

## Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығын бекіту туралы

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 11 қарашадағы № 999 қаулысы

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

1. Қоса беріліп отырған ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл - алтын өндірісі" анықтамалығы бекітілсін.

2. Осы қаулы қол қойылған күнінен бастап қолданысқа енгізіледі.

Қазақстан Республикасының  
Премьер-Министрі

Ә. Смайылов

Қазақстан Республикасы  
Үкіметінің  
2023 жылғы 11 қарашадағы  
№ 999 қаулысымен  
бекітілген

## Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығы

### Мазмұны

Мазмұны

Суреттер тізімі

Кестелер тізімі

Глоссарий

Алғысөз

Қолданылу саласы

Қолданылу қағидаттары

1. Жалпы ақпарат

1.1. Мыс және бағалы металдар өндірісінің құрылымы мен технологиялық деңгейі

1.2. Ресурстар мен материалдар

1.3. Өндіріс және пайдалану

1.4. Өндіріс орындары

1.5. Энергия тиімділігі

1.5.1. Мыс өндірісі

1.5.2. Бағалы металдар өндірісі

1.6. Негізгі экологиялық мәселелер

1.6.1. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары

- 1.6.2. Ластағыш заттардың шығарындылары
- 1.6.3. Өндіріс қалдықтары
- 1.6.4. Шу және діріл
- 1.6.5. Иіс
- 1.6.6. Қоршаған ортаға әсерді төмендету
- 1.6.7. Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілін енгізу
2. Ең үздік қолжетімді техникаларды анықтау әдіснамасы
  - 2.1. Детерминация, ЕҚТ таңдау қағидаттары
  - 2.2. Техникаларды ЕҚТ-ға жатқызу өлшем шарттары
  - 2.3. ЕҚТ қолданудың экономикалық аспектілері
3. Қолданылатын процестер: қазіргі уақытта пайдаланылатын технологиялық, техникалық шешімдер
  - 3.1. Мыс өндіру процестері
    - 3.1.1. Шикізатты алдын ала өңдеу, дайындау және тасымалдау
    - 3.1.2. Бастапқы мыс өндірісі
    - 3.1.3. Екінші реттік мыс өндірісі
  - 3.2. Бағалы металл өндіріс процестері
    - 3.2.1. Алтын өндіру технологиясы
    - 3.2.2. Күміс өндірісі технологиялары
    - 3.2.3. Платина тобындағы металдарды өндіру технологиялары
    - 3.2.4. Мыс электролит шламынан бағалы металдарды алу
    - 3.2.5. Платина металдарының металлургиясы
4. Эмиссиялар мен ресурстарды тұтынуды болғызбау және/немесе азайтуға арналған жалпы ең үздік қолжетімді техникалар
  - 4.1. Өндірістік процестердің жақындасуын арттыру
  - 4.2. Экологиялық менеджмент жүйесі
  - 4.3. Энергияны тиімді пайдалану
  - 4.4. Технологиялық процесті басқару
  - 4.5. Ластағыш заттардың эмиссияларын мониторингтеу
    - 4.5.1. Атмосфераға ластағыш заттардың шығарылуын мониторингтеу
    - 4.5.2. Су объектілеріне ластағыш заттардың төгілуін мониторингтеу
  - 4.6. Қалдықтарды басқару
  - 4.7. Су ресурстарын басқару
  - 4.8. Технологиялық қалдықтарды басқару
  - 4.9. Шу
  - 4.10. Иіс
5. Ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау кезінде қарастырылатын техникалар
  - 5.1. Мыс және бағалы металл өндірісіндегі техникалар
    - 5.1.1. Энергияны тиімді пайдалану техникасы

- 5.1.2. Шикізатты сақтау, өңдеу және тасымалдау кезінде ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын болғызбау және азайту әдістері
- 5.1.3. Ластағыш заттардың ұйымдастырылған шығарындыларын болғызбау және азайту әдістері
- 5.1.4. Су тұтыну және су бұру
- 5.2. Мыс өндірісіндегі техникалар
  - 5.2.1. Шикізатты алдын ала өңдеу процесінде шығарындыларды азайту техникалары
  - 5.2.2. Бірінші және екінші реттік мыс өндіру кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары
  - 5.2.3. Екінші реттік мыс өндіру кезіндегі шығарындыларды азайтуға арналған техникалар
  - 5.2.4. Қалдықтармен жұмыс істеу техникалары
  - 5.2.5. Энергия тиімділігі
- 5.3. Бағалы металл өндіру кезіндегі техникалар
  - 5.3.1. Шикізатты алдын ала өңдеу процестері (ұсақтау, елеу, араластыру) кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары
  - 5.3.2. Доре қорытпа өндірісінің пирометаллургиялық үдерісі кезіндегі шығарындыларды азайтуға арналған техникалар
  - 5.3.3. Алтынды аффинаждау процесінде (электролиттік тазарту) шығарындыларды болғызбау және азайту әдістері
  - 5.3.4. Алтынды аффинаждау процесінде (гидрометаллургиялық тазарту) шығарындыларды азайту техникалары
  - 5.3.5. Алтынды кептіру және күйдіру кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары
  - 5.3.6. Дайын өнімді балқыту кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары
  - 5.3.7. Қалдықтармен жұмыс істеу техникалары
- 6. ЕҚТ бойынша тұжырымдар қамтылған қорытынды
  - 6.1. Мысты және бағалы металдарды өндіру кезіндегі жалпы ЕҚТ
    - 6.1.1. Экологиялық менеджмент жүйесі
    - 6.1.2. Энергия тиімділігі
    - 6.1.3. Технологиялық процесті басқару
    - 6.1.4. Ұйымдастырылмаған шығарындылар
    - 6.1.5. Ауаға шығарылатын шығарындыларды мониторингтеу
    - 6.1.6. Сынап шығарындылары
    - 6.1.7. Азот тотықтарының шығарындылары
    - 6.1.8. Су объектілеріне ластағыш заттардың төгілуі және оларды мониторингтеу
    - 6.1.9. Шу
    - 6.1.10. Иіс

## 6.2. Мыс өндірісіндегі ЕҚТ

6.2.1. Екінші реттік шикізатты пайдалану

6.2.2. Энергия тиімділігі

6.2.3. Атмосфераға шығарылатын шығарындылар

6.2.4. Топырақтың және жерасты суларының ластануы

6.2.5. Қалдықтар

## 6.3. Бағалы металдар өндірісіндегі ЕҚТ

6.3.1. Атмосфераға шығарылатын шығарындылар

6.3.2. Топырақты және жерасты суларын қорғау

## 6.4. Ремедиация бойынша талаптар

## 7. Перспективалық техникалар

### 7.1. Мыс өндірісінің перспективалық техникалары

7.1.1. LUREC және BAYQIK процестері

7.1.2. Кәдеге жарату қазандығының үздіксіз үрлеуін бақылауды автоматтандыру

7.1.3. Жылу тұтынатын жабдықтарды будан ыстық суға ауыстыру

7.1.4. Су ресурстары

### 7.2. Бағалы металдар өндірісінің перспективалық техникалары

## 8. Қосымша комментарийлері мен ұсынымдар

### Библиография

## Суреттер тізімі

1.1-сурет	Энергия ресурстарын тұтынудың кеңейтілген ағын схемасы
1.2-сурет	Мыс зауытының атмосфераға шығарылатын нормативтік жалпы эмиссияларының құрылымы
1.3-сурет	Бағалы металл өндірісі зауытының атмосфераға шығарылатын нормативтік жалпы шығарындыларының құрылымы құрылымы
1.4-сурет	Сарқынды сулар төгінділерінің жіктелімі
3.1-сурет	Гидрометаллургиялық үдерістің жалпыланған технологиялық схемасы
3.2-сурет	Екінші реттік мыс өндірудің жалпы технологиялық схемасы
3.3-сурет	Алтынды тазартудың принципіалды сызбасы
3.4-сурет	Миллер әдісі бойынша жүргізілетін процестің технологиялық схемасы
3.5-сурет	Құрамында күміс бар шикізатты өңдеудің негізгі кезеңдері
4.1-сурет	Сарқынды сулар және олармен жұмыс істеу
5.1-сурет	ЕСОМАХ® рекуперативті оттығы
5.2-сурет	"Орталық Орал мыс қорыту зауыты" ЖАҚ бу-турбиналық қондырғысы

5.3-сурет	Электросүзгі құрылысының схемасы (тек екі аймақ көрсетілген)
5.4-сурет	Ылғалды электросүзгі құрылысының схемасы
5.5-сурет	Циклон құрылысының схемасы
5.6-сурет	Кері үрленетін қапшық сүзгі (бір тазалау циклы бөлімі бар)
5.7-сурет	Лүпілдеуші ағынмен кері үрлеп тазарту жүйесі
5.8-сурет	Төмен қысымды ауаны тазарту жүйесі
5.9-сурет	Радиалды ылғалды скруббер
5.10-сурет	Балқытылған металды (қожды) түйіршіктеу
5.11-сурет	Су айналымының тұйық циклы
5.12-сурет	Салқындатқыш суды қайта айналдыру мысалы
5.13-сурет	Әлсіз қышқыл саркынды суларды тазарту процесінің схемасы
5.14-сурет	КҚ-да күйдіруге арналған пештің және газ тазарту жүйесінің схемасы
5.15-сурет	"Үйдегі үй" ұстау жүйесі
5.16-сурет	Күкірт қышқылы қондырғысына арналған газ тазалаудың типтік схемасы
5.17-сурет	Типтік қос абсорбциялық күкірт қышқылы зауыты
5.18-сурет	Ылғалды катализ арқылы күкірт қышқылын өндіру/қайта алу қондырғысының схемасы
5.19-сурет	Электр доғалы пеште мыс қожын қайта өңдеу
7.1-сурет	Вакуумды айдау көмегімен Доре қорытпасын өңдеудің схемалық диаграммасы

## Кестелер тізімі

1.1-кесте	Тау-кен өндіру және байыту қуаттары
1.2-кесте	Катодты мыс алу үшін металлургиялық өңдеудің энергия шығыны (ГДж/т)
1.3-кесте	Қазақстандағы кәсіпорындардың электр энергиясын үлестік тұтынуы
1.4-кесте	Бағалы металдар өндірісіндегі электр энергиясының үлестік шығыны
1.5-кесте	Мыс өндіру кәсіпорындарының шығарындыларының мыс өндірісінің ЕҚТ-ға қатысты технологиялық көрсеткіштеріне сәйкестігін бағалау
4.1-кесте	Үздіксіз және кезеңді өлшеулердің сипаттамасы
4.2-кесте	Ластағыш заттардың тізімі
4.3-кесте	Мониторинг жүргізу бойынша ұсынымдар
5.1-кесте	Энергия тиімділігін арттырудың негізгі бағыттары
5.2-кесте	Тозаңды кетіру әдістеріне шолу
5.3-кесте	Өртүрлі сүзгілеу жүйелерінің жиі қолданылатын параметрлерінің сипаттамаларын салыстыру

5.4-кесте	Түсті металдардың гидрометаллургиялық өндірісінің сарқынды суларының ықтимал көздері
5.5-кесте	Сарқынды су көздеріне және мыс өндірісінің ағындыларын азайту және тазарту әдістеріне шолу
5.6-кесте	Мыс өндірісінде суды қайта пайдалану және сарқынды суларды қайта пайдалану мысалдары
5.7-кесте	Әлсіз қышқылды сарқынды суларды тазартудың тиімділігі
5.8-кесте	Aurubis Hamburg орталықтандырылған газ жинау және жою жүйесінің тиісті параметрлері
5.9-кесте	Aurubis Pirdop орталық газды жинау және шығару жүйесі үшін тиісті параметрлер
5.10-кесте	Мыс өндіру кезінде пайда болатын өнімдер мен қалдықтар және оларды басқарудың мүмкін нұсқалары
6.1-кесте	ЕҚТ қатысты шығарындылар/төгінділердің орташа кезеңдері
6.2-кесте	Бақыланатын көрсеткіштер
6.3-кесте	Құрамында сынап бар шикізатты пайдалана отырып , пирометаллургиялық процесс нәтижесінде сынап атмосферасына шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері (күкірт қышқылын өндіру жөніндегі зауытқа жіберілетіндерден басқа)
6.4-кесте	Сарқынды сулардағы бақыланатын көрсеткіштер тізімі
6.5-кесте	Мыс және бағалы металдар өндірісіндегі ЕҚТ-ға байланысты су объектісіне төгілу технологиялық көрсеткіштері
6.6-кесте	Шикізатты қабылдау, сақтау, өңдеу, тасымалдау, есепке алу, араластыру, ұнтақтау, кептіру, кесу және сұрыптау кезіндегі тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.7-кесте	Концентратты кептіру кезіндегі тозаңды шығарудың технологиялық көрсеткіштері
6.8-кесте	Пештер мен конвертерлерде мыс балқыту кезіндегі тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.9-кесте	Тозаңды шығарудың технологиялық көрсеткіштері
6.10-кесте	Қайталама мысты ұстауға арналған пештен тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.11-кесте	Қожды өңдеу кезіндегі тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.12-кесте	Мыс анодтарының бастапқы және екінші реттік өндірісіндегі шығарындылардағы тозаңның технологиялық көрсеткіштері
6.13-кесте	Анодты құюдан шығатын тозаңның технологиялық көрсеткіштері

6.14-кесте	Мыс балқыту пешінен шығатын тозаңдардың технологиялық көрсеткіштері
6.15-кесте	Мыс жоңқаларын пиролитикалық өңдеу кезінде, сондай-ақ қайталама шикізатты кептіру, майсыздандыру, балқыту кезінде ұшпа органикалық қосылыстар шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.16-кесте	Мыс чиптерінің пиролизінен, балқытудан, отпен өңдеуден және екінші реттік мыс өндірісіндегі конверсиядан болатын ПХДД/Ф технологиялық көрсеткіштері
6.17-кесте	Күкірт қышқылын және басқа да өнімдерді өндіру жолымен балқыту пештерінің шығатын газдарындағы күкіртті қалпына келтіру кезіндегі SO <sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.18-кесте	Бастапқы мыс өндірісінен SO <sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.19-кесте	Екінші реттік мыс өндірісінен SO <sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.20-кесте	Электролиттік тазарту үдерісінде, катодты тазарту машиналарының жуу камерасынан және пайдаланылған анодты кір жуғыш машинадан күкірт қышқылы шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.21-кесте	SO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> бойынша ЕҚТ-ға байланысты технологиялық көрсеткіштері
6.22-кесте	Ұнтақтау, елеу, араластыру, балқыту, жағу, қуыру, кептіру және өңдеу сияқты тозаң түзетін барлық операциялардан шығатын тозаңның технологиялық көрсеткіштері
6.23-кесте	Гидрометаллургиялық процестерден, соның ішінде азот қышқылымен еріту/сілтісіздендіру кезіндегі NO <sub>x</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.24-кесте	Доре балқыту және балқыту зауытынан SO <sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.25-кесте	SO <sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары
6.26-кесте	Гидрометаллургиялық өндірістен, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары кезіндегі HCl және Cl <sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.27-кесте	Аммиак немесе хлорлы аммоний пайдаланатын гидрометаллургиялық өндірістің NH <sub>3</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері
6.28-кесте	Кептіру, жану және күйдіру кезіндегі ПХДД/Ф шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

## Глоссарий

Осы глоссарий осы ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығында (бұдан әрі – ЕҚТ бойынша анықтамалық) қамтылған ақпаратты түсінуді жеңілдетуге арналған. Осы глоссарийдегі терминдердің анықтамалары заңды анықтамалар болып табылмайды.

Глоссарий мынадай бөлімдерге бөлінген:

терминдер мен олардың анықтамалары;  
химиялық формулалар мен элементтер;  
аббревиатуралар мен анықтамалар;  
өлшем бірліктері.

## Терминдер мен олардың анықтамалары

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта мынадай терминдер пайдаланылады:

алу	-	сепараторлық технологиялық процестерде шикізатты пайдаланудың толықтығын бағалау. Экстракция деп белгілі өнімге өткен экстракцияланған зат мөлшерінің оның бастапқы материалдағы мөлшеріне қатынасы ретінде анықталады (пайызбен немесе бірлік үлесімен). Металлургияда экстракция көбінесе байыту процестеріне және одан алынатын өнімдерге: концентраттар, штейндер және т.б . үшін анықталады. Сонымен қатар тауарлық өнімдегі және шикізаттағы өндірілген компонент массаларының арақатынасы арқылы анықталатын коммерциялық экстракция ажыратылады. материалдар, және технологиялық экстракция, бастапқы және барлық соңғы технологиялық үдеріс өнімдеріндегі құрамдас бөліктің концентрациясымен анықталады;
бағалау	-	шешім қабылдау үшін қойылған мақсаттарға жеткілікті бақылаулар жиынтығының және өлшемдердің сәйкестігінің деңгейін тексеру. Сондай-ақ, талдауды мәселелерді анықтау және тәуекелдер мен пайдады салыстыру сияқты саясатқа байланысты



		әрекеттермен біріктіру (мысалы, тәуекелді бағалау және әсерді бағалау);
бастапқы өндіріс	-	кендер мен концентраттарды пайдалана отырып металдарды өндіру;
бастапқы шығарындылар	-	пештерден тікелей атмосфераға шығарылатын және пештердің айналасындағы аумақтарға таралмаған шығарындылар;
бейтараптандыру	-	қышқыл мен негіз әрекеттесіп, тұз және әлсіз диссоциацияланатын зат түзеді;
екінші реттік шығарындылар	-	пештің қаптамасынан немесе тиеу немесе төгу сияқты операциялар кезінде шығатын және сорғышпен ұсталатын шығарындылар;
ең үздік қолжетімді техникалар	-	іс-шараларды және оларды жүзеге асыру әдістерін әзірлеудің ең тиімді және жетілдірілген кезеңі, бұл олардың технологиялық стандарттарды және алдын алуға бағытталған басқа да экологиялық жағдайларды белгілеу үшін негіз ретінде қызмет ету үшін практикалық жарамдылығын көрсетеді немесе, егер бұл мүмкін болмаса, қоршаған ортаға теріс антропогендік әсерді азайту;
ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштер	-	белгілі бір уақыт кезеңінде және белгілі бір жағдайларда орташалауды ескере отырып, ЕҚТ есепте сипатталған ең үздік қолжетімді техникалардың біреуін немесе бірнешеуін пайдалана отырып, объектінің қалыпты жұмыс жағдайында қол жеткізуге болатын шығарындылар деңгейлерінің диапазоны (ластағыш заттардың концентрациясы);
жылдық күрделі шығындар	-	ұсынылған техниканың пайдалы қызмет мерзімі үшін жыл сайын төленетін тең немесе тең төлем. Барлық төлемдердің сомасы бастапқы инвестициялық шығындар сияқты бірдей "ағымдағы құнға" ие болады. Активтің жылдық капиталдық құны инвестор үшін активті иелену мүмкіндігінің құнын көрсетеді;

жылуды қалпына келтіру	-	шикізатты, отынды немесе жану ауасын алдын ала қыздыру үшін технологиялық жылуды пайдалану;
катод	-	теріс электрод
кешенді тәсіл	-	бірнеше табиғи ортаны есепке алатын тәсіл. Бұл тәсілдің артықшылығы кәсіпорынның жалпы қоршаған ортаға әсерін кешенді бағалау болып табылады. Бұл сол орта үшін салдарын ескерместен әсерлерді бір ортадан екіншісіне жай ғана беру мүмкіндігін азайтады. Кешенді (компонентаралық) тәсіл белсенді өзара іс-қимыл мен әртүрлі органдардың (ауаның, судың жай-күйіне, қалдықтарды кәдеге жаратуға және т.б. жауаптылардың) қызметін үйлестіруді талап етеді;
концентрат	-	құрамында бағалы пайдалы қазбалары жоғары өңдеу зауытында байытылғаннан кейін тауарлық өнім;
кросс-медиа әсерлер	-	экологиялық жүктеменің бір экологиялық компоненттен екіншісіне ауысуы мүмкін. Технологияны енгізуден туындаған кез келген жанама әсерлер мен жағымсыз салдарлар;
қалқымалы қышқыл	-	фторид сутегінің (HF) судағы ерітіндісі;
кож	-	негізінен оксидтер қорытпасынан тұратын шихта компоненттерінің жоғары температуралық өзара әрекеттесу өнімі;
қолданыстағы қондырғы	-	қолданыстағы объектіде (кәсіпорында) орналасқан және осы ЕҚТ бойынша анықтамалық қолданысқа енгізілгенге дейін пайдалануға берілген эмиссиялардың стационарлық көзі . Қолданыстағы қондырғыларға осы ЕҚТ бойынша анықтамалық қолданысқа енгізілгеннен кейін реконструкцияланатын және (немесе) жаңғыртылған қондырғылар жатпайды;
		қоршаған ортаны қорғау саласындағы уәкілетті орган бекіткен Өндірістік экологиялық

<p>қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесі</p>	<p>-</p>	<p>бақылауды жүргізу кезінде қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің автоматтандырылған жүйесін жүргізу қағидаларына сәйкес нақты уақыт режимінде қоршаған ортаға эмиссиялар мониторингінің ақпараттық жүйесіне деректерді беруді қамтамасыз ететін эмиссиялардың негізгі стационарлық көздерінде қоршаған ортаға эмиссиялар көрсеткіштерін қадағалайтын өндірістік экологиялық мониторингінің автоматтандырылған жүйесі;</p>
<p>қос контакт (қос абсорбция)</p>	<p>-</p>	<p>күкірт диоксидін тотықтырудың және күкірт диоксидін абсорбциялаудың екі сатылы әдісі, онда катализатордың 3 -ші қабатынан кейін күкірт диоксиді күкірт оксидін (VI) абсорбциялау үшін аралық абсорберге шығарылады, содан кейін моногидрат абсорберде соңына дейін тотығу және кейіннен абсорбциялау үшін катализатордың 4 -ші қабатына оралады;</p>
<p>ластағыш заттар</p>	<p>-</p>	<p>қатты, сұйық, газ тәріздес немесе бу күйіндегі кез келген заттар, олар қоршаған ортаға түскен кезде өзінің сапалық немесе сандық сипаттамаларына байланысты табиғи ортаның табиғи тепе-теңдігін бұзатын, табиғи орта компоненттерінің сапасын нашарлататын және қоршаған ортаға зиян келтіруге немесе адамның өміріне және (немесе) денсаулығына зиян келтіруге қабілетті;</p>
<p>ластағыш заттардың шығарылуы</p>	<p>-</p>	<p>атмосфералық ауаға эмиссия көздерінен ластағыш заттардың түсуі;</p>
<p>маркерлік ластағыш заттар</p>	<p>-</p>	<p>өндірістің немесе технологиялық процестің белгілі бір түрінің эмиссиялары үшін ең маңызды ластаушы заттар, олар осындай өндіріске немесе технологиялық процеске тән ластаушы заттар тобынан таңдалады және олардың көмегімен топқа кіретін барлық</p>

		ластаушы заттардың эмиссияларының мәндерін бағалауға болады;
мониторинг	-	шығарындылардың, төгінділердің, тұтынудың, эквивалентті параметрлердің немесе техникалық шаралардың белгілі бір химиялық немесе физикалық сипаттамаларының және т.б. өзгеруін жүйелі түрде бақылау;
өлшеу жүйесі	-	көрсетілген өлшемдерді орындау үшін қолданылатын барлық операциялық процедураларды қоса алғанда, өлшеу құралдарының және басқа жабдықтардың толық жиынтығы;
регенеративті оттықтар	-	олар екі немесе одан да көп отқа төзімді массаларды пайдаланып ыстық газдардан жылу алуға арналған, олар баламалы түрде қыздырылады, содан кейін жану ауасын алдын ала қыздыру үшін пайдаланылады, сондай-ақ рекуперативті пешті қараңыз;
рекуперативті оттықтар	-	олар жылуды қалпына келтіру үшін оттық жүйесінде ыстық газдарды айналдыруға арналған. Сондай-ақ қараңыз: регенеративті оттықтар;
сапа	-	көбінесе пайызбен, тоннаға грамм (г/т) немесе миллиондағы бөліктермен (м.д.) білдірілетін кендегі кез келген құрамдас бөліктің өлшемсіз үлесі;
соңына дейін жағу	-	ауаны беру немесе оттықты пайдалану арқылы пайдаланылған газдарды тұтандыру және жағу (мысалы, СО және (ұшпа) органикалық қосылыстардың санын азайту үшін);
сілтісіздендіру	-	сұйық фазадан компоненттерді алу үшін еріткіштің кеуекті немесе ұнтақталған материал арқылы өтуі. Мысалы, алтынды кеуекті кенді немесе қалдықтарды сілтісіздендіру арқылы алуға болады. Басқа әдістер – кенді, концентраттарды немесе қалдықтарды резервуарлы сілтісіздендіру және орнында сілтісіздендіру;

техникалар	-	техникалар объектіні жобалауға, салуға, күтіп ұстауға, пайдалануға, басқаруға және пайдаланудан шығаруға қолданылатын технологияларды да, әдістерді, тәсілдерді, процестерді, практикаларды, тәсілдер мен шешімдерді де білдіреді;
тотықтырғыш	-	басқа материалдармен, атап айтқанда жанғыш заттармен жанасу кезінде жоғары экзотерммен әрекеттесетін материал;
түйіршіктеу	-	ұнтақ немесе қатты материалды жасанды түрде түйіршіктерге, біркелкі өлшемді және біркелкі пішінді түйіршіктерге - түйіршіктерге айналдыру процесі;
ұйымдастырылған шығарындылар	-	стационарлық көзден шыққан шығарындылар, егер ол мәжбүрлі желдету жүйелерінің көмегімен шығатын тозаң- және газ-ауа қоспалары ағынының бағытын қамтамасыз ететін арнайы құрылыс, жүйе немесе құрылғы ( түтін және желдету құбырлары, газ құбырлары, ауа өткізгіштер, желдету шахталары және басқалар ) арқылы жүзеге асырылса, ұйымдастырылған болып есептеледі;
ұйымдастырылмаған шығарындылар	-	ластағыш заттардың атмосфералық ауаға бағытсыз диффузды ағындар түрінде шығуы ;
ұшпа органикалық қосылыстар	-	293,15 К температурада 0,01 кПа немесе одан жоғары бу қысымы бар немесе пайдаланудың белгіленген шарттарында тиісті ұшпалығы бар кез келген органикалық қосылыс;
фторидті сутек	-	түссіз газ немесе сұйықтық, фтордың негізгі өнеркәсіптік көзі болып табылады;
тозаң	-	Газ фазасында дисперсті кез келген пішіндегі, құрылымдағы немесе тығыздықтағы өлшемдері субмикроскопиялықтан макроскопиялыққа дейінгі қатты бөлшектер;

шығару (металды балқыту кезінде )	-	балқытылған металды немесе қожды кетіру үшін пештің шығуын ашу әрекеті;
түгін газдар	-	ауаның ластануымен күресу үшін шығатын құбырдан немесе жабдықтан ұшпа органикалық қосылыстар немесе басқа ластаушы заттар бар соңғы газ шығарындысы;
электролиттік тазарту	-	электролиттік тазарту сатысы, онда металл анод ериді және металл катодта тұнбаға түседі. Ұяшықта анодты шлам деп аталатын қоспалар жиналады;
электролиз	-	электродтардағы екінші реакциялардың нәтижесі болып табылатын еріген заттардың немесе басқа заттардың құрамдас бөліктерін электродтарда оқшаулаудан тұратын физика-химиялық процесс, ол электролит ерітіндісі немесе балқымасы арқылы электр тогы өткен кезде пайда болады;
эмиссия	-	антропогендік объектілерден бөлінетін ластағыш заттардың атмосфералық ауаға, суға, жерге немесе оның бетіне түсуі.

## Химиялық формулалар мен элементтер

Химиялық қосылыс	Атауы
1	2
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Күшән триоксиді
CaSO <sub>4</sub>	Кальций сульфаты (гипс)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Күкірт қышқылы
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	Кремний фторид сутегі қышқылы
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Сутегі асқын тотығы
HCl	Тұз қышқылы
HF	Фторид сутегі
HNO <sub>3</sub>	Азот қышқылы
HgCl <sub>2</sub>	Сынап ( II) хлориді, сублиматы
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Сынап ( I) хлориді, каломель
HgS	Сынап сульфиді
HgI <sub>2</sub>	Сынап йодиді

$K_2O$	Калий оксиді
KOH	Калий гидроксиді
MgO	Магний оксиді, магнезия
$Mg(OH)_2$	Магний гидроксиді
$MgCO_3$	Магний карбонаты
$MgSO_4$	Магний сульфаты
MnO	Марганец оксиді
NaOH	Натрий гидроксиді (каустикалық сода)
$NaHCO_3$	Натрий гидрокарбонаты
$Na_2CO_3$	Натрий карбонаты
$NO_2$	Азот диоксиді
$NO_x$	NO және $NO_2$ азот оксидтерінің жиынтық атауы
$NH_4OH$	Аммоний гидроксиді
$NH_4Cl$	Аммоний хлориді
PbO	Қорғасын оксиді
$SiO_2$	Кремний тотығы, кремний тотығы
$SO_2$	Күкірт диоксиді
$SO_3$	Күкірт триоксиді
$SO_x$	Күкірт оксидтері – $SO_2$ және $SO_3$
ZnO	Мырыш оксиді
CaO	Кальций оксиді, әк
$CaCO_3$	Кальций карбонаты
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Сальций сульфаты, гипс
$CaMg[CO_3]_2$	Доломит

Символ	Атауы	Символ	Атауы
Cu	Мыс	Пт	Платина
Au	Алтын	Zn	Мырыш
Ag	Күміс	Pb	Қорғасын
As	Күшән	Ge	Германий
Hg	Меркурий	Ga	Галий
Se	Селен	Te	Теллур

### Аббревиатуралар мен анықтамалар

Аббревиатура	Анықтама
1	2
АМЖ	Автоматтандырылған мониторинг жүйесі
АҚ	Акционерлік қоғам

БМЗ	Балқаш мыс балқыту зауыты
БМ	Бағалы металдар
ЕО	Еуропалық одақ
ЖМЗ	Жезқазған мыс балқыту зауыты
ЛЗ	Ластағыш зат
ИҚ	Инфрақызыл сәуле
КТА	Кешенді технологиялық аудит
КП	Платиналы концентрат
ҚҚ	Қайнаған қабат
ҰОҚ	Метанға жатпайтын ұшпа органикалық қосылыстар
ПТМ	Платина тобындағы металдар
ГКӘ	Бөлінетін газдарды күкіртсіздендіру әдісі
БЖК	Бір реттік жұмсақ контейнер
ДЖ	Деректер жоқ
ЕҚТ	Ең үздік қолжетімді техника
НБ	Нормаланбайды (контекстке байланысты)
ҚО	Қоршаған орта
ББЗ	Беттік-белсенді заттар
ШРШ	Шекті рұқсат етілген шығарынды
ШРК	Шекті рұқсат етілген концентрация
ШРТ	Шекті рұқсат етілген төгінді
ПХДД	Полихлорланған дибензодиоксиндер
ПХДФ	Полихлорланған дибензофурандар
РМ	Particulate Matter-қатты бөлшектер
ҚР	Қазақстан Республикасы
СПМ	Сирек платина металы
РТТ	Регенеративті термиялық тотықтырғыш
PS	Peirce-Smith (конвертер)
ЭМЖ	Экологиялық менеджмент жүйесі
ЭнМЖ	Энергетикалық менеджмент жүйесі
ҚКСГ	Құрамында күкіртеутегі бар газ
ЖШС	Жауапкершілігі шектеулі серіктестік
ТЖТ	Техникалық жұмыс тобы
ТВРС	Top-blown rotary converter (жоғарыдан үрленетін айналмалы түрлендіргіш)
ӨМК	Өскемен металлургия комбинаты
СЭН	Сапаның экологиялық нормативі
ЭСТ/Ш	Электростатикалық тұндырғыш/тозаң жинағыш
ЭФ	Электрсізгі

## Өлшеу бірліктері

--	--	--	--



Өлшеу бірлігінің белгісі	Өлшеу бірлігінің атауы	Өлшеу атауы (өлшеу белгісі)	Трансформация және түсініктемелер
1	2	3	4
бар	бар	Қысым (D)	1,013 бар = 100 кПа = 1 атм
°C	Цельсий градусы	Температура (T) Температура айырмашылығы (RT)	
Г	грамм	салмақ	
h	сағат	Уақыт	
Қ	Кельвин	Температура (T) Температура айырмашылығы (AT)	0 °C = 273,15 К
кг	килограмм	салмақ	
кДж	килоджоуль	Энергия	
кПа	килопаскаль	Қысым	
кВтсағ	киловатт-сағат	Энергия	1 кВтсағ = 3 600 кДж
л	литр	Көлемі	
м	метр	Ұзындығы	
м <sup>2</sup>	шаршы метр	Шаршы	
м <sup>3</sup>	текше метр	Көлемі	
мг	миллиграмм	салмақ	1 мг = 10 <sup>-3</sup> г
мм	миллиметр		1 мм = 10 <sup>-3</sup> м
МВт	мегаватт жылу қуаты	Жылулық қуат Жылу энергиясы	
mm <sup>3</sup>	қалыпты текше метр	Көлемі	101,325 кПа, 273,15 К
Па	паскаль		1 Па \u003d 1 Н / м <sup>2</sup>
бөлігі/млрд	бб	Қоспалардың құрамы	1 бет/мин = 10 <sup>-9</sup>
ppm	миллионға бөлік	Қоспалардың құрамы	1 бет/мин = 10 <sup>-6</sup>
айн/мин	айн/мин	Айналу жылдамдығы, жиілігі	
т	метрикалық тонна	салмақ	1 т = 1000 кг немесе 10 <sup>6</sup> г
т/тәу	тонна тәулігіне	Жаппай ағын Материалды тұтыну	
т/жыл	тонна жылына	Жаппай ағын Материалды тұтыну	
шамамен%	көлемі бойынша пайыз	Қоспалардың құрамы	
кг-%	салмағы бойынша пайыз	Қоспалардың құрамы	
Вт	ватт	Қуат	1 Вт = 1 Дж/с
В	вольт	Кернеу	1 В \u003d 1 Вт / 1 А (А - Ампер, ток

## Алғысөз

**Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалығы мазмұнының қысқаша сипаты: халықаралық аналогтармен өзара байланыс**

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығы (бұдан әрі – ЕҚТ бойынша анықтамалық) Қазақстан Республикасының Экология кодексін (бұдан әрі – Экология кодексі) іске асыру мақсатында әзірленді.

ЕҚТ бойынша анықтамалықты әзірлеу кезінде ең үздік қолжетімді техниканың қолданылу саласындағы техникалық-экономикалық қолжетімділігін айқындайтын Қазақстан Республикасының климаттық, экономикалық, экологиялық жағдайларына және шикізаттық базасына негізделген бейімделу қажеттілігін ескере отырып, ең үздік әлемдік тәжірибе және Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымының мүшелері болып табылатын мемлекеттерде ресми түрде қолданылатын, Еуропалық Одақтың ең үздік қолжетімді техникалары бойынша ұқсас және салыстырмалы анықтамалығы "Түсті металдар өндірісі үшін ЕҚТ бойынша анықтамалық құжат" (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries) ескерілді.

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың қолданылу саласы, технологиялық процестер, жабдықтар, техникалық әдістер, белгілі бір қолданылу саласы үшін ең үздік қолжетімді техника ретінде әдістер, ЕҚТ анықтау әдіснамасына сәйкес техниканы ЕҚТ-ға жатқызу, сондай-ақ технологиялық процеске арналған ең үздік қолжетімді техникалардың жиынтығында бір немесе бірнешеуін қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалықты әзірлеу жөніндегі техникалық жұмыс тобы айқындады.

Түсті металлургияның өнеркәсіптік кәсіпорындарынан (мырыш және кадмий, қорғасын, мыс және алтын өндірісі) атмосфераға шығарылатын эмиссиялардың ағымдағы мөлшері шамамен жылына 176 000 тоннаны құрайды. Бүгінгі таңда мыс өндіретін қазақстандық кәсіпорындарда ЕҚТ енгізу деңгейі 78 %, алтын бойынша - 91,4 % деп бағаланып отыр.

ЕҚТ қағидаттарына көшкен кезде сала бойынша қоршаған ортаға эмиссиялар шамамен 65 %-ға азаяды немесе шамамен жылына 114 400 тоннаға төмендейді.

Түсті металлургия бойынша сараптамалық бағалау туралы есепке сәйкес инвестициялардың болжамды көлемі 39,489 млрд. теңге. ЕҚТ енгізген кезде нақты кәсіпорынның экономикасын және кәсіпорынның ЕҚТ қағидаттарына көшуге дайындығын, таңдап алынатын ЕҚТ өндіруші елді, қуаттылық көрсеткіштерін, ЕҚТ габариттерін және ЕҚТ орналастыру дәрежесін ескере отырып, ЕҚТ-ны таңдауға деген жеке көзқарас көзделеді.

Өндірістік қуаттарды заманауи және тиімді техникаларды қолдана отырып жаңғырту Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы (ЭЫДҰ) елдерінің

эмиссияларына сай келетін тиісті деңгейлерге дейін ресурс үнемдеуге және қоршаған ортаны сауықтыруға ықпал ететін болады.

### **Мәліметтерді жинау туралы ақпарат**

Әдістемелік нұсқаулықты әзірлеу үшін кешенді технологиялық аудит жүргізу барысында Қазақстан Республикасындағы мыс және бағалы металдар өндірісінде қолданылатын шығарындылар, төгінділер, қалдықтардың түзілуі, технологиялық процестер, жабдықтар, техникалық әдістер, әдістер туралы ақпарат жинақталды, Ережелері әзірлеу ережелеріне енгізілген, Ең үздік қол жетімді әдістемелерді қолдану, бақылау және қайта қарау [1]. Кешенді технологиялық аудит жүргізу объектілерінің тізбесі "Мыс және бағалы металл –алтын өндірісі" ең үздік қолжетімді әдістемелері бойынша нұсқаулықты әзірлеу бойынша техникалық жұмыс тобымен бекітілді.

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

ЕҚТ бойынша анықтамалық Экология кодексінің талаптарына сәйкес әзірленіп жатқан серияның ЕҚТ бойынша анықтамалықтарының бірі болып табылады.

ЕҚТ бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығы мыналармен байланысты:

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың атауы	Байланысты процестер
Шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезіндегі энергетикалық тиімділік	Энергетикалық тиімділік
Атмосфералық ауаға және су объектілеріне ластағыш заттардың шығарындыларына мониторинг жүргізу	Эмиссия мониторингі
Қалдықтарды кәдеге жарату және залалсыздандыру	Қалдықтармен жұмыс істеу
Қорғасын өндірісі	Күкірт қышқылы өндірісі, қорғасын өндірісінің қалдықтары
Мырыш өндірісі	Күкірт қышқылы өндірісі, мырыш өндірісінің қалдықтары

### **Қолданылу саласы**

Экология кодексінің 3-қосымшасына сәйкес осы ЕҚТ бойынша анықтамалық түсті металдар өндірісіне, сондай-ақ Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысымен бекітілген Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларының (бұдан әрі – Қағидалар) 12-тармағының 2-тармақшасына сәйкес мына:

кендерден, концентраттардан немесе екінші реттік шикізаттардан пирометаллургиялық, гидрометаллургиялық және электролиттік процестермен мыс өндірісі;

балқыту зауыттарында қорытпаларды, оның ішінде екінші реттік өнімдерді қоса алғанда, мыс дайындамаларын балқыту;

мыс ұнтағы мен мыс сульфаты өндірісі;

мыс өндірісіндегі күкірті бар газдарды кейіннен күкірт қышқылын және басқа да өнімдерд өндірісімен кәдеге жарату;

гидрометаллургиялық, пирометаллургиялық және электрохимиялық процестер арқылы шөгінділерден, концентраттардан, табиғи концентраттардан (шлам алтыны), кождан, кектерден, екінші реттік шикізаттан бағалы металдар өндірісі және алтын құймалары өндірісі негізгі және қосымша қызмет түрлері мен технологиялық процестердің тізбесіне қолданылады.

