күрделі жөндеу жүргізу кезеңінде концентраттарды қосымша сақтау орындарының қажеттілігімен негізделді [15].

Кросс-медиа эсерлер

Төмендегілер кезінде энергия ресурстарының қосымша көлеміне қажеттілік:  
тозаң-газ тұту желдету жүйелерін пайдалану;

суды бүркүді пайдалана отырып, тозаң басу процесінде ылғалданған шикізат материалын кептіру қажеттілігі.

Материалдарды ылғалдандыруға арналған су шығыны. Жабдыққа қызмет көрсету процесіндегі қосымша қалдықтар.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Жабық қоймаларда материалдардың, демек, онда қойылған құнды заттардың жоғалуы минимумға дейін азаяды, бұл оларды салу шығындарын тез өтейді.

2007 – 2008 жылдары Бельгиядағы "Metallo-Chimique" зауыты тозаңдатқыш материалдарды сақтайтын жабық аймаққа 6,5 миллион еуро инвестициялады. Сақтау аймағы  $8000 \text{ м}^2$  және  $180000 \text{ м}^3$  құрайды және ең жоғары сақтау сыйымдылығы – 20 000 тонна. Қойманың ең жоғары өнімділігі – жылына 50000 тонна.

Гамбургтегі "Aurubis" компаниясында қапшық сүзгіге ( $70000 \text{ Нм}^3/\text{ч}$ ) қосылған қоса орнатылған ұсақтау, елеу және тасымалдау қуаттылықтары бар жабық сақтау аймағына ( $5000 \text{ м}^2$ ) 7,5 миллион евро сомасында қаражат салынды.

Орта Орал мыс балқыту зауытында пневмокаркас ангарын орнату бойынша жобаның құны мен іске асырылуы қарапайым қойманың күрделі құрылысы кезінде қажет етілетіннен 80 %-дан астам төмен болды [16].

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, /ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Қоршаған ортаға эмиссиялардың алдын алу/қысқарту бөлігінде экологиялық заңнаманың талаптары.

Шикізатты үнемдеу – тұтып алынған бөлшектерді өндірістің технологиялық цикліне қайтару.

### **5.1.2. Тасымалдау, тиеу-түсіру операциялары кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбауға және/немесе азайтуға арналған техникалық шешімдер**

Сипаты

Шикізат материалын тасымалдау, тиеу-түсіру операциялары кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбауға арналған әдістер немесе әдістер жиынтығы.

Техникалық сипаттамасы

Тиеу және түсіру операциялары барысында ұйымдастырылмаған тозаңның шығарылуын болғызбау үшін мұндай қоймаларды бір және одан да көп қапшық сүзгімен жабдықтайды. Ұйымдастырылмаған тозаңның қатарларының шығарындыларын азайтуға тиеу және түсіру учаскелерінде тиісті ылғалдандыру арқылы және тиісті биіктікте орналасқан конвейерлерді пайдалану арқылы қол жеткізуге болады. Егер ұйымдастырылмаған тозаңның шығарылуын болғызбау мүмкін болмаса, олардың деңгейін түсіру биіктігін және сақталған материалдың биіктігін таңдау арқылы азайтуға болады. Бұл операциялар автоматты режимде немесе түсіру жылдамдығын төмендету арқылы жүзеге асырылады.



Шикізат материалын, аралық өнімдер мен дайын өнімді тасымалдау/орнын ауыстыру кезінде технологиялық үй-жайлардың ішінде және одан тыс жерлерде қоршаған ортаның ластануын болғызбау жөнінде қолданылатын шараларға мыналарды жатқызуға болады:

желдетудің және ауаны тазартудың бапталған жүйесі бар вакуумдық жүйелерді пайдалану;

тозаң тұту мен тазалаудың тиімді жүйелері, тозаңданатын концентраттарды, флюстерді, қойыртпақтарды, өнеркәсіп өнімдерін түсіру, қайта тиеу, тасымалдау және өңдеу орындарынан тозаң шығарындыларын болғызбау үшін сенімді сору және сүзу жабдығы бар ұсақ және тозаңданатын материалдарды тасымалдау үшін пневматикалық жүйелерді немесе жабық конвейерлерді пайдалану;

ықтимал жылыстауларды уақтылы анықтау және олардың салдарын жою үшін қайта тиеу конвейерлері мен құбыржолдарын жер бетінен жоғары қауіпсіз, ашық учаскелерде орналастыру;

төгілген материалды жинау мүмкіндігі үшін түсіру алаңдарын үйіп бекітілген жерлердің шегінде орналастыру;

жабынсыз таспалы конвейерлердің қозғалыс жылдамдығын реттеу (<3,5 м/с);

тозаңдатпайтын қатты материалдарға арналған конвейерлерді қалқаның астына орналастыру;

конвейерлік таспалардан құлау биіктігін реттеу (азайту);

тозаңданатын материалдарды жеткізу немесе өңдеу үшін пайдаланылатын көлік құралдарын тазалау (шанағын, дөңгелектерін жуу);

материалдарды өңдеу орындарында ылғалдандыру, сондай-ақ көлік қозғалысы аймағынан жиналған тозаңды кетіру үшін суды тозаңдату;

жасанды және табиғи (жаңбыр суы) түсті металдарды алу үшін тозаң-тозаңды жуатын сарқынды сулар жиналып, төгілмес бұрын өңделуі керек;

процестер арасындағы материалдық ағындарды азайту;

тасымалдаудың ең қысқа бағыттарын пайдалану.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың бақыланбайтын шығарындыларының алдын алу.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Материалдардың сынамалары мен талдауларын іріктеу жүйелерін шикізат материалдарын өңдеу және тасымалдау жүйесіне олардың сапасын анықтау және өңдеу бойынша одан әрі операцияларды дайындау үшін біріктіру.

2019 жылы "KGNM" (Польша) зауытында концентраттар мен ұсақ түйіршікті материалдарды тасымалдау және өңдеу үшін пневматикалық көлік жүйелерін пайдалана отырып, концентраттар мен орташа қойманың таспалы конвейерлерінің керме станцияларын герметизациялау бойынша жұмыстар жүргізілді [15].

## 5.1-кесте. Механикалық конвейерлер мен пневмокөліктің әрқилы типтері

P/c №	Транспортердің атауы	Кеңістікте бағдарлануы	Экологиялығы	Өнімділігі 50 т/сағ болғанда энергия тұтынуы	Сенімділігі
1	2	3	4	5	6
1	Таспалы конвейер	Көлденең және көлбеу бағыт. Ең жоғары бұрыш 25 ° дейін. Жүктеу аймағының еркін саны. Иілгіш емес	Жұмыс кезіндегі тозаң. Ашық тасымалдау	15 кВт дейін	Таспаның қызмет ету мерзімі материалға және жұмыс режиміне байланысты 3-6 ай.
2	Пластиналы конвейер	Көлденең және көлбеу бағыты 45 ° дейін	Жұмыс кезіндегі тозаң. Ашық тасымалдау	20 кВт дейін	Көлік элементтерінің қызмет ету мерзімі бірнеше жыл.
3	Шөмішті конвейер	Тік 40 м дейін немесе көлбеу ( көлденеңінен 60 -82 °) қозғалыс. Түсіру/жүктеу аймақтарының шектеулі саны	Тасымалдау және тиеу операциялары кезінде тозаңдану	33 кВт бастап	Тартым органының қызмет ету мерзімі белдіктің немесе шынжырдың пайдалану режиміне байланысты бірнеше айдан бірнеше жылға дейін.
4	Бұрандалы конвейер	Көлденең немесе тік қозғалыс. Жүктеу/түсіру аймақтарының ерікті саны. Иілгіш емес.	Тозаң өткізбейді	22-30 кВт	Тасымалданатын бұранда органының қызмет ету мерзімі бірнеше ай. Қатты элементтердің материалға түсіп кетуі конвейердің істен шығуына әкелуі мүмкін.
5		Көлденең немесе тік қозғалыс. Ұзын тасымалдау учаскелерін бір тасымалдау	Аспирация жүйесінің		Абразивтік материалдармен жұмыс істеу кезінде трассаның

	Пневмотранспорт	жүйесіне қосу мүмкіндігі. Түсіру аймағының ерікті саны.	міндетті түрде болуы.	Қуаттылығы 55 кВт дейін.	радиустық учаскелерінде қазба пайда болады.
6	Құбырлы тізбекті конвейер	Көлденең (50 м дейін), тік (30 м дейін) және аралас тасымалдау болуы мүмкін. Ұзын тасымалдау учаскелерін бір тасымалдау жүйесіне қосу мүмкіндігі. Жүктеу/түсіру аймақтарының еркін саны.	Барлық учаскелерде тозаң өткізбейді	Қуаттылығы 11 кВт дейін	Пайдалану қарқындылығына байланысты тізбектің тарту органының қызмет ету мерзімі бір жылдан бірнеше жылға дейін
7	Құбырлы таспалы конвейер	Қосымша бос алаңдар мен қайта тиеу станцияларын орнатуды талап етпей, трасса бойынша көлденең және тік қисық сызықты иілістерді орындауды көздейді	Ауыстырылатын жүктемені желден және жауын-шашыннан қорғайды, сонымен қатар тозаңның алдын алады	Жабдықтың өнімділігі мен өлшемдері қажеттіліктерге байланысты таңдалады	Қызмет ету мерзімі тасымалдау үшін пайдаланылатын материалдардың сипаттамасымен айқындалады.

### Кросс-медиа әсерлер

Төмендегілер барысында энергия ресурстарының қосымша көлеміне қажеттілік: тозаң-газ тұту желдету жүйелерін пайдалану;

суды бүркүді пайдалана отырып, тозаң басу процесінде ылғалданған шикізат материалын кептіру қажеттілігі.

Материалдарды ылғалдандыруға арналған су шығыны. Жабдыққа қызмет көрсету процесіндегі қосымша қалдықтар.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Әрбір жеке жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болады.

Ендірудің қозғаушы күші

Қоршаған ортаға эмиссиялардың алдын алу/қысқарту бөлігінде экологиялық заңнаманың талаптары. Шикізатты үнемдеу-ұсталған бөлшектерді өндірістің технологиялық цикліне қайтару.

### **5.1.3. Тозаң шығарындыларын болғызбауға және/немесе азайтуға арналған техникалық шешімдер**

#### **5.1.3.1. Циклондар**

Сипаты

Ортадан тепкіш күштерді пайдалануға негізделген технологиялық пайдаланылған газдан немесе пайдаланылған газ ағынынан тозаңды кетіруге арналған жабдық.

Техникалық сипаттамасы

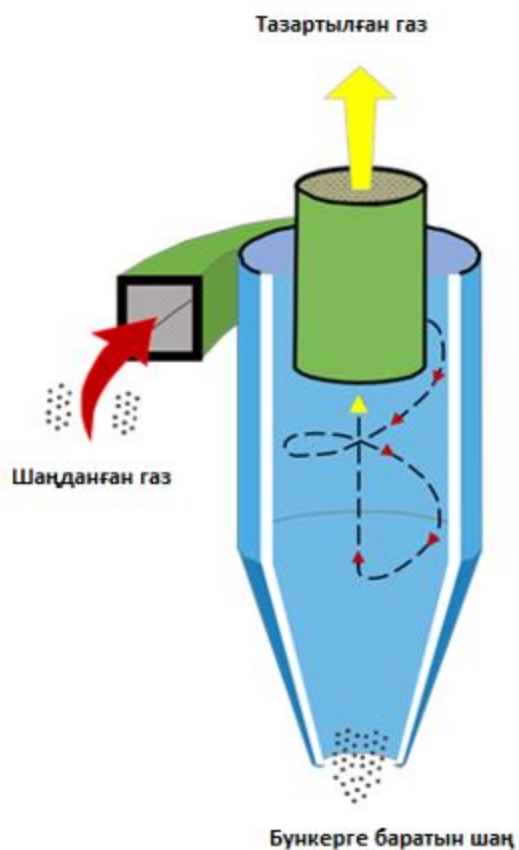
Циклондар дайындық, пирометаллургиялық процестерден (шикізатты алдын ала қайтару, балқыту/күйдіру, агломерация және т. б.) бөлінетін газдарды құрғақ тазартуға, сондай-ақ аспирациялық ауаны тазартуға арналған. Пайдаланылған газ ағынынан бөлшектерді жою үшін инерция қолданылады. Жұмыс қағидаты ортадан тепкіш күштердің циклон денесінің ішіндегі қос құйынды ваннаны құруға негізделген. Кіріс газ циклон түтікшесінің ішкі беткейімен қатарлас циклонмен төмен қарай айналма қозғалыс жасайды. Төменгі жағында газ бұрылады және түтіктің ортасына қарай айналады және циклонның жоғарғы жағынан шығады. Айналмалы газдың центрифугалық күшінің әсерінен газ ағынындағы бөлшектер циклон қабырғаларына қарай итеріледі, бірақ циклон арқылы және одан өтетін газдың сұйық қарсыласу күшіне қарсы тұрады. Ірі бөлшектер циклон іргесіне жетіп, төменгі бункерге жиналады, ал ұсақ бөлшектер циклоннан пайдаланылған газбен бірге шығады және оларды қапшық сүзгілер, скрубберлер сияқты басқа тазарту әдістерімен алып тастауға болады.

Ылғал циклондар – бөлшектердің салмағын ауырлату үшін пайдаланылған газ ағынына су шашатын, сондықтан ұсақ тозаң бөлшектерін кетіретін жоғары тиімді құрылғылар.

Тозаң-газ ағындарының ауқымды көлемін тазарту үшін жалпы тозаң бункерімен біріктірілген және газ ағынын бұрауға арналған арнайы құрылғылары бар циклон элементтерінің көп мөлшерінен тұратын батарея циклондары (мультициклондар) қолданылады. Тазарту үшін газ беру тангенциалды немесе осьтік түрде жүреді, содан кейін газ қалақшалармен айналады. Мультициклонның циклондық элементтері арасындағы дұрыс газ тарату өте маңызды фактор болып табылады, өйткені біркелкі емес газ тарату кезінде газдың реверсі болуы немесе газ ластануы мүмкін. Мультициклондардың тиімділігі бөлшектердің мөлшеріне байланысты және 99 %-дан асады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға қатты бөлшектердің шығарындыларын азайту. Тазалаудың келесі кезеңдерінің алдында ластағыш заттардың жүктемесін азайту (егер қолданылса). Циклондар мөлшері 5-25 мкм (мультициклондар қолданылғанда 5 мкм) қатты бөлшектерді тұтып қалу үшін қолданылады. Тиімділік бөлшектердің мөлшері мен циклон құрылымына байланысты 60-99 % аралығында болады.



### 5.1-сурет. Циклон конструкциясы

#### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Тозанды тұтып қалу дәрежесі көбінесе бөлшектердің мөлшеріне және циклонның дизайнына байланысты болады және ластағыш заттың жүктемесі өскен сайын артады: стандартты жеке циклондар үшін бұл мән шамамен 70 – 90 %-ға тең, тоқтатылған бөлшектердің жалпы саны үшін, 30 – 90 %.

Циклондарды пайдаланудың негізгі шарттары:

1) циклонның конустық бөлігінде тозаң жиналмауын қамтамасыз ету қажет. Оны циклон астында жинау үшін арнайы бункер қарастырылған;

2) циклонның төменгі бөлігінде ауа соруға жол берілмейді. Тозаң жинауға арналған бункер герметикалық болуы тиіс. Бункерден тозаңды түсіру клапандар кезек-кезек жұмыс істейтіндей етіп реттелген қос жапқыш-жыпылықтағыш келте құбыр арқылы жүзеге асырылады;

3) циклондардың стандартты конструкциялары газ температурасы  $400^{\circ}\text{C}$  жоғары емес және қысымы (сиретілуі)  $2,5\text{ кПа}$  артық емес кезде жұмыс істей алады;

4) жоғары температуралы газбен жұмыс істеу кезінде циклондар отқа төзімді плиткалармен қапталған, ал түтіндік ыстыққа төзімді болаттан немесе керамикадан жасалған. Төмен сыртқы температурада циклон қабырғасының ең төмен температурасы шық нүктесінің температурасынан кем дегенде  $20 - 25^{\circ}\text{C}$  асып кетуі керек. Бұл жағдайды қамтамасыз ету үшін циклондардың қабырғалары кейбір жағдайларда сыртынан жылу оқшаулауымен жабылған;

5) диаметрі  $800\text{ мм}$  және одан жоғары циклондардағы жабыспайтын тозандар үшін бастапқы концентрация  $400\text{ г/м}^3$  дейін рұқсат етіледі. Бір-біріне жабысатын тозаң мен циклондар үшін тозаң концентрациясы  $2 - 4$  есе төмен болуы керек;

6) циклон тұрақты газ жүктемесімен жұмыс істеуі керек. Шығынның елеулі ауытқуы кезінде жекелеген элементтерді ажырату мүмкіндігі бар циклондар топтары орнатылуы тиіс;

7) желдеткіштердің алдында циклондарды тазартылған газбен жұмыс істеу және абразивтік тозуға ұшырамау үшін орнату ұсынылады.

Циклондар жоғары ауа жылдамдығында, кіші диаметрлерде және цилиндрдің ұзындығында тиімді. Циклондағы ауа жылдамдығы  $10\text{ м/с}$ -тан  $20\text{ м/с}$ -қа дейін, ал орташа жылдамдығы  $16\text{ м/с}$ -қа жуық. Жылдамдық мәнінің ауытқуы (жылдамдықтың төмендеуі) тазалау тиімділігінің күрт төмендеуіне әкеледі.

Тұтып алу тиімділігін мыналарды арттыру арқылы ұлғайтуға болады:

бөлшектердің мөлшері және/немесе тығыздығы;

кіріс арнасындағы жылдамдықтар;

циклон корпусының ұзындығы;

циклондағы газ айналымдарының саны;

циклон корпусының диаметрінің шығу саңылауының диаметріне қатынасы;

циклонның ішкі қабырғасының тегістігі.

Тиімділігі мынадай кезде төмендейді:

газдың тұтқырлығының артуы;

циклон камерасы диаметрінің ұлғаюы;

газ тығыздығының артуы;

газ кірісіндегі арна мөлшерінің ұлғаюы;

тозаң шығатын саңылаудан ауаның ысырап болуы.

Циклондарға техникалық қызмет көрсетуге қойылатын талаптар жоғары емес, циклонды эрозия немесе коррозия тұрғысынан тексеру үшін оңай қол жеткізу қамтамасыз етілуі тиіс. Циклондағы қысымның төмендеуі үнемі бақыланады, ал тозаң жинау жүйесі бітелулерге тексеріледі.

5.2-кестеде "Қазмырыш" ЖШС ӨТМК зауытында пайдаланылатын циклондарды пайдалана отырып, тозаң-газ ағындарын тазартудың кейбір көрсеткіштері ұсынылған.

5.2-кесте. Циклондар пайдаланылған кезде тазарту тиімділігі

Р/с №	Процесс/тозаң көзі	Қолданылатын жабдық	Саны, дана	Тазартуға дейінгі концентрация, г/Нм <sup>3</sup>	Тазартудан кейінгі концентрация, г/Нм <sup>3</sup>	Тиімділік, %
1	2	3	4	5	6	7
1	Шахта материалдарын дайындау және тасымалдау	ЦН-15	6	1,29	0,36	70,4
2	Айналым агломератын тасымалдау және жөнелту	ЦН-15	8	0,762	0,265	62,1
3	Агломерациялық машинаның газдарын тазарту	ЦН-24	2	14,8	9,4	36
4	Шахта пешінің технологиялық газдарын тазарту	ЦН-24	2	12,45	8,3	30,7
5	Электротермиялық пештен газдарды тазарту	б/н	6	12,5	4,28	55,4

### Мониторинг

Циклонның өнімділік деңгейін ультракүлгін, бета сәулелеріне негізделген изокинетикалық зондты немесе өлшеу құралын қолдана отырып, кіріс және шығыс газ ағынындағы қатты бөлшектердің концентрациясын бақылау арқылы анықтауға болады.

### Кросс-медиа әсерлер

Егер қайта пайдалану/қайта өңдеу мүмкін болмас, тозаң қалдықтарын қайта пайдалану қажеттігі. Қосымша энергия шығыны 0,25 – 1,5 кВт ч/1000 Нм<sup>3</sup>. Циклондардың жұмысы жабдықты қоршау арқылы жойылуы керек шу көзі болып табылады.

### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Циклондар РМ<sub>10</sub> өлшемді қатты заттарды кетіру үшін қолданылады. Шағын өлшемді (РМ<sub>2,5</sub>) бөлшектерді жою үшін жоғары тиімді мультициклондар қолданылады.

Көп жағдайда циклондар тиімді жүйелер үшін алдын ала тазартқыш ретінде қолданылады, мысалы, сөмке сүзгілері (5.1.3.2 бөлімін қараңыз) және электростатикалық сүзгілер (5.1.3.3 бөлімін қараңыз), әдетте ауаның ластану нормаларына сәйкес келмейтін тиімділіктің төмен деңгейіне байланысты. Шикізатты алдын ала дайындау кезінде ұсақтау, ұнтақтау операцияларынан кейін, сондай-ақ бүріккіш кептіру процестерінен кейін кеңінен қолданылады.

Пайдаланудың артықшылықтары:

шикізатты рекуперациялау (ұсталған тозаң бөлшектерін технологиялық процеске қайтару);

қозғалмалы бөліктердің болмауы, сондықтан техникалық қызмет көрсетудің төмен талаптары;

техникалық қызмет көрсету қажеттілігі төмен;

инвестициялық төмен шығындар;

ылғалды циклондарды пайдаланудан басқа, құрғақ жинау және жою;

орналастыру алаңына салыстырмалы түрде аз талап қойылады.

Қолданылуы төмендегілермен шектелуі мүмкін:

ұсақ бөлшектер үшін салыстырмалы түрде тазарту тиімділігі төмен;

салыстырмалы түрде қысымның түсіп кетуі жоғары;

тазартылатын газдардың құрамында желімді немесе жабысқақ материалдардың болуы;

жабдық жұмысының шуылы қатты.

Экономика

Қатты бөлшектердің төмен концентрациясы бар қалдық газдарды тазарту үшін қолданылатын жалғыз құрылымдар жоғары концентрациядағы қалдық газдың ағынын тазарту үшін үлкен қондырғыға қарағанда қымбатырақ болады (тұтыну бірлігі мен тазартылған ластағыш заттың мөлшері).

Осылайша, өткізу қабілеті 1800 – 43000 Нм<sup>3</sup>/сағ және 2,3 және 230 г/Нм<sup>3</sup> аралығындағы қалдық тозаңдығы бір ағынды циклон үшін ұстау тиімділігі 90 % құрайды. Өткізу қабілеті 36000 Нм<sup>3</sup>/сағ және 180000 Нм<sup>3</sup>/сағ шегіндегі мультициклон үшін қалдық тозаң мен тиімділік көрсеткіштері бір циклонға ұқсас болады.

Ендірудің қозғаушы күші

Регенерация (шикізат ретінде қайта пайдалану) мүмкіндігімен қатты бөлшектердің шығарындыларын азайту осы технологияны ендірудің негізгі қозғаушы күші болып табылады.

### 5.1.3.2. Қапшық сүзгілер

Сипаты





	с е шикіз ат			еткен де	ету кезін де	қышқ ылда р		затта р						кезін де	кезін де
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Целлюлоза	Мақта	1520	65-85	90-95	ОП	Х	У	ОХ	Иә	360-530	7-8	У	7-8,5	24-27
2	Протеиндер	Жүн	1320	95-100	120	У	ОП	У	Х	Иә	130-200	30-40	У	13-15	21,9
3 4	Полиамид	Капрон	1140	80-90	120	ОП	ох	У	Х	Иә	450-600	18-32	ОХ	3,5-4,5	7-8,5
		Номекс	1380	220	260	У	ох	Х	Х	Жоқ	400-800	14-17	ОХ	-	-
5	Полиэфир	Лавсан	1380	130	160	Х	У-П	Х	Х	Иә	450-700	15-25	ОХ	0,4	0,5
6	Полиакрилонетрил	Нитрон	1170	120	150	Х-У	У	Х	-	Иә	300-470	15-17	У	0,9-2	4,5-5
7	Полиолефин	Полипропилен	920	85-95	120	ОХ	ОХ	Х	Х	Иә	440-860	22-25	ОХ	0	0
8	Поливинилхлорид	Хлорин, ацетохлорин, ПВХ	1380 – 1470	65-70	80-90	ОХ	ОХ	ОХ	У-Х	Жоқ	180-230	15-30	ОП-П	0,17-0,3	0,7-0,9
9	Политетрафатрэтилэн	Фторопласт, олифен	2300	220	270	ОХ	ОХ	ОХ	ОХ	Жоқ	350-400	50	У-П	0	0
10	Полиоксидиазол	Оксалон	-	250	270	Х	-	-	-	-	-	-	Х	-	-
11	Алюмооборосиликатное стекло	Шынбалшық	2540	240	315	Х	У-П	ОХ	ОХ	Жоқ	1600-3000	3-4	ОП	0,3	-
12		Керамикалық талшық	-	760	1204	ОХ	Х	ОХ	ОХ	Жоқ	-	-	-	-	-

Сүзгі материалдарының әртүрлі түрлерін қолданатын қапшық сүзгілерінің бірнеше конструкциясы бар. Мембраналық сүзу технологиясын қолдану (беттік сүзу) қызмет ету мерзімінің қосымша ұлғаюына, температураның жоғарылауына (260 °С-қа дейін) және техникалық қызмет көрсетудің салыстырмалы түрде төмен шығындарына әкеледі. Мембраналық қапшық сүзгілер негізгі материалға қоса орнатылған кеңейтілген ПТФЭ ультра жұқа мембранадан тұрады. Пайдаланылған газ ағынындағы бөлшектер қапшықтың беткейіне сүзіледі. Бөлшектер қапшықтың ішкі бөлігінде тұнба қалыптастырмай немесе қапшықтың матасына өтіп кетпей, мембранадан серпіледі де, көлемі бойынша аз тұнба құрайды.

Тефлон/шыны талшық сияқты синтетикалық сүзгіш мата ұзақ қолдану мерзімін қамтамасыз ете отырып, қапшық сүзгілерді көптеген кең спектрлі процестерге пайдалануға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы сүзгіш материалдың жоғары температурадағы немесе абразивтілік жағдайындағы тиімділігі аса жоғары және мата өндірушілер нақты қолдану саласы үшін материалды анықтауға көмек көрсете алады. Тозаңның тиісті түріне қолайлы конструкцияны қолданған кезде, ерекше жағдайларда тозаң шығарындыларының өте төмен деңгейі қамтамасыз етілуі мүмкін. Жоғары тиімділігі және қолданылу мерзімінің ұзақтығы қазіргі заманғы қапшық сүзгілерге жұмсалған шығынды өтейді. Тозаң шығарындыларының төмен деңгейіне қол жеткізу өте маңызды, өйткені тозаңда едәуір мөлшерде металл болуы мүмкін. Тазартылмаған газдардың атмосфераға жылыстауына жол бермеу үшін тарату коллекторларының деформациясының әсерін және түтіктердің дұрыс герметикалануын ескеру қажет.

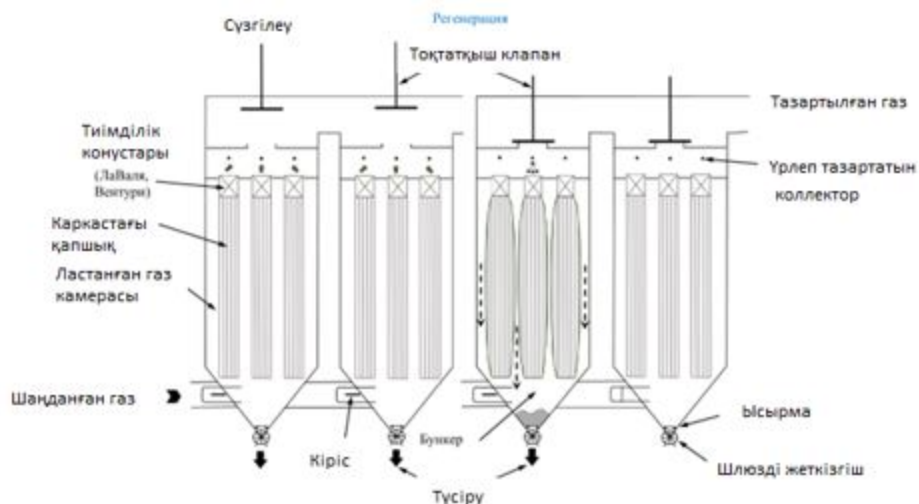
Белгілі бір жағдайларда сүзгілердің бітеліп қалуына (мысалы, жабысқақ тозаң болған жағдайда немесе ауа ағындарында конденсация температурасында пайдаланған кезде) және отқа төзімсіздігіне байланысты олар барлық қолдану мақсаттары үшін жарамайды. Сүзгілерді қолданыстағы қапшық сүзгілермен бірге қолдануға болады және оларды жаңартуға болады. Атап айтқанда, қапшықты тығыздау жүйесі жыл сайынғы техникалық қызмет көрсету кезінде жетілдірілуі мүмкін, ал қапшық сүзгілерді стандартты ауыстыру кестелеріне сәйкес заманауи материалдармен алмастыруға болады, бұл болашақ шығындарды да төмендетуі мүмкін.

Қолданылатын сүзгілердің ең көп таралған түрі – қапшық түріндегі қапшық сүзгілер, бұл ретте бірнеше бөлек мата сүзгі элементтері бір топқа орналастырылады. Сүзгіде пайда болған тозаң кегі жинау тиімділігін едәуір жақсартып алады. Қапшық сүзгілер парақшалар немесе картридждер түрінде де болуы мүмкін.

Сүзгі бірнеше секциялардан тұрады, олардың бір бөлігі тазартылған газды сүзу режимінде, ал бір бөлігі регенерация режимінде жұмыс істейді, яғни қапшықта жиналған тозаңды кетіреді. Тазалау режимінде тозаңды газ қапшықтың тесіктері арқылы сүзіледі және тозаң қапшықтың ішкі бетіне жиналады. Уақыт өте келе, тозаң

қабаты жиналған қапшықтың гидравликалық кедергісі артып, тұндыру тиімділігі артады. Бұл ретте сүзгінің газ бойынша өткізу қабілеті айтарлықтай төмендейді және секцияны механикалық (сілкілеу, бұрау) және (немесе) аэродинамикалық (сығылған ауамен импульсті үрлеу) тәсілдермен тозаңнан тазарту үшін регенерациялау үшін тоқтатады. Өңделетін газ ағынын қапшықтың ішінен сыртқа немесе қапшықтың сыртынан ішке бағыттауға болады.

5.2-суретте қапшық сүзгінің көмегімен газ тазарту схемасы (қағидаты) ұсынылған.



5.2-сурет. Қапшық сүзгінің жұмыс істеу қағидаты

Салыстырмалы түрде үлкен бөлшектердің келіп түсетін мөлшері болған жағдайда қапшық сүзгінің жүктемесін азайту үшін, әсіресе кірістегі бөлшектердің жоғары концентрациясы кезінде, қосымша алдын ала тазарту үшін механикалық коллекторларды (циклондар, электростатикалық сүзгілер және т.б.) пайдалануға болады.

### Мониторинг

Сүзгінің дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін мына функциялардың біреуін немесе бірнешеуін қолдану керек:

сүзгі материалын таңдауға және бекіту және тығыздау жүйесінің сенімділігіне ерекше назар аударылады. Тиісті техникалық қызмет көрсетуді жүргізу керек. Қазіргі заманғы сүзгі материалдары әдетте берік және ұзақ қызмет етеді. Көп жағдайда заманауи материалдарға жұмсалған қосымша шығындар ұзақ қызмет ету мерзімімен өтеледі;

жұмыс температурасы газдың конденсация нүктесінен жоғары. Ыстыққа төзімді қапшықтар мен бекітпелер жоғары жұмыс температурасында қолданылады;

сүзгінің зақымдалуын анықтау үшін оптикалық немесе трибоэлектрлік құрылғыларды ұстау және пайдалану арқылы тозаң құрамын үздіксіз бақылау. Қажет

болса, құрылғы тозған немесе зақымдалған қапшықтары бар жеке бөлімдерді анықтау үшін сүзгіні тазарту жүйесімен өзара әрекеттесуі керек;

қажет болса, газды салқындату және ұшқынмен сөндіруді қолдану. Циклондар ұшқынмен сөндіруге қолайлы құрылғылар болып саналады. Қазіргі заманғы сүзгілердің көпшілігі бірнеше бөлімдерде орналасқан, сондықтан қажет болған жағдайда зақымдалған бөліктерді оқшаулауға болады;

өртті анықтау үшін температура мен ұшқындау мониторингін қолдануға болады. Тұтану қаупі туындаған жағдайда инертті газдар жүйесі көзделуі немесе шығатын газға инертті материалдар (мысалы, кальций гидрототығы) қосылуы мүмкін. Матаның есептелген шектен тыс тым қызып кетуі улы газ тәрізді шығарындыларды тудыруы мүмкін;

тазалау тетігін бақылау үшін қысымның төмендеуін бақылау қажет.

#### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Мөлшері 2,5 мкм дейін қатты бөлшектерді жою. Қапшық сүзгілері бар тозаңтұтқыш камерадан кейін орналасқан және қосымша материалдарды енгізетін жүйемен, оның ішінде адсорбциямен және құрғақ әк үрлеумен/натрий бикарбонатымен байланысты жүйелермен үйлестірген жағдайда ғана белгілі бір газ тәрізді ластағыш заттарды жоюға болады.

#### **Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері**

Өнімділік қолданылатын тазалау жабдығының түріне байланысты және 99 – 99,9 % аралығында болуы мүмкін. Орташа сүзгілеу жылдамдығы 0,5 және 2 м/мин аралығында . Тозаңнан басқа, қапшық сүзгі тозаң бөлшектеріне адсорбцияланған заттарды, мысалы, металдар мен диоксиндерді кетіреді.

Электростатикалық сүзгіден кейін орналасқан қапшық камерасын қосу қатты бөлшектердің шығарындыларының өте төмен деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік береді

Сүзгілер арнайы құрылғылармен жүзеге асырылатын тұрақты бақылауда болуы тиіс

Қапшық сүзгілердің тозуы өлшем жасауға болатын өнімділіктің бірте-бірте төмендеуіне әкеледі. Бірнеше қапшықтың зақымдануы немесе апатты істен шығуы коррозия, абразивті материалды сүзу немесе жану қаупі туындаған кезде қауіп төндіреді. Қысымды төмендету индикаторлары немесе тозаңды басқару құралдары сияқты қарапайым үздіксіз бақылау жүйелері тек өнімділіктің болжамды сипаттамасын береді. 5.4-кестеде әртүрлі сүзгілердің ең көп қолданылатын параметрлерін салыстыру келтірілген.

#### **5.4-кесте. Қапшық сүзгілердің әртүрлі жүйелерін салыстыру**

Р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Импульстік тазалау сүзгісі	Ш ы н ы талшықты мембраналық сүзгі	Ш ы н ы талшықты сүзгі
-------	----------	---------------	----------------------------	------------------------------------	------------------------

1	2	3	4	5	6
1	Қапшық типі	-	Полиэстер	Мембрана/ шыны талшық	Шыны талшық
2	Қапшық өлшемі	м	0,126 x 6	0,292 x 10	0,292 x 10
3	Қапшықтағы матаның ауданы	м <sup>2</sup>	2	9	9
4	Корпус	-	Иә	Жоқ	Жоқ
5	Қысым ауытқуы	кПа	2	2	2,5
6	Ауаның матаға қатынасы	м/с	80 - 90	70 - 90	30 - 35
7	Жұмыс температурасын ың интервалы	°С	250	280	280
8	Қапшықты пайдалану мерзімі	ай	30-ға дейін	72 - 120	72 - 120

Қапшық сүзгілерді пайдалану кезінде шламдар мен сарқынды суларды тазартудың қажеті жоқ.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Сүзгіш матаны, егер оны қалпына келтіру мүмкін болмаса, әр 2 – 4 жыл сайын ауыстырып отыру керек (қызмет ету мерзімі әртүрлі факторларға байланысты), бұл кектің пайда болуына жол бермейді. Қосымша энергия тұтынуға әкелетін сорғыны басқылау есебінен қысым түседі. Қапшық сүзгілер ұсақ бөлшектерді өте тиімді ұстайтындықтан, олар түтін газдарының тозаңында субмикрон бөлшектері түрінде болатын ауыр металдардың шығарындыларын тиімді түрде азайтады.

Сонымен қатар тазалау цикліне арналған сығылған ауа ағынының артуы мүмкін.

Техникалық қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға бірдей қолданылады.

### **Экономика**

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты (қолданылатын қапшық сүзгілерінің түрі мен саны). Сүзгілердің құны жабдықтың жұмыс тиімділігіне (сүзгіге жүктеме), пайдаланылатын тазалау жүйелеріне (біріктірілген немесе екінші дәрежелі), сондай-ақ сүзгінің дифференциалды қысым көрсеткішіне байланысты болады. Инвестициялық шығындарды төмендету жоғарыда аталған факторлардың тығыз өзара әрекеттесуін ұйымдастыру арқылы мүмкін болады, атап айтқанда, дифференциалды қысымның ең төменгі мәндеріне және тазалау кезінде ауа: қаптаманың ең төменгі, сондай-ақ ауаның мүмкін болатын ең жоғары қатынастарына байланысты.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Қоршаған ортаға шығарындыларды азайту. Экологиялық заңнама талаптары. Ресурстарды үнемдеу.

### 5.1.3.3. Электр сүзгілер

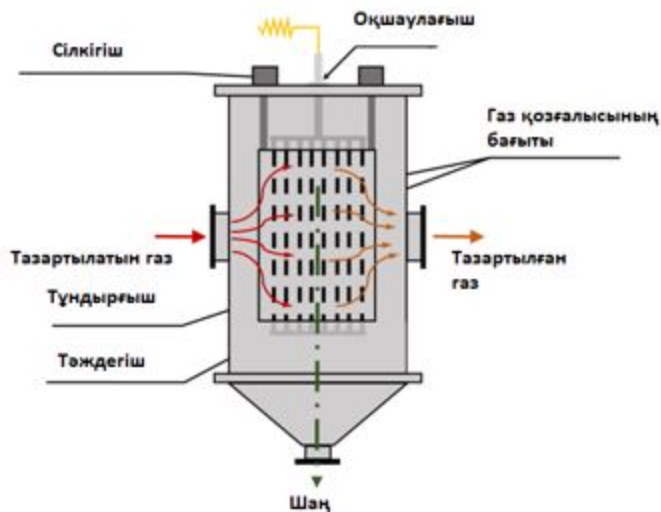
#### Сипаты

Шығарылатын бөлшектер электр өрісінің әсерінен зарядталады және бөлінеді. Тазалаудың тиімділігі өрістердің санына, болу уақытына және бөлшектерді кетіруге арналған алдыңғы құрылғыларға байланысты болуы мүмкін. Электр-статикалық сүзгілер электродтардан тозанды жинау әдісіне байланысты құрғақ немесе дымқыл болып бөлінуі мүмкін [17,18,19].

#### Техникалық сипаттамасы

Электростатикалық сүзгінің жұмыс қағидаты – бөлшектерді коллектордың пластиналарына электр күші арқылы кіретін қалдық газ ағынында ұстау. Ұсталған бөлшектер газ тәрізді иондар ағып жатқан жердегі коронадан өткен кезде электр зарядын алады. Ағын жолағының ортасындағы электродтар жоғары кернеуде сақталады және бөлшектердің коллектор қабырғаларына қарай жылжуына себеп болатын электр өрісін жасайды (5.3-суретті қараңыз).

Бұл жағдайда тұрақты ток кернеуін 20 – 100 кВт диапазонында ұстау қажет. Иондық абразивтік электростатикалық сүзгілер жоғары сепарациялау тиімділігін қамтамасыз ету үшін әдетте 100 – 150 кВт аралығында жұмыс істейді. Электр сүзгілердің айрықша ерекшелігі тозаңсыздандырылған (дымқыл) газдардың жоғары температурасында (ыстық) және жоғары ылғалдылығында жұмыс істеу қабілеті болып табылады. Тозанды шығару (өңделген зарядтың массасына пайызбен) немесе металдардың тозаңға ауысуы деп аталатын пайда болған тозаңның мөлшері-металлургиялық қондырғының түріне, зарядтың физикалық-химиялық сипаттамаларына (мөлшері, беріктігі, жеңіл тұтанатын металдар мен қосылыстардың құрамы және т.б.), пирометаллургиялық процестің қарқындылығы мен сипатына және басқа да көптеген факторларға байланысты. Әсіресе, концентраттарды күйдіру және балқыту, айналдыру процестері сияқты технологиялық процестерде тозаң өте көп пайда болады.



5.3-сурет. Электр сүзгінің жұмыс істеу қағидаты

### Мониторинг

Уақтылы бақылау және техникалық қызмет көрсету қажет. Қапшық сүзгінің өнімділігі (дейін және кейін) пайдаланылған газ ағынындағы қатты бөлшектердің концентрациясын өлшеу негізінде анықталады.

### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға тозаң шығарындыларын азайту (мөлшері 1 мкм-ден кем қатты бөлшектерді аулау). Рециркуляция мүмкіндігі (ұсталған тозаңды қайта пайдалану). Тазартудың келесі кезеңдеріне бағыттталатын ластағыш заттардың жүктемесін төмендету.

5.5-кесте. Электр сүзгілерді қолдануға байланысты тазарту тиімділігі және шығарындылар деңгейі

Р/с №	Ластағыш зат	Тазарту тиімділігі, %		Ескертпе
		Құрғақ электр сүзгі	Дымқыл электр сүзгі	
1	2	3	4	5
1	Тозаң бөлшектердің мөлшері анықталмаған)	Д/Ж	99 - 99,2	
2	Тозаң, аэрозоль PM <sub>1</sub> PM <sub>2</sub> PM <sub>5</sub>	Д/Ж >97 >98 >99,9	97 - 99 Д/Ж Д/Ж Д/Ж	Қалдық тозаң 5–20 мг/Нм <sup>3</sup>
3	PM <sub>5</sub>	>99,9	Д/Ж	
4	PM <sub>2,5</sub>	Д/Ж	97 – 99,2	



5	PM <sub>2</sub>	>98	Д/Ж	
6	PM <sub>1</sub>	>97	Д/Ж	Тиімділік қондырғының нақты конфигурациясына және пайдалану жағдайларына байланысты; көрсетілген көрсеткіштер орташа сағаттық мәндерге негізделген.

### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

0,01-ден >100 мкм диапазонында 99-дан 99,99 %-ға дейін қатты бөлшектерді тұтып алу бойынша өнімділік (ең кіші өлшемі <1 мкм). Электр сүзгілер тозанды ғана емес, сонымен қатар диоксиндер мен металдар сияқты тозаң бөлшектеріне адсорбцияланатын заттарды кетіру үшін қолданылады. Электр сүзгілерінің электр энергиясын тұтынуы тазартылған газдағы тозаңның төмендеуімен экспоненциалды түрде артады. Электр сүзгілерді тиімді пайдалану үшін тазартылған газ ағынының температурасы мен ылғалдылығын бақылау қажет. Оңтайлы ұсынылған жұмыс жағдайларын сақтау және уақтылы сервистік жұмыстарды жүргізу электр сүзгісін пайдалану мерзімін ұлғайтуға мүмкіндік береді. Мысалы, күкірт қышқылды құрылғының кірісіндегі BS-780R Lurgi Bischoff (Германия) электр сүзгісінен кейінгі тозаңның қалдық концентрациясы 0,02 г/м<sup>3</sup> көп емес.

Жаңғырту кезінде шығындарды қолданыстағы қондырғыларды толық ауыстырмай, жетілдіру есебінен азайтуға болады.

### Кросс-медиа әсерлер

Оңтайлы жұмыс режимінде энергия сыйымдылығын төмендету. Тозанды кәдеге жарату қажеттілігі, егер оны қайта пайдалану мүмкін болмаса, тозаңда ауыр металл қосылыстары мен диоксиндердің болуына байланысты (қайталама энергия ресурстарын жағу кезінде). Бұл заттардың құрамы қауіпті қалдық ретінде ұсталған тозаңды жіктеуге негіз бола алады.

Сервистік қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтардың пайда болуы мүмкін.

### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Электр сүзгілердің басты кемшілігі – газды электрлік сүзу процесінің технологиялық режимнің берілген параметрлерінен, тозаңның құрамынан ауытқуларға, сондай-ақ құрылғының белсенді аймағындағы шамалы механикалық ақауларға жоғары сезімталдығы. Сондай-ақ электр сүзгілерін пайдалану кезінде ұшқын разрядтарының пайда болуы сөзсіз екенін есте ұстаған жөн. Осыған байланысты, егер тазартылған газ

жарылыс қаупі бар қоспа болса немесе мұндай қоспа қалыпты технологиялық режимнен ауытқу нәтижесінде процесс барысында түзілуі мүмкін болса, электр сүзгілері қолданылмайды.

Сондықтан, тиімділіктің жоғары көрсеткіштеріне қарамастан, қолдану көміртек тотығы концентрациясының ұлғаюы кезінде өрттер мен жарылыстардың туындау қаупімен шектеледі.

Электр сүзгілерді қолданудың негізгі артықшылықтары:

тіпті ұсақ бөлшектер үшін жоғары тозаң жинау тиімділігі (> 97 %) (тиімділікті өрістер немесе аймақтарды қосу арқылы арттыруға болады);

қысым ауытқуының төмендігі энергияның төмен қажеттілігін тудырады (кейбір жағдайларда, жүйеде қысымның төмендеуі жүйесіндегі қысымның төмендеуін болғызбау үшін мәжбүрлі немесе айдау желдеткіші қажет);

температураның, қысымның және газ ағындарының кең диапазонына қолайлы;

тозаңды құрғақ жолмен алып тастауға болады, бұл қайта пайдалануға мүмкіндік береді (құрғақ электр сүзгі үшін);

қышқыл буларды ішінара алып тастау (дымқыл электр сүзгі үшін);

ылғал электр сүзгілері жабысқақ бөлшектерді, тұманды және жарылғыш тозаңды кетіруі мүмкін;

50 кВ-тан астам кернеу кезінде тазалаудың тиімділігі болу уақытына байланысты емес, бұл ықшам құрылымдарды жасауға мүмкіндік береді (дымқыл электр сүзгі үшін).

Электр сүзгілерін қолданудың кемшіліктері:

газ ағындары, температура немесе тозаң концентрациясы өзгертін процестер үшін қолайсыз (өтемақы шаралары ретінде автоматты реттеуді қолдануға болады);

газдың жоғары жылдамдығына, тазалаудың төмен деңгейіне немесе газдың нашар ағынына байланысты бөлшектерді қайта алып кету;

техникалық қызмет көрсету мен параметрлерге сезімтал;

орналастыру үшін салыстырмалы түрде үлкен орын қажет;

жоғары білікті кадрлардың қажеттілігі;

персоналды жоғары кернеуден қорғауға арналған арнайы сақтық шаралары;

құрғақ электр сүзгілерін пайдалану кезінде жарылыс қаупі;

тазалау қуаты тозаң бөлшектерінің кедергісіне байланысты (құрғақ электр сүзгілерін пайдалану кезінде);

құрғақ электр сүзгілерін жабысқақ немесе дымқыл бөлшектерді кетіру үшін пайдалану ұсынылмайды;

ауаның ағып кетуіне және қышқылдың конденсациясына байланысты сымдардың жоғарғы жағындағы коррозия (дымқыл электр сүзгілері үшін);

дымқыл электр сүзгілерінің жоғары құны.

Экономика

Қондырғы құны қолданылатын әдіс пен жабдыққа байланысты, әрбір нақты жағдайда жеке анықталады. Электр сүзгілерде бөлшектерді ұстап алуға арналған энергия шығындары өте төмен, оның ішінде 150 – 200 Па аспайтын аппараттың газдинамикалық кедергісін жеңуге жұмсалған энергия шығындары және әдетте  $1000 \text{ м}^3$  газға 0,1– 0,5 кВт / сағ құрайтын энергия шығындары бар.

Ескірген ұсақ тазалау электр сүзгілерін Орта Орал мыс балқыту зауытының конвертерлік газдарын тазалауға арналған неғұрлым заманауи жабдығына ауыстыру тозаңдану деңгейін  $1 \text{ г/м}^3$ -тен  $0,1 \text{ г/м}^3$ -ке дейін төмендетуге мүмкіндік берді [20].

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Қайта пайдалану мүмкіндігімен қатты бөлшектердің шығарындыларын азайту. Экологиялық заңнаманың талаптары.

#### 5.1.3.4. Ылғалды электр сүзгі

Сипаты

Электродтардың бетінен шашыратқыш сұйықтықпен жуу арқылы тозаңды кетіру, көп жағдайда су қолданылады. Газды салқындату және оның температурасын шық нүктесіне жеткізу қажет болған жағдайда дымқыл электр сүзгілердің алдына дымқыл тозаң тұтқыш-скрубберлер қойылады. Атмосфералық ауаға шығатын газды шығару алдында су тамшыларын кетіру үшін арнайы механизм (тамшы-, тұмантұтқыштар) орнатылады [21].

Техникалық сипаттамасы

Ылғал электростатикалық шөгінділер әдетте абсорбциядан кейін қалдық тозаң мен тамшыларды кетіру сатысында қолданылады. Жұмыс қағидаты құрғақ электр сүзгілердің қағидаттарына ұқсас. Бұл жағдайда жиналған тозаң коллекторлық тақталардан немесе құбырлардан айналмалы судың және тұндырылған жиналған қышқыл тұманның әсерінен пайда болған сұйық пленканың көмегімен алынады. Қатты заттар көп болған жағдайда суды сүзгіге үздіксіз шашырату үшін кіріктірілген бүріккіш шүмектерді қолдануға болады, осылайша коллекторлық электродтарда шлам шөгінділерінің пайда болуына жол бермейді. Бүрку коллекторлық электродтардағы сұйық пленканы арттырады және ондағы қатты заттарды азайтады. Тұманның ұсақ тамшыларының қатты бөлшектерімен бірге ұстауға арналған дымқыл типті электр сүзгілерінде ұсталған тозаң электродтардан сумен жуылады және суспензия (шлам) түрінде шығарылады. Мұндай құрылғыларда құрғақ типтегі электр сүзгілерінде нашар сақталатын жоғары электр кедергісі бар тозаң да ұсталады. Газ шық нүктесінен төмен температураға дейін алдын ала ылғалдандырылады және салқындатылады. Сонымен қатар дымқыл сүзгілер жуу жүйелерімен жабдықталған. Жуу мерзімді негізде жүзеге

асырылады. Жуу кезінде жоғары кернеу тоқтатылады. Бұл сүзгілер стандартты плиталарға түсетін тозаңның белгілі бір түрлерін алып тастағанда немесе газ ағынының басқа компоненттері жұмыс істеуге кедергі келтіретін жағдайларда, мысалы, суық, дымқыл газ болған кезде артықшылыққа ие. Бұл жағдайда одан әрі өңдеуді қажет ететін сұйық ағын пайда болады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң, металл және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Ылғалды электр сүзгілер тозаңның кез келген түрін кез келген дәрежеде ұстай алады. Электр сүзгілерді қолдана отырып, газды тазартудың тиімділігі тозаң мен газ ағынының физика-химиялық параметрлеріне, электр сүзгісінде газдың болу жылдамдығы мен уақытына байланысты. Әдетте, тиімділік мәні 98 – 99,9 % аралығында болады.

Кросс-медиа әсерлер

Электр энергиясы айтарлықтай шығындалады. Көлемді су шығыны қажет, олардағы шламдар пайда болған кезде электродтардың тазалығын сақтауда қиындықтар туындайды, оларды кернеу жойылған кезде жиі жуу арқылы алып тастау керек, бұл металдар мен басқа заттардың суға түсуіне жол бермеу үшін өңдеуді қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуына ықпал етеді. Тазартылған газдарда ылғал көп болады, нәтижесінде шығарылатын пеш газдарында шлейф байқалуы мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Қолдану пайдаланылған газ ағындарын шық нүктесіне жақын немесе одан төмен температураға дейін салқындату қажеттілігімен шектелуі мүмкін. Жоғары температуралы ағындарды тазарту кезінде оларды сумен салқындату олардың көлемін азайтуға көмектеседі.

Экономика

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Тозаң мен басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту. Процесске тозаң қайтарылған жағдайда шикізатты үнемдеу.

### **5.1.3.5. Ылғалды скруббер**

Сипаты

Газдарды қолайлы сұйықтыққа, көбінесе суға немесе су ерітіндісіне беру арқылы технологиялық пайдаланылған газдан немесе пайдаланылған газ ағынынан қатты ластағыш заттарды шығару. Шығарындылардан арсин мен стибинді алып тастау үшін де қолданылады [22].

Техникалық сипаттамасы

Ылғалды тозанды тазарту кіретін газды сумен қарқынды араластыру арқылы тозанды бөлуді білдіреді, әдетте орталықтан тепкіш күш көмегімен ірі бөлшектерді алып тастайды. Ол үшін газ тангенциалды түрде енгізіледі (бүйір жағында). Бөлшектер бір немесе бірнеше физикалық әсерлердің әсерінен (инерциялық соққы, броундық және турбуленттік диффузия және т. б.) сұйықтықтың тамшыларымен немесе басқа бетімен жанасқанда, бөлшектер ылғалданады, көп жағдайда батып кетеді, нәтижесінде олар ұсталады. Ылғалмен ұстау кезінде негізінен газдар ірі бөлшектерден тазартылады (3 – 5 мкм-ден астам). Ұсақ бөлшектерді ұстау үшін (айналдыру) дымқыл тазалауды қолдану тиімді емес, бұл бөлшек пен дымқыл бет арасында газ немесе ауа қабатының болуымен түсіндіріледі, бұл ретте газ ағынымен бірге қозғалатын және сұйықтықпен (тамшымен немесе басқа дымқыл бетімен) кездескен кезде ұсақ бөлшектер (тамшылар) онымен жанаспайды, олар дымқыл беткейді айналып өтеді. Бұл факт дымқыл тозаң жинағыштың конструкциясын жақсартуға ықпал етті. Осының арқасында жоғары жылдамдықты немесе турбулентті дымқыл тозаң жинағыштар жасалды, онда жоғары жылдамдықпен қозғалатын газ сұйықтықты кішкене тамшыларға бөледі. Бөлшектер кішкентай тамшылармен оңай соқтығысады және толығымен ұсталады (тіпті ұшырымдар).

Каскадты скрубберлер немесе дымқыл Вентури скрубберлері көбінесе СО- мен қаныққан газдардан, ауа өткізбейтін электр доғалы пештерден тозанды кетіру үшін қолданылады. Содан кейін газ жоғары калориялы газ ретінде пайдаланылады және қосымша өңдеуден кейін шығарылады. Сондай-ақ тозаң жоғары абразивтілікке ие болған кезде, бірақ оны ылғалдандыру оңай болған кезде, газды болат таспамен пісіру машинасынан тазарту үшін қолданылады. Скруббердің бұл әрекетінсіз, қапшық сүзгінің қызмет ету мерзімі өте шектеулі болады және матаның тез тозуы өнімділікті төмендетеді.

Скрубберлер тозаңның немесе газдың температурасының табиғаты басқа әдістерді қолдануды жоққа шығарған кезде немесе тозаңның түрі скрубберде жоюға жарамды болған кезде қолданылады. Сондай-ақ газдарды тозаңмен бір уақытта алып тастау қажет болған кезде немесе олар ластануды бақылау әдістерінің тізбегінің бір бөлігін құрған кезде, мысалы, күкірт қышқылы зауытына материал кірмес бұрын тозанды кетіру кезінде скрубберлерді қолданған жөн. Бөлшектерді ылғалдандыру және ұстап қалу үшін жеткілікті энергия қажет.

Ылғалмен тазалаудан кейін алынған қатты тозаң скруббердің түбінде жиналады. Тозаңнан басқа,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ ,  $HF$ , ұшпа органикалық қосылыстар және ауыр металдар сияқты бейорганикалық заттар да жойылуы мүмкін.

Арсин мен стибинді кетіру үшін негізінен дымқыл скрубберлердің мынадай нұсқалары қолданылады:

1)  $\text{KMnO}_4$  бар үш сатылы қарсы ағынды скруббер және скруббер сұйықтығы ретінде 37 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

2) конденсацияланған суы бар көлденең ағынды скруббер және соңынан демистер келіп түсетін скруббер сұйықтығы ретіндегі  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Скрубберлер күкірт қышқылы зауыттарында түрлендірмес бұрын немесе қышқыл газдарды сіңіру үшін газдарды салқындату және тазарту үшін ылғалды электр сүзгілермен бірге қолданылады.