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың қолданылу саласы, технологиялық процестер, жабдықтар, техникалық әдістер, белгілі бір қолданылу саласы үшін ең үздік қолжетімді техника ретінде әдістер, ЕҚТ-ны анықтау әдіснамасына сәйкес техниканы ЕҚТ-ға жатқызу, сондай-ақ технологиялық процеске арналған ең үздік қолжетімді техникалардың жиынтығында бір немесе бірнешеуін қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалықты әзірлеу жөніндегі техникалық жұмыс тобы айқындады.

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

шикізатты сақтау және дайындау;

отынды сақтау және дайындау;

өндірістік процестер (пирометаллургиялық, гидрометаллургиялық және электролиттік);

шығарындылар мен қалдықтардың түзілуін болғызбау және азайту әдістері;

өнімді сақтау және дайындау;

мыс өндірісінен шығатын газдардан күкірт қышқылы өндірісі.

Анықтамалық мыналарға қолданылмайды:

кенді өндіру және байыту;

концентраттарды алу;

сым өндірісі;

металдардың бетін өңдеу;

өндірістің үздіксіз жұмыс істеуі үшін, сондай-ақ жоспарлы профилактикалық және жөндеу жұмыстарымен байланысты авариялық жұмыс режимдері үшін қажетті қосалқы процестер;

өнеркәсіптік қауіпсіздікті немесе еңбекті қорғауды қамтамасыз етуге байланысты мәселелер.

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтағы өнеркәсіптік қалдықтарды басқару аспектілері тек негізгі өндіріс процесінде түзілетін қалдықтарға қатысты қарастырылады. Көмекші технологиялық процестердің қалдықтарын басқару жүйесі тиісті ЕҚТ бойынша анықтамалықтарда қаралады.

## **Қолданылу қағидаттары**

### **Құжаттың мәртебесі**

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

ЕҚТ бойынша анықтамалық бірқатар халықаралық деңгейде қабылданған критерийлерге негізделген салалар (ЕҚТ аймақтары) үшін жүзеге асырылады:

- аз қалдықты технологиялық процестерді қолдану;
- өндірістің жоғары ресурстық және энергия тиімділігі;
- суды ұтымды пайдалану, су айналымы циклдерін құру;

ластануды болғызбау, аса қауіпті заттарды пайдаланудан бас тарту (немесе пайдалануды азайту);

заттар мен энергияны қайта пайдалануды ұйымдастыру (мүмкіндігінше);

экономикалық орындылығы (ЕҚТ-ны қолдану салаларына тән инвестициялық циклдарды ескере отырып).

### **Қолданылуға міндетті ережелер**

"6. Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша тұжырымдарды қамтитын қорытынды" ЕҚТ бойынша анықтамалықтар ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындыларды әзірлеу кезінде қолдануға міндетті болып табылады.

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша қорытындының бір немесе бірнеше ережелерінің жиынтығын қолдану қажеттілігін технологиялық көрсеткіштер сақталған жағдайда кәсіпорындағы экологиялық аспектілерді басқару мақсаттарына сүйене отырып, объектілердің операторлары дербес айқындайды. Осы ЕҚТ бойынша анықтамалықта келтірілген ең үздік қолжетімді техникалардың саны мен тізбесі енгізуге міндетті болып табылмайды.

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

### **Ұсынымдық сипаттағы ережелер**

Ұсынымдық сипаттағы ережелер ұсынымдық сипатқа ие болады және ЕҚТ-ның қолданылуына байланысты технологиялық көрсеткіштерді белгілеу процесін талдау үшін және ЕҚТ бойынша анықтамалықты қайта қарау кезінде талдау үшін ұсынылады.

1 -бөлім: мыс және бағалы металдар өндірісі, саланың құрылымы, өнеркәсіптік процестер мен мыс және бағалы металдар өндірісінде қолданылатын технологиялар туралы жалпы мәліметтер беріледі.

2 -бөлім: ЕҚТ-ға жатқызу әдіснамасы, ЕҚТ-ны анықтау тәсілдері сипатталады.

3 -бөлім: өндірістік процестің немесе түпкілікті өнімд өндірісіндегі негізгі кадамдарды сипаттайды, ағымдағы шығарындылар, шикізаттың шығыны мен сипаты, суды тұтыну, энергия тұрғысынан мыс және бағалы металдар өндірісі кәсіпорындарының экологиялық көрсеткіштері туралы деректер мен ақпаратты береді. пайдалану және қалдықтардың пайда болуы.

4 -бөлім: технологиялық процестерді іске асыру кезінде олардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін қолданылатын және қоршаған ортаға теріс әсерін тигізетін объектіні қайта құруды қажет етпейтін әдістерді сипаттайды, әдістердің каталогы және олармен байланысты мониторинг:

ауаға шығарындыларды болғызбау немесе азайту;

су объектілеріне ағызудың алдын алу немесе азайту;

қалдықтардың түзілуін болғызбау немесе азайту.

5 -бөлім: ЕҚТ-ны анықтау үшін қарастыруға ұсынылатын қолданыстағы әдістердің сипаттамасын береді.

7 -бөлім: жаңа және перспективалы әдістер туралы ақпарат берілген.

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

## **Жалпы ақпарат**

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

### **1.1. Мыс және бағалы металдар өндірісінің құрылымы мен технологиялық деңгейі**

Мыс металлургиясының қазіргі жағдайы мынадай белгілермен сипатталады [2]:

1. Мыстың мөлшері 0,5 масса % және одан жоғары болатын кендер.

2. Барлық руданың 90 %-ға жуығы флотациялық байытуға ұшырайды, ал 10 %-ы тікелей металлургиялық сатыларға – балқыту және сілтісіздендіру үшін өтеді.

3. Металл мысты алудың негізгі әдісі кендер мен концентраттарды штейнге балқыту және кейіннен штейнге айналдыру арқылы пирометаллургиялық әдіс болып табылады. Қазіргі уақытта мыстың 90 %-ға жуығы осы жолмен алынады. Штейннің

едәуір бөлігі бұрынғысынша реверберациялық пештерде балқытылады, кейбір жағдайларда концентраттарды агломерациялау, одан кейін шахталы пештерде балқыту немесе күйдірілген немесе кептірілген концентраттарды электрмен балқыту қолданылады. Соңғы уақытта жаңа процестер жиі қолданылуда, олардың ең перспективалылары – тез балқыту, оттегімен балқыту, сұйық ваннада балқыту ("Ванюков үдерісі") және т.б. Балқытуды конверсиялаумен біріктіретін технологиялар әзірленіп, енгізілді. Жапонияда 1975 жылдың өзінде штейннің 59,5 % тез балқыту арқылы алынған, ал концентраттың 4,4 % Mitsubishi әдісі бойынша үздіксіз балқыту-конверттеу үдерісімен өңделген. Мысты алудың пирометаллургиялық әдісі бірқатар шектеулерге ие: өндірістің үлкен ауқымы (жылына 100 мың тоннаға жуық тазартылмаған мыс); мыс мөлшері 25 – 30 % концентратқа немесе 2 % мыс бар бай кенге қажеттілік; күкірт концентратын немесе кенді толық пайдалану қажеттілігі.

4. Күңгіртке айналдыру арқылы алынған тазартылмаған мыс, әдетте, отпен тазартуға және электролиттік тазартуға барады.

5. Электролиттік тазартудан алынған тұнба Au, Ag, Se, Te және басқа элементтерді алу үшін күрделі өңдеуден өтеді.

6. Мыстың 20 %-ға жуығы гидрометаллургиялық әдіспен сулы ерітінділерден алынады. Бұл әдістердің артықшылығы – пирометаллургиялық әдістермен салыстырғанда энергияны аз тұтыну, жұмыс жағдайларының жақсаруы және қоршаған ортаға теріс әсердің аз болуы. Кемшіліктері - бағалы металдар өндірісінің мүмкін еместігі, төмен қарқындылығы және көлемді жабдық.

Әлемдік мыс өндірісі айтарлықтай шоғырланған. Бұл металдың 35 %-ға жуығы Codelco (Чили), Freeport-McMoRan (АҚШ), Glencore (Швейцария), BHP Billiton (Австралия), Southern Copper (Мексика) бес ірі компанияларында өндіріледі. Бұл компаниялар мыстың 80 %-ға жуығын бастапқы шикізаттан өндіреді (яғни олар толық өңдеу циклін жүзеге асырады) және 20 %-ын түскен сынықтарды өңдеу нәтижесінде шығарады. Еуропада ең ірі мыс өндірушілер: Польша, Португалия және Болгария. Әрбір зауыт мыс өнімдерінің сан алуан түрін шығаруға қауқарлы. Қазіргі дағдарысқа қарамастан, мыс әлі де сұранысқа ие металл. Бұл өндіріске тән күрделі кемшіліктердің бірі – экологиялық проблемалар. Мыс балқыту зауыттарының шығарындыларын бағалау қоршаған ортаның ластануының жоғары деңгейін көрсетті. Оның құрамында денсаулыққа зиянды химиялық қосылыстардың көп мөлшері (кадмий, сынап, күшән, қорғасын, азот және көміртек оксидтері) [3].

Соңғы алты жылда Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросының мәліметтері бойынша Қазақстанда мыс кендері өндірісі көлемі 2014 жылғы 38,4 млн. тоннадан 2019 жылғы 119,8 млн. тоннаға дейін, мыс концентраттарын шығару 9,4 млн. тоннадан 15,8 млн. тоннаға дейін және мыс концентраттарындағы мыс 458,8 мың тоннадан 568,5 мың тоннаға дейін өсті. Норникельдің жылдық есебіне сәйкес, 2019 жылы дүниежүзілік мыс

өндірісі шамамен 20,7 млн. тоннаны құрады, Чили өндіріс бойынша әлемде бірінші орында тұр, ол әлемдік өндірістің 25 %-ын (5,2 млн. тонна), Қазақстанның үлесіне шамамен 2,7 млн. әлемдік мыс өндірісінің % (560 мың тонна) және мыс өндірісі бойынша әлемде 12 -ші орында.

Қазақстанда мыс өндірісі бойынша негізгі жер қойнауын пайдаланушылар "Қазақмыс Корпорациясы" ЖШС, "KAZ Minerals PLC", "Казцинк" ЖШС болып табылады.

Ең ірілеріне Жезқазған құмтастарының кен орны, Ақтоғай және Айдарлы порфирлі мыс типті кен орындары жатады. Қазақстан Республикасының аумағында құрамында мыс бар рудаларды өндіруді "Қазақмыс Корпорациясы" АҚ еншілес ұйымдары, "Казцинк" АҚ еншілес ұйымдары, "Ақтөбе мыс компаниясы" ЖШС, "Майкайнзолото" ЖШС жүзеге асырады. Бұл кәсіпорындардың барлығында мыс концентратындағы мыс өндірісіне арналған қуаттар бар.

**Мыс** өндірісі және балқыту Қазақстанда Қазақстан Республикасының орталық және шығыс бөліктерінде шоғырланған. Мыс өнеркәсібінің ірі кәсіпорындары Балқаш және Жезқазған тау-кен металлургия комбинаттары болып табылады. Олар Қоңрад, Саяк, Жезқазған мыс кендерінде жұмыс істейді. Полиметалл өнеркәсібі Қазақстанның шығысы мен оңтүстігінде дамыған. Бұл саланың ең көне орталығы – Алтайдағы Риддер мен Өскемен.

Қазіргі кезде, Қазақстанда, еліміздің барлық дерлік аймақтарында 199 өнеркәсіптік **алтын кен орындары барланған, оның ішінде 127 бастапқы, 40 кешенді, 32 борпылдақ.** Қорлардың негізгі үлесі мыс және полиметалл кен орындарының рудаларына (68 %) келеді. Алтын кен орындарының ішіндегі ең ірілері-Васильковское (барланған қорлар - 360 тонна Алтын) және Бақыршық 277. Қазақстанның күміс қоры 100 -ден астам кен орнында барланған, бұл ретте негізгі үлесі (шамамен 60 %) туған жер полиметалл (мыс-қорғасын-мырыш) кен орындарына тиесілі. Бұл кен орындарының кендеріндегі күміс мөлшері 40 -тан 100 г/т деңгейінде. Республикадағы күміс қорының 25 %-ға жуығы мыс құмтас кен орындарында (Жезқазған және т.б.) шоғырланған, онда күміс мөлшері 10 - 20 г/т.

Күміс қоры мен өндірісінің жалпы көлеміндегі тиісті алтын-күміс кендерінің үлесі шамалы.

Мыс кендерін байытқанда бағалы металдар мыс концентраттарына алынады. "Қазақмыс" компаниясының еншілес ұйымдары – "Жезқазғанцветмет" ПА және "Балқашцветмет" ӨБ металлургиялық циклында мыс концентраттарын одан әрі өңдеу кезінде күмістің негізгі көлемі мыс электролит шламында шоғырланады.

## 1.2. Ресурстар мен материалдар



Тазартылмаған мыс өндірісіне арналған шикізат тау-кен өндіру және өңдеу кәсіпорындарында мыс кенін байыту нәтижесінде алынған концентраттар, сонымен қатар екінші реттік материалдар болып табылады.

Мысты тазарту және кейіннен өңдеу үшін жеткізілетін шикізаттың маңызды құрамдас бөлігі құрамында мыс бар екінші реттік материалдар (түсті металл сынықтары) болып табылады. Мысты ол пайдаланылатын өнімдердің көпшілігінен алуға болады және қайта өңдеу кезінде сапаны жоғалтпай өндіріс үдерісіне қайта өңдеуге болады. Жаңадан пайда болған немесе технологиялық мыс сынықтары 100 % дерлік қайта өңделеді; сонымен қатар, кейбір зерттеулерге сәйкес, ескі мыс сынықтары нарыққа 95 % дейін түседі және де қайта өңделеді.

Асыл металдар өндірісіне арналған шикізат болып шламдар, концентраттар, табиғи концентраттар (шайма алтын), қождар, кектер, екінші реттік шикізаттар табылады.

Тау-кен байыту кәсіпорындарының және оларда өңделетін кен көздерінің тізбесі 1.1-кестеде келтірілген.

#### 1.1-кесте. Тау-кен өндіру және байыту қуаттары

р/с №	Тау-кен байыту комбинаты / Кәсіпорын	Шикізат базасы	Өнімділік, жылына миллион тонна
1	2	3	4
1	"Казцинк" ЖШС		
1.1	"Алтай" тау-кен байыту кешені	Малеевский кеніші	5,5
1.2	Риддер тау-кен байыту кешені	Алқап кені Тишинский кеніші Шубинский кеніші Риддер-Сұңқар кеніші	-
2	"Қазақмыс" корпорациясы" ЖШС		
2.1	Балқаш байыту комбинаты	Шатыркөл, Қоңырат, Саяқ және Тастау кен орындары	11,5
2.2	Жезқазған байыту комбинаты	Жезқазған кен орны, Жыланды кен орындары тобы және Жаман-Айбат	25,0
2.3	Қарағайлы байыту комбинаты	Нұрқазған, Абыз, Ақбастау және Құсмұрын кен орындары	1,7
2.4	Нұрқазған байыту зауыты		4,0
3	"KAZ Minerals" ЖШС		
3.1	Сульфидті кендерді өңдеу зауыты	"KAZ Minerals Aktogay " ЖШС кен орындары	50,0
3.2	Сульфидті кендерді өңдеу зауыты	"KAZ Minerals Bozshakol " ЖШС кен орындары	25,0
3.3	Көмірленген кенді жуу зауыты		5,0

### 1.3. Өндіріс және пайдалану

Мыс өндірісінің негізгі көздері руда және екінші реттік шикізат болып табылады, олардың үлесі қазір шамамен 40 % құрайды. Бұл негізінен мыс кендерінің табиғи қорының сарқылуымен байланысты [4].

Қазақстанда мыс өндірісінің басталуы 1930 - 1940 жылдарға жатады. Бүгінгі таңда республиканың өнеркәсіптік кәсіпорындары осы металды ірі экспорттаушылар қатарында. Қазақстандық тазартылған мыс Германия, Италия сияқты Еуропа елдеріне үлкен көлемде экспортталады. Қазақстанда үш ірі жер қойнауын пайдаланушы тау-кен өндіру саласында жұмыс істейді және ірі мыс өндірушілері болып табылады: "Қазақмыс Корпорациясы" ЖШС, "KAZ Minerals PLC" және "Қазцинк" ЖШС. Қазақстандағы ең ірі мыс кеніштері:

Қазақстанның оңтүстік-шығысында, Қазақстан-Қытай шекарасынан 250 шақырымдай жерде орналасқан Ақтоғай кен орны Абай облысының Аягөз ауданында, Ақтоғай темір жол станциясынан шығысқа қарай 22 шақырым жерде орналасқан. кен орны 121 млн. тонна тотыққан және 1,597 млрд. тонна сульфидті рудаларға бағаланады, сәйкесінше мыс мөлшері 0,33 % және 0,37 %;

Қазақстанның солтүстігінде Павлодар облысында, Екібастұз қаласына бағынышты аумақта орналасқан Бозшакөл кен орнының минералдық ресурстары мыс құрамы орташа 0,36 болатын 1,17 млрд. тонна кенге бағаланады.

1970 - 1980 жылдары КСРО-да тәжірибелік өнеркәсіптік масштабта Қоунрад (Балқаш), Қалмақыр (Алмалық), Волковский (Волковский) баланстан тыс мыс кендері мен үйінділерінен мысты алу үшін үйінді (үйінді) Сілтiсiздeндiру әдiсi сыналған. Красноуральск) кен орындары мен Николаев кен орнының мыс-мырыш кендері Шығыс Қазақстан мыс-химия комбинаты (Усть-Таловка). Өнім ерітінділерінен мысты алу темір жоңқаларында карбюризациялау арқылы жүзеге асырылды. Қазіргі уақытта Қазақстанда мыс кендерін өңдеудің гидрометаллургиялық әдісіне қызығушылық қайтадан артты, бұл экстракциялық технологияны қолдану мүмкіндігіне байланысты, бұл айтарлықтай экономикалық тиімділікпен жоғары таза катодты мысты алуға мүмкіндік береді. Қазақстандық шикізаттың әртүрлі түрлерін өңдеу үшін экстракциялық технологияны пайдалану мүмкіндігін зерттеу ВНИИТцветметте 1997 жылдан бастап Қазақстан мен Жапония арасындағы экологиялық таза технологияны әзірлеуде ғылыми-техникалық ынтымақтастықтың бірлескен жобасынан бастап жүргізілуде. минералды полиметалл шикізатын өндіру және өңдеу. Қазіргі уақытта Қазақстандағы тотыққан мыс кендерін өңдейтін ең ірі ұйым Ақтоғай кен орнында орналасқан KAZ Minerals тобының кәсіпорны болып табылады. Кәсіпорынның өнімділігі жылына 25 мың тонна катодты мысты құрайды. Кен орнында заттық құрамы мен технологиялық қасиеттері бойынша бір-бірінен ерекшеленетін тотыққан мыс рудаларының бірнеше түрі бөлінеді: вулканиттер, диориттер және гранодиориттер.

Кендерде мыстың орташа мөлшері 0,4 - 0,5 %. Тау жыныстары минералдары кендердің түріне қарай әртүрлі пропорцияда кварц, дала шпаттары, серицит, хлорит, кальцит және доломитпен берілген. Сілтісіздендіру ашық кендегі үйінділерде жүргізіледі [5].

Ұлыбритания МК "Казцинк" ЖШС катодты мыс өндірісі бойынша мыс зауытының өндірістік қуаты тауарлық өнімдегі мыс мөлшері 99,99 % болғанда жылына 70 мың тоннаны құрайды.

"Kazakhmys Smelting" ЖШС – Қазақстандағы мыстың 90 % өндіреді. Қызмет жылдық жобалық қуаттылығы жылына 400 - 440 мың тоннаға дейін жететін екі мыс балқыту зауытында тазартылған мыс өндірісін қамтиды.

Мыстың және оның қорытпаларының спецификалық қасиеттерін ескере отырып, олардың негізгі тұтынушылары электротехника және электроника болып табылады (50 - 55 % дейін сымдар, баулар, кабельдер, шиналар, электр қозғалтқыштары мен трансформаторлардың орамдары түрінде); машина жасау (жылу алмастырғыштар, радиаторлар); авто, әуе және көлік техникасы; тұтыну тауарларын өндіру.

Өндіріс - өндірілген күрделі кендерден, концентраттардан және құрамында бағалы металдар бар басқа да жартылай өнімдерден, сондай-ақ сынықтар мен қалдықтардан (екінші реттік шикізат) бағалы металдарды алу. Бұған нақтылау да кіреді.

Бағалы металдарға алтын, күміс, платина және платиноидтар – палладий, осмий, иридий, рутений және родий жатады [6]. Бағалы металдарды шамамен үш топқа бөлуге болады; күміс, алтын және платина тобындағы металдар (соңғыларына платина, палладий, родий, рутений, иридий және осмий жатады). Олардың ең маңызды көздері бағалы металдардың рудалары, сондай-ақ басқа түсті металдарды өңдеу кезінде алынған жанама өнімдер (атап айтқанда, мыс өндірісінің және Сілтісіздендіру қалдықтарының анодтық шламы, мырыш пен қорғасын өндірісінің шикізаты) және өңделген материал [6]. Бағалы металдар басқа металдармен салыстырғанда әртүрлі ортада және ең алдымен оттегі қосылыстарының түзілуіне қатысты химиялық төзімділігі жоғары. Алтын және күміс сәйкесінше сары және ақ металдар болып табылады. Олардың бетке бағытталған текше торы бар, ерекше икемділігімен және икемділігімен ерекшеленеді. Екі металдың да жылу және электр өткізгіштігі өте жоғары: күміс бұл жағынан барлық басқа металдардан асып түседі, алтын мыс пен күмістен кейін екінші орында. Бұл элементтердің айрықша ерекшелігі – күрделі түзілу тенденциясы және олардың қосылыстарының көпшілігінің металдарға дейін тотықсыздануының жеңілдігі [8].

Әлемдегі тау-кен өнеркәсібінің жалпы көлеміндегі олардың үлесі шамалы және шамамен 0,00005 % құрайды, сонымен бірге олардың жоғары құнына байланысты құндық мәнде бұл шамамен 5 % құрайды. Басқаша айтқанда, бағалы металдар өндірісі құны кез келген басқа минералдың (алмастан басқа) масса бірлігіне шамамен 100 000 есе жоғары.

Алтын бағалы металдарға жатады. Төмен химиялық белсенділік - бұл металдың маңызды және тән қасиеті. Ауада, тіпті ылғал болған жағдайда да, алтын іс жүзінде өзгермейді. Ежелгі заманда жасалған алтын бұйымдар бүгінгі күнге дейін өзгеріссіз сақталған. Тіпті жоғары температурада алтын сутегімен, оттегімен, азотпен, күкіртпен және көміртегімен әрекеттеспейді. Алтын акварегияда, хлормен қаныққан тұз қышқылында, сілтілі және сілтілі жер металл цианидтерінің судағы ерітінділерінде оттегінің қатысуымен оңай ериді.

Металлдық алтынды алу көздері: құрамында алтыны бар кендер; полиметалдық алтын-қорғасын-мырыш және платина-мыс-никель сульфидті кендер; екінші реттік шикізат – құрамында алтыны бар өндірістік және тұрмыстық сынықтар мен қалдықтар.

Құрамында алтыны бар кен орындары екі түрге бөлінеді: аллювийлік, онда алтынның сынықсыз борпылдақ шөгінділер (күмдар) арасында бос күйінде болатыны және қатты кристалды жыныстарда бос немесе байланысқан күйде алтыны бар біріншілік.

Полиметалл рудаларында көптеген сульфидті минералдар алтын тасымалдаушы қызметін атқарады, әсіресе пирит, халькопирит және галена. Құрамында алтыны бар рудалар – әр түрлі жыныстардағы, көбінесе кварц немесе сульфидтер құрамында металдық алтын, оның селенидтері мен теллуридтері қосындылары бар таралған жыныстар [9].

Алтынның басқа ешбір металда жоқ бірегей физикалық және химиялық қасиеттері бар. Технологиясы өте дамыған, одан ультра жұқа фольга мен микрон сымын жасау оңай, ол жақсы дәнекерленген және қысыммен дәнекерленген, алтын жабындар металдар мен керамикаға оңай жағылады. Алтын толығымен дерлік инфрақызыл сәулелерді көрсетеді, қорытпаларда каталитикалық белсенділікке ие. Алтынның пайдалы қасиеттерінің мұндай үйлесуі оның қазіргі заманғы техниканың маңызды салаларында: электроникада, байланыс техникасында, ғарыштық және авиациялық техникада, атом энергетикасында және т.б. кеңінен қолданылуының себебі болып табылады.

#### **1.4. Өндіріс орындары**

Қазақстанда тау-кен жұмыстарын жүргізетін үш ірі жер қойнауын пайдаланушы бар және мыс өндірісінің ең ірі өндірушілері болып табылады:

"Казцинк" ЖШС;

"Қазақмыс" корпорациясы" ЖШС;

"KAZ Minerals Aktogay" ЖШС.

Қазақстандағы негізгі алтын өндіріс компаниялар:

"Altyntau Kokshetau" (Васильковское алтын кен орны);

"Kazakhmys Holding" (Орталық аймақтың кеніштері);

"KAZ Minerals PLC" (Бозшакөл және Ақтоғай);

"Полиметалл" (Варваринское, Комаровское, Бақыршық);

"Алтыналмас" (Ақбақай кен орны және Пустынное жобасы);

"Қазақалтын" (Ақсу, Жолымбет, Бестөбе кеніштері);

"Nordgold" (Суздаль кеніші).

Қазақстанда алтын үш мұнай өңдеу зауытында өңделеді: "Қазмырыш" ЖШС Өскемен металлургиялық кешені (қуаты 52 тонна/жыл), "Қазақмыс Корпорациясы" ЖШС Балқаш мыс қорыту зауытының мұнай өңдеу зауытында. (қуаты 10 т/жыл) және Астана қаласындағы "Тау-Кен Алтын" ЖШС мұнай өңдеу зауыты (қуаты 25 т/жыл).

## **1.5. Энергия тиімділігі**

Энергия тиімділігін арттыру үдерістің қоршаған ортаға әсерінің көрсеткіші ретінде маңызды рөл атқарады.

Қара және түсті металлургия энергетикалық ресурстарды тұтытуда жетекші орын алады және өнеркәсіптің энергетикалық балансының негізгі құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Энергия сыйымдылығы бойынша мыс өндірісі болат пен алюминий өндірісінен кейін үшінші орында [2]. Түсті металлургияның маңызды бағыттарының бірі металлургиялық өндіріске ресурс үнемдейтін технологиялар мен жабдықтарды енгізу және оларды одан әрі дамыту болып табылады.

### **1.5.1. Мыс өндірісі**

Мыс өндірісінің энергия тұтынуында электр энергиясы мен отын энергиясын пайдалану арқылы жүзеге асырылатын шихтаны дайындау, балқыту, конверсиялау және электр тазарту процестері негізгі технологиялық процестер болып табылады. Түсті металлургия шикізатының ең маңызды қасиеті - оны өңдеу кезінде жылуды айтарлықтай босату мүмкіндігі. Сульфидті мыс концентраттары және оларды өңдеудің жартылай өнімдері бар әртүрлі шикізатты пирометаллургиялық балқыту үдерісінде энергияның көп мөлшері бөлінеді. Бұл энергия екінші реттік энергетикалық ресурстардың едәуір бөлігін құрайды.

Мыс өндірісінде қолданылатын негізгі энергетикалық ресурстарға электр энергиясы, отын (мазут, дизельдік отын, көмір) және жылу энергиясы жатады. Энергияны тұтынудың үлкейтілген схемасы 1.1 -суретте көрсетілген. Бір немесе басқа ресурсты тұтыну деңгейі негізінен пайдаланылатын жабдыққа және өндіру әдісіне байланысты. Гидрометаллургиялық өндіріс әдісімен негізгі энергия ресурсы электр энергиясы болып табылады. Пирометаллургиялық әдісте отын құрамдас бөлігі маңызды рөл атқарады. Қазақстан кәсіпорындарында мыс өндірудің екі әдісі де қолданылады. "ӨМК Казцинк" ЖШС және "Kazakhmys Smelting" ЖШС кәсіпорындары пирометаллургиялық әдісті, ал "KAZ Minerals Aktogay" ЖШС кәсіпорны гидрометаллургиялық әдісті қолданады.



1.1-сурет. Энергия ресурстарын тұтынудың кеңейтілген ағын схемасы

Металлургиялық процестердің көпшілігі жоғары температурада жүргізіледі және жылу энергиясының құнымен байланысты. Қажетті температураға отын жағу немесе электр қуатын пайдалану арқылы жеткізіледі. Metallургиялық өндірісті дамыту тәжірибесі көрсеткендей, соңғы бірнеше онжылдықтарда бүкіл әлемде аутогендік процестердің дамуы негізінде мыс шикізатын өңдеу технологиясы жетілдірілді. Автогенді балқу отын шығынынсыз деп аталады, шихта компоненттерінің тотығуы кезінде алынған жылу есебінен жүзеге асырылады. Сульфидті шикізатты қайта балқыту кезінде шихта сульфидтерінің жануымен аутогендік қамтамасыз етіледі. Бұл түсті металлургия шикізатының ең маңызды қасиеті – оны өңдеу кезінде жылудың айтарлықтай бөлінуін қамтамасыз ету. Мұндай энергия екінші реттік энергетикалық ресурстардың едәуір бөлігін құрайды. Ол түсті металлургиядағы екінші реттік энергетикалық ресурстардың жалпы көлемінің 30 %-дан астамын құрайды [10].

Қазақстанның түсті металлургия кәсіпорындары әртүрлі типтегі, энергия тиімділігінің әртүрлі дәрежедегі жабдықтарын пайдаланады. Жалпы, пирометаллургиялық технологияны қолданатын қарастырылып отырған кәсіпорындар шихтаны дайындау және балқыту пештерінің түрі бойынша ерекшеленеді. Мысалы, штейн алу үшін Ванюков пештері, Айза пештері және кен-термиялық пештер қолданылады.

"Казцинк" ЖШС тобына кіретін Өскемен металлургиялық кешенінде мыс өндірісі Xstrata технологиялық компаниясының (Австралия) Isasmelt және Isaprocess технологиясы бойынша жүзеге асырылады. Бұл технология Isasmelt пешінен шыққан түтін газдарын және утильдеу қазандығындағы конвертерлерді одан әрі кәдеге жарату арқылы заманауи балқыту жабдығын пайдалануды қамтиды. Мұндай схема аутогенді жану режимін қолдануға қатар, пайдаланылған газдардың жылуын толық пайдалануға мүмкіндік береді.

Балқаш мыс қорыту зауытында "Kazakhmys Smelting" ЖШС Ванюков балқыту пештерін пайдаланады. Оларда құрамында мыс бар шикізат шихта компоненттерін жарылыс оттегімен тотықтыру арқылы балқытылады. Жоғарыда айтылғандай, автогендік процестерді қолдану энергия балансындағы отын құрамдас бөлігінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Жылу қалпына келтіру қазандықтары мыс балқыту пештері мен конвертерлерден жылу энергиясын алу үшін де қолданылады.

Тиімділігі төмен жабдық "Kazakhmys Smelting" ЖШС Жезқазған мыс қорыту зауытында орнатылған. Бұл кәсіпорында шикі мыс концентраттарын балқыту үшін кен-термиялық пештер қолданылады. Әдетте, мыс концентраттарын электрмен балқыту кезінде тұтынылатын қуат олардың құрамы мен ылғалдылығына байланысты және 380 -ден 550 кВт/т шихтаға дейін болады.[9] Электрлік балқытуда жылуды жоғалту шағылыстырғыш балқытуға қарағанда, негізінен түтін газдарының болмауына байланысты аз болады. Дегенмен, электр энергиясы сыртқы көздерден келетін болса, онда электр станцияларының тиімділігін ескеру қажет. Қалдық газдардың жылуын ұтымды пайдаланған кезде реверберациялық балқыту кезінде де термиялық тиімділік кен-термиялық пештерді пайдаланудан жоғары болуы мүмкін екенін ескеру қажет [10].

1.2-кесте. Әртүрлі процестерде катодты мысты алу үшін металлургиялық өңдеудің энергия шығыны (ГДж/т) жүргізілді [1].

1.2-кесте. Катодты мыс алу үшін металлургиялық өңдеудің энергия шығыны (ГДж/т )

р/с №	Үдеріс	Энергия шығындары
1	Шикізаттың шағылыстырмалы балкуы	35,1
2	Шағылыстырғыш қождың балкуы	30,9
3	Электр балқыту	42,9
4	Жылдам балқыту (Outokumpu)	18,9
5	Оттегі алау жолағы	21,2
6	"Норанда"	24,0
7	Mitsubishi	19,7

Жалпы, кен-термиялық балқыту заманауи талаптардың көпшілігіне сәйкес келмейді . Бұл үдерістің елеулі кемшілігі шихта сульфидтерінің жылулық құндылығының ( оларды пеште жағу арқылы алуға болатын жылу) пайдаланылмайтындығы болып табылады.

"KAZ Minerals Aktogay" ЖШС кәсіпорны заманауи технологиялық жабдықты пайдалана отырып, катодты мыс өндіру үшін гидрометаллургиялық әдісті қолданады. Негізгі энергия ресурсы – электр энергиясы. Бұл үдерісте отын құрамдас бөлігі елеусіз рөл атқарады.

BREF және ИТС 3 – 2019 Copper Production [11,12] мыс концентратын пайдаланатын бірқатар процестер үшін электр энергиясын тұтынудың ауқымын (жалпы) қамтамасыз етеді. Ол катодты мыстың тоннасына 14 ГДж (3,889 кВт/сағ) пен 20 ГДж (5,556 кВт/сағ) аралығында ауытқиды (В.3 Тұтыну деңгейлері, В қосымшасы). Электр энергиясын тұтыну деңгейлері анықтама үшін берілген және энергия тиімділігі деңгейлерін белгілемейді. Басқа энергия ресурстарының нақты шығындары BREF-NFS және ITS 3 - 2019 -да көрсетілмеген.

1.3-кесте. Қазақстандағы екі кәсіпорынның мыс өндіруге арналған электр энергиясының үлестік шығыны туралы мәліметтерді ұсынады.

1.3-кесте. Қазақстандағы кәсіпорындардың электр энергиясын үлестік тұтынуы

р/с №	Кәсіпорын	Жол	Электр энергиясының үлестік шығыны, кВт/т
1	1	Пирометаллургиялық	2 237
2	2	Гидрометаллургиялық	10 265

Энергия ресурстарының меншікті тұтынуы айтарлықтай көп факторларға байланысты. Ең алдымен, өндіру әдісі және қолданылатын жабдықтың құрамы туралы. Жылу энергиясын реттеу мен пайдаланудың заманауи жүйелерінің болуы үлкен маңызға ие. 5 бөлімде мыс өндірісіндегі энергия сыйымдылығын төмендету жолдары толық сипатталған.

### 1.5.2. Бағалы металдар өндірісі

Өндірістің өзіндік құнында бағалы металдар өндірісіндегі энергетикалық ресурстардың құны аз үлесті алады. Бұл технологиялық процестермен де, соңғы өнімнің жоғары қосылған құнымен де байланысты. Энергетикалық ресурстардың негізгі түрлері: электр энергиясы, дизельдік отын, мазут, табиғи газ, кокс және т.б.

Бағалы металдар өндірудің технологиялық жабдықтарына электр пештері, араластырғышы және бу қаптамасы бар реакторлар, балқыту тигельдері мен электролизерлер жатады. Энергетикалық ресурстар ретінде бу, мазут, дизельдік отын және электр энергиясы пайдаланылады.

Бағалы металдар өндірісіндегі электр энергиясының үлестік шығынының мақсатты көрсеткіштері [6] 1.4-кестеде келтірілген.

1.4-кесте. Бағалы металдар өндірісіндегі электр энергиясының үлестік шығыны

р/с №	Үдеріс	Бірлік өлшемдер	Мағынасы
1	Шламды өңдеу	кВт/кг бағалы металдар	≤39
2	Аффинаждау (Бағалы металдар өндіру)	кВт/кг бағалы металдар	≤7,1

### 1.6. Негізгі экологиялық мәселелер



Мыс өнеркәсібінің негізгі экологиялық проблемалары ауа мен судың ластануы болып табылады. Мыс балқыту зауыттарында әдетте өздерінің су тазарту қондырғылары және тұйық су циклдері болады. Жанама өнімдер мен қалдықтардың көпшілігі қайта өңделеді. Бірқатар қатты қалдықтар мен сұйық сарқынды сулардың ықтимал қауіптілігіне байланысты дұрыс сақталмаған және өңделмеген жағдайда топырақтың ластану қаупі бар.

Жалпы түсті металлургия кәсіпорындарының және атап айтқанда, мыс балқыту кәсіпорындарының шығарындыларында ластағыш заттардың негізгі көлемі күкірт диоксиді, тозаң, азот оксидтері, көміртегі тотығы, металдар және олардың қосылыстары (шикізаттың құрамына байланысты) сияқты элементтерге келеді. , бұл, ең алдымен, мыс, күшән, сынап, қорғасын, кадмий және т.б.), ұшпа органикалық қосылыстар (жалпы және органикалық көміртек), полихлородибензодиоксиндер/фурандар (ПХДД/Ф).

Тарихи тұрғыдан алғанда, бастапқы шикізаттан мыс өндіруге байланысты ең өткір экологиялық проблема күкірт диоксиді шығарындылары болып табылады, ол сульфидті концентраттарды күйдіру және балқыту кезінде шығатын газдардағы жалпы ластағыш заттардың 75 - 80 % құрайды.

Екінші реттік мыс өндірісіндегі негізгі экологиялық проблемалар әр түрлі пештерді пайдалану кезінде пайда болатын газдармен де байланысты. Мысалы, екінші реттік шикізатта хлордың аз мөлшері болса, ПХДД/Ф пайда болуы ықтимал және осы қауіпті қосылыстарды жою мәселесін шешуге күш салынуда.

Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінде ұйымдастырылмаған шығарындыларға көбірек көңіл бөлінуде. Технологиялық газдардан шығатын ұйымдастырылмаған шығарындыларды ұстау технологиялық қондырғылар мен процестерді мұқият жобалауды талап етеді.

Мыс өндірісінде қолданылатын су негізінен тұйық айналымда айналады, ал өнеркәсіптік кәсіпорындардың өнеркәсіптік сарқынды суларды су объектілеріне жіберуі мардымсыз. Мұндай ағызу орын алған жерлерде сарқынды суларда темір, кадмий, мыс, күшән, никель, қалайы, сынап, қорғасын, сурьма, мырыш сияқты металл иондары болуы мүмкін. Сарқынды суда күкірт және (азырақ және әлдеқайда аз көлемде ) тұз және фторлы (фторлы) қышқылдардың болуына байланысты қышқылдық индексінің жоғары мәндері болуы мүмкін.

Қымбат металдарды тазарту қоршаған ортаға теріс әсер ететін көптеген реагенттерді қолдануды қамтиды. Оларға, ең алдымен, келесідей реагенттер кіреді:

- хлор;
- концентрлі азот қышқылы;
- концентрлі тұз қышқылы;
- күкірт қышқылы;

органикалық реагенттер және органикалық еріткіштер (экстракциялау процестерін пайдаланған кезде).

Күрделі қауіп – екінші реттік шикізатты жинау, сақтау және өңдеу мәселесі. Сонымен, электронды өнеркәсіп қалдықтары, екінші реттік электронды сынықтарға органикалық компоненттер (әртүрлі типтегі пластиктер, поливинилхлорид негізіндегі материалдар, фенолформальдегид), сондай-ақ ауыр металдардың толық дерлік жиынтығы кіреді. Электрондық жабдықтың құрамдас бөліктеріне кіретін қорғасын, сурьма, сынап, кадмий, күшән сияқты металдар сыртқы жағдайлардың әсерінен өнеркәсіптік ерітінділерде еритін органикалық қосылыстарға өтіп, ең күшті уландырғыштарға айналады. Ароматты көмірсутектер, органикалық хлор қосылыстары бар пластмассаларды кәдеге жарату кәсіпорындардың өзекті экологиялық мәселесі болып табылады.

### **1.6.1. Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындылары**

#### **Мыс өндірісі**

Мыс өндіру технологиясы мыс штейнін алу үшін үздіксіз балқыту пешін және мысты конверсиялау және тазарту үшін партиялық үдерісті пайдалануды қамтиды. Мыс өндірісінің негізгі кезеңдері: шихтаны дайындау (материалдарды қабылдау және сақтау, шихта бункерлеріне тиеу, материалдарды мөлшерлеу және араластыру, шихтаны таспалы конвейерлермен мыс балқыту зауытына беру, штейнге шихтаны балқыту, мыс штейнін түрлендіру, тазартылмағанды отпен тазарту, анодты мысты электролиттік тазарту.

Мыс балқыту зауыттарының шығарындыларында негізгі ластағыш заттар күкірт диоксиді, тозаң, азот оксидтері, көміртегі тотығы, металдар және олардың қосылыстары (шикізаттың құрамына байланысты олар бірінші кезекте кадмий, мыс, күшән, сынап, қорғасын) болып табылады. т.б.), ұшпа органикалық қосылыстар (жалпы және органикалық көміртек), полихлордобензодиоксиндер/фурандар (ПХДД/Ф).

Шығарындылардың ең көп мөлшері сульфидті концентраттарды күйдіру және балқыту кезінде түзілетін күкірт диоксидіне тиесілі.

#### **Күкірт диоксиді**

Күкірт диоксиді шығарындыларының ең маңызды көздері сульфидті концентраттарды пайдалана отырып, бастапқы шикізаттан мыс өндіруде күйдіру, балқыту және конверсиялау алаңдары болып табылады. Бұл жағдайда ұйымдастырылмаған шығарындылардың қалыптасуы мүмкін, оны бірнеше жолмен ұстауға болады. Сондай-ақ күкірт диоксиді концентратты кептіру кезеңінде (негізінен отынды оттықтарда жағу кезінде) және бастапқы тазарту сатысында атмосфераға шығарылуы мүмкін, өйткені тазартылмаған мыста 0,03 %-дан 1 %-ға дейін еріген күкірт бар. Концентрация әдетте өте төмен, сондықтан қажет болған жағдайда қарапайым скраб қолданылады.

Кейбір жағдайларда қолданылатын материалға байланысты жартылай күйдіру және қожды балқыту қолданылмайды, ал мыс концентраттары балқытумен бір мезгілде қуырылады. Балқыту үшін герметикалық пештерді пайдалану күкірт диоксидін тиімді ұстауға мүмкіндік береді. Оттегімен байыту күкірт диоксидінің жоғары концентрациясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде шығарылатын газдардың түзілуін барынша азайтуға және тазарту жүйелері мен күкірт қышқылы қондырғыларының өлшемдерін азайтуға болады. Оттегімен байытудың өте жоғары деңгейі күкірт қышқылы зауытына түсетін газдардағы күкірт триоксидінің концентрациясын арттыруы мүмкін. Пештен келетін газдың құрамындағы күкірт триоксидінің жоғарылауы скрубберге сіңеді, бұл өндеуге, пайдалануға және кәдеге жаратуға кететін әлсіз қышқылдың мөлшерін арттырады.

1.2 -сурет. Өскемен металлургиялық комбинатының мыс зауытынан ластағыш заттардың шығарындылары туралы мәліметтерді ұсынады.



Күкірт диоксидінің негізгі көлемі Айза пешінде балқыту (ISASMELT Cu) және конвертертациялау үдерісінен, стационарлық оттықтан.

(ISASMELT Cu тоқтатылғаннан кейін іске қосылған кезде ваннаны қыздыру газы, газ) түзіледі. пешті "ыстық" резервте тұрған кезде қыздырудан), ISASMELT Cu пешінің шығыс құбырының оттықтары (электр пешіне беру кезінде қож-штейн қоспасын қыздыру газы) электр пешінен (біріншіден кейінгі технологиялық газдар) электр

пешінің ауа сору және аспирациялық газдары арқылы салқындату) түзіледі. Күкірт диоксидінің жылдық нормативті эмиссиясына негізгі үлесті мыналар қосады:

Isa пешінде балқыту (ISASMELT Cu) және конверсиялау (технологиялық газдар);

Isa пешіндегі балқыту үдерісіндегі аспирациялық газдар (ISASMELT Cu), стационарлық жанарғылар, электр пешіндегі аспирациялық және технологиялық газдар

Тозаң және металл қосылыстары

Тозаң мен металл қосылыстарының шығарындылары үдеріс кезеңдерінің көпшілігінде орын алуы мүмкін. Шығарындылардың едәуір мөлшері шикізатты өңдеу, сақтау, кептіру және өңдеу сатысында болады.

Балқыту, конверсиялау және тазарту кезеңдерінің ұйымдасқан және ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары айтарлықтай болуы мүмкін. Бұл шығарындылар сонымен қатар маңызды, себебі технологиялық қадамдар мырыш пен қорғасын сияқты ұшпа металдарды, сондай-ақ аз мөлшерде күшән пен кадмийді мысдан алып тастайды және бұл металдар түтін газдарында және ішінара тозаңда болады.

Бастапқы шикізатты балқыту кешендері әдетте ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын азайту үшін жеткілікті герметикалық болып табылады. Ол үшін пештер мен ағызу арналарына сапалы техникалық қызмет көрсетіліп, алынған газдар күкірт қышқылы зауытына жіберілгенге дейін тозаңнан тазарту жүйелерімен өңделеді.

Екінші реттік балқыту үшін пайдаланылатын пештердің жұмысы, әсіресе материалдарды тиеу және металды сығу кезінде көп мөлшерде ұйымдастырылмаған шығарындыларды тудырады. Қосалқы пештермен жұмыс істегенде шихта жабық тиеу жүйесі арқылы жүктеледі; ағынды шығарындылар пештің шүмегінде және шығару саңылауында қалыптасады, арнайы сорғыштардың көмегімен ұсталады және газ тазалау жүйесіне жіберіледі. Жиналған газдар әдетте салқындатылады, содан кейін олардан электрсүзгілер мен қап сүзгілері арқылы тозаң жойылады. Бұл жағдайда әдетте жоғары сүзу тиімділігіне қол жеткізіледі. Конверсиялау және отпен тазарту кезеңдерінде, сондай-ақ балқыту сатысында материалдардың дозаланған берілуіне байланысты герметиканың қажетті деңгейі әрқашан қамтамасыз етілмейді. Бұл режимде штейнді, қожды және металды жеткізу және тасымалдау ұйымдастырылмаған шығарындылардың айтарлықтай мөлшерін қалыптастыруды қамтиды. Шөмішпен тасымалдау жүйесін пайдаланған кезде, сорғыштар арқылы газды алу тиімділігі төмендеуі мүмкін, әсіресе Peirce-Smith түрлендіргіштерін (Peirce-Smith - бұдан әрі PS) немесе басқа ұқсас түрлендіргіштерді пайдаланған кезде. Пештен металды тиеу немесе түрту кезіндегі шығарындыларды ұстау немесе азайту үшін конвертерлер жабылады немесе екінші реттік сорғыштармен жабдықталған. Баспана аймағынан немесе сорғыштан шығатын газ тазаланады. Тазалау әдісі  $SO_2$  мазмұнына байланысты. Күңгірт

түрлендіру кезінде пайда болатын газдар  $\text{SO}_2$  жоғары концентрацияға ие және кез келген жағдайда металл оксидтерін (күшән, қорғасын және т.б.) жою қажет. Флюсті және басқа материалдарды "қолшатыр арқылы" беру конвертердің "ашылуын" азайтуға және осылайша конвертерді бастапқы газды қалпына келтіру жүйесінен ажырату уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. Жоғары сапалы күңгірт өндіру шөміш жүктемесін азайтады және осылайша ұйымдастырылмаған газ шығарындыларын азайтады. Ұшпа немесе жасырын шығарындыларды азайту өте маңызды. Бұл мәселені шешу біріншілік, кейде екіншілік газдарды ұстау тиімділігіне байланысты.

Пешке кіру үшін пайдаланылатын шикізатты мұқият таңдау және сәйкестендіру металл шығарындыларын азайтуға көмектеседі. Бұл жағдайда сынапқа ерекше назар аудару керек. Сынаптың құбылмалылығына байланысты сынаптың салыстырмалы түрде жоғары деңгейде шығарылуы мүмкін. Сондықтан жанғыш қалдықтармен сынапты енгізуді бақылау және қажет болған жағдайда шектеу қажет.

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

Металдардың шығарындылары қолданылатын технологиялық процестерде түзілетін тозаңның құрамына айтарлықтай тәуелді. Құрамы әртүрлі болуы мүмкін және тозаңның көзі болып табылатын технологиялық үдеріске және өңделген шикізаттың табиғатына байланысты. Мысалы, сынықтарды конвертерде пайда болатын тозаң штейн конвертердегі тозаңнан мүлде ерекшеленеді, тозаңның құрамы технологиялық сатыларға (тиеу, үрлеу, құю және т.б.) байланысты өзгереді.

#### Азот оксидтері

Мыс өндіру кезеңдері әдетте жоғары температурада, сондай-ақ оттегін пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл жалындағы азоттың парциалды қысымын төмендетеді және азот оксидтерінің түзілуін азайтады, егер өте ыстық аймақтарда азот аз мөлшерде болса. Мысты қайта өңдеу кезіндегі стандартты  $\text{NO}_x$  шығарындылары пешке және технологиялық жұмыс түріне байланысты 50 мен  $500 \text{ мг/Нм}^3$  арасында екені хабарланды. Жоғары тиімді технологияларды пайдалану (мысалы, Contimelt) энергияны пайдалану мен қол жеткізілген  $\text{NO}_x$  мәні арасындағы теңгерімді талап етеді.

Бастапқы процестерден азот оксидтері негізінен өндірілген күкірт қышқылымен қабылданады.

#### Көміртек тотығы (көміртек тотығы)

Тотықсыздандырғыш атмосфераны сақтау қажет пештерді қолданатын балқыту үдерісінде көміртегі тотығының айтарлықтай концентрациясы түзілуі мүмкін. Бұл, ең алдымен, жоғары сапалы мыс ұңғы пештерінде балқытылған кезде пайда болады, құйма құю немесе сым шыбықтар өндірісімен бірге жүреді, өйткені мұндай өнімдерді

өндіру мыстың максималды электр өткізгіштігіне жету үшін оттегі деңгейін бақылауды талап етеді. Осылайша, үдеріс тотықсыздандырылған жағдайда жүреді және пайдаланылған газдардағы стандартты мәні шамамен  $5000 \text{ мг/Нм}^3$  болатын көміртегі тотығының мөлшері артуы мүмкін.

Оттықты басқару жүйелерін СО азайту және өнім сапасын сақтау үшін де пайдалануға болады. СО деңгейіне байланысты дабыл жүйесін орнатуға болады.

10 бастап  $200 \text{ мг/нм}^3$  -ке дейінгі стандартты концентрацияларда СО-ны жою үшін кейінгі жануды қолдануға болады. Қожды тазалау және қалпына келтіру процестерінде қолданылатын электр пештері әдетте тікелей пештің өзінде немесе арнайы реакциялық камерада кейін жағу арқылы жұмыс істейді.

#### Ұшпа органикалық қосылыстар

Органикалық қосылыстар өңдеуге пайдаланылатын кен мен материалдарға, сондай-ақ кептіру кезінде қолданылатын отынға байланысты кептіру фазасында бастапқы өндіру кезінде атмосфераға шығарылуы мүмкін. ҰОҚ атмосфераға резервуарлардан булану және құбырлардан ағу арқылы да шығарылуы мүмкін. Екінші реттік өндіріс үшін шикізаттың ең маңызды көздері сынықтарды өңдеу, балқыту және тазарту сатысында алынған материалдар болып табылады. Конвертерге органикалық материалдармен ластанған сынықтар қосылса, мысты екінші реттік конверсиялау сатысы да шығарындылардың ықтимал көзі болып табылады және бұл олардың толық жануын қамтамасыз етпейді. Ең алдымен, бұл ұйымдастырылмаған шығарындыларға қатысты. Шикізат ретінде мұнайлы материалдарды пайдаланған жағдайда ұшпа органикалық қосылыстар атмосфераға шығарылуы мүмкін. Олардың мөлшері мыс тоннасына 5 -тен 100 г-ға дейін немесе 1 -ден  $10 \text{ мг/нм}^3$  -ке дейін жетуі мүмкін. Майсыздандыру немесе еріткішпен экстракциялау кезінде де ҰОҚ түзілуі мүмкін.

Полихлорланған дибензо-п-диоксиндер (ПХДД), полихлорланған дибензофурандар (ПХДФ)

Шығарылатын органикалық қосылыстарға шикізат құрамындағы мұнай мен пластмассаның толық жанбауынан, сондай-ақ газдар жеткілікті жылдам салқындатылмаса, бастапқы синтезден болатын ПХДД/Ф с кіруі мүмкін. Органикалық материалдармен ластанған балқытылған сынықтар да дайындамаларды өндіруден ПХДД/Ф шығарудың ықтимал көзі болып табылады.

Бастапқы балқыту және конверсиялау органикалық қосылыстарды ыдырататын жоғары жұмыс температурасын пайдаланады, бірақ бар күкірт диоксиді ПХДД/Ф синтезін қайта индукциялайды.

Негізгі шикізат ретінде жанбайтын бромдалған жабындары мен элементтері бар электронды сынықтарды пайдалану аралас галогенді диоксиндердің түзілуіне әкелуі

мүмкін. ПХДД/Ф түзілу жағдайлары мысты қайта балқыту/рафинирлеу кезінде, атап айтқанда, пайдаланылған салқындатқыш эмульсияларда хлор қоспалары бар сынықтар мен чиптерді пайдалану кезінде туындауы мүмкін.

5 -кестеде қазақстандық мыс өндірісінің объектілерінен ластағыш заттардың нақты шығарындылары туралы деректер келтірілген.

1.5-кесте. Мыс өндіру кәсіпорындарының шығарындыларының мыс өндірісінің ЕҚТ қатысты технологиялық көрсеткіштеріне сәйкестігін бағалау

p/c №	Процесс	Өлшем бірлігі	Мағынасы	BREF EU	Қазақстандық кәсіпорындардың технологиялық көрсеткіштерінің мәндерінің диапазоны			
				көрсеткіші	Кәсіпорын 1		Кәсіпорын 2	
					технологиялық көрсеткіштер	макс.	мин.	макс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Құрамында сынап бар шикізатты пайдалана отырып, пирометаллургиялық процестерден (BREF ЕҚТ 0.11 / ЕҚТ ИТС 13.10) ауаға сынап шығарындыларын (күкірт қышқылы зауытына жіберілетіндерді қоспағанда) азайту	Сынап және оның қосылыстары	мг/Нм <sup>3</sup>	0,01 - 0,05	0,018496	0,000043	-	-
		Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5	4,6	1,7	3315	800
	Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісіндегі шикізатты	Күшән және оның қосылыстары, күшән сутегінен басқа	мг/Нм <sup>3</sup>		0	0		
		Мыс, мыс оксиді,						

2	қабылдау, сақтау, өңдеу, тасымалдау, есепке алу, араластыру, ұнтақтау, кептіру, кесу және сүзуден басқарылатын шығарындыларды азайту (BREF ЕҚТ 0.37/ ЕҚТ ИТС 3.23)	мыс сульфаты, мыс хлориді (мыс бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		7,4	7,0		
		Ұшпа органикалық қосылыстар (тек екінші реттік мыс өндірісі)	мг/Нм <sup>3</sup>		-	-		
		Тетраэтил қорғасыннан басқа қорғасын және оның қосылыстары, қорғасын тұрғысына	мг/Нм <sup>3</sup>		2,5	1,0		
3	Бастапқы мыс өндірісінде концентрацияларды кептіруден басқарылатын шығарындыларды азайту (BREF ЕҚТ 0,38/ ЕҚТ ИТС 3,23)	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	3 - 5	4,6	1,7	714	148
		Күшән және оның қосылыстары, күшән сутегінен басқа	мг/Нм <sup>3</sup>		0	0		
		Мыс, мыс оксиді, мыс сульфаты, мыс хлориді (мыс бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		7,4	7,0		
		Тетраэтил қорғасыннан басқа қорғасын және оның қосылыстары, қорғасын тұрғысына	мг/Нм <sup>3</sup>		2,5	1,0		
		Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5	3,8	0,6	756	594



4	Күкірт қышқылына немесе сұйық SO <sub>2</sub> қондырғысына жіберілгеннен басқа, пештер мен конвертерлерде бастапқы мыс балқыту кезінде реттелетін шығарындарды азайту (BREF ЕҚТ 0.39/ ЕҚТ ИТС 3.24)	Күшән және оның қосылыстары, күшән сутегінен басқа	мг/Нм <sup>3</sup>		0,062	0,021		
		Мыс, мыс оксиді, мыс сульфаты, мыс хлориді (мыс бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		0,5	0,3		
		басқа қорғасын және оның қосылыстары, қорғасын тұрғысынан	мг/Нм <sup>3</sup>		0,412	0,140		
		Никель, никель оксиді (никель бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		5	1		
5	Пештерде және конвертерлерде мысты екінші реттік балқытуда және мыс өндірісі үшін екінші реттік өнімдерді өңдеуден, күкірт қышқылы зауытына жіберілетін шығарындардан басқа шығарынд	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 4	3,8	0,6		
		Күшән және оның қосылыстары, күшән сутегінен басқа	мг/Нм <sup>3</sup>		0,062	0,021		
		Мыс, мыс оксиді, мыс сульфаты, мыс хлориді (мыс бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		0,5	0,3		
		ПХДД/Ф	мг/Нм <sup>3</sup>	< 0.1				
		ҰОҚ	мг/Нм <sup>3</sup>	3 – 30				
		Тетраэтил қорғасыннан басқа қорғасын және оның						

	ыларды азайту (BREF ЕҚТ 0,40/ ЕҚТ ИТС,25)	қосылыста (ры, қорғасын тұрғысынан)	мг/Нм <sup>3</sup>		0,412	0,140		
6	Екінші реттік мыс ұстайтын пештен атмосфераға тозаң мен металл шығарындыларын азайту үшін қап сүзгіні пайдалану ЕҚТ болып табылады. (BREF ЕҚТ 0,41/ ЕҚТ ИТС 3,27)	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	≤ 5,0	3,8	0,6		
		Мыс, мыс оксиді, мыс сульфаты, мыс хлориді (мыс бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		0,5	0,3		
7	Құрамында мыс жоғары кожды өңдеу кезінде (BREF ЕҚТ 0,42)	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5	3,8	0,6		
8	Мыс анодтарының бастапқы және екінші реттік өндіріс шығарындары тозаң мен металдардың	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5	3,8	0,6	121	12
		Күшән және оның қосылыстары, күшән сутегінен басқа	мг/Нм <sup>3</sup>		0,062	0,021		
		Мыс, мыс оксиді, мыс сульфаты, мыс хлориді (мыс бойынша)	мг/Нм <sup>3</sup>		0,5	0,3		
		ПХДД/Ф (тек екінші						

	реттелетін шығарынд ыларын азайту ( BREF ЕҚТ 0.43/ ЕҚТ ИТС 3.26)	реттік мыс өндірісі үшін) Тетраэтил қорғасынн ан басқа қорғасын және оның қосылыста р ы , қорғасын тұрғысына н	мг/Нм <sup>3</sup>	< 0.1	8,2	1,5		
			мг/Нм <sup>3</sup>		0,412	0,140		
9	Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінде анодты құюдан атмосфераға тозаң мен металдардың Ұйымдастырылған шығарынд ыларын азайту ( BREF ЕҚТ 0,44)	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	< 5 - 15	3,8	0,6	200	12
		ПХДД/Ф ( тек екінші реттік мыс өндірісі үшін)	мг/Нм <sup>3</sup>	< 0.1				
10	Күкірт қышқылы зауыттары на жіберілген дерді қоспағанда , бастапқы мыс өндірісіне на ауаға SO <sub>2</sub> шығарын дыларын азайту (h) (BREF ЕҚТ 0,49/ ЕҚТ ИТС 3,33)	Күкірт диоксиді	мг/Нм <sup>3</sup>	50 - 500	1532,96	42,9	12701	1964,6
	Электролиттік							

11	тазарту үдерісінде, катодты тазарту машиналарының жуу камерасында және пайдаланылған анодты кір жуғыш машинада атмосфералық ауаға күкірт қышқылының шығарындыларын азайту (ЕҚТ ИТС 3.35)	Күкірт қышқылы	мг/Нм <sup>3</sup>	0,5	0,3			
----	--	----------------	--------------------	-----	-----	--	--	--

### **Бағалы металл өндірісі**

Бағалы металл өндірісіндегі атмосфераға шығарындылардың көздері келесі процестер болып табылады:

жану үдерісі;

алдын ала өңдеу операциялары;

балқыту үдерісі (балқыту пештері);

сілтісіздендіру және тазалау;

сұйық экстракция;

электролиз;

қалпына келтіру мен түрлендірудің соңғы кезеңінің процестері.

Бағалы металдар өндіру кезінде атмосфераға шығарылатын негізгі ластағыш заттар:

азот оксидтері (жану процестері, қышқыл күлі);

күкірт диоксиді (жану, балқыту және электролиз процестері);

тозаң, металдар және олардың қосылыстары (дайындық және пирометаллургиялық операциялар);

хлор және тұз қышқылының булары (электролиз, сілтісіздендіру және айдау процестері);

аммиак және аммоний хлориді;

ҰОҚ және ПХДД/Ф s (ПХДД/Ф үшін: жану және балқыту процестері; ҰОҚ үшін: еріткіштерді алу және айдау процестері).

1.3-сурет. Ластағыш заттар шығарындыларының құрылымы туралы ақпарат ӨМК Бағалы металл өндіру зауытының мысалында келтірілген.



1.3-сурет. Бағалы металл өндіру зауытының атмосфераға шығарылатын нормативтік жалпы шығарындыларының құрылымы

#### Азот оксидтері

Бағалы металдарды тазарту кезінде түзілетін негізгі газ тәрізді қосылыстар азот оксидтері ( $\text{NO}_x$ ). Оларды  $\text{NO}$  және  $\text{NO}_2$  деп бөлуге болады. Азот оксидтері қымбат металдарды азот қышқылында (күміс, палладий) және азот пен тұз қышқылы қоспасында (алтын, платина, палладий) ерітудің гидрометаллургиялық процестерінде, күмісті электролиттік тазарту процесінде, азот пен тұз қышқылы қоспасы ерітінділерін буландыру кезінде, азот қышқылын жою кезінде, негізгі ерітінділерді өңдеу кезінде түзіледі.

#### Күкірт диоксиді және күкірт қышқылы

Тазарту өндірісі үшін күкірт диоксидінің шығарындылары аз сипатта. Олар отынның жануы кезінде және күмісті электролиттік тазарту сульфатты электролиттерде жүргізілген жағдайда түзіледі. Сонымен қатар, олар күйдіру (әсіресе) және сілтісіздендіру процестерінде шламды өңдеуге тән және шамамен  $900 \text{ мг/м}^3$  жетуі мүмкін.

#### Хлор және тұз қышқылы

Хлор металдарды гидрохлорлау, сондай-ақ тазарту үдерісінде жоғары температурада құрғақ хлорлау арқылы еріту үшін қолданылады. Бұл газдар булану және электролиз процестерінде түзіледі. Ерітінділерді буландырған кезде концентрациясы шамамен 20 масс.% болатын азеотропты қоспа түзіледі. Бұл факт әртүрлі кезеңдерде ескеріледі. Хлор Миллер үдерісінде кеңінен қолданылады.

#### Аммиак

Аммиак алтынды тазартудың технологиялық процестерінде, сондай-ақ аммоний тұздары қолданылатын сатыларда түзіледі.

Тозаң және металл қосылыстары

Тозаң келесі әрекеттердің нәтижесінде пайда болуы мүмкін:

балқыту басталғанға дейін сусымалы материалдарға арналған араластырғышта шихта компоненттерін араластыру;

сынама алу немесе балқыту алдында бағалы металдарды және басқа да металы бар құймаларды қож ізінен тазалау;

қожды, пайдаланылған тигельдерді және отқа төзімді материалдарды ұсатқышта ұсақтау;

ұнтақ түріндегі құрамында бағалы металдар бар шикізатты араластыру, ұсақтау, елеу;

кептіру және күйдіру арқылы алынған аралық өнімдерді ұнтақтау (ұсақтау) және сақтау.

Тозаң мен металдар жану, күйдіру, балқыту және купелляция сияқты кез келген пирометаллургиялық процестерде түбегейлі бөлінуі мүмкін және ұйымдастырылмаған шығарындыларда болуы мүмкін.

Тозаңның құрамында кейбір металдар мен олардың ұшатын қосылыстары болуы мүмкін.

Жалпы тозаңның негізгі бөлігі балқыту пештері мен қалып қақпақтарын жылытуға арналған пештерден, технологиялық жабдықтардан, резервуарлардан және басқа жабдықтардан түзіледі.

Бағалы металдар өндірісінде алтын, күміс, платина және платина тобындағы металдарды тазарту жабық бөлімшесінің желдеткіш газдары тозаңнан тазартуға ұшырайды.

### **1.6.2. Ластағыш заттардың шығарындылары**

Мыс өндірісі

Пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық процестерді қолдану арқылы түсті металдарды өндіру әр түрлі сарқынды сулардың пайда болуымен байланысты. Ең маңызды сарқынды сулардың негізгі көздерінің жіктелуі 1.4-суретте көрсетілген.



#### 1.4-сурет. Сарқынды сулар төгінділерінің жіктемесі

1.4-суретте көрсетілген сарқынды суда өнеркәсіптік процестерде кездесетін және қоршаған ортаға айтарлықтай әсер ететін металл қосылыстары болуы мүмкін. Тіпті шағын концентрацияларда сынап немесе кадмий сияқты кейбір металдар өте улы болып табылады. Кейбір металл қосылыстарының токсикалық әсері белгілі бір химиялық жағдайларда металдардың қоректік тізбекке тез және қайтымсыз сіңетін еритін қосылыстар түрінде табиғи су ағындарына оңай түсуіне байланысты [47].

Барлық сарқынды сулар еріген металдар мен бөлшектерді жою үшін тазартылады. Бірқатар қондырғыларда салқындатқыш су және тазартылған сарқынды сулар, соның ішінде жаңбыр суы үдерістің бөлігі ретінде қайта пайдаланылады және қайта өңделеді, бірақ сарқынды сулардың әртүрлі түрлері (әр түрлі көздерден алынған) қолданыстағы талаптарға сәйкес бөлек тазартылуы керек.

Мыс өндірісінде қолданылатын су негізінен тұйық айналымда айналады, ал өнеркәсіптік кәсіпорындардың өнеркәсіптік сарқынды суларды су объектілеріне жіберуі елеусіз. Мұндай ағызу орын алған жерлерде сарқынды суларда темір, кадмий, мыс, күшән, никель, қалайы, сынап, қорғасын, сурьма, мырыш сияқты металл иондары болуы мүмкін. Сарқынды суда күкірт және (азырақ және әлдеқайда аз көлемде) тұз және фторлы (фторлы) қышқылдардың болуына байланысты қышқылдық индексінің жоғары мәндері болуы мүмкін.

Жерүсті ағындары жауын шашынның немесе тозаңның пайда болуын болғызбауға арналған сақталған материалды ылғалдандыру нәтижесінде пайда болуы мүмкін.

Аспалы бөлшектер мен металл қосылыстарының пайда болуының ықтимал көздері салқындату, түйіршіктеу және Сілтісіздендіру процестері болып табылады. Әдетте, ілеспе жабдық не тығыздалған, бұл айналымдағы су айналымын білдіреді немесе ол байланыссыз.

Ағызылатын судың мөлшері де маңызды аспект болып табылады, өйткені кейбір зауыттар су айналымы жүйесімен жабдықталған.

Мұнай және басқа да мұнай өнімдері қайта өңделген материалдарда болуы мүмкін және сонымен қатар сақтау орындарынан шайылуы мүмкін. Олардың болуы судың ластануын болғызбау шараларын әзірлеу кезінде ескеріледі.

### **Бағалы металдар өндіру**

Қымбат металдарды өндіру кезінде жерүсті су объектілеріне ықтимал ластағыш заттардың төгілуінің негізгі көздері:

жерүсті дренажы;

тікелей салқындату үшін пайдаланылатын су;

жанама салқындату үшін пайдаланылатын су;

сілтілеу үдерісінде пайдаланылатын су (айналмалы сумен жабдықтау жүйесі болмаған жағдайда);

электр ұтып алу үдерісіне пайдаланылатын су;

газды тазарту жүйесінде қолданылатын су.

Сарқынды сулардың құрамындағы бағалы металдар өндірісіндегі негізгі ластағыш заттар металдар және олардың қосылыстары болып табылады.

Сарқынды сулардың қоршаған ортаға зиянды әсерін болғызбаудың ең озық нұсқасы судың ішінара немесе толық айналымын ұйымдастыру және сарқынды суларды өндірістік циклде қайта пайдалануды қарастырған жөн.

### **1.6.3. Өндіріс қалдықтары**

Түсті металдардың пирометаллургиялық өндірісі өндіріс қалдықтарының көп мөлшерінің түзілуімен сипатталады, олардың негізгілері қождар болып табылады. Сонымен, мыс балқыту зауыттарында бір тонна мыс өндіру кезінде балқыту, конвертерлік және тазарту сатыларынан 2 – 4 тонна қож бөлінеді. Қожды қамтитын техногендік қалдықтарды кешенді пайдалану табиғи ресурстарды үнемдеуге және түсті металдардың минералдық-шикізаттық базасын нығайтуға алғышарттар жасайды.

[12] деректері бойынша, құрамында мыс бар өнімдердің үлкен көлемі дәл қождарда шоғырланған: Балқаш тау-кен металлургиялық комбинатының (БГМК) 31 млн. тонна қалдықтарында 250 мың тонна мыс бар. БГМК-ның меншікті шикізат көздерінің іс жүзінде жоқтығы (игерілу сатысында Қоңырат және Саяқ кеніштері, Шатыркөл кеніші игерілуде) қалдық қождарды флотациялық декальцификациялау арқылы мыс өндірумен жартылай дерлік өтеледі. Алайда, технологиялық циклге қождардың қатысуына қарамастан, оларды жою мәселесі шешілмей отыр және қосымша технологиялық шараларды әзірлеуді талап етеді.

ӨМК-да флотациялық мыс концентратын алу үшін құнды құрамдас бөлікті алу үшін мыс өндірісінің қождарының 100 %-ы компанияның өңдеу зауытында өңделеді.

Қождарды өңдеудің перспективті бағыттарының бірі темірді металдық күйге көшіру арқылы оларды редукциялауды өңдеу болып табылады, оны қышқыл ерітінділерден, мысалы, сол кәсіпорынның пайдаланылған мыс электролитінен мыс



цементтейтін матрица ретінде қарастыруға болады. Цементтеу үдерісі мыс пен тұндырғыш металдың қалыпты потенциалдарының мәндерінің айырмашылығына негізделген. Мыс үшін ең көп таралған тұндырғыш - бұл темір жоңқалары, темір ұнтағы немесе темір сынықтары, өте тапшы және қымбат материалдар.

Қожда болатын мыс пен басқа компоненттерді ілеспе алу сонымен қатар шикізатты пайдаланудың күрделілігін арттыруға және өңдеуді экономикалық тұрғыдан негізделген етуге мүмкіндік береді.

Ge, Ga және As сияқты басқа металдар өндірісінде де шикізат ретінде өндіріске қайтарылады .

Сұйық аспирациялық ерітінділерді өңдеуден кейін түзілетін қатты қалдықтар сарқынды суларды бейтараптандыру кезінде пайда болатын гипс қалдықтары ( $\text{CaSO}_4$ ) және металл гидроксиді болып табылады.

#### **1.6.4. Шу және діріл**

Шу мен діріл металлургия өнеркәсібіне байланысты жалпы мәселелер болып табылады және олардың көздері технологиялық Үдерістің барлық дерлік кезеңдерінде кездеседі. Қондырғыдан қоршаған ортаға шығарылатын өндірістік шу медициналық, әлеуметтік және экономикалық аспектілері бар жағымсыз әсер етуші фактор болып табылады.

Шу мен дірілдің ең маңызды көздері шикізат пен өнімдерді тасымалдау және өңдеу болып табылады; пирометаллургиялық операциялармен және материалдарды ұнтақтаумен байланысты өндірістік процестер; сорғылар мен желдеткіштерді пайдалану; бу шығару; сондай-ақ автоматты дабыл жүйелерінің жұмысы. Шу мен дірілді бірнеше тәсілдермен өлшеуге болады, бірақ олар әдетте үдеріске тән және дыбыстың жиілігін және өндіріс орнынан елді мекендердің орналасуын ескеруі керек.

Дұрыс техникалық қызмет көрсету желдеткіштер мен сорғылар сияқты жабдықтағы теңгерімсіздіктерді болғызбауға көмектеседі. Жабдық арасындағы қосылымдар шудың таралуын болғызбау немесе азайту үшін арнайы жобалануы мүмкін. Шуды азайтудың кең тараған әдістеріне мыналар жатады: шу көзін қалқалау үшін үйінділерді пайдалану; шу шығаратын қондырғылар немесе тетіктер үшін дыбыс жұтатын қоршауларды пайдалану; жабдыққа дірілге қарсы тіректер мен қосқыштарды пайдалану; шу шығаратын қондырғыларды мұқият реттеу; дыбыс жиілігінің өзгеруі. Өндірістік және қосалқы ғимараттардағы жұмыс орындарындағы ең жоғары рұқсат етілген дыбыс деңгейі 95 дБА [18].

#### **1.6.5. Иіс**

Түсті металлургияда иістердің пайда болу көздері:

металл түтіндері, органикалық майлар мен еріткіштер, қожды салқындату және сарқынды суларды тазарту кезінде түзілетін сульфидтер;

гидрометаллургиялық процестерде және сарқынды суларды тазартуда қолданылатын химиялық заттар (мысалы, аммиак);

қышқыл газдар.

Иістерді дұрыс жобалау, сәйкес реагенттерді таңдау және материалдарды дұрыс өңдеу арқылы болғызбауға болады.

Тазалықтың жалпы қағидаттары мен дұрыс күтім жасау тәжірибесі де иістің алдын алу мен бақылауда маңызды рөл атқарады.

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

#### **1.6.6. Қоршаған ортаға әсерді төмендету**

Қоршаған ортаға әсерді азайту өндірістік қызметті жоспарлау мен пайдаланудағы бірінші кезектегі міндеттердің бірі болып табылады. Қызметтің келесі басым бағыттары белгіленген:

экологиялық қауіпсіздік саласындағы тәуекелдерді басқару;

табиғатты қорғау объектілерін пайдалануға беру;

экологиялық мониторинг және өндірістік экологиялық бақылау;

ескерту жүйесін басқару, төтенше жағдайларды оқшаулау және олардың зардаптарын жою;

энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру бағдарламаларын әзірлеу;

өндіріс қалдықтарын кәдеге жарату/залалсыздандыру бағдарламаларын әзірлеу;

технологиялық процестерді (жабдықтарды) жаңғырту бағдарламаларын іске асыру;

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

экологиялық қауіпсіздік саласындағы кадрларды даярлау және дамыту.

Экологиялық қауіпсіздік саласындағы көрсеткіштерді жақсарту үшін мыналар қарастырылады:

ықтимал экологиялық тәуекелдерді бағалау және өндірістік қызметтің қоршаған ортаға теріс әсерін болғызбау жөніндегі шараларды енгізу залалдарды жою жөніндегі іс-шараларды жүзеге асырудан дәйекті көшу мүмкіндігі;

экологиялық менеджмент жүйесіндегі процестерді жетілдіру.

Кәсіпорындардың негізгі экологиялық міндеттерінің бірі атмосфералық ауаға ластағыш заттардың шығарындыларын азайту болып табылады. Әдістердің, газ-тозаң қоспаларын тазалау әдістерінің және зауыт конструкцияларының алуан түрлілігі бірқатар маңызды жағдайлармен байланысты.

Бұл, біріншіден, тазартылған газды бейтараптандыру, бірнеше қоспаларды ұстау және атмосферада дисперсиялау процестерін ұтымды біріктіретін ең тиімді тазарту

технологияларын енгізуге ұмтылу. Мұның нәтижесі тозаң мен газды тазалаудың көп сатылы жүйелерін құру және оларды ұсталған компоненттерді кәдеге жарату жүйелерімен біріктіру болды.

Екіншіден, бұл қоршаған ортаның ең озық сапасын қамтамасыз ету үшін экологиялық және экономикалық талаптарды орындау. Бұл атмосфераға шығарындыларды тазарту табиғи жүйелерге аз зиян келтіре отырып, ең аз шығынмен жүзеге асырылуы керек дегенді білдіреді.

Осыған сәйкес қоршаған ортаға теріс әсерді азайту жөніндегі тиісті перспективті қызмет бағыттары мыналар болып табылады:

1. Атмосфераға ластағыш заттардың ең аз түзілуін және түсуін қамтамасыз ететін өнім өндірудің қолданыстағыларын жетілдіру және жаңа технологияларды енгізу. Жұмыс істеп тұрған салалар үшін, біріншіден, технологиялық регламенттің талаптарын сақтау және одан ауытқуға жол бермеу қажет. Төтенше жағдайларда немесе қолайсыз метеорологиялық жағдайларда қоршаған ортаны айтарлықтай ластауға жол бермейтін жұмыс режимдеріне ауысу. Екіншіден, бұл жабдықты тығыздау арқылы шығарындыларды басу технологияларын енгізу, жұмыс аймағында түзілетін зиянды заттарды залалсыздандыру әдістерін қолдану және технологиялық газдарды эвакуациялаудың тиімді құралдарын қолдану. Үшіншіден, тозығы жеткен жабдықтарды ауыстыру және технологиялық нысандарды ластануды автоматтандырылған бақылаумен жабдықтау.

2. Қолданыстағыларды жетілдіру және тозаң мен газ шығарындыларын тазартудың және оларды атмосфераға таратудың жаңа технологияларын енгізу. Ең алдымен, бұл жабдықты конструктивті жақсарту және тозған құрылғыларды жаңасына ауыстыру (ауыстыруға ұқсас немесе тиімдірек).

Белгілі бір технологиялық нысанның шығарындыларынан зиянды қоспаларды ұстаудың және бейтараптандырудың ең үлкен әсерін қамтамасыз ететін мамандандырылған тазарту қондырғыларын орнатудың ерекше маңызы бар.

#### **1.6.7. Қоршаған ортаны қорғаудың кешенді тәсілін енгізу**

Атмосфераға шығарындылар, су ортасына тасталулар және қалдықтардың түзілуі/көшірілуі) қоршаған ортаның құрамдас бөліктеріне теріс әсер ету көздерін анықтауға, зиянды әсерді азайтуға бағытталған шаралар жүйесін білдіреді. / бақылау арқылы олардың техногендік әсерін болғызбау, сондай-ақ қабылданған шаралардың экологиялық және экономикалық тиімділігін салыстыра отырып, ең озық қолжетімді технологияларды енгізу және қолдану.