#### Мониторинг

Ылғалды скрубберлер қысымның төмендеуін, тазартқыш сұйықтықтың ағу жылдамдығын және (қышқыл газдар шығарылған жағдайда) рН деңгейін бақылау жүйесін қамтуы тиіс. Тазартылған газдар скрубберден ылғал бөлгішке түсуі керек.

#### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң шығарындыларын азайту.

Ылғалды тозанды тазарту әдістерінің тиімділігі қатты бөлшектер мен жиналған аэрозольдердің мөлшеріне байланысты.

#### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Бөлінетін газдарды қатты бөлшектерден тазарту өнімділігі жабдықтың түріне байланысты және 50 – 99 % аралығында болады. Тозаңнан дымқыл тазарту (абсорция) сүзгілеу (мысалы, электростатикалық тұндыру) немесе электростатикалық тұндыру арқылы кейінгі өңдеумен біріктірілуі мүмкін. Бұл жағдайда тазалау тиімділігі 90-дан 99 %-ға дейін.

#### Кросс-медиа әсерлер

Ылғалды тазартылған газдардың атмосферадағы шашырау жағдайының нашарлауы мүмкін (қосымша тазарту қажет болуы мүмкін). Энергия шығындары көп (әсіресе турбулентті тозаң жинағыштар үшін).

Суды тұтыну көбінесе газ тәрізді қосылыстардың кіріс және шығыс концентрациясына байланысты. Булану шығыны негізінен кіріс газ ағынының температурасы мен ылғалдылығымен анықталады. Пайдаланылған газ ағыны көп жағдайда су буымен толығымен қаныққан. Әдетте рециркуляциялық сұйықтықты оның ыдырауына және булану шығынына байланысты тазарту қажет.

Абсорбция нәтижесінде қалдық сұйықтық пайда болады (сарқынды сулар мен шлам түрінде), ол әдетте, егер оны қайта пайдалану мүмкін болмаса, қайта өңдеуді немесе кәдеге жаратуды қажет етеді (әсіресе агрессивті компоненттер болған кезде). Бұл әдісті қолдану кезінде пайда болатын мәселе-арнадағы жоғары жылдамдыққа байланысты пайда болатын эрозия. Бұл коррозияға қарсы және кейбір жағдайларда қымбат және тапшы құрылымдық материалдарды қолдану қажеттілігін тудырады.

#### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте, бұл техниканы қолдануға техникалық шектеулер жоқ. Абсорбцияны қолдану қолайлы абсорбенттің болуына байланысты.

Экономика

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфералық ауаға шығарындыларды азайту. Экологиялық заңнама. Экономикалық пайда.

### 5.1.3.6. Керамикалық және металл торлы сүзгілер

Сипаты

Төмен тығыздығы бар керамикалық сүзгілердің жұмысы пайдалану қағидаттары, жалпы орналасу схемасы және тазалау операциялары тұрғысынан қапшық сүзгілердің жұмысына ұқсас. Мата қаптары мен металл тіректердің орнына шам сүзгілеріне ұқсайтын қатты элементтер қолданылады [23].

Техникалық сипаттамасы

Бұл сүзгілерді тозанды жоғары кетірудің тиімділігіне қол жеткізе отырып,  $PM_{10}$  қоса алғанда, ұсақ бөлшектерді алып тастайтын салада қолданудың бірнеше мысалын келтіруге болады.

Бұл сүзгілердің жылу кедергісі жоғары деңгейде және көбінесе жұмыс температурасының жоғарғы шегі корпусстың шектеулері негізінде анықталады. Температураның жоғарылауымен тірек жүйесінің кеңеюі де маңызды фактор болып табылады, өйткені жоғары температура корпусстағы сүзгі элементтерінің тығыздалуына әсер етуі мүмкін, бұл ластанған газ ағынынан таза газ ағынына ағып кетуіне әкеледі. Нақты уақыттағы қателерді анықтау жүйелері қапшық сүзгілердегідей қолданылады. Керамикалық және торлы сүзгілер қапшық сүзгілер сияқты икемді емес. Ауа импульсімен тазаланған кезде, ұсақ тозаң сүзгі қапшығын пайдалану сияқты тиімді түрде жойылмайды, бұл сүзгіде ұсақ бөлшектердің жиналуына және сүзгі сыйымдылығының төмендеуіне әкеледі. Бұл әсер өте жұқа тозанды алып тастағанда пайда болуы мүмкін.

Керамикалық сүзгілер алюмино силикаттардан жасалған және химиялық заттарға немесе қышқылдарға төзімділікті арттыру немесе басқа ластағыш заттарды кетіру үшін алдын ала әртүрлі материалдармен қапталған болуы мүмкін. Жаңа сүзгі элементтерін пайдалану оңай, бірақ олар жылу әсерінен кейін сынғыш болады, сондықтан техникалық қызмет көрсету кезінде немесе тазалау кезінде абайсыз әрекеттермен зақымдану қаупі бар,

Жабысқақ тозаңның немесе шайырдың болуы ықтимал проблема болып табылады, өйткені оларды әдеттегі тазалау циклі кезінде элементтен тазарту қиын болуы мүмкін,

бұл қысымның айтарлықтай төмендеуіне әкелуі мүмкін. Сондықтан жиналған материалға температураның әсері орнатуды жобалауда маңызды фактор болып табылады. Тозаңның тиісті түрі үшін қолайлы дизайнды пайдалану кезінде тозаң шығарындыларының өте төмен деңгейіне қол жеткізіледі. Тозаң шығарындыларының төмен деңгейіне қол жеткізу өте маңызды, өйткені тозаң құрамында металдардың едәуір деңгейі бар.

Сондай-ақ жоғары температурада модификацияланған металл тор сүзгісін қолдану кезінде ұқсас өнімділік көрсеткіштері туралы хабарланды. Бұл әзірleme аймақ автономды режимде тұрған кезде, тозаң шөгіндісі қабатын жылдам анықтауға мүмкіндік береді.

Дұрыс жобаланған, құрастырылған және белгілі бір қолдану үшін өлшемі бойынша таңдалған сүзгілер келесі функцияларды орындайды.

Орналастыру, монтаждау және тығыздау жүйелері белгілі бір пайдалану үшін жарамды, сенімді және ыстыққа төзімді.

Тозаңды жинау және сүзгінің сынуын анықтау үшін оптикалық немесе трибоэлектрлік құрылғыларды пайдалану арқылы тозаңды үздіксіз бақылау. Қажет болса, құрылғы тозаң немесе зақымдалған элементтері бар жеке бөлімдерді анықтау үшін сүзгіні тазарту жүйесімен өзара әрекеттесуі керек.

Қажет болса, газды кондиционерлеу.

Тазалау механизмін бақылау және басқару үшін қысымның төмендеуін пайдалану.

Белгілі бір жағдайларда сүзгілердің бітелуі мүмкін болғандықтан (мысалы, жабысқақ тозаң болған жағдайда немесе конденсация температурасында ауа ағындарында қолданылған кезде), олар барлық қолдану мақсаттарына жарамайды. Сүзгілерді қолданыстағы керамикалық сүзгілермен бірге қолдануға болады және оларды жаңартуға болады. Атап айтқанда, тығыздау жүйесі ағымдағы техникалық қызмет көрсету кезінде жетілдірілуі мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң мен металдардың шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Нақты объектіге байланысты.

Кросс-медиа әсерлер

Электр энергиясын тұтыну тозаң жинау тиімділігінің артуымен артады. Металдар мен басқа да заттардың су объектілеріне төгілуін болғызбау үшін одан әрі өңдеуді талап ететін сарқынды сулардың түзілуі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Әрбір жеке жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болады, бірақ процестер үнемді жұмыс істейді.



Ендірудің қозғаушы күші

Тозаң шығарындыларын азайту. Процесске тозаң қайтарылған жағдайда шикізатты үнемдеу.

## 5.2. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі

### 5.2.1. Құрамында SO<sub>2</sub> жоғары болатын пайдаланылған газдардан сұйық күкірт диоксидін өндіру

Сипаты

Күкірт диоксиді суық суға сіңеді, содан кейін вакуумдық тазарту және сұйық күкірт диоксидін алу керек.

Техникалық сипаттамасы

Бұл процестер ерітілген күкірт диоксидін алу үшін күкірт қышқылы қондырғысымен бірге қолданылады. Сұйық күкірт диоксидін өндіру әлеуеті жергілікті нарықтың болуына байланысты. Сұйық күкірт диоксидін өндіру процесі 5.4-суретте көрсетілген. Сұйық күкірт диоксиді криогендік процесс кезінде де шығарылады [24].



5.4-сурет. Сұйық күкірт диоксидін өндіру процесі

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға CO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Күкірт қышқылы қондырғысына кіре берісте біркелкі концентрацияны ұстап тұру үшін пайдаланылуы мүмкін күкірт диоксидінің жеткізілуін қамтамасыз ету. Күкірт диоксидінің орташа жылдық шығарындылары 5.6 - кестеде көрсетілген.

5.6-кесте. Boliden зауытындағы күкірт қостотығының орташа жылдық шығарындылары

Р/с №	Жыл	Қалдық газдың концентрациясы (мг/Н м <sup>3</sup> )
1	2	3
1	2006	213
2	2007	155
3	2008	153
4	2009	124

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдіс сұйық күкірт диоксидінің жергілікті нарығы болған жағдайда қондырғыларда қолданылуы мүмкін.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Жүзеге асырудың қозғаушы күші

Сатуға арналған күкірт диоксидін өндіру.

**5.2.2. Құрамында SO<sub>2</sub> төмен болатын пайдаланылған газдарға түтін газын күкіртсіздендіруді қолдану**

Сипаты

Арнайы абсорберлерде суспензия / ерітінді түрінде сілтілі реагенттерді (мысалы, кальций карбонаты) енгізу жолымен шығарылатын технологиялық газдардан күкірт диоксидін алу, олардың дайын зат (кальций сульфаты) түзе отырып, күкіртті қосылыстармен реакциясы. Процесс басталғанға дейін газдарды тозаңнан алдын ала тазарту қажет [25].

Техникалық сипаттамасы

Түтін газын күкірттен арылтудың ең көп таралған әдістерінің бірі - әкті үрлеу.

Қолда бар ақпарат бойынша, кейбір жағдайларда (мысалы, вельц оксидтерін қолдана отырып, вельц пештерінде немесе ISF пештерінде) скруббер, абсорбер және газдың айналымдағы әк суспензиясымен байланысын қамтамасыз ету жүйесін қоса алғанда, түтін газын күкірттен арылтудың басқа жүйесі қолданылады. Тікелей ағынды скрубберде газдарды салқындату, ылғалдандыру және ішінара күкірттен арылту жүргізіледі. Скруббердің артында SO<sub>2</sub> соңғы концентрациясын талап етілетіннен төмен деңгейге дейін төмендету үшін қарсы абсорбциялық колонна орнатылған.

Күкіртті газы бар газдар күкірттен арылту қондырғысында өңдеуден өтеді, онда SO<sub>2</sub> үшін сорбент ретінде таза гипс өндіру үшін кальций карбонатының суспензиясы (әк <

40 мкм) қолданылады. Газдар салқындатылады, содан кейін олардан сүзгі қапшығындағы тозаң алынып тасталады, содан кейін олар күкірттен арылту жүйесіне енеді. Күкірттен арылтылғаннан кейін газдар екі сатылы тамшылатқышқа жіберіліп, содан кейін құбырға шығарылады. Күкірттен арылту процесінің шығысындағы суспензиядан гипс алынады, содан кейін сатылымға шығарылады.

Бұл жағдайда әктің айналымдағы суспензиясы механикалық араластырғыштармен жабдықталған жеке резервуарлардан сорылады; скруббер резервуары да аэрация жүйесімен жабдықталған. Резервуарлардың мөлшері барлық сіңірілген  $\text{SO}_2$   $\text{CaCO}_3$  суспензиясымен әрекеттесетіндей, барлық күкіртті қосылыстар сульфаттарға дейін тотықтырылатындай және  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  синтезделген гипстің ірі кристалды тұнбасы түзілетіндей етіп іріктелді. Сульфидтердің сульфаттарға тотығуын жақсарту үшін сығылған ауа пневмогидравликалық аэратор арқылы скруббер резервуарына жіберіледі. Сіңірудің бірінші сатысынан құрамында кальций сульфаты (гипс) бар реакцияланған шлам сүзу жүйесіне жіберіледі. Сүзгі пресіндегі дегидратациядан кейін гипс пресс астындағы сақтау контейнеріне түсіріліп, сол жерден қоймаға тасымалданады, содан кейін сатылымға шығарылады.

Түтін газдарын әкпен немесе кальций карбонаттарымен күкірттен арылту жүйесі күкірттен арылту процесінің кірісіндегі  $\text{SO}_2$  құрамы өндірілетін гипс үшін нарық болған жағдайда  $2 - 15 \text{ г/м}^3$  (шамамен  $0,05 - 0,5 \%$ ) құрайтын барлық процестерге қолданылады.

Құрылыстағы пайда болған гипсті қолдануға мүмкіндік бермейтін қоспалар немесе ластанулар болған жағдайда құрамында карбонат және кальций сульфаты бар тозаңның үлкен көлемін көму қажеттілігі туындайды. Көму шарттары ластағыш заттарға байланысты болады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

$\text{SO}_2$  шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

$\text{SO}_2$  жою тиімділігі  $50 \%$ -дан  $95 \%$ -ға дейін. Осы диапазонның жоғары жағындағы жою жылдамдығы жаңа арнайы жасалған қондырғыларда өте жақсы жағдайда ғана мүмкін болады.

Челябі мырыш зауыты вельц-цехтың екі пешінің шығатын газдарын қосымша тазартуды орнату жобасын жүзеге асыруда. Жүйелер дымқыл тазарту әдісін ұсынады, ал арнайы сіңіргіштің пайдаланылған газдары реагентпен – әк суспензиясымен суарылады. Мәлімделген тазарту деңгейі  $98 \%$ -ды құрайды. Реакция нәтижесінде гипс пайда болады, оны құрылыс материалдарын өндіруде қолдануға болады. Күтілетін экологиялық әсер – күкірт диоксидінің шығарындыларын  $20 - 25 \%$ -ға азайту.

Кросс-медиа әсерлер

Энергия ресурстарының, сондай-ақ шикізаттың (кальций карбонатының) қосымша шығындары.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жаңа қондырғыларға жалпыға бірдей қолданылады.

Көмуге жататын қалдықтардың үлкен ағынының пайда болуы бөлігінде, сондай-ақ қолданыстағы қондырғылар үшін-ірі габаритті жабдықты орнату үшін кеңістіктің болмауы және қолданыстағы тозаң ұстау жүйесін ауқымды реконструкциялау бөлігінде қолдануға шектеулер бар және қоспалармен ластанған тозанды өңдеу мүмкін емес.

Экономика

Әрбір жеке жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болады. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

### **5.2.3. Құрамында SO<sub>2</sub> төмен болатын пайдаланылған газдардан күкірт алу үшін полиэфир негізіндегі, сондай-ақ органикалық еріткіш негізіндегі, амин және бейорганикалық еріткіш негізіндегі абсорбция/десорбция әдісі**

Техникалық сипаттамасы

SO<sub>2</sub> атмосфералық шығарындыларын отыннан да, кен концентраттарынан да азайту және жылу мен көміртегі тотығы түрінде энергияны қалпына келтіру үшін сыңар контактiнiң күкірт қышқылы қондырғысымен және күкірт газын қалпына келтіру процесiмен бiрге электр станциясы қолданылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жылу мен СО қалпына келтіру. SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштері және пайдалану деректері

Мысты балқытуға арналған шахта пештерінің пайдаланылған газдарына көміртегі тотығының салыстырмалы түрде жоғары концентрациясы (шамамен 10 %) және технологиялық жылу тән. Тиісінше, пайдаланылған газдар құнды энергия көзі болып табылады, бірақ олардың құрамында SO<sub>2</sub> бар. Газдар қосымша отын ретінде пайдалану және жылуды қалпына келтіру үшін жергілікті электр станцияларына жіберіледі. Осылайша, пеш газдары, сол сияқты отын газдары сияқты электр станцияларынан пайдаланылған газдардың құрамында SO<sub>2</sub> болады, сондықтан SO<sub>2</sub> жоғары концентрациясы бар газды алу үшін абсорбция/десорбция процесінде пайдаланылатын полиэфирлі материалдарды пайдалана отырып, абсорбциялық-десорбциялық қондырғыда одан әрі тазартуға ұшырайды.

Бұл газ сыңар контакт қондырғысында күкірт қышқылына айналады. Атмосфераға шығарар алдында осы процестің шығуында пайдаланылған газдардағы  $\text{SO}_2$  концентрациясы  $200 - 600 \text{ мг/м}^3$ -тен кем болады.

Түрлендіруден кейін балқыту пешінен шығатын пайдаланылған газдардың құрамында  $\text{SO}_2$  5 %-дан 12 %-ға дейінгі концентрацияда болады. Олар полиэфир материалдарындағы абсорбциялық-десорбциялық қондырғыдан концентрацияланған газбен тазартылады және араластырылады, олардағы  $\text{SO}_2$  концентрациясы 12 %-ға дейін жеткізіледі, содан кейін олар күкірт қышқылы қондырғысына жіберіледі. Бұл қондырғы құрамында  $6 - 8 \text{ г/м}^3$  концентрациясында  $\text{SO}_2$  бар күкірт қышқылы мен пайдаланылған газдарды шығарады, олар рекуперациялау үшін полиэфир материалдарындағы абсорбциялық-десорбциялық қондырғыға жіберіледі.

Кросс-медиа әсерлер

Энергия шығынын арттыру. Өңдеуді және/немесе жоюды қажет ететін әлсіз қышқылдар мен сарқынды сулардың түзілуі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Техника күкірт диоксиді төмен технологиялық газға қолданылады.

Экономика

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.  $\text{CO}_2$  шығарындыларын азайту.

#### **5.2.4. Сынап шығарындыларын болғызбау техникасы**

Сипаты

Атмосфераға сынап шығарындыларын азайту әдістерінің жиынтығы.

Техникалық сипаттамасы

Сынаптың ластануды жою процестерінің көпшілігінде кездесетін температурада құбылмалылығы бар, сондықтан оны жою үшін басқа әдістерді қолдану қажет болуы мүмкін.

Күкірт қышқылы қондырғысын пайдаланғанға дейін сынап жойылған жағдайда өндірілетін қышқылда сынап қалдықтары болады; әдетте, спецификацияға сәйкес заттың құрамы  $<0,1$  бөлш/млн-нан  $0,5$  бөлш/млн-ға дейін және тазартылған газдағы  $\sim 0,02 \text{ мг/Нм}^3$ -ке тең. Бұл көрсеткіш төменде көрсетілген барлық процестерде қол жеткізіледі деп хабарланған.

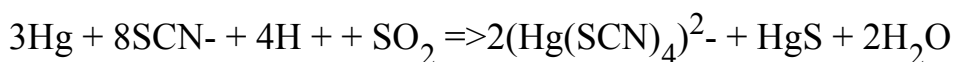
Boliden-Norzink процесі: бұл процесс сынап хлориді мен сынап арасындағы реакция негізінде дымқыл скрубберде жүзеге асырылады, нәтижесінде тазартқыш сұйықтықтан тұндырылатын сынап хлориді (каломель) пайда болады. Процесс қышқыл

қондырғысында жуу және салқындату кезеңі аяқталғаннан кейін жүзеге асырылады, сондықтан газда тозаң мен  $\text{SO}_3$  болмайды, ал температура шамамен  $30^\circ\text{C}$  құрайды. Газ мұнарада  $\text{HgCl}_2$  ерітіндісімен тығыздалған қабатпен жуылады, ол газдағы металл сынаппен әрекеттеседі, бұл оның каломель түрінде тұндырылуына әкеледі ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ). Каломель айналымдағы тазартқыш ерітіндіден алынады және  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  пайда болғанға дейін хлор газының әсерінен ішінара қалпына келеді, содан кейін ол жуу сатысына оралады. Алынған сынап өнімі сынапты өндіру үшін қолданылады немесе қоймада сақталады. Сынап хлориді – өте улы сынап қосылысы, сондықтан бұл процесті өте сақтықпен жүргізу керек.

**Bolchem процесі:** бұл процесс Boliden-Norzink процесі сияқты қышқыл өндіруге арналған қондырғыда жүзеге асырылады, бірақ алу үшін 99 % күкірт қышқылы қолданылады. Қышқыл қышқыл қондырғысының абсорбциялық бөлімінен шығады және қоршаған орта температурасында сынаппен тотығу реакциясына түседі. Құрамында сынап бар қышқыл 80 % дейін сұйылтылады және сынап тиосульфаты бар сульфид түрінде тұндырылады. Сынап сульфидін сүзгеннен кейін қышқыл сіңіру сатысына оралады. Осылайша, бұл процесте қышқыл тұтынылмайды.

**Outotec процесі:** бұл процесте сынап күкірт қышқылы қондырғысында жуу алдында жойылады. Шамамен  $350^\circ\text{C}$  температурада Газ тығыздалған қабаты бар бағанадан өтеді, онда ол 90 % күкірт қышқылымен шамамен  $190^\circ\text{C}$  температурада жуылады. Қышқыл газ құрамындағы  $\text{SO}_3$  орнында түзіледі. Сынап селен хлориді қосылысы түрінде тұндырылады. Сынап шламы салқындатылған қышқылдан алынады, сүзіледі, жуылады және металл сынап өндірісіне жіберіледі. Содан кейін қышқылдың бір бөлігі скрубберге оралады. Балама ретінде газдардан сынап алу селен иондары бар ерітіндімен жуу арқылы жүзеге асырылады, содан кейін металл селен сынап селенидімен бірге шығарылады.

**Натрий тиоцианаты қолданылатын процесс:** бұл процесс мырышты жағу үшін пештерде қолданылады.  $\text{SO}_2$  газы натрий тиоцианатының ерітіндісімен жуылады және сынап сульфид түрінде алынады. Натрий тиоцианаты реакция арқылы қалпына келеді, оның формуласы төменде келтірілген:



**Белсендірілген көмір сүзгісі (Lurgi процесі):** бұл процесте газ ағынынан сынап буларын кетіру үшін белсендірілген көміртегі адсорбциялық сүзгісі қолданылады.

Жоғарыда сипатталған Boliden-Norzink және Outotec әдістері кеңінен қолданылады, бірақ басқа процестерді қолдану туралы да айтылады.

Селен скруббері: бұл әдіс сонымен қатар жоғары концентрациядағы сынап буларын кетіру үшін күкірт қышқылы мен сынаптағы аморфты селен арасында реакция жүретін дымқыл скрубберді қолдануды қамтиды.

Селен сүзгісі: құрғақ скруббермен тазарту процесі, онда аморфты селен сынап селенидің қалыптастыру үшін сынаппен әрекеттеседі.

Қорғасын сульфидін қолдану процесі: газ ағынынан сынапты кетіру үшін қорғасынның сульфидті түйіндерін қолдана отырып, құрғақ скруббермен тазарту процесі.

Tinfos/Miltex процесі: сынапты тазарту процесі натрий гипохлоритінің көмегімен шығатын газдардағы сынаптың тотығуына негізделген. Жуу бағанындағы тотығудан кейін сынап екі натрий сульфидін қосу арқылы сынап сульфиді (HgS) түрінде тұндырылады. Сынап сульфиді сүзгі пресінің көмегімен процестен шығарылады. Құрамында сынап бар шлам қалдықтардың қауіпті түрі ретінде өңделеді және қалдықтарды көмуге арналған жабық полигонда кәдеге жаратылады. Сынап шығарындылары шамамен 94 %-ға азаяды.

Сынапты тазарту үшін қолданылатын Lurgi процесі: сынапты кетіруге арналған Lurgi қондырғысы қалдық тозаң мен шайырларды кетіру үшін қолданылатын электростатикалық сүзгіден, газ жылытқыштан, тығыздалған қабатты сіңіргіштен, қондырғы арқылы өтетін газ ағынын бақылауға арналған желдеткіш-демпферлік жүйеден және газдағы оттегінің төмен концентрациясын ұстап тұру үшін азот негізіндегі газды кешенді талдау жабдығынан тұрады. Жылытқыш газдарды оңтайлы 60-85 °C температураға дейін қыздыру үшін қажет; газдың төменгі температурасы реакция жылдамдығының төмендеуіне және тығыздалған қабаттағы ылғалдың конденсациясына әкеледі, ал жоғары температура күкірттің шайылуына әкелуі мүмкін абсорбент. 2001 жылы Eramet компаниясы сынапты кетіретін қондырғыны іске қосты және содан бері ол ешқандай үзіліссіз жұмыс істейтінін хабарлады. Қондырғы арқылы өтетін газ ағынының көлемі шамамен 15000 Нм<sup>3</sup>/сағ. сынапты сіңіру тиімділігі 98 % құрайды. Пайдалануға берілгеннен кейін қондырғы тазартылмаған газдардан барлық сынаптың 94 %-ын алады. Абсорберді ауыстыру сегіз айда бір рет жасалады және қауіпсіз түрде жойылады. Скрубберден судағы сынаптың іздері туралы ғана хабарланады.

Boliden Contech процесі: тығыздалған қабатта селенмен жабылған шарлар қолданылады. Бұл әдіс тиімді, бірақ қолдану тәжірибесі Скандинавия елдерінде феррокорытпа өндірумен шектеледі.

Dowa процесі: сынап қорғасын сульфидімен қапталған пемзаға адсорбцияланады.

Түсті металдарды өндіру кезінде алынған күкірт қышқылындағы сынапты азайтудың тағы екі процесі бар, бірақ олар негізінен қоршаған ортаға әсер етуден гөрі қышқылдың сапасын жақсарту қажеттілігіне байланысты қолданылады.

Superlig ион алмасу процесі: бұл процесте өндірілген қышқылдан сынапты кетіру үшін иондық алмасу қолданылады, бұл сынап концентрациясының мәндеріне <0,5 бөлш/млн жетуге мүмкіндік береді [26].

Калий йодидін қышқылға қосу: оның концентрациясы шамамен 0 °С температурада кем дегенде 93 % болуы керек. Реакция нәтижесінде HgI<sub>2</sub> сынап йодиді тұндырылады.

Егер түсті металды өндіру процесінде күкірт қышқылы қондырғысы қолданылмаса, шығарындыларды азайту үшін әдетте ағынды сүзгіге жібермес бұрын шикізатты таңдау, белсендірілген көмірді және/немесе басқа адсорбенттерді айдау сияқты әдістер қолданылады. Бастапқы материалдағы сынап мөлшері, сондай-ақ технологиялық циклдер шығарындылардағы сынаптың жоғары немесе төмен концентрациясын тудыруы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға Hg шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Күкірт қышқылы қондырғысына газ ағынын бергенге дейін сынапты жою жүйесін қолданудың мақсаты-сапалы күкірт қышқылын өндіруді қамтамасыз ету үшін шығатын газдардағы сынаптың мөлшерін азайту. Алайда, сынапты жою жүйелері (Hg) газ түтіндік арқылы шығарылмас бұрын сынаптың шығарылуын азайту үшін де қолданылады.

Спецификацияға сәйкес күкірт қышқылындағы сынап мөлшері, әдетте, тазартылған газдағы <0,1 бөлш/млн-нан 0,5 бөлш/млн-ға дейін және <0,02 мг/Нм<sup>3</sup> құрайды. Бұл әдістің мақсаты сынаптың шығарылуын және шығарылуын азайту, сондай-ақ құрамында сынабы жоқ күкірт қышқылын өндіру болып табылады.

5.7-кестеде Boliden Ronnskar мыс, қорғасын және мырыш өңдеу қондырғыларында қолданылатын сынаптан арылту әдістері, сондай-ақ олардың өндірістік сипаттамалары келтірілген.

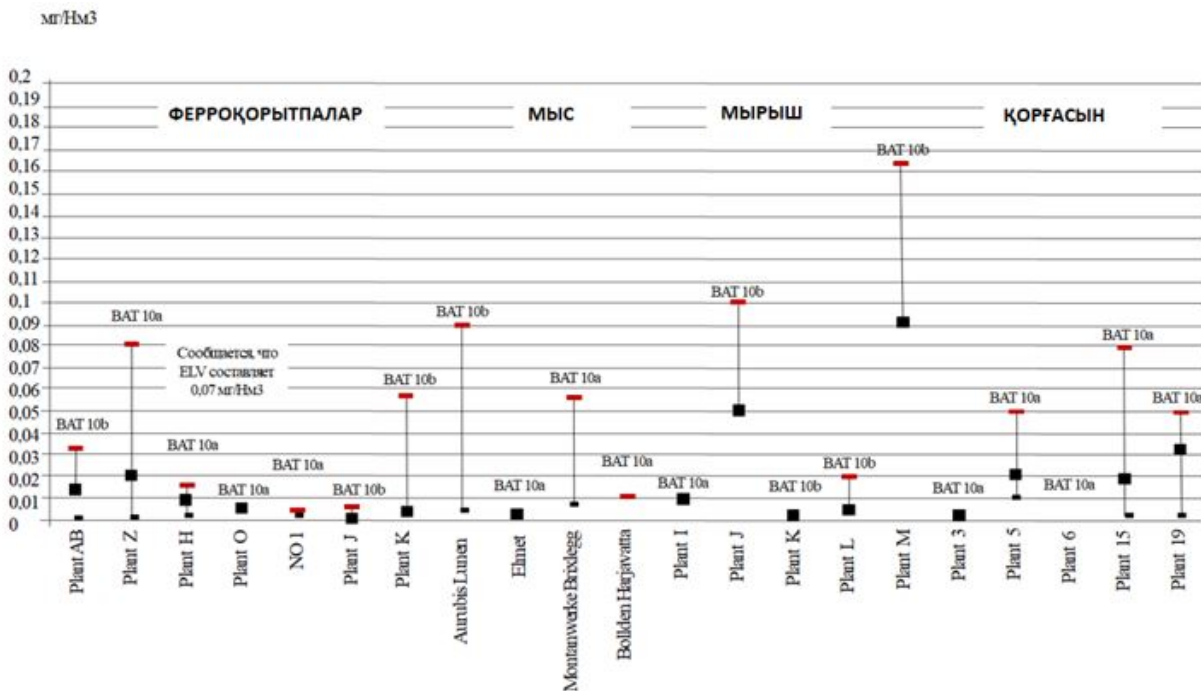
5.7-кесте. Boliden Ronnskar зауытында қолданылатын сынаптан арылту әдістерінің өндірістік сипаттамалары

Р/с №	Әдіс	Ағын (Нм <sup>3</sup> /с)	Жүктеу	Тазартқанға дейін (мкг/Нм <sup>3</sup> )	Тазартқаннан кейін (мкг/Нм <sup>3</sup> )	Тазарту тиімділігі, %
1	Хлорид қосылған процесс / BolidenNorzink	30 000	Ең жоғары	9879	30	99,7
			Ең төмен	51	13	74
2	Dowa сүзгісі	170 000	Ең жоғары	50	1,4	97
			Ең төмен	10,5	1,2	88



3	Селен сүзгісі	80 000	Ең жоғары	1008	48	95
			Ең төмен	42	12	71
4	Белсендірілген көмір сүзгісі	80 000	Ең жоғары	1206	32	97
			Ең төмен	37,2	2,7	93

Көрсетілген түсті металдарды өндіру қондырғыларында түзілетін сынап шығарындылары  $0,02 \text{ мг/Нм}^3$ -тен  $0,05 \text{ мг/Нм}^3$ -ке дейінгі диапазонда болады. 5.5-суретте атмосфераға сынап шығарындыларын азайтудың қолданылатын әдістерінің тиімділігіне шолу көрсетілген.



5.5-сурет. Түсті металдарды өндірудің әртүрлі процестері нәтижесінде атмосфераға сынаптың шығарындылары

Құрамында сынабы бар қалдықтармен жасалатын барлық операцияларды Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын нормативтік-құқықтық актілерге/стандарттарға сәйкес жүргізу қажет.

### Кросс-медиа әсерлер

Энергияны көп пайдалану. Кәдеге жаратуды талап ететін қатты немесе сұйық қалдықтардың түзілуі.

### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдіс құрамында сынап бар шикізатты пайдалана отырып, пирометаллургиялық процестерде қолданылады.

### Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке көзқарасты қажет етеді.

### Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

#### 5.2.5. Металдың өндірістік процестері кезінде пайдаланылған газдарды жинаудан ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау техникасы

Сипаты

Металдарды өндіру процесінде ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу әдістерінің жиынтығы.

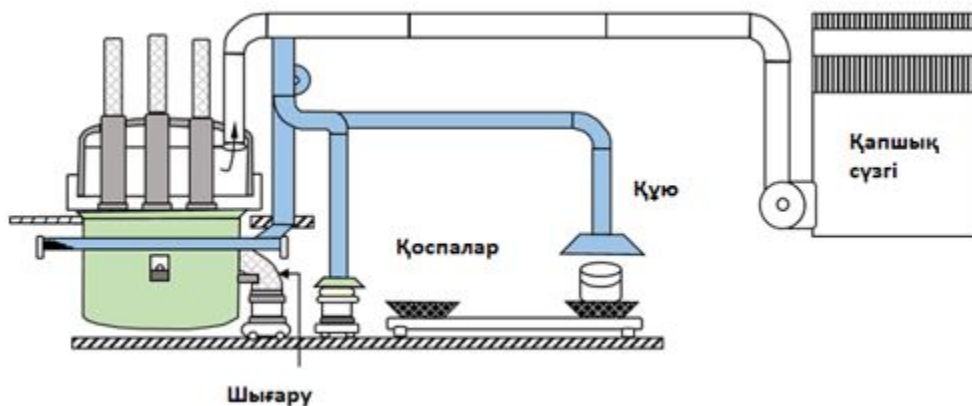
Техникалық сипаттамасы

Бұл әдістер жинау жүйелерін кәсіби жобалауға және техникалық қызмет көрсетуге, сондай-ақ тазартылған газ каналындағы шығарындыларды үздіксіз бақылауға негізделген.

Төмендегі әдістер келтірілген:

Пешті герметизациялау (немесе герметикалық пештерді пайдалану) процесі бақылау әдістерімен бірге, мүмкін болса, технологиялық қондырғылардан шығарындыларды болғызбау немесе болғызбау үшін қолданылатын әдіс болып табылады. Мысалдарға герметикалық балқыту пештері, герметикалық электр доғалы пештер және бастапқы алюминий өндіруге арналған материалды жеткізуге арналған герметикалық нүкте ұяшығы жатады. Пешті герметизациялау пештегі қысымның жоғарылауына жол бермеу үшін газды шығару жылдамдығына да байланысты [27].

Герметикалық пештер болмаған кезде, мысалы, қолданыстағы ашық пешті жаңарту кезінде пеш газдарын тежеу үшін ең жоғары тығыздағышты қолдануға болады. Мысал ретінде технологиялық газдарды тиімді алу үшін электр доғалы пештің төбесіндегі " төртінші тесікті" қолдануға болады – 5.6- суретті қараңыз.



5.6-сурет. Төртінші саңылаудан бу жинау

Пешті ашу кезінде ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу үшін пештерде герметикалық жүктеу жүйелерін пайдалану, мысалы, пештің тиеу есігіне мықтап бекітілген жүктеу шелектерін және сору шкафы арқылы жүктеу жүйелерін пайдалану. Бұл әдістерді барлық жаңа және қолданыстағы процестерге, соның ішінде үзік-үзік процестерге қолдануға болады.

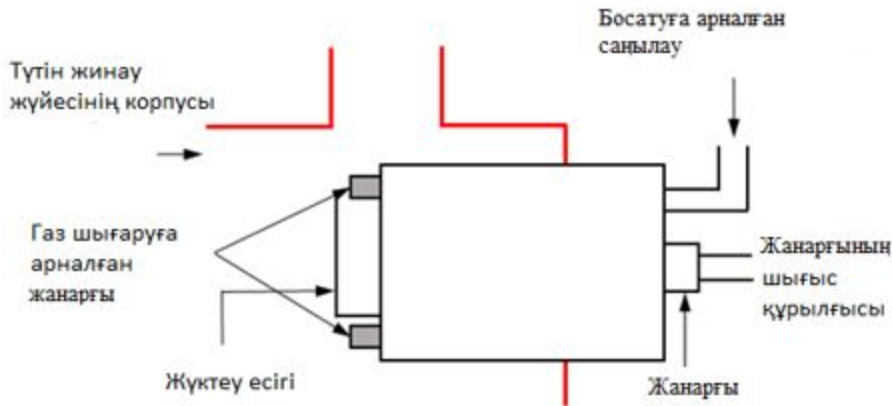
Коллекторлық қақпаққа, ауа өткізгіштерге, сүзгі жүйесіне және желдеткішке техникалық қызмет көрсету жинау немесе алу жылдамдығын ұстап тұру үшін өте қажет. Сондай-ақ газды шығару нүктелеріне тікелей соруды қамтамасыз ету үшін жапқыштар мен баламалы экстракция нүктелері жүйесін пайдалану қажет. Мысал ретінде, пеш қожды немесе металды шығару үшін еңкейіп, төртінші іріктеу нүктесі түтікке қосылмаған жағдайды келтіруге болады. Клапандарды газды шығару нүктесіне тікелей сіңіру үшін де қолдану керек. Ыңғайлы нұсқасы – автоматты түрде қосқышты ауыстыру.

Соқтығысудан немесе абразиядан физикалық зақымданудың пайда болуын, ауа өткізгіште және желдеткіш қалақтарында шөгудің пайда болуын болғызбау үшін үнемі тексеру және профилактикалық қызмет көрсету қажет. Бұл әдіс барлық жаңа және қолданыстағы процестерге қолданылады.

Газды дұрыс таңдауды қамтамасыз етудің маңызды қалыптасқан тәжірибесі – бұл автоматты клапандарды басқару құралдарын қолдану, бұл тым көп энергияны пайдаланбай, бу көзіне күш салу бағытын қамтамасыз етеді. Бақылау құралдары процестің әртүрлі кезеңдерінде таңдау нүктесін автоматты түрде өзгертуге мүмкіндік береді. Мысалы, пештерден материалды төсеу және шығару әдетте әртүрлі уақытта жүреді, сондықтан материалды төсеу және шығару нүктелері бір-біріне жақын орналасатындай етіп жасалуы мүмкін, сондықтан тек бір таңдау нүктесі қажет болады. Таңдау нүктесі сонымен қатар пешке оңай қол жеткізуге және жақсы экстракция жылдамдығына арналған. Сору жүйесінің дизайны сенімді болуы керек, ал үнемі техникалық қызмет көрсету қажет. Бұл қағидат қысқа айналмалы пешке оңай қолданылады.

Мысал ретінде қысқа айналмалы пештің бейімделуін келтіруге болады. Жүктеу есігі мен люктері пештің бір ұшында орналасқан. Түгін сорғыш шелек және тиеу конвейер арқылы қож толық қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Оның конструкциясы пайдалану барысында болмашы әсерлерге төзімді болатындай өте берік.



### 5.7-сурет. Жүктеу және шығару жүйесі

Ауыспалы бу көзіндегі газды іріктеу күш-жігерін бағыттау қағидатын жұмыс циклі кезінде, мысалы, материалды жүктеу немесе шығару кезінде негізгі бу көзін алу үшін қақпақтарды автоматты түрде басқару арқылы да сақтауға болады. Қысқа айналмалы пештің және айналмалы конвертердің конструкциясы (ЖҮАК) толығымен жабық болуы мүмкін.

Пеш газдарының ағынын модельдеу үшін КГД және индикаторларды пайдалану. Түтін жинау жүйесі оңтайлы түтін жинауды қамтамасыз ету үшін пеш газдарына КГД модельдеуді қолдану арқылы жетілдірілді. Түтін ағындарының қозғалысын бағалау бойынша осы жұмыстың нәтижесі ең жоғары өнімділікке қол жеткізу үшін басқарылатын жапқыштарды қолдану болды. Сондай-ақ шикізатты электр қалпына келтіру пешіне тиеу схемасын өзгерту арқылы айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді, бұл бүкіл партияны бір уақытта жүктеудің орнына аз мөлшерде зарядты тұрақты түрде жеткізуді білдіреді. Негізгі әсер ұйымдастырылмаған шығарындыларды тудыратын тербелістерді азайту және пештің гипотермиясының алдын алу болды; ПХДД/Ф шығарындыларын азайту нәтижелері бұл жағдайда айтарлықтай болды.

Газ жинау үшін қосымша сорғыштарды пайдалану. Егер ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу немесе қолайлы деңгейге дейін азайту мүмкін болмаса, екінші түтін жинау жүйелері қолданылуы мүмкін. Кейбір пештер тиеу және шығару кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды жинауға арналған қосымша сорғыштармен жабдықталуы мүмкін. Ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайтуды оңтайландыру үшін сору желдеткіші тікелей бу көзіне орнатылады. Желдеткіштерді автоматты түрде басқару үшін зияткерлік жүйені бу шығаратын процесс кезеңдерінде пайдалануға рұқсат етіледі. Сонымен қатар ауаны шатырға орнатылған желдеткіш арқылы шығаруға болады, бірақ үлкен көлемдегі ауаны өңдеу қажет, оны сөмке сүзгісімен тиімді тазарту мүмкін емес. Басқа кемшіліктерге мыналар жатады: энергияны көп тұтыну, жоғары инвестициялар және қалдықтардың көп мөлшері (қолданылатын сүзгі материалдары). Екінші түтінді жинау жүйелері нақты жағдайларға

арналған. Энергия шығынын қақпақтарды автоматты түрде бақылау және желдеткішті басқару арқылы азайтуға болады, сондықтан жүйелер қажет болған жағдайда, мысалы, түрлендіргішті жүктеу немесе орнату кезінде қолданылады.

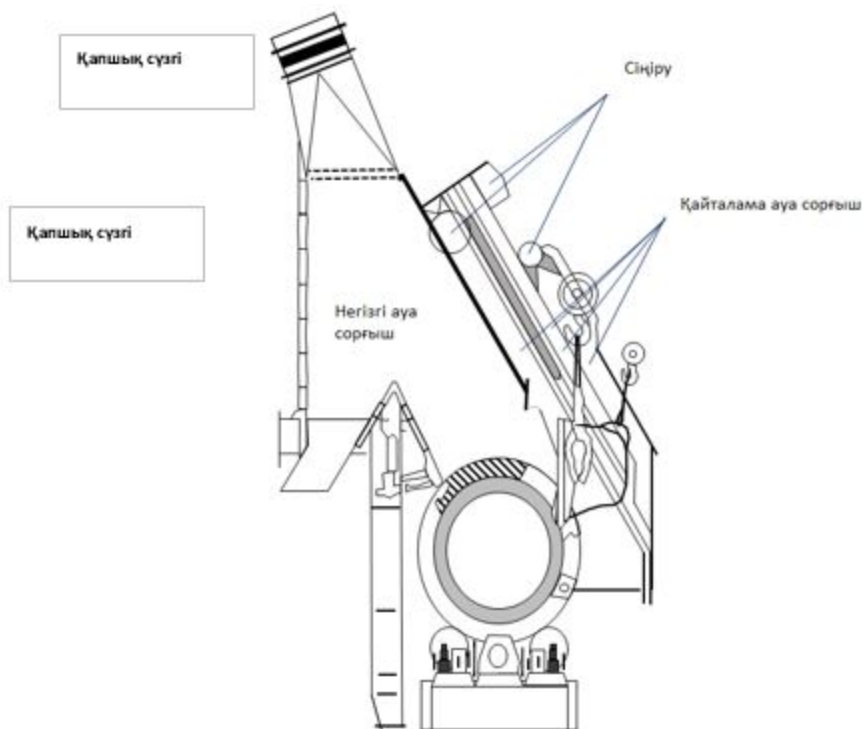
Төменде қайталама газ жинаудың бірнеше мысалдары келтірілген.

5.8-суретте көрсетілген процесте ауа ағынының жылдамдығы клапандарды реттеу арқылы жабық басқару жүйесінің көмегімен бақыланады. Жылдамдықты реттегіштермен жабдықталған желдеткіштер энергияны тұтынуды азайту үшін қолданылады;  $875000 \text{ нм}^3/\text{сағ}$  екінші реттік газдар сүзгіштермен ұсталып, тазартылады. Бұл ретте тұтынылатын электр энергиясының мөлшері жылына 13,6 ГВт-сағ құрайды, ал сағатына ауланатын тозаңның көлемі 700 кг құрайды.



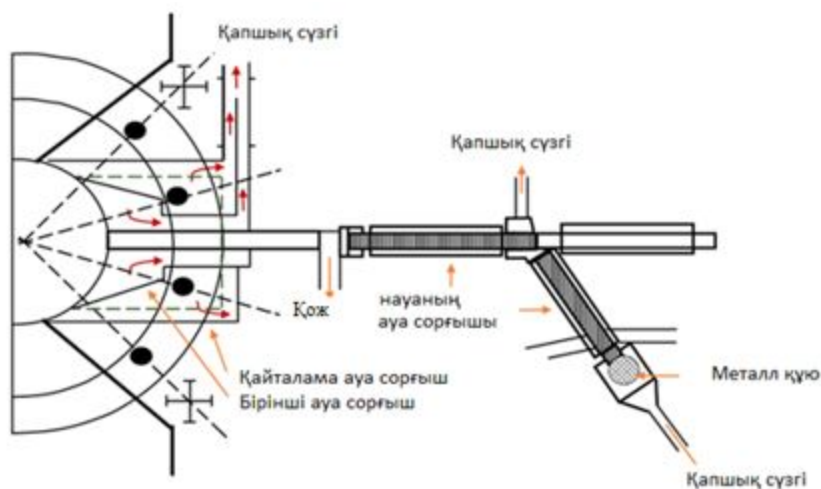
5.8-сурет. Мысты өндеудің бастапқы процесі үшін буды екінші рет жинау жүйесінің схемасы

Мерзімді түрлендіргіштен газдарды жинау қиын болуы мүмкін, өйткені шелектің берілуі қақпақтардың жұмысына кедергі келтіреді. Кейбір қондырғылар шатырдың контурынан барлық буларды жинайды, бірақ энергия шығыны артады. Басқа қондырғы негізгі сорғышқа қосымша үш сорғыш жүйесін пайдаланады. Бұл сорғыштарды күкірт қышқылын орнатуға (сорғыш 1) немесе қайталама тазарту жүйесіне (сорғыш 2 және 3) қосуға болады. Толтыру және құю операциялары кезінде жеке сорғыштар қозғалтқыштан іске қосылады және жинаудың оңтайлы тиімділігін қамтамасыз ететін жағдайларда орнатылады. Қайталама газ жинау жүйесі 5.9-суретте көрсетілген.



5.9-сурет. Конвертерге арналған қайталама сору жүйесі

Тағы бір мысал, домна пешінен балқыту кезінде түтінді екінші рет жинау жүйесі қалай ұстайтындығын көрсетеді. Тозаң жинайтын жабдық домна пешінің шүмегінің үстінде орналасқан әртүрлі сорғыштардан, негізгі металл шығатын науадан және сұйық сигара тәрізді металл шелекке құйылатын құрылғыдан тұрады. Жиналған булар жеке сүзгі қапшығында тазартылады. Шығаратын буды жинау жүйесі (Домна пешінің үстіндегі көрініс) 5.10-суретте көрсетілген.



5.10-сурет. Шығатын буды жинау жүйесі

Үшінші жинау жүйелерін пайдалану. Екінші реттік сорғыштармен ұсталмайтын газдар бүкіл жұмыс аймағын қамтитын үшінші жинау жүйесінде жиналуы мүмкін, мысалы, "үй ішіндегі үй" немесе "болат балқыту пешінің қаптамасы" тұжырымдамасы бойынша жасалған жүйе. Ақылды жүйе жұптар шығарылатын процесс кезеңдерінде желдеткіштерді автоматты түрде басқару үшін қолданылады. Бұл қағидат энергияны шамадан тыс тұтынуды болғызбау үшін "үй ішіндегі үй" тұжырымдамасында қолданылады.

#### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Ұйымдастырылмаған металл шығарындыларын, тозаңды, күкірт қостотығын және басқа да қосылыстарды тиімді ұстап алу.

Тозаңның көп бөлігі қайта өңдеу процесіне қайтарылады немесе құнды металдарды алу үшін сатылады.

#### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Нақты объектіге байланысты.

#### **Кросс-медиа әсерлер**

Энергияны көп пайдалану.

#### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Бұл әдістер жалпыға бірдей қолданылады.

Үшінші түтінді жинау жүйесі, мысалы, "үй ішіндегі үй", жаңа қондырғыларда шығару және зарядтау операцияларына немесе пештердің көлеміне және кеңістіктің талаптарына байланысты қолданыстағы қондырғыларды айтарлықтай модернизациялауға қолданылады.

#### **Экономика**

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Ұйымдастырылмаған шығарындыларды ұстау.

### **5.2.6. Бастапқы материалдарды күйдіруден шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері**

#### **Сипаты**

Қарастыруға арналған технологиялар:

псевдосұйылтылған қабатта күйдіру пешінің алдында конвейерлік таспада орнатылған су бүрку жүйесін пайдалану арқылы алынған ылғалды материал;

толығымен жабық технологиялық жабдық;

қапшық сүзгі;

қосымша алдыңғы кезең ретінде циклон тозаң жинағышы бар ыстық ЭСТ;

скрубберлер, ылғалды ЭСТ және сынап шығарындыларымен күресу әдістері.

## Техникалық сипаттамасы

### Қапшық сүзгі

Мырыш концентраттары салыстырмалы түрде жоғары ылғалдылыққа ие (~10 %) болады, мұның өзі өңдеу кезінде тозаң шығарындыларын болғызбауда, әсіресе толық жабық жабдықты пайдалану кезінде өте тиімді. Тозаң материалы жағдайында, мысалы, ылғал мөлшері өте төмен материал немесе күйдірілген Материалдарды өңдеу үшін, пештің материалын дайындаудан канализацияға шығатын шығарындылардың (мөлшерлеу құрылғылары, фрезерлеу және қолдану кезінде тегістеу) және күйдірудің өзінен шығатын екінші шығарындылардың мөлшерін азайту үшін қапшық сүзгілер қолданылады.



5.11-сурет. Күйдіру пеші үшін материал дайындаудан және күйдіру пешінен шығарындыларды тұтып қалу және азайту

Қапшық сүзгілер немесе керамикалық сүзгілер осы процесте пайдаланылған кезде ЭСТ-ға қарағанда тозаңды кетірудің жақсы тиімділігін қамтамасыз етеді [28].

Қосымша алдыңғы кезең ретінде циклон тозаң жинағыштары бар ыстық ЭСТ

Құрғақ тазалаудың бұл кезеңі тозаңның көп мөлшерін қалпына келтіру үшін қолданылады. Қажет болған жағдайда хлоридті немесе кадмийді тозаң өртендісін қайта пайдаланғанға дейін шаймалау жүргізіледі.

Скрубберлер, ылғалды ЭСТ және сынап шығарындыларымен күресу әдістері

Ылғалды тазартудың бұл кезеңі күкірт қышқылымен қондырғыға жеткізуге жарамды шығатын газды алу үшін қолданылады.

Ылғалды ЭСТ қалдықтары және сынапты жою, егер олар басқа процестер үшін пайдаланылмаса, кәдеге жаратуға жатады. Басқа ағындармен салыстырғанда  $SO_2$  мөлшері жоғары газдардың аз мөлшері пайда болады.

### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Дымқыл материал.

Тозаң шығарындыларын азайту. Сутіректің тұрақтылығын арттыру.



Толығымен жабық технологиялық жабдық

Ұйымдастырылмаған атмосфераға шығарындылардың алдын алу. Материалдың кемуінің болмауы.

Қапшық сүзгі

Атмосфераға шығарындыларды азайту. Тозанды қайта пайдалану.

Қосымша алдыңғы кезең ретінде циклон тозаң жинағышы бар ыстық ЭСО

Тозаң мен ұшпа металдардың шығарындыларын азайту (Zn, Pb, Hg, As немесе Cd).

Пайдаланылған газды тазарту процесінің құрғақ кезеңінде жиналған тозаңды қайта пайдалану, өйткені ол химиялық құрамы бойынша пештен шыққан отқа ұқсас және оны пештің өңдеу жүйесіне қайтаруға болады.

Скрубберлер, ылғалды ЭСТ және сынап шығарындыларымен күресу әдістері

Тозаң мен ұшпа металдардың шығарындыларын азайту (Zn, Pb, Hg, As немесе Cd).

Тозаңды кетіруден басқа, сатылатын күкірт қышқылын алу үшін газ тазарту қажет.

Сынап шығарындыларын азайту. Материалдағы сынап арнайы жабдықпен ұсталады, ол қолдану орнына байланысты өзгеруі мүмкін. Одан басқа, сатылатын сұрыпты күкірт қышқылын алу үшін сынапты алып тастау қажет.

### Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Қапшық сүзгі

5.8-кестеде материалды беру және күйдіру пешінің тозаң шығарындыларының көрсеткіштері көрсетілген.

5.8-кесте. Материалды беру процесі мен күйдіру пешінің тозаң шығарындылары

P/c №	Қондырғы		А		А		В		Н	
			орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ағын	Нм <sup>3</sup> /сағ	27 184	ДЖ	10 630	ДЖ	4 655	ДЖ	4 000	ДЖ
2	Тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	1,04	3,1	0,54	3,1	0,21	0,51	1,6	2,6
3	Zn	мг/Нм <sup>3</sup>	0,69	ДЖ	0,35	ДЖ	0,12	0,29	0,8	1,2
4	Cd	мг/Нм <sup>3</sup>	0,0060	ДЖ	0,0030	ДЖ	0,0005	0,001	0,03	0,04
5	Pb	мг/Нм <sup>3</sup>	ДЖ		ДЖ		0,0032	0,008	0,09	0,3
6	Пайдаланылатын технология		Қапшық сүзгі							
7	Іріктеу жиілігі	Мөлшері/жыл	0,5		0,33		1		2	

Германияның алғашқы мырыш өндірісі қондырғысы күйдірілген материалдарды ұсақтайтын роликтен шығарындыларды азайту үшін қапшық сүзгіні қолданады. 2005 жылы орындалған 6 өлшемнің қорытындысы бойынша шығын 9670 Нм<sup>3</sup>/сағ құрады. Тозаң мен металдардың шығарындылары:

тозаң: 1,1–3,4 мг/Нм<sup>3</sup>;

қорғасын: 0,031–0,132 мг/Нм<sup>3</sup>;

никель: <0,001 мг/Нм<sup>3</sup>;

мырыш: 0,7–1,7 мг/Нм<sup>3</sup>;

күшән: <0,001-0,005 мг/Нм<sup>3</sup>.

Қосымша алдыңғы кезең ретінде циклон тозаң жинағышы бар ыстық ЭСО.

5.9-кестеде құрғақ газды тазарту сатысында құрғақ тозаңнан арылту туралы мәліметтер келтірілген. Құрғақ газ тазартудан кейін ағын ылғалды газ тазарту бөліміне түседі.

5.9-кесте. Ылғалды газ тазарту секциясының алдында күйдіру қондырғысының құрғақ газ тазарту секциясын тозаңнан арылту (тор~120 м<sup>2</sup>)

Р/с №	Процесс кезеңі (шығару)	Газ ағыны (max) (Нм <sup>3</sup> /с)	Температура (max) (°С)	Тозаң (max) (мг/Нм <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5
1	Псевдосұйылтылған қабаттағы күйдіру пеші	88 307	980	300 000
2	▼			
3	Кәдеге жарату бу қазандығы	88 814	350	150 000
4	▼			
5	Циклонды тозаң тұтқыштар (қосымша)	89 380	350	300 00
6	▼			
7	Электр сүзгі	90 000	350	200

Скрубберлер, ылғалды ЭСТ және сынап шығарындыларымен күресу әдістері

5.10-кестеде ылғалды тазарту сатысында тозаңнан арылтудың типтік мысалы келтірілген.

5.10-кесте. Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> бар қондырғыда ылғалды газ тазарту жүйесін тозаңнан арылту

Газ ағыны (Нм <sup>3</sup> /с)		Температура (°С)		Тозаң (мг/Нм <sup>3</sup> )	
Жіберу	Шығару	Жіберу	Шығару	Жіберу	Шығару
1	2	3	4	5	6
80 000-90 000	80 000-90 000	300-350	< 30	< 200	< 0,5

Ылғалды газ тазарту жүйесінен шығару қалдықтар шығарындыларының нүктесі емес, жабық газ тазарту каналының ішкі нүктесі болып табылады. Осы кезде жанама шығарындыларды анықтауға күкірт қышқылының сапасын талдау арқылы қол жеткізіледі.

Сүзгілегенге дейінгі сынап концентрациясы (жалпы)  $10 \text{ мкг/м}^3$  бастап  $9900 \text{ мкг/м}^3$  дейін болуы және сүзгілегеннен кейін  $3 \text{ мкг/м}^3$  бастап  $50 \text{ мкг/м}^3$  дейін болуы мүмкін, мұның өзі сынапты жою үшін қолданылатын технологияларға байланысты  $70 - 99,7 \%$  тазарту деңгейін құрайды. Қышқылдың кейінгі сапасы сынаптың  $1 \text{ бөл./млн}$  төмен концентрациясын береді. Осыған қарамастан, нарықтағы қазіргі үрдіс сынап құрамы  $0,5 \text{ бөл./млн}$  төмен емес күкірт қышқылын талап етеді.

Кросс-медиа әсерлер

Қапшық сүзгі.

Энергия тұтынуды арттыру.

Қосымша алдыңғы кезең ретінде циклонды тозаң жинағышы бар ыстық ЭСТ.

Энергия тұтынуды арттыру.

Скрубберлер, ылғалды ЭСТ және сынап шығарындыларымен күресу әдістері

Газ тазартудан кейінгі сарқынды суларда галогендер тым көп және сарқынды суларды тазарту қондырғыларында өңделуі керек.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте оңай ылғалданатын материалдар, жабық технологиялық жабдықтар және қапшық сүзгілер қолданылады.

Мырыш өндірісінде ыстық ЭСТ, ылғалды ЭСТ және сынап шығарындыларымен күресу әдістерін қолдану күкірт қышқылы бар тағы бір қондырғының болуын талап етеді.

Сынап шығарындыларымен күресу технологиясын қолдану күкірт қышқылының сапасына қойылатын талаптармен байланысты.

Экономика

Күкірт қышқылы мырышты күйдіру процесінде негізгі жанама өнім болғандықтан, қышқылды соңғы қолданушыға тасымалдаудың ыңғайлылығы мен құны күкірт қышқылы ретінде күкірт алу арқылы күкірт мырышын күйдіретін жабдыққа кедергі келтіруі мүмкін.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнамалық талаптар. Тозаңды қалпына келтіру. Сынаптың коммерциялық қолайлы сапасымен күкірт қышқылын өндіру.

### **5.2.7. Мырыш ұнтағын пайдалану арқылы ерітінділерді тазалау және өртенділерді қайта өңдеу кезінде түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері**

Сипаты

шығарындыларды және олардың шаймалау резервуарлары мен тұндырғыштарын болғызбауға арналған әдістер жиынтығы;

қатты және сұйық фазалардың бөлінуінен шығарындылардың алдын алу әдістерінің жиынтығы;

сумен дымқыл скрубберлер, содан кейін тұмантұтқыштар;

ортадан тепкіш жүйелер;

тұмантұтқыштар.

Техникалық сипаттамасы

Шаймалау резервуарлары мен тұндырғыштардан шығарындыларды болғызбауға арналған әдістер жиынтығы.

Ұйымдастырылмаған аэрозоль шығарындыларын болғызбау үшін резервуар қақпақпен жабылуы тиіс. Процесс қақпақты ашуды қажет еткен кезде, шығарындылардың пайда болу мүмкіндігін тиісті түрде шектеу үшін сақтық шараларын қолдану қажет (мысалы, экстракция/теріс қысымды бақылау, іріктеу қақпақтары немесе тазарту саңылаулары, араластырғыш білігінің тығыздағыштары).

Егер резервуар желдетілсе, желдету құбыры шығарындылармен күресу жүйесіне қосылуы керек (шығарындылардың қажетті деңгейінде).

Шығарындылармен күресудің орталық жүйесін қолдану.

Бір резервуарды, табиғи немесе механикалық тартқышты тазарту жүйесін пайдалану.

Реакциялық резервуардың жанындағы өңделетін сұйық кіру және шығару науалары жабық болуы тиіс.

Резервуардың өзінде заттардың топыраққа төгілуіне жол бермеу үшін топырақтан жоғары ысырма/сорғыш болуы керек.

Резервуар жергілікті экологиялық нормаларға сәйкес су өткізбейтін аймақта болуы тиіс.

Қатты және сұйық фазалардың бөлінуінен шығарындылардың алдын алу әдістерінің жиынтығы.

Шаймалау процестерінде әдетте сүзудің бір немесе бірнеше кезеңдері болады, оларда қатты заттар технологиялық сұйықтықтан тиімді шығарылады. Ярозит және гетит сияқты темір қалдықтарын сүзу үшін вакуумдық сүзгілер және айналмалы немесе көлденең конвейер жүйелері қолданылады. Осы кезде бірнеше шығарындылар проблемалары туындайды және келесі қысқаша тізім кейбір маңызды мәселелерді көрсетеді [29].

Вакуумдық сорғылар/айдау желдеткіштері әдетте суды герметик ретінде пайдаланады. Бұл суға вакуумдық сепаратордан келетін ұсақ тамшылардағы металдардың мөлшері әсер етеді және бұл процесті қатаң бақылау керек. Сепаратордың нақты сатысында (кезеңдерінде) дұрыс жұмыс істемеуі судағы металдардың көп болуына әкелуі мүмкін. Стандартты тәжірибе-бұл суды қайта пайдалану, сондықтан су да қызатындықтан, салқындату кезеңін қосу керек. Ауа суын жібермес бұрын сарқынды суларды тазарту қажет болуы мүмкін. Вакуумдық сүзгілерді пайдалану

кезінде су металдармен ластанғандықтан, көптеген қондырғылар таза судың орнына вакуумдық сорғылар үшін қайта өңделген, төмен металл технологиялық суды пайдаланады. Бұл судың жалпы шығынын азайтады.

Қолайлы, қауіпсіз жұмыс жағдайларын сақтау үшін вакуумдық сүзгілерді ыстық сұйықтықтарды сүзгілеуден ылғалды ауаны жинайтын қаптамалармен мықтап жабу керек. Бұл ауа құрамында кішкене тамшылар бар, сондықтан оларды бір жүйе арқылы да, жүйелер кешені арқылы да шығарындылармен күресу жүйесі арқылы өткізуге болады.

Егер қатты материал қайта өңдеудің соңғы қалдығы болса, бөлінген қатты заттарды жуу өте маңызды. Көлденең таспалы сүзгілер ағынға қарсы бағытта орналасқан жағдайда суда еритін қалдық элементтердің санын азайту үшін өте тиімді болатын бірнеше жуу аймағын пайдалануға мүмкіндік береді. Басқа тиімді сүзгі құрылғылары – диафрагмалық сүзгі пресі және қысыммен жұмыс істейтін үздіксіз таспа сүзгілері болып табылады. Әдетте, технологиялық салқындатқыштардан алынған қыздырылған салқындатқыш су сүзгілерді жууға арналған су ретінде қайта өңделеді. Сүзгіш кекті жуу тиімділігі жылы суды пайдалану арқылы артады.

Күтілетін жуу тиімділігі қондырғыға байланысты өзгереді, бірақ ярозитте (ылғал күйде) кемінде 1 % суда еритін мырыш болуы мүмкін деп жобалауға негіз бар.

Желдеткіш саңылаулар мен түтіндіктерге арналған дымқыл скрубберлер, ортадан тепкіш жүйелер және тұмантұтқыштар.

Сумен тазарту, содан кейін скруббер суы процеске қайта оралатын тұмантұтқыш орналасады.

Екі қабырғалы реактордағы статикалық пропеллердің әсерінен айналмалы қозғалыста қозғалғаннан кейін желдеткіш ауа тамшылары қабырғаға тиетін орталықтан тепкіш жүйелер, онда сұйықтық жиналып, қайтадан процеске жіберіледі.

Желдету қабырғасы бойымен резервуарға кері ағатын жиналған тұман мен конденсаты бар түрлі типті тұмантұтқыштар.

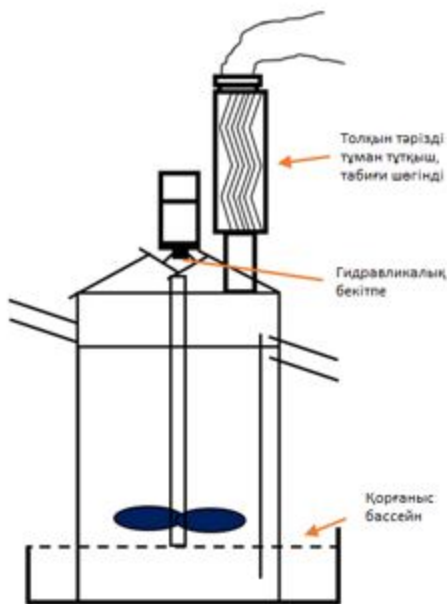
Тұманның таралуын азайтуға мүмкіндік беретін гидродинамикалық жағдайлары бар дұрыс жобаланған түтін мұржасы көбінесе тұман шығарындыларын азайтады.

Ластанумен күресу қажеттілігі сол жердегі ережелерге де байланысты. Нашар желдетілетін жабық бөлмеде орналасқан резервуарлар ашық кеңістікте орналасқан реакторларға шығарындылармен күресудің әртүрлі жүйелерін қолдануды қажет етеді.

Жоғарыда аталған ластануды бақылау жүйелерінің барлығы әдетте 95 %- дан астам тиімділікке ие. Масштабтың пайда болуымен және олардың барлық түрлерінде бітелумен және оларды қолданумен байланысты әртүрлі мәселелер бар. Бұл ластануды бақылау құралдары дұрыс жұмыс істеуі үшін профилактикалық қызмет көрсету бағдарламасы қажет.

Сондай-ақ ластануға қарсы күрестің жаңа жүйелерін орнату кезінде бақылау нүктелерін немесе сынамаларды іріктеу нүктелерін орналастыруға қатысты сақ болу

керек, өйткені бұл тиісті сынамаларды дұрыс іріктеу үшін өте маңызды (сынамаларды іріктеудің изокинетикалық әдісін орындау үшін).



5.12-сурет. Реакциялық резервуар

5.12-суретте статикалық тұмантұтқышпен және табиғи тартқышпен жабдықталған реакциялық резервуар көрсетілген. Ол герметикалық қақпағы бар және сақтау бассейніне орналастырылған.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Шаймалау резервуарлары мен тұндырғыштардан шығарындылардың алдын алу және қатты және сұйық фазаларды бөлу әдістерінің жиынтығы.

Аэрозольдер мен тұман шығарындыларының алдын алу.

Желдету саңылаулары мен түгін құбырларына арналған скрубберлер, ортадан тепкіш жүйелер және тұмантұтқыштар.

Аэрозольдер мен тұман шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Бұл қондырғылар қарапайым және көп бақылауды қажет етпейді, бірақ дұрыс жұмыс істеуі үшін оларды үнемі тазалап отыру керек.

Қалдықтарды жинаудың орталық жүйелері күрделірек болады, өйткені олар әдетте желдеткіштер мен қозғалтқыштарды қамтиды, бірақ пайдалану кезінде олар жиі техникалық қызмет көрсетуді және жөндеуді қажет етпейді.

Резервуарлардан мырыш шығарындыларының мөлшері, әдетте > 95 %-ға азаяды.

Мысалы, осындай қондырғысы бар "Boliden Odda" мырыш балқыту пеші: 2003 жылы тұмантұтқыш орнатылғанға дейін және одан кейін бейтарап шаймалау кезінде тұндырғыштан мырыш шығарындылары тіркелді. Нәтижелер 5.11-кестеде көрсетілген.

**5.11-кесте. Тұмантұтқышпен және тұмантұтқышсыз бейтарап шаймалау кезінде тұндырғыштан шығарындылар бойынша деректер**

P/c №	Сипаты	Өлшем бірлігі	Қондырғыға дейін	Қондырғыдан кейін
1	2	3	4	5
1	Желдету ағыны	Нм <sup>3</sup> /сағ	6820	3858
2	Құрамы Zn	мкг/Нм <sup>3</sup>	3311	264
3	Шығарындылар	г/сағ	22,6	1,0
4	Санын азайту	%	-	95,5

2011 жылғы шығарындылар бойынша қондырғылар үшін қолданылатын деректер 5.12 – 5.14-кестелерде берілген.

**5.12-кесте. Шаймалауға арналған сыйымдылықтарды желдету кезіндегі шығарындылар жөніндегі деректер\***

P/c №	Қондырғы		A	A	B	D	E	F	G
1	2		3	4	5	6	7	8	9
1	Ағын	Нм <sup>3</sup> /с	12 266	17 921	42 831	11 440	17 400	40 000	12 500
2	Тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	ДЖ	ДЖ	6,0	4,5	0,6	ДЖ	4,5
3	Zn	мг/Нм <sup>3</sup>	0,01-0,95	0,77	3,55	0,25	0,60	0,57	-
4	Cd	мг/Нм <sup>3</sup>	< 0,002	0,008	0,023	0,184	0,002	0,005	0,11
5	Pb	мг/Нм <sup>3</sup>	< 0,03	0,031	0,168	0,194	0,025	0,030	0,009
6	Hg	мг/Нм <sup>3</sup>	ДЖ	ДЖ	ДЖ	0,03	ДЖ	ДЖ	ДЖ
7	As	мг/Нм <sup>3</sup>	ДЖ	0,022	0,002	0,019	ДЖ	ДЖ	ДЖ
8	Cu	мг/Нм <sup>3</sup>	ДЖ	ДЖ	0,024	0,21	0,006	ДЖ	ДЖ
9	Ni	мг/Нм <sup>3</sup>	НСНД	ДЖ	0,0004	0,17	ДЖ	ДЖ	ДЖ
10	Пайдаланылатын технология		Тұмантұтқыш	Ағынды басқаратын қран	Жоқ	Скруббер	Жоқ	Скруббер	Жоқ
11	Іріктеу жиілігі	Саны/жыл	1,00	0,5	1	0,2-2	3	12	3

\* шығарындылармен күресу жүйесі қолданылмаған кезде, бұл шығарындылар ағынында шығарындылар ағынының төмендеуі байқалмайды дегенді білдіреді. Алайда, көп жағдайда шығарындылар ағынын болғызбау немесе азайту үшін сақтық шаралары қолданылады;

В және Е қондырғылары үшін шығарындылар туралы деректер тазалау секциясында шығарындыларды қамтиды.

### 5.13-кесте. Тікелей шаймалау процесінің шығарындылары бойынша деректер

Р/с №	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Саны
1	2	3	4
1	Ағын	Нм <sup>3</sup> /сағ	9 640
2	Zn	мг/Нм <sup>3</sup>	0,61
3	Cd	мг/Нм <sup>3</sup>	0,024
4	Pb	мг/Нм <sup>3</sup>	0,033
5	As	мг/Нм <sup>3</sup>	0,025
6	Hg	мг/Нм <sup>3</sup>	0,008
7	Пайдаланылатын технология		Скруббер
8	Іріктеу жиілігі	Саны/жыл	0,5

### 5.14-кесте. А зауытында ярозит-процесс шығарындылары жөніндегі деректер

Р/с №	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Саны
1	2	3	4
1	Zn	мг/Нм <sup>3</sup>	0,25
2	Cd	мг/Нм <sup>3</sup>	0,023
3	As	мг/Нм <sup>3</sup>	0,029
4	Пайдаланылатын технология		Жоқ
5	Іріктеу жиілігі	Саны/жыл	0,2

#### Кросс-медиа әсерлер

Электр энергиясын тұтынуды арттыру (желдеткіштердің жұмысына байланысты).

#### Экономика

Ауамен қамтамасыз ету жағынан бұл технологияларды орнату салыстырмалы түрде арзан болады.

Су/сұйықтық беру жағынан топыраққа ағып кетудің алдын алу үшін жүйені салу қымбатқа түседі.

Бұл жерүсті суларын жинау үшін дамыған инфрақұрылым салу қажет дегенді білдіреді.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

#### Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфераға шығарындыларды азайту.

Шаймалау және тазарту жөніндегі операциялар жабық үй-жайда жүргізілетін қондырғылар үшін, салауатты жұмыс ортасын сақтау үшін буды соруға қосымша



қажеттілік туындайды. Әдетте, бұл суық қысы бар Солтүстік Еуропа елдеріндегі қондырғыларға қажет.

Топыраққа ағып кетудің алдын алу.

#### **5.2.8. Қатты және сұйық фазаларды шаймалау мен бөлу кезінде шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері**

Сипаты

Қарастыруға арналған технологиялар:

шаймалау резервуарлары мен тұндырғыштардың шығарылуын болғызбауға арналған әдістер жиынтығы – техниканың сипаттамасы 5.2.7-бөлімінде берілген;

қатты және сұйық фазалардың бөлінуінен шығарындылардың болғызбау әдістерінің жиынтығы – техниканың сипаттамасы 5.2.7-бөлімде көрсетілген;

соңынан тұмантұтқыштар орналастырылған суы бар ылғалды скрубберлер – техниканың сипаттамасы 5.2.7-бөлімде көрсетілген;

орталықтан тепкіш жүйелер – техниканың сипаттамасы 5.2.7-бөлімде көрсетілген;

тұмантұтқыштар – техниканың сипаттамасы 5.2.7-бөлімде көрсетілген.

#### **5.2.9. Электролиз ваннасының ішіндегі электровиннинг кезінде тұманның түзілуін болғызбау және төмендету**

Сипаты

электролиз ваннасын тиісті желдету;

тұманның пайда болуын азайту үшін қоспаларды, атап айтқанда көбік түзетін қоспаларды қолдану.

Техникалық сипаттамасы

Электролиз ваннасын тиісті желдету

Электролиз ваннасы кәсіпорындағы жұмыс жағдайларын қорғау үшін жақсы желдетіледі. Электролиттік тұманды ұстап алу үшін қолданылатын екі жүйе бар.

Құрама емес: электролиз ваннасы электролиттің салқындауына қарамастан желдетіледі( жасанды немесе табиғи тартым); градирнялар ауаны сырттан пайдаланады

Құрама: электролиз ваннасы тамшы градирня есебінен желдетіледі, ғимараттан ауа салқындатқыштарда салқындатқыш агент ретінде пайдаланылады. Осылайша, желдету ауасы тұманнан өтіп, қышқыл тұман шығады.

Қоспаларды, атап айтқанда көбіктенетін қоспаларды пайдалану

Тұманның пайда болуын азайту үшін қоспалар, әсіресе қызылмия, сүйек желімі, мия тамыры сығындысы және т.б. сияқты көбіктенетін қоспалар қолданылады.

Электролиз ванналарында ерітіндінің бетінде салыстырмалы түрде тұрақты көбік қабатын ұстап тұру анодтарда пайда болған оттегі көпіршіктерінің ауаға ұсақ сұйық бөлшектердің шамадан тыс төгілуіне жол бермейді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Электролиз ваннасы желдеткішінің шығарындылары туралы деректер 5.15-кестеде берілген.

5.15-кесте. Электролиз ваннасы желдеткішінің шығарындылары жөніндегі деректер

Р/с №	Зауыт		А	В	Д және Е	Ғ
1	2	3	4	5	6	7
1	Ағын	Нм <sup>3</sup> /с	1 600 000	1 200 000	Салқындатқы штар арқылы	803 439
2	Zn	мг/Нм <sup>3</sup>	0,2	0,04		0,04
3	SO <sub>3</sub>		ДЖ	0,14		ДЖ
4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		ДЖ	ДЖ		0,29
5	Пайдаланылатын технология		Жоқ	Жоқ		Жоқ
6	Іріктеу жиілігі	Саны/жыл	0,5	1		12

Қызылмия, сүйек желімі, мия тамыры сығындысы және т. б. сияқты көбіктенетін қоспаларды пайдалану және электролиз ваннасын желдету жұмыс ортасында күкірт қышқылы тұманының концентрациясын 0,5 мг/м<sup>3</sup>-тен төмен ұстап тұруға мүмкіндік береді (8 сағаттық уақытша өлшенген орташа мән).

Кросс-медиа әсерлер

Электролиз ваннасын тиісті желдету

Электр энергиясын тұтынуды ұлғайту.

Қоспаларды, атап айтқанда көбіктенетін қоспаларды пайдалану

Қоспаларды қолданудың шамалы өсуі (мысалы, қызылмия).

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Көбіктенуді тұрақтандыратын қоспаларды қолдану неғұрлым жоғары инвестициялық шығындарға (жабдықты сақтау, өңдеу, дайындау және мөлшерлеу) және пайдалану шығыстарына (негізінен реагенттерге арналған шығындар) әкеп соғады.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфераға құрамында металдар (негізінен мырыш) және сульфаттар бар тұман шығарындыларын азайту. Операторларға қышқыл тұманның әсерін азайту.

## 5.2.10. Электролиз ваннасынан сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау және азайту

Сипаты

Екінші қорғаныс қабықшасы жүйесін қолдану.

Техникалық сипаттамасы

Электролиз ванналарында тазарту процесінде барлық төгілулерді, сұйықтықтарды немесе шламдарды ұстап тұруға арналған екінші реттік қорғаныс жүйесі бар. Барлық жиналған ерітінділер мен қатты заттар шаймалау кезеңіне қайтарылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тазарту процесіндегі барлық төгілулер мен сұйықтықтар немесе суспензиялар екінші қорғаныс қабықшасы жүйесінде жиналады және шаймалау кезеңіне барынша көп мөлшерде қайтарылады. Тек ерекше жағдайларда, мысалы, маңызды техникалық қызмет көрсету жұмыстары кезінде немесе судың жалпы балансы жиналған ерітіндінің көлемін мырыш ерітіндісімен каналға құюға мүмкіндік бермейтін кезеңде, бұл сұйықтық жиналған ерітіндінің бөлігі болып табылады, ол орталық сарқынды суларды тазарту станциясына жіберіледі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Ақпарат жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ақпарат жоқ.

Экономика

Қорғаныс қабығы жүйелері, аралық сақтау резервуарлары және қайта өңдеу тізбектері үшін инвестициялар қажет. Сондай-ақ орталық сарқынды суларды тазарту қондырғысына байланысты шығындар бар.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді.

Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Орталық сарқынды суларды тазарту станциясында тазарту үшін сарқынды сулардың мөлшерін азайту. Қондырғыда мырыш өндіру.

## 5.2.11. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі кезінде сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау тәсілдері

Сипаты

Сумен байытылған ағындардың барынша ішкі рециркуляциясы бар тұйық жүйе.

Техникалық сипаттамасы

ЭСТП процесі негізінен сульфат ерітіндісіне қатысты жабық жүйе болып табылады: электролиз кезінде пайда болған күкірт қышқылы шаймалау кезеңіне оралады, онда

мырыш пен басқа элементтерді күйіктен еріту үшін қолданылады; содан кейін мырыш сульфатының ерітіндісі тазартылып, электролизерге беріледі. Демек, гидрометаллургиялық реакцияларда сульфаттар мен су тұтынылмайды, бірақ жүйелі түрде қайта пайдаланылады. Бұл жабық жүйе сарқынды сулардың пайда болуын болғызбаудың маңызды әдісі болып табылады.

Алайда, іс жүзінде қондырғының су балансын үнемі қорғауды қамтамасыз ету қажет. Бір жағынан, судың бір бөлігі резервуарлар мен тұндырғыштардан булану арқылы, сондай-ақ градирняларда және жанама өнімдер мен қалдықтардың құрамындағы ылғал түрінде (мысалы, сүзгіш кек: мыс цемент, қорғасын және құрамында күміс бар шаймалау қалдықтары, темірлі кек) және қоспаларды айдау процесінен жоғалады. Екінші жағынан, каналға жаңбыр суы, сүзілген кекті жууға арналған су, тазарту жұмыстарына арналған су (мысалы, анод пен катодты мезгіл-мезгіл тазарту) және сорғыны тығыздау үшін су кіреді.

Металдар мен сульфаттарды алу және ССТҚ-ның жұмыс істеуін жеңілдету үшін ЭСТП-ны орнатудың стандартты тәсілі тазарту операцияларынан кейін, сүзгіш кекті жуғаннан кейін және т. б. құрамында металдар мен сульфаттар бар суларды технологиялық ерітіндінің жалпы арнасына рециркуляциялаудан тұрады:

ең жоғары дәрежеде, бұл қондырғының су теңгеріміне мүмкіндік береді (көлемі бойынша);

судың құрамы химиялық құрамы бойынша сұрақтар туындағанға дейін немесе гидрометаллургиялық процесте қауіптер жоқ.

Бұл тұрғыда органикалық қосылыстары бар сарқынды сулар (мысалы, маймен ластанған) қайта өңдеуге жарамсыз болып саналады, өйткені органикалық қосылыстар тазартуға немесе электролит процесіне зиянды әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар галогендердің (Cl, F, Br) немесе сілтілі металдардың (Na, K, Mg) жоғары концентрациясы бар сарқынды сулар, негізгі арнада немесе тек шектеулі көлемде қайта өңдеуге жатпайды, өйткені бұл қоспалар процесте жиналады және/немесе электролиттік процесте (мысалы, алюминий катодтарының хлоридті коррозиясы, анодтарда улы хлор газының пайда болуы) немесе гидрометаллургиялық процестің басқа кезеңдерінде химиялық/техникалық проблемалар тудыруы мүмкін. Бұл сарқынды сулар тікелей ЭСТП-ге жіберіледі.

Күйдіру және құю секцияларында төгілуден және тазартудан құрғақ қатты материалдар (мысалы, күйдіру пешіне, күйікке, пешке айналатын тозаңға, қожға тиелетін материал), егер бұл мүмкін болса, кептіру кезеңінен өтеді, егер олар өрт сөндіру бөлімінде қолданылса; егер олар шаймалау және тазарту бөлімінде екінші рет өңделсе, су балансы қанағаттанарлық болғанша суды пайдалануға болады.

Мырыш сульфаты бар негізгі каналдан басқа ЭСТП процесінде пайда болатын негізгі сұйық сарқындыны қолдану төмендегі 5.16-кестеде келтірілген.

5.16-кесте. ЭСТП процесі нәтижесіндегі сұйық сарқындыны пайдалану параметрлері

Р/с №	Процесс	Операция/көз	Пайдалану параметрлері
1	2	3	4
1	Күйдіру пеші-қышқылды қондырғы	Күйдіру газдарын ылғалды газбен тазарту	ССТҚ (құрамында галогендер бар)
		Қазаннан және тұйық цикл арналарынан ауаны шығару	Ылғалды газ тазалау немесе шаймалау үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)
		Тазалау/төгі	Шаймалау үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)
2	Шаймалау-Тазалау	Тазалау/төгу	Шаймалау және / немесе тазарту үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)
		Сүзгіш кекті жуу	Шаймалау және / немесе тазарту үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)
		Ылғалды газдан тазарту	Сілтілік емес жуу жағдайында шаймалау және/немесе тазарту үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал) немесе сілтілік жуу жағдайында мұртты (сілтілік (жер) металдарды қоса алғанда)
		Магнийді жуу кезеңі	ССТҚ (сілтілік (жер) металдарды қоса алғанда)
3	Электролиз	Анодтар мен катодтарды тазарту	Шаймалау үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)
		Тазалаудың басқа түрлері	Шаймалау үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)
4	Қю	Тазалау/қю	Шаймалау үшін (мырыш сульфаты бар негізгі канал)

Кейбір су ағындары, сапасына қарай, белгілі бір операциялардан кейін басқа мақсаттар үшін пайдаланылуы мүмкін, сондықтан тұщы суды пайдаланудан бас тартуға болады және / немесе ССТҚ үшін таза ағын көлемі азаяды.

Нақты қолданудың бірнеше мысалын келтіруге болады: жанама салқындату процестерінен кейінгі су (мысалы, салқындатқыш барабан, құйма қалыптары), жиналған ластанған жаңбыр суы немесе жерасты сулары/қалпына келтіру процесінен кейінгі су, сүзгіш кекті жуу үшін, сондай-ақ сорғыны герметизациялау үшін пайдаланылуы мүмкін. қазандық суын қалыптастыру немесе тазарту үшін. Егер сілтілік металдың концентрациясы (қаттылық) және су ағынындағы галогендік концентрация төмен болса, оны салқындату үшін пайдалануға болады.

ССТҚ ағындыларын қайта пайдалану әдетте шектеулі немесе мүмкін емес, өйткені галогендер мен (жер) сілтілі металдар құрамының жоғарылауы.

#### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Металдар мен сульфаттарды қалпына келтіру.

Суды пайдалану көлемін қысқарту.

ССТҚ жүктемесін жеңілдету (қалдықтардың пайда болу көлемін азайту, энергия тұтынуды және реагенттерді пайдалануды азайту және шығарындылар санын азайту).

#### **Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері**

Қондырғының көп су ағындарын қайта пайдалана алатын дәрежесі, сондай-ақ бұл үшін техникалық және экологиялық сипаттамалары белгілі бір учаске үшін соншалықты ерекше, сондықтан бағалау тек әрбір нақты жағдайда ғана мағынасы бар. Бұл мәселе бойынша деректер жоқ.

#### **Кросс-медиа әсерлер**

Мырышты бөлу процесінен бас тарту қаупінің жоғарылығы (қоршаған орта және/немесе қауіпсіздік үшін ықтимал теріс салдарлармен).

Жалпы су балансына байланысты көп су ағындарын арнаның негізгі процесіне қайта өңдеу энергияны тұтынуды арттыруы мүмкін, атап айтқанда, егер артық судың булануы қажет болса.

Кейбір жағдайларда, мысалы, деминерализацияланған суды дайындау үшін тұщы судың орнына (аздап) ластанған су пайдаланылса, реактивтерге және/немесе энергияны тұтынуға жұмсалатын шығындар артуы мүмкін.

#### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

ЭСТП процесіне негізделген барлық қондырғылар сульфат ерітіндісіне қатысты жабық жүйені қолданады.

Орнату мүмкіндіктері мен шектеулері, кейбіреулерін қайта пайдалануға қатысты көптеген су ағындары белгілі бір учаске пен аймаққа тән. Олар келесі факторларға байланысты:

жалпы су балансы, ол өз кезегінде климаттық және маусымдық жағдайларға әсер етеді (булану мен салқындаудың сипаттамаларын анықтайды), сонымен қатар процестер мен нарықтық жағдайлар (мысалы, жуу кезеңінің болуы/болмауы (мысалы, магнийді жуу, тазартылған ерітіндіні сату);

қондырғы жоспарлары (мысалы, ағын қол жетімді/қол жетімді болатын процестің кезеңдері мен берілген ағынды пайдалануға болатын орын арасындағы қашықтық);

галогендер және (жер) сілтілі металдар сияқты процесстегі қоспалар концентрациясының деңгейі, олар қондырғының бастапқы шикізатының құрамына (әсіресе қайталама шикізаттың салыстырмалы мөлшеріне) және нақты жуу операцияларының болуына/болмауына байланысты (мысалы, гипсті алып тастау кезеңі, хлорды алып тастау кезеңі, магнийді жуу).

### **Экономика**

Белгілі бір су ағындарын қайта пайдалану үшін орнату мүмкіндіктері, сондай-ақ оның техникалық жобасы белгілі бір учаске үшін өте ерекше болғандықтан, жобаның экономикасын әр нақты жағдай үшін бағалау керек.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Металдар мен сульфаттарды қалпына келтіру. Тұщы суды пайдалану көлемін қысқарту. ССТҚ жүктемесін жеңілдету (қалдықтардың пайда болу көлемін азайту, төмендету. Энергияны тұтыну және реагенттерді пайдалану және шығарындылар санын азайту).

## **5.2.12. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі кезінде қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту тәсілдері**

### **Сипаты**

Мырышты гидрометаллургиялық өндіру кезінде сарқыншақтар мен қалдықтарды қайта өңдеу немесе қайта пайдалану.

### **Техникалық сипаттамасы**

Концентраттар құрамында қатты материал (мысалы, тозаң), сұйықтық немесе шлам түрінде процестің келесі кезеңдерінде жойылатын және тұндырылатын қоспалар болады. Концентратты өңдеу өңделген және концентраттармен араласқан тозаң қалдықтарының пайда болуына әкелуі мүмкін. Тозаң тым аз болған кезде алдын ала өңдеу, мысалы, микро түйіршіктеу қажет. Осы процестің нәтижесінде алынған қалдықтардың бірде-бір түрі арнайы өңдеуді қажет етпейді. Күйдіру процесі толығымен жабық. Қорғаныс корпусының арқасында технологиялық процестерден қалдықтардың шығарындылары мен қалдықтардың ағындары барынша азайтылады.

Күйдіру үшін газдан сынапты алып тастайды, нәтижесінде құрамында сынап бар қалдық жиналады. Бұл қалдық әлсіз қышқылмен араласады және сүзгілеу арқылы бөлінеді. Бөлінгеннен кейін оны тұрақтандыруға және жоюға болады. Сонымен қатар қалдықты таза металл сынабын алу үшін дистилляциямен өңдеуге болады. "Болиден-Норцинк" процесінде электролиттік разряд процесі қосылған кезде өндірілген металл сынап пайда болады. Электролиттік бөліну процесі болмаған кезде сынаптың

тұрақты қосылыстары қауіпсіз кәдеге жарату көмегімен алынуы мүмкін. "Болиден-Норцинк" процесін пайдаланатын ЕС-28 мырышына арналған бір де бір күйдіру пеші электролиз арқылы металл сынабын шығармайды; тар жолақты МЧ процесінде пайда болатын сынап қалдықтар ретінде жіктеледі және қолданыстағы заңнамаға сәйкес (мысалы, полигонда немесе тұз шахтасында) тұрақтануы және жойылуы тиіс. Құрамында сынап бар қалдықтардың көлемі дистилляция арқылы айтарлықтай төмендеуі мүмкін.

Алынған сынаптың мөлшері толығымен шикізаттағы сынаптың концентрациясына байланысты. Стандартты концентрация 0,2–0,6 кг/т Zn (сүзуден кейінгі қалдық) немесе 0,050,2 кг/т Zn таза тазартылған металл сынабы болуы мүмкін.

Гидрометаллургиялық шаймалау және тазарту кезінде пайда болған қалдықтар процестің әртүрлі сатыларында тұндырылады. Шөгінді мөлшері негізінен концентраттардың сапасына және жауын-шашынның тиімділігіне байланысты. Гидрометаллургиялық процестегі қалдықтардың негізгі фракцияларының бірі – темірлі кек (ярозит немесе гетит түрінде). Темірлі кек қолданыстағы заңнамаға (қалдықтарды кәдеге жаратуды реттеу, қалдықтарды қоршаған ортаға орналастыруға рұқсат беру) сәйкес негізінен полигондарда кәдеге жаратылады. Пайда болған темірлі кектің мөлшері ішінара тұнба түріне (гетит немесе ярозит) байланысты, бірақ концентраттардағы темірдің құрамына байланысты. Бұл шоғырлануды азайтуға арналған технологиялар жоқ. Темірдің төмен концентраттар темірлі кектің пайда болуын болғызбау үшін қолдануға болады, бірақ концентраттың бұл түрінің болуы өте шектеулі. ЕО-да тек төмен темір концентраттары өнделетін бір ғана зауыт бар. Бұл процесті қамтамасыз ету үшін құрамында темірі төмен концентраттар қоры бар ірі шахтамен ұзақ мерзімді келісімшарттарға қол қойылды: Австралиядағы "Century Mine" шахтасы. "Century Mine" шахтасының қорлары таусылу шегінде тұрғандықтан, болашақта мырышты рафинациялау қондырғысын тек темірі төмен концентраттарға орнату үшін шикізатты қамтамасыз етуде қиындықтар болады.

Бастапқы жүктеу материалындағы мырыштан басқа элементтерді таза мырыш алу үшін және жабық гидрометаллургиялық арнада мұндай элементтердің жиналуын болғызбау үшін алып тастау керек. Бұл алынған элементтердің кейбіреулері тауарлық "оқшауланған немесе тасымалданатын аралық өнімдерде" шоғырланған және химиялық заттарды пайдалануды тіркеу, бағалау, санкциялау және шектеу (REACH) ережелеріне қатысты ЕО регламентіне сәйкес тіркелген. Осылайша экстракцияланған элементтер немесе жанама өнімдер:

мысты цементтегі (Cu) мыс;

Co-Ni-цементтегі кобальт-никель (Co-Ni);

кадмий, кейде ішкі пайдалану немесе кадмий құймалары ретінде сату үшін одан әрі рафинациялаумен; сонымен қатар Cd-ны заңнамаға сәйкес қауіпсіз жерде қайта өңдеуге болады;



PbSO<sub>4</sub>-Ag немесе Pb қалдығында және т.б. жартылай өніміндегі қорғасын мен күміс

;

Mn қалдығындағы марганец (ішкі өңдеуден кейін);

мырышты қож (ішкі өңдеуден кейін);

оқшауланған кезде қалпына келтіру процесін өтіп, одан әрі қолданылуы мүмкін басқа "аралық өнімдер", мысалы, германий, индий және галлий.

Процестің басқа қалдықтарының түзілуін барынша азайту, инерттендіру және өндіріс аумағында немесе одан тыс жерлерде кәдеге жарату қажет:

мысалы, құрамында қорғасын, селен және сынаптың аз концентрациясы бар газ тазарту;

темірлі кек, тікелей шаймалау қалдығы болуы мүмкін;

гипсті алып тастау сатысының қалдығы;

ССТҚ тұнбаны бейтараптандырушы.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Өндіріс ішінде/сыртында өңделуі және пайдаланылуы тиіс тауарлық "аралық өнімдерді" көбірек алу.

Тазалау және қайта өңдеу қажет қалдықтардың ең аз мөлшері.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Гидрометаллургиялық өндіріс пен мырышты өңдеу кезінде түзілетін типтік сарқындылар мен қалдықтар 5.17-кестеде берілген.

5.17-кесте. Мырышты гидрометаллургиялық өндіру және өңдеу кезінде түзілетін типтік сарқындылар мен қалдықтар

Р/с №	Кек/қалдықтар	Қалыптастыру процесі	Мөлшері (кг/т Zn)	Қосымша процесс параметрлері
1	2	3	4	5
1	Концентратты сақтау және өңдеу тозаңы	Концентратты өңдеу	НС	Концентрат беру процесінде қайта өңдеу
2	Күйдіру процесінен шығатын тозаң	Күйдіру процесі Құрғақ газ тазарту	НС	Гранулятор арқылы өтіп, содан кейін күйдіру пешінен силосты ағызумен бірге өртенді силосына қосылады
				Қалдықтарды кәдеге жарату т у р а л ы колданыстағы заңнамаға сәйкес Полигонда, тұз шахтасында тұрақтандыру және

3	Құрамында сынабы бар қалдық (сүзуден кейін)	Hg жою (газ тазарту бөлімі)	0,3-0,6	түпкілікті кәдеге жарату немесе қауіпсіз сақтау. Тауар өнімін өндіруге арналған "Болиден-Норцинк" процесі, соның ішінде ЭВ.
4	Тазартылған металл сынап дистилляциядан кейін)	(Hg жойғаннан кейінгі дистилляция	0,05-0,2	Қалдықтарды кәдеге жарату туралы қолданыстағы заңнамаға сәйкес полигонда, тұз шахтасында тұрақтандыру және түпкілікті кәдеге жарату немесе қауіпсіз сақтау.
5	Құрамында қорғасын мен күміс бар қалдықтар	Шаймалау	0,3-0,5	РЕАСН регламентіне сәйкес тасымалданатын жартылай өнім ретінде тіркелген. Шикізат ретінде сыртқы қондырғылармен өңделеді. Қалдықтарды кәдеге жарату туралы қолданыстағы заңнамаға сәйкес Полигонда немесе тұз шахтасында кәдеге жаратылуы мүмкін.

### Кросс-медиа әсерлер

Шөгінді үшін химиялық заттарды қолдану (мысалы, мырышты тозаң,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NaHS}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ).

Энергияны тұтынуды арттыру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы алғанда, бұл әдісті әртүрлі процестерде қолдануға болады, бірақ оны қолдану жергілікті жағдайларға байланысты (мысалы, үлкен өзеннің жанында немесе кішкене шығанақта орналасқан құрлықта орнату үшін, негізгі фактор-қондырғының бастапқы материалы).

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Қондырғы қызметінің экологиялық ұтымдылығы.

Табиғи ресурстарды қайта пайдалану.

### 5.2.13. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шығатын шаймалау кектерін кәдеге жаратуды жетілдіру тәсілдері

#### 5.2.13.1. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шығатын шаймалау кектерін кәдеге жаратуды жетілдіру мақсатындағы пирометаллургиялық қайта өңдеу

Сипаты

Вельц-пеште пирометаллургиялық өңдеу.

Техникалық сипаттамасы

Шаймалау үшін мырышты пирометаллургиялық өңдеуге арналған Вельц-процесс болат балқыту өндірісінде электр доғалы пештен (ЭДП) тозаңнан мырышты алу үшін қолданылатынға ұқсас болады. Негізгі айырмашылық газ ағынының айырмашылығы болып табылады, өйткені бастапқы материал да әртүрлі. Шаймалау кегінде  $SO_2$  газы ретінде ыдырайтын сульфаттар бар. Сондықтан, шаймалау кектері өңделетін Вельц пештері бейімделген газ тазартқышты пайдаланады [30].

"ZGH Boleslaw" поляк компаниясында шамамен мырыштың 90 %-ы бейтарап шаймалау сатысында өңделеді. Қалған мырыш іс жүзінде ерімейтін мырыш кектерінде қалады, олар өртендінің жалпы массасының 20-25 % құрайды. Шаймалау кегінің әдеттегі құрамы 5.18-кестеде берілген.

#### 5.18-кесте. Бейтарап шаймалау кегінің құрамы

Р/с №	Элемент	Концентрация (%)	Элемент	Концентрация (%)
1	2	3	4	5
1	Zn	14,5-20,0	$SiO_2$	1,8-2,5
2	Pb	7,5-11	S	6,5-9,0
3	Fe	20,0-30,0	S ( $SO_4$ түрінде)	3,5-6,5
4	Cd	0,25-0,35	$H_2O$	18,0
5	As	0,2-0,3	-	-
6	Mn	0,4-0,6	-	-
7	Cu	0,15-0,25	-	-

Мырыш кектері үш аймағы бар екі Вельц-пеште (ұзындығы 40 метр және ішкі диаметрі 2,6 м) өңделеді. Берілген материал кектер мен максимум 10 % құм мен 40 % кокс немесе антрацит қоспасынан тұрады.

Пеш газдары пештің жұмысы нәтижесінде алынған мырышқа бай тозаңды тозаң жинағыш камера арқылы, содан кейін араластыру камерасы мен түтікшелі салқындатқышты мәжбүрлі ауа ағынымен, содан кейін сөмке сүзгісімен тасымалдайды. Оксидті Вельц өнімі салқындатқыш пен қапшық сүзгінің шығыс бөлігінде жиналады. Содан кейін тозаңды газдар ылғалды скрубберде соңғы күкірттен арылту кезеңінен өтеді, онда әктас  $SO_2$  және оттегімен әрекеттеседі, нәтижесінде гипс пайда болады.

#### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тұндырғыштарда ярозитті немесе гетитті ұзақ уақыт сақтау қажеттілігін жою.

#### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

85 – 87 % мырыш алудың стандартты тиімділігі кезінде Вельц-оксид 5.19- кестеде көрсетілген типтік құрамға ие болады.

#### 5.19-кесте. Шаймалау кектерін өңдеу кезіндегі Вельц-оксидтің құрамы

P/c №	Элемент	Концентрация (%)	Элемент	Концентрация (%)
1	2	3	4	5
1	Zn	45 – 52	$SiO_2$	0,3-1,0
2	Pb	15 – 21	S	1,5-4,5
3	Fe	2,0 - 5,0	F	0,10-0,12
4	Cd	0,6 - 1,2	Cl	0,5-1,5
5	As	0,15 - 0,25	-	-
6	Mn	0,08 - 0,15	-	-

Осыдан кейін Вельц-оксид бейтарап шаймалау немесе СМБП-ға жіберіледі. Пештен шығатын қож құрамының типтік диапазоны 5.20-кестеде берілген.

#### 5.20-кесте. Шаймалау кектерін өңдеуден кейінгі вельц-қождың құрамы

P/c №	Элемент	Концентрация (%)	Элемент	Концентрация (%)
1	2	3	4	5
1	Zn	2,6-3,5	Cd	0,004-0,006
2	Fe	25-35	As	0,01-0,1
3	Pb	0,8-2,0	$SiO_2$	10-14

Бұл қож, егер бұл ұлттық талаптарға сәйкес келсе, құю операциялары үшін инертті толтырғыштар ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Қапшық сүзгіде және скрубберде тазалағаннан кейін Вельц-пештің жұмысы процесіндегі шығарындылар төмендегілерді құрайды:

$SO_2$ : 1 кг/т өнім;

$NO_x$ : 2,5 кг/т өнім;

$CO_2$ : 40 кг/т өнім;

$PM_{10}$ : 0,3 кг/т өнім;

қож: 2,5 т/т өнім;

ҰЖГ қондырғысынан алынатын синтетикалық гипс: 200 кг/т өнім;

сарқынды сулар (қожды салқындату): сарқынды суларды тазарту жөніндегі жергілікті қондырғыда өңделген бір тонна өнімге 0,007 м<sup>3</sup>.

Шығарындылардың концентрациясы 5.21-кестеде берілген.

5.21-кесте. Вельц-пештегі процестің шығарындылары

Жыл	Pb	Cd	Пыль	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	ПХДД/Ф
	мг/Нм <sup>3</sup>	мг/Нм <sup>3</sup>	мг/Нм <sup>3</sup>	мг/Нм <sup>3</sup>	мг/Нм <sup>3</sup>	нг МТЭ/Нм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
2011	0,180	0,009	3,5	415,27	19,27	0,200

Гидрометаллургиялық шламды қайта өңдейтін Вельц-пеш мыналарды тұтынады:

қалпына келтіргіш (кокс, антрацит): 1,25 т/т өнім;

SiO<sub>2</sub>: 0,2 т/т өнім;

табиғи газ: 85 Нм<sup>3</sup>/т өнім;

электр энергиясы: 270 кВтч/т өнім;

сығылған ауа: 600 Нм<sup>3</sup>/т өнім.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Энергияны тұтынуды арттыру. CO<sub>2</sub> тікелей шығарындылары. Тиісті ұстауды қажет ететін тозаң шығарындыларының ықтимал көп мөлшері. SO<sub>2</sub> скрубберлер жүйесінен сульфат/сульфат шламы.

Вельц процесінде көбікті нашар түзетін/түзбейтін элементтер: Cu, Ni, Co және Ag, және/немесе аз қолданылатын/қолданылмайтын (қожда жоғалған) шаймалау қожының сипаттамаларына теріс әсер етуі мүмкін.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Бұл технология құрамында мырыш кектерінің артық мөлшері жоқ (мырыштың жалпы мөлшерінің 10 %-нан кемі бейтарап шаймалаудан кейін мырыш кектерінде шаймаландырылмаған болып қалады) және/немесе құрамында бағалы металдардың жоғары концентрациясы жоқ мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен алынған шаймалаудың бейтарап кектеріне қолданылады.

### **Экономика**

Экономикалық бағалауды жасау қиын, бірақ егер мырыштың жалпы мөлшерінің 10 %-дан астамы гидрометаллургиялық процеске қайта енгізілгенге дейін және электролизге жіберілгенге дейін пирометаллургиялық өндеуді қажет етсе, бұл процесс энергияны көп қажет етеді және экономикалық тұрғыдан тұрақсыз болады.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Кәдеге жаратуға жататын қауіпті қалдықтарды (ярозитті) жою. Мырыш өндірісінің көлемін ұлғайту.

### **5.2.13.2. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шаймалау кектерін кәдеге жаратуды жетілдіру мақсатындағы инерттеу және престоу технологиялары 5.2.13.2.1. Jarofix технологиясы**

#### Сипаты

Jarofix технологиясы мырыш кектерін шаймалау процесінде ярозит тұнбасын портландцемент, әк және судың берілген арақатынасымен араластыруды қамтиды [31].

#### Техникалық сипаттамасы

Ярозит  $[\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$  және портландцемент, әк пен судың тұну реакциясы нәтижесінде химиялық және физикалық тұрақты материал пайда болады, бұл технологиялық артықшылықтармен бірге темірлі кектерді жоюға байланысты ұзақ мерзімді беріктік деңгейін төмендетеді. Ескі Jarofix өнімдерінің минералогиялық зерттеулерін қолдау ярозиттің цементтің сілтілі компоненттерімен әрекеттесетінін және мырыш пен басқа да еритін металдарды қоса, әртүрлі тұрақты кезеңдерді құрайтындығын көрсетеді. Jarofix пайдалану кезінде сілтілі кезеңдерді сақтау оның ұзақ мерзімді экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Бұл технология гетитке қатысты өзінің тиімділігін әлі дәлелдеген жоқ.

#### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ярозитті қауіпсіз заттар үшін полигондарда кәдеге жаратылуы мүмкін қалдықтар ретінде тұрақтандыру, бұл оларды тұндырғыштарда сақтау қажеттілігін жояды.

Қалдықтарды кәдеге жаратқан жағдайда көп орын алмайды, себебі тұндырғыштармен салыстырғанда заттарды сақтауға арналған бөгеулер қажет емес.

Жерді мелиорациялау үшін әлеуетті пайдалану.

Жерді қалпына келтіру үшін Java fix-ті қолданудың мысалы – қиыршық тасты алу үшін тауды қамтитын карьерді қалпына келтіру.

#### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Jarofix материалының сапасын бақылау үшін қышқыл немесе буфер ерітіндісін қолданып шаймалайды. Егер алынған концентрация ұлттық сипаттамаларға сәйкес ластағыш заттың осы түрі үшін көрсетілген концентрацияға тең немесе одан жоғары болса, материал шаймалаудың улы өнімі болып саналады және оны қалпына келтіруге жарамсыз болуы мүмкін. Алайда, нәтижелер алынған Jarofix материалының шаймалау металл мөлшері өте төмен екенін көрсетеді.

Қалдықтарды бағалау өлшемшарттары полигонға келу кезеңінде суда шаймалау дәрежесіне негізделген. 5.22-кестеде Еуропада осы әдісті қолданатын зауыттардан (С және F зауыттары) осы өлшемдерге сәйкес тексерілген Jarofix қалдықтарының типтік нәтижелері келтірілген.

5.22-кесте. Қауіпсіз қалдықтарға арналған полигондардағы қалдықтарды бағалау өлшемшарттары және ЕО Кеңесінің 2003/33/СЕ шешіміне сәйкес тексерілген Jarofix қалдықтарының типтік нәтижелері

P/c №	Параметр	Сұйық/қатты шаймалау өнімнің шекті мәні = 10 л/кг	
		Қауіпсіз қалдықтар үшін полигондарда қалдықтарды бағалау өлшемшарттары (мг/кг құрғақ зат)**	Jarofix тестіленген материалы (мг/кг құрғақ зат)**
1	2	3	4
1	Сүрме	0,7	< 0,05
2	Күшән	2	0,059
3	Барий	100	1,72
4	Кадмий	1	< 0,01
5	Хром (жалпы мөлшері)	10	0,414
6	Мыс	50	< 0,05
7	Сынап	0,2	< 0,0010
8	Қорғасын	10	6,40
9	Молибден	10	2,41
10	Никель	10	< 0,05
11	Селен	0,5	< 0,05
12	Мырыш	50	0,613
13	Хлорид	15 000	89,0
14	Фторид	150	11,0
15	Сульфат	20 000	13370
16	DOC	800	12
17	TDS (толық минералдану )	60 000	27 760
18	TVOC (жалпы ұшпа органикалық қосылыстар )	*	2200
19	АНК (мг CaCO <sub>3</sub> )	*	282
20	pH деңгейі	*	> 10

\* қауіпті емес қалдықтар үшін полигондарда кәдеге жаратуға қолайлы қауіпті қалдықтар, ең жоғары ТОК мәні 50 000 құрайды, ҚХА талдау жүргізу қажет, ал pH деңгейі > 6 болуы тиіс;

\*\* көрсеткіштерді бағалау BS EN 12457-4:2002 халықаралық стандарты негізінде жүргізіледі.

Кросс-медиа әсерлер

Портландцементті реагент ретінде пайдалану түзілетін қалдық массасының ұлғаюымен байланысты (өндірілген ярозиттің тоннасына шамамен 1,15 тонна Jarofix).

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдіс мырыш өндірісінен ярозитті темірлі кекке қолданылады.

### Экономика

Бұл мәселе бойынша деректер жоқ, бірақ ярозит қалдықтарын тұрақтандыру процестерін құпия зерттеу Jarofix процесі қоршаған ортаны қорғау жөніндегі жергілікті заңнаманы сақтаудың ең үнемді әдісі болып табылады деген қорытындыға келді.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### Ендірудің қозғаушы күші

Шаймаланған темірлі кектер үшін шөгінділердің азаюы. Экологиялық реттеуге қойылатын талаптар.

## 5.2.13.2.2. Сульфидтеу процесі

### Сипаты

Сульфидтеу процесі тұрақтандырылған форманы алу үшін ярозиттің шөгіндісіне NaOH және Na<sub>2</sub>S қосу болып табылады

### Техникалық сипаттамасы

Сульфидтеу процесінде мырыш кектерін шаймалау кезінде пайда болатын ярозиттің тұнбасы қалдықтарға арналған полигонда қалдықтарды кәдеге жаратуды шаймалау өлшемдеріне сәйкес келетін қалдықтың тұрақты түрін алу үшін сульфидтеу кезеңінен өтеді. Сульфидтеу ярозитті қайта өңдеудің қолайлы әдісі болып табылады, бірақ ол күкірт қалдықтарын тікелей шаймалаудан бөлек немесе ярозитпен бірге өңдеуге де жарамды.



5.13-сурет. Сульфидтеудің технологиялық процесінің схемасы

### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ярозитті қауіпті қалдықтар ретінде тұрақтандыру, содан кейін олар қауіпті қалдықтар полигондарында жойылады.



Jarofix процесіне қарағанда полигонда аз орын алады. Тұрақтандырылған қалдықтар полигонға өңделмеген тұнба түрінде құйылса да, тасталған су мырыш өндіру процесіне қайта айналады, сондықтан су көлемінің артық болуына байланысты проблемалар туындамайды.

Табиғи ресурстарды үнемдеу, өйткені сульфидтендірілген ярозит полигондағы бөгеттер мен басқа да құрылыстарды салуда материалды пайдалануға мүмкіндік беретін техникалық қасиеттерге ие болады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Ерігіштігін сынау және талдау EN 12457-3 стандартына және қалдықтар туралы заңнамада айтылған басқа да тиісті стандарттарға сәйкес жүргізіледі.

5.23-кесте. Қауіпті қалдықтар полигондарындағы қалдықтарды бағалау өлшемшарттары және сульфидтелген қалдықтар (ярозит және күкірт қалдығы) үшін типтік нәтижелер

Р/с №	Параметр	С/Қ 10 қауіпсіз қалдықтарына арналған полигондардағы қалдықтарды бағалау ** өлшемшарттары (мг/кг құрғақ зат)	Сульфидтелген ярозит + күкірт қалдығы С/Қ 10 (мг/кг құрғақ зат)
1	2	3	4
1	Сүрме	5	0,83
2	Күшән	25	0,02
3	Барий	300	0,3
4	Кадмий	5	0,29
5	Хром (жалпы мөлшері)	70	< 0,03
6	Мыс	100	0,08
7	Сынап	2	0,001
8	Қорғасын	50	6,5
9	Молибден	30	0,08
10	Никель	40	0,97
11	Селен	7	< 0,12
12	Мырыш	200	21
13	Хлорид	25 000	43
14	Фторид	500	< 16
15	Сульфат	50 000	21 000
16	DOC*	1000	19
17	TDS (толық минералдану )	100 000	
18	Жалпы ҰОҚ	6 %	< 0,2 %
19	АНК (мг СаСО <sub>3</sub> )	Талдау қажет	

\* DOC – ерітілген органикалық көміртек;

\*\* C/Қ – сұйықтық/қатты зат.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Суды қайта өңдеу жүйесі қажет.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Бұл әдіс мырыш өндірісінен ярозитті темірлі кекке қолданылады.

### **Экономика**

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шаймаланатын темірлі кек үшін шөгінділер қорының азаюы. Экологиялық реттеуге қойылатын талаптар.

## **5.2.13.2.3. Темірлі кекті тығыздау**

### **Сипаты**

Темірлі кектің тығыздалуы жоғары қысымды пресс-сүзгі көмегімен ылғалдың мөлшерін азайтып, әк немесе басқа заттарды қосудан тұрады. Алынған сүзілген кек резервуарда алынып тасталады және қақтамның әр қабаты арнайы ауыр жабдықпен қосымша тығыздалады.