Кешенді тәсілді жүзеге асыру үшін кәсіпорындар қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне ерекше назар аударуы керек, ол мынада көрсетілген:

шикізат пен қосалқы материалдардың, объектіде тұтынылатын немесе өндірілген энергияның міндетті есебін жүргізу;

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

сарқынды сулар мен қалдық газдардан зиянды заттарды тазартудың технологиялық шешімдерін және басқа әдістерін пайдалану және табиғи ресурстарды пайдалануды азайту және объектіде шығарындыларды, төгінділер мен қалдықтардың түзілуін азайту үшін ең үздік қолжетімді техникаларды енгізу;

табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және қоршаған ортаны қорғау бойынша тиімді шараларды әзірлеу;

кәсіпорынның экологиялық саясатын жариялау;

экологиялық менеджмент жүйесінде өндірісті дайындау және сертификаттау;

өндірістік экологиялық бақылауды және қоршаған орта компоненттерінің мониторингін орындау;

қоршаған ортаны қорғау саласындағы арнайы уәкілетті мемлекеттік органдардан экологиялық рұқсат алу;

экологиялық заңнаманың талаптарының орындалуын және сақталуын бақылау және т.б.

Жоғары экологиялық және экономикалық нәтижелерге қол жеткізу үшін зиянды заттардан шығарындылар мен төгінділерді тазарту үдерісін ұсталған заттарды қайта өңдеу үдерісімен біріктіру қажет. "Таза түрінде" зиянды шығарындыларды тазарту тиімсіз, өйткені оның көмегімен қоршаған ортаға ластағыш заттардың ағынын толығымен тоқтату әрқашан мүмкін емес, өйткені қоршаған ортаның бір құрамдас бөлігінің ластану деңгейінің төмендеуі екіншісінің ластануының артуына әкелуі мүмкін.

Мысалы, газды тазалау кезінде дымқыл сүзгілерді орнату ауаның ластануын азайтуы мүмкін, бірақ сарқынды суды дұрыс тазартпаған жағдайда судың одан да көп ластануына әкеледі. Тазалау құрылыстарын, тіпті ең тиімділерін пайдалану қоршаған ортаның ластану деңгейін күрт төмендетеді, бірақ бұл мәселені толығымен шешпейді, өйткені бұл қондырғылардың жұмысы азырақ көлемде болса да, қалдықтарды шығарады, бірақ, әдетте, зиянды заттардың жоғары концентрациясымен. Ақырында, тазалау құрылғыларының көпшілігінің жұмысы айтарлықтай энергия шығындарын талап етеді, бұл өз кезегінде қоршаған ортаға да қауіпті.

Осылайша, ластану себептерін жоюдың өзі шикізатты кешенді пайдалануға және қоршаған ортаға зиянды заттарды барынша кәдеге жаратуға мүмкіндік беретін қалдықсыз, ал болашақта қалдықсыз өндіріс технологияларын енгізуді 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) және "Мыс және бағалы металдар өндірісі - алтын" ЕҚТ бойынша анықтамалығын әзірлеу мәселелері жөніндегі техникалық жұмыс тобы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысымен бекітілген Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларының ережелеріне сәйкес ұйымдастырды.

Осы рәсім шеңберінде халықаралық практика және ЕҚТ анықтау тәсілдері, оның ішінде Еуропалық Одақтың "Түсті металдарды өндіруге арналған ҚҚТ бойынша анықтамалық құжат" ЕҚТ бойынша анықтамалығы құжатына (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries), "EU Reference Document on Economics and Cross-Media Effects" экономикалық аспектілер және қоршаған ортаның әртүрлі компоненттеріне әсер ету мәселелері бойынша Еуропалық Одақтың 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 рұқсаттар алу шарттарын орындауға арналған ЕҚТ анықтау және экологиялық тиімділік деңгейлерін белгілеу жөніндегі нұсқаулыққа негізделген ЕҚТ анықтау тәсілдері ескерілді.

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

Ең үздік қолжетімді техникаларды анықтау Экология кодекстің талаптарына сәйкес принциптер мен критерийлерге, сондай-ақ техникалық жұмыс топтарының іс-қимылдарының реттілігін сақтауға негізделген:

1. маркерлік ластағыш заттардың шығарындыларын ескере отырып, сала үшін негізгі экологиялық мәселелерді анықтау;

Мыс және бағалы металдар өндірудің әрбір технологиялық үдерісі үшін маркерлі заттардың тізімі анықталады (толығырақ ақпарат осы ЕҚТ анықтамалығының 6.1. бөлімінде берілген).

Маркерлі заттардың тізбесін анықтау әдістемесі негізінен конструкторлық, технологиялық құжаттаманы және осы ЕҚТ анықтамалығын қолдану саласындағы кәсіпорындардың кешенді технологиялық аудиті (КТА) барысында алынған ақпаратты зерттеуге негізделген.

Ластаудың негізгі көздерінің шығарындыларында болатын ластағыш заттардың тізбесінен әрбір технологиялық үдеріс үшін бөлек маркерлі заттардың тізбесі олар келесі сипаттамаларға сәйкес болған жағдайда анықталды:

қарастырылатын технологиялық үдеріске зат тән (конструкторлық және технологиялық құжаттамада негізделген заттар);

қоршаған ортаға және (немесе) халықтың денсаулығына айтарлықтай әсер ететін зат, оның ішінде уыттылығы жоғары, канцерогендік, мутагендік, тератогендік

қасиеттері дәлелденген, кумулятивтік әсері бар, сондай-ақ тұрақты органикалық лаптағышларға жатқызылған заттар.

2. саланың экологиялық мәселелерін кешенді шешуге бағытталған техникалық кандидаттарды анықтау және сипаттау;

Үміткерлердің тізбесін қалыптастыру кезінде осы ЕҚТ анықтамалығын қолдану саласындағы экологиялық мәселелерді кешенді шешуге бағытталған әдістер, технологиялар, әдістер, әдістер, процестер, тәжірибелер, тәсілдер мен шешімдер қарастырылды. Қазақстан Республикасы (КТА нәтижесінде анықталған) және ЕҚТ саласындағы халықаралық құжаттарда, соның нәтижесінде 5 -бөлімде ұсынылған техникалық кандидаттардың тізімі (саны) анықталды.

Әрбір кандидат техникасы үшін технологиялық сипаттама және кандидат техниктердің техникалық қолдану мүмкіндігіне қатысты ойлар берілген; қоршаған ортаны қорғау тиімділігі және кандидаттық технологияны Ендірудің ықтимал пайдасы; экономикалық көрсеткіштер, ықтимал кросс-медиа (ортааралық) әсерлері мен қажетті шарттар;

3. техникалық қолдану, қоршаған ортаны қорғау және экономикалық тиімділік көрсеткіштеріне сәйкес кандидаттарды талдау және салыстыру;

ЕҚТ ретінде қарастырылатын кандидаттар келесі реттілікпен бағаланды:

1. технологиялық қолданылу параметрлері бойынша үміткер техниканы бағалау;

2. үміткер әдістемені қоршаған ортаның тиімділігі тұрғысынан бағалау.

Келесі көрсеткіштерге қатысты сандық мәнде (бірлік немесе % азайту/өсу) көрсетілген кандидаттық әдістерді Ендірудің қоршаған ортаға әсерін талдау жүргізілді:

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

суды тұтыну: жалпы су тұтынуды азайту;

сарқынды сулар: төгінділердің алдын алу және (немесе) азайту;

топырақ, жер қойнауы, жерасты сулары: табиғи ортаның құрамдас бөліктеріне әсер етудің алдын алу және (немесе) азайту;

қалдықтар: өнеркәсіптік қалдықтардың түзілуін/жиналуын және/немесе оларды қайта өңдеуді болғызбау және (немесе) азайту, қалдықтарды қайта өңдеу және қалдықтарды энергиямен қалпына келтіру;

шикізатты тұтыну: тұтыну деңгейін төмендету, балама материалдармен және (немесе) өндіріс пен тұтыну қалдықтарымен алмастыру;

энергияны тұтыну: энергия және отын ресурстарын тұтыну деңгейін төмендету; баламалы энергия көздерін пайдалану; заттарды регенерациялау және қайта өңдеу және жылуды қалпына келтіру мүмкіндігі; өз қажеттіліктері үшін электр және жылу энергиясын тұтынуды азайту;

шу, діріл, электромагниттік және жылу әсерлері: физикалық әсер ету деңгейінің төмендеуі;

Кросс-медиалық әсерлердің жоқтығы немесе болуы да ескерілді.

Үміткер техникасының жоғарыда аталған көрсеткіштердің әрқайсысына сәйкестігі немесе сәйкес келмеуі КТА кезінде алынған ақпаратқа негізделген.

3. экономикалық тиімділік параметрлері бойынша кандидат-техниканы бағалау.

Үміткер әдістеменің экономикалық тиімділігін бағалау міндетті емес, дегенмен ТЖТ мүшелерінің көпшілігінің шешімі бойынша ЕҚТ-ның экономикалық бағасын өнеркәсіптік кәсіпорындар өкілдерінің кейбір әдістеріне қатысты ТЖТ мүшелері жүргізді. жақсы жұмыс істейтін өнеркәсіптік қондырғыларда/зауыттарда енгізіліп, жұмыс істейді.

Өнеркәсіптік енгізу фактісі КТА нәтижесінде анықталған ақпаратты талдау нәтижесінде анықталды.

4. ЕҚТ қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерді анықтау.

ЕҚТ пайдаланумен байланысты шығарындылар деңгейін және басқа да технологиялық көрсеткіштерді анықтау көп жағдайда теріс антропогендік әсерді төмендететін және өндірістік үдерістің соңғы сатысында ластануды бақылайтын әдістерге қатысты қолданылады .

Осылайша, ЕҚТ-ны қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштер басқалармен қатар ұлттық көрсеткіштердің деңгейлерін ескере отырып анықталды, бұл жүргізілген КТА есептерімен расталды.

## **2.2. Техникаларды ЕҚТ-ға жатқызу өлшем шарттары**

Экология кодексінің 113-бабының 3 тармағына сәйкес ең үздік қолжетімді техникаларын анықтау критерийлері:

- 1) қалдығы аз технологияны пайдалану;
- 2) қауіптілігі аз заттарды пайдалану;
- 3) қажет болған жағдайда үдерісте түзілетін және пайдаланылатын заттарды, сондай-ақ қалдықтарды қалпына келтіруге және қайта өңдеуге жәрдемдесу;
- 4) өнеркәсіптік ауқымда сәтті сынақтан өткен салыстырмалы процестер, қондырғылар немесе жұмыс әдістері;
- 5) технологиялық прогресс және ғылыми білім мен түсініктегі өзгерістер;
- 6) тиісті шығарылымдардың сипаты, салдары және көлемі;
- 7) жаңа немесе жұмыс істеп тұрған қондырғыларды іске қосу мерзімдері;
- 8) ең озық қолжетімді техниканы енгізуге қажетті уақыт;
- 9) технологиялық үдерісте пайдаланылатын шикізаттың (суды қоса алғанда) шығыны мен сипаты және энергия тиімділігі;
- 10) қоршаған ортаға эмиссиялардың жалпы әсерін және оған төнетін тәуекелдерді болғызбау немесе барынша азайту қажеттілігі;
- 11) жазатайым оқиғалардың алдын алу және қоршаған ортаға салдарын барынша азайту қажеттілігі;
- 12) халықаралық қоғамдық ұйымдар жариялаған ақпарат;

13) Қазақстан Республикасындағы немесе оның шегінен тыс екі немесе одан да көп объектілерде өнеркәсіптік енгізу.

### 2.3. ЕҚТ қолданудың экономикалық аспектілері

ЕҚТ анықтаудың әлемдік тәжірибеде жалпы қабылданған тәсілдерге сәйкес қоршаған ортаны қорғау шараларының экономикалық тиімділігі әртүрлі әдістердің көмегімен бағалануы мүмкін: таза келтірілген құн бойынша; кәсіпорынның бірқатар негізгі көрсеткіштеріне шығындарға қатысты: айналым, операциялық пайда, қосылған құн; өнімнің өзіндік құнына әсері туралы; жылдық шығындардың экологиялық нәтижеге қатынасы ретінде және т.б. Әдістемелердің әрқайсысы кәсіпорынның қаржылық-экономикалық қызметінің қандай да бір аспектілері бойынша қоршаған ортаны қорғау жөніндегі іс-шараларды іске асыру нәтижесін көрсетеді және ЕҚТ бойынша шешім қабылдаудың қосымша көзі бола алады.

Осы ЕҚТ бойынша анықтамалық үшін экономикалық тиімділікті бағалаудың негізгі әдісі компанияның ЕҚТ енгізуге жұмсаған шығындарын талдау және оны жүзеге асыру нәтижесінде ластағыш заттардың мазмұнын азайту түріндегі экологиялық нәтижені талдау болып табылады. Бұл мәндердің арақатынасы жыл сайын төмендетілген ластағыш заттың масса/көлем бірлігіне инвестицияланған қаражаттың тиімділігін анықтайды.

Экономикалық тиімділік (шығындар) =	Жылдық шығындар
	Жалпы жылдық шығарындылар/разрядтардың азаюы

Әртүрлі ЕҚТ бойынша есептеу нәтижелерін салыстыру олардың қайсысы ластағыш заттардың бірдей төмендеуіне аз ақша жұмсауға мүмкіндік беретінін көрсетеді, яғни ЕҚТ-ның қайсысы экономикалық тиімдірек.

Ластағыш заттардың құрамын азайту технологияларын енгізу үдерісі, әсіресе ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарда, көбінесе жалпы жаңғырту үдерісінің құрамдас бөлігі болып табылатын немесе өндіріс тиімділігін арттыру бойынша кешенді шараларды жүргізу жағдайында, ластағыш заттардың мөлшерін анықтау үшін объективті деректер болжанады. Күрделі салымдар мен техникалық қызмет көрсету шығындарын қоса алғанда, ЕҚТ-дағы жалпы инвестиция – бұл қоршаған ортаны қорғау жөніндегі іс-шараның аяқталуының деректері. Яғни, кәсіпорынның шығындары қоршаған ортаға ластағыш заттардың шығарылуын азайтуға және/немесе болғызбауға ғана бағытталған.

Мұндай жағдайларда "құбырдың соңында" есептеулерде шығындардың жалпы сомасына тек ЕҚТ субъектісінің негізгі технологиясының, қондырғысының, жабдығының және басқа компоненттерінің құны, тазарту технологияларына, қондырғыларға, жабдықтар мен құрылыстарға дейінгі/кейінгі қосымша және қосалқы құны, сондай-ақ ЕҚТ-ның ажырамас бөлігі болып табылатын қажетті шығыс



материалдарының, шикізат пен реагенттердің құны ғана енгізіледі онсыз ЕҚТ қолдану технологиялық тұрғыдан мүмкін емес. "Құбырдың соңында" шығындарды есептеу белгісіздік факторын алып тастауға және салыстырмалы көрсеткіштер негізінде кәсіпорынның балама ЕҚТ бойынша шығындар көлемін есептеуге мүмкіндік береді.

Үміткер техниканың экономикалық тиімділігін бағалау ұсынылатын техниканы/қондырғыны/жабдықты енгізу үшін ЕҚТ ретінде жіктеу мәселесі бойынша елеулі келіспеушіліктер болған жағдайда ғана ұсынылатынын түсіну керек. Содан кейін шығындар мен пайданы егжей-тегжейлі талдау бағалаудың шешуші бөлігі ретінде қарастырылады. Сонымен қатар, егер ЕҚТ оны табысты өнеркәсіптік пайдалану нәтижелерінің анық дәлелдері/мысалдары болса, экономикалық тұрғыдан қолайлы деп санауға болады. Экономикалық тиімділікті есептеу мысалдары 1-қосымшада келтірілген.

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

ЕҚТ бойынша анықтамалықтың осы бөлімінде негізгі технологиялық процестердің сипаттамасы, оның ішінде мыс және бағалы металдар өндірісі қамтылған.

#### **3.1. Мыс өндіру процестері**

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

Кендер, концентраттар және екінші реттік шикізаттар көбінесе өндіріске негізгі үдерісте тікелей қолдануға болмайтын формада түседі. Сапаны бақылау және қауіпсіздік мақсатында кептіру/еріту, сәулелену және пиробақылау қажет болуы мүмкін. Химиялық процестерді күшейту немесе тотығуды азайту үшін материалдың фракцияларының өлшемін ұлғайту немесе азайту қажет болуы мүмкін. Металлургиялық процестерді қолдау үшін көмір, кокс, флюстер және/немесе басқа қож түзетін материалдар сияқты арнайы қоспалар қосылуы мүмкін. Негізгі металды қалпына келтіру үдерісін оңтайландыру және қоспаларды бөлу үшін флюстер қосылады. Тазалау проблемаларын болғызбау және балқу жылдамдығын арттыру үшін қорғаныс жабындарын алып тастау қажет болуы мүмкін.

Шикізатты алдын ала өңдеу мен дайындауға жібіту, кептіру, ұнтақтау, ұнтақтау, сүзгілеу, араластыру, брикеттеу, түйіршіктеу, жабыннан тазарту және майсыздандыру әдістері кіреді.

##### **3.1.1.1. Жібіту**

Жібіту мұздатылған материалдарды кейіннен өңдеу мақсатында жүргізіледі. Мұны, мысалы, кендерді, концентраттарды немесе қатты қазбалы отынды (ең алдымен көмір) қыста пойыздардан түсіру кезінде орындау керек.

### 3.1.1.2. Кептіру

Кептіру процестері негізгі технологиялық процестердің қажетті сипаттамаларына сәйкес келетін шикізаттың сапасын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Кептіру әдістерін таңдау кезінде айналмалы кептіргіштер, бу және басқа жанама кептіру қондырғылары сияқты әртүрлі кептіру әдістерінде қолданылатын энергия көздерінің экономикасын, қолжетімділігін, сенімділігін және сипаттамаларын ескеру қажет.

Шихтада артық ылғалдың болуы бірнеше себептерге байланысты жағымсыз болуы мүмкін:

ыстық пеште будың үлкен көлемінің күрт (жарылғыш) пайда болуы аварияға әкелуі мүмкін;

су жылу энергиясына ауыспалы сұранысты тудыруы мүмкін, бұл үдерістің реттелуін бұзады және автотермиялық үдерісті баяулатуы мүмкін;

төмен температурада бөлек кептіру энергия қажеттілігін азайтады. Бұл балқыту пешіндегі буды қатты қыздыру үшін қажетті энергия шығынының азаюымен байланысты, бұл көлемді айтарлықтай арттырады және пештен газдарды эвакуациялау және оларды одан әрі кәдеге жарату проблемаларын тудырады;

қондырғы мен құбырлардың химиялық коррозиясы болуы мүмкін;

жоғары температурадағы су буы көміртегімен әрекеттесіп,  $H_2$  және  $CO$  немесе көмір қышқылын түзе алады;

будың үлкен көлемі ұйымдастырылмаған шығарындыларды тудыруы мүмкін, себебі технологиялық газдардың көлемі тым үлкен және газды қалпына келтіру және газ тазалау 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 процестер шығаратын жылу, мысалы, анодты пештерде, сонымен қатар шикізатты кептіру үшін жағуға болатын  $CO$  шығатын газдар жиі қолданылады. Сұйық қабаты бар айналмалы пештер мен кептіргіштер қолданылады. Кептірілген материал, әдетте, өте тозаңды, сондықтан жоғары тозаңды газдарды ұстау және тазарту үшін арнайы жүйелер қолданылады. Жиналған тозаң технологиялық процеске қайта оралады. Кептірілген кендер мен концентраттар пирофорлы болуы мүмкін, бұл шығарындыларды ұстау және тазарту жүйесін жобалау кезінде ескеріледі. Кептіру қондырғысының шығатын газдарында  $SO_2$  болуы мүмкін, сондықтан оларды күкірт қосылыстарынан тазарту қажет.

### 3.1.1.3. Ұсақтау, ұнтақтау және елеу

Ұсақтау, ұнтақтау және елеу өнімдердің немесе шикізаттың бөлшектерінің мөлшерін азайту үшін әрі қарай өңдеу үшін қолданылады. Ұнтақтау қондырғыларының

эртүрлі типтері қолданылады, мысалы, роликті, иекті, балғалы уатқыштар және әртүрлі ұнтақтау орталары бар диірмендер. Ылғал немесе құрғақ материалдар ұсақталып, қажет болған жағдайда араластырылады. Осы немесе басқа жабдықты таңдау өңделетін шикізаттың қасиеттерімен анықталады. Тозанды шығарудың негізгі әлеуетті көзі құрғақ ұнтақтау болып табылады, сондықтан бұл жерде әрқашан тозаң жинау жүйелері пайдаланылады, жиналған тозаң әдетте үдеріске қайтарылады. Ылғал материалдарды ұнтақтау тозанды жою елеулі проблемалар тудыруы мүмкін кезде және тегістеуден кейін бірден ылғалды өңдеу қадамы болған кезде қолданылады.

Түйіршіктеу, атап айтқанда, өндіріс қалдықтары мен ұсақ қож бөлшектерін қалыптастыру үшін қолданылады, оны құм себуде, қыста жолдарды сырғанауға қарсы толтыруда қолдануға болады. Балқытылған қож су моншасына беріледі немесе су ағыны арқылы өтеді. Түйіршіктеу металл бұйымдарын өндіруде де қолданылады. Түйіршіктеу үдерісінде ұсақ тозаңдар мен аэрозольдар түзілуі мүмкін, олардың шығарындылары жиналып, технологиялық циклге қайтарылуы керек.

Түсті металдар ассортиментінің екінші реттік көзі пластиктер мен басқа материалдарды металл құрамдас бөліктерден бөлу үшін ұсақталатын электрондық құрылғылар пайдаланылады, осылайша қасаптау қадамын қосады.

Кесу үдерісінде кескіштердің әртүрлі түрлері қолданылады. Көпірлер кіріктірілген тозаңсорғышпен жойылатын тозаңға кескішпен ұнтақталған. Технологияның бірқатар маңызды артықшылықтары бар: жоғары өңдеу жылдамдығы, жоғары дәлдік, электронды құрылғыларға әсер ететін ең аз күш, кез келген сызықты емес схема контурларын өңдеу мүмкіндігі және өңделген жиектердің тамаша сапасы.

#### **3.1.1.4. Шихта дайындау**

Шихтаны дайындау негізгі өңдеуге арналған қоспаның (шихтаның) тұрақты алдын ала белгіленген құрамын алу үшін әртүрлі сападағы кендерді немесе концентраттарды араластыру нақты араластыруды және алынған қоспаларға белгілі бір пропорцияда флюстерді немесе тотықсыздандырғыштарды енгізуді қамтиды. Топтаманы дайындау ұнтақтау сатысында немесе тасымалдау, сақтау және кептіру кезінде өзіміздің араластырғыш қондырғыларда жүзеге асырылуы мүмкін. Қоспаның қажетті құрамының дәлдігіне партиялық орташалау қондырғылары, мөлшерлеу жүйелері, конвейер таразылары арқылы немесе тиеу жабдықтарының көлемдік параметрлерін ескере отырып қол жеткізіледі. Шихта қоспасын дайындау тозаңның айтарлықтай мөлшерінің пайда болуымен байланысты болуы мүмкін, сондықтан тозанды ұстаудың, сүзудің және қайтарудың жоғары дәрежесін қамтамасыз ететін жүйелер қолданылады. Жиналған тозаң әдетте үдеріске қайтарылады. Тозаң түзілуін азайту үшін кейде ылғалды партияларды дайындау қолданылады. Осы мақсат үшін жабын және

байланыстырғыш агенттер де пайдаланылуы мүмкін. Үдерістің сипатына қарай, брикеттеу/түйіршіктеу одан әрі өңдеу алдында, мысалы агломерация алдында қажет болуы мүмкін.

Зауытқа түсетін мыс концентраттарын және басқа материалдарды сақтауға арналған қоймалар ашық немесе жабық болуы мүмкін. Жабық қоймалардағы материалдардың жоғалуы аз, сондықтан олардың құрылысына кететін шығын тез өтеледі.

Әдетте мыс зауыттарында концентраттарды сақтау үшін ені 24 – 30 м және орталық теміржол түсіру тірегі бар бір қабатты төртбұрышты қоймалар кеңінен қолданылады. Қойма ұзындығы 18 м болатын бөлімдерге бөлінген. Әрбір бөлім белгілі бір материалды сақтауға арналған және сыйымдылығы 950 – 1300 м<sup>3</sup>. Бөлімшелердегі қыздырылған түбі мұздатылған концентраттарды ерітуге мүмкіндік береді.

Қоймалар сондай-ақ концентратты контейнерлерде ерітуге және бос ыдыстарды жууға арналған құрылғылармен және жөнелтуге дайындалған бос ыдыстарды қабаттауға арналған орындармен жабдықталған.

Концентраттары бар контейнерлерді түсіру, оларды тасымалдау және бос контейнерлерді теміржол платформаларына тиеу операциялары аспалы кран арқылы орындалады. Концентраттарды үймелеп, қоймадан қысқыш крандар арқылы шығарады. Кран концентратты шағын қабылдау бункеріне береді, одан концентрат таспалы қоректендіргіштің көмегімен көлбеу ленталы конвейерге түсіп, партияны дайындауға бағытталады. Сақтау орындарының сыйымдылығы оларда зауыт жұмысының 10 - 30 күні ішінде шикізат пен басқа материалдардың қорын сақтайтындай болуы керек. Бұл мыс зауытының орташа шикізатпен жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

#### **3.1.1.5. Брикеттеу, түйіршіктеу, кесектеу және басқа нығыздау әдістері**

Ұсақ концентраттарды, тозанды және басқа да қосалқы материалдарды өңдеу үшін әртүрлі тығыздау және ірілеу әдістері қолданылады, соның ішінде сым немесе ұсақ сынықтарды престеу, брикет жасау, түйіршіктеу, орау (жоғарыда айтылғандай).

Тұтқырларды немесе суды қосқаннан кейін қоспаны тікбұрышты брикеттерді алу үшін пресске немесе түйіршіктер (түйіршіктер) алу үшін айналмалы барабанға, дискіге немесе араластырғышқа береді. Тұтқыр материалдың осындай қасиеттері болуы керек, брикеттер бір жағынан жеткілікті тұрақтылыққа ие және пешке бергенде құлап кетпейді, ал екінші жағынан оларды өңдеу оңай (газ өткізгіштігі жақсы). Лигносальфонат (целлюлоза-қағаз өнеркәсібінің қосымша өнімі), меласса және әк, натрий силикаты, алюминий сульфаты немесе цемент сияқты байланыстырғыштардың әртүрлі түрлері қолданылады. Брикеттердің/түйіршіктердің беріктігін арттыру үшін әртүрлі шайырларды қосуға болады. Ұсақтау және сүзгілеу сатысында қолданылатын пештердің сүзгілерінен және сүзгілерден сүзілген тозаңның ірі фракцияларын брикеттеу алдында басқа материалдармен араластыруға болады.

Технологиялық үдерістің келесі кезеңдерінде тозаңды азайту үшін тозаңды басатын, жабын және байланыстыратын агенттерді де қолдануға болады.

Түйіршіктеу – ылғалданған материалдардың ұсақ түйіршіктерін барабандарда немесе тостаған түйіршіктегіштерде 1 – 6 мм, кейде 20 – 30 мм-ге дейін дөңгелектеу арқылы ірілеудің технологиялық үдерісі. Түйіршіктеу немесе брикеттеу кезінде лигносульфонат (целлюлоза-қағаз өнеркәсібінің қосымша өнімі), меласса және әк, натрий силикаты, алюминий сульфаты немесе цемент сияқты байланыстырғыш заттардың әртүрлі түрлері қолданылады. Брикеттердің/түйіршіктердің беріктігін арттыру үшін әртүрлі шайырларды қосуға болады. Ұсақтау және сүзгілеу сатысында қолданылатын пештердің сүзгілерінен және сүзгілерден сүзілген тозаңның ірі фракцияларын брикеттеу алдында басқа материалдармен араластыруға болады.

Қаптаманың мақсаты жеңіл, ықшам емес сынықтар мен қалдықтарды нығыздау және белгілі бір салмақтағы, өлшемдегі және тығыздықтағы пакеттерді алу болып табылады. Тығыз материалды металлургиялық қондырғыларға тиеу ыңғайлы, оны балқыту тотығудан аз металды жоғалтумен жүреді, ал шикізатты тасымалдау құны төмендейді. Бөлшектерге кесілген көлемді сынықтар, радиаторлар, әрлеулер, қалдық жолақтар, құбырлар, кабель сынықтары, статор орамалары, қалыппен кесу, штамптау, тұрмыстық сынықтар және т.б.

Престеу күшіне қарай гидравликалық қап престер 2500 кН-ге дейінгі престеу күші бар аз қуатты престер (Б- 132, В- 1330, ПГ- 150), орташа қуатты пресстер - 2500 - 5000 кН (В) болып бөлінеді. - 1334, ПГ- 400 , СРА- 400) және жоғары қуатты престер - 5000 кН жоғары (СРА- 1000, СРА- 1250).

### **3.1.1.6. Жабындарды алып тастау және майсыздандыру**

Жабындарды алып тастау және майсыздандыру операциялары әдетте кейбір негізгі процестерде өңделген материалдардың органикалық құрамын азайту үшін қайта өңделген материалдарда орындалады. Бұл жағдайда жуу және пиролиз процестері қолданылады. Центрифугалау арқылы мұнайды алуға және жылу жүйелеріне жүктемені азайтуға болады. Органикалық заттардың құрамындағы елеулі өзгерістер кейбір пештерде жану үдерісінің тиімсіздігіне және құрамында қалдық органикалық қосылыстары бар пеш газдарының үлкен көлемінің түзілуіне әкелуі мүмкін. Қаптамалардың болуы балку жылдамдығын да айтарлықтай төмендетуі мүмкін [16]. Бұл факторлар газды ұстау және жану жүйелері жеткілікті сенімді болмаса, түтіннің, ПХДД/Ф және металл тозаңының елеулі шығарындыларын тудыруы мүмкін. Ұшқындар немесе жанып жатқан бөлшектер пайда болуы мүмкін, бұл газ өндеу жабдығына айтарлықтай зақым келтіруі мүмкін. Ортақ пештің ішіндегі ластанған металл сынықтарынан жабындарды алу көп жағдайда бөлек пештегі ұсақталған

материалдан жабындарды алудан тиімдірек болады, өйткені біріншісі қожды көбірек шығарады [17], дегенмен кейбір пештер арнайы пеште жұмыс істеуге арналған. органикалық қоспаларды өңдеу.

Майды және кейбір жабындарды жою арнайы пештерде, мысалы, чип кептіргіштерде жүзеге асырылады. Көп жағдайда майлар мен суды буландыру үшін төмен температурада жұмыс істейтін айналмалы пеш қолданылады. Материалды тікелей және жанама қыздыру қолданылады. Органикалық өнімдерді жою үшін, пеште қалыптасады, жоғары температурада (850 °С жоғары) жұмыс істейтін кейінгі жану камерасы пайдаланылады және пайдаланылған газдар әдетте қап сүзгісіне беріледі.

Қуатты жабындарды алып тастау сонымен қатар сымдардан оқшаулауды және басқа материалдардан жабындыларды жою үшін жиі қолданылады. Кейбір жағдайларда жабындарды сынғыш ету арқылы жоюды жеңілдету үшін криогендік әдістер қолданылады. Еріткіштермен (кейде хлорланған) немесе жуғыш заттармен жууды да қолдануға болады. Ең көп тарағандары - кіріктірілген конденсаторлары бар еріткіштерді булану жүйелері. Бұл процестер өндірілген өнімдерді майсыздандыру үшін де қолданылады. Бұл жағдайларда судың ластануын болғызбау үшін су тазарту жүйелері қолданылады.

### **3.1.1.7. Сепарация әдістері**

Бұл процестер шикізатты қолданар алдында қоспалардан тазарту үшін қолданылады. Сепарация әдістері көбінесе екінші реттік шикізатты өңдеу үшін қолданылады, ал ең көп таралғаны - темір заттарды алып тастауға мүмкіндік беретін магниттік сепарация.

Бұл операцияның мақсаты ферромагниттік объектілерді және көптеген темір бекіткіштері бар бөлшектерді сынықтар мен қалдықтардан оқшаулау болып табылады.

Сынықтар мен түсті металл қалдықтарын өңдеуге арналған электромагниттік сепараторлардың конструкциялық ерекшеліктері мен тағайындалуы бойынша ерекшеленетін көптеген түрлері бар. Электромагниттік сепаратордың түрін таңдаған кезде материалдың өлшемі, темірді алудың қажетті дәрежесі, өнімділігі ескеріледі. Ферромагниттік қосындыларды бөлудің толықтығы шикізат бөліктерінің өлшемдерімен, қабаттың қалыңдығымен және шикізаттың көлемдік массасымен, бітелумен, магнит өрісінің күшімен және ондағы бөлінген материалдың қозғалу жылдамдығымен анықталады.

Көбінесе түсті металл сынықтары мен қалдықтарын өңдеуде ЭПР типті электромагниттік аспалы темір сепараторлар, ШЭ типті электромагниттік шығырлар, электромагниттік сепараторлар қолданылады. Аспалы темір сепараторлар таспалы конвейерлердің үстіне орнатылады. Электромагниттік шығырлар бір мезгілде сұрыптау конвейерінің жетегінің барабанының қызметін атқарады және материалды түсіру аймағында орналасады. Аспалы сепаратор конвейер осінің бойымен немесе көлденеңінен орнатылады. Құрамында темірі бар заттар электромагнитпен белдікке

тартылып, түсіру үшін жағына шығарылады. Магниттік фракцияның шикізаттан бөлінуі үздіксіз жүреді. Сепаратор таспаны түсіру үздіксіз болуы мүмкін немесе магниттік материалдың жиналуына байланысты жүзеге асырылады. Өлшемдері 5 мм-ге дейінгі және салмағы 0,08 кг-нан аз ферромагниттік бөлшектер ілулі сепараторлармен жойылмайды. Басқа бөлу әдістері механикалық немесе пневматикалық сұрыптауыштармен бірге түсті, ультракүлгін, инфрақызыл, рентгендік, лазерлік және басқа анықтау жүйелерін пайдалануды қамтиды.

### **3.1.1.8. Тасымалдау және тиеу жүйелері**

Бұл жүйелер шикізатты, жартылай фабрикаттарды және дайын өнімді өңдеу кезеңдері арасында тасымалдау үшін қолданылады. Шикізат үшін қолданылатын әдістерге ұқсас әдістер қолданылады және тозаң шығарындыларын жасау, ұстау және алу мәселелерімен бірдей. Негізінен механикалық жүйелер қолданылады, бірақ тасымалдаушы ретінде ауа қолданылатын және тасымалдаумен бірге шихтаның құрамындағы айырмашылықтарды теңестіруге қабілетті пневматикалық тасымалдау жүйелері де кеңінен қолданылады.

Алдын ала дайындалған материалдар шикізатқа қарағанда құрғақ болуы мүмкін, сондықтан тозаң шығарындыларының алдын алу үшін жақсы жинау және тазалау әдістері қолданылады. Тозаңды материалдарды тасымалдауға арналған конвейерлер әдетте жабық болады және бұл жағдайларда сезімтал аймақтарда, мысалы, бір конвейерден екіншісіне тасымалдау нүктелерінде шығарындыларды ұстау және өңдеудің тиімді жүйелері орнатылады. Балама ретінде су бүрку қолданылады. Таспаның кері жүруі кезінде материалдың тасымалдануын болғызбау үшін конвейерлерге астыңғы қырғыштар орнатылады. Көбінесе сусымалы материалдарды тасымалдау үшін пневматикалық жүйелер қолданылады.

Кейбір материалдар бөшкелерде, қаптарда (биг-бег, МКР) немесе басқа қаптамада келеді. Егер материал тозаңды болса, оны тозаң жинағыш жүйелерді, мысалы, аспирациялық герметикалық жабық құрылғыларды, су бүрку арқылы немесе жабық орындарда алып тастау керек. Кейбір жағдайларда бұл материалдарды сумен немесе ылғалдандырылған шикізатпен араластырған жөн, егер жағымсыз химиялық реакциялар болдырылмаса. Әйтпесе, оларды жабық жүйелерде бөлек өңдеу жақсырақ.

### **3.1.2. Бастапқы мыс өндірісі**

Мыс және мыс қорытпаларын өндіру және балқыту үшін бірнеше процестер/технологиялық комбинациялар бар.

Біріншілік мыс (кенді бастапқы шикізаттан) пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық процестерді қолдану арқылы алуға болады. Қазіргі уақытта бастапқы мысты алудың пирометаллургиялық үдерісінің негізгі шикізаты (шикізаттың

85 %-дан астамы) мыс және ұжымдық сульфидті концентраттар (Cu мөлшері 15 %-дан 45 %-ға дейін) болып табылады. Аз дәрежеде оксидті/сульфидті полиметалл кендері, тіпті сирек битумды кендер қолданылады. Сульфидті концентраттар күрделі мыс-темір сульфидтерінен тұрады, олар мыс мөлшері 0,2 %-дан 3 %-ға дейінгі рудалардан флотация арқылы алынады. Сонымен қатар, бастапқы мыс, флюстер (кварцит, әк, құм және т.б.), қоспалар/реагенттер (темір, көміртек және т.б.) және екінші реттік шикізат (мыс сынықтары, шөгінділер, әк шламдары, абразивті материалдардың қалдықтары, қождар) өндірісінде. ) пайдаланылады, тозаң, т.б. ). [19]

### **3.1.2.1. Пиromеталлургиялық әдіс**

Пиromеталлургиялық үдеріс өңделетін концентрат түріне байланысты бірнеше кезеңдерді қамтиды. Концентраттардың көпшілігі сульфидті болып табылады және оларды өңдеу кезеңдері күйдіру, балқыту, конверсиялау, тазарту және электролиттік тазартуды қамтиды [20].

#### **3.1.2.1.1. Мыс концентраттарын күйдіру**

Мыс металлургиясында күйдіру жоғары күкіртті концентраттарды және мысқа кедей кендерді өңдеуде қолданылады. Күйдірудің мақсаты – күкірттің бір бөлігін алып тастау және одан кейінгі балқыту кезінде олардың оксидтерін қожға айналдыру үшін темірдің бір бөлігін тотықтыру. Әдетте, таңдалған құрамның қождарын алу үшін шихтаға флюсациялық қоспалар (кварц, әктас) енгізіледі. Қуыру кезінде басқа да мәселелер шешіледі: күкірт қышқылын алуға жарамды газдарды алу, орташалау, шихтаны қыздыру.

Мыс концентраттарын күйдірудің негізгі әдісі сұйық қабатта (СК) күйдіру болып табылады. Жану камерасында жағудың мәні материалдың "қайнауын" қамтамасыз ететін жылдамдықпен көтерілетін ауа ағынымен немесе оттегімен байытылған жарылыспен заряд қабатын үрлеуден тұрады. Жану камерасында қуыру өнімділігі жоғары үдеріс, күйдіру пештерінің конструкциясы қарапайым, үдеріс оңай механикаландырылған және автоматтандырылған. Шығарылған газдардың құрамында 12 %-– 14 %  $SO_2$  бар және күкірт қышқылын өндіру үшін қолданылады.

#### **3.1.2.1.2. Штейнге балқыту концентраты**

Концентраттарды балқыту пештерінде балқыту алдында олардың ылғалдылығын 7 %- 8 %-дан төмендету үшін оларды кептіреді (шамамен 0,2 %). Білік пештерінде балқыту үшін концентрат 3,5 %- 4 % дейін кептіріледі және брикеттеледі.

Мыс концентраттарын кептіру үшін кептіргіштердің екі түрі қолданылады:

отынның жануы кезінде пайда болатын ыстық пайдаланылған газдармен қыздырылатын айналмалы кептіргіштер;



катушкасы бар бу кептіргіштері.

Айналмалы кептіргіш айналмалы барабан болып табылады. Жанармайды жағу нәтижесінде пайда болған ыстық газ дымқыл концентратпен байланысады, ал концентраттың құрамындағы су газға айналады.

Бу кептіргіштері бу катушкалары арқылы қыздырылады. Өнімділік бу қысымына байланысты; қысымды 18 – 20 барға дейін арттыру арқылы өнімділікті арттыруға болады. Концентраттағы ылғалды абсорбциялау үшін концентрат арқылы ауаның шамалы мөлшері үрленеді.

Штейн (металл сульфид қорытпасы) және оксидті қожға бөлінетін балқыманы алу үшін қуыру және балқыту бір пеште жоғары температурада бір уақытта жүргізіледі. Құрамында кремний және кальций оксидтері бар флюстер әдетте қож түзу үшін шихтаға қосылады. Шығарылған газдар өңдеуге жіберіледі, мұнда олар күкірт қышқылын өндіру үшін шикізат ретінде қызмет етеді, сирек - сұйық  $SO_2$  немесе элементтік күкірт. Балқыту сатысы силикаттарды, атап айтқанда темір силикаттарын түзу арқылы мыс сульфидін рудадағы басқа қатты қоспалардан бөлуге қызмет етеді. Бұл басқа металдық қоспалармен салыстырғанда мыстың күкіртке жоғары жақындығына байланысты мүмкін.

Күкірті аз және органикалық көміртегі жоғары мыс концентратын өңдеу кезінде электр энергиясын өндіруде қосымша көз ретінде жоғары энергетикалық әлеуеті бар газдарды пайдалануға болады.

Екі негізгі балқыту үдерісі бар: сұйық ваннада балқу және газ тәрізді ортада балқу (шаптық балқыту). Бұл процестерде автогенді немесе дерлік аутогенді режимді алу үшін жарылысты оттегімен байыту қолданылады. Оттегін пайдалану сонымен қатар күкірт диоксидінің концентрациясын арттырады, бұл күкіртті пайдаланатын қондырғыларда (әдетте күкірт қышқылын немесе сұйық күкірт диоксидін өндіру үшін) шығатын газдарды тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді.

### **3.1.2.1.3. Конвертерлеу**

Бастапқы шикізатты өңдеу үшін мыс штейнді түрлендіру процестері қолданылады. Мыс штейнді түрлендіру процесі-бұл мерзімді әрекет ету процесі (циклдік). Штейнді түрлендірудің мерзімді процесі екі кезеңде жүзеге асырылады. Көбінесе процесс кварц флюсы қосылған цилиндрлік бак түріндегі түрлендіргіш пеште (Пирс-Смит) жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде темір мен күкірттің бір бөлігі тотығып, қож және күкірт диоксиді газын түзеді; мыс алу үшін қож мезгіл-мезгіл төгіліп, одан әрі өңделеді. Дәстүр бойынша бірінші кезеңде үрлеу штейн біртіндеп қосыла отырып бірнеше сатыда жүзеге асырылады. Екінші кезеңде, яғни мысты Үрлеу кезінде мыс сульфиді өрескел мысқа дейін тотығады (мыс мөлшері – 96,0 % - 99,2 %) және одан әрі күкірт диоксиді түзіледі. Үрлеудің соңында өрескел мыс ағызылады. Процесті басқару

өрескел мыстағы қалдық Күкірт пен оттегінің деңгейін бақылауға бағытталған. Күкірт диоксиді өңдеуге түседі.

Бірінші кезеңнің реакциясы жылудың көп бөлінуімен, сонымен қатар қорғасын мен мырыш сияқты ұшпа металл қоспаларымен жалғасады, олар кейіннен тазарту қондырғыларында сублиматтар мен тозаң түрінде ұсталып, әрі қарай өңдеуге жіберіледі. Алынған жылуды қосымша бастапқы жылусыз анод сынықтарын және басқа мыс сынықтарын балқыту үшін де пайдалануға болады. Күкірт диоксидінің концентрациясы пештің түріне, жарылыстағы оттегінің мөлшеріне және конверсия сатысына байланысты.

Пирс-Смит түрлендіргіші пакеттік блоктарға жатады. Олар бүйір бетінде орналасқан ауа/оттегі фурмалары бар цилиндрлік пештер. Бастапқы мыс шикізатын көпіршікті мысқа кезеңді түрде түрлендіру үшін кейбір кәсіпорындар үстіңгі үрлемелі роторлы конвертерлерді (Top-blown rotary converter - TBRC) пайдаланады.

#### **3.1.2.1.4. Анодты пеште отпен тазарту**

Конверсиялау сатысында алынған тазартылмаған мыс ұшырайтын қоспалардан мысты тазартудың мынадай кезеңі отпен тазарту болып табылады. Өндеу үдерісі екі кезеңнен тұрады:

ауаның берілуіне байланысты тотықтырғыш;

тотықсыздандырғыштың есебінен қалпына келтіру (мысалы, көмірсутектер) мыс оксидтерінің құрамын азайту және оның толық экстракциясы.

Металдарды пирометаллургиялық (отпен) тазарту кезінде екі міндет шешіледі:

1) Қоспаларды ішінара немесе толық жою.

2) Тұрақты массасы, қалыңдығы және пішіні бар, тиеу-түсіру жұмыстарын жүргізуге ыңғайлы және тиімді электролиттік тазарту талаптарына жауап беретін біркелкі құрылымды тегіс құймалар алу.

Негізгі металдың қасиеттеріне және онымен байланысты қоспаларға байланысты тазартудың бірнеше түрі бар.

Бұл әдіс құрамында оттегі бар реагентпен қоспаларды іріктеп тотықтыру және оларды қождау. Артық оттегі қалпына келтіру операциясы арқылы жойылады.

Үдерістің физикалық және химиялық негізі:

тазартылған қоспалармен салыстырғанда тазартылған металдағы оттегіге жақындығы төмен;

металл балқымасының көлемінде қоспа элементтер оксидтерінің шектеулі ерігіштігі және олардың тазартылған металға қарағанда салыстырмалы тығыздығы төмен;

негізгі металл оксидтерінің элементтік күйге тезірек және толық тотықсыздануы.

Тотықтырғыш ретінде газ тәріздес (көбінесе ауа немесе су буы мен ауа қоспасы) және қатты (қабыршақ, тазартылған металл оксидтері) заттар қолданылады.

Өртті тазарту кезінде қоспаларды тотықтыру және ең соңында күкіртті жою үшін балқытылған метал арқылы ауа үрленеді (тотығу сатысы). Бұл кезеңде қождың аз мөлшері пайда болады, ол келесі кезеңді бастамас бұрын жойылуы керек. Келесі кадамда (азайту немесе мазактау/сауалдау) сұйық мыста еріген оттегін ішінара жою және оның оксидтерін азайту үшін табиғи газ, шикі ағаш сияқты қалпына келтіретін агент қосылады. Аммиакты тотықсыздандырғыш ретінде де қолдануға болады, бірақ бұл  $\text{NO}_x$  деңгейінің жоғарылауына әкеледі. ЕО елдерінде бастапқы және кейбір жағдайларда екінші реттік балқыту үшін цилиндрлік айналмалы пештер (анодты пештер) қолданылады. Бұл пештер Пирс-Смит түрлендіргішіне ұқсас және газбен жабдықтауға арналған фурмалары бар. Оларға балқытылған мыс, мыс сынықтары және пайдаланылған мыс анодтары салынады. Кейбір процестерде қатты немесе балқытылған мыс (конвертерлі мыс немесе мыс сынықтары) зарядталған су астында қалған ауа ұштары бар реверберациялық пештер қолданылады. Кейбір реверберациялық пештер еңкейтілген (Maerz) және фурмамен жабдықталған. Анодты пештердің ыстық газы көбінесе кептіру, бу шығару және басқа мақсаттарда қолданылады. Мыс балқымасын кейде пештегі кеуекті тығындар арқылы азот үрлеу арқылы араластырады. Бұл металдың біртектілігін және балқыту тиімділігін арттырады [21].

#### **3.1.2.1.5. Электролиттік тазарту**

Анодтық мысты электролиттік тазарту үдерісі күкірт қышқылы мен мыс сульфатының сулы ерітіндісінде электролиттік мыс, тот баспайтын болаттан немесе титаннан жасалған жұқа катодты негіздерді пайдалана отырып жүзеге асырылады. Мыс шөгінділері жиналатын тот баспайтын немесе титан матрицалары қайта пайдалануға болатын катодты негіздер болып табылады.

Анодтар мен катодтарды электролиз ванналарына орналастырады, электродтарды ванналарға тігінен, бір-біріне параллель орналастырады. Барлық анодтар оңға, ал катодтар - тұрақты ток көзінің теріс полюсіне қосылған. Ванналарды тұрақты ток желісіне қосқанда мыс анодтан электролитке электрохимиялық жолмен ерітіледі, катиондар электролит арқылы тасымалданады және катодта тұндырылады. Бұл жағдайда қоспалар негізінен шлам (ванналардың түбіндегі қатты шөгінділер) мен электролит арасында бөлінеді.

Электрлік тазарту анодтардағы басқа металдарды шығарады; никель сияқты бағалы металдар электролитте азырақ ериді, ал қымбат металдар, селен және теллур сияқты бағалы металдар электролизерлерде тұндырылатын анодты шөгінділерді құрайды. Анодты шламдар камералардан мезгілді түрде шығарылады және бағалы металдар алынады (3.2 -бөлімді, Бағалы металдарды қараңыз).

Басқа еріген металдардың концентрациясы электролитте жоғарылайды, өйткені олар катодта тұнбады. Электрлік тазарту кезінде еріген қоспаларды жою үшін

электролиттің бір бөлігі тазарту үшін жүйеден шығарылады. Электролитті тазартудың әдеттегі процестері мыстың электролизін пайдаланады немесе кейбір зауыттарда мыс мыс сульфаты түрінде шығарылады. Булану, кристалдану және одан әрі тазарту никельді никель сульфаты ретінде қалпына келтіреді. Күшәнты өңдеу және алу үшін келесі әдістер қолданылады: еріткішпен экстракция; мыстың соңғы электролизі кезіндегі тұндыру; кара қышқыл тұнбаға түседі. Кейбір жағдайларда мыс арсенаты тазартылады және балқыту шикізатына қайта өңделеді.

Анодтық мысты электротазалау үдерісінде қоспаларды жою катодты мысты алуға бағытталған.

Айта кету керек, анодтағы қоспалар деңгейі катодтың сапасына әсер етеді; анодтағы қоспалардың мазмұны, өз кезегінде, концентраттың немесе екінші реттік шикізаттың химиялық құрамына және тазартылмаған мен анодты мыс алу үшін қолданылатын технологияға байланысты .

Қазіргі тренд - ванналардың көлемін ұлғайту, көбірек электродтарды орнату және тот баспайтын болаттан жасалған катодты негізді пайдалану. Бұл факторлар анод сапасын бақылаудың жоғары деңгейімен біріктірілгенде тиімділіктің артуы байқалады. Сапаны бақылау қажетті геометрияны, жақсы электр байланысын және анодтың қажетті тазалығын қамтамасыз ету үшін қажет. Негізсіз технологияны қолдану мыс электролизінің құнын төмендетеді (электролиттік мыстан стартерлік катод негіздерін алу үшін матрицалық өңдеу жоқ), тұрақты жоғары токты пайдалану коэффициентін (97 % және одан жоғары) қамтамасыз етеді. Қазіргі заманғы электролиз цехтары катодтар мен анодтарды ауыстыруды автоматтандырудың жоғары дәрежесімен, катодты тот баспайтын болаттан жасалған катодты негізден тазартумен сипатталады.

#### **3.1.2.1.6. Мысқа бай қождарды өңдеу**

Бастапқы шикізатты мыс құрамы 30 %-дан астам штейнге балқыту кезінде және конверсиялау сатыларынан түзілетін қождар мысқа бай және бірнеше технология бойынша өңделеді. Осындай процестердің бірі - мыс штейнін және мыс азайған қожды алу үшін құрамында мыс оксидтері бар қожды кокс желінің немесе электродтардың өздері түрінде көміртегімен тұндыру және реакцияға түсіру үшін электр пешін пайдалану. Электр пешінде қожды өңдеу үдерісі үздіксіз және мерзімді болуы мүмкін. Конвертер қожын электр пешінде де өңдеуге болады. Альтернативті технология флотациялық процестер болып табылады: балқыту зауытына жеткізілетін мыс мөлшері жоғары флотациялық концентрат алу үшін қож салқындатылады, ұсақталады және флотацияға жіберіледі. Тиісті сұраныс болған жағдайда өңдеуден кейінгі қож құрылыста, соның ішінде жол құрылысында, жағалауларды салу үшін және басқа да осыған ұқсас мақсаттарда, сондай-ақ құм себу үшін пайдаланылуы мүмкін, өйткені олар көбінесе балама материалдармен салыстырғанда жақсы қасиеттерге ие. Ұсақ түйіршікті темірлі материал цемент өндірісінде толтырғыш ретінде де қолданылады.

Құрамында мыс мөлшері жоғары қождар, мысалы, конвертер және тазартқыш қождар да балқыту сатысында қайта өңделеді.

### 3.1.2.1.7. Мыс купоросын өндіру

Электролиз кезінде электролит қоспалармен ластанып, мыспен байытады. Мыстың жиналуы негізінен анодта  $\text{Cu}^+$  иондарының белгілі бір мөлшерінің түзілуіне байланысты мыстың анодтық ток катод шығысынан жоғары болуына байланысты болады. Электролитті мыспен байытуға анодтардағы катодты және анодтық мыстың және оның оксидтерінің химиялық еруі де ықпал етеді.

Қоспалардың жиналуын болғызбау және артық мысты кетіру үшін электролит жаңартуға (регенерацияға) ұшырайды. Регенерация үшін электролиттің бір бөлігі ванналардан шығарылады. Алынған электролит мөлшері жинақталуы ең жылдам болатын жетекші қоспаның шекті рұқсат етілген концентрациясынан есептеледі. Әдетте бұл қоспалар никель мен күшән болып табылады.

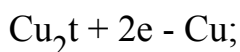
Регенерацияға арналған электролиттің қорытындысы оның электролит ванналарында міндетті үздіксіз айналымын ұйымдастыру кезінде іс жүзінде жүзеге асырылады. Электролиттің ішінара жаңаруынан басқа, циркуляция оның құрамының электродаралық кеңістікте теңестірілуін қамтамасыз етуі керек. Бұл жоғары сапалы катодты шөгінділерді өндіруді және электр энергиясының ерітіндісін азайтуды қамтамасыз етеді. Қан айналымы 3 - 4 сағат ішінде бүкіл электролиттің өзгеруін қамтамасыз етуі керек.

Электролит ваннаның бір шетінен беріліп, қарама-қарсы шетінен (электродтарға перпендикуляр) тартылу арқылы айналады.

Айналым кезінде қысымды резервуардан ванналарға баратын жолдағы электролит бұмен  $50 - 55^\circ \text{C}$  дейін қызады, бұл оның электрлік кедергісін азайтуға көмектеседі.

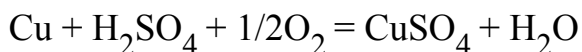
Мыс өндірісінде электролит регенерациясы оны сусыздандыру үшін электролизбен, ерімейтін (қорғасын) анодтармен, сонымен қатар мыс сульфатын алу арқылы жүзеге асырылады.

Электролиттік әдісте мыс ерітіндіден катодта, ал оттегі қорғасын анодтарында бөлінеді:



Осы екі реакцияның нәтижесінде ерітінді мыс азайып, бос күкірт қышқылына байытады. Мыстың ішінара таусылуынан кейін электролит негізгі электролизге оралады. Мысты ерімейтін анодтармен электролизбен тұндыру ваннада 2 - 2,5 В болатын және потенциалдардан тұратын жоғары кернеу есебінен 1 тонна мысқа (3000 - 3500 кВт/сағ) электр энергиясын тұтынудың жоғарылауымен сипатталады. иондардан мыс пен оттегінің түзілуіне арналған.

Мыс сульфатын алған кезде электролит ауаның қатысуымен анод сынықтарымен немесе арнайы дайындалған мыс түйіршіктерімен бейтараптандырылады. Келесі реакция нәтижесінде ерітінді мысқа байыды және күкірт қышқылымен азаяды:



Содан кейін алынған ерітінді буландырылады және кристаллизаторларға жіберіледі, онда салқындаған кезде одан мыс сульфатының кристалдары ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) бөлінеді. Мыс сульфатын алу үдерісін күшейту үшін оны вакуумдық кристаллизаторларда жүргізеді.

Мыс сульфатының кристалдануы үш кезеңде жүзеге асырылады. Құрамында 50 - 60 г/л Cu бар үдерістің үшінші кезеңінен кейінгі ерітінді ерімейтін анодтары бар ванналарда электролиттік дегидрлеуге ұшырайды. Электролиз нәтижесінде мыс балқыту зауыттарына жіберілетін күшән және сурьмамен ластанған борпылдақ мыс катодты кен орны және бейтараптандыру үшін айдалатын  $\sim 1$  г/л Cu бар ерітінді алынады.

Дайын өнімді орау үшін пластикалық пакеттер немесе жұмсақ контейнерлер қолданылады. Мыс сульфатын полиэтилен пакеттерге мөлшерлеу және орау орау желісінде автоматты түрде жүзеге асырылады. МКР типті жұмсақ ыдысқа мыс сульфатын мөлшерлеу және орау орау қондырғысында кран таразысында өлшеу арқылы жүзеге асырылады.

### 3.1.2.2. Гидрометаллургиялық процестер

Гидрометаллургия – сұйық фазалы еріткіштерді пайдаланып шикізаттан элементтерді алу және оларды кейіннен металдар немесе монопреципитаттар түріндегі ерітінділерден оқшаулау.

Бұл үдеріс әдетте тотыққан рудаларды немесе аралас тотыққан/сульфидті кендерді сілтісіздендіру және өңдеу алаңдарын құру үшін жеткілікті кеңістік бар кен орнында тікелей өңдеу үшін қолданылады. Бұл үдеріс, әсіресе, дәстүрлі технологияларды пайдалана отырып, байыту қиын, құрамында бағалы металдар жоқ кендер үшін тиімді. Гидрометаллургиялық үдерістің жалпы схемасы 3.1 -суретте көрсетілген.

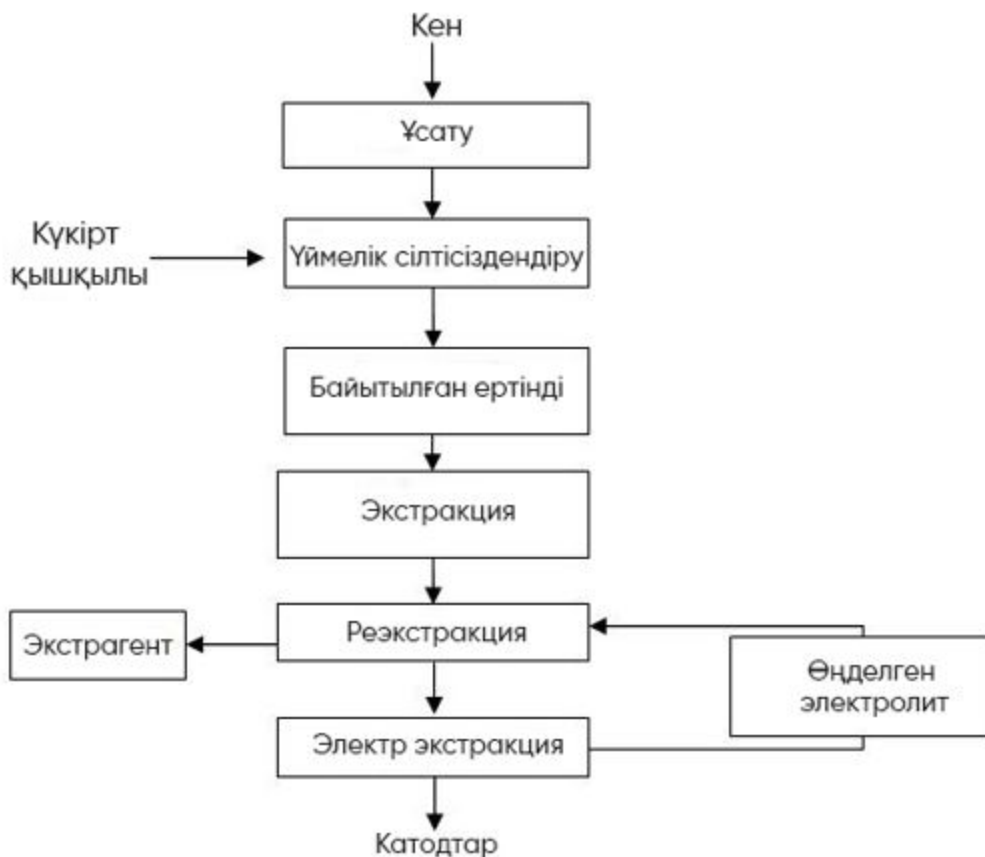
Гидрометаллургиялық технологияның негізгі кезеңдері:

1) шикізатты дайындау; бұл операция бағалы металды тезірек, толық, іріктеп сілтісіздендіруға ықпал етеді. Шикізаттың фазалық құрамының өзгеруіне байланысты белгілі механикалық (ұсақтау, ұнтақтау) және физика-химиялық әдістер (күйдіру, күйдіру, агломерация, гидротермиялық белсендіру, екінші реттік шикізатты майсыздандыру және т.б.).

2) Сілтісіздендіру, яғни металды ерітіндіге беру, одан кейін қалдықты тұндыру, сүзу, центрифугалау және жуу арқылы ерімейтін қалдықты бөлу.

3) Ерітіндіні дайындау: қоспалардан физикалық-химиялық әдістермен тазарту (аз еритін қосылыстар түріндегі тұндыру, цементтеу, сорбциялық-экстракциялық бөлу), булану, сорбциялау және экстракция әдістерімен ерітіндіні концентрациялау, содан кейін байытылған ерітінді алу. десорбция және реэкстракция кезіндегі сұйық фаза.

4) Металл (электролиз, автоклав газын тұндыру) немесе қосылыс (кристалдану, химиялық тұндыру, айдау) түріндегі бағалы элементті ерітіндіден бөлу.



3.1-сурет. Гидрометаллургиялық үдерістің жалпыланған технологиялық схемасы

### 3.1.2.2.1. Кенді дайындау

Үйінді шаймалау үшін өндірілген кенді астардың астына орнатылған өткізбейтін субстраттарға салмас бұрын ұсақтау арқылы ұнтақтайды. Егер кен өте өткізгіш болса, аздап немесе толық ұсақтау қажет болуы мүмкін, минералды бөлшектермен сілтілеу байланысын қамтамасыз ету қажет. Тиімді сүзу арқылы қамтамасыз етіледі.

### 3.1.2.2.2. Сілтісіздендіру

Сілтісіздендіру тиімділігі төмендегідей бағаланады:

экстракция – алынатын элементтің шикізаттағы оның құрамына қатысты ауысу дәрежесі,%;

үдерістің жылдамдығы (уақыт бірлігінде алынатын элементтің массасы; температура, реагенттер концентрациясы, араластыру қарқындылығы, меншікті бет ауданы, шикізат дисперсиясы жоғарылаған сайын артады);

селективтілік – ілеспе қоспаларға қатысты бағалы элементтің экстракциялану дәрежесі: жылдамдығы мен экстракциясы неғұрлым төмен болса, сілтісіздірілген элементтің селективтілігі соғұрлым жоғары болады;

реагенттің меншікті шығыны – өндірілген металдың массалық бірлігіне химиялық шығын; бұл көрсеткіш шикізаттың фазалық құрамына, еріткіштің регенерациясына және еріткіш-тұйық схеманың ұйымдастырылуына байланысты;

пайда болған целлюлозаның қасиеттері, олардың тұндыру және сусыздану көрсеткіштеріне әсер етеді; олар қатты фазаның жұқалығы мен фазалық құрамымен, пульпалардың тұтқырлығы мен тығыздығымен және температурамен анықталады.

Сілтісіздендіру процестері бойынша жіктеледі:

еріткіш түрі (сілтілі, қышқылды, тұзды, органикалық және комплекс түзуші реагенттер);

жүзеге асыру әдісі (периодты, үздіксіз, бір көпсатылы, коорентті және қарсы ағымды);

қоршаған ортаның тотықсыздандырғыш жағдайлары (тотықтырғыш, тотықсыздандырғыш, бейтарап);

аппараттық жобалау (үйінді, жерасты Сілтісіздендіру, перколяция, араластыру);

қысым мәні (атмосфералық немесе артық – автоклав жағдайында);

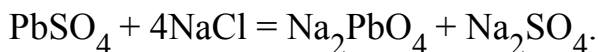
дайындық операцияларын қолдану (тікелей немесе алдын ала дайындықпен).

### **Еріткіш сипаттамалары**

Сілтісіздендіру кезіндегі еріткіштің тиімділігі шикізаттың температурасымен, концентрациясымен, ұзақтығымен, өлшемімен анықталады.

Су ең қолжетімді еріткіш болып табылады және еритін сульфаттар мен металл хлоридтерін, соның ішінде қуыру өнімдерінен алуда тиімді.

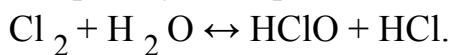
Тұздардың сулы ерітінділері (сульфаттар мен Fe (III) хлоридтері). Олардың әрекетінің химиясы келесі реакциялармен сипатталады:



Бұл  $T > 373 \text{ K}$  реакциялардың дамуын қамтамасыз ететін жеткілікті тиімді еріткіштер, бірақ олар қымбат, алынған ерітінділер балласт тұздарымен ластанған, бұл еріткіштің регенерациясын және құнды компонентті экстракциялауды қиындатады.

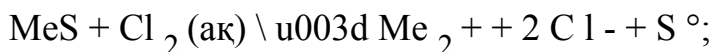


Хлорлы су – хлормен қаныққан су:



Қалыпты жағдайда  $2,26 \text{ дм}^3 \text{ Cl}_2$   $1 \text{ дм}^3$  суда ериді. Ортаның қышқылдығына байланысты  $\text{Cl}_2$  (қышқылдық ортада),  $\text{HClO}$  (рН 4 – 7,5) және  $\text{ClO}^-$  (рН > 7,5 кезінде) қолайлы болуы мүмкін.

Хлорлы су металдарды, сульфидтерді белсенді түрде ерітеді:



$\text{Me} + \text{Cl}_2 (\text{ақ}) = \text{Me}_2 + 2\text{Cl}^-$ , оның ішінде  $[\text{MeCl}_4]^{2-}$  типті комплекстердің түзілуі.

Хлорлы су поликомпонентті қорытпаларды, бағалы металл кендерін, молибден концентраттарын сілтісіздендіру үшін қолданылады.

Уыттылық, жоғары баға, регенерация проблемалары бұл еріткіштің қолдану аясын шектейді.

### **Сілтісіздендіру әдістері мен схемалары**

Сілтісіздендіру мерзімді және үздіксіз режимдерде жүргізіледі. Бірінші жағдайда шикізат пен реагенттер көрсетілген параметрлерде араластыруды қамтамасыз ете отырып, реакторға жүктеледі, ал пульпа қажетті көрсеткіштерге (экстракция, селективтілік) жеткенше өңделеді. Содан кейін реактордың ішіндегісі түсіріліп, ол келесі операцияға дайындалады, ол бірдей параметрлер мен шарттарда қайталанатын.

Үздіксіз сілтісіздендіру реакторлар сериясында жүргізіледі; қоректендіретін резервуардағы суспензия сорғы арқылы бірінші реакторға айдалады, содан кейін үздіксіз, бірінен соң бірі келесі реакторларға құйылады. Реакторлардың саны және олардағы целлюлозаның тұру уақыты соңғы реакторда қажетті сілтісіздендіру жылдамдығына қол жеткізу үшін таңдалады. Мұндай схемалар өндірістің кең ауқымында тиімді, өйткені аппарат уақытында ұтымды пайдаланылған (тиеу және түсіру, жылыту және салқындату, жабдықтау және қысымды төмендету үшін шығындар жоқ), автоматтандыру және механикаландыру қарапайым, пайдалану шығындары төмен ( жылу шығыны аз, еңбек шығындары), бірақ күрделі шығындар жоғары (сорғы қондырғылары, шығыс және қабылдау цистерналары, құбырлар мен арматура).

Кезеңдер санына қарай бір және көп сатылы (екі, үш) сілтісіздендіру болып бөлінеді. Тікелей ағынды сілтісіздендіру кезінде бастапқы пульпа үздіксіз каскадтың барлық аппараттарынан өтіп, соңғысынан шығарылады. Қарсы ағынды сілтісіздендіру бағалы металды неғұрлым толық алуға қол жеткізу қажет болғанда жүзеге асырылады ( тіпті селективтілікке зиянын тигізеді); осы мақсатта бірінші кезеңнің қалдықтары

бастапқы еріткішпен өңделеді (жоғары концентрация және күшті ашу күші); алынған екінші реттік кек осы Үдеріс үшін үйінді болып саналады және ерітінді бірінші кезеңге қайтарылады, яғни өңделген шикізат пен еріткіш қарама-қарсы бағытта қозғалады.

Бұл неғұрлым ұтымды схема, дегенмен, бұл жағдайда айналымдағы ерітіндіде ілеспе қоспалардың жиналуы сөзсіз, бұл сілтілеу өнімділігін және алынған металдың сортын нашарлатады. Ерітіндінің оңтайлы құрамын сақтау үшін оның бір бөлігі бөлек өңдеуге алынады (терең булану, бейтараптандыру, сорбциялық-экстракциялық тазарту және т.б.).

**Үйінді сілтісіздендіру.** Технологияның мәні шикізатты еріткішпен біркелкі суаруда, алынатын металды ерітуге, өндірістік ерітіндіні сандық жинауға және одан тауарлық өнім түрінде металды алуға жағдай жасауда жатыр. Технологияны енгізу үлкен көлемдегі нашар шешімдері бар шикізаттың үлкен массасын бір реттік өңдеумен, өнеркәсіптік аймақтардан қашықтығымен және энергиямен қамтамасыз ету, жұмыс күшімен қамтамасыз ету мәселелерімен, сондай-ақ метеорологиялық факторлардың ( жаңбыр, құрғақшылық, су тасқыны).

#### **3.1.2.2.3. Ерітінді дайындау**

Сілтісіздендірудан кейінгі өнім ерітінділері қойма тоғанында жинақталады және сұйық экстракция және электролиз қондырғысына айдалады. Ерітінділерді өңдеу схемасы параллельді-тізбекті экстракцияның үш кезеңінен, қайта экстракцияның бір кезеңінен және электролизден тұрады.

#### **3.1.2.2.4. Экстракциялау және қайта экстракциялау**

Бұл процестер құрамында 1 %-дан аспайтын қалпына келетін металы бар сұйылтылған ерітінділерді концентрлеу үшін немесе оны көп компонентті ерітіндіден тандап алу үшін қолданылады.

Үдеріс сумен араласпайтын бірқатар органикалық заттардың металл иондарымен қосылыстарды тандап түзу және оларды органикалық фазаға бөліп алу қабілетіне негізделген.

Экстракциялау процестерін сипаттау үшін қолданылатын негізгі терминдер:

экстрагент - экстракцияланған металмен тұз немесе кешен түзетін, органикалық заттарда еритін және су фазаларында іс жүзінде ерімейтін органикалық зат;

еріткіш – экстрагентті еріту үшін қолданылатын органикалық сұйықтық;

экстракт, рафинат – сәйкесінше экстракция өнімдері, органикалық және сулы фазалар;

реэкстракт – қаныққан металлоганикалық фазаны қайта экстракциялаудан кейін алынған байытылған сулы фаза.

Экстрагенттерді еріткіштермен (керосин, бензол, толуол) қоспада қолданады; олар суда ерімейді, тұтану температурасы жоғары, 340 К жоғары және тар дистилляция диапазоны бар. Еріткіштің түрін таңдау арқылы иондардың экстракциясын басу немесе күшейтуге болады. Еріткіштерге қойылатын талаптар негізінен экстрагенттерге қойылатын талаптарға ұқсас.

Бөлу коэффициенті немесе "органикалық: сулы" фазалардың арақатынасы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым аз экстракция қадамдары қажет. Бөлу  $b > 1,6$  болғанда тиімді болып саналады.

Гидрометаллургияда ең көп қолданылатыны араластырғыш-тұндырғыш типті экстракторлар. Әрбір аппарат араластыру және тұндыру камераларын қамтитын секциялардан тұрады. Ерітінділер секцияның ішінде тікелей ағынмен, ал аппарат арқылы - қарсы токпен қозғалады. Араластыру камерасында 400 – 600 мин жылдамдықпен айналатын турбиналық араластырғыш орнатылған; ол сулы және органикалық фазаларды араластыруды, қоспаны келесі сатыға айдауды және камераларда ерітіндінің берілген деңгейін ұстап тұруды қамтамасыз етеді.

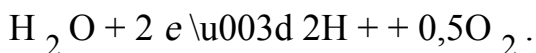
Экстракцияның кемшілігі реагенттердің өрт қауіптілігі мен уыттылығы, экстрагенттердің сулы фазамен жоғалуы; олар әсіресе целлюлоза процестерінде маңызды (0,5 – 1 кг/т).

Экстракция кезіндегі негізгі шығындар бастапқы ерітіндіні дайындауға, қымбат тұратын құрал-жабдықтарды сатып алуға, өрт қауіпсіздігін ұйымдастыруға, реагенттерді жеткізуге (экстрагент, реэкстрагент, қышқылдықты корректорлар) және экстрагенттің жоғалуын толықтыруға түседі.

### 3.1.2.2.5. Мыс электролизі

Құрамында металл мөлшері жоғары ( $\geq 25 - 40$  г/дм<sup>3</sup>) ерітінділерді ерімейтін анодтарды қолдану арқылы өңдеу үшін қолданылады. Нәтижесінде катодта металл иондары азаяды:

$Me_n + + ne = Me_k$ , ал реакция анодта молекулалық оттегінің түзілуімен жүреді:



Бұл әдіс мыс, сонымен қатар мырыш, кадмий, сурьма, никель, күміс және басқа да бірқатар металдарды алу үшін, жинақы немесе ұнтақты тұнбаларды алу үшін қолданылады.

Тұндыру үдерісінде ерітінділер алынатын метал бойынша таусылады, сонымен бірге реагент-еріткіш эквивалентті қатынаста регенерацияланады (мысалы, сульфат ерітінділерін өңдеуде күкірт қышқылы), бұл мүмкіндік береді тұйық еріткіш контурын ұйымдастыру.

### 3.1.3. Екінші реттік мыс өндірісі

Екінші реттік мысты алу үшін көп жағдайда пирометаллургиялық процестер қолданылады. Үдерістің кезеңдері екінші реттік шикізаттағы мыстың мөлшеріне, бөлшектердің мөлшеріне таралуына және басқа элементтердің құрамына байланысты [22, 23]. Бастапқы мыс сияқты, осы қоспаларды кетіру және алынған қалдықтардан металдарды алу үшін бірнеше қадамдар әзірленді [24].

Қайта өңделген материалдардың құрамында жабын немесе майлаушы сияқты органикалық материалдар болуы мүмкін, сондықтан үдеріске майсыздандыру және жабындыдан тазарту қадамдары енгізіледі немесе сәйкес жобаланған пештер мен газ тазалау жүйелері пайдаланылады. Мақсат - газдың ұлғайған көлемін өңдеу, ҰОҚ бейтараптандыру және ПХДД/Ф азайту немесе жою мүмкіндігін арттыру. Қолданылатын алдын ала өңдеу немесе пеш түрі органикалық заттардың болуымен, қоректенетін материалдардың түрімен, яғни мыстың және басқа металдардың мөлшерімен және олардың күйімен (материал тотыққан немесе металдық) анықталады.

Құрамындағы металдарды бөлу үшін конвертерде ластанған жез сынықтарын балқытқанда, құрамында мырыш мөлшері жоғары сүзгілерден көпіршікті мыс пен тозаңды алу үшін басқа қорытпа элементтерін сублимациялау немесе қождау жүргізіледі.

Екінші реттік мыс өндірісінің қадамдары бастапқы мыс өндірісіне ұқсас, бірақ әдетте шикізат ретінде тотыққан немесе металл материалдар пайдаланылады, бұл әртүрлі өндіріс жағдайларын білдіреді. Екінші реттік шикізатты балқыту бейтарап немесе тотықсыздандырғыш жағдайда жүреді.

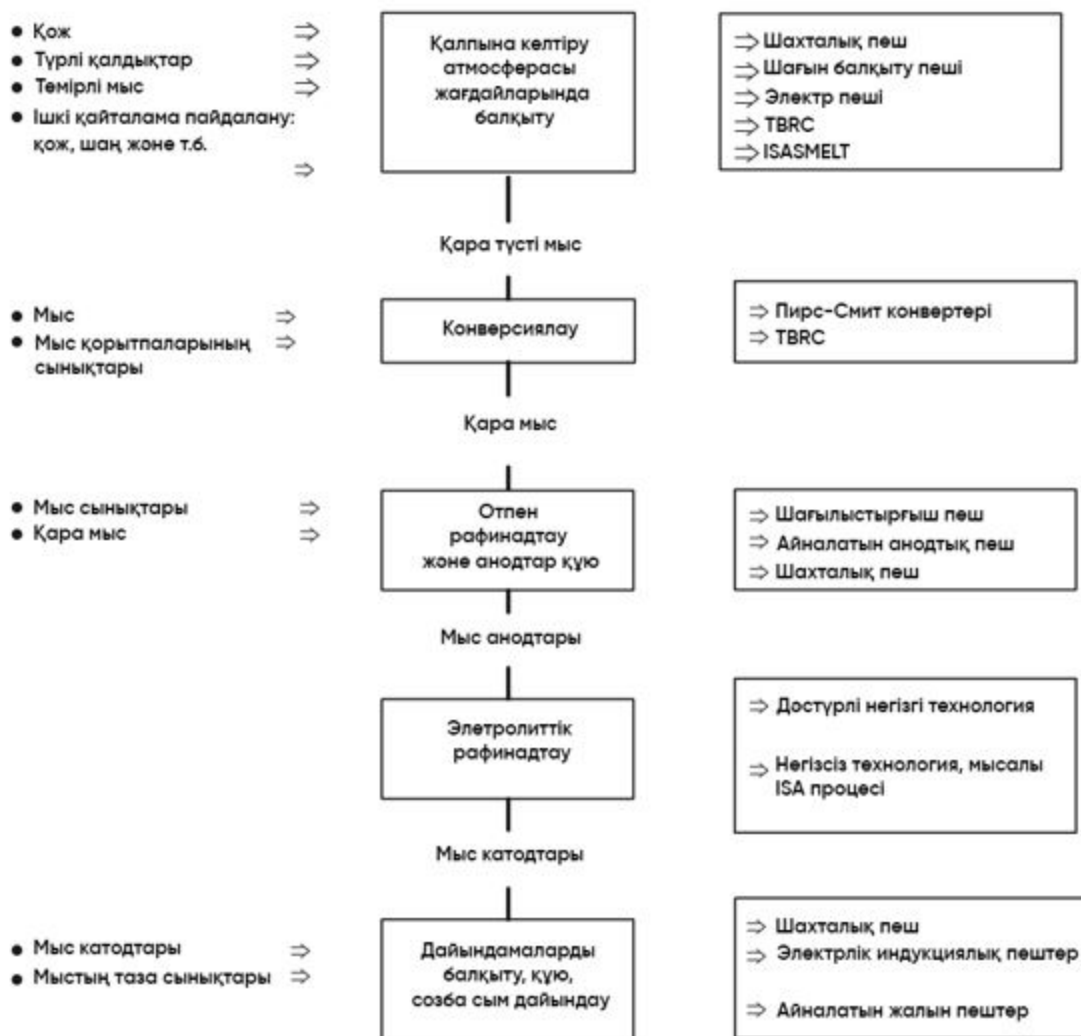
### **3.1.3.1. Екінші реттік балқыту кезеңі**

Төмен және орташа сапалы шикізатты балқыту әртүрлі типтегі пештерде: шахталы, балқыту шағын пештерінде, үстіңгі үрлемелі айналмалы конвертерлерде (TBRC), Ausmelt/ISASMELT балқыту пештерінде, реверберациялық және көлбеу пештерде жүзеге асырылады [25]. Жоғары сапалы сынықтарды (> 99 % Cu) балқыту үшін Contimelt жүйелері қолданылады.