### **Техникалық сипаттамасы**

Тығыздау – темірлі кектің сақтау аймағын ұлғайту технологиясы. Гетит пен ярозитті сақтаудың классикалық әдісі суспензияны резервуарға (пластикалық қабырғалары мен түбімен) тұндыру үшін құюдан тұрады, содан кейін тазартылған ерітіндіні мырыш алу қондырғысына қайта жібереді, ал қатты материал резервуардың түбінде қалады. Су қоймасы толық толтырылғанға дейін біртіндеп тізіммен толтырылады. Пайдалану мерзімінің соңында су қоймасы жабылады. Дәстүрлі сақтаудың бұл түрі гидравликалық сақтау деп аталады.

Тығыздау технологиясы металдардың табиғи сілтіленуін азайту үшін гетитті жоғары қысымды пресс сүзгісімен (15 – 30 бар) әк немесе басқа агенттермен сүзуді қамтиды. Сүзгіш кек классикалық сақтау үшін қолданылатын типке ұқсас резервуарға (немесе қолданыстағы бос су қоймасына) тасымалданады және содан кейін қақтың әр қабаты арнайы ауыр техниканың көмегімен тығыздалады. Темірлі кекте сақталған ылғалдың мөлшері стандартты резервуарға қарағанда едәуір төмен (ылғал көлемінің 60 – 65 %-дан 35 %-ға дейін төмендеуі, мысалы, Балендегі "Nyrstar" қондырғысында, Бельгия) және қақтың қаттылық қасиеттеріне байланысты оны төсеме үйме етіп қалыптастыруға болады. Осының арқасында төсеме үйменің соңғы биіктігіне

байланысты сақтау сыйымдылығы екі-төрт есе артады. Тазарту құрылыстарында немесе мырыш өндіру процесінде өңдеуге жататын жауын-шашын суымен ылғалданбауы үшін қойманың үстін біртіндеп жабады.

Бұл технология ярозитті кек үшін әлі сыналған жоқ.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Темірлі кектің тығыз болуына байланысты полигонда аз орын алады.

Кездейсоқ ағып кету қаупін азайту, өйткені сақталған материалдың өткізгіштігі өте төмен және сазбен бірдей. Металдардың шаймалануын әк немесе басқа қоспалар қосу арқылы азайтуға болады.

Қатты материалдың үстінде су ерітіндісінің болмауы.

Ақауға жатқызылатын темірлі кекке байланысты мырыш шығыны аз болады, өйткені қалдық ылғалдылық әлдеқайда төмен (-65 %).

### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Нақты өткізгіштігін (өткізу қабілеттілігін) шамамен  $<10^{-9}$  м/с дейін азайтуға болады

5.24-кестеде Еуропада осы әдісті қолданатын сарқынды суларды тазарту үшін шламды тығыздаудың типтік нәтижелері келтірілген (Е және Р зауыттары).

5.24-кесте. Шаймалауды сынау өлшемшарттары және тығыздалған темірлі кек үшін алынған нәтижелер

P/c №	Параметр	Шаймалауды сынау өлшемшарттары: NEN 12457-2-S4; Ж/Т = 10 л/кг; рН 7 деңгейі; 24-с	
		Типтік мәндері: Сыналған гетит + 5 % СаО (мг/кг құрғақ зат)	Типтік мәндері: ССТҚ сыналған шламы (мг/кг құрғақ зат)
1	2	3	4
1	Сүрме	0,21	0,24
2	Күшән	< 0,04	< 0,04
3	Барий	0,38	0,34
4	Кадмий	2,40	0,48
5	Хром (жалпы мөлшері)	0,02	0,02
6	Хром (VI)	< 0,20	< 0,20
7	Мыс	0,055	0,11
8	Сынап	0,0026	0,079
9	Қорғасын	0,19	0,9
10	Молибден	0,25	0,31
11	Никель	< 0,04	< 0,04
12	Селен	0,12	0,38
13	Мырыш	11	2,2
14	Хлорид	257	384
15	Фторид	91,5	80,2
16	Сульфат	17 600	16 000

17	DOC	14	34
18	TDS (толық минералдану )	24 000	24 000
19	Жалпы ҰОҚ	< 1,2 %	< 1,2 %
20	pH деңгейі (KCl)	7,67	8,13

### Кросс-медиа әсерлер

Қалдықтарды тұрақтандырудың болмауы. Темірлі кекті тығыздау үшін энергияны тұтынуды арттыру. Әк қолдану (0–5 %).

### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл технология мырыш өндіруден шығатын гетитті кекке, сондай-ақ құрамында гипсі көп ССТҚ шламына қолданылады.

### Экономика

Шығындарды гидравликалық сақтаумен салыстыруға болатындығы белгілі (су қоймасындағы тығыз емес шөгінділер үшін). Күрделі шығындардан (су қоймасының аз ауданы қажет) пайдалану шығындарына ауысу бар (пресс-сүзгі + қайта өңдеу + орнында тығыздау).

Пайдалану шығындары (штат, техникалық қызмет көрсету, энергия, қоспалар және т. б.) шамамен 20-25 мың еуроны құрайды.

Күрделі шығындар (құрылыс, сүзгілер, сорғылар, контейнерлер, жергілікті инфрақұрылым, бірақ жер құнын және су қоймасын салуды есептемегенде) сыйымдылығы 100 мың кг/г шамамен 11 млн еуроны құрайды.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### Ендірудің қозғаушы күші

Жерді оңтайлы пайдалану. Жұмыс істеп тұрған су қоймаларының қызмет ету мерзімінің ұзартылуы.

## 5.2.14. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінен шығатын жылуды регенерациялау әдістері

### Сипаты

Қарастыруға арналған технологиялар:

кәдеге жаратушы бу қазандығы;

турбина.

### Техникалық сипаттамасы

Пеш газдары күйдіру пешінің шығыс құбырынан пештің жоғарғы бөлігіне жақын орналасқан, көлденең газ ағынына арналған кәдеге жаратушы бу қазанына шығарылады, ол жерде ұсталған кальциленген тозаңның көп бөлігі алынып тасталады және газдар шамамен 1000 °C-тан 350 °C-қа дейін немесе одан төмен салқындатылады. Құрамында SO<sub>2</sub> бар ылғалды пайдаланылған газдың конденсация температурасы

қазандықтың төменгі шегін қамтамасыз етеді, өйткені процестің осы бөлігінде коррозиялық булардың конденсациясын болғызбау керек.

Қазандық – бірнеше буландырғыш қондырғылардан және газ ағынындағы бу қыздырғыш түтіктің бір жиынтығынан және сыртқы бу барабанынан тұратын жасанды айналымы бар блок (мысалы, Ламонт қазандығы).

Ыстық су бу барабаны мен бірнеше буландырғыш қондырғылар, сондай-ақ пештің салқындатқыш катушкалары арасында үздіксіз айналады, сонымен қатар бу барабанынан шыққан бу бу тарату қорабына жіберу алдында қыздырғыштар арқылы өтеді. Пештің салқындату жүйесін қайта өңделетін бу қазандығына қосылған жылуды қалпына келтірудің қосымша жүйесі ретінде пайдалануға болады.

Турбиналарды қолдана отырып, температурасы 290 – 400 °С және қысымы 4 МПа болатын қатты қыздырылған будың энергиясы электр энергиясы ретінде немесе тікелей механикалық энергиямен өңделеді (мысалы, газ тазарту және күкірт қышқылы қондырғыларында сұйылтылған қабаты бар айдау желдеткішін немесе әртүрлі сорғыш желдеткіштерін іске қосу үшін). Турбиналардан шыққан төмен қысымды будан шыққан жылу мырыш қондырғысының технологиялық процесіне және бөлмені жылытуға қойылатын талаптар үшін қолданылады. Кейбір қондырғылар электр энергиясын өндіру үшін турбогенераторды іске қосу үшін төмен қысымды буды пайдаланады. Таңдау жергілікті энергетикалық нарық жағдайларына байланысты.

Қазандыққа арналған жабдық бу турбинасының резервтік блоктарының арқасында жұмыс істейтін қуатты электр жеткізу сорғылары мен айналым сорғыларын қамтиды. Құрылғыны басқарудың жоғары технологиялық жүйесі қазандықтың жұмысын толығымен бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар қазандықтар үшін өте таза қоректік суға деген қажеттілік деминерализация қондырғыларын және реактивті айдау қазандықтарын қолдануды қажет етеді.

Күйдіру пешінен де, кәдеге жарату бу қазандығынан да шыққан өртенді айналмалы салқындатқышта да, сұйық қабаты бар салқындатқышта да салқындатылады. Сондықтан су салқындатқыштан өртендімен түйіспей өтеді және осылайша жылу алмасу жүзеге асырылады. Отты салқындағаннан кейін алынған жылы суды гидрометаллургиялық процестің басқа кезеңдерінде қолдануға болады (мысалы, булану , тазарту салдарынан судың технологиялық шығынын толықтыру). Әдетте суды қайта пайдалану үшін алдыңғы салқындату кезеңі қажет, оған ауа сұйықтығы (салқындату мұнарасы) немесе жылу алмасу арқылы қосымша салқындату арқылы қол жеткізуге болады. Мұндай кең таралған жағдайларда жылуды рекуперациялау жүргізілмейді.

Роликті салқындатқыш су жоғары қысымды бу турбинасына арналған суға қарағанда төмен сапалы. Бұл салқындатқыш су көбінесе процесте, мысалы, сүзгі кегін жуу үшін қайта пайдаланылады.

Қосымша жылу көзі кәдеге жарату бу қазандықтары жүйесіне кіретін суды алдын ала жылытуға арналған экономайзер түрінде күкірт қышқылы қондырғысынан келеді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Экзотермиялық реакция кезінде бөлінетін жылуды қайта өңдеу және оны технологиялық және өндірістік жылыту үшін электр энергиясына және төмен қысымды буға айналдыру.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

ЭСТП бар зауыттар үшін энергияны қалпына келтірудің типтік көрсеткіштері: 3,5 МДж/т Zn.

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

ЭСТП бар зауыттар үшін қолданылады.

Экономика

Қалай болғанда да, газды салқындату қажет болғандықтан, энергияны қалпына келтірудің қосымша шығындары негізінен электр энергиясын өндіру үшін турбинаға салынған инвестициялармен байланысты.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Өндірудің қозғаушы күші

Энергияны қалпына келтіру.

### **5.3. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісі**

#### **5.3.1. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінде атмосфераға шығарындыларды азайту тәсілдері**

Сипаты

Қарастыруға арналған технологиялар:

Вентури скруббері;

қапшық сүзгі.

Техникалық сипаттамасы

Вентури скруббері

Мырыш пирометаллургиялық әдіспен өндірілген ЕО-дағы жалғыз қондырғыда Вентури скрубберлері процестің келесі кезеңдерінде қолданылады [32]:

коксстың қалыптасу аймағы;

агломерациялық қондырғының зарядын дайындау блогы;

агломерация;

СМБП шихта дайындау қондырғысы;

ағынды конденсатор;

қожды түйіршіктеу.

Қапшық сүзгі

Мырыш пирометаллургиялық әдіспен өндірілген ЕО-дағы жалғыз қондырғыда капшық сүзгілер процестің келесі кезеңдерінде қолданылады:

агломерациялық қондырғы;

қож ұсақтайтын камера;

СМБП;

Нью-Джерси процесі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң мен ұшпа металдардың шығарындыларын азайту (Zn, Pb немесе Cd).

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Ұсынылған жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны пайдалану көлемін ұлғайту.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ақпарат жоқ.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфераға ЛЗ шығарындыларын азайту.

### 5.3.2. SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту тәсілдері

Мырыш өнеркәсібі үшін құрамында жұтаң SO<sub>2</sub> газдары бар күкіртті кәдеге жаратудың маңызы зор. Жұтаң газдармен бірге мыңдаған тонна күкірт шығарылады.

Әлемнің көптеген зауыттарында мырыш концентраттарын күйдіру кезінде күкіртті кәдеге жарату 40 %-дан аспайды. Күкірт қышқылын өндіруге, әдетте, құрамында кемінде 3,5 % күкірт ангидридi бар газдар жіберіледі. 0,5 – 1,0 % SO<sub>2</sub> бар тұтану камералары мен машиналардың артқы бөлігінің газдары атмосфераға шығарылады. Пайдаланылған газдардағы SO<sub>2</sub> шекті рұқсат етілген концентрациясы – 0,001 г/м<sup>3</sup>. Құрамында SO<sub>2</sub> 0,5 – 1,0 % газдардың шығарындылары металлургиялық кәсіпорынның айналасындағы ауа бассейнінің қатты ластануына әкеледі. Сонымен қатар күйдірілетін газдардағы күкірттің өзінің маңызы зор.

Әртүрлі зауыттарда күйдірілген жұтаң газдардан күкіртті кәдеге жарату әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылады. Болгар қорғасын зауытында бұл газдар NaHSO<sub>3</sub> тұзын (натрий бисульфиті) Тауарлық өнім ретінде алу үшін содамен бейтараптандыруға

жіберіледі. Канадалық "Трейл" зауытында құрамында 2 - 2,5 % SO<sub>2</sub> бар агломерациялық газдарды кәдеге жарату оларды аммиакпен адсорбциялау және күкірт қышқылын өндіру үшін пайдаланылатын күкірт ангидридiне бай газдарды алу үшін аммоний сульфатын кейiннен ыдырату арқылы жүзеге асырылады [33].

### 5.3.3. Сыңар контакт қондырғылары

Сипаты

Күкірт қышқылын стандартты контактiлi тәсiлмен өндiрудiң технологиялық процесi катализатор қабаттарының сериясы арқылы SO<sub>2</sub>-нi SO<sub>3</sub>- ке айналдыруға негiзделген.

Техникалық сипаттамасы

Күйдiру газдары оларды құрғақ электр сүзгiлерiндегi тозаңның негiзгi мөлшерiнен тазартқаннан кейiн шаюға түседi. Жуу жүйелерiндегi тазартудан кейiн күйдiру газдары кептiру бөлiмiне түседi. Құрғатылған газ күкiрттi ангидридтi күкiртке тотықтыру үшiн байланыс аппараттарына түседi.

Күкiрт диоксидiнiң (SO<sub>2</sub>) триоксидке (SO<sub>3</sub>) тотығуы мынадай реакция арқылы жүредi:



Күкiрт диоксидiнiң тотығу процесi ванадий катализаторының төрт қабатындағы байланыс аппараттарында жүредi. Катализатор ретiнде түйiршiктер, таблеткалар немесе сақиналар түрiнде әртүрлi маркалардың байланыс массалары қолданылады. Күкiрт диоксидiнiң тотығу реакциясы кезiнде жылу шығады. Реакция кезiнде пайда болатын жылу тотығуға түсетiн газды қыздыру үшiн қолданылады.

Байланыс аппараттарынан кейiн газ абсорбциялық бөлiмге түседi. Абсорбция процесiнiң мәнi күкiрт қышқылымен күкiрт триоксидiн газ фазасынан сiңiру болып табылады. Күкiрт ангидридiнiң абсорбциясы 55 – 80 °С температурамен суаруға түсетiн концентрациясы 97,5 – 98,3 % күкiрт қышқылымен моногидратты абсорберлерде жүргiзiледi.

Тазартылған газ күкiрт қышқылының шашырауы мен тұманынан тұманды сүзгiлер көмегiмен тазартылады.

Қол жеткiзiлген экологиялық пайда

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректерi

Абсорбция процесiнiң қалыпты ағымының қажеттi шарты абсорбердiң қимасы бойынша суаратын қышқылдың бiркелкi таралуы, сондай-ақ қышқылдың концентрациясы мен температурасының тұрақтылығы болып табылады. Мұнараның көлденең қимасы бойынша суару қышқылының бiркелкi таралуына мұнараның iшiнде саптаманың үстiнде орналасқан тарату тақтасының көмегiмен қол жеткiзiледi.



Сыңар контакт технологиясы Өскемен металлургия кешенінің мырыш өндірісінің металлургиялық газдарын өңдеу үшін қолданылады. Контакт деңгейі 96 %-дан төмен емес. Контактілі құрылғының алдында  $SO_2$  концентрациясы – не 7 % кем емес, шығыста – 0,3 % [20].

Кросс-медиа әсерлер

Газды алдын ала тазарту кезеңі болмаған кезде конверсия дәрежесі жеткілікті төмен

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Табиғат қорғау заңнамасының талаптары.

#### **5.3.4. Қосарлы контакт/қосарлы абсорбция**

Сипаты

Қосарлы контакт әдісінің мәні мынада: күкірт ангидридін күкіртке ішінара тотығуынан кейін технологиялық газ одан әрі тотығу үшін контакт аппаратынан шығарылады [34].

Техникалық сипаттамасы

Күкірт триоксидінің болуы күкірт қостотығының конверсиясын тежейді, сондықтан күкірт қостотығының неғұрлым тиімді конверсиясына қол жеткізу үшін көбінесе газдағы күкірт қостотығының мөлшері жеткілікті жоғары болған жағдайларда қосарлы контакт/қосарлы абсорбция процесі қолданылады. Бұл жағдайда күкірт триоксиді екінші немесе үшінші өтуден кейін 98 % күкірт қышқылына сіңеді, бұл кейінгі өту кезінде күкірт диоксидінің көп мөлшерін түрлендіруге мүмкіндік береді. Осыдан кейін күкірт триоксидін сіңірудің келесі кезеңі жүреді. Бұл процесс барысында газ құрамындағы күкірт диоксиді газдар ванадий пентоксидінің катализатор қабатынан өткен кезде байланыс арқылы үш күкірт қышқылына айналады. Осы процесте ескерілуге тиіс қосарлы контакт әдісінің негізгі ерекшеліктері газдағы күкірт ангидридін концентрациясының жоғарылауы және аралық сіңірудің болуы болып табылады. Қосарлы адсорбциямен қосарлы контакт жүйелерінің жалпы артықшылықтары:

технологиялық шешімдердің жалпы тиімділігі мен зерделенуі;

сұйық сарқынды сулардың және тиісінше оларды тазарту мен бейтараптандыру бойынша қосымша шығыстардың болмауы;

технологиялық жүйелер мен жеке жабдықтардың жұмыс уақытының жоғары қорлары;

жұмыс ортасының салыстырмалы төмен жұмыс температурасы;  
іске қосу және тоқтату оңай.

ҚК/ҚА кезінде екінші жанасу сатысы алдында газды аралық қыздыруға арналған жылу шығындарына байланысты сыңар контакт жүйелерімен салыстырғанда энергетикалық будың шығуы әлдеқайда төмен.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға күкірт диоксиді шығарындыларын азайту. Шикізат пен материалдарға жұмсалатын шығындарды азайту. Сарқынды сулардың пайда болуына жол берілмейді, нәтижесінде оларды тазарту қажеттілігі туындамайды.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Қосарлы контакт әдісін қолдану қалдық газдардағы  $SO_2$  мөлшерін едәуір азайтуға мүмкіндік береді, сонымен қатар контакт және адсорбция бөлімдеріндегі газ көлемі азаяды. Контакт дәрежесі пайдаланылған газдардағы күкірт диоксидінің концентрациясы 0,03 %-дан жоғары болмаған кезде 99 - 99,8 % шегінде өзгереді.

Ұсынылған жұмыс температурасы катализатордың ең жоғары температурасынан  $20^{\circ}C$  төмен болуы керек. Осы шартты сақтау шикізат ретінде шығарылатын пеш газдарын пайдалану кезінде  $SO_2$  концентрациясының мүмкін болатын ауытқуларына байланысты . Бұл тербелістер катализаторды өшіруі мүмкін. Дәл осындай әсерге төменгі температурада қол жеткізіледі, сондықтан температураның қажетті деңгейін стандартты деңгейден шамамен  $10 - 30^{\circ}C$  жоғары ұстап тұру өте маңызды, бұл конверсия жылдамдығының айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

Қосарлы контакт процесі алдында қоспаларды алып тастау (алдын ала тазарту) катализаторды қорғау және тауарлық сападағы күкірт қышқылын алу үшін қажет. Тазарту көптеген металдардың концентрациясын өндірілетін қышқылдағы қолайлы деңгейге дейін төмендетеді. Газ ағынын алдын ала тазарту, әдетте, газ ағынындағы ластағыш затқа байланысты бірқатар кезеңдерді қамтиды. Бұл кезеңдерге жылуды қалпына келтірумен салқындату, ыстық электростатикалық сүзгі, сынапты тазарту және т. б., сондай-ақ дымқыл электростатикалық сүзгі кіруі мүмкін. Газды тазарту бөлімінде пайда болатын әлсіз қышқыл әдетте  $1 - 50\% H_2SO_4$  құрайды.

Құбырдан қышқыл тұман шығарылуы мүмкін, қажет болған жағдайда шам түріндегі тұманды немесе дымқыл скрубберлерді қолдануға болады.

Кросс-медиа әсерлер

Өңдеуді және/немесе жоюды қажет ететін қатты немесе сұйық ерітінділердің (әлсіз қышқылдар) түзілуі. Күкірт қышқылының шашырауы мен тұманын тазарту қажеттілігі.

Күкірт қышқылы қондырғысында тазартылған газдардағы кез келген  $\text{NO}_x$  өндірілген қышқылмен сіңіріледі. Егер концентрация жоғары болса, онда қоңыр қышқыл алынады және бұл әлеуетті сатып алушы үшін қолайсыз болуы мүмкін. Демек, мәселе сату әлеуетінде. Егер күкірт қышқылы органикалық қосылыстарға байланысты қоңыр болса, түсін өзгерту үшін сутегі асқын тотығын қосуға болады.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдіс сульфидті шикізатты қолдана отырып, пирометаллургиялық процестерде қолданылады. Пайдаланылған газдардағы  $\text{SO}_2$  шығарындыларын 0,5 – 1 кг/т күкірт қышқылынан кем азайту үшін не газдағы  $\text{SO}_2$  бастапқы концентрациясын төмендету қажет, бұл жүйе жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің нашарлауына әкеп соғады, не бөлінетін газдарды жете тазалауға қосымша қондырғы салу қажет. Қосарлы контакт/қосарлы адсорбция конверсиясы күрделі және қымбат, бірақ  $\text{SO}_2$  төменгі қалдық концентрациясына қол жеткізу үшін қалдық газды күкірттен арылтумен сынар контакт қондырғысын да қолдануға болады. Гипс сыртқы сату үшін жасалуы мүмкін. Бұл мүмкіндіктер энергияны үнемдеуге және қалдықтардың азаюына әкелуі мүмкін, бірақ шығындарды жергілікті жағдайда айырбастау үшін салыстыру керек. Егер гипс сату нарығы болмаса, онда гипс полигонына шығындарды қарастырған жөн.

2007 жылы "SNC Lavalin" фирмасымен әзірленген қосарлы контакт қондырғысын пайдалана отырып, металлургиялық газдардан күкірт қышқылын өндіру технологиясы Өскемен металлургия кешенінде енгізілді. Күкірт қышқылын өндіруге арналған қондырғыға күкіртті пеш газдары (құрамында  $\text{SO}_2$  – 8-25 %) және конвертерлік газдар ( $\text{SO}_2$  – 1-6,4 %) жіберіледі. Газ ағындарын араластырғаннан кейін күкірт диоксидінің концентрациясы 12 %-дан аспайды. Алынған күкірт қышқылының концентрациясы 92,5-94 % және 98-98,5 % [20].

Кейінірек, 2009 жылдың қазан айында осыған ұқсас технология металлургия өндірісінің қалдық газдарын өңдеу үшін Орта Орал балқыту зауытында енгізілді. ҚК/ҚА схемасы бойынша күкірт диоксидінің триоксидке айналу дәрежесі кем дегенде 99,7 % құрайды [17].

Экономика

Қосарлы контакт/қосарлы адсорбция конверсиясы күрделі және қымбат. Гипс сыртқы сату үшін жасалуы мүмкін. Бұл мүмкіндіктер энергияны үнемдеуге және қалдықтардың азаюына әкелуі мүмкін, бірақ шығындарды жергілікті жағдайда айырбастау үшін салыстыру керек. Егер гипс сату нарығы болмаса, онда гипс полигонына шығындарды қарастырған жөн.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфералық ауаға шығарындыларды азайту. Экологиялық заңнама. Экономикалық пайда.

### 5.3.5. Пайдаланылған газдардағы күкірт диоксидін ылғалды катализ әдісімен кәдеге жарату

Сипаты

Күкірт диоксиді газын шығаруға және тауарлық сападағы күкірт қышқылын алуға негізделген мырыш өндірісінің ылғалды технологиялық газдарын өңдеу [35].

Техникалық сипаттамасы

Ылғалды катализдің кеңінен қолданылатын технологиясының бірі (WSA – "ылғал газдан күкірт қышқылы") 1980 жылдардың ортасында Haldor Topsoe A/S компаниясы әзірлеген, SO<sub>2</sub> концентрацияланған күкірт қышқылы ретінде химиялық заттар мен абсорбенттерді қоспай қалпына келтіретін ылғалды технологиялық газды өңдеудің каталитикалық процесін білдіретін процесс болып табылады. Мырыш өндірісінің күкіртті газдары құрамындағы негізгі тозаңнан температурасы 200 – 250 °С құрғақ электр сүзгінің көмегімен тазартылған соң, мырыш газдарын жуар алдында коллекторға келіп түседі, ол жерден газ жуу жүйелері бойынша бөлінеді. Содан кейін газ қажетті температураға дейін салқындатылып, зиянды қоспалардан тазартылады. Газды тазарту процесінің мәні газ құрамынан қоспаларды шығарудан тұрады, олардың болуы технологиялық процестің барысына теріс әсер етеді және өнімнің сапасын нашарлатады. Содан кейін газ қажетті температураға дейін салқындатылып, зиянды қоспалардан тазартылады. Газды тазарту процесінің мәні газ құрамынан қоспаларды шығарудан тұрады, олардың болуы технологиялық процестің барысына теріс әсер етеді және өнімнің сапасын нашарлатады. Мұндай қоспаларға мыналар жатады: жабдықтың гидравликалық кедергісін арттыратын тозаң, күшән, фтор, селен, сынап, олар ванадий катализаторының уландырғыштары болып табылады. Салқындағаннан кейін тазартылған газ конвертерге түседі, оның құрамында ванадий катализаторы бар, ол осылайша қолдануға арнайы жасалған. Катализатордың қатысуымен SO<sub>2</sub> SO<sub>3</sub>-ке айналады. SO<sub>2</sub> концентрациясына және конверсияның қажетті дәрежесіне байланысты бір немесе бірнеше қабаттар қолданылады. Бірнеше қабатты қолданған кезде, қабаттар арасындағы салқындату қондырғының жылу балансына байланысты әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін. WSA конденсаторында өндірілген ыстық ауа энергия тиімділігін арттыру үшін бастапқы газды алдын ала қыздыру ретінде қолданылады. Түрлендіргіштің шығысында газ салқындатылады, нәтижесінде пайда болған SO<sub>3</sub> газ фазасында күкірт қышқылын алу үшін су буымен әрекеттесуге мүмкіндік береді.



Салқындатылған газ сұйық өнім алу үшін күкірт қышқылын конденсациялайтын WSA конденсаторына түседі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

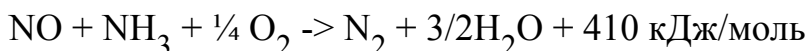
Диоксидтің күкірт триоксидіне айналу дәрежесі кем дегенде 99,7 % құрайды, бұл атмосфераға SO<sub>2</sub> шығарындыларын толығымен жояды. Процесс (WSA) қышқылдың конденсациясына негізделген (сіңіруден гөрі), ол 1 – 4 % SO<sub>2</sub> бар газдарға өте қолайлы. Технологиялық газды WSA қондырғысына берер алдында оны алдын ала кептіру қажеттілігінің болмауы сарқынды сулардың пайда болуын және күкірттің жоғалуын болғызбауға ықпал етеді.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Процестің негізгі ерекшеліктері:

- 95 – 99 % күкіртті жою және қалпына келтіру;
- тауарлық сападағы күкірт қышқылы өндіріледі;
- технологиялық жылууды рекуперациялау;
- салқындату үшін суды аз тұтыну;
- сарқынды су қалдықтарының болмауы.

Процесс NO<sub>x</sub> сияқты қоспалары бар газдармен жұмыс істеуге оңай бейімделеді. SO<sub>2</sub> түрлендіргішінің алдында NO<sub>x</sub> өңдеу үшін селективті каталитикалық бейтараптандыру (SCR) реакторын орнатуға болады. Аммиак газдағы NO<sub>x</sub>-қа қатысты стехиометриялық мөлшерде CEFR реакторының алдындағы газ ағынына енгізіледі. NO<sub>x</sub> төмендегі реакцияға сәйкес азот пен суға айналады:



WSA технологиясы Өскемен металлургия зауытында қорғасын және мырыш өндірісінің газдарын кәдеге жарату үшін 2004 жылы енгізілді. Контакт деңгейі 98 % төмен емес. Контакт аппаратының кірісінде SO<sub>2</sub> концентрациясы –6,5 % көп емес, шығысында – 0,13 %. Қондырғы сұйылтқаннан кейін концентрациясы 97,5 – 98 % және 92,5 – 94 % күкірт қышқылын алуға мүмкіндік береді[18].

Кросс-медиа әсерлер

Өңдеуді және/немесе жоюды қажет ететін қатты немесе сұйық ерітінділердің (әлсіз қышқылдар) түзілуі. Күкірт қышқылының шашырауы мен тұманын тазарту қажеттілігі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

WSA процесі SO<sub>2</sub> концентрациясы үшін автотермиялық болып табылады, бірақ 3 % -дан төмен газдар үшін қосымша жылу қажет, ол әдетте газ жылытқышымен қамтамасыз етіледі. 6 % SO<sub>2</sub>-ден жоғары концентрацияда WSA процесі катализатор

қабатындағы температураны бақылау үшін ауамен сұйылтуды қажет етеді, бұл қышқыл қондырғысының көлемін арттырады.

WSA қондырғысымен өңделген газ құрамында қатты бөлшектер болмауы керек. Катализаторда тозаңның жиналуын азайту үшін тозаңның мөлшері  $1 - 2 \text{ мг/Нм}^3$ -тен төмен болуы керек. Сондықтан WSA қолдануға байланысты қосымша ылғалды газбен тазарту жүйесін қажет етуі мүмкін.

#### Экономика

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

#### Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары. Атмосфералық ауаға  $\text{CO}_2$  шығарындыларын азайту. Шикізат шығындарын азайту. Экономикалық пайда.

### 5.3.6. Сілтілі ерітінділерді пайдалана отырып, түтін газдарын тазарту

#### Сипаты

Пайдаланылған газ ағынына арнайы абсорберлердегі суспензия/ерітінді түрінде (мысалы, кальций карбонаты) енгізу арқылы түтін газдарынан  $\text{SO}_2$  алып тастау, олардың дайын зат (кальций сульфаты) түзетін күкірт қосылыстарымен реакциясы. ДДГ схемасының алдында түтін газын қатты бөлшектерден (тозаңнан) алдын ала тазарту қажет.

#### Техникалық сипаттамасы

Сорбент ретінде кальций карбонаты пайдаланылған кезде, әктас  $<40 \text{ мкм}$  алдын ала өңдеуден кейін механикалық араластырғыштармен жабдықталған әктас суспензиясын дайындау бағына түседі (ұсақтайды). Резервуарлардың өлшемдері  $\text{CaCO}_3$  суспензиясымен сіңірілген  $\text{SO}_2$  толық реакциясын, күкірт қосылыстарының сульфаттарға тотығуын қамтамасыз етеді. Сульфидтердің сульфаттарға тотығуын жақсарту үшін Сығылған ауа пневмогидравликалық аэратор арқылы скруббер резервуарына жіберіледі. Әрі қарай, сызықтар бойымен суспензия скрубберге беріледі және оның төменгі бөлігінде шлам түрінде жиналады,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  синтетикалық кальций сульфатының үлкен кристалды қалдығын құрайды.  $\text{SO}_2$  төмен түтін газдары, алдын ала салқындатылған және электр немесе қапшық сүзгіде тозаңнан нормаланған мәнге дейін тазартылып, сондай-ақ ДДГ жүйесіне жеткізіледі. Күкірттен арылтудың ең тиімді әдісі газдар мен суспензиялардың ағынға қарсы қозғалысы болғандықтан, скруббердің төменгі бөлігінен суспензия скруббердің ортаңғы бөлігіне беріледі және ұсақ тамшылы ерітінді түрінде саңылаулармен шашыратылады. Бүріккіштер саны

жобалау сатысында анықталады. Тазартылған түтін газдары жуу тамшылатқыштары жүйесінен өтіп, атмосфераға түтін құбыры арқылы шығарылады ("дымқыл құбырды" пайдалану тазартылған газды жылыту қажеттілігін болдырмайды).

Абсорбциялаудың бірінші кезеңі аяқталғаннан кейін негізінен кальций сульфаты (кальций сульфаты) бар сарқынды суы бар реакциялық шламдар суды сүзу және тазарту жүйесіне жіберіледі. Сүзгі прессінде сусыздандырылғаннан кейін кальций сульфаты тікелей пресс астында орналасқан сақтау контейнеріне түсіріліп, сол жерден қоймаға тасымалданады, содан кейін нарықта сатылады. Тазартылған су күкірттен арылту жүйесіне оралады. Жаңа суспензия және қайта өңделетін аралық өнімнің бір бөлігі үнемі скрубберге түседі, өйткені оның құрамында реакцияланбаған сорбенттің белгілі бір мөлшері бар. Скруббердің қабырғаларында шөгінділердің пайда болуын болғызбау үшін скруббердің төменгі бөлігінде суспензияны араластыру жүйесі қарастырылған.

Сорбент ретінде NaOH (каустик немесе кальцийленген сода) ерітіндісі де пайдаланылуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Әк қолданған кезде SO<sub>2</sub> жою тиімділігі 50 – 95 % аралығында болады, NaOH қолданған кезде – 99 % жетуі мүмкін. Осы диапазонның жоғары мәні бар жою жылдамдығы жаңа, арнайы жасалған қондырғыларды пайдалану кезінде өте жақсы жағдайда ғана мүмкін болады.

Кросс-медиа әсерлер

Энергия ресурстарының, сондай-ақ шикізат ресурстарының (сорбент ретінде пайдаланылатын заттардың) қосымша шығындары. Нарықта сұраныс болмаған жағдайда қалдықтардың қосымша көлемі пайда болуы мүмкін.

Натрий негізіндегі скрубберлерді пайдалану кезінде электр энергиясын тұтыну әк скрубберлерімен салыстырғанда сорғының төмен айналу жылдамдығына және төмен қысымның төмендеуіне байланысты төмен болады. Алайда, натрий скруббері Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> сарқынды суларын өңдеуді қажет етеді. Ағындар әдетте Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ке дейін тотығады және оларды мамандандырылған алаңдарға орналастыруға болады. Алайда, натрий скруббері сарқынды суларды өңдеуді қажет етеді. Ағындар әдетте тотығады дейін және оларды мамандандырылған сайттарға орналастыруға болады.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жаңа қондырғыларға жалпыға ортақ қолданылады. Жұмыс істеп тұрған зауыттарда қолдануға қатысты технологиялық желіні жаңғырту (жұмыс істеп тұрған тазарту жабдығын ауыстыру), қолданыстағы тозаң тұтқыш жабдықтың өнімділігі төмен болған жағдайда және басқа да факторлар қажет болуы мүмкін:

тозаңның қосымша көлемін ұстайтын кезде, тозаң мен күкірт қышқылды кальцийді бірге ұстау үшін пайдаланған жағдайда орнатылған қапшық сүзгінің сыйымдылығы көлемінің шағындығы;

қолданыстағы сүзгіге тікелей бүркүді пайдалану температура, ылғалдылық және ұстау уақытының көрсеткіші жеткілікті болғанда мүмкін болады.

Қолдануды шектейтін кемшіліктер:

жабдықтың қабырғаларында (скруббер сорғылары мен құбырлары) рН мәні жоғарылаған кезде жұмсақ өңез (кальций сульфиді) пайда болады;

РН төмен болған кезде қатты өңез пайда болады (кальций сульфаты).

Бұл факторлар жабдықтың өнімділігінің төмендеуіне және нәтижесінде  $SO_2$  жою тиімділігінің төмендеуіне әкеледі. Магниймен байытылған әк қолдану  $SO_2$  тазарту тиімділігін арттыруға көмектеседі және масштабтың пайда болу мүмкіндігін азайтады. Әк скрубберлеріндегі сұйықтық пен газдың жоғары қатынасы тиімділіктің жоғарылауына және масштабтың пайда болуының төмендеуіне әкеледі. Алайда, осы екі фактор да жүйенің құнын арттырады.

Реагенттің реактивтілігі және газ сұйықтықпен көбірек контактілеу үшін мұнараның ішкі бөліктерін пайдалану мүмкіндігі арқасында натрий негізді скрубберлер әдетте әк негізді скрубберлерге қарағанда шағын көлемді болады. Сонымен қатар масштабтың пайда болу мүмкіндігі нөлге дейін азаяды, өйткені натрий негізіндегі скруббер қышқыл режимінде жұмыс істейді. Каустик пен сода күлін жеткізу құны әктен де жоғары, сондықтан реагенттердің құны жоғары болады.

Экономика

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

$SO_2$  шығарындыларын азайту. Экологиялық заңнама.

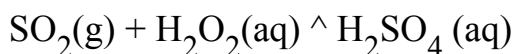
### 5.3.7. Сутегі асқын тотығымен тазарту

Сипаты

Төмендегілерді қараңыз.

Техникалық сипаттамасы

Күкірт қышқылы пайда болғанға дейін  $SO_2$  тотығу үшін сутегі асқын тотығы қолданылады ( $H_2O_2$ ).



Тазалау тура сарқынды суландыру мұнарасында және кейін қарсы ағынды тазарту мұнарасында тікелей контакт арқылы орындалады. Алынған қышқылдың



концентрациясы 50 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  жетуі мүмкін. Қышқыл күкірт қышқылы қондырғысында еріткіш ретінде пайдалану үшін қайта өңделуі немесе жанама өнім ретінде сатылуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

$\text{SO}_2$  шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Aurubis (Гамбург) зауытында пайдаланылған газ (құрамындағы  $\text{SO}_2$  0,1 % бастап 2 % дейін) ұсталады, содан кейін ол күкірт қышқылы қондырғысында өңделген технологиялық газдарды сұйылту үшін қолданылады немесе  $\text{H}_2\text{O}_2$  көмегімен қондырғыларда тазартылады.  $\text{SO}_2$  сіңіру тиімділігі үшін бұл процесте күкірт қышқылының концентрациясы 30 – 35 % құрайды. Тазартылғаннан кейін газдағы  $\text{SO}_2$  деңгейі 20-дан 350 мг/м<sup>3</sup>-ке дейін (орташа тәуліктік үздіксіз өлшеулерге сәйкес).

Кросс-медиа әсерлер

Энергия ресурстары мен реагенттердің (сутегі асқын тотығы) қосымша шығындары.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Тазарту қондырғыларын сатып алуға арналған инвестициялық шығындар. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

$\text{SO}_2$  шығарындыларын азайту. Экологиялық заңнама.

### 5.3.8. Амин ерітінділері негізінде $\text{SO}_2$ тазарту процесі

Сипаты

Аминдерді қолдануға негізделген  $\text{SO}_2$  регенеративті тазарту жүйесін қолдану [35].

Техникалық сипаттамасы

Бұл технологияда әртүрлі газ ағындарынан  $\text{SO}_2$  жоғары тиімді селективті абсорбцияға қол жеткізу үшін аминнің сулы ерітіндісі қолданылады. Абсорбент ретінде күкірт диоксидін алудың оңтайлы көрсеткіштері бар Cansolv Absorbent DS<sup>TM</sup> қолданылады, ол металлургиялық өндірістерде газдарды тазарту үшін арнайы жасалған.  $\text{SO}_2$  бар газ жоғарыдан абсорбция бағанына беріледі, ал амин ерітіндісі колоннаның түбінен беріледі, осылайша қарсы ағын қолданылады. Амин мен газ арасындағы ең көп контактіні қамтамасыз ететіндей етіп орналастырылған псевдосұйылтылған қабаты бар немесе бүріккіш типті абсорбциялық колонна пайдаланылуы мүмкін. Құрамында  $\text{SO}_2$

бар амин колоннаның төменгі бөлігінен жылу алмастырғыш арқылы өтіп, регенерациялық колоннаның жоғарғы бөлігіне өтеді. Регенерациялық колоннада амин мен  $\text{SO}_2$  қоспасына бу беріледі, осылайша  $\text{SO}_2$  амин ерітіндісінен бөлінеді.

Су буы, қаныққан  $\text{SO}_2$  конденсатор арқылы өтеді, ол сарқынды суды  $\text{SO}_2$  қанықтыру нүктесіне дейін кетіреді. Конденсат мұнараның жоғарғы жағына қайтарылады және соңғы өнім ретінде жүйеден қаныққан  $\text{SO}_2$  шығарылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

$\text{SO}_2$  шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Мысалы, Cansolv  $\text{SO}_2$  технологиясының амин ерітінділері негізінде тазарту тиімділігі құрамындағы  $\text{SO}_2$  0,5 % бастап 5 % дейін болатын газ ағындары үшін 98 % көп мөлшерді құрайды. Негізгі өнім - іске асырылуы немесе қайта өңделуі мүмкін сумен қаныққан  $\text{SO}_2$  газы. Cansolv қондырғысы құрамында  $40 \text{ мг/нм}^3$  дейін қатты бөлшектері бар газ ағындарын өңдей алады, мұның өзі электр сүзгілерінен, Вентури скрубберлерінен немесе қапшық сүзгісіне негізделген газ тазарту жүйелерінен кейін газ ағындарын тазартуға мүмкіндік береді. Мәселен, мыс зауытында күкірт өндірісін қайта құру кезінде "Норильск никель" ГМК ААҚ "Күкірт бағдарламасын" іске асыру шеңберінде құрамында күкірті бар өнімдерді өндіру үшін пайдалану мүмкіндігі үшін пайдаланылған газдарды  $\text{SO}_2$ -ден концентрациялау әдісімен тазарту технологиясын қарастырды. Жобаны іске асыру үшін Cansolv (Shell) жүйесі таңдап алынды, ол түтін газдарындағы  $\text{SO}_2$  қалдық құрамының ең төменгі көрсеткіштерін көрсетті - 0,001-0,0015 % [36].

Бүгінгі таңда  $\text{SO}_2$  концентрациялаудың су ерітінділері қолданылатын басқа жүйелері де белгілі.

MECS компаниясының экологиялық қауіпсіз абсорбциялық еріткішті пайдалануға негізделген SolvR  $\text{SO}_2$  регенеративті қалпына келтіру технологиясы. Жүйе  $\text{SO}_2$  шығарындыларын азайту үшін күкірт қышқылы қондырғыларына біріктірілуі мүмкін немесе күкірт қышқылы қондырғысына дейін газ ағынының концентрациясы үшін үлкен көлемде шығатын газдар мен төмен  $\text{SO}_2$ -де пайдаланылуы мүмкін. Пайдаланылған газдардағы  $\text{SO}_2$  концентрациясы 20 ppm және одан аз деп жарияланды. Solar SolvR технологиясы әлемдегі ең ірі мыс өндіруші Codelco (Чили) корпорациясының мыс балқыту зауыттары үшін MECS күкірт қышқылын өндіру технологиясымен бірге қолданылды.

Keyon Process Co.LTD компаниясының DSR технологиясы. Бұл технологиялық әдіс  $\text{SO}_2$  селективті сіңіруге арналған улы емес, экологиялық қауіпсіз еріткішті (абсорбентті

) қолдануға негізделген. Абсорбцияланған күкірт диоксиді кейіннен еріткіштен алынады, содан кейін қайта қалпына келтірілген еріткішті тазарту үшін қайта пайдалануға болады. SO<sub>2</sub> қалпына келтіру тиімділігі 99,5 % көп мөлшерді құрайды, пайдаланылған газдардағы SO<sub>2</sub> концентрациясы тазартылған соң – 35 мг/нм<sup>3</sup> көп емес. Қосымша DSR технологиясын пайдалану процесінде сынап пен қатты бөлшектердің концентрациясы төмендеуі мүмкін (5 мн/нм<sup>3</sup> көп емес). Технология Jinduicheng (Қытай) молибден зауытында енгізілді.

Кросс-медиа әсерлер

Энергия ресурстары мен реагенттердің қосымша шығындары. Cansolv процесінде буды қолдану бұл процесті сілтілі ерітінділермен тазартудан гөрі энергияны көп қажет етеді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады. Cansolv қондырғысы электр сүзгілерінен, Вентури скрубберлерінен немесе қапшық сүзгіге негізделген газ тазарту жүйелерінен кейін газ ағындарын тазартуға мүмкіндік беретін 40 мг/Нм<sup>3</sup> дейінгі қатты бөлшектердің газ ағындарын өңдей алады.

Экономика

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту. Экологиялық заңнама.

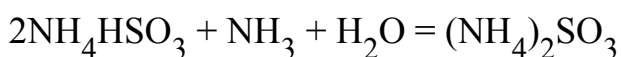
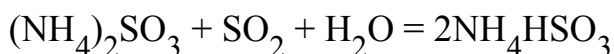
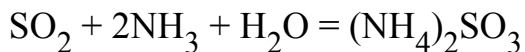
### 5.3.9. Сульфит-бисульфитті әдіс

Сипаты

Күкірт диоксиді аммонийдің сульфит-бисульфит ерітіндісімен сіңеді, ол құрамында SO<sub>2</sub> бар газ аммиактың сулы ерітіндісі арқылы өткенде пайда болады.

Техникалық сипаттамасы

Тазартылатын газдың құрамындағы сумен және аммиакпен SO<sub>2</sub> өзара әрекеттесуіне негізделген сульфит-бисульфит ерітіндісін жасау процесі:



Бисульфиттен (гидросульфит) сульфит алынады, ол қайтадан SO<sub>2</sub> сіңіреді.

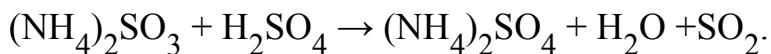
Алынған сульфит-бисульфит ерітіндісін келесідей жоюға болады:

жағу:



тұтынушыға жөнелту;

күкірт қышқылымен әрекеттескенде  $SO_2$  алу:



### Қол жеткізілген экологиялық пайда

$SO_2$  шығарындыларын азайту.

### Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Шығару дәрежесі 95 – 98 %.

### Кросс-медиа әсерлер

Регенеративті процесс үшін пайдаланылатын реагенттердің қосымша шығындары. Білікті персоналдың болуы.

### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

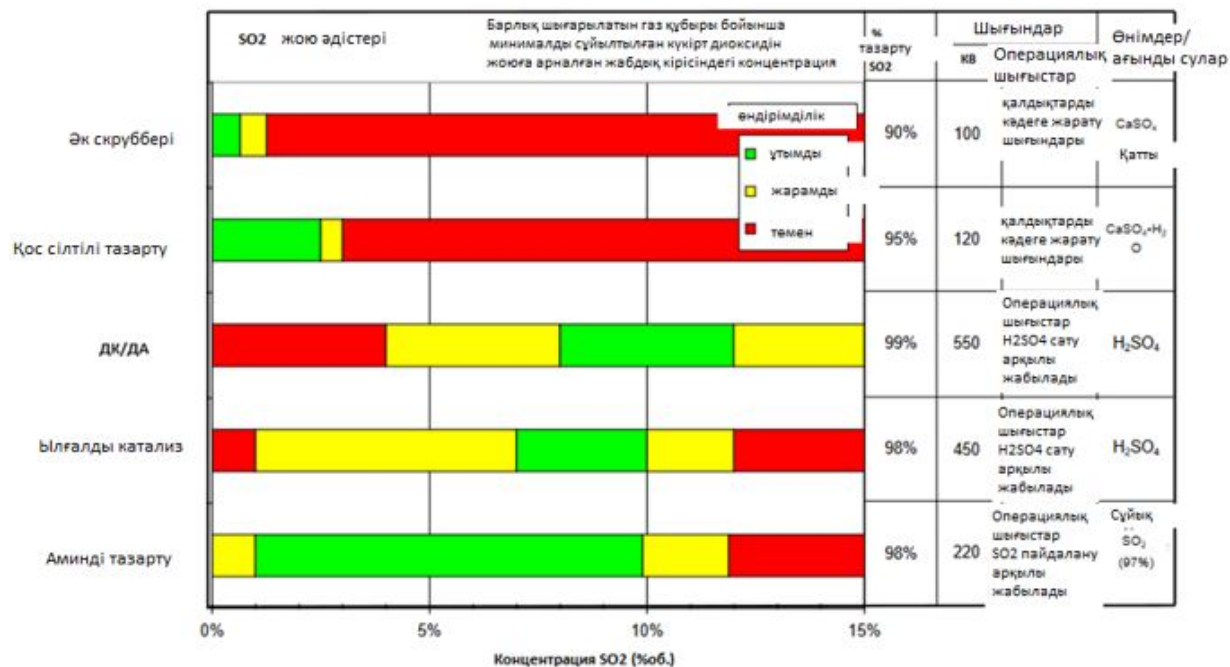
Жалпыға бірдей қолданылады.

### Экономика

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### Ендірудің қозғаушы күші

$SO_2$  шығарындыларын азайту. Экологиялық заңнама.



5.14-сурет. Түсті металлургияда қолданылатын технологиялық газдарды SO<sub>2</sub>-ден тазарту процестерінің пайдалану сипаттамалары

### 5.3.10. SO<sub>3</sub> шығарындыларын азайту

Сипаты

SO<sub>3</sub> және H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> шығарындыларын тұман және шашырау түрінде төменде келтірілген шаралардың біреуін немесе комбинациясын қолдану арқылы азайту.

Техникалық сипаттамасы

SO<sub>3</sub> немесе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тұмандарының шығарындылары толық сіңірілмегендіктен (кұрғақ контакт процестері), сондай-ақ ылғалды катализ процесінде толық емес конденсация нәтижесінде пайда болады. Шығарындыларды азайтуға жүйелі мониторинг және процестің мынадай параметрлерін бақылау арқылы қол жеткізіледі:

өндірістік процестердің тұрақтылығын қамтамасыз ету – SO<sub>2</sub>-газ көздері, кіріс ағындарындағы SO<sub>2</sub> деңгейінің ауытқуын азайту;

суды пайдаланбай процестерде жағу үшін кіріс газы мен ауаны жеткілікті түрде ағызу (кұрғақ жанасу процестері);

конденсацияның неғұрлым үлкен аймағын пайдалану (ылғалды катализ процесі үшін);

қышқылдардың таралуын оңтайландыру;

шам сүзгісінің тиімділігі және оларды бақылау;

айналымдағы көлемдер;

сіңіргіш қышқылдың концентрациясы мен температурасы;

SO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тұманын бақылау.

5.25-кестеде SO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> шығарындыларын азайту үшін қолданылатын әдістер келтірілген.

5.25-кесте. SO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> қалпына келтіру/абсорбциялау әдістері

Р/с №	Атауы	Шығарындылардың қолжетімді деңгейлері	
		мг/Нм <sup>3</sup> түріндегі H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	кг SO <sub>3</sub> / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> бір тоннасына
1	2	3	4
1	Жоғары тиімді шам сүзгілері (талшықты тұмантұтқыштар)	<50	<0,14
2	Ылғал тазалау	-	-
3	Торлы сүзгі	<100	<0,07
4	Электр сүзгісі	<20	<0,03

Қол жеткізілген экологиялық пайда  
 $\text{SO}_3$  немесе  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тұманының төмендеуі.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

УГМК күкірт қышқылын өндіруде газ электрофилтрлердегі, MECS тұман тұндырғышындағы күкірт қышқылының шашырауы мен тұманынан тазартылады және санитариялық коллектордан өтіп, санитариялық құбыр арқылы атмосфераға шығарылады. Тазартылған газдағы  $\text{SO}_2$  мөлшері 0,3%- дан аспайды.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тұман мен шашырау мөлшері 40 мг/Нм<sup>3</sup> аспайды [18].

Кросс-медиа әсерлер

Ылғал тазалау кезінде химиялық заттар мен энергияны тұтыну.

Қолдануға қатысты техникалық ойлар

Жалпы қолданылады.

Экономика

Әрбір нақты жағдайда техникалық сипаттамаларға байланысты.

Іске асырудың қозғаушы күші

$\text{SO}_3$  шығарындыларын азайту. Экологиялық заңнама.

#### **5.4. Айналым схемалары қолданылатын мырыштың бастапқы және қайталама өндірісі**

##### **5.4.1. Металл ағындарын қайта өңдеу**

Бастапқы және қайталама шикізатты қабылдау, сақтау және қайта өңдеу кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту үшін пайдаланылатын жалпы технологиялар.

##### **5.4.2. Вельц-пеш процестеріндегі сарқынды суларды тазарту**

Сипаты

кристалдау;

тұндыру;

кұрама процесс (кристалдау және тұндыру).

Техникалық сипаттамасы

Сарқынды сулардың көп бөлігі Вельц оксидін жуу кезінде пайда болғандықтан, Сарқынды суларды тазарту осы суларды өңдеуге арналған. Басқа біршама сарқынды сулар сарқынды суларды тазарту қондырғысына кетеді [52].

Кристалдау

Жуудың бірінші кезеңінде қаныққан шаймалау ерітіндісінен шаймалау мен галогендерді кетірудің бір түрі – тұзды кек пен сілтілі конденсат алу үшін кристалдау процесін қолдану. Кристалдау кезеңінде галогендердің жалпы санының 30 – 35 %

жойылады. Тұзды кек жер астына ағызылады немесе жойылады, ал өңделген қалдық ағын жуу қондырғысына қайта жіберілуі мүмкін. Кристалдану кезеңіндегі конденсат жуудың жаңа кезеңіне жіберіледі, нәтижесінде, бүкіл процесті сарқынды суларсыз жүргізуге болады.

#### Тұндыру

Сарқынды сулардағы галогендердің концентрациясы оны су қабылдағышқа ағызу үшін қолайлы болған кезде, сарқынды суларды тазартудың басқа технологиясын қолдануға болады. Ол үшін ерітілген металдарды тұндыру үшін күкірт бар қоспалар, коагулянттар және флокулянттар қосылады. Сүзу және бейтараптандыру сатысынан кейін тазартылған ағын кәріз жүйесіне немесе жерүсті су объектісіне түседі.

#### Құрама процесс

Егер галогендердің шектеулі мөлшерін ағызу мүмкіндігі болса, онда галогендердің кейбір түрлерін алып тастау үшін ішінара кристалдау кезеңін қолдануға болады. Содан кейін сарқынды сулардың қалған бөлігі тұндыру арқылы өңделеді. 1 зауыт сарқынды суларды екі сатылы тазарту туралы мәліметтер берді. Бірінші кезең – классикалық гидроксидті тұндыру. Екінші кезеңде металл иондарын тұндыру үшін арнайы сұйық реагент қосылады, ол тиімдірек, бірақ NaHS-тен қымбат.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Кристалдау

Сарқынды сулардың пайда болуын жою.

Галогенидтерді ішінара жою.

Тұндыру

Сарқынды сулардан металдарды жою (сульфидтердің тұнбасы).

Құрама процесс

Сарқынды суларды ішінара жою.

Галогенидтерді ішінара жою.

Металдарды жою.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

#### 5.26-кесте. Вельц-оксидті жуу нәтижесі

Р/с №	Компонент (%)	Жуылмаған Вельц-оксид	Жуылған Вельц-оксид (үш- немесе екі сатылы жуу)
1	2	3	4
1	Мырыш	58-63	63-68
2	Қорғасын	7-10	9-11
3	Күкірт	0,5-1	< 0,15
4	Фтор	0,4-0,7	0,08-0,15
5	Хлор	4-8	0,05-0,15
6	K <sub>2</sub> O	1,5-2	0,1-0,2

### 5.27-кесте. Вельц-оксидті жуу процесінен кейінгі сарқынды сулар

Р/с №	Компонент (мг/л)	NaHS газартқаннан кейінгі сарқынды сулар
1	2	3
1	Мырыш	0,01-1,0
2	Қорғасын	0,01-0,20
3	Кадмий	0,01-0,10

### 5.28-кесте. Вельц-оксидті жуу процесінен кейінгі сарқынды сулар

Р/с №	Зауыт		Q*		I**		M***	
			орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ағын	м <sup>3</sup> /с	195	НД	330	НД	28,2	НД
2	Zn	мг/л	0,04	0,46	0,03	0,06	1,43	5,28
3	Cd	мг/л	0,0020	0,024	0,0007	0,006	0,05	0,25
4	Pb	мг/л	0,0031	0,105	0,0067	0,019	0,68	2,76
5	As	мг/л	0,0123	0,2	< 0,001	< 0,001	0,17	0,64
6	Cu	мг/л	0,0003	0,0015	<0,01	< 0,01	0,03	0,19
7	Fe	мг/л	0,06	0,18	< 0,05	< 0,05	0,3	0,46
8	Cr	мг/л	0,0015	0,0034	< 0,001	< 0,001	< 0,01	0,1
9	Cl-	мг/л	2780	5300	635	993	НД	НД
10	F-	мг/л	3,89	7	0,68	0,93	НД	НД
11	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	996	1600	155	269	1994	2945

\* Q зауыты: тұндыру процесі;

\*\* I зауыты: галогендерді кетіру үшін ішінара кристалдау + тұндыру процесі;

\*\*\* M зауыты: тұндыру + флокуляция + коагуляция + сүзгілеу (шығарындылар тікелей төгуге жарамайды).