Пештің түрі және өндіріс үдерісінің кезеңдері шикізаттың құрамына, олардың мөлшеріне және басқа сипаттамаларына байланысты. Осылайша, екінші реттік мысты балқыту және тазарту күрделі үдеріс болып табылады және өңдеуге болатын қайта өңделген материалдың түрі қолда бар нақты жабдық пен пешке байланысты [26]. Екінші реттік мысты алудың технологиялық үдерісінің схемасы 3.2 суретте көрсетілген.

Металл оксидтерін тотықсыздандыру үшін қажетіне қарай темір (темірлі мыс, кәдімгі темір сынықтары және т.б.), көміртегі (кокс немесе табиғи газ түрінде), флюс қосылып, процестер түріне қарай жүргізіледі. пайдаланылған заряд. Тотықсыздандырылған балқыту нәтижесінде түтін газдарымен бірге оксидтер түрінде шығарылатын және тозаң жинау жүйесінде жиналатын мырыш, қалайы және қорғасын

сублимацияланады. Пештен шыққан газдардағы тозаң, күкірт диоксиді, ПХДД/Ф және ҰОҚ мөлшері шикізаттың құрамына байланысты. Тозанды бөлуден кейін келесі тазалау үшін пайдаланылған газдар ылғалды тозаңға және газды тазалауға жіберіледі [27]. Жиналған тозаң шихтадан алынған металдарды алу үшін одан әрі өңдеуге жіберіледі.



3.2-сурет. Екінші реттік мыс өндірудің жалпы технологиялық схемасы

Балқытатын шағын пеште темір мен қалайы бар сынықтар екінші реттік мыс алу үшін балқытылады. Бұл жағдайда бірінші кезеңде темір металдық мысты алу үшін қалпына келтіретін элемент ретінде әрекет етеді. Содан кейін темірді және қоққа түсетін басқа металдарды (қорғасын мен қалайы) тотықтыру үшін балқымаға оттегі үрленеді. Темірдің тотығуы қажетті технологиялық температураны қамтамасыз етеді, ал артық жылу қайтарылады.

KRS үдерісі Ausmelt/ISASMELT пешінде жүзеге асырылады [28]. Бұл озық технология екінші реттік материалдардан түсті металдарды алудың дәстүрлі технологиясын шахталы пеште/конвертерлік балқыту арқылы алмастырады. Типтік бастапқы материал ретінде мыс балқыту мен тазартудан кейін пайда болған, құрамында мыс және бағалы металдар, құю қалдықтары, металл өңдеу қалдықтары немесе құрамында мыс бар қалдықтарды қайта өңдеу кәсіпорындарымен жеткізілетін электрондық сынықтар, мыс қорытпаларының сынықтары, мысқа бай қождар, мыс дросстары бар екінші реттік шикізат жатады. , циклондар мен сүзгілердің тозаңы, тұндыру шламы және сым тарту шламы.

Жалпы алғанда, бірдей материалды электр пештерінде KRS немесе шахталы пештер өңдейді. Өндірілген көпіршікті мыс тоннасына электр пешін тиеу шахталы пешке қарағанда аз, ол электр пешінен айырмашылығы қайта өңделген қожсыз жұмыс істей алмайды.

### **3.1.3.2. Конвертерлеу, отпен тазарту, қожды өңдеу және электролиттік тазарту, таза қорытпа сынықтарын өңдеу**

Конверсиялау және тазарту пештері мыс өңдеудің бастапқы пештеріне ұқсас; қожды өңдеу және электрорафинирлеу жүйелері де ұқсас. Негізгі айырмашылығы, екінші реттік өндірісте қолданылатын конвертерлерде штейн емес, металл немесе қара мыс балқытылады. Балқу температурасын ұстап тұру үшін отын ретінде кокс немесе табиғи газ қосылады, ал бастапқы түрлендіргіштерде қажетті температура штейнмен қамтамасыз етіледі [26]. Екінші реттік конвертерлерде темір сияқты аз мөлшерде болатын элементтер тотығады және қожға айналады, ал басқа металдар, мысалы, мырыш немесе қалайы сублимацияланады. Оларда тазартылмаған мыс алынады, ол содан кейін отты тазартуға кетеді. Конвертерді үрлеу кезінде бөлінетін тотығу реакциясының жылуы металл компоненттерін сублимациялауға қызмет етеді, ал қож түзетін қоспаларды беру қож қабатын қалыптастыруға және оған темір мен кейбір қорғасынды беруге мүмкіндік береді. Металда жұмыс істейтін түрлендіргіштердің жылу балансы айтарлықтай шиеленіс болғандықтан (экзотермиялық реакциялардың жылуы, әдетте, жеткіліксіз) конвертерге кокс қосылады немесе табиғи газбен қыздырылады. Таза жоғары сапалы мыс сынықтары отты тазарту пешіне балқыту үшін тікелей тиеледі.

Электротазалау шламдары мен қалдық ерітінділері сонымен қатар никель сияқты бағалы металдар мен металдардың көзі ретінде қызмет етеді. Оларды алу үшін бастапқы үдерісте қолданылатын технологияларға ұқсас технологиялар қолданылады.

Қола және жез сияқты мыс қорытпалары да бірқатар процестерде қосалқы шикізат ретінде пайдаланылады. Егер олар ластанған немесе басқа қорытпалармен араласса, олар екінші реттік балқыту және тазарту үдерісі арқылы қайта өңделеді.

Таза қорытпа жартылай фабрикаттарды өндіру үшін тікелей қолданылады. Таза материал индукциялық пештерде балқытылады, содан кейін келесі өндіріс қадамдары үшін қалыптарға құйылады. Берілген сортты қорытпаны алу шихтаның құрамын бастапқы металдың елеулі қоспаларынсыз талдау және бақылау арқылы қамтамасыз етіледі. Мырыш оксиді сүзгілерге түскен тозаңнан алынады.

Электрэкстракция "лас" мысты сілтісіздендіру арқылы түзілген мыс сульфатының ерітінділерінен мысты алу үшін немесе гидрометаллургиялық ерітінді экстракция үдерісінде қолданылады. Мұнда электроэкстракция үдерісінде қорғасын немесе титан сияқты инертті анодтар, ал катодтар ретінде тот баспайтын болаттан жасалған матрицалар немесе мыс пластиналар қолданылады. Мыс иондары ерітіндіден шығарылып, электротазалаудағыдай катодтарға тұндырылады. Катодтарды жалаңаштау тұрақты катод негізін пайдаланған кездегідей болады. Электролит одан барлық мыс жойылғанша ванналар сериясы арқылы айналады. Содан кейін электролит еріткіш экстракция цикліне қайтарылады. Еріткіш экстракция сатысында қоспаларды бақылау үшін электролиттің бір бөлігі айналымнан алынады.

Электрэкстракция үдерісі әдетте екі кезеңде жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде мыс электролиттен коммерциялық катодтар әлі де алуға болатын деңгейге дейін алынады. Электрэкстракцияның екінші сатысында (дегидрлеу) мыс электролиттен катодтарға 1 – 2 г/л деңгейіне дейін алынады. Экстракциялық ванналардағы кернеу еритін мыс анодтары бар мыс электролиз ванналарына қарағанда шамамен бес есе жоғары. Мерзімді түрде дегидрленген электролиттің бір бөлігі ерітіндіні никель, күшән, мырыш және темір сияқты металдармен - қоспалармен байытуға байланысты "еріту - электроэкстракция" айналымынан алынады.

Электролиттік тазарту үдерісі анодты мыс электролиттік мыстан, тот баспайтын болаттан немесе титаннан жасалған жұқа катодты негіздер арқылы күкірт қышқылы мен мыс сульфатының сулы ерітіндісінде жүзеге асырылады. Мыс шөгінділері жиналатын тот баспайтын немесе титанды матрицалар қайта пайдалануға болатын катодты субстраттар болып табылады (Mount ISA үдерісі, Outotec негізсіз технологиясы және Noranda/Kidd Creek жүйесі) [29, 30]. Анодтар мен катодтарды электролиз ванналарына орналастырады, электродтарды ванналарға тігінен, бір-біріне параллель орналастырады. Барлық анодтар оңға, ал катодтар - тұрақты ток көзінің теріс полюсіне қосылған. Ванналарды тұрақты ток желісіне қосқанда мыс анодтан электролитке электрохимиялық жолмен ерітіледі, катиондар электролит арқылы тасымалданады және катодта тұндырылады. Бұл жағдайда қоспалар негізінен шлам (ванналардың түбіндегі қатты шөгінділер) мен электролит арасында бөлінеді.

Анодтық мысты электролиттік тазарту нәтижесінде тауарлық мыс катодтары, мыс электролит шламы, анод қалдықтары және металдармен ластанған электролит қалдықтары алынады.

## **3.2. Бағалы металл өндіріс процестері**

Жыл сайын бағалы металлдарға сұраныстың артқаны байқалады, бұл оларды өндірудің қолданыстағы технологияларын жетілдірудің жаңа көздерін іздеумен қатар шұғыл қажеттілікті тудырады. Көрсетілген жағдай бірінші кезекте бастапқы және қайталама шикізатты пайдаланудың толықтығы мен кешенділігін арттыруды көздейді. Қайта өңдеуге түсетін шикізаттың өсіп келе жатқан көлемі мен сапасының бір мезгілде төмендеуі бағалы металдар мен металдардың өздерінің селективті концентраттарын алуды қамтамасыз ететін тиімділігі жоғары процестерді әзірлеу мен енгізуді, аяқталмаған өндіріс көлемін қысқартуды, энергия шығындарын азайтуды, бағалы металдардың шығынын азайтуды, процестерді автоматтандыру мүмкіндігін, еңбек жағдайларын жақсартуды талап етеді.

Бағалы металдарды шартты түрде үш топқа бөлуге болады: күміс, алтын және платина тобындағы металдар. Ең маңызды көздер қымбат металдар кендері, басқа түсті металдарды қайта өңдеу кезінде алынған жанама өнімдер (атап айтқанда, мыс өндірісінен алынған анодтық шламдар және мырыш пен қорғасын өндірісінен тазартылмаған металл) және өңделген материал болып табылады.

Шетелде де, Ресей Федерациясында да, Қазақстанда іс жүзінде барлық зауыттарда құрамында бағалы металдары бар шикізатты өңдеу гидрометаллургиялық (алтын және күміс жағдайында) және электрохимиялық процестерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Олар жоғары өнімділікпен және автоматтандыру деңгейімен, жақсы экономикалық және экологиялық көрсеткіштермен сипатталады.

Бұл процестердің көпшілігі коммерциялық құпия болып табылады және тек жалпы сипаттамалар бар. Өндірістік процестер әдетте белгілі бір шикізатта бар бағалы металдарды алу үшін әртүрлі комбинацияларда орындалады.

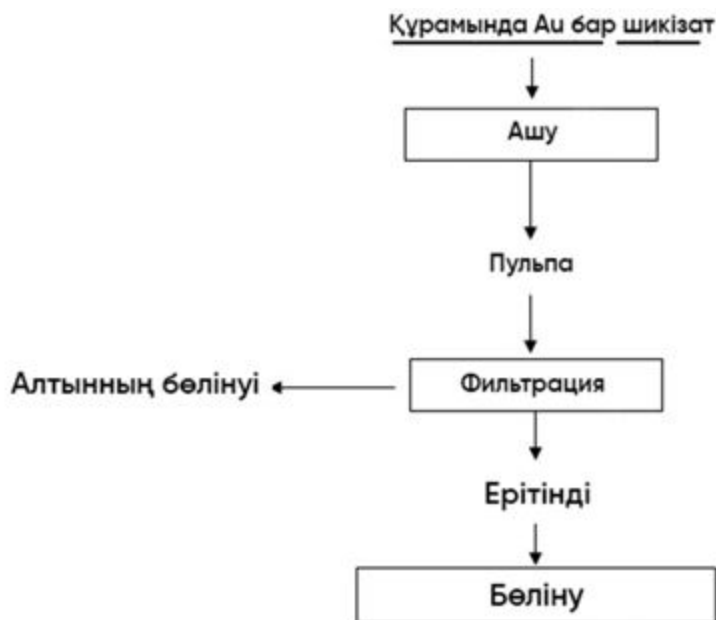
### **3.2.1. Алтын өндіру технологиясы**

Алтын өндіру технологияларының әртүрлі нұсқалары бар, олар 3.3 -суретте көрсетілген схемалық диаграммамен сипатталған.

Бастапқы бастапқы шикізат ретінде шашыранды немесе кенді алтын пайдаланылады. Мыс металлургиясында "ілеспе" деп аталатын алтын мен күміс алынады. Алтын алу үшін шикізат сынықтары зергерлік бұйымдар мен техникалық бұйымдар болуы мүмкін. Олар сандық және фазалық құрамы бойынша ерекшеленеді.

Бағалы металдар алтын-күміс қорытпасында (Дор қорытпасы) шоғырланған, ол катодты мысты өндіру кезінде түзілетін мыс электролит шламынан алынады.





3.3-сурет. Алтынды тазартудың принципіалды сызбасы

Аталмыш қорытпаның өңделетін шламдардың құрамына байланысты алтын мен күміс әртүрлі арақатынастарда болатынын және бұл жағдайды Доре қорытпасын, сондай-ақ афинаждық өндірістің айналым өнімдерін одан әрі қайта өңдеу тәсілін таңдау кезінде ескеру қажет екенін атап өткен жөн. Доре қорытпасында күмістің айтарлықтай (15 – 20 %-дан астам) мөлшері бар күміс химиялық немесе электрохимиялық әдістермен ерітіндіге (әдетте нитрат) ауысады.

Шикізат құрамындағы алтынды және басқа да бағалы металдарды табу нысаны оны өңдеу әдістеріне деген көзқарасты анықтайды, олар бағалы металдардың химиялық қасиеттеріне негізделген.

Схема бойынша (3.3-сурет) алтынға бай шикізаттар ашылады, оның үстіне ең кең таралған тәсілдер "Патша арағында" алтынды еріту немесе гидрохлорлау (хлорды HCl ерітіндісі арқылы өткізу) болып табылады. "Патша арағында" HCl еріген жағдайда, ашылғаннан кейін ерітіндіден азот қышқылының артық мөлшерін алып тастаудың қосымша операциясы пайда болады. Таңдалған тәсілге қарамастан, дәл осы бас сатыда алтын мен күмістің неғұрлым жұқа бөлінуі және бөлек өңделетін екі өнімнің - құрамында алтыны бар ерітінді және күміс бар қатты тұнба пайда болады.

Ерітіндіден алтынды әртүрлі әдістермен бөліп алады. Бұлай болуы мүмкін:

- натрий сульфиті, темір (II) сульфаты, натрий нитриті сияқты тотықсыздандырғыштардың әсерінен алтын ұнтағын алу үшін қалпына келтіру);
- катодта алтын өндірумен электрохимиялық бөлу;
- алтынды шайғындау.

Тотықсыздандыру нәтижесінде алынған алтын ұнтағы анодтарға дейін балқытылып, электролиттік тазартуға ұшырайды. Дәл осы үдеріс кәсіпорындардың басым көпшілігінде жоғары таза алтынды (99,99 %) алудың соңғы операциясы болып

табылады. Тазарту алтынның еритін анодтары бар электролизерлерде жүзеге асырылады, хлораврик қышқылының немесе акварегиялық ерітіндінің тұз қышқылының ерітінділері электролит қызметін атқарады, катодтар - электролиз нәтижесінде алтын тұндырылатын титан пластиналары. Егер шайқындау технологиясы жүзеге асырылса, онда алтынды три-н-бутилфосфатпен тұз қышқылының (2 – 5 М HCl) ерітіндісінен бөліп алады, ал оны органикалық фазадан қайта шайқындауды қалпына келтіргіш ерітіндісімен, натрий сульфитімен жүзеге асырады [20].

Металл алтынның алынған ұнтағы тазалығы бойынша жоғары сынамалы алтынға жауап береді.

Алтын өндірудің технологиялық сызбасының соңғы кезеңі мемлекеттік стандарт талаптарына сәйкес келетін әртүрлі салмақтағы құймалар мен түйіршіктер алу болып табылады [31].

Құрамында алтын бар берік шикізатты (негізінен кенді алтын) өңдейтін кәсіпорындарда цианидтік технология іс жүзінде барлық жерде іске асырылады, ол концентраттарды берік цианидтік кешендер түрінде ерітіндіге ауыстыра отырып, кейіннен ерітінділерден алтынды екі белгілі және жақсы пайдаланылған жолмен бөліп шығаруды көздейді:

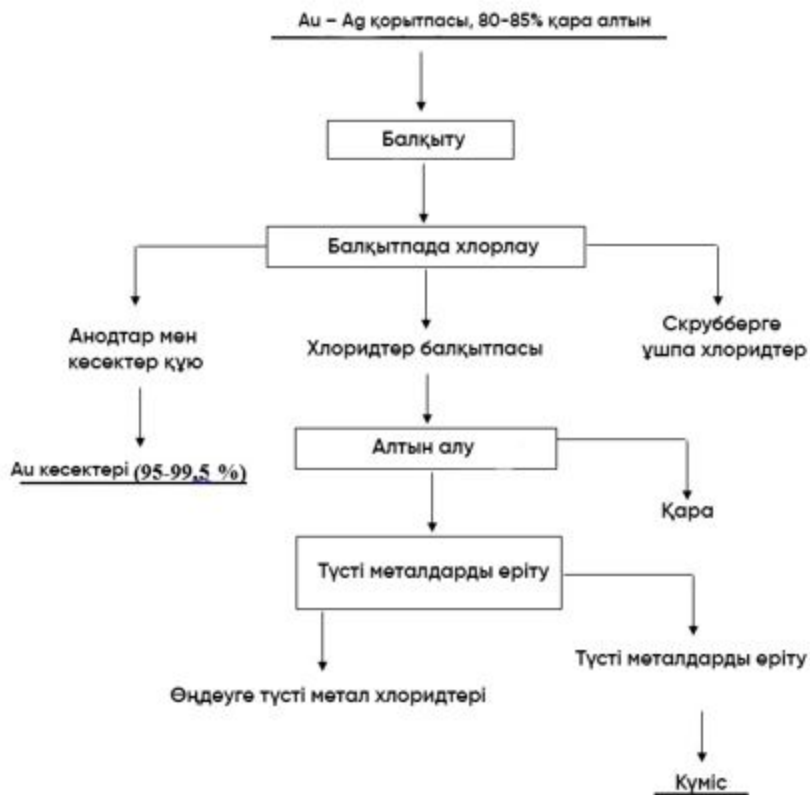
мырыш тозаңымен қалпына келтіру;

белсендірілген көмірде немесе ион алмастырғышта сорбциялау.

Бұл екі процесті де алтынның алдын-ала шоғырлану процестері ретінде қарастыруға болады. Олар жоғары селективті емес және 3.4 -суретте көрсетілген аффинаждық операцияларды міндетті түрде жүргізуді көздейді. Бұл цианид технологиясы атмосфераға өте улы заттардың шығарылуымен және пайдаланылған ерітінділермен төгілуімен байланысты негізгі экологиялық қауіптерді жасырады.

XIX ғасырдың аяғында ұсынылған Миллердің хлор әдісі бүгінгі күнге дейін алтынды тазарту үшін маңызын жойған жоқ. Құрамында 70 %-дан 90 %-ға дейін алтын және 7 %-дан 30 %-ға дейін күміс, сонымен қатар мыс, темір, мырыш бар Доре қорытпаларын тазарту үшін кеңінен таралған. Оның мәні мынада: газ тәріздес хлор өңделген шикізаттың балқымасы арқылы өткенде, оның құрамындағы барлық компоненттер, алтыннан басқа хлоридтерге айналады.

Бұл процестің термодинамикасы мынандай, алтын хлормен, күмісті қоса алғанда, қоспалар хлорланғаннан кейін ғана әрекет ете бастайды. Қождың түріндегі хлоридтер балқыманың бетіне жиналады, содан кейін одан бөлінеді, олардан күміс алынады, ал Миллер әдісі бойынша алынған алтынды да қажетті тазалық дәрежесіне дейін қосымша электрохимиялық жолмен тазартады (3.4- сурет).



3.4-сурет. Миллер әдісі бойынша жүргізілетін процестің технологиялық схемасы

Пирометаллургиялық операциялар (коллекторлық балқытулар) кедей қайталама шикізаттың жекелеген түрлеріне де қолданылады, алайда ол жіктелгеннен және органикалық қосылыстар мен материалдардың қоспаларынан бөлінгеннен кейін ғана. Бұл құрамында алтын бар шикізатқа ғана емес, құрамында басқа да бағалы металдар (күміс, МПГ) бар материалдарға да қатысты.

### 3.2.2. Күміс өндірісі технологиялары

Қазақстанда күміс қоры негізінен күрделі полиметалл рудаларының кен орындарымен байланысты, сондықтан күміс жанама өнім ретінде өндіріледі, ал металл күмісін алу техногендік шикізаттың әртүрлі түрлерін өңдеумен байланысты.

Күміс өзінің химиялық қасиеттері бойынша алтынға жақын болғандықтан, оған цианид ерітінділерімен іріктеп шаймаландіру, содан кейін мырыш тозаңында тұндыру (Мерилл-Кроу үдерісі) қолданылады [32]. Олар 100 жылдан астам қолданылған және кен шикізатынан күміс алудың негізгілері болып табылады. Пайда болатын мырыш цементаты тазартудан өтеді.

Қорғасын-мырыш кендерін өңдеу кезінде, қорғасынды тазарту сатысында күміс "мырыш көбігі" деп аталатын жерде жиналады [33]. Ол электротермиялық әдіспен өңделеді: мырыш 1250 °С температурада тазартылады, ал алынған күмісі бар қорғасын Доре қорытпасының купелляциялық пештерінде балқытылады.

Күміс өндіру технологиясында бастапқы шикізатта мыс, селен, теллур қоспалары болғанда, тиелетін металл салмағының 1,5-3% мөлшерінде енгізетін флюстер - содалар, бурлар қосылып балқыту жүргізіледі. Балқыту бағалы металдар ысырабының негізгі көзі болып табылады, сондықтан гидрометаллургиялық технологияларға үлкен қызығушылық бар.

Мыс электролит шламын және мырыш көбігін өңдеу кезінде соңғы кезең күміс-алтын қорытпасын алу болып табылады.

Осылайша, мұнай өңдеу зауыттары негізінен мыналарды алады:

Доре қорытпасы;

мырыш цементаттары;

хлоридті қождар немесе күміс хлорид түрінде болатын басқа да өнімдер.

Сонымен қатар, екінші реттік шикізаттың электронды сынықтары, күміс бұйымдар сынықтары және т.б. түрлерін айтпай кету мүмкін емес.

Құрамында күміс бар шикізатты өңдеу технологиясының негізгі кезеңдері 3.5 - суретте көрсетілген.



3.5-сурет. Құрамында күміс бар шикізатты өңдеудің негізгі кезеңдері

Күміс-алтын қорытпасын қайта өңдеу процестерінде күміс пен алтынды бөлудің әртүрлі нұсқалары болуы мүмкін, мысалы, азот қышқылында еру нәтижесінде ерітіндіге күміс көшеді, ал алтын қатты қалдықта қалады; патша арағындағы қорытпаны еріту кезінде күмістің қиын еритін хлориді пайда болады, ал алтын ериді.

Азот қышқылымен шаймалау кезінде бағалы металдардың максималды бөліну дәрежесіне жету үшін қорытпадағы күміс мөлшері алтын концентрациясынан 2 – 3 есе артық болуы ұсынылады [34]. Әдетте, азот қышқылында ерігеннен кейін күміс нитратының алынған ерітіндісі қоспалардан тазартылады және катодты күміс алу үшін электролизге жіберіледі.

Егер қорытпаның құрамында шамамен 95 % күміс, 3 % алтын, мыс, қорғасын, темір, никель, селен қоспалары болса, ол тікелей электролиттік тазартуға ұшырайды. Ол анодтарға балқытылады, ал электролит – бос азот қышқылы қосылған күміс нитратының сулы ерітіндісі. Анодтардағы қоспалардың, әсіресе алтын мен мыстың құрамы қатаң түрде реттеледі.

Алтын-күміс қорытпасын тазартудың электроэкстракциялық технологиясы нұсқасын қарастыру мақсатқа сай. Онда катодты күміс, алтын балшық және платина металл концентраты өндірісі қарастырылған. Бұл технологияға сәйкес Доре қорытпасы азот қышқылында аммоний иондарының қатысуымен бөлінген газ фазасының қысымымен ерітіледі. Азот оксидтері мен аммоний иондарының әрекеттесуі кезінде азот бөлініп, ілеспе қышқыл регенерацияланады. Алтын және ішінара палладий бар платина ерімейтін тұнбаға – алтын шламға өтеді. Алынған азот қышқылы ерітіндісі платина металдарынан сорбциялық тазартуға, сонымен қатар мыс, теллур және басқа қоспалардан гидролитикалық тазартуға ұшырайды. Тазартылған ерітінді катодты күмісті алу үшін электроэкстракцияға ұшырайды.

Күміс қорытпасынан жасалған алтынды электроэкстракциялау технологиясының нұсқасын қарастырудың орындылығы барлық кәсіпорындар үшін жарамды емес, өйткені ол параметрлері өте тар бастапқы материалға ғана жарамды және қоспалардың құрамы жағынан өте қажет.

### **3.2.3. Платина тобындағы металдарды өндіру технологиялары**

Платина тобындағы металдарды тазарту технологиясы ең күрделі және көп операциялылардың бірі болып табылады, өйткені бұл элементтер жалпы химиялық қасиеттерге ие. МПГ-мен қатар мыс-никель өндірісінің шламынан алынған платина концентраттарын өңдеу кезінде алтын, күміс, селен, теллур, кобальт, күкірт тауарлық өнім болып табылады.

Платина концентраттарынан (ПК) басқа, платина табиғи концентраттан, платина деп аталатын, платина мен темірдің (ферроплатина минералы) табиғи қорытпасы түріндегі ~75 % платина бар бірегей шикізаттан алынады.

Платинаны алуға арналған шикізаттың басқа түрлеріне мыналар жатады:

пайдаланылған автомобиль катализаторлары;

құрамында платина және басқа платина металдары бар электрондық сынықтар;

қызмет ету мерзімі өткен каталитикалық дәкелер;

шыны өнеркәсібінің қалдықтары (мысалы, шыны талшықтарын тартуға арналған сүзгілер);

катализаторлардың басқа түрлері, атап айтқанда, платина-рений катализаторлары, электр өнеркәсібінің өнімдері, химия өнеркәсібінің қалдықтары.

Палладий жағдайында жоғарыда аталған көздермен қатар технологиялық сынықтар – стоматологиялық қорытпаларды да бай екінші реттік шикізат ретінде қарастыруға болады.

МПП тазартудың күрделілігі сонымен қатар платина концентраттарының негізгі шикізат болып табылатындығына және қоспалардың жоғары мөлшерімен сипатталатындығына байланысты. Мысалы, КП- 2 концентратындағы сирек платина металдарының (СПМ) мөлшері тек 3,5÷4,5 %-дан аспайды. Бұл өңдеудің жоғары шығындарына және аяқталмаған жұмыстардың үлкен көлеміне әкеледі.

Қолданыстағы шламды өңдеу технологиясы платина, палладий және алтынды қалпына келтіруге бағытталған. Бағалы металдардың жалпы алынуы және селективті концентраттарда СПМ алуы төмен болып қалып отыр: осылайша иридийдің алыну дәрежесі қазіргі уақытта ең төмен және КП- 1 концентратында 40 % құрайды.

Бірінші кезекте платина мен палладий алу технологиясы өте консервативті екенін атап өту қажет, оның негізінде XVIII ғасырда тұжырымдалған және патша арағындағы концентратты ерітуге, кейіннен платинхлорсутекті қышқыл гексахлороплатинаттың ерітіндісінен тұншықтыруға негізделген платина кенін қайта өңдеу идеясы жатыр (IV) аммоний және оны 1000 ° С температурада қыздыру, металл платинасын алуымен. Платина бөлінгеннен кейін палладий ерітіндіден аз еритін транс - дихлородиамминдік палладий (II) тұзы түрінде тұндыру арқылы бөлінеді, ол да металл палладий алу үшін күйдіріледі. Әрине, бұл технологияның негізгі тұстары ғана. Олар платина мен палладийдің аз еритін тұздарының тұнбаның селективтілігін қамтамасыз ететін көптеген өңдеу қадамдарымен бірге жүреді. Бұған артық азот қышқылын жою кезеңі (концентрат патшалық арақта еріген кезде) және белгілі бір тотығу кезінде құрамында ілеспе платина металдарының болуын қамтамасыз ету үшін аммоний гексахлороплатинаты (IV) тұндыру алдында ерітінділерді "аяқтау" операциясы кіреді. Күйлері (иридий - тотығу күйінде + 3, палладий - тотығу күйінде +2). Соңғы операцияның қажеттілігі ұқсас қасиеттері бар МПП-нің бөлінуі олардың хлоридті кешендерінің термодинамикалық және кинетикалық қасиеттеріндегі нәзік айырмашылықтармен қамтамасыз етілетініне байланысты.

Патша арағындағы еріту платина мен палладийдің ерімейтін қалдыққа шоғырланатын сирек кездесетін платина металдарының (рутений, родий, иридий) сомасынан бөлінуін қамтамасыз етеді. Ерекшелік - осмий, оның тетроксидінің ұшпалығына байланысты, құрамында осмий бар кез келген шикізатты тазартудың бас сатысында газ фазасына айдау арқылы бөлінеді. Осмиймен байытылған КП- 4 концентраты сұраныстың шамалы болуына байланысты қазіргі уақытта өндірілмейді.

Шламдарды байыту процесінде осмий селенмен бірге газ тазалау кектерінде шоғырланады және осы күйінде жиналады.

Шикізатты патшалық арақта еріту әдісі ерітіндіге платина мен палладийді алудың жоғары дәрежесімен ерекшеленеді, бірақ бірқатар маңызды кемшіліктері бар:

реагенттердің жоғары шығыны (300÷400 % стехиометрия);

ұлы азот оксидтерінің тез бөлінуі;

алынған ерітінділерде нитрат иондарының едәуір мөлшерінің болуы, бұл оларды қосымша операцияларсыз әрі қарай өңдеуді мүмкін емес етеді.

Қазіргі уақытта көптеген кәсіпорындар механикалық араластыру және температурасы 70 - 90 °С титан реакторларында тотықтырғыш ретінде пульпа арқылы өткен газ тәрізді хлорды пайдаланып, тұз қышқылының ерітіндісіндегі СР ашуын пайдаланады. Бұл операция кезінде шаймаландыру кезінде бөлінетін газдар еріткіштерді регенерациялау үшін, сонымен қатар тәуелсіз ашу реагенттері үшін пайдаланылады. Сонымен қатар, газ тәріздес хлордың жоғары концентрациясы күрделі қосылыстар құрамындағы МПГ-нің жоғары тотығу дәрежесіне өтуіне ықпал етеді және олар еру үдерісін жеделдете отырып, күшті тотықтырғыш ретінде әрекет ете бастайды.

Алайда гидрохлорлау үдерісі біршама баяу кинетикамен сипатталады.

100 кг шикі платинасын 300÷350 г/дм<sup>3</sup> тұз қышқылының ерітіндісінде еріту үшін 12 ÷16 сағ. үдерісті жүргізу керек. Тұз және азот қышқылдары қоспасында ерітумен салыстырғанда, гидрохлорлауда реагенттердің шығыны аз болады (100÷200 % стехиометрия). Платина мен палладийді МПГ-ден бөлу реакция ортасының оңтайлы қышқыл концентрациясын, температурасын және тотығу-тотықсыздану потенциалын таңдау арқылы жүзеге асырылады.

Жоғарыда атап етілгендей, платинаны ерітінділерден оқшаулау платинаның (IV) нашар еритін аммоний гексахлорплатинаты (IV)-  $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$  қосылысын тұзу қабілетіне негізделген. Оны тұндыру кезінде тұндырылған тұздың ерігіштігін төмендету үшін аммоний хлоридін артық енгізу керек.

Аммоний гексахлорплатинаты (IV) (күрделі тұз  $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_4]$ , ұқсас) жоғары шығымдылығын қамтамасыз ету үшін ерітіндіде платинаның көп бөлігі +4 тотығу күйінде болуы керек екеніне назар аудару қажет.  $(\text{NH}_4)_2[\text{PdCl}_4]$  дейін, жақсы ериді). Сонымен қатар +4 тотығу күйіндегі палладий мен иридий де аммоний гексахлорплатинатымен изоструктуралық (IV) ерімейтін гексахлорметаллаттар түзеді.

Палладийдің оқшаулануы трансдихлородиаминопалладий (II)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  түрінде мүмкін. Оны тұндыру үшін тұз қышқылының ерітіндісіне аммиак гидраты біртіндеп енгізіледі. Ол біртіндеп құйылатындықтан, бастапқыда палладийдің бір бөлігі тетраамминепалладийдің (II) катиондық түріне өтеді, ал екінші бөлігі тетрахлоропалладат (II) - ион түрінде қалады. Ваукелин тұзы тұнбаға түседі, ол

аммиакты әрі қарай қосқанда еридi және тетраамминпалладий (II) дихлоридiн түзедi. Алынған ерiтiндiге бiрте-бiрте тұз қышқылын қосады: бұл жағдайда *транс* - дихлородиаамминпалладийдiң (II) ашық-сары кристалды тұнбасы түзiледi.

Жоғарыда аталған тұздарды металдық күйге келтiру бiрнеше әдiстермен мүмкiн болады. Ең көп таралған әдiс  $800\div 1200$  °C температурада күйдiру.

Қарастырылған МПГ тазарту әдiсi жауын-шашын болып табылады, ал тұндыру әдiстерi технологиялық тәжiрибеде, соның iшiнде аспаптық техникада ең оңай жүзеге асырылады.

Осылайша, көптеген ондаған жылдар бойы отандық және шетелдiк мұнай өңдеу зауыттарында өңдеу тәжiрибесiнде бағалы металдардың жоғалуына әкелетiн ерiтiндiлер мен аралық өнiмдердiң көптеген айналымы бар ондаған өзара байланысты операцияларды қамтитын схемалар қолданылып келедi және әлi де қолданылуда. МПГ-нi азот пен тұз қышқылы қоспасының көмегiмен ерiтiндiге беру, СПМ мөлшерiн шоғырландыратын ерiмейтiн қалдықтардың барий асқын тотығымен агломерациялау, қорғасынмен және мырышпен балқыту және т.б.

#### **3.2.4. Мыс электролит шламынан бағалы металдарды алу**

Сульфидтi мыс кендерiнде әдетте бiраз алтын мен күмiс болады. Бұл кендердi өңдеу кезiнде бағалы металдардың негiзгi бөлiгi мысты электролиттiк тазарту кезiнде алынған анодты шламдарда шоғырланған.

Бағалы металдардан басқа шламда теллур мен селеннiң едәуiр мөлшерi бар. Сондықтан анодтық шөгiндiлердi өңдеудiң технологиялық схемалары олардан алтын мен күмiстi де, селен мен теллурды да алуды қарастырады.

Анодтық шламның шығуы анодтық мыстың тазалығына байланысты және анодтардың салмағы бойынша шамамен 0,4 - 1,0 % құрайды.

Анодтық шламның материалдық құрамы өте күрделi және анодтық мыс құрамына және электролиз жағдайларына байланысты.

Мыс электролит шламын өңдеудiң заманауи әдiстерi келесi негiзгi операцияларды қамтиды:

шламды мыссыздандыру;

селен мен теллурдың бiр бөлiгiн немесе барлығын алу;

күмiс-алтын қорытпасына (Дор металы) және қалған селен мен теллурды қосымша алу үшiн шикiзат ретiнде қызмет ететiн өнiмдерге тотықтырғыш балқыту.

Мыссыздандыру операциясының мақсаты - мысты мүмкiндiгiнше тереңiрек жою, сонымен қатар оны сурьма мен күшәнтан iшiнара босату. Құрамы бойынша анодтық мысқа жақын тұнбаның (сынықтың) үлкен бөлiгi классификация бойынша бөлiнiп, анодтардағы балқымаға қайтарылады.

Әрi қарай мыссыздандыру әртүрлi жолдармен жүзеге асырылуы мүмкiн:



90 - 95 °С дейін қыздыру және ауамен үрлеу арқылы жүзеге асырылатын сұйылтылған күкірт қышқылымен (10 - 15 %) мысты шаймалау әдісі;

тотықтырғыш күйдіру, сульфаттау, күйдіру және содамен күйдіру және т.б.

Мыссыздандыру әдісіне қарамастан, шламды өңдеудің соңғы операциясы күміс-алтын қорытпасына балқыту болып табылады. Қож кварц құмы мен содамен араласады, олар флюс ретінде қызмет етеді. Қоспаға тотықтырғыш ретінде селитра қосылады. Балқыту 1300 °С температурада реверберациялық пеште жүргізіледі.

Балқыту нәтижесінде Доре металы алынады. Алынған Доре металы (құрамында 96 - 98 % күміс пен алтын бар) аффинажға жіберіледі.

#### **3.2.4.1. Алтын мен күмістің аффинажы**

Шикізат және оны аффинажға дайындау

Аффинаждың мақсаты – бағалы металдарды бөліп, оларды таза күйінде алу.

Алтын мен күмісті тазарту мамандандырылған мұнай өңдеу зауыттарында жүзеге асырылады.

Тазартуға жіберілетін материалдар химиялық құрамы бойынша біртекті қорытпа алу үшін балқытуға ұшырайды, сыналады, қажетсіз қоспаларды ішінара тазартады және кейіннен өңдеу үшін қорытпаның қажетті формасын алады. Қабылдау балқыту электр индукциялық пештерде жүргізіледі.

Құрамында мырыш, қорғасын, мыс және басқа да негізгі металдардың қоспалары, сондай-ақ платина тобындағы металдар болғандықтан, алтын-күміс қорытпалары жойылуға бейім, бұл оларды сынауды қиындатады. Алтын және күміс құймаларының біркелкі еместігін анықтайтын негізгі факторлар:

қалыптың пішіні мен қалыңдығы;

құйма мөлшері;

балқу температурасы;

қорытпа құю.

Күрделі құрамды қорытпаларды дұрыс сынау үшін металды жоғары жиілікті токпен араластыратын пештен тікелей қож қақпағын алып тастағаннан кейін балқытылған металдан үлгі алу керек. Кішкене үлгі жұқа құйма түрінде қалыпқа құйылады. Мұндай құйманы жылдам салқындату қорытпаның жеткілікті біртектілігін қамтамасыз етеді.

Құрамында сынап бар материалды (0,05 - 0,1 % қалдық сынаппен) қайта балқыту кезінде бағалы металдар бөлінген сынап буымен механикалық түрде тартылады. Сынап буы арнайы конденсациялық жүйеде ұсталады. Жиналған сынаптың құрамында 0,04 - 0,12 % алтын және 0,004 - 0,02 % күміс бар.

Хлорлы үдеріс

Әдістің мәні тазартылатын балқытылған метал арқылы газ тәрізді хлорды үрлеу болып табылады. Хлор ең алдымен негізгі металдармен және күміспен әрекеттеседі; алтын және платина тобындағы металдар ең соңғы реакцияға түседі.

Алынған қымбат емес металдар мен күмістің балқытылған хлоридтері металдық алтынға ерімейді және тығыздығы төменірек, жер бетіне қалқып шығады. Хлоридтерді алтыннан бөлу қиын емес. Негізгі металдардың хлоридтерінің бір бөлігі газ фазасына өтеді.

Хлорлау әдісімен тазарту электролиттік үдеріске қарағанда арзанырақ және кез келген таза алтынды тазартуға жарамды. Негізгі кемшіліктері жеткіліксіз таза алтынды алу, тазартылған алтында қалатын күміс пен платина металдарының айтарлықтай жоғалуы.

#### **3.2.4.2. Бағалы металдар өндірудің қағидатты схемасы**

Күміс күміс-алтын қорытпаларынан электролиз арқылы алынады. Электролит ретінде күміс нитратының сулы ерітіндісі қолданылады. Күміс электролизі үдерісінде алтын мен күміс бөлінеді. Алтын шлам, күміс күміс кристалдар болып төгіледі. Кристалды күмісті қышқылды және бейтарап жуудан кейін тауарлық күміс алу үшін индукциялық электр пештерінде балқытуға жібереді. Құрамында алтыны бар шламды алтынмен байыту үшін азот қышқылының ерітіндісімен өңдейді. Алтын өндірісіне байытылған шлам (тазартылмаған алтын) жіберіледі. Алтынды электролиз (электротазалау) және гидрометаллургиялық әдістермен алады. Электролизден кейінгі катодтық алтын және гидрометаллургиялық әдіспен алынған ұнтақ алтын электр индукциялық пештерде балқытылып, тауарлық құймаларға құйылады. Көп компонентті күміс-алтын қорытпаны электролиздеу процесінде күміс электролитте қоспалар жинақталады, сондықтан күміс электролит калий перманганатын пайдалана отырып, микроқоспалардан мерзімді гидротиттік тазартуға ұшырайды, бұл ретте платина, палладий, теллур, коллоидтық алтын сияқты қоспалардың шоғырлануы таза кристалды күміс алуға мүмкіндік беретін. Күміс электролитін қоспалардан гидролиздік тазарту кезінде платина мен палладийге байытылған гидратты кек алынады, ол оларды алу үшін платина металдарын өндіруге жіберіледі.

Бағалы металдар өндіру үшін қолданылады: күміс пен алтынды балқытуға арналған индукциялық электр пештері, пульпаны қыздыруға арналған араластырғыштары мен бу қаптамалары бар реакторлар, сорғыш сүзгілер, күмісті электролизге арналған электролиз ванналары, алтынды электрмен тазартуға арналған электролизерлер, құюға арналған анод және құйма қалыптары, күміс пен алтын, қақпақтар мен қалыптарды жылытуға арналған пеш.

Бағалы металдар өндірісінде күміс өндірісін қайта бөлу, алтын өндірісін қайта бөлу, платина металдарын өндіруді қайта бөлу ажыратылады.

### 3.2.4.3. Күміс өндірісі

Күміс өндірудің технологиялық үдерісі келесі кезеңдерді қамтиды: электролит дайындау, күмісті электролиздеу (электролиттік тазарту), кристалды күмісті құймалар мен түйіршіктерге балқыту, күміс электролитін гидролитикалық тазарту, пайдаланылған күміс электролитін өңдеу.

Күмісті электролиттік тазарту кезінде электролит ретінде құрамында бос азот қышқылы бар күміс нитратының сулы ерітіндісі қолданылады.

Күмістің электролизі үшін түбі конустық электролиздік ванналар қолданылады. Күмісті электролиттік тазарту күміс-алтын қорытпасын күміс нитратының ерітіндісіндегі электр тогы арқылы анодты түрде ерітуге негізделген. Бұл жағдайда кристалды күміс, құрамында алтыны бар шлам, пайдаланылған электролит алынады. Катодты парақтарда тұндырылған кристалды күміс арнайы қырғышпен аршу құрылғыларымен қырылып, қышқыл және бейтарап жууға ұшырап, балқытуға жіберіледі. Кристалды күмісті құймаларға немесе түйіршіктерге балқыту үш индукциялық электр пештерінде графит-шамот тигельдерінде жүргізіледі. Балқытылған күмісті анодты қалыптарға немесе шойын құйма қалыптарына құяды. Құрамында алтыны бар шламды 85 % кем емес алтынмен байыту үшін азот қышқылының ерітіндісімен өңдейді. Таза алтын алу үшін байытылған шламды (тазартылмаған алтын) аффинажға жібереді.

Көп компонентті күміс-алтын қорытпаны электролиздеу процесінде күміс электролитте қоспалар жинақталады, сондықтан күміс электролит гидролиттік тазартуды қамтитын микроқоспалардан мерзімді тазартылады, бұл ретте платина, палладий, теллур, коллоидты алтын сияқты зиянды қоспалардың шоғырлануы ұсталады таза кристалды күміс алуға мүмкіндік беретін. Гидролитикалық тазарту операциясы араластырғышы бар реакторда жүргізіледі. Гидролитикалық тазалау кезінде тотықтырғыш ретінде калий перманганаты, ал бейтараптандырғыш ретінде әк сүті немесе сода күлі қолданылады. Күміс электролитін қоспалардан гидролитикалық тазарту кезінде гидратталған кек алынады. Гидратты кектерді реактордағы азот қышқылының ерітіндісімен өңдегенде күміс, мыс, қорғасынның гидраттық және карбонатты түрлері ерітіліп, қатты қалдық платина мен палладийге байытады. Целлюлоза сорғыш сүзгіде сүзіледі. Сүзілгеннен кейін құрамында күміс және түсті металдар бар ерітінді күміс хлоридті тұндыру операциясына, ал байытылған гидрат кектер жуудан кейін ыдысқа жиналып, оларды алу үшін платина металдарын өндіруге жіберіледі.

Қолданылған күміс электролиттерін өңдеуге гидролитикалық тазарту, күмісті цементтеу және күміс хлоридін тұндыру жатады. Жоғары сапалы күмісті алу үшін электролиттегі зиянды қоспалардың жиналуын шектеу керек. Бұл мәселе жұмсалған электролиттерді гидролитикалық өңдеуге келтіру арқылы күмісті одан әрі цементтеу

арқылы мырыш тозаңымен металл ұнтағы түрінде немесе күміс хлориді түрінде, содан кейін металдану арқылы шешіледі. Күмісті тұндыру, күміс хлоридін металдандыру реакторларда араластырғышпен жүргізіледі. Күміс ұнтағы ерігеннен кейін анодтарға құйылады және ванналарда электрорафинациядан өтеді. Түсті металдар ерітінді түріндегі негізгі металлургиялық өндіріске айналымға жіберіледі.

#### **3.2.4.4. Алтын өндірісі**

Алтын өндірудің технологиялық үдерісі келесі кезеңдерді қамтиды: күміс электролизінің алтын шламынан шикі алтын алу, алтынды тазарту, алтынды балқыту және тауарлық құймаларға құю.

Күміс-алтын қорытпаларын (күміс электролизі) электрлік тазарту үдерісінде алынған құрамында 30 % жуық алтын және 60 % күміс бар құрамында алтыны бар шламды алтынмен 85 % кем емес байыту үшін азот қышқылының ерітіндісімен өңдейді. Байытылған шлам (тазартылмаған алтын) алтынды тазартуға жіберіледі.

Алтынды тазарту екі технологиялық схема бойынша жүзеге асырылады – шикі алтыннан анодтарды электрлік тазарту, таза катодты алтын өндірумен; қара алтынды химиялық еріту, одан кейін таза алтын ұнтағын іріктеп тұндыру (тазартылмаған алтынды тазартудың гидрометаллургиялық схемасы). Екі технологияның үйлесімі тазарту үдерісін икемді басқаруға және алтынды қайта бөлуден платиноидтарды жоюға мүмкіндік береді.

Алтынды электрлік тазарту үш негізгі операцияны қамтиды: құрамында алтыны бар шикізатты анодты балқытуға дайындау, электролит дайындау, алтынды электролиздеу.

Құрамында алтыны бар шикізатты анодты балқытуға дайындау үдерісінде құрамында алтыны бар шикізатты балқыту арқылы алынған анодтар құрамында 92 % кем емес алтын бар, электролиттік аффинажға ұшырайды. Балқыту үдерісінде анодтық метал алтын электролизіне қойылатын талаптарға сәйкес келетін берілген құраммен легіренеді. Легірлеу кезінде алтын құймалары, анод қалдықтары, терең тұндыру ұнтақтары, алтын балшық пайдаланылады.

Электролитті дайындау тікелей электролиттік ұяшықта жүзеге асырылады. Алтын электролизінде электролит ретінде тазартылмаған алтынды тұз және азот қышқылдарының қоспасында еріту арқылы алынған хлораврик қышқылының ерітіндісі қолданылады.

Алтынды электролиз арқылы тазарту жоғары таза металды алуға мүмкіндік береді. Электролиз электр тогының әсерінен алтын қорытпасының тұз қышқылының ерітіндісіндегі анодты еруіне және алтынның катодқа тұндырылуына негізделген. Электролизерлер алтынды электролиздеу үшін қолданылады. Титан катодына салынған катодты алтын күніне бір рет тазартылады. Катодты алтынның парақтарын аналық электролиттен катодты шөгінді жуу үшін тұз қышқылының ерітіндісімен жуады. Алтын тұз қышқылының ерітіндісінен бөлініп, дистилденген сумен жуылады,

кептіріледі және өнеркәсіптік алтын балқытуға жіберіледі. Тауарлы алтынды тұнбадан алынған ерітінділер алтынды терең тұндыру операциясына жіберіледі.

Шикі алтынды тазартудың гидрометаллургиялық схемасы келесі операцияларды қамтиды: тазартылмаған алтынды патшалық арақта еріту, тауарлық алтын ұнтағын натрий сульфитімен тұндыру, ерітінділерден алтынды терең тұндыру.

Гидрометаллургиялық схемада күмісті электрорафинирлеуден алынған алтын шламын өңдеу арқылы алынған тазартылмаған алтын патшалық арақта ерітуге ұшырайды. Тазартылмаған алтын бумен қапталған реакторда ерітіледі. Алтынды еріту үдерісі аяқталғаннан кейін реактордың мазмұны сорғыш сүзгіге ағызылады және сүзіледі. Сүзінді таза алтыны бар ерітіндінің коллекторына айдалады, содан кейін коммерциялық алтынды тұндыру операциясына өтеді. Күміс хлоридінің тұнбасын судың ең аз көлемімен сүзгіде жуып, ыдысқа түсіріп, күмісті анодты балқытуға жібереді.

Тауарлы алтын ұнтағын тұндыру үшін реакторға құрамында алтыны бар ерітінді құйылады, қажет болған жағдайда ерітінді дистилденген сумен сұйылтылады, ерітіндіні араластыру үшін араластырғыш қосылады. Реакторға кішігірім порциялармен несепнәр (карбамид) және одан кейін натрий қатты сульфиті тиеледі. Сульфитті тиеу кезінде реактордағы температура  $60\div 80^{\circ}\text{C}$  дейін көтеріліп, ұнтақ алтын бөлінеді.

Тұндыру үшін құрамында  $15 - 20 \text{ г/дм}^3$  бар коммерциялық алтынның ерітінділері қолданылады. Алтынды терең тұндыру үшін реакторға ерітінді құйылады, араластырғыш қосылады, реакторға қатты натрий сульфиті жүктеледі. Натрий сульфитін қосқанда қара тұнбаның пайда болуы алтын тұнбасының аяқталғанын көрсетеді. Алтынның терең тұнбасынан алынған ұнтақ сумен жуылады, сорғыш сүзгіден ыдысқа алынады және кепкеннен кейін алтын анодтарын балқытуға кетеді.

Электролизден кейінгі катодты алтын, сондай-ақ гидрометаллургиялық әдіспен алынған ұнтақ алтын балқытуға және тауарлық құймаларға құюға ұшырайды. Алтын индукциялық электр пешіне орналастырылған тигельде балқытылады. Таза беті бар балқытылған алтын тигель-араластырғышқа құйылады және алтынды құймаларға құюға арналған құю үстеліне көтергішпен жылжытылады.

Алтын мен күміс өндірісінің айналым өніміне желдету жүйелерінің тозандары, алтын мен күміс балқытудан тигельдердің соғуы, күмістің анодтық балқымаларынан қож пен күл, балқыту цехына не балқыту тәсілімен бағалы металдар қорытпаларын өндіру бөлімшесіне жіберілетін жанатын және жанбайтын технологиялық өнімдер жатады.

### **3.2.5. Платина металдарының металлургиясы**

Платиналық металдарды алудың шикізаты: шашырандыларды өңдеу және байыту кезінде алынған платина; мыс немесе никель электролизінен анодты шламдарды

байыту және гидрометаллургиялық өңдеу нәтижесінде алынған концентраттар; екінші реттік платина металдарының сынықтары және басқа да өндіріс қалдықтары.

Әр түрлі зауыттарда алынған кері анодты шламдардың құрамы шикізаттың құрамына байланысты кең ауқымда өзгереді.

#### **4. Эмиссиялар мен ресурстарды тұтынуды болғызбау және/немесе азайтуға арналған жалпы ең үздік қолжетімді техникалар**

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

Осы бөлімде қарастырылатын қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға бағытталған әдістерді анықтаудың негізгі кезеңдері:

негізгі экологиялық мәселелерді анықтау;

осы негізгі міндеттерді шешу үшін ең қолайлы әдістерді зерттеу;

ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау.

Ең үздік қолжетімді техникаларды анықтау кезінде өндіріс үдерісін түсінуге жалпы көзқарасты қолдану қажет. Айта кету керек, көптеген әдістер тікелей немесе жанама түрде бірнеше экологиялық аспектілерге әсер етеді (шығарындылар, төгінділер, қалдықтардың түзілуі, жердің ластануы, энергия тиімділігі).

Осы құжатта қамтылған салаларда қоршаған ортаны қорғаудың жоғары деңгейіне жету үшін әдістер жеке немесе біріктірілген түрде ұсынылуы мүмкін.

Мыс пен бағалы металдар өндіруде қолданылатын көптеген процестер, жабдықтардың вариациялары және әдістері бар. Өндіріс үдерісіндегі көптеген әдістер мен жеке қадамдар ортақ, сондықтан олар бірге сипатталады. Жалпы қадамдар:

басқару жүйелері;

энергияны басқару;

мониторинг;

шикізатты басқару;

суды тұтынуды және сарқынды суларды басқару;

қалдықтарды басқару.

Мыс пен бағалы металдар өндіру жылуды (отынды), энергияны және табиғи материалдық ресурстарды тұтынуымен ерекшеленетін әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін. Өндіріс үдерісінің өзі қоршаған ортаға теріс әсер ететін әртүрлі заттардың шығарылуымен бірге жүреді: тозаң, зиянды және улы газдар, металл қосылыстары, органикалық заттар және т.б.

Бұл бөлімде мыс пен бағалы металдар өндіруде қолдануға болатын әдістер келтірілген.

#### 4.1. Өндірістік процестердің жақындасуын арттыру

##### Сипаттама

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

##### Техникалық сипаттама

Өндіріс орындарын біріктірудің мысалы ретінде "Қазмырыш" ЖШС Өскемен металлургиялық кешенін келтіруге болады, оның құрамына бес зауыт: мырыш, қорғасын, мыс, бағалы металдар шығаратын зауыт, күкірт қышқылы зауыты кіреді. Барлық өндіріс орындарының жалпы инфрақұрылымы бар. Зауыттардың бір учаскеде орналасуы шикізаттан пайдалы компоненттердің максималды мөлшерін кешенді алуға қол жеткізуге мүмкіндік беретін бірегей технологиялық схеманы құрайды. Қорғасын өндірісіне қатысты интеграцияның артықшылықтары төмендегідей:

мырыш пен мыс өндірісінің өнеркәсіптік өнімдерінен қорғасын алу;

мыс өндірісінде штейн-шпейс қоспасы түріндегі қорғасынды өңдеудің ортаңғы бөліктерін пайдалану;

балқыту пештерінің күкірт қышқылын, күкірті бар газ қалдықтарын алу үшін шикізат ретінде пайдалану;

мырыш өндірісінде қожды сублимациялау қондырғысын пайдалана отырып, қорғасын балқыту қожынан мырыш пен қорғасынды алу арқылы алынған сублиматты өңдеу.

##### Қол жеткізілген экологиялық пайда

Күкірт диоксиді шығарындыларын азайту, қалдықтар ретінде жіктелуі мүмкін түзілетін қатты қалдықтардың мөлшерін болғызбау және/немесе азайту сияқты қоршаған ортаны қорғау көрсеткіштерін жақсарту.

##### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Топтамада қолданылатын күкірт қышқылы зауытының тиімділігі 99 % деңгейінде. 2014 жылы осы қондырғының іске қосылуымен ӨМК кәсіпорнында күкірт диоксиді шығарындылары екі есеге (жылына 69 -дан 34 мың тоннаға дейін) қысқарды.

Салааралық кооперацияның тағы бір мысалы ретінде "Среднеуральский мыс қорыту зауыты" ЖАҚ базасында аммоний сульфатын өндіру жобасын жүзеге асыруды айтуға болады. Жоба шикізатты оңтайлы қамтамасыз етуге негізделген, себебі технологиялық газдарды өңдеу кезінде күкірт қышқылы цехында алынған кәсіпорынның меншікті күкірт қышқылының 380 мың тоннасын пайдалану жоспарлануда. [85]

##### Кросс-медиа әсерлер

Мыс өндірісіне жіберілетін ортаңғы өндірістерде күшән мөлшерінің жоғарылауымен қорғасын-мыс айналымының өңделуіне байланысты қорғасын мен мыс зауыттары арасындағы бұл заттың айналымдық жүктемесі жоғарылайды, бұл сапасыз

тауарлық өнім алу қаупіне әкеледі. Бұл күшәнтың химиялық қасиеттері бойынша мысқа жақындығымен байланысты. Құрамындағы күшәнты азайту үшін қорғасын өндірісінің мыс сынықтарын қосымша өңдеу қажет. Мысалы, күшәнтың тиотүздарын алумен мыс шламдарын электротермиялық балқыту. Болашақта күшән өндірістен улы емес күшән сульфиді түрінде шығарылуы мүмкін [79].

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте жаңа қондырғылар үшін қолданылады. Қолданыстағы өндірушілерге қолдану мүмкіндігі жоғары қаржылық шығындармен шектелуі мүмкін.

Экономика

Мыс балқыту және күкірт қышқылын балқыту зауытының құрылысы, сондай-ақ жұмыс істеп тұрған қорғасын балқыту зауыты мен олардың "буын" қайта құру "ӨМК Kazzinc" ЖШС-нің "Жаңа металлургия" жобасы аясында жүзеге асырылды, оған компания 800 миллион доллар астам салды.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама. Экономикалық пайда.

## 4.2. Экологиялық менеджмент жүйесі

Сипаттама

Кәсіпорын қызметінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы міндеттерге сәйкестігін көрсететін жүйе.

Техникалық сипаттама

ЭМЖ - бұл зауыт операторларына экологиялық мәселелерді жүйелі және ашық түрде шешуге мүмкіндік беретін әдіс. Өндірісті жедел басқару мен басқарудың жалпы жүйесінің құрамдас бөлігін құрайтын болса, ЭМЖ ең тиімді және тиімді болып табылады.

ЭМЖ оператордың назарын қондырғының экологиялық өнімділігіне аударады. Атап айтқанда, қалыпты және қалыпты емес жұмыс жағдайлары үшін нақты операциялық процедураларды қолдану және тиісті жауапкершілік желілерін анықтау арқылы.

Барлық қазіргі ЭМЖ үздіксіз жетілдіру тұжырымдамасын қамтиды, бұл қоршаған ортаны басқару ақырында аяқталатын жоба емес, үздіксіз үдеріс екенін білдіреді. Түрлі үдеріс схемалары бар, бірақ ЭМЖ-нің көпшілігі басқа ұйымдық басқару контексттерінде кеңінен қолданылатын PDCA (жоспарлау, орындау, тексеру, орындау) цикліне негізделген. Цикл итерациялық динамикалық модель болып табылады, мұнда бір циклдің аяқталуы келесі циклдің басында болады.

ЭМЖ стандартталған немесе стандартты емес ("таңдамалы") жүйе нысанында болуы мүмкін. ISO 14001:2015 сияқты халықаралық деңгейде мойындалған



стандартталған жүйені енгізу және сақтау, әсіресе сырттан дұрыс тексерілген кезде, ЭМЖ сенімділігін арттыруы мүмкін. Дегенмен, стандартталмаған жүйелер дұрыс жобаланған, енгізілген және тексерілген жағдайда бірдей тиімді болуы мүмкін.

Стандартталған жүйелер (ISO 14001:2015) және стандартталмаған жүйелер негізінен ұйымдарға қолданылады, бұл құжат ұйымның барлық қызметін қоспағанда, мысалы, олардың өнімдері мен қызметтеріне қатысты неғұрлым тар көзқарасты қамтиды.

ЭМЖ келесі құрамдастарды қамтуы мүмкін:

1. компания мен кәсіпорын деңгейіндегі жоғары басшылықты қоса алғанда, басшылықтың мүдделігі (мысалы, зауыт менеджері);

2. ұйымның контекстін анықтауды, мүдделі тұлғалардың қажеттіліктері мен күтулерін анықтауды, қоршаған ортаға (және адам денсаулығына) ықтимал тәуекелдермен байланысты кәсіпорынның сипаттамаларын, сондай-ақ қоршаған ортаға қатысты қолданылатын заң талаптарын анықтауды қамтитын талдау;

3. менеджмент арқылы зауытты үздіксіз жақсартуды қамтитын экологиялық саясат;

4. қаржылық жоспарлаумен және инвестициялаумен біріктірілген қажетті процедураларды, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және белгілеу;

5. ерекше назар аударуды қажет ететін орындалатын процедуралар:

а) құрылым және жауапкершілік;

б) жұмысы қоршаған ортаны қорғау көрсеткіштеріне әсер етуі мүмкін персоналды іріктеу, оқыту, хабардар ету және құзыреттілік;

в) ішкі және сыртқы коммуникациялар;

г) ұйымның барлық деңгейіндегі қызметкерлерді тарту;

д) құжаттама (қоршаған ортаға айтарлықтай әсер ететін қызметті бақылаудың жазбаша рәсімдерін, сондай-ақ тиісті жазбаларды жасау және жүргізу);

е) тиімді операциялық жоспарлау және үдерісті бақылау;

ж) техникалық қызмет көрсету бағдарламасы;

з) төтенше жағдайлардың қолайсыз (экологиялық) салдарларының алдын алуды және/немесе жоюды қоса алғанда, төтенше жағдайларға дайындық және әрекет ету;

и) экологиялық заңнаманың сақталуын қамтамасыз ету;

б. экологиялық заңнаманың сақталуын қамтамасыз ету;

7. төмендегілерге ерекше назар аудара отырып, өнімділікті тексеру және түзету әрекеті:

а) бақылау және өлшеу;

б) түзету және алдын алу шаралары;

в) жазбаларды жүргізу;

г) ЭМЖ жоспарланған іс-шараларға сәйкестігін және оның дұрыс іске асырылуын және сақталуын анықтау үшін тәуелсіз ішкі және сыртқы аудит;

8. жоғары басшылық тарапынан шолу және оның тұрақты жарамдылығы, барабарлығы мен тиімділігі;

9. жыл сайынғы тұрақты экологиялық есепті дайындау;

10. сертификаттау органы немесе сыртқы ЭБЖ тексерушісі арқылы тексеру;

11. таза технологияларды дамытудан кейін;

12. жаңа зауытты жобалау кезеңінде және оның бүкіл қызмет ету кезеңінде мүмкін болатын зауытты пайдаланудан шығарудың қоршаған ортаға әсерін қарастыру;

13. тұрақты негізде салалық бенчмаркингті қолдану (сіздің компанияңыздың көрсеткіштерін саладағы үздік кәсіпорындармен салыстыру);

14. қалдықтарды басқару жүйесі;

15. бірнеше операторлары бар нысандарда/нысандарда әртүрлі операторлар арасындағы ынтымақтастықты арттыру мақсатында әрбір объект операторы үшін рөлдерді, жауапкершіліктерді және пайдалану процедураларын үйлестіруді анықтайтын бірлестіктерді құру;

16. сарқынды суларды және атмосфераға шығарындыларды түгендеу.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Қалыпты және қалыптан тыс жағдайларда нақты процедураларды сақтау және енгізу және жауапкершілікті сәйкес бөлу кәсіпорынның әрқашан экологиялық рұқсат шарттарын сақтауын, өз мақсаттарына жетуін және қойылған мақсаттарға жетуін қамтамасыз етеді. Экологиялық менеджмент жүйесі қоршаған ортаны қорғау көрсеткіштерін үздіксіз жақсартуды қамтамасыз етеді.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Барлық маңызды кіріс ағындары (соның ішінде энергия тұтыну) және шығыс ағындары (шығарындылар, төгінділер, қалдықтар) қаржылық жоспарлаудың және инвестициялық циклдердің ерекшеліктерін ескере отырып, оператормен қысқа, орта және ұзақ мерзімді перспективада өзара байланысты басқарылады. Бұл, мысалы, шығарындылар мен сарқынды суларды тазарту үшін ("кұбырдың соңында") қысқа мерзімді шешімдерді қолдану энергияны тұтынудың ұзақ мерзімді ұлғаюына және ықтимал тиімдірек экологиялық шешімдерге инвестицияны кешіктіруге әкелуі мүмкін дегенді білдіреді.

2006 жылы Батыс Сібір темір-металлургиялық комбинаты сертификатталды. ISO 14001 стандарттарына сәйкес. Бүгінгі күні кәсіпорында экологиялық мәселелерді шешуге бағытталған тиімді экологиялық менеджмент жүйесі бар, оған барлық қызметкерлер қатысады: менеджерден жұмысшыға дейін. Жақсы жолға қойылған басқару жүйесі атмосфераға, табиғи су объектілеріне шығарындыларды азайтады және топырақтың ластануының алдын алады:

технология тәртібі;

заманауи технологияларды пайдалану;

техникалық қайта жарақтандыруды енгізу.

Мысалы, болат балқыту өндірісінің үздіксіз құюдың прогрессивті технологиясына көшуі атмосфералық ауаға зиянды шығарындыларды жылына 5,3 мың тоннаға азайтуға көмектеседі [86].

Кросс-медиа әсерлер

Қоршаған ортаны басқару практикасы тұтастай қондырғының қоршаған ортаға әсерін барынша азайтуға арналған.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

ЭМЖ компоненттерін барлық қондырғыларға қолдануға болады.

Экологиялық менеджмент жүйесінің көлемі (мысалы, егжей-тегжейлі деңгейі) және нысаны (стандартталған немесе стандартталмаған) пайдаланылатын технологиялық жабдықтың өнімділігіне және оның қоршаған ортаға әсер ету деңгейіне сәйкес болуы керек.

Экономика

Қоршаған ортаны басқарудың қазіргі жүйесін тиісті деңгейде енгізу мен қолдаудың құны мен экономикалық тиімділігін анықтау қиын.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық менеджмент жүйесі бірқатар артықшылықтарды қамтамасыз ете алады, мысалы:

кәсіпорынның экологиялық көрсеткіштерін жақсарту;

шешім қабылдау негіздерін жетілдіру;

компанияның экологиялық аспектілерін түсінуді жақсарту;

персоналды ынталандыруды жақсарту;

операциялық шығындарды азайту және өнім сапасын жақсарту үшін қосымша мүмкіндіктер;

экологиялық көрсеткіштерді жақсарту;

экологиялық бұзушылықтарға байланысты шығындарды азайту, белгіленген талаптарды сақтамау және т.б.

### **4.3. Энергияны тиімді пайдалану**

Сипаттама

Энергия тиімділігін арттырудың маңызды әдісі халықаралық стандартында және ұлттық стандартында сипатталған энергия менеджменті жүйелерін пайдалану болып табылады.

Техникалық сипаттама

Энергия тиімділігін басқару жүйесі энергия менеджменті жүйесін (СЭнМ) (мысалы, ISO 50001) енгізу мен қолдаудан тұрады.

Нақты шарттарға байланысты ЭМЖ құрамы келесі элементтерді қамтиды:

жоғары басшылықтың міндеттемесі (энергия тиімділігін табысты басқарудың міндетті шарты ретінде қарастырылады);

жоғары басшылықтың энергия тиімділігі саясатын әзірлеу және қабылдау;  
мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және анықтау;

мыналарға бағытталған рәсімдерді әзірлеу және енгізу: ұйымдастырушылық құрылым мен жауапкершілік, оқыту, хабардар болу және құзыреттілік, байланыс, қызметкерлердің қатысуы, құжаттама, үдерісті тиімді бақылау, техникалық қызмет көрсету, төтенше жағдайларға дайындық, энергия тиімділігі саласындағы заңнама талаптарын сақтау және тиісті келісімдер (егерде осындай бар болса);

энергия тиімділігі көрсеткіштерін белгілеу және мерзімді бағалау, сондай-ақ расталған деректер болған кезде энергия тиімділігі саласындағы салалық, ұлттық және өңірлік бағдарлармен жүйелі және тұрақты салыстыру;

төмендегілерге назар аударып отырып, өнімділікті бағалау және түзету әрекеті: мониторинг және өлшеу, түзету және алдын алу әрекеті, құжаттарды жүргізу, тәуелсіз (мүмкіндігінше) немесе ішкі аудит, жүйенің белгіленген талаптарға сәйкестігін және оның дұрыс енгізілгенін және сақталуын бағалау үшін;

СЭНМ-ке, оның қойылған мақсаттарға сәйкестігіне, сондай-ақ жоғары басшылықтың барабарлығы мен тиімділігіне жүйелі түрде шолу жасау.

Энергияны басқару жүйесінің қағидаттары [5,6]-да толық сипатталған.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Энергия мен ресурстарды тұтынуды азайту, экологиялық көрсеткіштерді жақсарту және осы көрсеткіштердің тиімділігінің жоғары деңгейін сақтау.

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

Қазақстандағы, сондай-ақ шетелдегі кәсіпорындарда СЭНМ енгізу тәжірибесін бағалау СЭНМ-ті ұйымдастыру және енгізу энергия мен ресурстарды тұтынуды жыл сайын 1 - 3 %-ға (бастапқы кезеңде 10 - 20 %-ға дейін) азайтуға болатындығын көрсетеді. ), бұл тиісінше зиянды заттар мен парниктік газдар шығарындыларының азаюына әкеледі [81, 82, 83]. Кәсіпорындарда энергияны басқаруды қолдану парниктік газдар (ПГ) шығарындыларын шектеуде үлкен рөл атқарады.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Өндірістің энергия сыйымдылығын төмендету. Өндіріс мәдениетінің деңгейін және кадрлардың біліктілігін арттыру.

### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Жоғарыда сипатталған құрамдастарды әдетте осы құжат аясындағы барлық нысандарға қолдануға болады. СЭНМ ауқымы (мысалы, егжей-тегжейлі деңгейі) және сипаты (мысалы, стандартталған немесе стандартталмаған) орнатудың сипатына, масштабына және күрделілігіне, сондай-ақ оның қоршаған ортаға әсер ету ауқымына байланысты болады.

### **Экономика**

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Энергия тиімділігін арттыру шараларын іске асырудың қозғаушы күштері:  
экологиялық көрсеткіштерді жақсарту;  
энергия тиімділігін арттыру;  
қызметкерлерді ынталандыру және тарту деңгейін арттыру;  
операциялық шығындарды азайту және өнім сапасын жақсарту үшін қосымша мүмкіндіктер.

#### **4.4. Технологиялық процесті басқару**

Сипаттама

Өндіріс үдерісінің тұрақтылығын қамтамасыз ету.

Техникалық сипаттама

Басқарудың автоматтандырылған жүйелерін енгізу, басқару және келесі әдістерді қолдану.

Қолданылатын технологиялық процестер мен тазалау әдістеріне сәйкес шикізатты тексеру және таңдау. Рәсімдерге мыналар жатады:

тауарларға ілеспе құжаттарды бақылау;

жеткізілетін материалдың келісім-шартта және жөнелту құжаттарында көрсетілгенге сәйкестігін көзбен шолып тексеру;

шихтаны өлшеу және мөлшерлеу жүйесін бақылау;

шикізаттың түсуін бақылау және сақтау орнын анықтау (көзбен қарау, материалдың түріне қарай іріктеп бақылау талдауы, радиоактивтілікке сынау);

шикізаттың химиялық құрамын бақылау;

бөгде заттарды сұрыптау: жеткізушіге қайтару немесе тиісті кәдеге жарату;

оңтайлы өңдеу тиімділігіне қол жеткізу және шығарындылар мен қалдықтарды азайту үшін партияны құрайтын әр түрлі материалдарды мұқият араластыру. Шикізаттың дұрыс қоспаларын анықтау үшін шағын пештер қолданылады. Пештің берілісіндегі ылғалдылықтың ауытқуы технологиялық газ көлемінің аспирациялық жабдық үшін тым жоғары болуын тудыруы мүмкін, бұл ұйымдастырылмаған шығарындыларға ықпал етеді;

материалдың берілу жылдамдығын бақылаудың микропроцессорлық құрылғыларын, дабылды қоса алғанда, негізгі технологиялық параметрлерді, қосымша газды жағу және беру шарттарын пайдалану;

температураны, пештің қысымын және газ беруді үздіксіз аспаптық бақылау;

ауаны тазарту қондырғыларында жүзеге асырылатын процестердің газ температурасы, берілген реагенттер мөлшері, қысымдар, ток пен электросүзгідегі кернеу, дымқыл скруббердегі сұйықтықтың берілу көлемі мен рН, құрамы сияқты маңызды параметрлерін бақылау жеткізілетін газдың;

шығарылған газдардағы тозаң мен сынаптың құрамын күкірт қышқылы зауытына жіберер алдында бақылау;

жабдықтың бітелуін немесе ақауларын анықтау үшін діріл деңгейін үздіксіз аспаптық бақылау;

ток күшін, кернеуді және электр контактілерінің температурасын үздіксіз аспаптық бақылау;

қызып кету салдарынан металдар мен металл оксидтерінің шығарындыларының түзілуін болғызбау үшін температураны бақылау және реттеу;

температураны, бұлыңғырлықты, рН, электр өткізгіштігін және сарқынды су көлемін үздіксіз аспаптық бақылауды қоса алғанда, реагенттердің берілуін және тазарту жабдығының жұмысын бақылау үшін микропроцессорлық құрылғыларды пайдалану;

қымталынған немесе жартылай қымталынған пеш жүйелерін пайдалана отырып технологиялық газдарды жинау. Интерактивті ауыспалы жылдамдықты желдеткіштер оңтайлы газ жинау жылдамдығын қамтамасыз ету және энергия шығындарын азайту үшін пайдаланылады;

мүмкіндігінше қымталынған реакторларды немесе салқындатқыштармен немесе конденсаторлармен бірге буларды жергілікті жинауды пайдалана отырып, еріткіштердің буларын жинау және қалпына келтіру;

қоршаған орта мен сапа менеджменті жүйелерін пайдалану;

мезгіл-мезгіл алынған сынамалар негізінде қожды, металды және штейнді материалды талдау, флюстердің қосылуын бақылау және оңтайландыру, өндірістік үдерістің шарттарын анықтау және материалдардағы металл құрамын бақылау.

Кейбір процестер үшін арнайы ережелерді ескеру қажет болуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға металдардың, тозаңның және басқа заттардың шығарындыларының алдын алу.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Мәлімет жоқ

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны тұтынуды азайту.

Энергия тиімділігін арттыру.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдістер әдетте зауыттардың көпшілігінде қолданылады

Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Шикізатты үнемдеу.

Үздіксіз және тұрақты өндіріс үдерісі.

#### **4.5. Ластағыш заттардың эмиссияларын мониторингтеу**

Атмосфераға және суға шығарындылардың мониторингі өнеркәсіптік кәсіпорындардың қоршаған ортаны ластауының алдын алу және азайтудың маңызды элементі болып табылады.

Ең маңызды мәселелердің бірі қойылған экологиялық мақсаттарға қол жеткізу, сондай-ақ ықтимал авариялар мен инциденттерді анықтау және жою туралы талдау жүргізуге мүмкіндік беру үшін шығарындыларды тазалаумен, қалдықтарды жоюмен және қайта өңдеумен байланысты процестердің тиімділігін бақылау болып табылады.

Мониторинг жүргізу жиілігі ластағыш заттың түріне (уыттылығы, ҚО мен адамға әсері), пайдаланылатын шикізат материалының сипаттамаларына, кәсіпорынның қуатына, сондай-ақ шығарындыларды азайтудың қолданылатын әдістеріне байланысты болады, бұл ретте ол бақыланатын параметр үшін өкілдік деректерді алу үшін жеткілікті болуы тиіс.

Атмосфералық ауаны бақылау кезінде белсенді ластану аймағындағы (ауаны ластау көздері бойынша), сондай-ақ санитарлық-қорғау аймағының шекарасындағы қоршаған ортаның жай-күйіне басты назар аудару қажет, егер бұл бақылау қажет болса. Қазақстан Республикасының экологиялық заңнамасын және қоршаған орта сапасының стандарттарын сақтау.

Бақылау, өлшеу құралдарын, жабдықтарды, рәсімдер мен құралдарды қолдану үшін қолданылатын әдістер Қазақстан Республикасының аумағында қолданылып жүрген стандарттарға сәйкес болуы тиіс. Халықаралық стандарттарды қолдану Қазақстан Республикасының нормативтік құқықтық актілерімен реттелуі тиіс.

Мониторинг қоршаған ортаға ықтимал әсерлерді бақылау және болжау үшін қалдықтар ағынындағы (шығарындылар, төгінділер) ластағыш заттардың құрамы туралы сенімді (дәл) ақпарат алу мақсатында жүргізіледі.

Өлшеулерді жүргізер алдында бақылау жоспарын жасау қажет, онда келесі көрсеткіштер ескерілуі керек: қондырғының жұмыс режимі (үздіксіз, үзіліссіз, іске қосу және өшіру операциялары, жүктеменің өзгеруі), құрылғының жұмыс күйі, газ немесе сарқынды суларды тазарту қондырғылары, мүмкін болатын термодинамикалық әсер ету факторлары.

Өлшеу әдістерін анықтау кезінде, сынама алу нүктелерін, сынамалардың санын және олардың сынама алу ұзақтығын анықтау кезінде келесі факторларды ескеру қажет :

- қондырғының жұмыс режимі және оны өзгертудің ықтимал себептері;
- шығарындылардың ықтимал қаупі;

газдың құрамындағы анықталған ластағыш туралы барынша толық ақпарат алу үшін сынамаларды іріктеуге қажетті уақыт.

Әдетте өлшеу үшін жұмыс режимін таңдаған кезде максималды шығарындыларды ( максималды жүктеме) атап өтуге болатын режим таңдалады.

Бұл жағдайда сарқынды сулардағы ластағыш заттардың концентрациясын анықтау үшін ағынға пропорционалды немесе уақыт бойынша орташа алынған сынамаларды іріктеуге негізделген кездейсоқ сынамаларды немесе біріктірілген күнделікті үлгілерді (24 сағат) пайдалануға болады.

Сынама алу кезінде газдарды немесе сарқынды суларды сұйылтуға болмайды, өйткені бұл жағдайда алынған көрсеткіштер объективті деп саналмайды.

Шығарындыларды бақылау аспаптық өлшеулер көмегімен де, есептеу әдісімен де жүзеге асырылуы мүмкін.

Өлшеу нәтижелері репрезентативті, өзара салыстырылатын және қондырғының тиісті жұмыс күйін анық сипаттауы керек.

Үдерістің ауытқулары, бөлінулердің сипаты мен ықтимал қауіптілігі және ластағыш заттардың өлшенетін мөлшерін немесе өкілдік ақпарат алу үшін қажетті уақыт сияқты факторларды ескеру қажет. Содан кейін бұл факторлар ең жоғары шығарындыларды тіркеуге болатын жұмыс жағдайларын, өлшеулердің саны мен ұзақтығын, ең қолайлы өлшеу әдісін және сынама алу нүктелерін таңдау үшін негіз бола алады.