#### **Кросс-медиа әсерлер**

##### Кристалдау

Энергия тұтынудың артуы (булану салдарынан) және қатты қалдықтардың немесе тұз ерітіндісінің пайда болуы.

##### Тұндыру

Металл иондарын тұндыру үшін химиялық заттарды қолдану.

##### Құрама процесс

Энергия тұтынудың артуы (қатты қалдықтардың немесе тұз ерітіндісінің булануы мен түзілуіне байланысты).

Металл иондарын тұндыру үшін химиялық заттарды қолдану.

#### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**



Кристалдану көлемі жергілікті жағдайларға байланысты. Хлоридті ағызу мүмкін болмаған кезде 100 % кристалдану жүзеге асырылады. Мысалы, Фрайбергтегі "Befesa" зауыты.

Хлоридтердің шектеулі мөлшерін қалпына келтіру мүмкін болған кезде ішінара кристалдану процесі қолданылады, мысалы, Италиядағы Pontenossa зауытында, онда Вельц оксидіндегі галогендердің жалпы санының үштен бірі кристалдану қондырғысында алынып тасталады.

### **Экономика**

Бұл процесс кеңінен қолданылады және үнемді. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Металдарды жою (қоршаған ортаны қорғау туралы заңнама). Өнімді оңтайландыру. Су қабылдағышқа фтор, хлор және сілтілер шығарындыларын азайту (қоршаған ортаны қорғау туралы жергілікті заңнама).

## **5.5. Мырыш құймаларын балқыту, қорытпалар алу және құю (бастапқы және қайталама гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер)**

### **5.5.1. Балқыту процестерінен шығатын қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту**

#### Сипаты

Гидрометаллургиялық мырыш өндірісінен кадмийге бай цементитті қалпына келтіру немесе тұндыру [37].

#### Техникалық сипаттамасы

#### Тазарту

Бұл процедура кадмийді одан әрі концентрациялау және рафинациялау үшін (электролиз немесе пирометаллургиялық процесс) тазарту кезеңінде мырышты кадмиймен байытылған цемент ретінде өңдеу процесінен алу және нәтижесінде оны тауарлық кадмий металына немесе кадмий қосылысына айналдыру болып табылады.

#### Тұндыру

Кадмийді кадмийге бай тұнбаға (мысалы, цемент (Cd металл),  $Cd(OH)_2$ ) айналдыру мақсатында гидрометаллургиялық операциялар кешенін қолдана отырып, тазарту кезеңінде кадмиймен байытылған цемент ретінде мырышты өңдеу процесінен кадмий алу рәсімі, ол қатаң бақыланатын жағдайларда кәдеге жаратылады.

#### Қол жеткізілген экологиялық пайда

#### Тазарту

Суды пайдаланбайтын процесс.

#### Тұндыру

Полигондарда көмуге арналған кадмийдің мақсатты қалдықтарынан басқа, осы процестің нәтижесінде қалдықтар пайда болмайды: барлық технологиялық ағындар

кадмийді өңдеу сатысында немесе мырыш қондырғысының ағынында екінші рет өңделеді. Қайта өңделетін қалдықтардың көлемі салыстырмалы түрде аз, өйткені процесс кадмийдің жоғары концентрациясымен жүреді (кем дегенде 20 %). Қалдықтарды кәдеге жарату шарттары қолданыстағы заңнамаға сәйкес келеді. Бұл қалдықтарды кәдеге жаратар алдында оның физикалық қасиеттерін жақсарту үшін (мысалы, шаймалау) өз орнында немесе полигондарда тұрақтандыру керек (мысалы, әк қосу) дегенді білдіреді.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Полигонда кәдеге жарату үшін кадмийге бай шөгінділердің тұндыру пайызы нарықтық сұранысқа байланысты.

Тазарту

Реагенттерді пайдалану. Кадмийді тазарту процесінде немесе кадмийді өңдеу сатысында ерітіндіден тұндыру кезінде мырыш тозаңын пайдаланады (стехиометриялық саны  $Cd^{2+} + Zn^0 \rightarrow Cd^0 + Zn^{2+}$  реакциясына сәйкес 1,1–1,6 есе).

Энергияны тұтынуды арттыру (кадмийді металл пішініне айналдыру үшін электролиз және балқыту/құю кезінде электр энергиясы қажет).

Тұндыру

Кадмийді әк немесе NaOH қосу арқылы кадмий гидроксиді түрінде тұндыру әдісі қолданылады. Бұл жағдайда кадмий бейметалл түрінде алынады, оны кейіннен электролиз немесе цементтеу әдісімен металл түріне ауыстыру керек.

Концентрацияланған кадмий қалдықтары пайда болады.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Процестің типі тұрғысынан тазарту процесі тұндыру процесіне қарағанда аса күрделі әрі тұрақсыз процесс болып табылады: кадмий сульфатының ерітіндісі электролиз секциясында өңделгенге дейін тазартылуы керек, ал қалдықтар тұндырылатын кадмий сульфаты ерітіндісінің сапасына қойылатын талаптар аз болады.

Тазарту процесіне қажетті жабдық (реакциялық резервуарлар, тұндырғыштар, электролиз ванналары, балқыту пеші, құю жабдығы) тұндыру процесіне қарағанда универсалды (реакциялық резервуарлар, тұндырғыштар, сүзгі) болып табылады.

Зауыттың процесті таңдауы көбінесе нарықтық жағдайларға байланысты (яғни, кадмий нарығы теориялық тұрғыдан өндірілген кадмийдің барлығын пайдалану үшін тым аз), қайта өңдеу мүмкіндігі/шарттары, сонымен қатар қажетті жабдықтар мен тәжірибе және т.б. Бұл жағдайлар белгілі бір аймаққа немесе учаскеге тән болуы мүмкін және уақыт өте келе өзгеруі мүмкін.

Экономика

Сандық деректер жоқ, бірақ екі процестің құны мен артықшылығы нарықтық жағдайларға (кадмий бағасы, қысқа мерзімді немесе ұзақ мерзімді нарық), қайта өңдеу мүмкіндіктеріне/жағдайларына (баға, полигонға дейінгі қашықтық), инвестициялық

шығындар мен пайдалану шығындарына (жұмыс күші, энергия, реактивтер) байланысты. Бұл жағдайлар белгілі бір аймаққа немесе учаскеге тән болуы мүмкін және уақыт өте келе өзгеруі мүмкін.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Осы екі процестің біреуін жүзеге асырудың қозғаушы факторлары:

қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді перспективада рентабельділік/құн;

қоршаған ортаға әсер ету (қалдықтарды қалыптастыру/болғызбау, электр және реактивтерді тұтыну);

қоршаған ортаны қорғау және адам денсаулығы саласындағы заңнаманы сақтау қабілеті.

### **5.5.2. Сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау**

#### **5.5.2.1. Мырыш зауыттарынан шығатын сарқынды суларды тазарту (бастапқы, қайталама гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер)**

Көптеген қондырғыларда салқындатқыш су мен тазартылған сарқынды сулар, соның ішінде жаңбыр суы, қалдықтарды көмуді бақылау жүйесіндегі су және топырақты қалпына келтіруден алынған су және т. б. қайта пайдаланылады немесе қайта өңделеді. Сарқынды сулардың кейбір түрлері төгер алдында еріген металдар мен катты заттарды кетіру үшін өңделуі керек. Дәстүрлі түрде гидроксидпен/карбонатпен тұндыру жүргізіледі. Кейбір жағдайларда аралас немесе екі сатылы тұндыру процесі гидроксидті кезеңмен, содан кейін сульфидті кезеңмен қолданылады. Қосымша сульфидтік кезең гидроксидпен тұндырғанға қарағанда металдар құрамының неғұрлым төмен концентрацияға дейін төмендеуін қамтамасыз етеді.

#### **5.5.2.2. Мырыштың гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық өндірісінен шығатын сарқынды суларды тазарту**

Сипаты

Бұл бөлімде келесілер сипатталған:

сарқынды сулардың белгілі бір түрлерін оларды тазарту құрылыстарына жібергенге дейін алдын ала өңдеу (мысалы, күйдіру пешінің ылғалды газын тазартқаннан кейін аздап қышқылданған су);

бейорганикалық процесс негізінде сарқынды суларды тазарту қондырғысы ( гидроксидті тұндырудан кейін, қажет болған жағдайда сульфидті тұндыру);

сарқынды суларды биологиялық процесс негізінде тазарту.

Техникалық сипаттамасы

Алдын ала тазарту

Алдын ала тазартудың типтік мысалы күйдіру пешінің ылғалды газын тазартқан соң қышқылы аз қалдықтармен орындалатыны болып табылады. Бұл су еріген  $\text{SO}_2$  бөлігін шығару үшін газдың әсеріне ұшырайды.  $\text{SO}_2$  ағыны күйдіру пешінен шыққан негізгі газ ағынына енгізіледі, осыдан соң  $\text{SO}_2$  тазартудан өтеді, сол уақытта ССТҚ-да тазартылуы тиіс сульфидтер/сульфаттар саны да азаяды. Сонымен қатар құрамында сынап және/немесе селен бар өздігінен пайда болатын қатты қосылыстар аздап қышқыл сұйықтықта болуы мүмкін. Сарқынды суларды тазартудың орталық қондырғысына жібермес бұрын, бұл шламды (Тұндырғышта немесе сүзгіде) жою ағынды ССТЖ-да тазарту процесін жеңілдетеді [38].

Сарқынды сулардың белгілі бір түрлерін алдын ала өңдеуді жүргізу орынды, орынсыз екенін бағалау жағдайға қарай жүргізіледі, себебі шешуші параметрлер белгілі бір зауытқа немесе аймаққа тән болуы мүмкін (мысалы, Сарқынды суларды төгу шарттары, қалдықтарды көму немесе өңдеу үшін қалдықтардың құрамын шектеу).

Сонымен қатар шөгінді екі немесе одан да көп кезендерде қолданылған кезде (төмендегіге қараңыз), кейде барлық сарқынды суларды бір арнаға жинамай, екі (немесе одан да көп) "топқа": мысалы, ауыр салмақты сулар - (мысалы, пештің ылғалды газын тазартудан қалған қалдықтар – бұл жуу қышқылдары деп аталады) және аздап жүктелген сулар (мысалы, жаңбыр суы) деп екіге бөлген пайдалы болуы мүмкін. Бұл жағдайда соңғысы бірінші кезеңнен кейін процеске енуі мүмкін, бұл жалпы пайдалану шығындарына қатысты пайдалы болуы мүмкін. Бірақ бұл факторды әр жағдайда бағалау керек (мысалы, екі сатылы кәріз жүйесінің құны көбінесе зауыт жоспарына байланысты).

Сарқынды суларды тазарту қондырғысы

Жылдық өнімділігі 250 мың т болатын мырыш зауыты үшін орталық ССТҚ-да өңделетін жалпы ағын шамамен 100 – 300 м<sup>3</sup>/сағ құрайды. Техникалық және шығыс тұрғысынан көптеген ағындарды өңдеуге қабілетті әдістер ғана қолданылады.

Бейорганикалық процесте, сондай-ақ биологиялық процесте негізгі мақсат металдар мен басқа қосылыстарды бір немесе бірнеше кезендерде ерімейтін немесе әрең еритін қосылыстар ретінде тұндыру болып табылады. Қатты заттар бір немесе бірнеше кезендерде тұндыру және/немесе сүзу арқылы су ағынынан бөлінеді.

Бейорганикалық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы

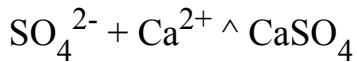
Әдетте, гидроксидпен тұндыру процесі қолданылады. рН деңгейін 9-дан 10,5-ке дейінгі деңгейге дейін реттеуге әдетте әк немесе натрий гидроксиді сияқты сілтілі реагенттерді қосу арқылы қол жеткізіледі, өйткені сарқынды сулардың көптеген түрлері қышқыл болғандықтан, металдар гидроксид ретінде тұндырылады.

Әдетте бейтараптандыру мен тұндырудың бұл кезеңі рН деңгейінің бірдей мәнімен жүзеге асырылады. Кейбір жағдайларда бұл рН деңгейінің әртүрлі мәндерін қолдануға болатын екі немесе одан да көп кезендерде жасалады.

Гидроксидті тұндырудың жалпы теңдеуі:

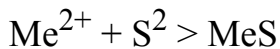


Мырыш зауытының барлық сарқынды суларында сульфаттардың көп мөлшері бар және рН деңгейі төмен (өйткені олардың құрамында күкірт қышқылы бар). Гидроксидтерді бейтараптандыру және тұндыру үшін әк (сөндірілмеген әк, каустикалық әк) қосу арқылы сульфаттар бір уақытта судан гипс түрінде шығарылады (тепе-теңдік деңгейі шамамен 1,6 г/л сульфатқа жеткізілгенше):



Кейбір жағдайларда гидроксидті тұндыру сульфидті тұндырумен біріктіріледі немесе сульфидті тұндыру одан кейін NaHS немесе Na<sub>2</sub>S қосу арқылы жүреді (мысалы, көп сатылы шөгінді сияқты бір реакторда бір мезгілдегі шөгінді). Металл сульфидтерінің ерігіштігі тиісті металл гидроксидіне қарағанда төмен болғандықтан, сульфид сатысы шөгінділердегі гидроксид концентрациясына қарағанда аз концентрациясы бар металдарды алып тастай алады.

Сульфидті тұндыруға арналған жалпы теңдеу:



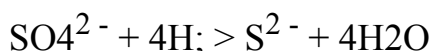
Гидроксидті және/немесе сульфидті тұндыру сарқынды суларды тазарту процесінің маңызды нүктесі болып табылады. Алайда, кейбір нақты жағдайларда толығымен жойылмаған элементтерді жою үшін қосымша кезеңдер қосылады. Бұл кезеңдерге қажеттілік әрбір нақты жағдайда анықталады (мысалы, типтік элементтердің болуы, шығарындылардың қатаң нормалары). Кейбір мысалдар: фторды ішінара CaF<sub>2</sub> түрінде әк немесе басқа кальций көзін рН 9,5 деңгейіне қосу арқылы тұндыруға болады, ал күшәнді темір тұздарын қосу арқылы бірге тұндыру арқылы ішінара алып тастауға болады.

Қатты және сұйық фазаларды бөлу әдетте цилиндрлік тұндырғышта, пластиналық тұндырғышта немесе тұндырғыштың басқа түрінде (яғни концентратор, тұндырғыш резервуар, тазартқыш, шөгінді бассейн) тұндыру арқылы жүзеге асырылады. Кейбір жағдайларда бөлу сүзу процесі арқылы аяқталады (мысалы, құм сүзгісі). Тұндыру және /немесе сүзу сипаттамаларын жақсарту үшін флокулянт-коагулянт қоспаларын қолдануға болады.

Бейорганикалық процесс ЕО-да мырыш гидрoметаллургиялық зауыттарында жиі қолданылады. Бұл процесс ЕО-дағы мырыштың пирометаллургиялық өндірісі бойынша жалғыз зауытта да қолданылады.

Биологиялық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы

Тек бір еуропалық зауытта реакция қоспасында сульфид иондарын өндіру үшін биологиялық процесс қолданылады. Ылғал газ тазартқыштан шығатын әлсіз қышқыл сульфаттың жоғары концентрациясына ие болады (10-25 мг/л) және бірінші кезекте өңделеді. Сульфат иондары сарқынды суларды биологиялық тазарту қондырғысында сутегімен және сульфатты қалпына келтіретін бактериялармен сульфидті иондарға ( $S^{2-}$ ,  $HS^-$ ) дейін азайтылады:



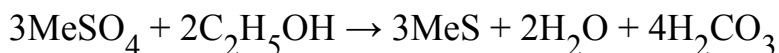
Сутегі риформинг қондырғысында табиғи газ бен будан шығарылады. Мырыш және басқа металдар сульфид иондарымен әрекеттеседі және металл сульфиді ретінде тұндырылады:



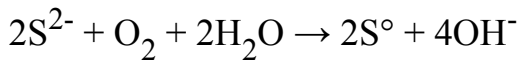
Осылайша, жалпы реакция келесі формуламен беріледі:



Осы тазартудан кейін сульфаттар мен металдардың концентрациясы тікелей ағызу үшін әлі де жоғары, ал су басқа кезеңде сонымен қатар басқа сарқынды сулармен бірге тазартудан өтеді, (қалпына келтіру жұмыстарынан кейін жерасты сулары). Мұнда сульфатты төмендететін бактериялар металдарды сульфидпен тұндыру үшін де қолданылады, бірақ бұл жағдайда этанол сутектің орнына электронды донор ретінде қолданылады. Жалпы реакцияның келесі формуласы бар:



Сарқынды сулардағы бос металдардың концентрациясының жоғарылауы сульфатты төмендететін бактериялар үшін улы болғандықтан, реакторға ерітінді құнарсыздандырып беріледі. Ағызылатын судағы сульфид концентрациясын төмендету үшін биологиялық реактордағы аэробты бактериялармен қарапайым күкірттегі сульфид иондарын төмендету қолданылады:



Барлық сульфидтер мен биомасса шөгінділері мырыш және күкірт қышқылы түріндегі күкірт өндіретін цехтерде металдарды алу үшін күйдіру кезеңінде екінші рет өңделеді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Суға металдардың шығарындыларын азайту. Биологиялық процестен кейін ағып жатқан ағынды металдардың құрамы бейорганикалық сульфидті қоспаларды (NaHS, Na<sub>2</sub>S) қосып, сарқынды суларды тиімді тазартқаннан кейін тазартылған судың құрамына ұқсас, өйткені екі процестегі химиялық құрылым бірдей (металл сульфидтерінің әлсіз ерігіштігі негізінде).

Суға сульфаттар шығарындыларын азайту. Биологиялық процестің қосымша оң әсері бар, өйткені тазартылған судағы сульфаттардың мөлшері азаяды. Сынадай сульфат концентрациясына қол жеткізуге болады - классикалық бейорганикалық процесте шамамен 1600 мг/л концентрациясымен салыстырғанда шамамен 600 мг/л.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Кестеде пайда болатын сарқынды сулардың алдын алуға және/немесе көлемін азайтуға ғана емес, сонымен қатар суды пайдалану көлемін азайтуға және тұтастай қоршаған ортаға жүктемені азайтуға бағытталған шаралар көрсетілген. Су тұтынудың жалпы және үлестік көлемінің төмендеуі тазартудан кейін ағызуға жіберілетін сарқынды сулар мөлшерінің азаюына әкеп соғады.

5.29-кесте. Сарқынды суларды болғызбау және/немесе олардың көлемін азайту шаралары

Р/с №	Сипаты	Қол жеткізілген артықшылықтар
1	2	3
1	Құрамында ластағыш заттар бар сарқынды суларды шартты таза судан, нөсер суынан немесе өзге де сулардан бөлу	Бастапқы су тұтыну және сарқынды сулардың пайда болу көлемдерін қысқарту
2	Тұйық су айналым жүйесін құру (суды рециркуляциялау жүйесі), сондай-ақ технологиялық процестерде беттерден бөлінетін шартты таза суды пайдалану.	Бастапқы су тұтыну көлемдерін қысқарту
3	Сарқынды суларды, оның ішінде суағардың өндірістік коллекторларында оларды өңдеу және кейіннен пайдалану үшін нөсер және сорғыту суларын жинау және бөлу жүйелерін құру	Сарқынды сулардың пайда болуын азайту
	Технологиялық суларды бөлек бұруды пайдалану (мысалы,	

4	конденсат және салқындатқыш су) . Бұл ретте сарқынды сулардан кейіннен пайдалану үшін шикізаттың немесе өнімнің ысырабы салдарынан туындайтын ластағыш заттарды барынша ықтимал шығаруға назар аудару қажет.	Суды қайта пайдалану жүйелерінің тиімділігін арттыру
5	Өндірістік экологиялық бақылау бағдарламаларын әзірлеу, онда бақылауға жататын көрсеткіштер, сондай-ақ кәсіпорынның ерекшелігіне, сондай-ақ сарқынды сулардың көлеміне, ластану түрлері мен санына және оларды тазарту сапасына қойылатын талаптарға байланысты бақылаудың кезеңділігі туралы ақпарат көрсетіледі. Ағызылатын сарқынды сулардың сапасын бақылауды коллекторда, құрама камерада немесе тазарту құрылыстарынан шығарылатын құдықта жүзеге асырады.	Сарқынды суларды өңдеу процесін оңтайландыру және сарқынды суларды өңдеу объектісінің тұрақты және үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету
6	Құбыр жүйелері мен сорғы қондырғыларын қоса алғанда, жабдықтың тұтастығы мен герметикалығын, сондай-ақ ағып кетулердің пайда болуы мүмкін орындарын (тұндырғыштар және суды өңдеудің басқа да тораптары ) бақылау жүйесін енгізу	Бастапқы су тұтыну көлемінің төмендеуі

ӨМК мырыш зауытында цех ішіндегі суды қайта пайдалану жүйесі және цех ішіндегі айналмалы сумен жабдықтау жүйесі қолданылады. Шахталық пештерден, қожды тұтату қондырғысынан және электр қондырғыларынан шыққан сарқынды сулар технологиялық жабдықты салқындату үшін пайдаланылады. Қайта пайдаланылатын судың температурасын төмендету осы жүйені жалпы комбинат суларымен үрлеу арқылы жүзеге асырылады. Пайда болған сарқынды сулар кәсіпорынның технологиялық процесінде оларды одан әрі пайдалану мүмкіндігі үшін тазартудан өтеді (айналымдағы су), шартты-таза сарқынды сулар, олар ОС градирняларында салқындағаннан кейін толық көлемде әрі қарай пайдалану үшін өнеркәсіптік сумен жабдықтаудың жалпы комбайндық айналым жүйесіне жіберіледі.

2018 жылы "AURUBIS" (Гамбург) зауытындағы байланыс қондырғысының салқындату жүйесінің техникалық модификациясы орталықтандырылған жылумен жабдықтауды бөлу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін температура деңгейін арттыру



және зауыт шекарасына дейін орталықтандырылған жылумен жабдықтау құбырын салу арқылы Эльба өзеніне 12 млн м<sup>3</sup> салқындатқыш судың ағызылуын болғызбауға ықпал етті[39].

### **Кросс-медиа әсерлер**

Бейорганикалық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы Бейтараптандыратын заттарды (әк, натрий гидроксиді), сульфид көздерін (NaHS, Na<sub>2</sub>S) және флокулянттарды қолдану.

Өндіріс қалдықтары.

Биологиялық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы Бейтараптандырғыштарды (әк, натрий гидроксиді) және флокулянттарды қолдану. Бейорганикалық процеске қарағанда бейтараптандырғыштарға қажеттілік аз.

Табиғи газды, этанолды немесе көміртектің басқа көздерін пайдалану.

Энергияны тұтынуды арттыру (ең төмен температураны шамамен 30 °С қамтамасыз ету қажеттілігі).

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Бейорганикалық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы Бұл жалпыға бірдей қолданылатын технология, сондықтан технологиялық ақпарат салыстырмалы түрде қолжетімді.

Биологиялық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы

Бұл процесс бейорганикалық процеске қарағанда күрделі және сезімтал. Ең төмен температура шамамен 30 °С болуы керек, бұл осы технологияның жалпы қолданылуын төмендетеді; жергілікті жағдайларға байланысты бағалау қажет.

### **Экономика**

Бейорганикалық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы  
Технология сала ауқымында қолданылады.

Биологиялық процесті қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту қондырғысы

Осылайша, "Оралэлектрмыс" АҚ филиалының нөсерлік және өнеркәсіптік сарқынды суларын жинауды қамтамасыз ететін нөсерлік жинағыш құрылысы экологиялық жағдайды жақсартуға және су ресурстарын ұтымды пайдалануға бағытталған-сарқынды суларды өндірісте қайта пайдалану мүмкіндігі үшін тазарту үшін бейтараптандыру станциясына жіберу жоспарланып отыр[40].

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Суға металдардың және басқа да ластағыш заттардың шығарындыларын азайту.

## **5.6. Кадмийді өндіру және кері өңдеу схемалары**

### **5.6.1. Кадмийдің гидрометаллургиялық өндірісі**

### **5.6.1.1. Шаймалау мен қатты және сұйық фазалардың бөлінуінен түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері**

Қолданылатын техника:

орталық аспирация жүйесі;

ылғалды скруббер.

#### **Кросс-медиа әсерлер**

Кадмий өндіретін нақты цех жағдайында барлық жабдық орталық аспирация жүйесіне қосылады, ал шығатын газ дымқыл скрубберде өңделеді, жуу ерітіндісін бұру мырышты шаймалау кезеңіне қайтарылады [41].

#### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Атмосфераға шығарындылардың алдын алу және азайту.

#### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Ұсынылған жоқ.

#### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Кадмийді шаймалау бойынша белгілі цехтерде қолданылады.

#### **Экономика**

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Атмосфераға шығарындыларды азайту. Еңбек гигиенасы.

### **5.6.1.2. Электролизден түзілетін шығарындыларды болғызбау тәсілдері**

Техникалық сипаттамасы

Электролиз ванналарын пластикалық брезентпен немесе қорғаныш планкалармен жабындау.

Мырыш электролиттік процестегідей, бірақ аз мөлшерде кадмий тазартылған кадмий сульфатының ерітіндісінен алюминий бастапқы катодтарына түседі, ал анодтарда оттегі пайда болады. Бетіне жарылып кететін оттегі көпіршіктері қышқыл буларды (аэрозоль) құрайды. Бұл бу шығарындыларының көлемін азайту үшін электролиз ванналары пластикалық брезентпен жабылған немесе электродтардың үстіне/арасына бөлек пластикалық қорғаныс тақталарын орналастырылған.

Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының көлемін тиімді жуып тазалау арқылы азайтуға болады, мысалы, құрамында кадмий бар сұйықтықтар мен қатты заттардың төгілуі осы аймақта еденді ылғалды ұстай отырып, олардың кідіріссіз жойылуын қамтамасыз етеді.

#### **Экологиялық әсер**

Қышқыл буы шығарындыларының және ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының алдын алу.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте кез келген кадмийлі электролиз ваннасы үшін қолданылады.

Экономика

Пластикалық қорғаныс жолақтарына салыстырмалы түрде шектеулі күрделі шығындар. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфераға шығарындыларды азайту. Еңбек гигиенасы.

### **5.6.1.3. Кадмийдің гидрометаллургиялық өндірісінен түзілетін қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту**

Сипаты

Гидрометаллургиялық мырыш өндірісінен кадмийге бай цементитті қалпына келтіру немесе тұндыру.

Техникалық сипаттамасы

Тазарту

Бұл процедура кадмийді одан әрі концентрациялау және тазарту үшін (электролиз немесе пирометаллургиялық процесс) тазарту кезеңінде мырышты кадмиймен байытылған цемент ретінде өңдеу процесінен алу және нәтижесінде оны тауарлық кадмий металына немесе кадмий қосылысына айналдыру болып табылады.

Тұндыру

Кадмийді кадмийге бай тұнбаға (мысалы, цемент (Cd металл),  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ) айналдыру мақсатында гидрометаллургиялық операциялар кешенін қолдана отырып, тазарту кезеңінде кадмиймен байытылған цемент ретінде мырышты өңдеу процесінен кадмий алу рәсімі қатаң бақыланатын жағдайларда кәдеге жаратылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тазарту

Суды пайдаланбайтын процесс.

Тұндыру

Полигондарда көмуге арналған кадмийдің мақсатты қалдықтарынан басқа, осы процестің нәтижесінде қалдықтар пайда болмайды: барлық технологиялық ағындар кадмийді өңдеу сатысында немесе мырыш қондырғысының ағынында екінші рет өңделеді. Қайта өңделетін қалдықтардың көлемі салыстырмалы түрде аз, өйткені процесс кадмийдің жоғары концентрациясымен жүреді (кемінде 20 %). Қалдықтарды кәдеге жарату шарттары қолданыстағы заңнамаға сәйкес келеді. Бұл қалдықтарды тастамас бұрын оның физикалық қасиеттерін жақсарту үшін (мысалы, шаймалау) орнында немесе полигондарда тұрақтандыру керек (мысалы, әк қосу) дегенді білдіреді

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Полигонда кәдеге жарату үшін кадмийге бай шөгінділердің тұндыру пайызы нарықтық сұранысқа байланысты.

Кросс-медиа әсерлер

Тазарту

Реагенттерді пайдалану. Кадмийді тазарту процесінде немесе кадмийді өңдеу кезеңінде ерітіндіден тұндыру кезінде мырыш тозаңы қолданылады ( $Cd^{++} + Zn \rightarrow Cd + Zn^{++}$  реакциясына сәйкес стехиометриялық саны 1,1–1,6 есе).

Энергияны тұтынуды арттыру (кадмийді металл пішініне айналдыру үшін электролиз және балқыту / құю кезінде электр энергиясы қажет).

Тұндыру

Бейметалл формадағы кадмийдің шөгіндісі (мысалы, гидроксид түрінде) әк немесе NaOH қосуды қажет етеді.

Концентрацияланған кадмий қалдықтары пайда болады.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Процесс типі тұрғысынан тазарту процесі шөгінді процесіне қарағанда күрделі және тұрақсыз процесс болып табылады: кадмий сульфатының ерітіндісін электролиз бөлімінде өндегенге дейін тазарту керек, ал қалдықтар тұндырылатын кадмий сульфатының ерітіндісінің сапасына қойылатын талаптар аз болады.

Тазарту процесіне қажетті жабдық (реакциялық резервуарлар, тұндырғыштар, электролиз ванналары, балқыту пеші, құю жабдықтары) тұндыру процесіне қарағанда универсалды (реакциялық резервуарлар, тұндырғыштар, сүзгі).

Зауыттың процесті таңдауы көбінесе нарықтық жағдайларға (яғни, кадмий нарығы теориялық тұрғыдан өндірілген кадмийдің барлығын пайдалану үшін тым аз), қайта өңдеу мүмкіндігі/шарттары, сонымен қатар қажетті жабдықтар мен тәжірибе және т.б. байланысты. Бұл жағдайлар белгілі бір аймаққа немесе учаскеге тән болуы мүмкін және уақыт өте келе өзгеруі мүмкін.

Экономика

Сандық деректер жоқ, бірақ екі процестің құны мен артықшылығы нарықтық жағдайларға (кадмий бағасы, қысқа мерзімді немесе ұзақ мерзімді нарық), қайта өңдеу мүмкіндіктеріне/жағдайларына (баға, полигонға дейінгі қашықтық), инвестициялық шығындар мен пайдалану шығындарына (жұмыс күші, энергия, реактивтер) байланысты. Бұл жағдайлар белгілі бір аймаққа немесе учаскеге тән болуы мүмкін және уақыт өте келе өзгеруі мүмкін.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Осы екі процестің біреуін жүзеге асырудың қозғаушы факторлары:

қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді перспективада рентабельділігі/құны;

қоршаған ортаға әсер ету (қалдықтарды қалыптастыру/болғызбау, электр және реактивтерді тұтыну);

қоршаған ортаны қорғау және адам денсаулығы саласындағы заңнаманы сақтау қабілеті.

## **5.7. Кадмийдің пиromеталлургиялық өндірісі**

### **5.7.1. Металл кадмий цементтерін брикеттеуден және илемдеуден түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері**

Сипаты

Қарастыруға арналған технологиялар:

орталық аспирация жүйесі;

ылғалды скруббер.

Техникалық сипаттамасы

Кадмий сульфатының ерітіндісі кадмийді тұндыру үшін резервуарға айдалады. Содан кейін мырыш тозаңы қосылып, кадмий ұсақ түйіршіктер түрінде тұндырылады. Түйіршіктер ерітіндіден нутч-сүзгіде бөлінеді, гидравликалық Престің көмегімен жуылады және брикеттеледі. Брикеттер кадмий өңдеу зауытына тасымалдау үшін жабық контейнерлерде сақталады. Кадмий құрамы >98 %. Бастапқы ерітінді мырышты шаймалау секциясында қайта өңделеді.

Жабдық орталық аспирация жүйесіне қосылған, ал шығатын газ ылғалды скрубберде тазартылады. Жуу ерітіндісі мырышты шаймалау секциясына жіберіледі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Ақпарат ұсынылған жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ақпарат жоқ.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Іске асыру шығындары көп емес экологиялық қауіпсіз процесс.

### **5.7.2. Фьюминг/конденсация арқылы кадмий алу процестеріндегі шығарындыларды азайту тәсілдері**

Сипаты

Қарастыруға арналған технологиялар:

қапшық сүзгі;

ЭСТ;

ылғалды скруббер.

Техникалық сипаттамасы

Төмен температуралы схеманы қолданған кезде кадмий брикеттері каустикалық сода қабатының астында пеште ериді. Қожды алып, кішкене құймаларға құяды. Сұйық кадмий рафинациялау пешіне жіберіледі [42].

Қайта өңдеу пешінде балқытылған кадмий мырышты кетіру үшін каустикалық содамен өңделеді. Қоспа бірнеше сағат бойы араластырылады. Содан кейін араластыру процесі орнатылып, қож алынып, құймаларға арналған кішкене қалыптарға құйылады. Бұл металл құрамында > 99,5 % кадмий болады және вакуумды айдау процесіне жіберіледі.

Вакуумдық айдау процесінде кадмий бу қысымы төмен компоненттерден бөлінеді. Дистилляция қондырғысы вакуумда жұмыс істейді, ал металл балқу температурасына жақын температурада буланады. Ұшпалығы төмен компоненттер конденсацияланады және пешке қайтарылады. Жоғары сапалы кадмий конденсат түрінде жиналып, құймаларға құйылады.

Кадмий өңдеуге арналған барлық жабдық орталық аспирация жүйесіне қосылған. F зауытында пайдаланылған газ қоршаған ортаға шығарылар алдында ЭСТ-да тазартылады. ЭСО-дан жиналған тозаң мезгіл-мезгіл сумен жуылады. Мырышты шаймалау бөлімінде элюат қолданылады. В зауытында скруббер, ал D зауытында қапшық сүзгі қолданылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға тозаң шығарындыларын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

5.30-кестеде В, Е (Е зауыты үшін кадмийді рафинациялаудың соңғы кезеңі В зауытында өтеді) және F (кадмий өндірісі кезіндегі гидрометаллургиялық/вакуумдық айдау схемасы) зауыттары үшін кадмий шығуын тарату көрсетілген.

5.30-кесте. Кадмийдің шығуын еуропалық мырыш өңдеу зауыттарында тарату

Р/с №	Енгізілетін материал (%)	В зауыты	Е зауыты	F зауыты
1	2	3	4	5
1	Тазартылған кадмий металы	90,4	14	70-ке жуық
2	Кадмий жанама өнімдерде қоспа ретінде (Cu және Pb - Ag концентраттары)	9,4	41	20-25

3	К а д м и й қалдықтарын кәдеге жарату	Деректер жоқ	35 (Cd қалдығы) + 5 (гетит)	5-10 (Jarofix)
4	ССТҚ-дан шламмен кәдеге жаратуға арналған кадмий	0,1	5	0,1-ге жуық
5	Атмосфераға шығарындылардағы кадмий	< 0,01	< 0,01	< 0,01
6	Суға төгінділердегі кадмий	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Технология тазартылған кадмийге сұраныс болған кезде ғана пирометаллургиялық тәсілмен тиімді болып табылады.

Қалдықсыз жұмыс істеу үшін процесс мырышты өңдеудің гидрометаллургиялық процесіне біріктірілуі тиіс.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфераға ЛЗ шығарындыларын азайту.

### **5.7.3. Кадмийдің пирометаллургиялық өндірісінен түзілетін қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту тәсілдері**

Барлық қалдықтар ішкі немесе сыртқы процестерде қайта өңделеді/қайта пайдаланылады.

## **5.8. Кадмий құймаларын балқыту, қорытпалар алу және құю (бастапқы және қайталама циклдер)**

### **5.8.1. Балқыту, қайта балқыту, қорытпалар алу мен құю пештерінен түзілетін шығарындыларды болғызбау және азайту тәсілдері**

Сипаты

Қарастыруға арналған технологиялар:

қапшық сүзгі;

ЭСТ;

ылғалды скруббер.

Техникалық сипаттамасы

Жоғары сапалы кадмий рафинадталған кадмий пешінен шарлар, құймалар немесе басқа да пішіндер түрінде қолмен құйылады. Құймалар кесіліп, пластикалық қаптамасы бар картон қораптарға немесе үлкен қапшықтарға оралады. Құю және кесу процесінен қалған қалдықтар арнайы пеште балқытылады және қайтадан құйылады.

Пештер орталық аспирация жүйесіне қосылған. Шығатын газ қоршаған ортаға шығарылар алдында скрубберде немесе ЭСТ-да тазартылады. ЭСТ-дан жиналған тозаң мезгіл-мезгіл сумен жуылады. Мырышты шаймалау бөлімінде элюат қолданылады. Сол сияқты, скруббер шүмегін мырыш қондырғысында өңдеуге болады.

Балқыту пештерінің қалдықтары мырыш қондырғысында өңделеді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Қалдықтардың пайда болмауы.

ЭСТ көмегімен шығарындылардың өте төмен деңгейі.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

5.31-кестеде кадмий өндірісінің әртүрлі үдерістерінен шығарындылар бойынша зауыттардың деректері келтірілген.

5.31-кесте. Балқыту, қайта балқыту, қорытпалар мен құймаларды алу пештерінен шығарындылар

P/c №	Зауыт		B		D		F	
			орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні	орташа мәні	ең жоғары мәні
1	2		3	4	5	6	7	8
1	Ағын	Нм <sup>3</sup> /ч	4 950	НД	10 087	НС	7 500	НС
2	Тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	0,106	0,264	1,5	2,5	0,06	0,19
3	Cd	мг/Нм <sup>3</sup>	0,093	0,232	0,090	0,16	0,001	0,006
4	Пайдаланылатын технология		Скруббер		Қапшық сүзгі		ЭМП	
5	Іріктеу жиілігі	Саны/жыл	1		1		12	
6	Cd процесі		Катодпен балқыту		Содамен балқыту		Содамен балқыту және вакуумды дистилляция	

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ақпарат жоқ.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Қоршаған ортаны қорғау туралы заңнама.



Еңбек гигиенасы.

### **5.8.2. Балқыту процестерінен түзілетін қалдықтар мен қоқыстарды болғызбау және азайту**

Балқыту процесінде қалдықтар пайда болмайды. Барлық аралық қалдықтар процесте екінші рет өңделеді.

### **5.8.3. Сарқынды сулардың түзілуін болғызбау**

Сипаты

Кадмий құю процестерінен сарқынды сулардың түзілуін болғызбау.

Техникалық сипаттамасы

Осы өндіріс схемасын қолданған кезде сарқынды сулар түзілмейді.

Барлық шешімдер жабық циклде өңделеді. Ылғал скрубберден өткеннен кейін ағып жатқан ағын мырышты шаймалау бөлімінде қолданылады.

Салқындатқыш су қолданылмайды.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Сарқынды сулардың болмауы.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Сарқынды сулардың пайда болмауы.

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ақпарат жоқ.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Кадмийдің қоршаған ортаға шығарындыларын азайту.

### **5.8.4. Кадмий алу қондырғыларынан шығатын сарқынды суларды тазарту (бастапқы, қайталама гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық процестер)**

Сипаты

Кадмий алу қондырғыларынан сарқынды суларды тазарту.

Техникалық сипаттамасы

Кадмий өндіретін металлургиялық қондырғы мырыш өндіретін металлургиялық қондырғымен біріктірілген кезде, кадмий секциясындағы барлық сарқынды сулар жалпы сарқынды суларды тазарту қондырғысында тазартылады.

Кадмий секциясы мырыш алу қондырғысына біріктірілмеген кезде және процесс су қабылдағышқа соңғы шығарылыммен орындалған кезде, қосымша сіңіру мұнаралары бар жоғарыда сипатталған технологиялар қолданылады (егер бұл ағынның жалпы көлеміне мүмкіндік берсе).

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Су қабылдағышта кадмийдің аз мөлшерде бөлінуі.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Ақпарат жоқ.

Кросс-медиа әсерлер

Реагенттерді қолдану. Соңғы қалдықтар инерция және жою процестерінен өтеді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Пайдалану мүмкіндігі жергілікті жағдайлармен анықталады.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Су ортасы жөніндегі негіздемелік директива ережелерін және ұлттық талаптарды сақтау.

## **5.9. Энергия**

### **5.9.1. Негізгі технологиялық процестерден шығатын пайдаланылған газдардың жылуын пайдалану**

Сипаты:

кәдеге жаратушы қазан;

буландыратын салқындату қондырғысы.

Техникалық сипаттамасы

Энергия тиімділігін арттыру және отынның сыртқы тұтынуын қысқарту бөлінетін газдардың жылуын рекуперациялау әдістерін қолдану есебінен қол жеткізіледі. Балқыту, күйдіру пешінде немесе конверторда алынған ыстық шығатын газ кәдеге жаратушы қазандыққа немесе буландыратын салқындату қондырғысына жіберіледі, онда газ бу шығарумен салқындатылады. Өндірілген бу, әдетте, технологиялық процесте, мысалы, шаймалау кезінде қолданылады [43].

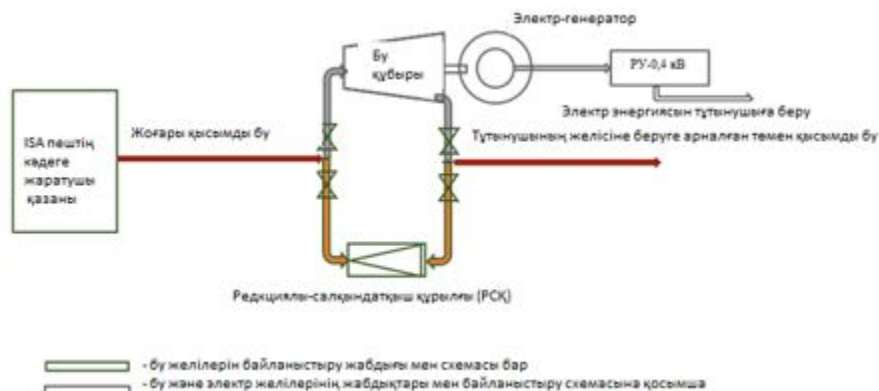
Қорғасын мен мыс өндіретін кәсіпорындардың бірінде буды пайдалану тиімділігін арттырудың мысалы ретінде кәдеге жарату қазандығының редукциялық қондырғысын бу турбогенераторына ауыстыру мүмкіндігі қарастырылады. Мыс және қорғасын зауыттарының ISA-пештерінің қазандықтарында өндірілген бу 40 бар жұмыс қысымына ие болады және тұтынушыларға осындай қысыммен тікелей берілмейді, өйткені өнеркәсіптік алаңның негізгі бу құбырлары 6 барға дейін жұмыс қысымына

есептелген. Шығарылатын бу қысымын 40 бардан 6 бар мәніне дейін төмендету үшін кәдеге жаратушы қазандар жабдықтарының құрамында редукциялық қондырғы көзделген (РҚ). Айта кету керек, буды РҚ-ға дроссельдеу кезінде оның потенциалдық энергиясының бір бөлігі жоғалады. РҚ схемасынан шығару және РҚ-ға параллель бір мезгілде екі функцияны атқаратын қысымға қарсы бу турбогенераторын орнату ұсынылады:

бу қысымын талап етілетін 6 бар қысымға дейін төмендететін және кейіннен оны тұтынушы желісіне беретін бу турбогенераторын айналдыру үшін бастапқы қысымы 40 бар бу энергиясын пайдалану;

бұрын РҚ дроссельдеу кезінде жоғалған будың потенциалы есебінен кәсіпорынның өз қажеттіліктері үшін электр энергиясын өндіру.

Бу турбогенераторын байланыстырудың ұсынылып отырған схемасы редукциялық қондырғының не бу турбогенераторының бөлек жұмыс (таңдау бойынша) мүмкіндігін жоққа шығармайды.



5.15-сурет. Бу турбогенераторын байланыстыру схемасы

### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Экзотермиялық реакция кезінде бөлінетін жылуды қайта өңдеу және оны технологиялық және өндірістік жылыту үшін электр энергиясына және төмен қысымды буға айналдыру.

### Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

ЭСТП бар зауыттар үшін энергияны қалпына келтірудің типтік көрсеткіштері: 3,5 МДж/т Zn.

Кросс-медиа әсерлер

Нәтиже күтілмейді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

ЭСТП бар зауыттарда қолданылады.

Экономика

Қалай болғанда да, газды салқындату қажет болғандықтан, энергияны қалпына келтіруге жұмсалатын қосымша шығындар электр энергиясын өндіретін турбинаға салынатын инвестициялармен байланысты.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Өнімділікті арттыру, өндірістік шығындарды қысқарту.

#### **5.10. Су ресурстарын басқару және сарқынды суларды тазарту әдістері**

Қайта өңдеуге немесе қайта пайдалануға жатпайтын кез келген су табиғи су объектілеріне ағызылатын түпкі ағындардағы металдар, қышқыл тұзуші заттар және қатты бөлшектер сияқты ластағыш заттардың шоғырлануын азайту үшін тазартылуға тиіс. Судағы ластағыш заттардың концентрациясын азайту үшін өндірістік циклдің соңында тазарту технологияларын қолдануға болады, мысалы, химиялық шөгінді, тұндыру немесе флотация және сүзу. Әдетте, бұл әдістер сарқынды суларды тазартудың соңғы немесе орталық қондырғысында қолданылады, алайда технологиялық сарқындар басқа сарқынды сулармен араласқанға дейін металдарды тұндыру үшін шаралар қабылдануы мүмкін.

Тазартудың ең қолайлы әдісін немесе әртүрлі әдістердің комбинациясын таңдау әр нақты жағдайда әр объектіге тән нақты факторларды ескере отырып жүзеге асырылады. Соңғы сарқынды сулардың көлемін және ластағыш заттардың концентрациясын азайтудың оңтайлы әдісін анықтау үшін келесі маңызды факторларды ескеру қажет:

сарқынды сулардың көзі болып табылатын процесс;

су көлемі;

ластағыш заттар және олардың шоғырлануы;

процестерде қайта пайдалану мүмкіндігі;

су ресурстарының қолжетімділігі.

##### **5.10.1. Қайта пайдалану және рециркуляция**

Сипаты

Ағызылатын сарқынды суларды өндірістік циклде қайта пайдалану арқылы олардың көлемін азайту.

Технологиялық сипаттамасы

Түсті металлургияда сарқынды сулардың құрамында төгілетін сұйық қалдықтардың пайда болуын азайту үшін суды қайта пайдалану әдістері мен әдістері сәтті қолданылады. Сарқынды сулардың төмендеуі кейде экономикалық тұрғыдан тиімді болады, өйткені сарқынды сулардың көлемі төмендеген кезде табиғи су объектілерінен тұщы суды алу көлемі азаяды.

Көп жағдайда қайта өңдеу және қайта пайдалану процестері технологиялық процестерге біріктірілген. Қайта өңдеу сұйықтықты алынған процеске қайтаруды қарастырады.

Тазартудан кейін қолдануға болатын сулар былайша бөлінеді:

өндіріс процесінде тікелей түзілетін сулар (мысалы, реакциялық су, шаятын су, сүзінділер);

жабдықты тазарту нәтижесінде пайда болатын сарқынды сулар (мысалы, техникалық қызмет көрсету, бітелулерді жуу, өнімнің өзгеруіне байланысты көп мақсатты жабдықты тазарту кезінде).

Сарқынды суларды қайта пайдалану суды басқа мақсатта пайдалануды білдіреді, мысалы, жерүсті суларын салқындату үшін пайдалануға болады.

Әдетте, айналым жүйесінде негізгі тазарту әдістері қолданылады немесе айналым жүйесінде тоқтатылған қатты бөлшектердің, металдардың және тұздардың жиналуын болғызбау үшін айналым сұйықтығының шамамен 10 %- ы мезгіл-мезгіл төгіледі. Өңдеуден кейін тазартылған суды салқындату, ылғалдандыру және басқа да процестерде қайта пайдалануға болады. Тазартылған судың құрамындағы тұздар оны қайта пайдалану кезінде белгілі бір проблемалар тудыруы мүмкін, мысалы, жылу алмастырғыштардағы кальцийдің тұнбасы. Бұл проблемалар суды қайта пайдалануды айтарлықтай шектеуі мүмкін.

Жабдықты жуу, шаю және тазарту нәтижесінде алынған суды қайта пайдалану сарқынды, егер су өндіріс процесінің өзінде айналса, суларға жүктемені төмендетуден басқа, өнімді қалпына келтірудің және өнімнің шығуын көбейтудің артықшылығы бар. Бұл шектеу факторы болуы мүмкін сарқынды суларды жинауға, буферлеуге немесе сақтауға арналған жабдықты қажет етеді. Сарқынды суларды ағызудың орнына оларды қайта өңдеудің басқа да мүмкіндіктері бар: мысалы, жаңбыр суын жинап, скрубберлерге беру үшін пайдалануға болады; конденсатты қайта өңдеу. Төменде кәсіпорында түзілетін сарқынды сулардың түрлері, оларды қайта пайдалану мүмкіндігі үшін тазарту туралы ақпарат берілген.

5.32-кесте. Сарқынды сулардың пайда болуы және оларды тазарту әдістері

P/c №	Түзілетін сарқынды сулардың түрлері	Технологиялық процесс (түзілу көзі)	Сарқынды суларды тазарту әдістері	Ескертпе
1	2	3	4	5
1	Техникалық су	Қышқыл аккумуляторлардың зақымдануы	Бейтараптандыру және тұндыру	Мүмкіндігінше процесте қайта пайдалану
2			Қоршаған ортаға әсері төмен	Герметикалық салқындату жүйесін пайдалану.

	Жанама салқындату үшін су	Пештерді салқындату	қоспаларды пайдалану	Ағып кетуді анықтау жүйесін бақылау
3	Тікелей салқындатуға арналған су	Pb қорыту.	Тұндыру. Егер қажет болса, тұнбаластыру	Тұндыру немесе басқа өңдеу әдісі. Жабық салқындату жүйесі
4	Қожды түйіршіктеу	Cu, Ni, Pb, асыл металдар, ферроқорытпалар	Тұндыру. Егер қажет болса, тұнбаластыру	Тұйық жүйеде қайта қолдану
5	Скруббер (үрлеу)	Ылғалды скрубберлер. Ылғалды ЭСФ және қышқыл қондырғылардағы скрубберлер	Бейтараптандыру. Тұндыру. Егер қажет болса, тұнбаластыру	Үрлеу арқылы өңдеу. Мүмкіндігінше әлсіз қышқыл ағындарын қайта пайдалану
6	Жерүсті суы	Барлық процестер	Тұндыру. Егер қажет болса, тұнбаластыру. Сүзгілеу	Аулалар мен жолдарды тазалау. Шикізатты дұрыс сақтау.

Проблемалардың бірі – ағызылатын судың мөлшері, өйткені кейбір қондырғыларда үлкен көлемдегі суды қайта өңдеу жүйелері қолданылады. Төгінділердің әсерін бағалау кезінде ескерілуі керек факторлардың бірі – олардың құрамындағы ластағыш заттардың массасы.

Бельгияда 2016 жылдан бастап жұмыс істеп келе жатқан Nyrstar Balen су тазарту станциясы 100 м<sup>3</sup>/сағ ластанған жерасты суларын шамамен 150 метр тереңдікке айдайды. Айдалатын су өнеркәсіптік өндірістік процестерде, мысалы, жану процесінде пайда болған газдарды жуу және шаймалау процесінде сүзгілерді жуу үшін қолданылады [44].

Содан кейін алынған сарқынды сулар сарқынды сулардың сапасына, әсіресе металл концентрациясына қатаң шектеулерді сақтау үшін мұқият тазаланады. Сарқынды сулар физикалық және химиялық өңдеуден өтеді, оған PH жоғарылауы және металдардың тұнбасы кіреді. Тазартудың соңғы кезеңі ретінде қалған ластағыш бөлшектерді кетіру үшін Sibelco құмымен сүзу қолданылады. Nyrstar су тазарту станциясы 24/7 жұмыс істейді [45].

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Бастапқы су пайдалану көлемін қысқарту.

Сарқынды сулардың пайда болуының алдын алу/тазартылған сарқынды сулардың көлемін қысқарту.

### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Сарқынды суларды тазартудың белгілі бір әдістерін қолдана отырып тазарту рециркуляцияның тиімділігін арттыруға көмектеседі.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Сарқынды суларды кейінгі қайта өңдеу үшін рециркуляция мүмкіндігін болғызбау үшін жеткілікті деңгейде көп болуы мүмкін қосымша энергия мен материалдарды қажет етеді (мысалы, салқындатқыш суды дайындау кезінде тұндырғыш агенттер). Тазалау жабдығынан болатын шудың әсері (градирня).

#### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Рециркуляция немесе суды қайта пайдалану компоненттерді жанама өнімдер немесе тұз ретінде пайдалану кезінде түпкілікті өнімнің сапасына, сондай-ақ ерітіндінің өткізгіштігіне теріс әсер етуі мүмкін жағдайларда шектелуі мүмкін.

#### **Экономика**

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Қолдану қажеттілігі келесі факторларға байланысты:

су тұтыну көлемінің төмендеуі;

сарқынды сулардың пайда болуының алдын алу;

сарқынды суларды ағызуға арналған орындардың болмауы, мысалы, заңнамамен немесе жергілікті шарттармен шектелген;

экономикалық аспектілер (мысалы, таза суды пайдалану ақысының төмендеуіне немесе өнімді қалпына келтіруге және өнімнің шығымдылығын арттыруға байланысты)

### **5.10.2. Сарқынды суларды тазарту әдістері**

Қайта өңдеуге немесе қайта пайдалануға жатпайтын табиғи су объектілеріне ағызылатын түпкі сарқынды суларды тазарту арқылы металдар, қышқыл түзетін заттар және қатты бөлшектер сияқты ластағыш заттардың шоғырлануын төмендету қажеттілігі табиғатты ұтымды пайдаланудың міндетті шарты болып табылады. Ол үшін химиялық шөгінді, тұндыру немесе флотация және сүзу сияқты өндірістік циклдің соңында тазарту технологиялары қолданылады. Әдетте, бұл әдістер сарқынды суларды тазартудың соңғы немесе орталық қондырғысында қолданылады, алайда технологиялық сарқындар басқа сарқынды сулармен араласқанға дейін металдарды тұндыру үшін шаралар қабылдануы мүмкін.

Тазартудың ең қолайлы әдісін немесе әртүрлі әдістердің комбинациясын таңдау әр нақты жағдайда әр өндірістік объектіге тән нақты факторларды ескере отырып жүзеге асырылады. Сарқынды сулардың құрамы концентрат/шикізат сапасына және ылғалды жүйелерде тазаланған кейінгі шығатын газдардың құрамына байланысты өзгеруі мүмкін. Сонымен қатар сарқынды сулардың пайда болуына ықпал ететін материалдарды немесе ауа-райының әртүрлі көздері сарқынды сулардың алуан түрін арттырады. Көбінесе өнімділікті оңтайландыру үшін технологиялық параметрлерді

бейімдеу қажет. Соңғы сарқынды сулардың көлемін және ластағыш заттардың концентрациясын азайтудың оңтайлы әдісін анықтау үшін келесі факторларды ескеру қажет:

сарқынды сулардың көзі болып табылатын процесс;

түзілетін сарқынды сулардың көлемі;

қайта пайдалану (рециркуляция) мүмкіндіктері;

су ресурстарының қолжетімділігі;

тазарту әдісінің негізіне алынуы мүмкін ластағыш заттардың түрі мен шоғырлануы, қоспалардың немесе олардың химиялық қосылыстарының физикалық-химиялық қасиеттері.

Судың сапасын бағалау кезінде ескерілетін сипаттамалар:

жалпы көрсеткіштер: рН, минералдану (құрғақ қалдық), БПК, ХПК, БПК:ХПК арақатынасы, қалқыма заттардың құрамы;

бейорганикалық көрсеткіштер: азот тобы (аммоний-ион, нитраттар, нитриттер, жалпы азот), жалпы фосфор, сульфидтер, хлоридтер, сульфаттар, фторидтер, металл (Na, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Cr, Cu, Zn);

органикалық көрсеткіштер: жалпы органикалық көміртек, ПХДД/ПХДФ.

Суды өңдеуге бағытталған технологиялық тәсілдерді, әдістерді, шаралар мен іс-шараларды таңдау нақты қолдану мүмкіндіктерінің сарқынды суларының құрамы мен ерекшеліктерімен айқындалады. Төменде келтірілген әдістер "құбырдың соңында" деп аталатын әдістерге жатады, егер сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау мүмкін болмаса немесе әртүрлі себептермен мүмкін болмаса, барлық әдістерді механикалық, химиялық, физика-химиялық және биологиялық немесе биохимиялық деп бөлуге болады. Сарқынды суларды тазарту әдістерінің біреуін немесе комбинациясын таңдағанда ластану сипатын ескеру қажет.

Төменде мырыш пен кадмий өндірісінде қолданылатын тазарту әдістері келтірілген.

#### **5.10.2.1. Химиялық шөктіру**

Сипаты

Бұл әдіс кальций гидрототығы, натрий гидрототығы, күкіртті натрий сияқты реагенттерді қосудан немесе рН мәнін түзету және еритін металдардың тұндыру қарқындылығын арттыру мақсатында реагенттерді біріктіруден тұрады.

Техникалық сипаттамасы

Химиялық тұндыру негізінен сарқынды сулардан еритін металл иондарын алу үшін қолданылады. Сарқынды сулардан еритін металдарды тұндыру рН мәнін түзету арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Сарқындарға реагент қосылады, мысалы, кальций гидроксиді, натрий гидроксиді, күкірт натрийі немесе реагенттердің қосындысы, нәтижесінде тұнба түрінде металмен ерімейтін қосылыстар пайда болады. Бұл ерімейтін қосылыстар сүзу және тұндыру арқылы судан шығарылуы мүмкін. Коагулянтты немесе



флокулянтты қосу бөлуге оңай болатын үлкен қабыршақтардың пайда болуына ықпал етеді және көбінесе тазарту жүйесінің жұмысын жақсарту үшін қолданылады. Кем дегенде, зауыттардың бірінде сульфидтер түрінде металдарды тұндыру үшін қолданылатын күкіртсутекті алу үшін биологиялық процесс қолданылады [45].

Тұндыру әдетте темір, қорғасын, мырыш, хром, марганец және т. б. сияқты металдарды алып тастау үшін қолданылады. Металл гидроксидтері әдетте ерімейді, сондықтан оларды тұндыру үшін әдетте кальций гидроксиді қолданылады.

Сол сияқты, металл сульфидтері де ерімейді және сілтілі ортада күкірт диоксиді, натрий гидросульфиді және тримеркаптосульфотриазин (ТМС) сияқты реагенттер қолданылады.  $H_2S$  алу үшін сульфатты төмендететін бактерияларды қолдану арқылы биологиялық әдіс қолданылады, ал газ тұндыру сатысына тасымалдаушы газбен жіберіледі. Сульфидтердің тұнбасы рН мәні мен температурасына байланысты тазартылған сарқындардағы белгілі бір металдардың концентрациясының төмендеуіне әкелуі мүмкін, ал металл сульфидтерін балқыту процесінде қайта пайдалануға болады. Бұл әдісті қолдана отырып, селен және молибден сияқты металдарды тиімді жоюға болады.

Мырыш сульфатының ерітінділері табиғи газ бен буды түрлендіру арқылы өндірілетін электрондардың түсуін қамтамасыз ететін сутектің көмегімен биологиялық конверсия сатысында тазартылады. Мырыш сульфиді тәулігіне 10 тонна жылдамдықпен шығарылады, содан кейін балқыту пешіне қайтарылады.

Кейбір жағдайларда металл қоспасын тұндыру екі кезеңде жүзеге асырылуы мүмкін : алдымен гидроксидтің әсерінен, содан кейін сульфидтердің тұнбасы арқылы. Тұндырудан кейін артық сульфидтерді жою мақсатында темір сульфатын қосуға жол беріледі.

Металдарды жою тиімділігін барынша арттыру мақсатында тазарту процесін әртүрлі реактивтерді пайдалана отырып, Рн әртүрлі мәндерінде жүргізу керек. Реагентті таңдау және рН мәні металдардың шөгінділерінде маңызды рөл атқаратын факторлар болып табылады. Ерігіштік дәрежесі температураға да байланысты екенін есте ұстаған жөн.

Тағы бір маңызды фактор - судағы металдың валенттік күйі. Мысалы, хром жағдайында оның алты валентті формасы-хромат-тривалентті формаға қарағанда едәуір жақсы ериді. Бұл жағдайда хромды тұндыру арқылы алып тастау үшін, әдетте, Рн төмен болған кезде  $SO_2$  көмегімен қалпына келтіру керек.

Химиялық тұндыру арқылы сарқынды суларды тазартудың тиімділігі негізінен келесі факторларға байланысты:

- химиялық тұндыру реактивін таңдау;
- қосылатын тұндыру реактивінің мөлшері;
- тұндырылған металды алу тиімділігі;

тазарту процесінде қажетті рН мәнін сақтау;  
белгілі бір металдарды алу үшін темір тұздарын қолдану;  
флокулянттарды немесе коагулянттарды пайдалану;  
сарқынды сулар құрамының өзгеруі;  
құрамында күрделі иондардың болуы.

Металдарды жоюдың ең жоғары тиімділігін қамтамасыз етудің маңызды факторы тұндырғыш реагенттерді таңдау болып табылады. Сульфид негізіндегі реагенттерді қолдану кейбір металдардың төмен концентрациясына қол жеткізуге мүмкіндік беретіндігін растайтын мысалдар бар. Сарқынды суларды тазарту процесінде қажетті рН мәнін сақтау да өте маңызды, өйткені кейбір металл тұздары рН мәндерінің өте аз диапазонында ерімейді. Осы диапазоннан шыққан кезде металды шығару тиімділігі тез төмендейді, мысалы, рН жоғары болған кезде еритін мырыш анионы-цинкат пайда болады.

Сарқынды сулардың құрамы концентрат/шикізат сапасына және ылғалды жүйелерде тазалаудан өткен кейінгі шығатын газдардың құрамына байланысты өзгереді. Сонымен қатар сарқынды сулардың пайда болуына ықпал ететін материалдарды немесе ауа-райының әртүрлі көздері сарқынды сулардың алуан түрін арттырады. Көбінесе өнімділікті оңтайландыру үшін технологиялық параметрлерді бейімдеу қажет.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Суға шығарындыларды азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Әдістерді таңдау кезінде өндірістік процестердің ерекшелігін ескеру қажет. Сонымен қатар қолданылатын әдістерді таңдағанда, су объектісінің мөлшері мен ағынның жылдамдығы маңызды рөл атқара алады. Жоғары концентрацияның пайдасына көлем ағынын азайту тазарту үшін энергия шығынын азайтуға әкеледі. Жоғары концентрацияланған сарқынды суларды тазарту аз концентрацияланған ағындарға қарағанда жоғары концентрацияланған, бірақ қалпына келтіру жылдамдығы жоғары сарқынды сулардың пайда болуына әкеледі, бұл ластағыш заттарды шығаруды жақсартады.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны пайдалану. Қоспаларды қолдану. Кәдеге жаратуды талап ететін қалдықтардың пайда болуы.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

## Өнімділікті арттыру

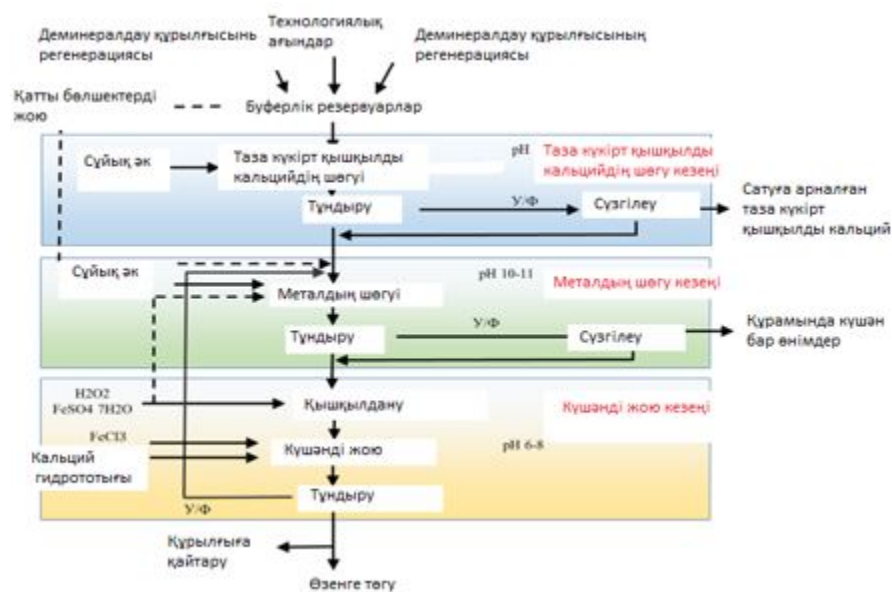
### 5.10.2.2. Қышқылы аз және технологиялық суды өңдеу

#### Сипаты

Кальций гидроксиді мен темір сульфатының көмегімен күкірт қышқылы қондырғысынан немесе түрлі қышқыл жуу суларынан келетін қышқылы аз сарқынды суларды тазарту.

#### Техникалық сипаттамасы

Процестің схемасы 5.16-суретте берілген.



5.16-сурет. Құрамында қышқылы аз сарқынды суларды өңдеу

Сарқынды сулардың ең төмен төгілуі. Су шығарындылары мен суды тұтынуды азайту. Таза кальций сульфаты өндірісі.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері 5.33- кестеде берілген.

5.33-кесте. Әлсіз қышқылдарды тазарту кезіндегі өндірістік сипаттамалар

Р/с №	Параметр	Диапазон *	Өлшем бірлігі
1	2	3	4
1	Кірістегі жағдайлар		
2	Ағын	35	м <sup>3</sup> /с
	Құрамы:		
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60	г/л
	Cu	2100	мг/л
	Hg	15	мг/л

	As	2200	мг/л
	Pb	2600	мг/л
	Ni	7	мг/л
	Cd	110	мг/л
	Жалпы тозаң	200	мг/л
3	Сарқынды сулар **		
4	Ағын	31,2	м <sup>3</sup> /с
	pH	9,5	
	Cu	0,1-0,5	мг/л
	Hg	0,05	мг/л
	As	0,05-0,2	мг/л
	Pb	0,1-0,5	мг/л
	Ni	0,1-0,5	мг/л
	Cd	0,01-0,2	мг/л
5	Гипс шламы		
6		6-7	т/с
		40-50	% влаги
		~30-35	% CaSO <sub>4</sub>
		~ 1	% As
	Көлемі	~ 1	% Cu
	Құрамы	~ 1-2	% Fe
		~ 0,01	% Hg
		~ 1	% Pb
		~ <0,1	% Ni
		~ <0,1	% Cd

\* металл концентрациясының орташа тәуліктік мәні квалификациялық кездейсоқ сынамалар немесе шығысқа пропорционалды тәуліктік сынамалар негізінде көрсетілген;

\*\* ағындағы өзгерістерді ескере отырып есептік деректер.

Өндірілетін күкіртқышқылды кальцийдің құрамында Ca SO<sub>4</sub>-2H<sub>2</sub>O 96 % көп.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Ортааралық салдарлар туралы мәліметтер жоқ.

### **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға бірдей қолданылады.

### **Экономика**

Жабдықтың шығындары 2,5 миллион еуроны құрады, ал қондырғы шығындары 4,5-тен 5,2 миллион еуроға дейін. Электр: 200 кВтс. Сұйық әк (10 %); 15 м<sup>3</sup>/ч; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10 %); 0,8 м<sup>3</sup>/ч; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 80 кг/с.

Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Тауарлық өнімді өндіру үшін әлсіз қышқылдарды тиімді тазарту.

#### **5.10.2.3. Сүзгілеу**

Сипаты

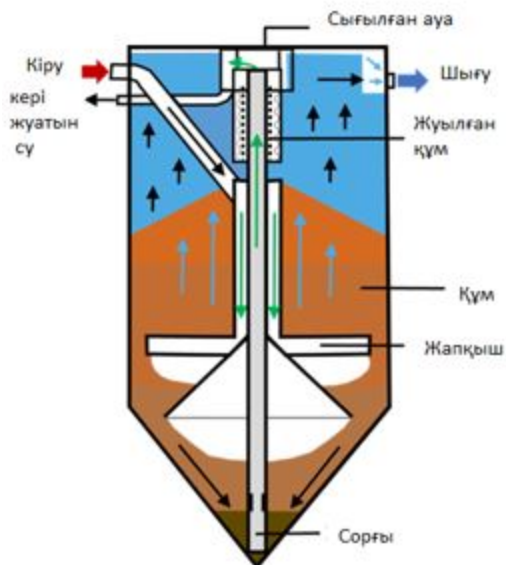
Сүзгілеу – қатты заттардың өткізгіш орта арқылы өтетін сарқынды сулардан бөлінуі . Ең көп таралған сүзгі ортасы - құм [46].

Техникалық сипаттамасы

Әдетте, сүзу әдістері қатты бөлшектерді сұйықтықтан оқшаулау үшін, сондай-ақ сарқынды суларды тазарту процесінде ағартудың соңғы кезеңі ретінде қолданылады. Сүзу алдыңғы тазарту кезеңінен кейін қалған қатты бөлшектерді жою үшін тұндыру кезеңдері мен соңғы бақылау арасында жүзеге асырылады. Фильтрация шығарылатын қатты бөлшектердің түріне байланысты әртүрлі сүзгі жүйелерін қолдана отырып жүзеге асырылуы мүмкін.

Кәдімгі сүзгі қондырғысы сұйық сарқындар өтетін сүзгі материалының немесе материалдардың қабатынан тұрады. Сүзгілеу ортасынан өте алмайтын жіңішке бөлшектер сүзгілеу кегін құрайды, қысымның айтарлықтай төмендеуін болғызбау үшін оны тұрақты түрде немесе жүйелі түрде, мысалы, кері жуу арқылы алып тастап отыру керек. Қысым айырмашылығының төмен деңгейінде сарқынды сулар ауырлық күшінің әсерінен сүзуге жіберіледі.

Құм сүзгілері шөгінді немесе металл гидроксидтері сияқты тоқтатылған қатты заттарды немесе жартылай қатты материалдарды механикалық түрде алып тастауға арналған. Сарқынды суларды құмды сүзу арқылы тазарту сүзу, химиялық сорбция және ассимиляция әсерлерінің үйлесімі арқылы жүзеге асырылады. Құм сүзгілері кейде құм қабаттарымен толтырылған қысым ыдысы ретінде қолданылады, оның тереңдігі жоғарылаған сайын түйіршіктілігі артады. Бастапқыда сүзгіш кек, әсіресе ұсақ бөлшектерге қатысты, сүзудің тиімділігін арттыруға ықпал етуі мүмкін. Біраз уақыттан кейін сүзгілеу құм қабаты кері жуылуы керек. Құм сүзгілері көбінесе жабық циклден ағызылатын суды немесе сарқынды суларды қосымша тазарту үшін қолданылады, содан кейін оларды техникалық су ретінде пайдалануға болады. Стандартты құм сүзгісінің схемасы 5.17-суретте көрсетілген.



5.17-сурет. Құм сүзгісінің схемасы

Өте ұсақ бөлшектерді алып тастағанда қажетті нәтижеге жету үшін гиперфльтрация немесе кері осмос қолданылады. Гиперфльтрация молекулалық салмағы шамамен 100-ден 500 мкм-ге дейінгі бөлшектердің өтуін қамтамасыз етеді, ал ультрафльтрация 500-ден 100 000 мкм-ге дейінгі бөлшектер үшін қолданылады.

Ультрафльтрация сарқынды суларды тазартудың қарапайым және тиімді әдісі болып табылады, бірақ оны қолдану көп энергияны қажет етеді. Ағындар ультрафльтрация мембранасынан өтеді. Бұл өте кішкентай тері тесігі бар мембрана су бөлшектері сияқты молекулалық бөлшектердің өтуіне мүмкіндік береді және үлкен молекулалық бөлшектердің өтуіне жол бермейді. Өте ұсақ тазарту мембраналарын қолданған кезде металл иондары сияқты өте ұсақ бөлшектерді де сүзуге болады. Мембрананың көмегімен сүзу нәтижесінде таза сүзгі мен концентрат пайда болады, ол одан әрі тазартуды қажет етуі мүмкін.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Суға шығарындыларды азайту.

### **Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері**

Жүктеу ретінде пайдаланылған жасанды материалдарды қалпына келтіру мүмкіндігі.

2020 жылы "Augubis Bulgaria" (Пирдоп) зауытында өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту станциясы жаңғыртылды: жерүсті суларына ерімейтін заттардың ағызылуын азайту үшін жаңа құм сүзгісі орнатылды.

"Augubis Beerse" зауытында ультрафльтрация қондырғысын пайдалану жерасты суларын пайдалану көлемін 2018 жылғы 67 %-дан 2020 және 2021 жылы 30 %-ға дейін қысқартуға мүмкіндік берді[40].

### **Кросс-медиа әсерлер**

Мәліметтер жоқ.

## **Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға бірдей қолданылады.

### **Экономика**

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Су объектілеріне төгінділерді қысқарту.

#### **5.10.2.4. Адсорбция әдісі**

##### **Сипаты**

Бұл әдіс сүзгілеу процесі болып табылады, онда белсендірілген көмір сүзгілеу ортасы ретінде қолданылады.

##### **Техникалық сипаттамасы**

Процесс ерітіндідегі заттарды қатты адсорбенттің беткейлік қабатымен сіңіруді білдіреді.

Сорбция процесі – бетіндегі ерітінділерден (адсорбция) немесе сіңіргіш заттың барлық көлемімен (абсорбция) металдарды алудың гетерогенді процесі. Сіңіргіш зат ретінде белсендірілген көмір, бентонит саздары, ион алмастырғыш шайырлар, шунгиттер мен цеолиттер, органикалық еріткіштердегі экстрагент ерітіндісі (керосин) және басқалары қолданылады. Жыл сайын жүзден астам сорбенттердің ( нанотүтікшелер және т. б.), ион алмасу шайырларының жаңа түрлері мен типтері әзірленетінін атап өту қажет. Қандай да бір сіңіргіш агентті қолдану нақты жағдайларға , металл түріне, рН, араластырғыш және ластағыш заттардың болуына және т. б. байланысты болады. Сорбентті таңдау техникалық тапсырма – мақсат пен тапсырма, шарттар мен параметрлер негізінде жүргізіледі, тәжірибелік жолмен анықталады және жобалау ұйымы қондырғы жобасына енгізеді [47].

Ең көп таралған адсорбент – белсендірілген көмір болып табылады.

Жоғары кеуекті көміртекті зат болып табылатын белсендірілген көмір, әдетте, органикалық материалдарды сарқынды сулардан тазарту үшін қолданылады, сонымен қатар сынапты кетіру және қымбат металдарды алу үшін де қолданыла алады. Әдетте, белсендірілген көмір негізіндегі сүзгілер бірнеше қабаттар немесе картридждер түрінде қолданылады, осылайша материалдың бір сүзгі арқылы өтуі екінші сүзгіде тазарту арқылы өтеледі. Содан кейін пайдаланылған сүзгі ауыстырылады және екінші сүзгі ретінде қолданылады. Бұл операция сүзгілер арқылы өтуді анықтаудың тиісті әдісінің болуына байланысты.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Органикалық заттардың, сынап пен бағалы металдардың суға шығарылуын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Нақты объектіге байланысты.

Кросс-медиа әсерлер

Мәліметтер жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Жобалау-сметалық құжаттамаға сәйкес есептеледі. Экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ жеке тәсілді қажет етеді. Сынақтан өтті, ЭЫДҰ елдерінде қолданылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Су объектілеріне төгінділерді қысқарту.

### **5.11. Шахталардың өңделген кеңістігін мырыш өндірісінің қожымен толтыру**

Сипаты

Шахталық қуыстарды мырыш өндірісінің қалдықтарымен толтыру

Техникалық сипаттамасы

Қазылған кеңістікті толтыру тау-кен қысымын басқару, жер қойнауындағы пайдалы қазбалардың ысырабын азайту, консервацияланған қорғаушы кентіректерін қазып алу, жерасты өрттерін және көмір мен газдың кенеттен шығарылуын болғызбау, жер бетінің деформациясын азайту және өңделетін аумақтардағы объектілерді қираудан қорғау, шахтаны жыныстарды үңгілеу жұмыстарынан толтыру, тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін арттыру үшін қолданылады. Қазылған кеңістікті толтырудың толықтығына байланысты қазылған кеңістікті толтыру толық немесе ішінара болуы мүмкін (қазбаларды қолдау кезінде қорғау жолақтары түрінде). Төсеу материалын тасымалдау және одан массив қалыптастыру әдісіне сәйкес төсеу гидравликалық, пневматикалық, қатайтатын, өздігінен ағатын, механикалық болып бөлінеді. Гидравликалық бетбелгі алғаш рет 19 ғасырдың 80-ші жылдары АҚШ-та және 1894 жылдан бастап Германияда қолданыла бастады. Германияда 1904-05-да құбырлар арқылы толтыру материалдарын жеткізу үшін сығылған ауаны пайдалану бойынша алғашқы тәжірибелер жүргізілді. Өнеркәсіптік масштабта пневматикалық толтырма Германияда алғаш рет 1924 жылы Дойчланд кенішінде қолданылды. Қатты толтырма алғаш рет 1924 жылы "Бракпан" алтын кенішінде қолданылды (Оңтүстік Африка) [49].

Гидравликалық толтырма толтырғыш материалды құбырлар арқылы тасымалдау және өндірілген кеңістікті толтыру үшін су ағынын пайдалануға негізделген. Өндірілген кеңістікті толтырудың басқа әдістерімен салыстырғанда ол көмір өнеркәсібінде кеңінен қолданылады. Гидравликалық толтырманың артықшылығы - жоғары тығыздық (шөгу 10-20 %) және төсеу массивінің тұрақтылығы, едәуір ұзындықтағы құбырлар арқылы артық жүктемелерсіз беткі қабаттарға төсеу материалын беру мүмкіндігі, механикаландырылған кешендерді қолдану кезінде тау-кен жұмыстарын біріктіру және өндірілген кеңістікті төсеу мүмкіндігі, жоғары



жұмыс өнімділігі ( $400 \text{ м}^3$  дейін, кейде одан жоғары). Негізгі кемшіліктерге шахтаға судың едәуір мөлшерін енгізу қажеттілігі жатады, бұл шахтаның жалпы жұмыс режимін қиындатады, массивтен ұсақ фракцияларды жылжымалы қазбаларға шығару, пайдаланылған суды басқару үшін арнайы шараларды қолдану қажеттілігі. Байыту фабрикаларының құмы мен қалдықтарын толтыру материалдары ретінде пайдалану оларды дайындау мен тасымалдауға жұмсалатын шығыстардың үлес салмағын 30 – 40 %-ға дейін төмендетеді.

Пневматикалық толтырма құбыр арқылы толтырғыш материалды жылжыту және өндірілген кеңістікті толтыру үшін сығылған ауа энергиясын пайдалануға негізделген. Қолдану саласы гидравликалық толтырмамен бірдей. Толтырылатын материалды жер бетінен төсеу горизонтына қабырғалы құбыр арқылы түсіреді және одан әрі оны вагоншаларда немесе конвейерлерде 500 м шегінде бірнеше кенжарларға қызмет көрсететін жартылай стационарлық барабанды типті пневможолдау машиналары бар учаскелік салу қондырғыларына дейін тасымалдайды. Екінші технологиялық схема жұқа көмір қабаттарын өңдейтін терең шахталарға тән және камералық типтегі немесе жартылай стационарлық барабан түріндегі стационарлық пневматикалық құрастыру машиналарын қолдана отырып, жерасты орталықтандырылған немесе учаскелік уату-сұрыптау қондырғыларын пайдалануға негізделген.

Үшінші схема бойынша жылжымалы уату-толтырмалау қондырғысы төсеу жұмыстарын жүргізу учаскесіне жақын жерде (60 – 80 м шегінде) орналасады және қопару арқылы дайындық қазбаларын қазу кезінде алынған жыныстардан қоқыс жолақтарын салу үшін қолданылады.

Қатайтатын төсеу қатайтатын толтырғыш қоспалардың гидравликалық және пневматикалық құбырларын пайдалануға және олардың өндірілген кеңістігін толтыруға негізделген. Ол негізінен тау-кен өнеркәсібінде, сондай-ақ көмір өнеркәсібінде камералық бағаналы жүйелерде жасанды шпалдар жасау үшін және көмір қабаттарын ұзын тіректермен өңдеу кезінде, қабатты жүйелерде жасанды шатыр немесе топырақ жасау үшін, сондай-ақ қоршау және қолдау жолақтары мен секіргіштерді салу үшін қолданылады. Құйылған қатайтатын қоспалар жұмсақ кен орындарын, камералық жүйелерді және төсеу жұмыстарының үлкен көлемімен және арзан байланыстырғыштармен қабатты қазу кезінде қолданылады. Технологиялық процестің күрделілігіне және қолданылатын жабдықтардың көптігіне байланысты құйылған қатайтатын толтырғыш қоспаларды дайындау көбінесе жер бетіндегі стационарлық жағдайларда жүргізіледі. Бұл қоспалар тасымалдау қашықтығын арттыру үшін негізгі және учаскелік құбырлар бойымен өздігінен ағатын немесе сорғылармен, содан кейін пневматикалық үрлеумен, ал таяз жерде — арнайы толтыру ұңғымалары арқылы беріледі.

Орташа қуатты көлденең немесе жұмсақ кен орындарын игеруге байланысты аз мөлшерде төсеу жұмыстары кезінде пайдалы қазбаларды шұңқырлармен алу кезінде құрғақ агрегатты пневмотасымалдау және байланыстырғышты соңғы учаскеде толтыру құбырына берілетін сумен араластыру процесінде қатты қатайтатын қоспаларды дайындау тәжірибесі қолданылады. Дайын қатты қататын қоспаларды өңделген кеңістікке механикалық көлікпен де жеткізеді.

Осы технологияны қолдану қуыстарды салғаннан кейін қоршаған орта компоненттерінің (жерасты сулары, топырақ) ластануы болмайтынын негіздеген кезде мүмкін болады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Бұл технология қауіпті нысандарды қалпына келтіру әдісі ретінде қолданылады. Өндіріс қалдықтарын экологиялық кәдеге жарату. Қалдықтардың жиналуын азайту.

Экологиялық сипаттамалары және пайдалану деректері

Нақты объектіге байланысты.

Кросс-медиа әсерлер

Нәтиже күтілмейді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Пневматикалық толтырманың басты артықшылығы — салыстырмалы түрде тығыздығы жоғары және өңделген кеңістігі толық толтырылған массивті оңай салу (отыруы 20–30 %). Кемшіліктері – жоғары энергия шығыны (1 м<sup>3</sup> толтырма материалына 10–15 кВт•с), жабдықтар мен құбырлардың тез тозуы, тозаңның пайда болуы.

Толтырманың негізгі артықшылықтары – кез келген тау-кен техникалық жағдайларда жер бетінің сақталуын, консервацияланған кентіректерді өңдеу мүмкіндігін, жұмыстардың қауіпсіздігін және пайдалы қазбаларды алудың толықтығын қамтамасыз ететін шамалы шөгу (3-5 %-дан аспайтын). Негізгі кемшіліктері – көпкомпонентті қатайтатын қоспаларды дайындаудың жоғары құны мен технологиялық күрделілігі.

Экономика

Өндіріс қалдықтарын кәдеге жаратуға және қауіпті объектілерді жоюға және рекультивациялауға арналған өндірістік шығындарды қысқарту.

Ендірудің қозғаушы күшін

Шығындарды азайту. Өндіріс қалдықтарын экологиялық кәдеге жарату.

## **6. ЕҚТ бойынша тұжырымдар қамтылған қорытынды**

Осы бөлімде санамаланған және сипатталған техникалар нормативтік сипатта емес және толық болып табылмайды. Технологиялық нормативтер кешенді экологиялық рұқсатта белгіленеді және ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыларда

белгіленген, оларды қолданудың нақты салалары бойынша ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты тиісті технологиялық көрсеткіштерден (олар бар болса) аспауға тиіс.

Ең үздік қолжетімді техниканы қолданумен байланысты эмиссия деңгейлері бір немесе бірнеше қол жетімді техниканы қолдана отырып, объектіні қалыпты пайдалану жағдайында қол жеткізуге болатын эмиссия деңгейінің диапазоны ретінде анықталады және ластағыш заттарды қоршаған ортаға тікелей шығаратын жерлерде, шығарындылар/төгінділер көзінде қолданылады.

Осы бөлімде көрсетілген ЕҚТ сәйкес келетін атмосфераға шығарындылар деңгейлері мынадай аспектілерге жатады:

стандартты жағдайларда пайдаланылған газдардың көлеміне шығарылатын заттардың массасы ретінде көрсетілген концентрация деңгейлері (273,15 К, 101,3 кПа), мг/м<sup>3</sup>.

Суға төгінділер бойынша ЕҚТ келесі аспектілерге жатады:

сарқынды су көлеміне шығарылатын заттардың массасы ретінде көрсетілген шоғырлану деңгейлері, мг/л.

Орташаландыру кезеңдері үшін мынадай анықтамалар қолданылады (6.1- кестені қараңыз).

6.1-кесте. Шығарындылар/төгінділер деңгейінің ЕҚТ-мен байланысты орташалану кезеңдері

Р/с №		Шығарындылар	Төгінділер
1	2	3	4
1	Тәулігіне орташа алғанда	Үздіксіз бақылау кезінде тәулік ішіндегі 33 шоғырлануының орташа сағаттық және жарты сағаттық мәндері	Ағынның жеткілікті тұрақтылығы көрсетілген жағдайда орташа пропорционалды сынама ретінде (немесе уақыт бойынша орташа пропорционалды сынама түрінде) алынған 24 сағат ішінде іріктеу кезеңіндегі орташа мән)*
2	Іріктеу кезеңіндегі орташа мән	Егер өзгеше көрсетілмесе, ұзақтығы бойынша кемінде 30 минут қатарынан үш өлшемнің орташа шамасы**	

\* кезеңдік процестер үшін сынамаларды іріктеудің жалпы уақыты немесе сынамаларды бір жолғы іріктеу нәтижесінде өлшеу нәтижесі үшін алынған өлшем шамасының орташа мәні пайдаланылуы мүмкін;

**\*\*** айнмалы ағындар үшін репрезентативті нәтижелер беретін басқа іріктеу процедурасы қолданылуы мүмкін (мысалы, нүктелік іріктеу). Сынамаларды іріктеу немесе талдау бойынша шектеулердің салдарынан 30 минуттық өлшеулерге жол берілмейтін кез келген параметр үшін сынамаларды іріктеудің тиісті кезеңі қолданылады.

Егер өзгеше көрсетілмесе, осы бөлімде ұсынылған ЕҚТ бойынша қорытындылар жалпыға бірдей қолданылатын болып табылады.

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың осы жобасында ЕҚТ қолдануға байланысты өзге де технологиялық көрсеткіштерді, оның ішінде энергетикалық, су және өзге де ресурстарды тұтыну деңгейлерін айқындау орынсыз болып табылады. ЕҚТ қолдануға байланысты өзге де технологиялық нормативтер уақыт бірлігіне немесе өндірілетін өнімнің (тауардың), орындалатын жұмыстың, көрсетілетін қызметтің бірлігіне шаққандағы ресурстарды тұтыну мөлшерінде көрсетіледі. Сәйкесінше, басқа технологиялық нормативтерді белгілеу қолданылатын өндіріс технологиясына байланысты. Сонымен қатар "жалпы ақпарат" бөлімінде жүргізілген энергетикалық, су және басқа (шикізат) ресурстарды тұтынуды талдау нәтижесінде көптеген факторларға байланысты бірқатар вариациялық көрсеткіштер алынды: шикізаттың сапалық көрсеткіштері, қондырғының өнімділігі мен пайдалану сипаттамалары, дайын өнімнің сапалық көрсеткіштері, аймақтардың климаттық ерекшеліктері және т.б.

Ресурстарды тұтынудың технологиялық нормативтері ЕҚТ енгізуге, оның ішінде прогрессивті технологияны енгізуге, өндірісті ұйымдастыру деңгейін арттыруға, ең төменгі мәндерге (тиісті ресурсты тұтынудың орташа жылдық мәнін негізге ала отырып) сәйкес келуге және үнемдеу және ұтымды тұтыну жөніндегі сындарлы, технологиялық және ұйымдастырушылық іс-шараларды көрсетуге бағдарлануы тиіс.

## **6.1. Экологиялық менеджмент жүйесі**

### **ЕҚТ 1**

ЕҚТ жалпы экологиялық тиімділігін жақсарту мақсатында мынадай барлық функцияларды қамтитын ЭМЖ іске асыру және сақтау болып табылады (4.2-бөлімді қараңыз):

1. Жоғары басшылықты қоса алғанда, басшылықтың мүдделілігі мен жауапкершілігі.
2. Басшылық тарапынан қондырғыны (өндірісті) тұрақты жетілдіруді қамтитын экологиялық саясатты айқындау.
3. Қаржылық жоспарлаумен және инвестициялармен үйлесімде қажетті рәсімдерді, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және іске асыру.
4. Ерекше назар аударылатын рәсімдерді енгізу:  
құрылымы мен жауапкершілігі;  
кадрларды іріктеу;

қызметкерлерді оқыту, хабардар ету және құзыреттілігі;  
 коммуникация;  
 қызметкерлерді тарту;  
 құжаттама;  
 технологиялық процесті тиімді бақылау;  
 техникалық қызмет көрсету бағдарламалары;  
 төтенше жағдайларға дайындық және олардың салдарын жою;  
 табиғатты қорғау заңнамасының сақталуын қамтамасыз ету.

5. Өнімділікті тексеру және ерекше назар аударылатын түзету шараларын қабылдау:  
 мониторинг және өлшеу;  
 түзету және алдын алу шаралары;  
 жазбаларды жүргізу.

6. ЭМЖ-ның жоспарланған іс-шараларға сәйкестігін айқындау үшін тәуелсіз (мұндай мүмкіндік болған кезде) ішкі немесе сыртқы аудит, оны енгізу және іске асыру.

7. ЭМЖ-ны және оның заманауи талаптарға сәйкестігін, жоғары басшылықтың тиімділігі мен тиімділігін талдау.

8. Экологиялық таза техникалардың дамуын бақылау.

9. Қондырғыны пайдаланудан шығару кезінде, жаңа зауытты жобалау сатысында және оны пайдаланудың барлық мерзімі ішінде қоршаған ортаға ықтимал әсерді талдау.

10. Тұрақты негізде сала бойынша салыстырмалы талдау жүргізу.

Сонымен қатар ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары бойынша іс-шаралар жоспарын әзірлеу және іске асыру (ЕҚТ 6-ны қараңыз) және тозаңды азайту жүйелерінің тиімділігіне қатысты техникалық қызмет көрсетуді басқару жүйесін пайдалану (ЕҚТ 4-ті қараңыз) ЭМЖ құрамына кіреді.

Қолданылуы

ЭМЖ көлемі (мысалы, талдап-тексерілген деңгейі) және сипаты (мысалы, стандартталған немесе стандартталмаған), әдетте, орнатудың сипатына, масштабына және күрделілігіне, сондай-ақ қоршаған ортаға әсер ету деңгейіне байланысты.

## 6.2. Энергия тұтынуды басқару

ЕҚТ 2

Энергия тиімділігін арттыру: төменде келтірілген екі немесе одан да көп әдістердің комбинациясын қолдану\* .

Р/с №	Техника/жабдық	Қолданылуы
1	2	3
	Энергия тиімділігін басқару жүйесі (мысалы, ISO 50001	

1	халықаралық стандартының және ГОСТ РК ИСО 50001-2019 ұлттық стандартының талаптарына сәйкес ) (4.3-бөлімді қараңыз).	Жалпыға бірдей қолданылады
2	Негізгі процестерді жүзеге асыру кезінде пайда болатын артық жылуды (мысалы, бу, ыстық су немесе ыстық ауа) пайдалану (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Пирометаллургиялық процестер үшін қолданылады
3	Қалдықтарды отын немесе тотықсыздандырғыш ретінде пайдалану (4.3.1-бөлімді қараңыз).	Жалпыға бірдей қолданылады
4	Концентраттар мен дымқыл шикізатты балқыту алдында төмен температурада кептіру (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Жалпыға бірдей қолданылады
5	Жоғары температуралар кезінде жұмыс істейтін объектілерді, мысалы, бу және ыстық су құбырларын жылу оқшаулау (4.3.1-бөлімді қараңыз)	
6	Мысалы, желдеткіштер сияқты құрылғылар үшін жиілік түрлендіргіштерімен жабдықталған жоғары тиімді электр қозғалтқыштарын пайдалану (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Жалпыға бірдей қолданылады
7	Шығарындылар пайда болған кезде ғана тозаңның немесе шығатын газдардың жергілікті сорғыштарын қосуды автоматты түрде іске қосатын бақылау жүйелері (4.3.1-бөлімді қараңыз)	
8	Күкірт қышқылын өндіру кезінде күкірт диоксидінен бөлінетін жылуды күкірт қышқылын өндіру қондырғысына жіберілетін газды алдын ала қыздыру үшін немесе бу және/немесе ыстық су өндіру үшін пайдалану (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Күкірт қышқылы немесе сұйық SO <sub>2</sub> өндірісін қоса алғанда, Түсті металдарды алу жөніндегі зауыт үшін ғана қолданылады
9	Регенеративті термиялық тотықтырғыш (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Ол өрт қауіпті ластағыш заттармен ластануды азайту қажет болған жағдайда ғана қолданылады
10	Негізгі технологиялық процестерден бөлінетін газдардың жылуын пайдалану (5.9.1-бөлімді қараңыз.)	Жалпыға бірдей қолданылады

\* 1,2,4-7 әдістері - ИТС 13–2020 "Производство свинца, цинка и кадмия", 167-бет, ЕҚТ бюросы, Москва, 2020 жыл; 3 – 2.12.2.5 94-бет, BREF NON EU 2017

### 6.3. Процестерді басқару

#### ЕҚТ 3

Ең үздік қолжетімді техника – технологиялық процестердің тұрақтылығы мен үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін нақты уақыт режимінде процестерді үздіксіз түзету және оңтайландыру мақсатында (4.4-бөлімді қараңыз) қазіргі заманғы компьютерлік жүйелердің көмегімен диспетчерлік процестерден басқару үшін қажетті барлық тиісті параметрлерді өлшеу немесе бағалау болып табылады, мұның өзі энергия тиімділігін арттырады және өнімділікті барынша арттыруға және қызмет көрсету процестерін жетілдіруге мүмкіндік береді. ЕҚТ – процесті басқару жүйесін қолдана отырып, техниканың үйлесімімен бірге процестің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету:

қолданылатын технологиялық процестерге сәйкес бастапқы материалдардың сапасын бақылау;

өңдеудің оңтайлы тиімділігіне қол жеткізу, энергия тұтынуды төмендету және қоршаған ортаға шығарындыларды азайту, қалдықтардың пайда болуы үшін белгілі бір құрамдағы шихтаны дайындау;

бастапқы шикізатты мөлшерлеу және өлшеу жүйелерін пайдалану;

сигнализацияны, жану жағдайларын және газ қоспаларын қоса алғанда, материалды беру жылдамдығын, технологиялық процестің сыни параметрлері мен жағдайларын бақылау үшін автоматтандырылған жүйелерді қолдану;

пештегі температураны, қысымды (немесе қысымның төмендеуін), сондай-ақ газ көлемін немесе шығынын үздіксіз бақылау;

газ температурасы, реагенттерді мөлшерлеу, қысымның төмендеуі, электр сүзгілерінің тогы мен кернеуі, тазартқыш сұйықтықтың шығыны және рН сияқты атмосфераға шығарындыларды болғызбау және/немесе азайту үшін қолданылатын жабдықтың сыни технологиялық параметрлерін бақылау;

күкірт қышқылы өндірісін қамтитын зауыттар үшін күкірт қышқылын өндіру жөніндегі қондырғыға жіберер алдында шығатын газдардағы сынаптың тозаңдануы мен құрамының мониторингі;

металл мен металл оксидтерінің қызып кетуінен түтіннің пайда болуын болғызбау үшін балқыту және металл балқыту пештеріндегі температураны бақылау және бақылау;

жабдықтың бітелуі мен істен шығуын анықтау үшін дірілдің жедел мониторингі;

электролиттік процестердегі ауыспалы ток, кернеу және электр түйіспелерінің температурасы көрсеткіштерінің оперативті мониторингі;

нақты уақыт режимінде температураны, лайлылықты, рН, өткізгіштікті және шығынды мониторингтеу арқылы сарқынды суларды тазарту жөніндегі қондырғының реагенттерінің берілуін және өнімділігін бақылау.

#### ЕҚТ 4

Ұйымдастырылған тозаң мен металл шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ экологиялық менеджмент жүйесінің бөлігі ретінде тозаңды басу және тозаңды жинау жүйелерінің тиімділігін сақтауға ерекше назар аударатын техникалық қызмет көрсетуді басқару жүйесін қолдануды қамтиды (ЕҚТ 1-ді қараңыз).

### 6.3.1. Атмосфералық ауаға шығарындылар мониторингі

#### ЕҚТ 5

ЕҚТ онымен байланысты деңгейлері көрсетілген барлық процестер шығарындыларының негізгі көздерінен түтін мұржаларынан, сондай-ақ негізгі өндірістік процестермен өзара байланысты қайталама өндірістерден ластағыш заттардың шығарындыларын өлшеу болып табылады (мысалы, күкірт қышқылды қондырғыларда шығатын пештердің технологиялық газдарын кәдеге жарату) (4.5.4-бөлімді қараңыз).

Егер деректер сериясы тазарту процесінің тұрақтылығын нақты көрсетсе, мониторинг жиілігін бейімдеуге болады.

ЕҚТ ұлттық және/немесе халықаралық стандарттарға сәйкес атмосфераға шығарындыларды мониторингілеуден тұрады, ол баламалы сапа деректерін ұсынуды қамтамасыз етуі тиіс және төменде келтірілген жиілікпен жүргізіледі.

Р/с №	Параметр	Төмендегілерге қатысты бақылау:	Бақылаудың ең төменгі мерзімділігі <sup>(6)</sup>
1	2	3	4
1	Тозаң <sup>(1)</sup>	ЕҚТ 18	Үздіксіз <sup>(2)</sup>
		ЕҚТ 18	Токсан сайын бір рет * <sup>(2)</sup>
2	As ретінде көрсетілген күшән және оның қосылыстары	ЕҚТ 17, ЕҚТ 18	Токсан сайын бір рет *
3	Cd ретінде көрсетілген кадмий және оның қосылыстары	ЕҚТ 15, ЕҚТ 16, ЕҚТ 17, ЕҚТ 18	Токсан сайын бір рет *
4	Cu ретінде көрсетілген мыс және оның қосылыстары	ЕҚТ 17, ЕҚТ 18	Токсан сайын бір рет *
5	Pb ретінде көрсетілген қорғасын және оның қосылыстары	ЕҚТ 15, ЕҚТ 16, ЕҚТ 17, ЕҚТ 18	Токсан сайын бір рет *
6	Қажет болған жағдайда басқа металдар <sup>(3)</sup>	ЕҚТ 15, ЕҚТ 16, ЕҚТ 17, ЕҚТ 18	Токсан сайын бір рет *



7	SO <sub>2</sub> <sup>(4)</sup>	ЕҚТ 21	Үздіксіз немесе тоқсанына бір рет <sup>(2)</sup>
8	NO <sub>2</sub> ретінде көрсетілген NO <sub>x</sub>	ЕҚТ 23	Үздіксіз немесе тоқсанына бір рет тал <sup>(2)</sup>
9	Ұшпа органикалық қосылыстар (ҰОҚ)	ЕҚТ 19	Үздіксіз немесе тоқсанына бір рет <sup>(2)</sup>
10	ПХДД/Ф	ЕҚТ 19	Тоқсан сайын бір рет *
11	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ЕҚТ 19	Тоқсан сайын бір рет *

\* ӨЭК сәйкес бірақ тоқсанда бір реттен сиретпей. Бұл кезеңділік технологиялық шығарындылардың негізгі көздерін бақылауға қолданылады. Басқа көздерге қатысты (мехмастерлік, іссапардан босату, қоймалар, ұйымдастырылмаған көздер және т. б.) кезеңділік есептілікті ұсыну мерзімдерін көрсетеді және есептеу әдістерін қамтуы мүмкін;

(1) шикізатты сақтау және өңдеу кезінде тозаң шығарындыларының көздері үшін ағынның жылдамдығы 10000 Нм3/сағ кем болған кезде мониторинг технологиялық регламент талаптары негізінде жанама параметрлерді өлшеуге негізделуі мүмкін;

(2) үздіксіз өлшеулер атмосфераға ең көп шығарындылар көздері үшін қолданылады (жылына 500 тоннадан астам). ЕҚТ үздіксіз өлшеу қолданылмайтын жағдайда кезеңдік мониторинг жүргізу жиілігін арттыру болып табылады;

(3) пайдаланылатын шикізаттың құрамына байланысты;

(4) SO<sub>2</sub> шығарындыларын есептеу үшін тұтынылатын анодтардың әрқайсысында күкірт мөлшерін өлшеуге негізделген масса балансын қолдануға болады;

(5) үздіксіз өлшеулер жүргізу кезінде, егер өлшеу нәтижелерін бағалау күнтізбелік жылда төменде санамаланған шарттардың сақталғанын көрсетсе, шығарындылардың шекті мәндері сақталған болып есептеледі:

а) рұқсат етілген орташа айлық мән шығарындылардың тиісті шекті мәндерінен аспайды;

б) жол берілетін орташа тәуліктік мән шығарындылардың тиісті шекті мәндерінен 110 %-дан аспайды;

с) жыл ішіндегі барлық рұқсат етілген орташа сағаттық мәндердің 95 %-ы шығарындылардың тиісті шекті мәндерінен 200 %-дан аспайды;

үздіксіз өлшеулер болмаған кезде шығарындылардың шекті мәндері, егер құзыретті органдар белгілеген қағидаларға сәйкес айқындалған әрбір өлшем серияларының немесе өзге де рәсімдердің нәтижелері шығарындылардың шекті мәндерінен аспаса, сақталды деп есептеледі;

(6) қондырғы шығарындыларды өлшеу мақсатында ғана пайдаланылатын жағдайларда мониторинг жиілігі қолданылмайды.

### 6.3.2. Ластағыш заттар төгінділерінің мониторингі

## ЕҚТ 6

ЕҚТ баламалы сапа деректерін ұсынуды қамтамасыз ететін ұлттық немесе басқа да халықаралық стандарттарға сәйкес тазарту қондырғыларынан сарқынды суларды шығару орнында су сынамаларын алу және төгінділерді мониторингтеу үшін тиісті стандарттарды пайдалануды білдіреді.

Сарқынды суларды ағызуды бақылау үшін су мен сарқынды суларды іріктеу мен талдаудың көптеген стандартты процедуралары бар, соның ішінде:

кездейсоқ сынама – сарқынды су ағынынан алынған бір сынама;

құрамдас сынама – белгілі бір кезең ішінде үздіксіз іріктеп алынатын сынама немесе белгілі бір кезең ішінде үздіксіз немесе кезең-кезеңімен іріктеп алынатын, содан кейін аралас бірнеше сынамадан тұратын сынама;

квалификациялық кездейсоқ сынама – кемінде екі минут аралықпен ең көбі екі сағат ішінде іріктелген және содан кейін аралас кемінде бес кездейсоқ сынамадан тұратын құрама сынама (4.5.5-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Параметр	Сынама алу мерзімділігі
1	2	3
1	Сынап (Hg)*	Токсанына бір рет
2	Күшән (As)	Айына бір рет
3	Кадмий (Cd)	Айына бір рет
4	Мыс (Cu)	Айына бір рет
5	Қорғасын (Pb)	Айына бір рет
6	Мырыш (Zn)	Айына бір рет
7	Сульфат (SO <sub>4</sub> )	Айына бір рет
8	Қалқыма заттар	Айына бір рет

\* барлық өндірістің эмиссиясын анықтайтын зат емес, оны тек жеке технологиялық операцияларда бөлуге болады.

## ЕҚТ 6а

### Ластағыш заттар төгінділеріне мониторингтің автоматтандырылған жүйесі

Р/с №	Құрылымдық элемент	Сипаты
1	2	3
1	Сипаты	Өлшенетін параметрдің физикалық бірлігіне пропорционалды шығыс сигналын қайтаратын және адамның араласуынсыз өлшеу нәтижелерін шығаруға қабілетті зерттелетін материалды өлшеуге арналған жүйе.

2	Техникалық сипаттамасы	Кәсіпорын төгінділерінің жай-күйіне үздіксіз мониторинг жүргізуге мүмкіндік беретін техникалық және ақпараттық құралдар кешені: 1) температура ( $C^0$ ); 2) шығын өлшегіш ( $m^3/сағ$ ); 3) сутектік көрсеткіш (рН).
3	Қол жеткізілген экологиялық пайда	- экологиялық заңнаманы сақтау; - су ресурстарының ластануына нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу; - су ресурстарының ластануы туралы ақпараттың жалпыға бірдей қолжетімділігі.
4	Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері	Нақты объектіге байланысты.
5	Кросс-медиа әсерлер	Нәтиже күтілмейді.
6	Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым	Жалпыға бірдей қолданылады.
7	Ендірудің қозғаушы күші	Нақты уақыттағы төгінділерді бақылау.

#### ЕҚТ 6b

Сарқынды сулармен ластағыш заттардың төгінділерін азайту: металдар мен сульфаттарды жою мақсатында мырыш пен кадмий өндірісінде пайда болған сарқынды суларды тазарту. Пайдаланылатын техникалар 5.10-бөлімде көрсетілген.

Р/с №	Техника/жабдық	Жарамдылығы
1	2	3
1	Химиялық шөгінді	Жалпыға бірдей қолданылады
2	Қышқылы аз технологиялық суды өңдеу	Жалпыға бірдей қолданылады
3	Сүзгілеу	Жалпыға бірдей қолданылады
4	Адсорбция әдісі	Жалпыға бірдей қолданылады

Пайдаланылған технологиялық көрсеткіштер сарқынды суларды тазарту қондырғысынан кейін шығару нүктесінде орнатылған.

6.2-кесте. Бастапқы және қайталама мырыш пен кадмий өндіру кезінде ЕҚТ-ға сәйкес келетін қабылдаушы су айдындарына түсетін сарқынды сулардың төгінділеріндегі ластағыш заттардың шоғырлану деңгейі.

Р/с №	Параметр	ЕҚТ-ТП ( $mg/dm^3$ )*
1	2	3
1	Күшән және оның қосылыстары	<0,1
2	Кадмий (Cd)	<0,1
3	Мыс (Cu)	<0,2

4	Сынап (Hg)	<0,05
5	Қорғасын (Pb)	<0,5
6	Мырыш (Zn)	<1
7	Қалқыма заттар	<25

\*

(1) орташа тәуліктік мәні;

(2) сарқынды суларды тазарту қондырғыларынан тазартылған ағындарды шығару орындарында пайдаланылатын көрсеткіштер.

### 6.3.3. Шу

ЕҚТ 7

Шу деңгейін төмендету мақсатында ЕҚТ техниканың комбинациясын пайдалану болып табылады (4.8-бөлімді қараңыз):

жабдықты мұқият бақылау және уақтылы қызмет көрсету;

шу көзі мен қабылдаушы объект арасындағы кедергілерді пайдалану (орнату) (қолайлы кедергілер, мысалы, қорғаныс қабырғалары, біліктер/қорғандар және ғимараттар);

шулы қондырғыларды немесе компоненттерді дыбыс сіңіретін құрылымдарға қосу; технологиялық жабдықтар шығаратын шуды азайту үшін дірілге қарсы тіректер мен қосылыстарды пайдалану немесе шу деңгейі төмен жабдықты пайдалану (мүмкін болса);

шуды болғызбауды қолдана отырып, дыбыс жиілігін өзгерту.

### 6.3.4. Иіс

ЕҚТ 8

Иіс деңгейін төмендету мақсатында ЕҚТ әдістердің комбинациясын қолдану болып табылады (4.9-бөлімді қараңыз):

1) күрт иісі бар материалдарды пайдалануды болғызбау немесе азайту;

2) хош иісті материалдар мен газдарды шашырағанға дейін және сұйылтылғанға дейін ұстау және жою;

3) әртүрлі иістерді шығара алатын кез келген жабдықты мұқият жобалау, пайдалану және техникалық қызмет көрсету;

4) егер мүмкін болса, материалдарды күйдіру немесе сүзу арқылы өңдеу.

### Атмосфералық ауаға шығарындылар

ЕҚТ 9

Мырыш пен кадмийдің бастапқы және қайталама өндірісі кезінде пештер мен қосалқы құрылғылардан (аспирациялық газ-ауа ағындары, желдету ауасы және т.б.) атмосфераға ластағыш заттардың шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ қалдық газдарды

тазартудың орталықтандырылған жүйесінде шығарындыларды жинау, өңдеу болып табылады:

әртүрлі көздерден шығарылатын ағындар пайдаланылған газдарды ағындардың әрқайсысында болатын ластағыш заттарды тиімді өңдеуге арналған тазартудың бірыңғай орталықтандырылған жүйесінде жиналады, араластырылады және өңделеді. Бұл ретте химиялық құрамы бойынша үйлеспейтін ағындардың араласуына жол бермеу керек.

Қолданыстағы қондырғыларға жарамдылығы конструктивтік ерекшеліктеріне және қондырғылардың орналасуына байланысты шектелген (қосымша алаңдардың қажеттігі)

### **6.3.5. Ұйымдастырылмаған шығарындылар**

#### **ЕҚТ 10**

Атмосфераға ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын болғызбау немесе егер бұл іс жүзінде мүмкін болмаса, оларды азайту үшін ЕҚТ экологиялық менеджмент жүйесінің бөлігі ретінде төмендегілерді қамтитын тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындылары бойынша іс-шаралар жоспарын әзірлеу және іске асыру болып табылады (ЕҚТ 1-ді қараңыз):

1) ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының неғұрлым маңызды көздерін анықтау;

2) белгілі бір уақыт кезеңі ішінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау және/немесе азайту үшін тиісті шаралар мен техникалық шешімдерді айқындау және іске асыру.

#### **ЕҚТ 11**

Ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау немесе егер бұл іс жүзінде мүмкін болмаса, оларды азайту үшін ЕҚТ ұйымдастырылмаған шығарындыларды көзге мүмкіндігінше жақын жинау және оларды кейіннен өңдеуден тұрады (5.1-бөлімді қараңыз).

#### **ЕҚТ 12**

Ең үздік қолжетімді техника – бір немесе бірнеше әдісті қолдану арқылы материалдарды сақтау және тасымалдау кезінде ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын болғызбау немесе азайту болып табылады (5.1-бөлімді қараңыз).

Шығарындыларды ұстау және тазарту жүйелерін пайдалану кезінде ең үздік қолжетімді техника – тиісті шараларды қолдану арқылы ұстау және кейінгі тазарту тиімділігін оңтайландыру болып табылады. Ең қолайлы әдіс - тозаң шығарындыларын тозаң көзіне жақын тұста ұстау.

Шикізатты сақтау және тасымалдау кезінде тозаң шығарындыларын болғызбау және азайту үшін қолданылатын шараларға мыналар жатады:

материалдардың қажетсіз артық жүктелуін және қорғалмаған орындарда ұзақ тұрып қалуын болғызбау үшін технологиялық регламенттердің технологиялық талаптарын сақтау;

тозанданатын материалдар үшін ауаны сүзу және сору жүйесімен жабдықталған концентраттар, флюстер және ұсақ материалдар сияқты шикізат пен материалдарды сақтау кезінде жабық қоймаларды немесе силостарды/контейнерлерді пайдалану (олай болмаған жағдайда бункерлер тозанды кетіру және тазарту жүйесіне қосылған тозаң ұстайтын қалқалармен және жүк түсіретін торлармен жабдыкталуы тиіс);

материалдарды ашық алаңдарда сақтау кезінде жабындарды пайдалану;

суда еритін органикалық қосылыстары бар материалдарды немесе қайталама материалдарды сақтау кезінде герметикалық қаптаманы пайдалану;

тозанды басу үшін суды суару жүйесін пайдалану (айналмалы суды қолданған жөн);

тозаң-газ ұстайтын жабдықты беру (сүрлемдердің желдеткіш саңылаулары, пневматикалық беру жүйелері және конвейерлерді беру нүктелері) және тозаң түзетін материалдарды аудару орындарында орнату;

сақтау аймағын үнемі тазарту және қажет болған жағдайда сумен ылғалдандыру;

ашық ауада сақтаған жағдайда үйінділердің бойлық осі бойымен желдің басым бағыты бойынша орналастыру керек;

табиғи рельефті, жер үйінділерін пайдалану арқылы немесе тозанды ұстап қалу және сіңіру үшін ашық жерлерде биік шөптер мен мәңгі жасыл ағаштар отырғызу арқылы желден қорғайтын қоршаулар жасау;

конвейерлік таспалардан, механикалық күректерден немесе қармаулардан материалдың құлау биіктігін, егер мүмкін болса, 0,5 м-ден аспайтын деңгейге дейін шектеу;

ашық таспалы конвейерлердің жылдамдығын реттеу (<3,5 м/с);

қатаң техникалық қызмет көрсету стандарттары.

### ЕҚТ 13

Бастапқы және қайталама материалдарды дайындау (мөлшерлеу, араластыру, араластыру, ұсақтау, сұрыптау) кезінде ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын болғызбау және/немесе азайту үшін, ЕҚТ бір немесе бірнеше жоғарыда аталған әдістерді қолданудан тұрады (5.1-бөлімді қараңыз):

1) тозаң түзетін концентраттарды, флюстерді және ұсақ түйіршікті материалдарды беру кезінде жабық конвейерлерді немесе пневматикалық жүйелерді пайдалану;

2) кейіннен тазарта отырып, тозаң-газ ұстау жүйелерімен жарақтандырылған тозаң-тозанды құрайтын материалдармен (егер бункер-дозатор пайдаланылса) жұмыс істеу кезінде жабық жабдықты пайдалану;

3) егер араластыру ашық кеңістікте жүзеге асырылса, суландырғыштар сияқты тозанды басу жүйелерін қолданған жөн;

4) шикізатты, егер қолданылатын болса, олардың технологиялық процесіне қарай түйіршіктеу.

#### ЕҚТ 14

Мырыш пен кадмийдің қайталама және бастапқы өндірісі кезінде шикізат пен материалдарды алдын ала өңдеу кезінде (кептіру, бөлшектеу, күйдіру, брикеттеу, аккумуляторларды түйіршіктеу және ұсақтау, сұрыптау және жіктеу сияқты) ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау және/немесе азайту үшін, ЕҚТ дегеніміз ЕҚТ 13-те (а,b) сипатталғанды пайдалануды білдіреді.

#### ЕҚТ 15

Мырыш пен кадмийдің бастапқы және қайталама өндірісі кезінде тиеу, балқыту және түсіру процестері кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау және /немесе азайту үшін, ЕҚТ төменде келтірілген техникалық шешімдерді кешенді пайдаланудан тұрады:

1) ұйымдастырылмаған шығарындыларды аулаудың басқа әдістерімен үйлескен жабық ғимараттар мен құрылыстар;

2) тозаңды шикізатты алдын ала өңдеу, мысалы, түйіршіктеу;

3) ауа сору жүйесі бар герметикалық жүктеу жүйелерін пайдалану;

4) үздіксіз жұмыс істейтін және шығатын процестер үшін герметикалық немесе жабық есіктерді герметизациялау пештерін пайдалану, бұл балқыту кезеңінде пештің ішіндегі оң қысымды ұстап тұруға және ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алуға көмектеседі;

5) қысым мен ашылудың алдын алу үшін теріс қысыммен және газды алудың жеткілікті жылдамдығымен пештер мен газ желілерін пайдалану;

6) тиеу және түсіру орындарын, шөміштерді және дроссельдеу аймағын тозаң тұтқыш жабдықпен (тартқыштар/қаптамалар) жабдықтау;

7) газ-ауа ағындарын тозаң-газ түзудің негізгі көздерінен (жаңа қондырғыларда) бұруға арналған желдету жүйелерін орнату-үлкен алаңдардың қажеттілігіне байланысты қолданыстағы қондырғылар үшін қолданылуы шектелуі мүмкін;

8) пештерде ұшпа заттардың ағып кетуіне және шығарылуына жол бермеу үшін жеткілікті сиретуді ұстап тұру үшін пештерді герметизациялау;

9) пештегі температураны ең аз қажетті деңгейде ұстау;

10) балқыманы шығару кезінде шөмішке арналған қорғаныс қаптамасының жабдығы;

11) ауланатын ағындарды тазалау үшін сүзу жүйесіне қосылған балқыту тиеу және шығару аймағының тозаң тұтқыш жүйелерімен жабдықтау;

12) пештің түріне және шығарындыларды азайтудың қолданылатын әдістеріне сәйкес шикізатты таңдау және беру (5.1-бөлімді қараңыз).

#### ЕҚТ 16

Бастапқы және қайталама мырыш пен кадмий өндіру кезінде қайта балқыту, рафинациялау және құю кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау және/немесе азайту мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің комбинациясын қолдануды білдіреді (5.1-бөлімді қараңыз):

- 1) балқыманың температурасын бақылау;
- 2) рафинациялау және химиялық заттарды қосу реакциясы кезінде қазандық қақпағымен жабу;
- 3) тигель пешінің немесе ауаны сору жүйесі бар қазанның үстіндегі, сондай-ақ бұру және жуу нүктелеріндегі жабындарды/қалпақтарды жабдықтау.
- 4) тозаң тәрізді қожды/қалдықтарды жою үшін жабық механикалық жинағыштарды пайдалану.

#### ЕҚТ 17

ЕҚТ әдістерді қолдана отырып, тиісті көздерден ұйымдастырылмаған шығарындылардың мөлшерін анықтау болып табылады:

- 1) шығарындылар көзде өлшенетін тікелей өлшеулер, концентрациясы мен массасын өлшеуі немесе анықтауы мүмкін;
  - 2) шығарындыларды анықтау көзден белгілі бір қашықтықта жүргізілетін жанама өлшеулер;
  - 3) шығарындылар коэффициенттерін қолдана отырып есептеу әдістерін пайдалану.
- Мүмкіндігінше тікелей өлшеу әдістері жанама әдістерге немесе шығарындылар коэффициенттерін қолдана отырып есептеулерге негізделген бағалауларға қарағанда анағұрлым қолайлы (4.5-бөлімді қараңыз).

#### Сипаты

Тікелей өлшеулердің мысалдары – қабықтары бар аэродинамикалық құбырлардағы өлшеулер немесе басқа әдістер. Соңғы жағдайда желдің жылдамдығы мен шатыр желдеткішінің ауданы өлшенеді, сонымен қатар ағынның жылдамдығы есептеледі. Шатырдағы желдеткішті өлшеу жазықтығының көлденең қимасы бірдей аймақтың учаскелеріне бөлінеді (торды өлшеу).

Жанама өлшеулердің мысалына индикаторлық газдарды қолдану, кері дисперсияны модельдеу әдістері және лазерлік диапазонды анықтау және өлшеу жүйесін қолдана отырып, массалық тепе-теңдік әдісі жатады.

Есептеу әдістері сусымалы материалдарды сақтау және тасымалдау кезінде тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын, сондай-ақ көлік қозғалысы нәтижесінде жолдардағы тозаң суспензиясын бағалау үшін шығарындылар коэффициенттерін қолдану жөніндегі ұсынымдар негізінде пайдаланылады.

#### 6.3.6. Ұйымдастырылған шығарындылар



Төменде келтірілген техникалар және олардың көмегімен қол жеткізуге болатын эмиссия деңгейлері мәжбүрлі желдету жүйелерімен жабдықталған көздер үшін белгіленген.

#### ЕҚТ 18

Мырыш пен кадмий (аккумуляторлық батареялардан басқа) өндіру кезінде шикізатты алдын ала дайындаумен (қабылдау, өңдеу, сақтау, мөлшерлеу, араластыру, араластыру, кептіру, ұсақтау, кесу және сұрыптау) байланысты процестер кезінде тозаң мен металдардың шығарындыларын азайту мақсатында, ЕҚТ қапшық сүзгіні (біреуін немесе комбинациясын) пайдалануды білдіреді (5.7.2, 5.8.1-бөлімдерді қараңыз).

Тозаң шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі 6.3-кестеде келтірілген.

6.3-кесте. Шикізат дайындау кезіндегі тозаң шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі

Параметр	ЕҚТ-ТП (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң*	≤5**

\* іріктеме кезеңіндегі орташа тәуліктік мән немесе орташа мән;

\*\* 2021 жылғы 01 шілдеге дейін пайдалануға берілген кәсіпорындар үшін ≤ 20 мг/нм<sup>3</sup>.

ЕҚТ-мен байланысты мониторинг: ЕҚТ 6-ны қараңыз.

#### ЕҚТ 19

Екінші кадмий өндіру кезінде батареяларды дайындау кезінде (ұсақтау, сұрыптау және жіктеу) тозаң мен металдардың шығарындыларын азайту үшін, ЕҚТ қапшық сүзгіні немесе дымқыл скрабберді қолданудан тұрады (5.6, 5.7-бөлімдерді қараңыз).

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі 6.4-кестеде келтірілген.

6.4-кесте. Батареялар дайындау кезіндегі тозаң шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі

Параметр	ЕҚТ-ТП (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң	≤5

\* іріктеме кезеңіндегі орташа тәуліктік мән немесе орташа мән.

ЕҚТ-мен байланысты мониторинг: ЕҚТ 6-ны қараңыз.

### 6.4. Мырыштың бастапқы өндірісі

#### 6.4.1. Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі

##### 6.4.1.1. Атмосфераға шығарындылар

##### 6.4.1.1.1. Ұйымдастырылмаған шығарындылар

## ЕҚТ 20

Шикізат беруді дайындаудан және шикізат беруден атмосфераға ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің біреуін немесе екеуін де қолданудан тұрады (5.1-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника
1	2
1	Ылғалды беру
2	Скрубберге қосылған толық жабық технологиялық жабдық

## ЕҚТ 21

Күйдіру арқылы өңдеуден атмосфераға тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын төмендету мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген бір немесе екі әдісті қолдануды білдіреді (5.2.5-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника
1	2
1	Теріс қысым кезінде операцияларды орындау
2	Скрубберге қосылған толық жабық технологиялық жабдық

## ЕҚТ 22

Қатты және сұйық фазаларды шаймалау, бөлу және тазартудан атмосфераға ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту мақсатында ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің біреуін немесе комбинациясын қолданудан тұрады (5.2.8-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника	Жарамдылығы
1	2	3
1	Цистерналарды қақпақтармен жабу	Жалпыға бірдей қолданылады
2	Науалардың кіру және шығу жолдарын технологиялық сұйықтықпен жабу	Жалпыға бірдей қолданылады
3	Резервуарларды механикалық тартқышы бар шығарындыларды болғызбаудың орталық жүйесіне немесе шығарындыларды болғызбаудың бірбақты жүйесіне қосу	Жалпыға бірдей қолданылады
4	Сорғыштардың көмегімен вакуумдық сүзгілерді жабу және оларды шығарындылардың алдын алу жүйесіне қосу	Ол шаймалау және қатты және сұйық фазаларды бөлу кезеңдерінде ыстық сұйықтықтарды сүзуге ғана қолданылады

## ЕҚТ 23

Электролиттік бөлінуден атмосфераға ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту мақсатында, ЕҚТ электролизерлерде қоспаларды, әсіресе көбік түзгіштерді қолданудан тұрады (5.2.9-бөлімді қараңыз).

### 6.4.1.1.2. Ұйымдастырылған шығарындылар

## ЕҚТ 24

В Шикізатты өңдеу және сақтау, муфель үшін шикізатты құрғақ дайындау, шикізатты құрғақ беру және күйдіру арқылы өңдеу салдарынан атмосфераға тозаң мен металл шығарындыларын азайту мақсатында, ЕҚТ қапшық сүзгіні пайдалану болып табылады (5.3.1-бөлімді қараңыз).

6.5-кесте. Шикізатпен жұмыс істеуден және сақтаудан, муфель үшін шикізатты құрғақ дайындаудан, күйдіріп өңдеуден және құрғақтай беруден атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Параметр	ЕҚТ -БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң	< 5**

\* іріктеу кезеңіндегі орташа мән ретінде;

\*\* 2021 жылғы 01 шілдеге дейін пайдалануға берілген кәсіпорындар үшін  $\leq 20$  мг/Нм<sup>3</sup>.

## ЕҚТ 25

Шаймалаудан, тазартудан және электролизден атмосфераға мырыш пен күкірт қышқылының шығарындыларын азайту мақсатында, сондай-ақ тазарту кезінде арсин мен стибин шығарындыларын азайту мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің біреуін және/немесе комбинациясын қолданудан тұрады (5.3-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника
1	2
1	Дымқыл тазалау скруббері
2	Тамшы ұстағыш
3	Центрифуга жүйесі

6.6-кесте. Шаймалаудан, тазартудан және электролизден атмосфераға мырыш пен күкірт қышқылының шығарындылары үшін, сондай-ақ тазарту кезінде арсин мен стибин шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Р/с №	Параметр	ЕҚТ -БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2	3
1	Zn	< 1
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	< 10

3	AsH <sub>3</sub> және SbH <sub>3</sub> қосындысы	< 0.5
---	--	-------

\* іріктеу кезеңіндегі орташа мән ретінде.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да берілген.

#### 6.4.1.2. Топырақ және жерасты суларын қорғау

ЕҚТ 26

Топырақ және жерасты суларының ластануын болғызбау мақсатында ЕҚТ шаймалау немесе тазалау кезінде пайдаланылатын резервуарларға арналған су өткізбейтін үйілген топырақ және электролиз цехтарын қорғайтын үйілген топырақ жүйесін пайдаланудан тұрады (5.5.2, 5.2.11, 5.2.12-бөлімдерді қараңыз).

#### 6.4.1.3. Сарқынды сулардың түзілуі

ЕҚТ 27

Тұщы суды тұтынуды азайту және сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау мақсатында ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің комбинациясын қолдануды білдіреді (5.5.2-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника
1	2
1	Қазандықтан құйылған сұйықтықты және роторды салқындатудың тұйық контурларынан суды газбен дымкыл тазартуға немесе сілтілеу сатысына қайтару
2	Сарқынды суларды ротаторды тазарту/қю, электролиз және қю операцияларынан шаймалау сатысына қайтару
3	Шаймалау және тазарту, сүзу тұнбасын жуу және ылғалды газбен тазарту операцияларынан шаймалау және/немесе тазарту сатысына дейін сарқынды суды қайтару

#### 6.4.1.4. Қалдықтар

ЕҚТ 28

Кәдеге жаратуға жіберілетін қалдықтардың санын азайту мақсатында, ЕҚТ технологиялық қалдықтарды қайта пайдалануды немесе басқаша технологиялық қалдықтарды қайта өңдеуді жеңілдету үшін, соның ішінде төменде көрсетілген әдістердің біреуін немесе комбинациясын қолдану арқылы объектідегі операцияларды ұйымдастырудан тұрады (5.5.1, 5.6.1.3, 5.7.3, 5.8.2-бөлімдерді қараңыз).

Р/с №	Техника	Жарамдылығы
1	2	3
1	Концентраттарға арналған бункерде жиналған тозаңды қайта	Жалпыға бірдей қолданылады

	пайдалану және технологиялық процесс шеңберінде өңдеу (концентратты берумен бірге)	
2	Күйдіру барысында жиналған тозанды күйдіруге арналған бункер арқылы қайта пайдалану	Жалпыға бірдей қолданылады
3	Сыртқы қондырғыда шикізат ретінде құрамында қорғасын мен күміс бар қалдықтарды қайта өңдеу	Ол металдың құрамына және нарықтың/процестің қол жетімділігіне байланысты қолданылады
4	Нарық талаптарына сәйкес келетін өнімді алу үшін сыртқы қондырғыда шикізат ретінде Cu, Co, Ni, Cd, Mn бар қалдықтарды қайта өңдеу	Ол металдың құрамына және нарықтың/процестің қол жетімділігіне байланысты қолданылады

### ЕҚТ 29

Шаймалау қалдықтары түпкілікті жоюға жарамды болуы үшін, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің бірін қолдануды білдіреді.

Р/с №	Техника	Жарамдылығы
1	2	3
1	Вельц-пештерде пирометаллургиялық өңдеу (5.2.13.1-бөлімді қараңыз)	Ол тек бейтарап шаймаландіру қалдықтарына қолданылады, олардың құрамында мырыш кектері көп емес және/немесе асыл металдардың жоғары концентрациясы жоқ
2	Jarofix процесі (5.2.13.2.1-бөлімді қараңыз)	Ол тек темірдің қатты қалдықтары үшін қолданылады. Қолданыстағы патентке байланысты шектеулі қолданылады.
3	Сульфидтеу процесі (5.2.13.2.2-бөлімді қараңыз)	Ол тек темір ярозитінің қалдықтары мен тікелей шаймалау қалдықтары үшін қолданылады
4	Темір қалдықтарын тығыздау (5.2.13.2.3-бөлімді қараңыз)	Ол тек гетит қалдықтары мен сарқынды суларды тазарту қондырғысынан гипске бай шлам үшін қолданылады

### ЕҚТ 29a

Jarofix процесі ярозитті тұнбаны портландцемент, әк және сумен араластырудан тұрады.

### ЕҚТ 29b

Сульфидтеу процесі тұнбаны жууға арналған резервуардағы және сульфидті реакторлардағы қалдықтарға NaOH және Na<sub>2</sub>S қосудан тұрады.

### ЕҚТ 29c

Темір қалдықтарының тығыздалуы сүзгілермен ылғалды азайтуды және әк немесе басқа заттарды қосуды қамтиды.

#### 6.4.2. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісі

##### 6.4.2.1. Атмосфераға шығарындылар

###### 6.4.2.1.1. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары

###### ЕҚТ 30

Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға тозаң мен металл шығарындыларын азайту үшін (күкірт қышқылын орнатуға бағытталғандардан басқа), ЕҚТ қапшық сүзгіні пайдалануды білдіреді (5.1-бөлімді қараңыз).

###### Қолданылуы

Концентраттардағы органикалық көміртегі мөлшері жоғары болған жағдайда (мысалы, шамамен 10 %), бітелу салдарынан қапшық сүзгілерді қолдануға болмайды, сонымен қатар басқа әдістерді де қолдануға болады (мысалы, дымқыл скраббер).

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі: 6.7-кестені қараңыз.

6.7-кесте. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға тозаң шығарындылары үшін (күкірт қышқылы қондырғысына жіберілгендерді қоспағанда) ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Параметр	ЕҚТ-БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң	2-5

\*

- (1) орташа тәуліктік мән сияқты, іріктеу кезеңіндегі орташа мән;
- (2) егер қапшық сүзгі қолданылмаса, диапазонның жоғарғы шегі 10 мг/Нм<sup>3</sup> құрайды

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

###### ЕҚТ 31

Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға SO<sub>2</sub> шығарындыларын төмендету мақсатында (күкірт қышқылын немесе сұйық SO<sub>2</sub> орнатуға жіберілгендерден басқа), ЕҚТ дымқыл күкіртсіздендіру техникасын қолданудан тұрады (5.3.2-бөлімді қараңыз). Сондай-ақ мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі үшін де қолданылады.

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі 6.8-кестені қараңыз.

6.8-кесте. Мырыштың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға SO<sub>2</sub> шығарындылары үшін (күкірт қышқылы қондырғысына жіберілгендерді қоспағанда) ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Параметр	ЕҚТ -БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*

1	2
SO <sub>2</sub>	<500

\*

(1) орташа тәуліктік мән сияқты, іріктеу кезеңіндегі орташа мән;

(2) 2021 жылғы 01 шілдеге дейін пайдалануға берілген кәсіпорындар үшін қоршаған орта объектілеріне ең аз әсер ететін тазарту техникасын таңдағанға дейін және өнеркәсіптік жағдайларда байқаудан өткізгенге дейін: 50-1000 мг/Нм<sup>3</sup>.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

ЕҚТ 32

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту үшін SO<sub>2</sub> мөлшері жоғары пайдаланылған газдардан және түтін газын тазарту жүйесінен қалдықтардың пайда болуын болғызбау үшін ЕҚТ күкірт қышқылын немесе құрамында күкірт бар басқа өнімдерді өндіру арқылы күкіртті қалпына келтіруден тұрады. Күкірт қышқылын өндіруде қолданылатын техникалық шешімдер (5.3.3-бөлімді қараңыз). Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісі үшін де қолданылады.

1) сыңар контакт қондырғылары;

2) ҚК/ҚА қондырғылары (Қосарлы контакт/Қосарлы абсорбция);

3) Ылғалды катализ қондырғысы.

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі 6.9-кестеде берілген.

6.9-кесте. Балқыту пештерінен шығатын пайдаланылған газдардағы күкіртті күкірт қышқылы мен басқа да өнімдер өндіру арқылы рекуперациялау кезіндегі SO<sub>2</sub> шығарындыларының ЕҚТ-мен байланысты деңгейі

Р/с №	Түрлендіру процесінің түрі	Түрлендіру коэффициенті, %**	ЕҚТ-ТП (мг/нм <sup>3</sup> )*
1	2	3	4
1	Сыңар контактілі күкірт қышқылы зауыты	_(3)	800-1000
2	Қосарлы контактілі күкірт қышқылы зауыты	>99,8	
3	Ылғалды катализ қондырғысы (WSA процесі)	>98***	

\* іріктеме кезеңіндегі орташа тәуліктік мән немесе орташа мән;

\*\* қалдық газдарды одан әрі тазалау тиімділігін ескермей, абсорбциялық колоннаны қамтитын түрлендіру коэффициенті;

\*\*\* қалдық газдарды соңына дейін тазарту ескерілген көрсеткіштер.

## 6.5. Мырыштың қайталама өндірісі

### 6.5.1. Атмосфераға шығарындылар

#### 6.5.1.1. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары

### ЕҚТ 33

Қожды түйіршіктеуден және қайта өңдеуден атмосфераға тозаң мен металдың шығарылуын төмендету мақсатында, ЕҚТ қапшық сүзгіні пайдалануды білдіреді (5.1-бөлімді қараңыз).

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі: 6.10-кестені қараңыз.

6.10-кесте. Қожды түйіршіктеуден және қайта өңдеуден атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Параметр	ЕҚТ-БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң	≤5

\* Іріктеу кезеңіндегі орташа мән ретінде

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

### ЕҚТ 34

Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож-пештен және вельц-пештен атмосфераға тозаң мен металдың шығарылуын төмендету мақсатында, ЕҚТ қапшық сүзгіні пайдалануды білдіреді (5.1.3-бөлімді қараңыз).

Қолданылуы

Қапшық сүзгі (металл оксиді орнына хлорид азайту қажет болған кезде) қождау операциясы үшін пайдаланылмайды.

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі 6.11-кестені қараңыз.

6.11-кесте. Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож айдау пешінен және вельц-пештен атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Параметр	ЕҚТ -БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң	2-5

\*

(1) орташа тәуліктік мән сияқты, іріктеу кезеңіндегі орташа мән;

(2) егер қапшық сүзгі қолданылмаса, диапазонның жоғарғы шегі 15 мг/Нм<sup>3</sup> дейін жоғары болуы мүмкін;

(3) егер күшән немесе кадмий шығарындылары 0,05 м/Нм<sup>3</sup>-тен асып кетсе, тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегіне жетеді деп күтілуде.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

#### 6.5.1.2. Органикалық қосылыстардың шығарындылары

### ЕҚТ 35



Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож-пештен және вельц-пештен атмосфераға органикалық қосылыстардың шығарындыларын азайту мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің бірін немесе комбинациясын қолдануды білдіреді.

Р/с №	Техника	Жарамдылығы
1	2	3
1	Кейіннен қапшық сүзгіден және/немесесЭСТ-дан өтетін адсорбентті енгізу (белсендірілген көмір немесе қоңыр көмір коксы) (5.1, 5.2.6-бөлімдерді қараңыз)	Жалпыға бірдей қолданылады
2	Термиялық тотықтырғыш (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Жалпыға бірдей қолданылады
3	Қалпына келтіретін термиялық тотықтырғыш (4.3.1-бөлімді қараңыз)	Қауіпсіздік себептері бойынша қолдануға болмайды

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі 6.12-кестені қараңыз.

6.12-кесте. Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож айдау пешінен және вельц-пештен атмосфераға жалпы ҰОҚ және ПХДД /Ф шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	ЕҚТ-БШД
1	2	3	4
1	Жалпы ҰОҚ	мг/Нм <sup>3</sup>	2-20*
2	ПХДД/Ф	нг МТЭ/Нм <sup>3</sup>	< 0.1*

\* орташа тәуліктік мән сияқты, іріктеу кезеңіндегі орташа мән;

\*\* іріктеу кезеңі үшін кемінде алты сағат орташа мән ретінде.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

### 6.5.1.3. Қышқыл шығарындылары

ЕҚТ 36

Металл және аралас металл/тотығу ағындарының балқуынан, сондай-ақ қож-пештен және вельц-пештен атмосфераға HCL және HF шығарындыларын азайту мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің бірін қолдануды білдіреді.

Р/с №	Техника	Жарамдылығы
1	2	3
1	Кейіннен қапшық сүзгіден өтетін адсорбентті енгізу (5.1-ді қараңыз.)	Металл және аралас металл/ тотығу ағындарын балқыту Вельц-пеш

2	Ылғалды тазарту скруббері ( Қож ұшыру пеші 5.6.1.1-ді қараңыз)	
---	--	--

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі 6.13-кестені қараңыз.

6.13-кесте. Металл және аралас металл/тотықтырғыш ағындардың балқуынан, сондай-ақ қож айдау пешінен және вельц-пештен атмосфераға HCL және HF шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Р/с №	Параметр	ЕҚТ -БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2	3
1	HCl	< 1,5
2	HF	< 0,3

\* іріктеу кезеңіндегі орташа мән ретінде.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

### 6.5.2. Сарқынды суларды жинақтау және тазарту

ЕҚТ 37

Вельц-пештердің жұмысы кезінде тұщы суды тұтынуды қысқарту мақсатында, ЕҚТ көп сатылы қарсы жууды қолданудан тұрады (5.4.2-бөлімді қараңыз).

Сипаты

Жуудың алдыңғы кезеңінен келетін су сүзіледі және жуудың келесі кезеңінде қайта пайдаланылады. Екі немесе үш кезеңді қолдануға болады, бұл бір сатылы анти-ағынды жуумен салыстырғанда су шығынын үш есе азайтуға мүмкіндік береді.

ЕҚТ 38

Вельц пешінің жұмыс процесінде жуу сатысынан суға галогенидтер шығарындыларын болғызбау немесе азайту мақсатында ЕҚТ кристалдануды пайдалануды білдіреді (5.4.2-бөлімді қараңыз).

### 6.6. Құймаларды балқыту, алу, мырыш қорытпаларын құю және мырыш ұнтағын өндіру

#### 6.6.1. Атмосфералық ауаға шығарындылар

##### 6.6.1.1. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары

ЕҚТ 39

Балқыту, қорытпалар алу және мырыш құймаларын құюдан атмосфераға тозаңның ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту мақсатында ЕҚТ теріс қысымдағы жабдықты пайдаланудан тұрады (5.2.7, 5.2.8-бөлімдерді қараңыз).

##### 6.6.1.2. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары

ЕҚТ 40

Балқыту, қорытпалар мен мырыш құймаларын құю және мырыш ұнтағын өндіруден атмосфераға тозаң мен металл шығарындыларын азайту үшін ЕҚТ қапшық сүзгілерді қолданудан тұрады (5.1-бөлімді қараңыз).

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі: 6.14-кестені қараңыз.

6.14-кесте. Балқытудан, қорытпалар алу мен мырыш құймаларын құюдан және мырыш ұнтағын өндіруден атмосфераға тозаң шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Параметр	ЕҚТ-БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2
Тозаң	≤5

\* іріктеу кезеңіндегі орташа мән ретінде.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

### 6.6.2. Сарқынды сулар

ЕҚТ 41

Мырыш құймаларын балқыту мен құюдан сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау үшін ЕҚТ салқындалатын суды қайта пайдаланудан тұрады (5.4.2.-бөлімді қараңыз).

### 6.6.3. Қалдықтар

ЕҚТ 42

Мырыш құймаларын балқытудан кәдеге жаратуға жіберілетін қалдықтардың санын азайту мақсатында, ЕҚТ технологиялық қалдықтарды қайта пайдалануды немесе басқаша технологиялық қалдықтарды қайта өңдеуді жеңілдету үшін, соның ішінде төменде көрсетілген бір немесе екі техниканы қолдану арқылы объектідегі операцияларды ұйымдастырудан тұрады (5.5.1.-бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника
1	2
1	Мырыш қожының тотыққан фракциясын және балқыту пештерінен шыққан құрамында мырыш бар тозаңды күйдіру пешінде немесе мырышты гидрометаллургиялық өндіру процесінде пайдалану
2	Балқыту пешінде катодтарды құюдан мырыш және құрамында металл бар қождың металл фракциясын пайдалану немесе мырышты тазарту қондырғысында мырыш тозаңы немесе мырыш оксиді түрінде алу

## 6.7. Кадмий өндірісі

### 6.7.1. Атмосфераға шығарындылар

### 6.7.1.1. Ұйымдастырылмаған шығарындылар

#### ЕҚТ 43

Ұйымдастырылмаған атмосфераға шығарындыларды азайту мақсатында ЕҚТ төменде келтірілген бір немесе екі техниканы пайдаланудан тұрады (5.7.1- бөлімді қараңыз).

Р/с №	Техника
1	2
1	Пирометаллургиялық өндірісте брикеттеу/ түйіршіктеу және газды бөлу үшін және балқыту, қоспалау және құю процестері үшін гидрометаллургиялық өндірісте шаймалау және қатты-сұйықтықты сепарациялау үшін скрубберге қосылған орталық сору жүйесі
2	Гидрометаллургиялық өндірістегі электролиз кезеңі үшін ұяшықтарды жабу

### 6.7.1.2. Ұйымдастырылған тозаң шығарындылары

#### ЕҚТ 44

Кадмий мен балқытудың пирометаллургиялық өндірісінен атмосфераға тозаң мен металл шығарындыларын азайту, қорытпалар алу және мырыш құймаларын құю мақсатында, ЕҚТ төменде келтірілген әдістердің біреуін немесе комбинациясын қолданудан тұрады.

Р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Қапшық сүзгі (5.1-ді қараңыз)	Жалпыға бірдей қолданылады
2	ЭСТ (5.2.6-ны қараңыз)	Жалпыға бірдей қолданылады
3	Ылғалды тазарту скруббері (5.6.1.1-бөлімді қараңыз)	Қолдану келесі жағдайларда шектелуі мүмкін: - пайдаланылған газ ағынының өте жоғары жылдамдығы (қалдықтар мен сарқынды сулардың көп болуына байланысты) - қуаң аудандарда (судың үлкен көлемі мен сарқынды суларды тазарту қажеттілігіне байланысты)

ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі: 6.15-кестені қараңыз.

6.15-кесте. Кадмийдің пирометаллургиялық өндірісі мен балқытудан, қорытпалар алудан және мырыш құймаларын құюдан атмосфераға тозаң мен кадмий шығарындылары үшін ЕҚТ-мен байланысты шығарындылар деңгейі

Р/с №	Параметр	ЕҚТ-БШД (мг/Нм <sup>3</sup> )*
1	2	3

1	Тозаң	$\leq 5$
2	Cd	$< 0,1$

\* іріктеу кезеңіндегі орташа мән ретінде.

Байланысты мониторинг ЕҚТ 6-да.

### 6.7.2. Қалдықтар

#### ЕҚТ 45

Кадмийдің гидрометаллургиялық өндірісінен кәдеге жаратуға жіберілетін қалдықтардың санын азайту мақсатында, ЕҚТ технологиялық қалдықтарды қайта пайдалануды немесе, әйтпесе, технологиялық қалдықтарды қайта өңдеуді жеңілдету үшін, соның ішінде төменде көрсетілген әдістердің бірін қолдану арқылы объектідегі операцияларды ұйымдастырудан тұрады (5.7.3, 5.8.2- бөлімдерді қараңыз).

Р/с №	Техника	Жарамдылығы
1	2	3
1	Кадмийді мырыш процесінен тазарту секциясында кадмиймен байытылған цемент ретінде алу, оны қосымша шоғырландыру және тазарту (электролиз немесе пирометаллургиялық процесс), нәтижесінде, оны кадмийге немесе кадмий қосылыстарына айналдыру	Ол экономикалық тиімді сұраныс болған жағдайда ғана қолданылады
2	Тазарту бөлімінде кадмиймен байытылған цемент ретінде мырыш процесінен кадмий алу, содан кейін кадмийге бай тұнба алу мақсатында гидрометаллургиялық операциялар жиынтығын қолдану (мысалы, цемент (металл Cd), Cd (ОН) <sub>2</sub> ), ол полигондарда көміліп, барлық басқа технологиялық ағындар кадмий қондырғысында немесе мырыш қондырғысы ағынында қайта өңделеді	Өнеркәсіптік қалдықтар үшін қолайлы полигон болған жағдайда ғана қолданылады

### 6.8. Ремедиация бойынша талаптар

Мырыш пен кадмий өндіру кезінде атмосфералық ауаға әсер етудің негізгі факторы болып ұйымдасқан шығарындылар көздерінен болады.

Бүгінгі таңда ең басты экологиялық проблема мырыш пен кадмий өндірісінен шығатын газдардағы ластағыш заттардың мөлшері болып қала береді. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың түсуі өндірістік циклдің барлық кезеңдерінде болады және тек өндірістік қызметтің ерекшеліктерімен анықталады:

бастапқы шикізаттан мырыш пен кадмий өндіру;  
екіншілік шикізаттан мырыш пен кадмийдің байланысты алынуы;  
алынған өнімдерді қоспалардан тазарту және т.б.

Мырыш пен кадмий өндіру өндірістік объектілері қызметінің жерасты суларына әсер ету шамасы су тұтыну мен су тарту көлеміне, тазарту құрылыстары жұмысының тиімділігіне, сарқынды суларды сүзу алқаптарына ағызудың сапалық сипаттамасына және жер бедеріне байланысты болады. Ағызылатын сарқынды сулардың сапалық құрамы кәсіпорынды сумен қамтамасыз ету үшін пайдаланылатын судың құрамымен, пайдаланылатын шикізаттың құрамымен, технологиялық процестердің ерекшеліктерімен, аралық өнімдердің құрамымен немесе дайын өнімнің құрамымен, бар сарқынды суларды тазарту жүйелері.

Өндірістік және технологиялық процестер нәтижесінде пайда болған қалдықтар шарттық негізде бөгде ұйымдарға кәдеге жаратуға/қайта өңдеуге берілуі мүмкін, өндірілген шахталар кеңістігін толтыру кезінде өздері үшін ішінара пайдаланылуы мүмкін, бір бөлігі қалпына келтіру реакциялары процесінде пайда болатын құрамдас металдар алынғаннан кейін өндіріске қайтарылады.

Экология кодексіне сәйкес экологиялық залал келтірілген табиғи ортаның құрамдас бөлігін қалпына келтіру, молықтыру немесе егер экологиялық залал толық немесе ішінара орны толмас болып табылса, табиғи ортаның мұндай құрамдас бөлігін алмастыру арқылы экологиялық залалды жою жөніндегі іс-шаралар кешені ремедиация деп танылады.

Осылайша, мырыш пен кадмий өндіретін кәсіпорындар қызметінің нәтижесінде атмосфералық ауаның ластануы және ластағыш заттардың табиғи ортаның бір компонентінен екіншісіне ауысуы нәтижесінде келесі жағымсыз салдарлар туындайды:

атмосфералық ауадан топырақ бетіне ластағыш заттардың түсуі және олардың одан әрі жерүсті және жерасты суларына инфильтрациясы нәтижесінде жер мен топырақтың ластануы;

жануарлар мен өсімдіктер әлеміне әсері.

Антропогендік әсер ету нәтижесінде келтірілген өндірістік және (немесе) мемлекеттік экологиялық бақылау нәтижелері бойынша табиғи орта құрауыштарына экологиялық залал фактілері анықталған кезде және қызмет салдарларын жабу және (немесе) жою кезінде базалық есепте немесе эталондық учаскеде белгіленген Жай-күйге қатысты табиғи орта құрауыштары жай-күйінің өзгеруіне бағалау жүргізу қажет.

Әрекеттері немесе қызметі экологиялық залал келтірген тұлға Экология кодексінің (5-бөлімнің 131 – 141-баптары) нормалары мен ремедиация бағдарламасын әзірлеу жөніндегі әдістемелік ұсынымдарға сүйене отырып, учаскенің жай-күйін қалпына келтіру үшін осындай залалды жою үшін тиісті шаралар қолдануға тиіс.

Бұдан басқа, іс-әрекеті немесе қызметі экологиялық залал келтірген тұлға тиісті ластағыш заттардың эмиссияларын жою, тежеу немесе қысқарту үшін, сондай-ақ

олардың ағымдағы немесе болашақта бекітілген нысаналы мақсатын ескере отырып, учаске бұдан әрі қоршаған ортаны қорғау үшін елеулі қауіп тудырмауы үшін мерзімде және кезеңділікте бақылау мониторингі үшін қажетті шараларды қабылдауы тиіс. және табиғи орта компоненттерінің ластануына байланысты оның қоршаған ортаға қатысты қызметінен зиян келтірмеді.

## **7. Перспективалы техникалар**

Бұл бөлімде ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар жүргізілетін немесе оларды тәжірибелік-өнеркәсіптік енгізу жүзеге асырылатын жаңа техникалар туралы ақпарат қамтылады.

### **7.1. Мырыш өндірудің перспективалы әдістері**

#### **7.1.1. Кәдеге жарату қазандығының үздіксіз үрленуін бақылауды автоматтандыру**

Қож айдау пешінің артына орнатылған РКФ 20/1,4-40-1300 кәдеге жарату қазандығын үздіксіз үрлеуді бақылауды автоматтандыру, қазандық суының қаттылық тұздарының концентрациясын және үздіксіз үрлеу суының ағызу көлемін автоматты режимде реттейтін бағдарламалық басқарылатын клапанды енгізу.

Нормативтен тыс үздіксіз үрлеуден болатын жылу энергиясының шығынын қысқарту.

Қазандықта булану процесінде тұздар мен басқа да ерітілген қосылыстардың концентрациясы артады. Тұздардың жоғары концентрациясы көбікке, қазандықтардың ішкі жылыту беттерінде масштабтың пайда болуына әкеледі. Тұздардың концентрациясы мұқият бақыланып, қазандықты үрлеу арқылы реттелуі керек.

Қазандық суындағы тұз құрамының концентрациясын анықтау үшін қазандыққа қызмет көрсететін балқытушылар тәулік сайын, ал қажет болған жағдайда ауысым сайын қазандық суының сынамаларын алады. Содан кейін сынақтарды қызмет көрсету цехының СКН зертханасына жеткізу керек. 5 – 6 сағаттан кейін қазандық суын талдау нәтижелері дайын болады. Нәтижелер негізінде үздіксіз үрлеу шығыны реттеледі.

Жұмыс қағидаты үрлеу мөлшерін автоматты түрде реттеу болып табылады. Электр жетегі бар үрлеу клапаны қазандық барабанынан қаттылық тұздарын мезгіл-мезгіл алып тастауға қызмет етеді. Қазандық судағы қаттылық тұздарының құрамы электр өткізгіштік әдісімен бақыланады. Рұқсат етілген өткізгіштік деңгейінен асып кетсе, позициялық жетек үрлеу клапанын ашады. Өткізгіштік қайтадан рұқсат етілген деңгейден төмендеген кезде, диск клапанды үнемді үрлеу күйіне келтіреді. Қазандық өшірілген кезде, жетек клапанды жабық күйге келтіреді. Техникалық қызмет көрсету және қолмен реттеу кезінде дискіні ажыратуға болады.

Үздіксіз үрлеуді бақылау жұмысын автоматтандыру мыналарға қол жеткізеді:  
жылу энергиясының нормативтен тыс ысыраптарын болғызбау;

казандық судағы тұз мөлшерінің артуын болғызбау;  
құрылымның қарапайымдылығына байланысты қолданудың жоғары сенімділігі мен қауіпсіздігі;  
қарапайым қолмен немесе автоматтандырылған басқару;  
қол еңбегін механикаландыру;  
казандық суға талдау сынамаларын алу және оларды сервистік цехтың СҚН зертханасына тасымалдау кезінде персоналдың жарақат алу қаупін жою;  
кәдеге жарату қазандығының тиімділігін арттыру.

### **7.1.2. Конденсатты жинау және қайтару жүйесін өндіру**

Кәсіпорынның энергетикалық аудитін жүргізу барысында конденсатты кәрізге төгетін орындар анықталды, бұл ондағы жылу энергиясының, сондай-ақ химиялық тазартылған судың жоғалуына әкеледі.

Конденсатты химиялық су тазарту бөлімшесіне қайтару мүмкіндігі ұсынылады. Конденсат химиялық су тазаламас бұрын шикі сумен араласады. Нәтижесінде шикі су мен артезиан суын жылытуға қажетті жылу энергиясы үнемделеді.

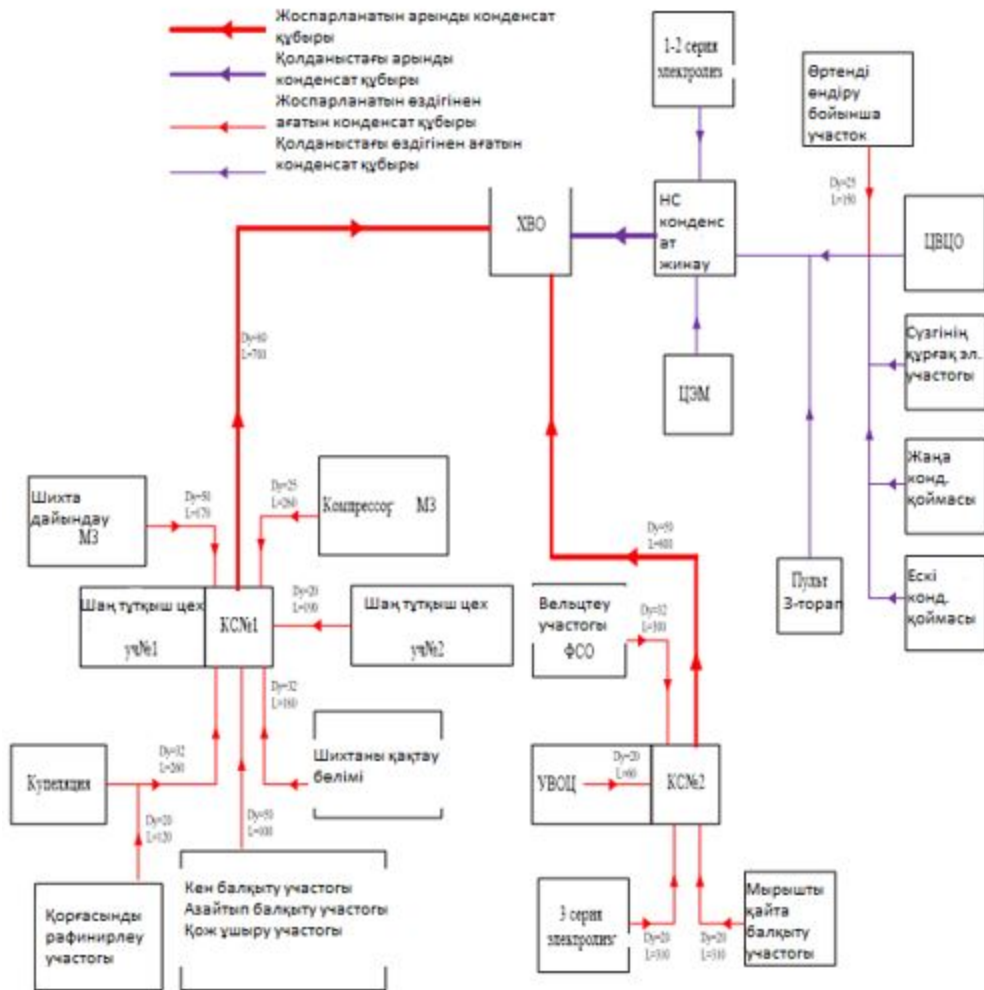
2018 жылы жылыту және желдету қажеттілігіне бу түріндегі жылу энергиясының шығыны 44 259 Гкал құрады. Жылыту және желдету қажеттіліктері үшін бу түріндегі жылу энергиясының жалпы шығыны негізінде қайтарылмайтын конденсаттың көлемі анықталды.

Жылу алмасу жабдығының бу тұтынуын есепке алудың болмауына байланысты, шығарылатын конденсат көлемін есептеу бу шығынының және тиісті жабдықтың жұмыс істеу уақытының паспорттық деректері негізінде жүргізілді.

Бу тұтынушыларының географиялық орналасуына қарай айқындалған екі тобы үшін конденсатты жинау мен қайтарудың екі жүйесін орнату болжанып отыр. Әр топқа бөлек конденсат станциясын орнату қажет. ЦЗ өртендісін өндіру учаскесі үшін жеке конденсат станциясын орнату талап етілмейді. Конденсат станциясының кеңейту ыдысына тиісті топтың барлық тұтынушыларынан конденсат түседі. Конденсатты сорғылар конденсатты химиялық су тазарту бөлімшесіне жібереді.

Конденсатты қайтару жүйесінің қағидалық сұлбасы төменде келтірілген.





7.1-сурет. Конденсатты қайтару жүйесінің негізгі схемасы

**7.1.3. Жылу тұтынатын жабдықты будан ыстық суға ауыстыру**

Жылу тұтынатын жабдықты будан ыстық суға ауыстыру.

Көзбен шолып қарау және аспаптық өлшеулер жүргізу барысында ішінара жылыту және желдету қажеттіліктеріне бу пайдаланылатыны анықталды, мұның өзі төмендегілерге әкеледі:

бу беру көзіне конденсатты қайтармау;

жылу тұтынуды реттеу мүмкіндігінің болмауына байланысты тұтынушылардың жылытуға жылу энергиясын жоғары тұтынуы (10-15 %);

жылу энергиясы шығынының ұлғаюы (5–10 %);

су желілеріне қатысты бу желілеріндегі жылу энергиясының тым көп шығыны (5–10 %).

Бұл техника энергия тұтынуды басқаруды жақсартуға мүмкіндік береді.

**7.1.4. Гематит, гетит және ярозит техникалары**

Қазіргі уақытта мырыш кектерін гидрометаллургиялық өңдеудің үш схемасы бар:  
гематит түріндегі ерітіндіден металл бөле отырып, кекті қысыммен шаймалау – гематит-процесс;

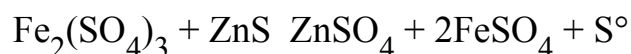
гетит түріндегі ерітіндіден металл бөле отырып, атмосфералық қысым кезінде кекті шаймалау – гетит-процесс;

гетит түріндегі ерітіндіден металл бөле отырып, атмосфералық қысым кезінде кекті шаймалау – ярозит-процесс.

110-180 °С температурада автоклавта шаймалау тұнбасы және күкірт қышқылының концентрациясы негізіндегі бастапқы гематит процесі (бірінші әдіс) (150–180 г/л және 40–50 г/л). Мұндай жағдайларда мырыш, мыс, сирек кездесетін металдар мен темір толығымен ерітіндіге ауысады, одан темірдің көп бөлігін гематит түрінде темір шығаратын гидролиз құбылысын қолдана отырып алуға болады (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Бұл әдіс өнеркәсіпте тек екі зауытта қолданылады: жапондық Акитазинк компаниясының Индусима зауыты және Германиядағы Даттель зауыты.

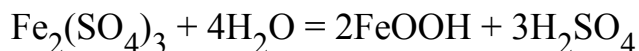
Ярозит процессімен салыстырғанда гетит процесі темір бар өнімдерді өңдеуге мүмкіндік береді (60 %-дан астам Fe), бұл оны металлургиялық зауыттарға жіберуге мүмкіндік береді. Бұл процестің кемшілігі – күрделі қымбат жабдықтардың-автоклавтардың қажеттілігі. Гетиттік технология келесі кезеңдерді қамтиды: мырыш тұнбасын жоғары температуралы қышқылмен шаймалау; үш валентті темірді екі валентті күйге дейін қалпына келтіру; ерітіндіні бейтараптандыру, темірді гетит түрінде тотықтыру және тұндыру.

Мырыш кектерінің гетиттік технологиясы бойынша шаймалау пульпаның 95 °С температурасында 50 – 60 г/л бос күкірт қышқылының қалдық құрамына дейін 6 – 8 сағат жұмсайды. Құрамында 25 %-ға дейін Pb, 3 – 4 %-ға дейін мырыш, бағалы металдар мен бос жыныстар бар алынған қорғасын кегі қорғасын зауытына жіберіледі. Кектің шығымы мырыш тортының бастапқы салмағының шамамен 30 – 33 % құрайды. Мырыш тұнбасын шаймалау арқылы алынған ерітіндіде темірдің едәуір бөлігі сульфат – Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> түрінде болады. Ерітіндіні бейтараптандыру кезінде Темірдің мерзімінен бұрын гидролизін болғызбау үшін сирек металдарды бөлу үшін үш валентті темір күйдірілмеген мырыш концентратымен қалпына келтіріледі, былайша реакция жүреді:



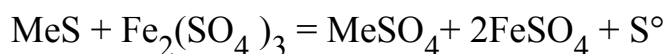
Темірді қалпына келтіру 97 °С кезінде 3 – 4 сағат ішінде жүзеге асырылады, құрамында 20 % мырыш пен 50 % күкірт бар сульфидті кек сүзгісі бастапқы мырыш концентратымен бірге күйдіруге жіберіледі. Құрамында 20 г/л күкірт қышқылы, 20 – 30 г/л екі валентті темір және 1 г/л үш валентті темір бар ерітінді бейтараптандырылады.

Мырыш өртендісін катализатор ретінде пайдалана отырып, дәл сол уақытта реакция жалғастырылады:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{ZnO} = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , ерітіндідегі күкірт қышқылының мөлшері 3 г/л дейін азаяды, бұл жағдайда үшвалентті темір тұнбаға түседі. Ерітінді бейтараптандырылғаннан кейін азайтылған өнім шаймалауға, ал ерітінді гетит тұнбасына қайтарылады. Темірді тұндыру операциялары 90 – 95 °С температурада 6 сағат ішінде ерітіндіні одан әрі оттан рН 1,5–2,5-ке дейін бейтараптандыру және екі валентті темірді ауа оттегімен тотықтыру арқылы жүзеге асырылады. Тотыққан темір гидролизденіп, реакция арқылы қиын еритін гетит түзеді:



Гетит тұнбасы қоюлатылып, сүзіледі. Алынған торттың құрамында 50 %-ға дейін темір және 3 – 4 % мырыш болады. Гетит бөлінгеннен кейін ерітінді мырыш өртендісін шаймалауға жіберіледі. Гетит технологиясы бойынша мырыш кектерінен ерітіндіге шығарылады, %: 80 Zn, 80 Cd және 70 Cu. Технологияның артықшылықтары ерітіндіде мырыш, кадмий және мыс алудың жоғары деңгейінен басқа: мырыш сульфаты ерітінділерін күшән, сүрме, германий, фтор сияқты қоспалардың 60 – 70 % тазарту; қорғасын кегін қорғасынмен және асыл металдармен барынша байыту; гетит тұнбасының жеңіл сүзілуі (сағатына 500 – 1000 кг/м<sup>3</sup>); әдеттегі жабдықты пайдалану.

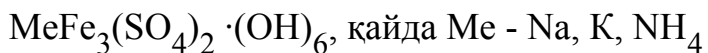
Қазіргі уақытта мырыш кегін өңдеудің ярозитті технологиясы кеңінен қолданылады : техникалық күкірт қышқылымен пайдаланылған электролит қоспасында тұнбаны жоғары температуралы шаймалау, шаймалаудан кейін кекті тұндыру; қоюландырылған кекті сүзу; қорғасын сүзгісінде тұнбаны жуу және кептіру; жоғары температуралы шаймалаудан кейін ерітіндіні бейтараптандыру, ерітіндіні бейтараптандырғаннан кейін шламды тұндыру, құрамында темір бар ерітіндіден ярозит түріндегі мырыш сульфатын темір тотықтыру және тұндыру, суспензияны тұндыру, ярозит кегін сүзу, жуу және кептіру. Ярозит технологиясы бойынша мырыш кектерін қайта өңдеу кезінде кек құрамында 150 – 200 г/л күкірт қышқылы бар қоспада пайдаланылған электролитпен 90 -95 °С температурада 4-6 сағат ішінде 60-90 г/л ерітіндінің қалдық қышқылдығына жеткізілгенге дейін өңделеді:



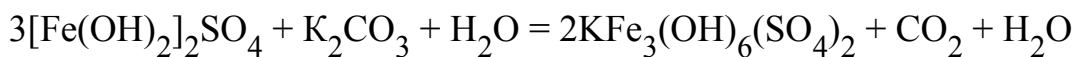
мұнда, Me - мырыш, мыс, кадмий.

Жоғары температуралы қышқыл шаймалаудан кейін металдарды сульфат ерітіндісіне алу, %: 94 – 95 Zn; 93 – 94 Cu; 94 – 95 Cd; 70 – 80 Fe; 90 As; 65 Ni; 60 Co; 16 Sb. Ерітіндінің жоғары шаймалау температурасы 20 – 25 г/л темірден тұрады, негізінен үшвалентті формада және көп мөлшерде күшән болады. Шаймалаудан кейін целлюлоза

тұндыру операциясына беріледі, тазартылған ерітінді және қоюландырылған целлюлоза сүзіледі. Күміс және алтынмен байытылған қорғасын кегін шаймалаудан қалған қатты қалдық жуылғаннан кейін кептіріліп, қорғасын балқыту кәсіпорындарына жіберіледі. Құрамында мырыш, кадмий, мыс, сирек кездесетін металдар мен темір бар ерітінді 10 г/л дейін қышқылды бейтараптандыруға бағытталған. Жоғары температуралы шаймалау ерітінділерін бейтараптандыру ярозит түрінде темірді кейіннен тұндыру үшін қажетті жағдайлар жасау мақсатында жүргізіледі. Ерітіндідегі күкірт қышқылын бейтараптандыру ерітіндіге вельц оксидтерін немесе мырыш оксидін беру арқылы жүзеге асырылады. Қатты фазаның ерітіндісін бейтараптандырғаннан кейін қойылтқыштағы ерітіндіден пульпалар бөлінеді. Қоюландырылған қойыртпақ кекті шаймалауға және ярозит түрінде темірдің шөгуіне қайтарылады. Ярозит-темір ерітіндісінен темір мен сілтілі металдардың (натрий, калий) немесе аммонийдің ерімейтін күрделі қосылыстары түрінде шөгіндіге негізделген процесс. Қосылыстардың жалпы формуласы:



Ярозиттің пайда болуы келесі реакциялар бойынша ерітіндіде калий, натрий немесе аммоний иондарының қатысуымен жүреді:



Эквивалентті темірді тотықтыру үшін марганец кендерін ( $\text{MnO}_2$ ) немесе оттегімен байытылған ауаны пайдаланады. Темірді тұндыру 90 – 95 °С температурада жүзеге асырылады. Темір тотыққаннан кейін ерітіндіге сода сақары ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) немесе аммиак суы ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) енгізіледі, ерітіндіні РН 1.0-ден 1.5-ке дейін бейтараптандыру үшін мырыш өртендісі қосылады. Ярозит тұнбасы қоюлатылып, шайылып сүзіледі. Темірдің тұндыру ұзақтығы ерітіндідегі темір иондарының бастапқы концентрациясына байланысты және әдетте 3 – 4 сағатты құрайды. Осы уақыт ішінде барлық үшвалентті темір және 90 %-ға дейін күшән мен сүрме тек 2 – 3 % мырыштан тұратын темірлі кекке шөгеді.

Гетитпен салыстырғанда ярозит технологиясы келесі артықшылықтарға ие болады: кектің мырышты шығыны едәуір төмен. Гетит әдісімен тұнбадағы мырыштың мөлшері 3 – 4 %, ал ярозит 2 – 3 % дейін азайтылуы мүмкін; темір кектеріндегі өндіріс көлемінің төмендеуі, кек темірдің көп мөлшерімен алынады; ярозит әлдеқайда жақсы тұндырылған, сүзілген және жуылған, өйткені ол кристалды құрылымға ие; ярозит түзілу үшін қолданылатын реагенттердің аз шығыны, өйткені олардың құрамында натрий, калий немесе аммоний аз.

Гетитпен салыстырғанда ярозит технологиясының кемшілігі - темір гидроксидтерінен (күшән, сүрме, германий және басқалары) толығымен ағып кететін қоспалардан ерітіндіні тазартудың нашарлауы, сонымен қатар темір қалдықтарынан қосымша тазарту қажет.

#### 7.1.5. "Корея Мырыш" батырмалы фурмасы бар пештерде мырыш кектерін өңдеу

OXY Cup процесі;

Fastmet технологиясы;

Primus процесі;

ISASMELT реакторы.

Вельц-процесс мырыштың термиялық қалпына келуінен және одан кейін оны газ фазасына айналдырудан тұрады. Қатты тотықсыздандырғышпен (коксикпен) қиыстырылған құрамында мырышы бар шламдар мен тозаңдар айналмалы құбырлы пешке тиеледі, онда шихта 1200 °С дейін қызады. Пештегі шихта пайдаланылған газдары бар қарсы ағынмен ауыстырылады. Процесс барысында мырыш пен қорғасын қалпына келтіріледі, олар пайдаланылған газдармен бірге пештен шығарылады, содан кейін газ тазарту жүйесінде ұсталады. Ұсталған өнім жалпы массаның орта есеппен 50 – 60 % құрайды. Zn құрамында басқа да қоспалар болады (Pb, Cd және басқалары). Жанама өнім – қождың металл темір қоспасы болып табылады, ол шектеулі пайдалану саласына және ықтимал тұтынушыларға сату үшін төмен бағаға ие болады. Бұл технологияның негізгі кемшіліктері отынның үлкен шығыны және мырыш концентратын темір оксидтерімен ластау болып табылады.

OXY Cup процесі – бұл OXY Cup шахталық пешінде металлургиялық зауыттардың тозаң мен шламдардан өңделген кесектелген шихтасын қайта өңдеу технологиясы, ол шойын балқытқыш пештің заманауи модификациясы болып табылады. Пештің жоғарғы бөлігінде (мойындық) тиеу бункері, төменде газ шығару камерасы орналасқан. Мұндай конструкция кезінде жұмыс істеу барысында салғыш түтіндемейді. Пештің (шахтаның) ортаңғы бөлігі шихта материалдарын алдын ала қыздыру үшін қызмет етеді және металл мен қожды балқыту аймағымен аяқталады. Төменгі бөлігінде (ошақ) металл қабылдағыш және металл мен қожды бөлуге арналған құрылғы орналастырылады. Төмен температура аймағында газ тәрізді мырышты тотықтырған кезде пайда болатын ZnO бөлшектері өте ұсақ болады және пештен тозаңмен бірге шығарылады. OXY Cup технологиясы бойынша өңдеу нәтижесінде құрамында мырыш 25 % мас. болатын ыстық металл, қож және мойындық тозаңы алынады, бұл одан әрі өңдеу үшін шикізат болып табылады. Технологияның негізгі кемшіліктері – металлургиялық өндірістің тозаңы мен шламын өңдеудің басқа технологияларымен салыстырғанда отынды көп тұтыну және мойындық тозаңы түрінде жартылай өнім алу, оны мырыш алу мақсатында одан әрі өңдеуге жіберу қажет.

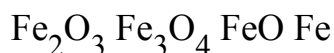
Fastmet технологиясы дөңгелек пештегі темір мен мырыштың термиялық қалпына келуіне негізделген тозаң мен шламды қайта өңдеу. Осы процесте алынған тікелей қалпына келтірілген темір келесі химиялық құрамға ие болады, % мас., тиісінше: С – 3,0 – 4,0; S – 0,15 – 0,5; Feжалпы – 85 – 90; Feмет – 75 – 78; FeO – 10 – 15; бос жыныстың оксидтері – 5 – 10. Бұл өнімнің сапасы (құрамында бос жыныстың оксидтері мен зиянды қоспалар көп) жоғары емес және оны тек домна пештері мен оттегі түрлендіргіштеріне қоспа ретінде пайдалануға болады. Мұндай шикізатты электр болат балқыту пештерінде қолдануға болмайды. Бұл процестің бірнеше артықшылықтарының бірі - тікелей қалпына келтіретін темірді ала отырып, құрамында мырыш мөлшері жоғары Домна пешінің, Конвертердің және электр болат балқыту өндірісінің шламдары мен тозаңдарын өңдеу мүмкіндігі [49].

Fastmelt технологиясы - Fastmet технологиясының одан әрі дамуы нәтижесінде пайда болды, бұл құрамында мырышы бар құнды өнімді бос жыныстың оксидтері мен зиянды қоспалардан (S, P және т.б.) тазарту жолдарын іздеу қажеттілігімен байланысты болды. Бұл технология, шын мәнінде, fastmet технологиясымен алынған тікелей қалпына келтірілетін темірден шойын өндіруге арналған шойын балқытатын электр пешімен толықтырылған Fastmet процесі болып табылады. ЭЧП-ға ерітілген металдандырылған өнімдер бос жыныстың оксидтерінен тазартылады, зиянды қоспалардан ішінара тазартылады. Нәтижесінде домна шойынына жақын шойын алынады, бірақ, әдетте, құрамында күкірт пен фосфордың мөлшері жоғары болады. Fastmelt процесінің негізгі проблемалары - ЭЧП отқа төзімділігінің төмендігі және энергияны көп тұтынуы.

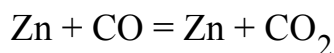
Primus процесі екі сатылы болып табылады, бірінші сатысында темірді кептіруге, қыздыруға және бастапқы қалпына келтіруге арналған MNF (MNF ағылшын тіліндегі "multiple-hearth furnace" сөздерден) көптабанды пеші, екінші сатысында – Primus балқыту блогы бар EAF (EAF ағылшын тіліндегі "electric arc furnace" деген сөздерден) электр доғалы пеш пайдаланылады. Мұндай аппаратуралық безендіру кезінде технология темірді шихтадан толық қалпына келтіруге және металл балқымасын алуға, сондай-ақ тотығатын және конденсацияланатын мырышты алуға мүмкіндік береді. Тоzaң мен шламды өңдеу кезінде энергия ресурстарын көп тұтыну бұл технологияның кемшілігі болып табылады, бұл соңғы өнімдердің өзіндік құнына әсер етеді. Құрамында темір бар техногендік шикізатты қайта өңдеу технологиясын әзірлеу. Авторлар айналмалы табаны бар дөңгелек пештегі брикеттелген шихтаны қалпына келтіріп балқытуға негізделген металлургиялық өндірістің тозаңы мен шламын өңдеу әдісін ұсынды [50].

Металлургиялық өндірістің тозаң тәріздес техногендік шикізатынан темір мен мырышты алу олардың құрамында оттегі бар нысандарынан көміртегі бар материалдармен құнды компоненттерді қалпына келтіруге негізделген. Қатты көміртектің арқасында шихтаның құнды элементтері ішінара қалпына келтіріледі, бұл

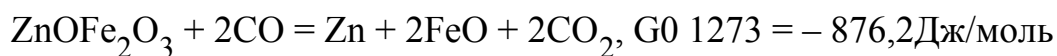
процесс екінші роль атқарады. Негізгі тотықсыздандырғыш СО болып табылады (қатты күйдегі көміртек қарапайым мырышты алуды жеңілдетуге мүмкіндік беретін иісті газды ала отырып  $\text{CO}_2$  ыдырауына қатысады). Темір шихта құрамында  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  оксидтері түрінде болғандықтан, жылу әсерінен СО оларды схема бойынша таза темірге дейін қалпына келтіреді:



Қалпына келтірілген темірдің бір бөлігі кокс көміртегіне қосылады және  $\text{Fe}_3\text{C}$  темір карбиді түзіледі (яғни темірдің көміртекпенуі жүреді). Мырыштың көміртегі монооксидімен белсенді қалпына келтірілуі  $906^\circ\text{C}$  кезінде оның бу күйіне ауысуымен жүреді:



Мырыштың негізгі бөлігі  $1100^\circ\text{C}$  температурада бу күйіне өтеді. Мырыштың басым бөлігі тозаңда темірмен  $\text{ZnO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  кек түрінде байланысады, ол көміртегі монооксидімен қалпына келтіріледі:



Мырыш кегінің мырышы төмен температурада таза мырыш оксидіне қарағанда тезірек азаяды және процесс біртіндеп жүреді, бірақ мырыш оксиді темір оксидінен толық қалпына келтірілгеннен кейін ғана азаяды, бұл жағдайда  $\text{ZnO}$  түзілген қарапайым темірмен қалпына келтірілуі мүмкін. Қалпына келтірілген мырыш пеш газдарымен бірге пештен шығарылады және газ тазалау аппараттарында ұсталады. Содан кейін ұсталған мырышты айдау галогені бар компоненттерді алу үшін табақшалы пешке тотықтырғыш күйдіруге жіберіледі (Cl, F). Металл темір түйіршіктері материалды қыздыру арқылы алынады: шихтаның құрамындағы металл оксиді көміртегі тотықсыздандырғышымен және металл оксидінің төмендеуі нәтижесінде алынған тотықсыздандырғыш газбен әрекеттеседі. Металл оксидінің қатты күйден қалпына келуі үшін алынған азайтылған темірді тотықсыздану атмосферасында одан әрі қыздыру қажет, бұл оның көміртекпенуін, темір балқымасын алуды қамтамасыз етеді, оған тотықсызданған темір бөлшектерін одан әрі коагуляцияламай-ақ алады. Ол үшін шихтадағы қож компоненттерін реттеу үшін, яғни 0,6-дан 1,8-ге дейінгі диапазонда  $\text{CaO/SiO}_2$ -ді ұстап тұру үшін шихтаға  $\text{CaO}$  көзін (мысалы, әктас) қосу керек

. Шихтадағы күкірт құрамындағы қож компоненттерінің дұрыс таңдалған негізінде қалпына келтіру балқымасы кезінде алынған қожға сіңеді және алынған шойын түйіршіктерінде осы қоспалық элементтің құрамы 0,05 % деңгейінде болады. Пеште қалпына келтіріп күйдіруден кейін өнімдер түсіріліп, салқындатуға жіберіледі, содан кейін магнитті сепарация көмегімен түйіршіктелген шойынды қождан бөлу жүзеге асырылады. Ұсынылған әдіс Fastmet технологиясына ұқсас, бірақ өрттің температуралық режимдерінде, сондай-ақ дайын өнімнің сапалық сипаттамаларында айырмашылықтар бар. Егер Fastmet технологиясы бойынша алынған тікелей тотықсыздану темірінің (кеуекті темір) құрамында бос жыныс оксидтері қосылған негізгі элемент 85 %-90 % болса, онда авторлар ұсынған тікелей тотықсыздану темірін (түйіршіктелген шойын) алу технологиясы бойынша оның құрамында бос жыныс оксидтері болмаған кезде негізгі металдың құрамы кемінде 95 %-ды құрайды. Сондай-ақ түйіршіктелген шойын мен кеуекті Темірдің химиялық құрамындағы маңызды айырмашылық күкірт мөлшері болып табылады, ол сәйкесінше 0,04-тен 0,05 % мас. және 0,15-тен 0,5 % мас. дейін.

ISASMELT™ реакторы тік цилиндрді білдіреді, процестің басты ерекшелігі ISASMELT™ фурмасы болып табылады, ол пеш күмбезі арқылы түсіріледі, бұл ретте фурманың ұшы ғана балқытылған қождың ваннасына батырылады. Шихта пешке жоғарыдан беріледі және фурма арқылы ауа мен оттегін беру кезінде ваннаның ішіндегісімен реакцияға түседі. Берілген ауа мен оттегі жоғары турбулентті ваннаны жасайды, бұл реакциялардың тез жүруіне және жылу берілуіне ықпал етеді.

Пештің ортасында орналасқан фурма арқылы балқытылған ваннаға ауа, оттегі және отын жеткізіледі. Фурманың биіктігі оның ұшы пештегі балқытылған қождың бетінен сәл төмен болатындай етіп есептелген. Фурма арқылы берілетін ауа, оттегі және отын түріндегі үрлеу сұйық материалды қарқынды араластыруға ықпал етеді, бұл зарядтың оттегімен тығыз әрекеттесуін қамтамасыз етеді. Фурманың бетіндегі қождың қатып қалған қабаты оны пештің агрессивті ортасынан қорғайды. Пештің ішінде өтетін реакциялардың шығатын газдары пештің жоғарғы жағына көтеріліп, кәдеге жаратушы қазанға түседі, онда жиналған жылу бу шығару үшін ұсталады, ал салқындатылған газдар күкірт қышқылы қондырғысына жібермес бұрын одан әрі тозаңнан тазарту үшін электр сүзгісіне жіберіледі.

Балқыту процесінде пештегі сұйық балқыманың деңгейі көтеріліп, төмендейді. Саңылаулардан айырмашылығы, оның ұшының орнын түзету үшін фурманы автоматты түрде және қолмен көтеруге және түсіруге болады.

ISASMELT™ балқыту процесінің өнімдері пештің төменгі бөлігінен су салқындататын шығару тесігі (летка) арқылы түсіріледі.

Шығару процесі жартылай автоматты механизм арқылы жүзеге асырылады және мерзімді немесе үздіксіз болуы мүмкін.



### 7.1.6. Nippon Steel – табаны айналмалы пеш технологиясы бойынша қара металлургияның құрамында мырыш бар тозаңын өңдеу

#### Сипаты

Қарауға ұсынылатын технология: домна пештерінің тозаңын айналмалы пештегі брикеттеу және қалпына келтіру арқылы кәдеге жарату [51]. Шығу кезінде екі өнім алынады:

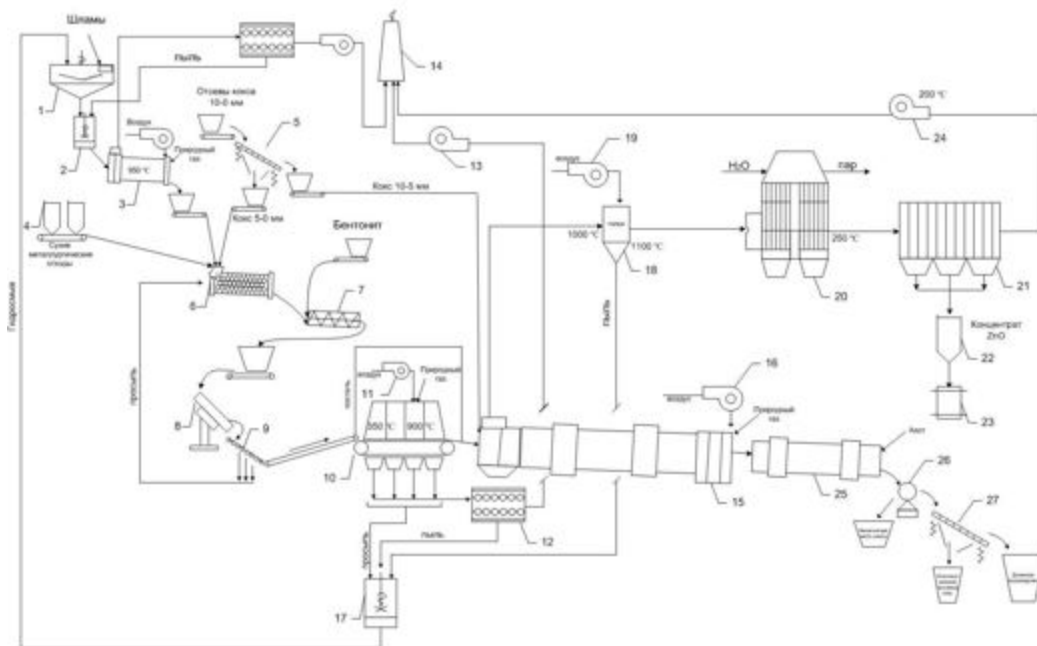
1) мырыштан және көптеген зиянды қоспалардан тазартылған металданған шекемтастар (DRI), оларды домна пешіне қайта жіберуге және болат балқыту кәсіпорындарына сатуға болады;

2) қапшық тозаң тұтқыштарда жиналған мырыш оксиді.

Қағида бойынша, айналмалы табанды немесе айналмалы пештер базасындағы қондырғыларға (үктелетін шихтаның 6 – 8 %) қарағанда балқыту реакторларынан және шахталық пештерден (құбырлы) тозаң өте көп шығарылады (құбырлы) (0,7 – 1,0 %). Соңғы жағдай ұсталған тозаңдағы мырыш оксиді концентрациясының айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Айналмалы пеші бар пештерге негізделген процестер тобынан біз кеңінен игерілген FASTMET және ROMELT технологиянысын қарастырамыз [52].

Аралас қойыртпақ өткізгіштері бар металлургиялық шламдар 1 қойылтқышқа беріледі. Ылғалдылығы 40 %-ға дейінгі, араластырылған және аралық жинағыштарда орташаланған пульпа кептіру барабандарына 3 беріледі, онда шламдар 6 – 8 % ылғалдылыққа дейін кептіріледі. Құрғақ қалдықтар (ылғалдылығы 1 % дейін) аспирациялық құрылғылармен жабдықталған 4 силосқа қабылданады. Кокс қалдықтары (ірілігі 10 – 0 мм) 10 – 5 мм және 5 – 0 мм кластарға бөлу үшін елек 5-ке беріледі. Ірілігі 5 – 0 мм кокспен берілген арақатынаста кептірілген шламдар мен құрғақ тозаңдар жинау конвейеріне мөлшерленеді және ұнтақтау үшін 6 шар барабанды диірменге беріледі. Ұсақталған орташа шихта мен бентонит ұнтағы шығыс бункерлеріне беріледі, олардан 7 қарқынды шнек араластырғышқа мөлшерленеді. Аралас шихта бентонитті ұстауға арналған 8 тостаған кесектегіштің алдындағы бункерге түседі. Кесектегіште ірілігі 10 – 20 мм шикі жентектер жентектеледі. Араластырғыш пен кесектегіш шихтаның 9,0 – 9,2 % ылғалдылығын қамтамасыз ету үшін су беру құрылғыларымен жабдықталған. Шикі жентектер 9 роликті коректендіргішке беріледі, ол кондициялы емес жентектерді (9 мм) жояды. Роликті коректендіргіштің төгіндісі конвейерлер жүйесімен 6 шарлы барабанды диірменге қайтарылады. Желтартқыш торға 10 салынған шикі жентектер термиялық өңдеуден өтеді (350 °C дейін кептіріліп, 900 °C дейін қыздырылады). Желтартқыштарды қорғау үшін жоғары термиялық жүктемелерді ескере отырып, тордың түсіру науасынан алынатын жылытылған қатайған шекемтастардан төсем жасау көзделеді. Желтартқыш тордың ошағы табиғи газбен жылытылады. Шығарылған газдар тозаңды ұстау жүйесіне тасымалданады 12, тазалаудан кейін олар құбырға тасталады 14.

Қатайтылған шекемтастар 15 айналатын пештің тиеу бастиегіне тиеледі, оған сондай-ақ кокс 10 – 5 ММ електерінің фракциясы беріледі. Табиғи газбен жылытылатын айналмалы пеште мырыш, темір оксидтері және қатайған шекемтастар құрамындағы ілеспе элементтер қалпына келтіріледі. Шекемтастардың төгіліп жатқан қабатындағы қалпына келтіру атмосферасы шекемтастардың ішінде орналасқан, сондай-ақ пешке қосымша тиелетін қатты отынның есебінен қамтамасыз етіледі. Жоғары температураның әсерінен қалпына келтірілген мырыш (1150 °С дейін) буланып, пештің тиеу бастиегі арқылы шығатын газдармен шығарылады. Шығатын газдар 18 циклондық оттыққа тасымалданады, онда олар толық жағылады, сондай-ақ пештен шығарылатын ірі фракциялардың тозаңы ұсталады. Циклондық оттықта және желтартқыш тордың батареялық циклондарында тұтып алынатын тозаң, сондай-ақ желтартқыш тордың астынан гидрожуумен алынатын төгінді 17 аралық жинағышқа келіп түседі, сол жерден қойылтқыштарға беріледі. Жанғаннан кейін шығатын газдар 20 қазандықтан өтеді, онда олардың температурасы 200 – 250 °С-қа дейін төмендейді және кіретін су буланып кетеді. Сонымен қатар бу мырышының конденсациясы қатты агрегаттық күйге өтеді. Салқындатылған газ тазалау үшін 21 қапшық сүзгіге түседі. Ірілігі 0,03 – 100 мкм ұсталған тозаң ZnO концентраты болып табылады, ол аспирациялық құрылғылармен жабдықталған 22 силосқа жиналады. ZnO концентраты силостан 23 қаптау желісіне түседі және концентрат қоймасына жөнелтіледі, ол жерден тұтынушы кәсіпорындарға тасымалданады. Темір металдандыру дәрежесі ~40 % қалпына келтірілген жентектер айналмалы пештен 25 сумен салқындататын барабанды тоңазытқышқа түседі, онда олардың температурасы 100 °С дейін төмендейді. Металданған шекемтастардың тотығуын болғызбау үшін тиеу торабы герметикалық түрде орындалған, ал тоңазытқыштың жұмыс кеңістігі азотпен толтырылған. Салқындатылған түйіршіктер барабанның магниттік сепараторына 26 түседі, онда кокс күлі материал ағынынан шығады. Сепарацияланған шекемтастар домна өндірісіне жіберілетін, кондициялық сыныбы 8 – 18 мм бөлінетін 27 елекке түседі. Кондициялық емес ұсақ-түйек (8 мм) агломерациялық өндіріске жіберіледі. Қарастырылған схеманың келесі артықшылықтары бар. Біріншіден, бұл экологиялық мәселелерді шешуден басқа, өнімнің екі түрін алуға мүмкіндік береді: мырыш оксидінің тауарлық концентраты және одан әрі домендік қайта бөлу үшін алдын ала қалпына келтірілген темір жентектер. Екіншіден, бұл схема күрделі және операциялық шығындар тұрғысынан бәсекеге қабілетті. Үшіншіден, салыстырмалы түрде арзан және коммерциялық игерілген жабдықтар қолданылады.



1 – қоюлатқыш, 2 – аралық жинағыштар, 3 – кептіргіш барабандар, 4 – силостар, 5 – елек, 6 – барабанды диірмен, 7 – кірмекті араластырғыш, 8 – табақшалы жентектегіш, 9 – роликті қоректендіргіш, 10 – желтартқыш тор, 11 – желдеткіш, 12 – батареялы циклондар, 13 – түтінтартқы, 14 – түтін мұржасы, 15 – айналмалы пеш, 16 – желдеткіш, 17 – аралық жинағыш, 18 – циклонды оттық, 19 – желдеткіш, 20 – кәдеге жаратушы қазан, 21 – қапшық сүзгі, 22 – силос, 23 – қаптау желісі, 24 – түтінтартқы 25 – барабанды тоңазытқыш, 26 – магнитті сепаратор, 27 – елек

7.2-сурет. "Желтартқыш тор – айналмалы пеш" қондырғысы базасында құрамында Zn бар тозаң мен шламды кәдеге жарату схемасы

## 7.2. Су ресурстары

Мырыш пен кадмий өндірісінен сарқынды суды тазартуға арналған кері осмос қондырғысы

Пайдаланылған технологиялық және салқындатқыш суды мырыш пен кадмий өндірісінен тазарту үшін кері осмос қондырғысын қолдану өнеркәсіптік ауқымдағы демонстрациялық қондырғыда зерттеледі. Мақсаты - сарқынды суларды кәдеге жарату үшін азайту, бұл металдардың аз шығарылуына және таза суға деген қажеттіліктің төмендеуіне әкеледі. Пайда болған сарқынды сулар мен қалпына келтірілген металдар балқыту пешіне қайтарылады.

Ауыр металды тиімді жою үшін түйіршікті материалды қолдану

Түсті металдардың әлемдік жетекші жеткізушісі және әлемдегі мысты ірі қайта өңдеушілердің бірі Augubis (Гамбург) [53]. зауытында пилоттық режимде ауыр

металдар мен басқа да ластағыш заттарды судан тиімді жоятын, патенттелген минералды негіздегі түйіршіктелген материалды пайдалануға негізделген қондырғы пайдаланылуда. Бастапқы сынақтардың нәтижелері оң нәтижелерді көрсетті, қазіргі уақытта жобаны кеңейту жұмыстары жоспарлануда, бұл жерасты суларын пайдалануды одан әрі азайту үшін сарқынды суларды қайта өңдеуге және қайта пайдалануға мүмкіндік береді [55].

#### Тұндыру және флотация

Тұндыру – ерімейтін металдар мен қатты бөлшектердің кешендерін сұйық ағындардан бөлу үшін ауырлық күші қолданылатын сұйықтықтан қатты бөлшектерді шығару әдісі.

Ірі флокуляцияланған шөгінділерді немесе пластмасса бөлшектері сияқты өзгермелі бөлшектерді шлам бетіне шығару арқылы ағындардан шығару үшін флотация әдістері қолданылады.

Тұндыру әртүрлі тұндырғыш ыдыстарда, мысалы, тұндырғыш бассейндерде, тоғандарда немесе резервуардың төменгі бөлігінде орнатылған шламды кетіруге арналған құрылғылары бар мамандандырылған тұндырғыш ыдыстарда (қоюлатқыштар, суды ағартуға арналған бактар) жүзеге асырылуы мүмкін. Көбінесе тікбұрышты, шаршы немесе дөңгелек пішінді тұндырғыштар қолданылады. Тұндыру кезеңінде алынып тасталған шлам, мысалы, вакуумдық сүзгі пресінің көмегімен сусыздандырылуы мүмкін. Алынған сүзінді сарқынды суларды тазарту процесінің бастапқы кезеңіне немесе тазарту технологиясына байланысты пайда болған технологиялық кезеңге қайтарылуы мүмкін. Бұл әдісті қожды түйіршіктеу немесе металл патшаларын өндіру үшін пайдаланылған сарқынды сулардан қатты бөлшектерді оқшаулау үшін қолдануға болады.

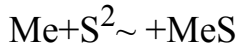
Флотация тұндыруға балама бола алады. Флотацияны еріген ауаның көмегімен жасауға болады. Ауа қысыммен тоқтатылған ортада ериді және қысым төмендеген кезде ерітіндіден ұсақ ауа көпіршіктері түрінде шығарылады. Нәтижесінде бөлшектер бетіне қалқып шығады, содан кейін флокуляцияланған тұнба сұйықтық бетінен оңай алынып тасталуы мүмкін.

#### Биологиялық тазарту

Сульфид иондарын алу үшін зауыттардың бірінде биологиялық процесс қолданылады[54]. Ылғалды газды тазарту нәтижесінде пайда болатын әлсіз қышқыл құрамында жоғары концентрациядағы сульфаттар болады(10–25 мг/л). Сульфаттар сарқынды суларды биологиялық тазарту қондырғысында сутегі газы мен сульфатты төмендететін бактериялардың көмегімен сульфид иондарына дейін азаяды:



Сутегі риформинг қондырғысында табиғи газ бен будан өндіріледі. Мырыш және басқа металдар  $S^{2-}$ -мен әрекеттеседі және металл сульфиді ретінде тұндырылады:



Осындай өңдеуден кейін сульфаттар мен металдардың концентрациясының мәні тікелей ағызу үшін әлі де жоғары болып келеді, ал су басқа өндірістік және жерасты ағындарымен бірге тазартудың тағы бір кезеңінен өтеді. Бұл процесте металдарды сульфидтер ретінде тұндыру үшін сульфатты төмендететін бактериялар да қолданылады, бірақ бұл жағдайда этанол сутектің орнына электрон доноры ретінде қолданылады.

Металл сульфидтері мен биомасса суспензиясы екінші рет концентрат ретінде қолданылады.

Бұл биологиялық процестегі ағынды металдардың мөлшері негізінен, екі процестің химиялық негізі бірдей болғандықтан бейорганикалық сульфидтерді ( $NaHS$ ,  $Na_2S$ ) қосу арқылы сарқынды суларды тазартудың ең тиімді әдісімен тазартылған судағы металдардың құрамына ұқсас (металл сульфидтерінің төмен ерігіштігі). Бұл биологиялық процесс оң әсер етеді, өйткені тазартылған судағы сульфаттардың мөлшері азаяды.

Бұл әдісті басқа қалпына келтіру нұсқалары болмаған кезде әлсіз қышқылдарды тазарту үшін, сондай-ақ электролиз процесінде пайда болған сарқынды суларды алдын ала күйдіріп, шаймалау арқылы оларды ластанған жерасты суларымен араластыру кезінде қолдануға болады.

### **Иондық алмасу**

Ион алмасу процесі кейде технологиялық сарқынды сулардан металдарды алу кезінде тазартудың соңғы кезеңі ретінде қолданылады[56].. Ион алмасуының көмегімен қалдық металл иондары сарқынды сулардан оларды қатты матрицаға беру арқылы шығарылады, сонымен бірге ион алмастырғыш жақтауында сақталған басқа иондардың тең мөлшерін береді. Әдетте, ион алмасу процесі металдардың 500 мг/л-ден аз концентрациясында қолданылады.

Ион алмастырғыштың сыйымдылығы каркаста сақталатын иондар санымен шектеледі. Сондықтан ион алмастырғышты тұз қышқылы немесе каустикалық сода көмегімен қалпына келтіру қажет. Кейбір жағдайларда, мысалы, молибденитті күйдіруге арналған пештерден шығатын газдардан селен мен ренийді алып тастағанда, ион алмастырғыштар металдарды зауыттың күшімен немесе мамандандырылған зауыттарда алу үшін мезгіл-мезгіл ауыстырылуы керек.

Сарқынды сулардан белгілі бір металдарды алу үшін кейбір арнайы ион алмастырғыштарды қолдануға болады. Ион алмасудың мұндай селективті процесі

сарқынды суларды улы металдардан тазартуда әлдеқайда тиімді. Сонымен қатар баған аралас сарқынды сулармен жұмыс істеу кезінде өте жоғары тазарту мен тиімділікті қамтамасыз ете алады.

## **8. Қосымша түсініктемелер мен ұсынымдар**

Анықтамалық Экология кодексінің 113-бабына сәйкес әзірленді.

Анықтамалықты әзірлеудің бірінші кезеңі КТА жүргізу болды, оның барысында өндірісті басқарудың тиімділігін, қолданылатын автоматтандыру құралдарын, технологиялық мүмкіндіктерді талдауды және кәсіпорындардың қоршаған ортаға әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік беретін мырыш пен кадмий өндіру жөніндегі кәсіпорындардың ағымдағы жай-күйіне сараптамалық баға берілді. Сондай-ақ мырыш пен кадмий өндірісінде қолданылатын технологиялардың ЕҚТ қағидаттарына сәйкестігіне талдау жүргізілді.

Сараптамалық бағалаудың негізгі мақсаты ҚР-ның мырыш өндірісінің технологиялық жағдайын қазіргі жағдайға анықтау, сондай-ақ кәсіпорындарды ЕҚТ параметрлеріне сәйкес бағалау болып табылады.

ЕҚТ өлшемшарттарына сәйкестікті бағалау "Өнеркәсіптік шығарындылар және/немесе төгінділер (ластанудың кешенді алдын алу және бақылау туралы) туралы" Еуропалық парламенттің және ЕО Кеңесінің 2010/75/ЕС Директивасына, сондай-ақ ЕҚТ бойынша осы анықтамалықтың 2-бөлімінде көрсетілген ЕҚТ-ға жатқызу әдіснамасына сәйкес белгіленді.

КТА кезінде әдеби көздер, нормативтік құжаттар және экологиялық есептер негізінде қолданылатын технологиялар, жабдықтар, ластағыш заттардың шығарындылары мен төгінділері, өндіріс қалдықтарының пайда болуы, сондай-ақ қоршаған ортаға әсер етудің басқа аспектілері, энергия және ресурстарды тұтыну туралы мырыш өндірісінің ақпаратына талдау және жүйелеу жүргізілді.

Ақпарат жинау үшін кәсіпорындарға бекітілген шаблондар негізінде сауалнама нысандары жіберілді. Кәсіпорындардан ұсынылған деректерді талдау технологияларды қолданудың әртүрлі аспектілері, оның ішінде технологиялық көрсеткіштер бойынша ақпараттың жеткіліксіздігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Қорғасын өндірісі бойынша салалық есептерде ұсынылған ЛЗ шығарындыларының көрсеткіштері стандартты шарттарға (273 К температура және 101,3 кПа қысым кезіндегі құрғақ газ ағыны) келтірілмеген. Пайдаланылған газдағы оттегінің құрамына түзетулерді ескере отырып, ЛЗ бойынша нақты (өлшеу) нормаланған көрсеткіштер ұсынылмады. Анықтамалықтың осы редакциясында кәсіпорындар ұсынған нақты қолда бар нәтижелер пайдаланылды.

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың құрылымы қолданыстағы ҚР НҚА сәйкес, сондай-ақ өткізілген КТА нәтижелері бойынша әзірленді.

Перспективалы техникаларға тек отандық әзірлемелер ғана емес, сондай-ақ озық техникалар, практикада қолданылатын, Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында енгізілмеген халықаралық техникалар да жатады.

ЕҚТ бойынша анықтамалықты дайындау қорытындысы бойынша осы анықтамалықпен әрі қарай жұмыс істеуге және ЕҚТ-ны енгізуге қатысты мынадай ұсынымдар тұжырымдалды:

кәсіпорындарға анықтамалықты әзірлеудің келесі кезеңдері үшін қажетті талдау жүргізу мақсатында, оның ішінде маркерлік ластағыш заттарды және ЕҚТ (технологиялық нормативтерді) қолдануға байланысты эмиссиялар деңгейлерінің диапазондарын қайта қарау мақсатында қоршаған ортаға, әсіресе маркерлік заттар эмиссияларының деңгейлері туралы мәліметтерді жинауды, жүйелеуді және сақтауды жүзеге асыру ұсынылады;

қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесін енгізу маркерлік ластағыш заттардың эмиссиялары бойынша нақты деректерді алудың және маркерлік ластағыш заттардың технологиялық нормативтерін қайта қараудың қажетті құралы болып табылады;

технологиялық және табиғатты қорғау жабдықтарын жаңғырту кезінде жаңа технологияларды, жабдықтарды, материалдарды таңдаудың басым өлшемшарттары ретінде энергия тиімділігін арттыруды, ресурс үнемдеуді, түсті металлургия саласы объектілерінің қоршаған ортаға теріс әсерін азайтуды пайдалану керек.

## **Библиография**

1. Қазақстан Республикасының 2021 жылғы 2 қаңтардағы Экологиялық кодексі.
2. "Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингілеу және қайта қарау қағидаларын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысы.
3. 3.Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the main Non-Ferrous Metals Industries. BREF, 2017.
4. ИТС 13-2020 "Қорғасын, мырыш және кадмий өндірісі" ең үздікқолжетімді технологиялар бойынша ақпараттық-техникалық анықтамалық.
5. 5.Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency, 2009. Энергия тиімділігін қамтамасыз етудің ең үздік қолжетімді технологиялары бойынша анықтамалық құжат. – М.: Эколайн, 2012.
6. ИТС 48–2017 "Шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезінде энергетикалық тиімділікті арттыру" ең үздік қолжетімді технологиялар бойынша ақпараттық-техникалық анықтамалығы, Мәскеу, ЕҚТ бюросы.
7. Ең үздік қолжетімді технологиялар. Өнеркәсіптік ластанудың алдын алу және бақылау. 4-кезең: Экологиялық рұқсат алу шарттарын орындау үшін ЕҚТ негізінде ЕҚТ айқындау және экологиялық тиімділік деңгейлерін белгілеу жөніндегі нұсқаулық/

ЭЫДҰ қоршаған ортаны қорғау дирекциясының қоршаған орта, денсаулық және қауіпсіздік басқармасы. Ағылшын тілінен аударылған. Мәскеу, 2020.

8. Қазақстан Республикасының түсті металлургиясының ең үздік қолжетімді технологиялар қағидаттарына сәйкестігіне сараптамалық бағалау туралы есеп. 5-тарау. Мырыш және кадмий өндірісі. "Халықаралық жасыл технологиялар және инвестициялық бағдарламалар орталығы" КЕАҚ, 2021.

9. "Қоршаған ортаға эмиссиялар нормативтерін айқындау әдістемесі", Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 10 наурыздағы № 63 бұйрығы. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігінде 2021 жылғы 11 наурызда № 22317 нөмірімен тіркелді.

10. И.В.Кобелева. Концепция процессно-системного управления качеством окружающей среды на промышленном предприятии/ Экономика, басқару және құқық негіздері. // № 1. – 2012. - 67-69-б.

11. <https://www.urm-company.ru/about-us/blog/155-ekologiya-metallurgii/>.

12. ҚР СТ ISO 50001-2019: Энергетикалық менеджмент жүйелері. Талаптар және пайдалану жөніндегі нұсқаулық.

13. <https://www.unicore.com/en/sustainability/environment/#sustainable>.

14. "Тұтыну нормативтерін бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 2015 жылғы 31 наурыздағы № 394 бұйрығы.

15. Miedz S.A., Grupy Kapitałowej. Raport Zintegrowany KGHM Polska KGHM// Polska Miedz S.A. – 2021.

16. <https://www.metalinfo.ru/ru/news/136659>.

17. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://www.durr.com/ru/products/environmental-technology/exhaust-gas-and-air-pollution-control/part-x-separation-processes/part-x-pw>.

18. П.И.Карих, Применение при фильтрации промышленных газов в черной и цветной металлургии фильтровальных материалов в микромембраной / П.И. Карих // Тозаң мен газды тазарту. – 2011 – № 1 – 15–17 б.

19. А.М.Балашов Способ повышения эффективности электрофильтров для очистки выбросов предприятий металлургического комплекса// Ғылым мен білімді дамыту алғышарттары. - № 2. – 2020, 84-92 б.

20. Санаев Юрий Иванович. Обеспыливание газов электрофильтрами / "Кондор-Эко" баспасы. – 2009. 214 б.

21. Жабдық өндірушісінің сайты: <http://ukzto.kz/stati/proizvodstvo-elektrofiltrov-dlya-predpriyatij.html>.

22. Жабдық өндірушісінің сайты:<https://www.durr.com/ru/products/environmental-technology/exhaust-gas-and-air-pollution-control/part-x-separation-processes/part-x-pw>.

23. <https://www.nipponsteel.com/>.



24. Ю.М.Морозов, В.С.Корягин. Высокоэффективное газоочистное оборудование. Результаты эксплуатации и внедрения // Қоршаған ортаны қорғау және табиғатты пайдалану, 2010, №3.29-31 б.

25. Б.Л.Красный, К.И.Иконников, М.А.Вартанян, О.И.Родимов. Получение пористой проницаемой керамики на основе карбида кремния для фильтрации горячих дымовых газов (обзор)// Жаңа отқа төзімді заттар. 2019. № 7. 36–42 б.

26. М.А.Цейтлин, В.Ф.Райко, Л.Л.Товажнянский, В.П.Шапорев Абсорбционная очистка газов в содовом производстве – "ХПИ" ҰТУ. – 2004.

27. Өндіруші фирманың сайты: Kawasaki Heavy Industries <https://global.kawasaki.com/en/corp/profile/index.html>.

28. Г.Г.Бардавелидзе, И.С.Берсенов, В.А.Горбачев, В.В.Кашин, Р.А.Полуяхтов. Технология утилизации цинксодержащих металлургических отходов с получением оксида цинка и предвосстановленных железорудных окатышей /Қара металлургия. Ғылыми-техникалық және экономикалық ақпарат бюллетені. № 9. - 2015. 3-6 б.

29. Л.А.Кормина, Ю.С.Лазуткина. Технологии очистки газовых выбросов. Барнаул – 2019.

30. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://sovplym.ru/products/sfs/>.

31. В.Х.Шаймарданов. Процессы и аппараты технологий сбора и подготовки нефти и газа на промыслах. Оқу құралы/ В.И.Кудиновтың ред. М. -2013. 508 б. (<https://gas-cleaning.ru/article/skrubber-venturi-princip-raboty-harakteristiki-preimushchestva-i-nedostatki>).

32. В.Г.Лисиенко, Я.М.Щелоков, М.Г.Ладыгичев. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология: анықтамалық басылым: 2 кітапта. 1-кітап/ – М.: Теплотехник, 2004. – 688 б.

33. Anil Sinha, Vasant G Havanagi, V.K. Arora, Alok Ranjan. Recycling Jarofix Waste as a Construction Material for Embankment and Sub Grade/ Journal of Solid Waste Technology and Management. 2012. - 38(3). -P. 169-181.

34. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://uralactiv.kz/ventilyatsiya-polipropilenovaya/skrubbery/vertikalnye/venturi/>.

35. А.С.Носков, З.П.Пай. Технологические методы защиты атмосферы от вредных выбросов на предприятиях энергетики /АГА СБ Новосибирск. -1996. – 156 б.

36. В.С.Бесков, В.С.Сафронов. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. – М.:Химия. – 1999. – 472 б.

37. Жабдық өндірушісінің сайты:<https://pronpz.ru/ustanovki/proizvodstvo-h2so4.html>.

38. <https://zincum.eco/#technology> [https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/inline-files/NFM\\_Russian\\_ENV-2021-00513.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/inline-files/NFM_Russian_ENV-2021-00513.pdf).

39. С.В.Карелов, С.В.Мамяченков, О.С.Анисимова, А.С.Кирпиков Исследование комплексной электроцементационной очистки растворов при переработке

цинксодержащих техногенных отходов //Тау-кен институтының жазбалары. 166-т. Санкт-Петербург. 2005.

40. Н.Н.Красногорская, Е.Н.Сапожникова, А.Т.Набиев, А.В.Головина, Э.Ф.Легуш, С.В.Пестриков. Физико-химическое сопоставление реагентных методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов //Қазіргі жаратылыстану ғылымдарының жетістіктері. № 2. – 2004. – 47-58 б.

41. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://www.aurubis.com/>.

42. <https://profile.ru/news/dk/ugmk/uralelektromed-stroit-livnenakopitel-velic-hinoj-s-dvuxetazhnyj-dom-366158/>.

43. А.Г.Ветошкин, К.Р.Таранцева. Способы предотвращения и снижения выбросов от выщелачивания и разделения твердой и жидкой фаз. Пенза. 2004.

44. В.И.Бархатов, Отходы производств и потребления — резерв строительных материалов/ Челябинск мемлекеттік университетінің баспасы, - 2017. – 477 б.

45. Н.В.Марченко, М30 Металлургия тяжелых цветных металлов: электрондық оқу құралы/Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 39 б.

46. Nyrstar hobart triennial public environment report 2018 – 2020 version 2 submitted 28 april 2021 (<https://epa.tas.gov.au/Documents/New%20Electrolysis%20Plant%20%28Cell%20House%29%2C%20Nyrstar%20Hobart%20-%20Annexure%20-%202018-2020%20Public%20Environment%20Report.PDF>).

47. Ю.П.Перельгин, О.В.Зорькина, С.Н.Николаева. Реагентная очистка сточных вод и утилизация отработанных растворов и осадков гальванических производств. – Пенза : ПГУ баспасы, 2013. – 80 б.

48. А.В.Жданова, С.А.Иларионов. Очистка сточных вод гальванического производства от загрязнений тяжелыми металлами //Пермь университетінің хабаршысы /1(5) шығарылымы – 2012. – 54-62 б.

49. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://me-system.ru /tehnologii /sorbtsiya/>.

50. И.Н.Савич. Порядок и варианты технологии подземной разработки руд с закладкой выработанного пространства //Тау-кен өнеркәсібі. №2.-1999.

51. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://www.industrialfurnace.com/mhf-101>.

52. Жабдық өндірушісі Kobelco фирмасының сайты: <https://www.kobelco.co.jp/english/products/ironunit/fastmet/>.

53. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://www.nipponsteel.com/>.

54. Д.О. Абоносимов, С.И. Лазарев. Применение мембранных технологий в очистке сточных вод гальванопроизводств// Вестник ТГТУ. – Т.20. №2.-2014.- 306-313 б.

55. Жабдық өндірушісінің сайты: <https://www.aurubis.com/>.

56. Chuichulcherm S., Nagpal S., Peeva L., Livingston A. Treatment of metal-containing wastewaters with a novel extractive membrane reactor using sulfate-reducing bacteria. //J. Chem. Technol. and Biotechnol. 2001, vol. 76,(1), 61-68 б.

## Экономикалық тиімділікті есептеу мысалдары

Жоғарыда аталған тәсілдер мырыш зауытының сарқынды суларын келесі әдістерді қолдану арқылы тазарту процесінің экономикалық тиімділігін есептеу мысалында қолданылды:

арынсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбент қолданылатын адсорбция;

сорбциялық сүзгілер блогында белсендірілген алюмосиликатты адсорбент қолданылатын адсорбция;

кері осмос.

Келіп түскен су көлемі 320 текше метр/сағ (2 803 текше метр/жыл) құрады. Арынды емес бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдана отырып, тазартуға дейін және одан кейін кіретін судағы ластағыш заттардың параметрлері кестеде келтірілген:

1-кесте. Белсендірілген алюминий-силикатты адсорбентті пайдалана отырып, тазартылғанға дейін және тазартудан кейін келіп түсетін судағы ластағыш заттар құрамының параметрлері.

Р/с №	Ластағыш зат	Ластағыш заттардың құрамы, мг/дм <sup>3</sup>	
		Тазалағанға дейін	Тазалағаннан кейін
1	2	3	4
1	Қалқыма заттар	12,0	7,5
2	Қорғасын (Pb)	0,025	0,020
3	Мырыш (Zn)	0,11	0,01
4	Кадмий (Cd)	0,006	0,001
5	Темір (Fe) жалпы	0,10	0,07
6	Күшән (As)	0,030	0,02
7	Мыс (Cu)	0,006	0,006
8	Кальций (Ca)	115,0	100,0
9	Мұнай өнімдері	0,05	0,05
10	Хлоридтер (Cl)	200,0	150,0
11	Сульфаттар (SO <sub>4</sub> )	295,0	230,0
12	Сынап (Hg)	0,0002	0,0002
13	Селен (Se)	0,0026	0,0026
14	Марганец (Mn)	0,02	0,01
15	Теллур (Te)	0,002	0,002

Арынсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюминий-силикатты адсорбентті қолдана отырып, мырыш зауытында адсорбция әдісімен өнеркәсіптік сарқынды суларды толық тазарту әдісі туралы ақпарат Бірінші нұсқа үшін бастапқы дерек ретінде қолданылды.

Күрделі салымдарды есептеу үшін 320 текше м/сағ көлемінде толық тазалауға кіретін сарқынды сулар үшін мынадай технологиялық қондырғылар/жабдықтар және шығыс материалдары пайдаланылады:

2,5 м адсорбент қабаты бар, көлемі 5,6x5,6x6 м 5 бетонды резервуар, жалпы құны бір резервуарға 2 млн теңге деп есептегенде 10 млн теңге;

жалпы ұзындығы 70 метр бойы болат 2 мм құбыр 50Ø резервуарлардың құбыржол бекіткіші, жалпы құны 2 345 теңге/метр бойы деп есептегенде 164 150 теңге;

өндірімділігі 66 текше м/сағ 10 орталықтан тепкіш сорғы, жалпы құны әрқайсысына 164 500 теңге деп есептегенде 1 645 мың теңге;

барлық сүзгіге бір уақытта салуға арналған көлемі 392 текше м адсорбент, жалпы құны 664 000 теңге/текше м деген бағамен есептегенде 260 288 000 теңге.

Есептеу нәтижелері бойынша күрделі салымдардың жалпы сомасы 272 097 150 теңге мөлшерінде анықталды.

Операциялық шығыстар пайдалану барысында тозу кезінде көлемді толықтыру үшін жылына 39,2 текше метр мөлшерінде адсорбент қорын көздейді, жалпы құны 664 000 теңге/текше м деп есептегенде 26 028 800 теңге. Сонымен қатар сорбенттің адсорбциялық қасиеттерін активаторлармен жуу арқылы жақсарту үшін мерзімді активтендіру қажет: көлемі 64 т NaOH 4-5 % сілті ерітіндісі, жалпы құны 191 250 теңге/т деп есептегенде 12 240 000; көлемі 64 т MgSO4 4-5 % магний сульфатының ерітіндісі, жалпы құны 331 500 теңге/т деп есептегенде 21 216 000 теңге.

Операциялық шығындар сомасы 59 484 800 теңге мөлшерінде анықталды.

Бірқабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюминий-силикатты адсорбентті қолданумен адсорбция әдісімен өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту бойынша кәсіпорынның жалпы шығындары 331 581 950 теңге құрады (есептеулер 2-кестеде келтірілген).

Түрлі ақша бірліктерінің салыстырмалылығы үшін барлық құн есеп айырысу күніндегі Қазақстан Ұлттық банкінің бағамы бойынша сатып алу валютасында келтірілген.

2-кесте. Бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюминий-силикатты адсорбентті пайдалана отырып, адсорбция тәсілімен қорғасын зауытының өнеркәсіптік сарқынды суларын тазалауға арналған күрделі және операциялық шығындарды есептеу

					Жалпы құны
--	--	--	--	--	------------



Ш.	ШЫҒЫН Д А Р ЖИЫНЫ (күрделі шығындар + операциял ы қ шығыстар)					331 581 950	47 099 709	766 167	716 918
----	---	--	--	--	--	----------------	------------	---------	---------

3-кесте. Арынсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдана отырып, адсорбция әдісімен өнеркәсіптік сарқынды суларды тазалауға арналған шығындардың экономикалық тиімділігін бағалау

N P/c	Ластағыш заттың атауы	С у айындар ы н а төгілетін маркерлік з а т бойынша қажетті технологиялық көрсеткіш	Келіп түсетін судағы ластағыш заттардың болуы УК МК	Ластағыш заттарды төгу нормативі УК МК	Төгіндінің жалпы массасындағы үлесі	Төгіндіде ластағыш заттар құрамының төмендеуі (кіру және шығу айырмасы)	Ластағыш заттардың азайтудың жылдық көлеміне арналған шығындар	Қысқарты лған ластағыш заттың 1 килограммы н а арналған шығындар дың жылдық экономика лық тиімділігі (есеп айырысу күніндегі Қ Р Ұлттық банкiнiң бағамы бойынша <a href="https://nationalbank.kz/ru/exchange rates/ezhednevnye-oficialnye-gynochnye-kursy-valyut">https:// nationalban k.kz/ru/ exchangera tes/ ezhednev ye-officialn ye-gynochn ye-kursy-v alyut)</a>
----------	-----------------------------	--	---	--	--	--	--	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
										1	7,41 ₸	415,12 ₸	443,06 ₸
		мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	г/с	т/жыл	%		мг/дм <sup>3</sup>	теңге/ мг/дм <sup>3</sup>	₸	\$	€

1	Қалқы ма заттар	25,00	12	7,5	5 250,00	21,000	2	4,50	0,026	1 5 789,62	2 242,84	36,48	34,14
2	Қорға сын (Pb)	0,50	0,025	0,02	14,00	0,056	0,0041	0,0050 0	23,657	5 921 106,25	841 066,23	1 3 681,56	1 2 802,12
3	Мырыш (Zn)	1,00	0,11	0,01	7,00	0,028	0,0021	0,1000 0	1,183	11 842 212,50	1 682 132,46	2 7 363,12	2 5 604,23
4	Кадмий (Cd)	0,10	0,006	0,001	0,70	0,003	0,0002	0,0050 0	23,657	118 422 125,00	16 821 324,57	273 631,23	256 042,30
5	Күшән (As)	0,10	0,03	0,02	14,00	0,056	0,0041	0,0100 0	11,829	5 921 106,25	841 066,23	1 3 681,56	1 2 802,12
6	Мыс (Cu)	0,20	0,006	0,006	4,20	0,017	0,0012	-	-	19 737 020,83	2 803 554,10	4 5 605,21	4 2 673,72
7	Сынап (Hg)	0,05	0,0002	0,0002	0,14	0,001	0,0000 4	-	-	592 110 625,00	84 106 622,87	1 368 156,16	1 280 211,51
8	Темір (Fe) жалпы		0,1	0,07	49,00	0,196	0,0144	0,0300 0	3,943	1 691 744,64	240 304,64	3 909,02	3 657,75
9	Кальций (Ca)		115	100	7 0 000,00	280,00 0	21	15,000 00	0,008	1 184,22	168,21	2,74	2,56
10	Мұнай өнімдері		0,05	0,05	35,00	0,140	0,0103	-	-	2 368 442,50	336 426,49	5 472,62	5 120,85
11	Хлоридтер (Cl)		200	150	105 000,00	420,00 0	31	50,000 00	0,0024	789,48	112,14	1,82	1,71
12	Сульфаттар (SO <sub>4</sub> )		295	230	161 000,00	644,00 0	47	65,000 00	0,0018	514,88	73,14	1,19	1,11
13	Селен (Se)		0,0026	0,0026	1,82	0,007	0,0005	-	-	45 546 971,15	6 469 740,22	105 242,78	9 8 477,81
14	Марганец (Mn)		0,02	0,01	7,00	0,028	0,0021	0,0100 0	11,829	11 842 212,50	1 682 132,46	2 7 363,12	2 5 604,23
15	Теллур (Te)		0,002	0,002	1,40	0,006	0,0004	-	-	59 211 062,50	8 410 662,29	136 815,62	128 021,15
16	Барлық заттар бойынша жиыны		622,35	487,69	341 384,26	1365,5 37	100	134,66	76,14	874 632 907,33	124 237 628,88	2 020 964,25	1 891 057,29

Есептеулер көрсеткендей, белсенді алюминий-силикатты сорбентті арынсыз сүзгілерде қолдану ластағыш заттардың құрамын олардың бастапқы судағы (3-кесте 4-баған) құрамымен салыстырғанда 3-кесте 9-бағанда көрсетілген мәндерге төмендетеді. Бұл ретте кәсіпорынның 1 мг/дм<sup>3</sup> тиісті ластағыш заттың құрамын төмендетуге арналған ақшалай шығыстары 3-кесте 10-бағанда көрсетілген мәндерді құрайды (1 млн/дм<sup>3</sup>-ке теңгемен ).

Бұл ретте ЕҚТ экономикалық тиімділігін бағалаудың негізгі көрсеткіші – маркерді қоса алғанда, ластағыш заттардың әрбір түрі бойынша қысқартылған 1 кг-ға кәсіпорын шығындары есептелді (3-кесте 13-баған).

Осылайша суды толық тазартудың басқа тәсілдерінің экономикалық тиімділігін бағалау жүргізілді: сорбциялық сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолданумен адсорбция әдісімен және кері осмос тәсілімен (4-кесте).

4-кесте. Өртүрлі әдістермен өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту шығындарының экономикалық тиімділігін бағалау (бір қабатты жылдам сүзгілерде және сорбциялық сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы адсорбция; кері осмос)

P/c №	Көрсеткіш	Өлшем бірлігі	Қосымша тазарту әдістері		
			Белсендірілген алюминий-силикатты адсорбентті әртүрлі сүзгілерде қолдану		Кері осмос
			арынсыз бір қабатты сүзгі	Сорбциялық сүзгі	
1	2	3	4	5	6
1	Күрделі шығындар	\$	628 719	595 926	1 239 135
2	Операциялық шығыстар	- " -	137 448	128 613	0
3	Шығындар ЖИЫНЫ	- " -	766 167	724 539	1 239 135
4	Жылына қысқартылған ластағыш заттың 1 килограмна жұмсалатын шығындардың экономикалық тиімділігі	\$/kg			
5	Қалқыма заттар	- " -	36,48	34,50	59,01
6	Қорғасын	- " -	13 681,56	12 938,20	22 127,42
7	Мырыш	- " -	27 363,12	25 876,41	44 254,83



8	Кадмий	- " -	273 631,23	258 764,09	442 548,34
9	Күшән	- " -	13 681,56	12 938,20	22 127,42
10	Мыс	- " -	45 605,21	43 127,35	73 758,06
11	Сынап	- " -	1 368 156,16	1 293 820,45	2 212 741,71
12	Темір жалпы	- " -	3 909,02	3 696,63	6 322,12
13	Кальций	- " -	2,74	2,59	4,43
14	Мұнай өнімдері	- " -	5 472,62	5 175,28	8 850,97
15	Хлоридтер	- " -	1,82	1,73	2,95
16	Сульфаттар	- " -	1,19	1,13	1,92
17	Селен	- " -	105 242,78	99 524,65	170 210,90
18	Марганец	- " -	27 363,12	25 876,41	44 254,83
19	Теллур	- " -	136 815,62	129 382,04	221 274,17
20	Барлық заттар бойынша ЖИЫНЫ	- " -	2 020 964,25	1 911 159,66	3 268 539,08

Соңына дейін тазартудың әртүрлі әдістерімен шығындардың тиімділігінің ұқсас көрсеткіштерін ала отырып, олардың қайсысы кәсіпорынның табиғатты қорғау іс-шараларына жылдық шығындары тұрғысынан тиімдірек екенін салыстыруға болады.