4.1 -кестеде үздіксіз және кезеңді өлшеулердің негізгі айрықша сипаттамалары келтірілген үздіксіз және периодты өлшеулердің негізгі ажыратушы сипаттамалары келтірілген.

#### 4.1-кесте. Үздіксіз және кезеңді өлшеулердің сипаттамасы

р/с №	Сипаттама	Үздіксіз өлшеулер	Мерзімді өлшеулер
1	2	3	4
1	Сынама алу кезеңі ластағыш заттардың шығарындылары/ разрядтары	Өлшемдер шығарындылардың барлық немесе барлық дерлік уақыттарын қамтиды	Жеке өлшемдер ұзақ уақыт бойы шығарындылар деректерінің көрінісі ретінде қызмет етеді
2	Жылдамдық	алу мүмкіндігі онлайн нәтижелер	Нақты уақыт режиміндегі нәтижелер аспаптық талдағыштарды пайдалану кезінде ғана қол жетімді, кейіннен зертханалық талдау жүргізе отырып, сынамаларды қолмен іріктеу кезінде кейінге қалдырылған нәтижелер
3	Нәтижелерді орташалау	Нәтижелерді кез келген қалаған кезеңде (30 мин, 1 сағат, 24 сағат, т.б.) орташалауға болады.	Нәтижелердің орташа мәні сынама алу кезеңінің ұзақтығына байланысты (30 минуттан бірнеше сағатқа дейінгі аралық)
		техникалық қызмет көрсету кезеңінде	



4	Өлшемдерді калибрлеу және бақылау	сертификатталған анықтамалық материалдарға сәйкес калибрлеуді және реттеуді талап етеді.	Стандартты анықтамалық әдістерді қолдануға болады
5	Жабдықты сертификаттау	Жабдық Қазақстан Республикасының реестріне енгізілуі керек	Жабдық Қазақстан Республикасының реестріне енгізілуі керек

### Сынама алу нүктелері

Сынамаларды іріктеу пункттері Қазақстан Республикасының өлшемдер саласындағы заңнамасының талаптарына сәйкес болуы керек. Сынама алу нүктелері:

анық белгіленеді;

мүмкін болса, сынама алу орнында тұрақты газ ағыны болуы керек;

қажетті энергия көздерінің болуы;

құралдарды және маманды орналастыруға рұқсаты және орны болуы;

жұмыс орнында қауіпсіздік талаптарының сақталуын қамтамасыз ету.

Құрамдас бөліктер және опциялар

Мыс өндірісін бақылау кезінде өлшенетін компоненттерге мыналар жатады: тозаң, металдар, күкірт диоксиді, ҰОҚ, ПХДД/Ф, көміртегі және азот оксидтері.

Кейбір процестер үшін күкірт және тұз қышқылы, сондай-ақ хлоридтер мен фторидтер сияқты қышқылдар бақыланады. Кейбір заттар бағалы металдар өндірісінде қолданылатын бірқатар реагенттерге тән. Құрамдас бөліктер металл бөлімдерінде берілген, ал сынама алу және талдау әдістері мониторинг пен талдау бойынша тиісті ұлттық және халықаралық нұсқауларда берілген.

Өлшеу кезінде мыналарды ескеріңіз:

қалдық газ немесе сарқынды суларды тазарту қондырғыларының жағдайы;

жабдықтың жұмыс режимі (үздіксіз, үзіліссіз, іске қосу, жүктеменің өзгеруі);

термодинамикалық кедергі факторларының әсері.

### 4.2-кесте. Ластағыш заттардың тізімі

р/с №	Компонент/зат	Анықтама
1	2	3
1	Тозаң (жалпы)	Газ фазасында дисперсті кез келген пішіндегі, құрылымдағы немесе тығыздықтағы өлшемдері субмикроскопиялықтан макроскопиялыққа дейінгі қатты бөлшектер
2	Металдар және олардың қосылыстары	Zn, Cd, Pb, Hg, Cu, As
3	SO <sub>2</sub>	Күкірт диоксиді
4	NO	Азот оксиді
5	NO <sub>2</sub>	Азот диоксиді

6	CO	Көміртек тотығы
7	ҰОҚ*	Ұшпа органикалық қосылыстар
8	ПХДД/Ф *	Полихлорид дибензопародиоксин/ фтор
9	HCl**	Газ тәрізді хлоридтер HCl түрінде көрсетілген
10	HF**	Газ тәрізді фторидтер HF түрінде көрсетілген
11	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> *** _ _	Күкірт қышқылы

\*- екінші реттік мысты өндіру кезінде шығарылады

\*\* - өндірісте қолданылатын белгілі бір процестерге және/немесе реагенттерге тән өте төмен концентрацияларда шығарылады

\*\*\*- Күкірт қышқылы өндірісінде күкірті бар газдарды пайдалану кезінде

### **Стандартты шарттар**

Атмосфералық ауаның күйін зерттеу кезінде мыналарды ескеру қажет:

қоршаған ортаның температурасы;

салыстырмалы ылғалдылық;

желдің жылдамдығы мен бағыты;

атмосфералық қысым;

жалпы ауа райы жағдайы (бұлттылық, жауын-шашынның болуы);

газ-ауа қоспасының көлемі;

түтін газының температурасы (концентрация және массалық шығынды есептеу үшін);

су буының құрамы;

статикалық қысым, пайдаланылған газ арнасындағы ағынның жылдамдығы;

оттегі мөлшері.

Бұл параметрлер ағынды газда белгілі бір компоненттердің болуын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін, мысалы, температура, оттегі және газдағы тозаңның құрамы ПХДД/Ф деградациясын көрсете алады. Сарқынды сулардың рН мәнін металдың жауын-шашынның тиімділігін анықтау үшін де пайдалануға болады.

Қалдық ағындарының сапалық және сандық көрсеткіштерін бақылаудан басқа, негізгі технологиялық процестердің параметрлері мониторингке жатады, оларға мыналар жатады:

тиелген шикізат көлемі;

өнімділік;

жану температурасы (немесе ағын жылдамдығы);

катализатор температурасы;

қосылған сору қондырғыларының саны;

тозаң концентрациясының орнына электр сүзгіден шығарылатын тозаңның шығыны, кернеуі және мөлшері;

тазалау сұйықтығының (сүзгіаттың) шығыны мен қысымы және дымқыл скруббердің қысымының төмендеуі;

пайдаланылатын тазарту жабдығына арналған ағып кету датчиктері (мысалы, қап сүзгілерінің сүзгі матасы сынған кездегі артық концентрациялар).

Жоғарыда аталған параметрлерге қосымша ретінде қондырғының және түтін газдарын тазалау жүйесінің тиімді жұмысы үшін белгілі бір параметрлерді (кернеу және электр қуаты (электр сүзгілері), қысым ауытқуы (қап сүзгілер), суармалы судың рН (скрубберлер) және газ құбырларындағы әртүрлі қондырғылардағы ластағыш заттардың шоғырлануы (мысалы, тозаң-газ тазалауға дейін және одан кейін).

### **Үздіксіз және үзіліссіз эмиссияны өлшеу**

Үздіксіз эмиссия мониторингі шығарынды көзінде орнатылған автоматтандырылған бақылау жүйесі арқылы үздіксіз өлшеуді қамтиды.

Газдардағы немесе сарқынды сулардағы бірнеше құрамдас бөліктерді үздіксіз өлшеуге болады, ал кейбір жағдайларда дәл концентрацияларды үздіксіз немесе келісілген уақыт кезеңдері бойынша орташа мәндер ретінде анықтауға болады (сағаттық, тәуліктік және т.б.). Бұл жағдайларда құралдарды талдау және процентильдерді пайдалану рұқсат ету шарттарына сәйкестікті көрсетудің икемді әдісін қамтамасыз ете алады және құралдарды оңай және автоматты түрде бағалауға болады.

Қоршаған ортаға елеулі әсер етуі мүмкін шығарындылардың көздері мен құрамдас бөліктері үшін үздіксіз мониторинг жүргізілуі тиіс. Тозаңның қоршаған ортаға және денсаулыққа айтарлықтай әсер етуі және құрамында улы компоненттер болуы мүмкін. Тозаңның тұрақы мониторингі қап сүзгілердегі қаптардың үзілуін анықтауға мүмкіндік береді.

Мерзімді өлшеулер өлшенетін шаманы қолмен немесе автоматтандырылған әдістерді қолдана отырып, алдын ала белгіленген уақыт аралықтарында анықтауды қамтиды. Бұл аралықтар әдетте тұрақты (мысалы, айына бір рет немесе жылына бір/екі рет). Сынама алу ұзақтығы сынама алынған уақыт кезеңі ретінде анықталады. Тәжірибеде кейде "нүкте таңдау" өрнегі "периодтық өлшеуге" ұқсас қолданылады. Алынған үлгілердің саны талданатын затқа, сынама алу шарттарына байланысты өзгеруі мүмкін, дегенмен тұрақты босатудың сенімді көрсеткіштерін алу үшін ең озық ұсынылатын тәжірибе бір өлшеу сериясында қатарынан кемінде үш үлгіні алу болып табылады.

Өлшеулердің ұзақтығы мен уақыты, сынама алу нүктелері, өлшенетін заттар (яғни ластағыш заттар мен сенімді заттар) да мониторинг мақсаттары анықталған кезде бастапқы кезеңде белгіленеді. Көп жағдайда сынамаларды іріктеу ұзақтығы 30 минутты құрайды, бірақ ол ластағыш затқа, шығарылу қарқындылығына, сондай-ақ сынама алу орындарының орналасуына (датчиктердің орындары – автоматтандырылған жүйелер

жағдайында) байланысты 60 минутты құрауы мүмкін). Мысалы, тозаң концентрациясы төмен немесе ПХДД/Ф анықтау қажет болған жағдайларда сынама алу уақыты көбірек қажет болуы мүмкін.

Белгілі бір учаскедегі ұйымдастырылмаған және ұйымдастырылған шығарындылар көздерінің салыстырмалы үлесімен салыстырылуы керек. Осы нәтижелерді қоршаған орта сапасының стандарттарымен, кәсіптік әсер ету шегімен немесе болжамды концентрация мәндерімен салыстыру.

Сынама алу орындарының орындары еңбекті қорғау және қауіпсіздік стандарттарына сәйкес болуы, оңай қол жетімді және жеткілікті көлемде болуы керек.

#### **4.5.1. Атмосфераға ластағыш заттардың шығарылуын мониторингтеу**

Өндірістік мониторинг – кәсіпорынның өндірістік қызметінің қоршаған ортаға әсері туралы белгілі бір уақыт аралығында объективті мәліметтер алу үшін жүзеге асырылатын өндірістік экологиялық бақылаудың элементі.

Атмосфералық ауаға ұйымдастырылған шығарындылар, сондай-ақ технологиялық параметрлер (температура,  $O_2$ , ағын жылдамдығы және т.б.) бекітілген стандарттарға сәйкес мерзімді немесе үздіксіз өлшеу әдістерін қолдану арқылы бақыланады.

Қолданылатын мониторинг түрі (үздіксіз немесе мерзімді өлшеулер) ластағыш заттың табиғаты, шығарындылардың экологиялық маңыздылығы немесе оның өзгермелілігі сияқты бірқатар факторларға байланысты.

Шығарындыларды бақылау тікелей өлшеулер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін, олар мыналарды қамтиды:

бақыланатын көздерден шығарындылардағы ластағыш заттардың концентрациясын үздіксіз өлшейтін автоматты газ анализаторларына негізделген аспаптық әдіс (үздіксіз өлшеулер);

аспаптық-зертханалық - бақыланатын көздерден пайдаланылған газдардың сынамаларын іріктеуге, оларды кейіннен химиялық зертханаларда талдауға (мерзімді өлшеулер) негізделген;

есептеу әдісі – әдістемелік мәліметтерді пайдалануға негізделген.

Ұйымдастырылмаған шығарындылардың мониторингіне ерекше назар аударған жөн, өйткені олардың сандық құрамын анықтау үлкен еңбек және уақытша шығындарды талап етеді. Сәйкес өлшеу әдістері бар, бірақ оларды қолдану арқылы алынған нәтижелерге сенімділік деңгейі төмен және әлеуетті көздер санының ұлғаюына байланысты жалпы ұйымдастырылмаған шығарындыларды/разрядтарды бағалау жағдайға қарағанда анағұрлым маңызды шығындарды талап етуі мүмкін нүктелік көздерден шығарындылар/разрядтар.

Төменде ұйымдастырылмаған шығарындылардың сандық анықтаудың кейбір әдістері берілген:

заттың ағыны өлшенетін "эквивалентті бетті" анықтауға негізделген ұйымдастырылған шығарындыларға ұқсастық әдісі;

жабдықтан ағып кетуді бағалау;

резервуарлардан, тиеу-түсіру жұмыстары кезінде шығарындыларды, сондай-ақ қосалқы алаңдардың (тазарту құрылыстары және т.б.) қызметі нәтижесіндегі шығарындыларды анықтау үшін коэффициенттерді пайдалана отырып есептеу әдістерін қолдану;

оптикалық бақылауға арналған құрылғыларды пайдалану (ластағыш заттар жұтатын және/немесе шашырайтын электромагниттік сәулелерді пайдаланатын кәсіпорын жағынан ағып кету нәтижесінде ластағыш заттардың шоғырлануын табу және анықтау) ;

материалды баланс әдісі (заттың кіріс ағынын, оның жинақталуын, осы заттың шығу ағынын, сондай-ақ технологиялық үдеріс кезінде оның ыдырауын есепке алу, одан кейін қалған бөлігі қоршаған ортаға эмиссия түрінде түсті деп есептеледі;

кәсіпорын аумағындағы әртүрлі таңдап алынған нүктелерге немесе аймақтарға, сондай-ақ осы аумақтардағы әртүрлі биіктікте орналасқан нүктелерге ізқалдырғыш газды шығару;

ұқсастықты бағалау әдісі (метеорологиялық мәліметтерді ескере отырып, желдің төмен жағындағы ауа сапасын өлшеу негізінде шығарындылардың мөлшерін анықтау);

кәсіпорыннан желге қарай ластағыш заттардың ылғалды және құрғақ шөгуін бағалау, бұл кейіннен осы шығарындылардың динамикасын бағалауға мүмкіндік береді (бір ай немесе бір жыл ішінде).

Барлық учаскелерде жалпы пайдалану үшін қолданылатын өлшеу әдістері жоқ және өлшеу әдістемелері әр учаскеде әртүрлі. Учаскенің маңайындағы қосалқы өндірістер, көлік және басқа көздер сияқты басқа көздерден айтарлықтай әсерлер бар, бұл экстраполяцияны өте қиындатады. Демек, алынған нәтижелер салыстырмалы болып табылады немесе ұйымдастырлымаған шығарындыларды азайту үшін қабылданған шаралармен қол жеткізілген қысқаруды көрсетуі мүмкін нұсқаулықтар болып табылады.

Сынама алу нүктелері денсаулық және қауіпсіздік стандарттарына сай болуы, оңай және жылдам қол жетімді болуы және дұрыс өлшемде болуы керек.

Алаңдық көздерден шығатын ұйымдастырылмаған шығарындыларды өлшеу күрделірек және күрделірек әдістерді қажет етеді, себебі:

эмиссия сипаттамалары метеорологиялық жағдайлармен реттеледі және үлкен ауытқуларға ұшырайды;

эмиссия көзі үлкен болуы мүмкін және дәл анықталмауы мүмкін;

өлшенген деректерге қатысты қателер маңызды болуы мүмкін.

Технологиялық жабдықтың тығыз болмауынан атмосфераға түсетін ұйымдастырылмаған шығарындылардың мониторингі ұшпа органикалық

қосылыстардың (ҰОҚ) ағып кетуін анықтауға арналған жабдықтың көмегімен жүргізілуі тиіс. Егер ағып кету көлемдері аз болса және аспаптық өлшеулермен бағаланбайтын болса, онда массалық баланс әдісін ластағыш заттардың шоғырлануын бөлек өлшеумен бірге қолдануға болады.

Қашық эмиссияларды бақылау үшін сипатталған әдістер халықаралық тәжірибе негізінде әзірленген және олар дәл және сенімді нақты деректерді қамтамасыз ете алмайтын кезеңде тұр, бірақ олар эмиссиялардың индикативті деңгейлерін немесе белгілі бір уақыт кезеңінде шығарындылардың ықтимал ұлғаю үрдістерін қамтамасыз етеді. Ұсынылған әдістердің біреуі немесе бірнешеуі пайдаланылған жағдайда жергілікті тәжірибе, жергілікті жағдайларды білу, нақты зауыт конфигурациясы және т.б. ескерілуі керек.

Мыс өндірісіндегі шығарындылардың басым көздері балқыту пештері, күкірт қышқылы зауыттары (егер бар болса), қожды айдау қондырғылары, тазарту қазандары болып табылады.

Бақыланатын заттардың тізбесіне стационарлық көздерден шығарындыларда болатын және технологиялық нормативтер, рұқсат етілген ең жоғары шығарындылар, қолданылатын бақылау әдістерін (аспаптық) көрсете отырып, белгіленген ластағыш заттар (соның ішінде маркерлер) болуы тиіс.

Кәсіпорын аумағында және әсер ету аймағының шекараларында атмосфералық ауаның жай-күйіне мониторингтік бақылаулар (әсер ету мониторингі) бекітілген өндірістік экологиялық бақылау бағдарламасына сәйкес жүзеге асырылады.

Атмосфералық ауаға шығарындыларды бақылау үшін қолданылатын әдістер мен құралдар тиісті ұлттық ережелермен белгіленеді.

#### 4.3-кесте. Мониторинг жүргізу бойынша ұсынымдар

р/с №	Әдіс (жабдық)	Мерзімділік
1	2	3
1	Үдеріс тұрақтылығын көрсететін үдеріс параметрлері	үздіксіз
2	Үдерістің маңызды параметрлерін бақылау және тұрақтандыру: шикізаттың біртектілігі, отынмен, қоспалармен қамтамасыз ету, артық ауа деңгейі	үздіксіз
3	Пештерден/балқыту зауыттарынан тозаң шығарындылары, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	үздіксіз
4	HCl, HF, ҰОҚ, ПХДД/ПХДФ, сынап шығарындылары	Мерзімді түрде (ӨЭБ бағдарламасына сәйкес)

#### 4.5.2. Су объектілеріне ластағыш заттардың төгілуін мониторингтеу

Су ресурстары жай-күйінің өндірістік мониторингі шеңберінде суды тұтыну және су бұру жүйелерін бақылау және қарастырылып отырған аумақтың су ресурстарына әсер ету көздеріне, сондай-ақ олардың ұтымды пайдаланылуына мониторинг жүргізу көзделеді.

Бақылау нәтижелері өндірістік қызмет барысында қоршаған ортада болып жатқан өзгерістерді дер кезінде анықтауға және бағалауға мүмкіндік береді.

#### **Техникалық сипаттама**

Су ресурстарының жай-күйінің мониторингі мыналарды қамтиды:

жедел мониторинг – сарқынды суларды тазарту қондырғыларының жұмысы мен тиімділігін бақылау;

шығарындылардың мониторингі – ағызылатын сарқынды сулардың көлемдерін және олардың белгіленген лимиттерге сәйкестігін бақылау; сарқынды сулардың сапасын және сарқынды суларды қабылдағышқа – қойма тоғанына жіберу кезінде олардың белгіленген РЕШТ нормаларына сәйкестігін қадағалау;

әсер мониторингі – сарқынды суларды қабылдағыш – қойма тоғанының су сапасын бақылау (ластағыш заттардың фондық концентрациясы).

Су объектілерін қорғау және пайдалану саласындағы өндірістік мониторинг нормаланған параметрлер мен сипаттамаларға тұрақты бақылауды қамтиды:

сарқынды сулардың пайда болуына байланысты технологиялық процестер мен жабдықтар;

су алу және пайдаланылған суды есепке алу орындары;

тазартылғандарды қоса алғанда, сарқынды суларды шығару орындары;

сарқынды суларды тазартуға арналған құрылыстар мен кәріз жүйелеріне арналған құрылыстар;

суды тұтыну және су бұру жүйелері;

пайдаланылуы рұқсаттар негізінде жүзеге асырылатын жерүсті және жерасты су объектілері, сондай-ақ су қорғау аймақтары мен жағалаудағы қорғаныс белдеулерінің аумақтары.

#### **4.6. Қалдықтарды басқару**

Экологиялық кодекске, Қазақстан Республикасында қабылданған нормативтік құқықтық актілерге сәйкес, барлық өндіріс және тұтыну қалдықтары қоршаған ортаға тигізетін әсерін ескере отырып, жиналуы, сақталуы, залалсыздандырылуы, тасымалдануы және жойылуы тиіс.

Табиғи ортаның құрамдас бөліктерінің ластануын болғызбау мақсатында қалдықтарды жинақтау және кәдеге жарату халықаралық стандарттарға және Қазақстан Республикасының қолданыстағы НҚА, сондай-ақ ішкі стандарттарға сәйкес жүзеге асырылады.

Қалдықтармен жұмыс істеу, сондай-ақ жоспарланған жұмыстарды жүргізу кезінде оларды орналастыру өнеркәсіптік алаңда өндірістік қалдықтарды уақытша жинақтау қажет болған кезде (қалдықтарды кейінгі технологиялық үдерісте пайдалану немесе орналастыру үшін объектіге жіберу сәтіне дейін) қалыптасқан қалдықтар қоршаған ортаның жай-күйіне және кәсіпорын персоналының денсаулығына зиянды әсер етпейтін жағдайларды қамтамасыз етуі тиіс.

Қалдықтарды басқару жүйесі келесідей:

түзілетін қалдықтарды анықтау;

қалдықтарды одан әрі кәдеге жаратудың, сондай-ақ қалдықтардың белгілі бір түрлерін қайталама пайдаланудың тәсілдерін оңтайландыру мақсатында түрлердің дәрежесі мен қауіптілік деңгейі бойынша орынды бірігуін ескере отырып, олар пайда болған жерлерде қалдықтарды бөлек жинау (сегрегациялау);

қалдықтарды жинақтау және мақсатқа сай жойылғанға дейін уақытша сақтау;

таңбаланған жабық контейнерлерде сақтау;

қалдықтарды арнайы бөлінген және жабдықталған орындарда жинау;

барлық қалдықтардың қозғалысын тіркеумен қатаң бақылауда тасымалдау.

Қалдықтарды контейнерлерде сақтау төгілудің алдын алуға, олардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға және ауа райы жағдайларының қалдықтардың күйіне әсерін азайтуға көмектеседі.

Қорғасын өндірісіне тән қалдықтар мен жанама өнімдер:

балқыту, шахта балқыту, фьюмингілеу, тазарту, электрлік балқыту процестерінде түзілетін құрамында жоғары металдар бар қатты қалдық өнімдер (бұл өнімдер өнеркәсіптік өнімдер болып есептеледі және әдетте технологиялық процестің тиісті кезеңінде қайта өңделеді немесе шикізат ретінде немесе өзге өндірістерге кәдеге жаратуға жіберіледі);

тікелей балқыту пештері де қатты қож түзудің маңызды көздері болып табылады; мұндай қождар әдетте жоғары температураға ұшыраған және әдетте аз мөлшерде шайылатын металдардан тұрады (кейіннен белгілі бір сынақтардан кейін оларды құрылыс материалдары ретінде пайдалануға болады);

қатты қалдық өнімдер де сарқынды суларды қайта өңдеу нәтижесінде алынады; төгінділерді бейтараптандыру қондырғысында пайда болатын гипс қалдықтары ( $\text{CaSO}_4$ ) және металдардың гидроксидтері негізгі ағындар болып табылады (осы материалдар тазалаудың осы әдістерінің жанама әсерінің көрінісі ретінде қарастырылады, олардың көбі олардан металдарды одан әрі алу үшін пирометаллургиялық процеске қайтарылады);

газды тазалау кезінде пайда болатын тозаң немесе шлам (Ge, Ga, In және As және басқалары сияқты басқа металдарды өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады немесе мырышты қалпына келтіру үшін балқыту немесе шаймалау цикліне қайтарылады);



құрамында сынап пен селен бар өнімдердің қалдықтары газды тазалаудан сынап және селен бар ағындарды алдын ала өңдеу сатысында түзіледі.

Қалдықтарды басқару саласындағы бақылау жүйесі негізгі стандартталған параметрлер мен сипаттамаларға негізделген, мысалы:

қалдықтардың пайда болуымен байланысты технологиялық процестер мен жабдықтар;

қалдықтарды тасымалдау, өңдеу, қайта өңдеу және кәдеге жарату жүйелері;

өнеркәсіп алаңында және/немесе кәсіпорынның құзырында орналасқан қалдықтарды жинақтау және кәдеге жарату объектілері.

Өндіріс және тұтыну қалдықтарының қоршаған ортаның құрамдас бөліктеріне әсері жанама болып табылады және желдің әсерінен қалдықтардың құрамдас бөліктерінің тозаңдануы немесе шашырауы кезінде атмосфералық ауаның және топырақ ресурстарының ластануында, қалдықтардың құрамдас бөліктерінің балқымамен су объектілеріне түсуінде көрінеді, су мен жауын-шашын, өндіріс орны орналасқан аумақтың өсімдіктер жамылғысында қалдықтарды құрайтын микрокомпоненттердің жоғарылауы.

#### **4.7. Су ресурстарын басқару**

Суды тұтыну.

Суды пайдалану жүйесін ұйымдастыру кәсіпорынның экологиялық саясатын қалыптастыру үшін қажетті ажырамас қадам болып табылады, бұл ретте кәсіпорында бар процестерді, бастапқы тұтынылатын судың сапасы мен қолжетімділігін, тұтыну көлемін ескеру қажет. Климаттық жағдайлар, белгілі бір технологияларды қолданудың қолжетімділігі мен мақсаттылығы, қоршаған ортаны қорғау және өнеркәсіптік қауіпсіздік саласындағы заңнама талаптары, сондай-ақ басқа да аспектілер кешені. Сыртқы көздерден алынатын суды тұтынуды азайту суды пайдалану жүйесінің негізгі мақсаты болып табылады, оның өнімділік көрсеткіштері кәсіпорындағы үлестік және жалпы су тұтыну деректері болып табылады.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың суы мақсатына қарай: салқындату, технологиялық және энергетикалық болып бөлінеді.

Салқындату суы металлургиялық жабдықтың салқындату контурларында, сонымен қатар әртүрлі операциялар мен сатыларда аралық және дайын өнімдерді салқындату үшін қолданылады. Оны жанаспайтын салқындатқыш су және тікелей жанасатын салқындатқыш су деп бөлуге болады.

Контактсіз салқындату үшін су пештерді, пеш каминдерін, құю механизмдерін және т.б. Орнату орнына байланысты салқындату буландырғыш салқындату мұнаралары бар бір реттік немесе циркуляциялық жүйе арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Бір рет өтетін салқындату жүйесіндегі су әдетте өзен немесе салқындату тоған сияқты табиғи көзге қайта жіберіледі. Бұл жағдайда суды табиғи су айдынына жібермес

бұрын температураның ықтимал көтерілуін ескеру қажет. Байланыссыз салқындатқыш суды да градириялар арқылы айналдыруға және қайта пайдалануға болады.

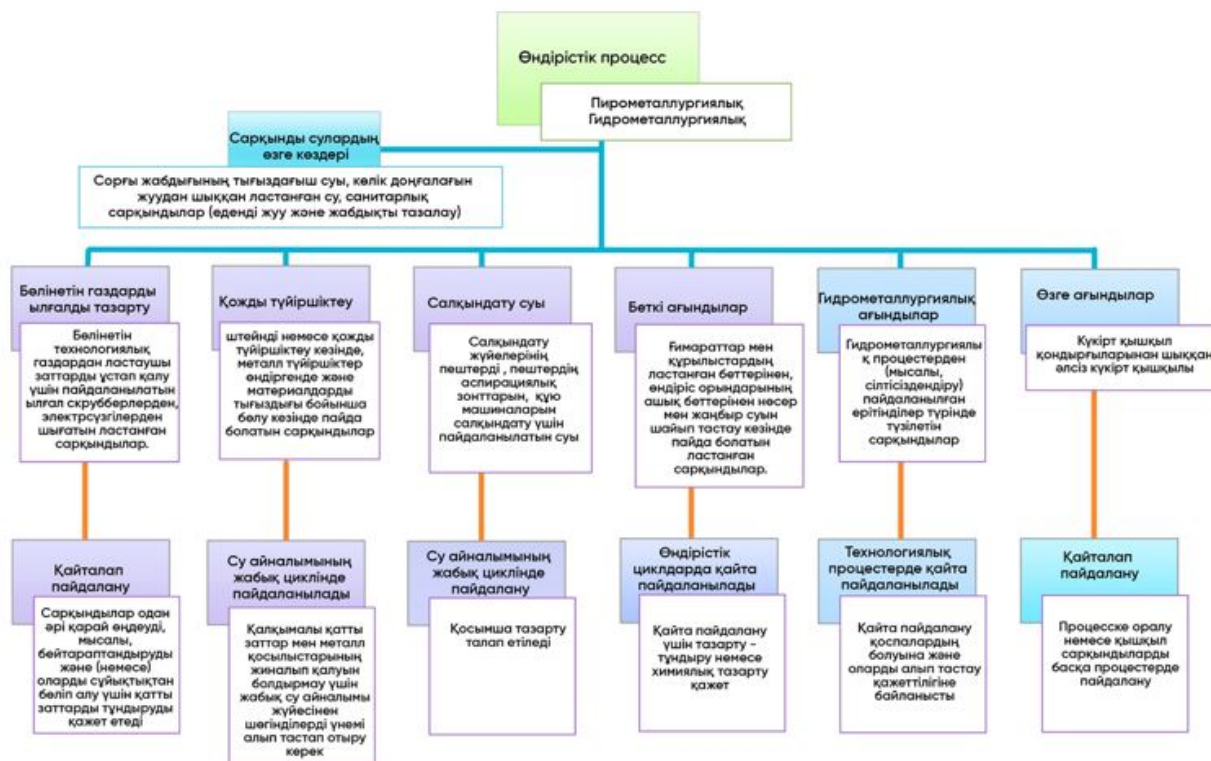
Тікелей байланыста болатын салқындатқыш су әдетте металдармен және суспензиялы заттармен ластанған және жиі көп мөлшерде пайда болады. Арнайы схемаға байланысты және сұйылту әсерлерін болғызбау үшін тікелей байланыста салқындату үшін су негізінен басқа сарқынды сулардан бөлек тазартылуы керек.

Технологиялық су орта түзуші, жуу және реакциялық су болып бөлінеді. Қоршаған ортаны түзетін су пульпаларды еріту және қалыптастыру, кендерді байыту және өңдеу, өнімдер мен өндіріс қалдықтарын гидротасымалдау үшін пайдаланылады. Шаю суы газ тәріздес, сұйық және қатты өнімдерді жуу үшін қолданылады. Реакциялық су – реагенттерді дайындау үшін қолданылатын су.

Энергетикалық су бу шығару үшін, сондай-ақ жылыту жүйелерінде салқындатқыш ретінде тұтынылады.

### Су бұру

Құрамында сульфид бар кендер мен концентраттарды өңдеу және байыту сарқынды сулардың әртүрлі түрлерінің пайда болуымен байланысты.



4.1-сурет. Сарқынды сулар және олармен жұмыс істеу

Жоғарыда аталған сарқынды сулардың құрамында металл қосылыстары болуы мүмкін, олардың құрамы олардың технологиялық процестерінің болуымен анықталады.

Сарқынды суларда металдардың аз ғана болуы (төмен концентрациялар) қоршаған ортаға айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

#### **4.8. Технологиялық қалдықтарды басқару**

Бастапқы және екінші реттік шикізаттан мыс өндіру жанама өнімдердің, аралық өнімдердің және қалдықтардың кең ассортименті потенциалымен байланысты. Бұл қалдықтар металлургиялық операциялар мен балқыту процестері, сондай-ақ шығатын газдар мен сарқынды суларды тазарту сияқты өндірістік үдерістің әртүрлі кезеңдерінен пайда болады. Қалдықтардың құрамындағы элементтердің мазмұны мен құндылығы олардың қайта пайдалануға жарамдылығына әсер етеді. Қалдықтарды кәдеге жаратуға арналған қалдықтар ретінде кез келген жіктеу осыны ескеруі керек. Заттың түзілу, тасымалдау және пайдалану немесе қалпына келтіру ерекшеліктеріне қарай оны қалдық немесе екінші реттік шикізат ретінде сипаттауға болады.

Үдерісті оңтайландыру және қалдықтар мен қалдықтарды мүмкіндігінше көбірек пайдалану арқылы қалдықтарды азайту бүгінгі күні көптеген зауыттардағы қазіргі тәжірибе болып табылады.

Көптеген ондаған жылдар бойы көптеген қалдықтар басқа процестер үшін шикізат ретінде пайдаланылды және металл алуды арттыру және кәдеге жаратылатын қалдықтардың мөлшерін азайту үшін балқыту зауыттарының кең желісі бұрыннан құрылған. Сондай-ақ металл өндіруші өнеркәсіптер кез келген саладағы қайта пайдаланудың ең жоғары көрсеткіштерінің біріне ие екендігі кеңінен белгілі: жанама өнімдердің, аралық өнімдердің және түзілетін қалдықтардың көпшілігі өндіріске қайтарылады немесе түсті металлургияның өзінде де, басқа салаларда да қайта пайдаланылады.

Жаһандық өндіріс орындарында ғана емес, сонымен қатар отандық зауыттарда қол жеткізілген артықшылықтарға қарамастан, өндіріс орындарындағы қалдықтар мәселесі және осы материалдардың кейбірін жіктеу болашақ рұқсаттар үшін де маңызды рөл атқарады.

#### **4.9. Шу**

Шу мен діріл сектордағы ортақ проблемалар болып табылады және мыс пен алтын өндірісінің барлық секторларында кездеседі.

Шу шикізатты дайындаудан бастап соңғы өнімге дейінгі барлық өндірістік процестерде пайда болады. Шу деңгейін төмендету және оның жақын аумаққа таралуын болғызбау үшін шуды азайтудың әртүрлі техникалық шешімдерін қолдануға болады:

шу көзін жабу үшін үйінділерді пайдалану;

шу көзін қорғау үшін дыбыс өткізбейтін материалды пайдалану;

жабдықтың дірілге қарсы тіректері мен қосылымдарын пайдалану;  
шу мен діріл көздерінің орнын анықтау;  
дыбыс жиілігінің өзгеруі.

Егер жоғарыда аталған техникалық шешімдерді қолдану мүмкін болмаса және шу шығаратын қондырғыларды бөлек ғимараттарға беру мүмкін болмаса, мысалы, пештер мен оларға техникалық қызмет көрсету құралдарының көлеміне байланысты, екінші реттік техникалық шешімдер қолданылады. Мысалы, қорғалатын аумақ пен белсенді шу көзінің арасында ғимараттарды немесе ағаштар мен бұталарды өсіру сияқты табиғи кедергілерді салуды жүзеге асыру керек. Шу тудыратын қондырғыларды пайдалану кезінде қорғалатын кеңістіктің есіктері мен терезелері тығыз жабылуы керек.

#### **4.10. Иіс**

Мыс пен алтын өндірісінде иістің бірнеше ықтимал көздері бар. Ең маңыздылары металл түтіндері, органикалық майлар мен еріткіштер, химиялық реагенттер және т.б. Иістерді мұқият құрылыммен, реагенттерді таңдаумен және материалдарды дұрыс өңдеумен болғызбау мүмкін.

Иісті басқарудың негізгі қағидаттары:

иіс шығаратын материалдарды пайдалануды болғызбау немесе азайту;

иісті материалдар мен газдарды дисперсті және сұйылту алдында ұстау және экстракциялау;

оларды өңдеу, мүмкін, жағу немесе сүзу арқылы.

Қолайлы түрлер үшін субстрат ретінде әрекет ететін, иістерді сәтті кетіретін шымтезек немесе ұқсас материал сияқты биологиялық ортаны пайдалану. Аса иісі бар материалдар сұйылтылған болса, иістерді кетіру өте қиын және қымбат болуы мүмкін. Хош иісті заттардың төмен концентрациясы бар өте үлкен көлемдегі газды өңдеу үшін үлкен технологиялық қондырғы қажет.

#### **5. Ең үздік қолжетімді техникаларды таңдау кезінде қарастырылатын техникалар**

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.

#### **5.1. Мыс және бағалы металл өндірісіндегі техникалар** **5.1.1. Энергияны тиімді пайдалану техникасы**

## Сипаттама

Энергияны пайдалану тиімділігін арттыру үшін балқыту нәтижесінде және күкірт қышқылын өндіруде пайда болатын артық жылуды пайдалануға бағытталған техника қолданылады. Автоматтандыру жүйелері мен жоғары өнімді жабдықтар кеңінен қолданылады.

### Техникалық сипаттама

Энергия тиімділігін арттыруға бағытталған әдістерге мыналар жатады:

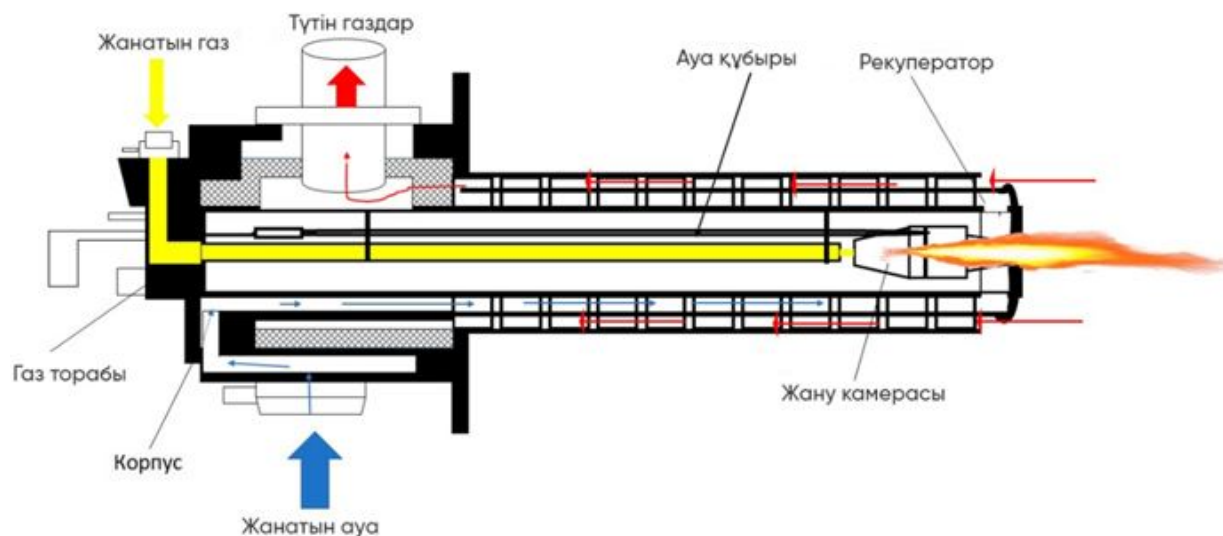
- 1) регенеративті тотықтырғыш пештерді пайдалану;
- 2) регенеративті және рекуперативті оттықтарды қолдану;
- 3) негізгі процестерді жүзеге асыру кезінде пайда болатын артық жылуды пайдалану;
- 4) құю науаларынан ыстық газдардың көмегімен жану камерасына берілетін ауаны алдын ала қыздыру;
- 5) көміртекті материалды автогенді балқу немесе толық жану есебінен энергияны тұтынуды азайту үшін металлургиялық зауыттарда оттегімен байытылған ауаны немесе таза оттегінің жарылуын пайдалану;
- 6) концентраттарды және дымқыл шикізатты балқыту алдында төмен температурада кептіру;
- 7) жиілікті түрлендіргіштермен жабдықталған жоғары тиімділіктегі электр қозғалтқыштарын пайдалану;
- 8) балқыту сатысынан ыстық газдардан алынған жылуды пайдалана отырып, шихтаны, жарылысты немесе отынды алдын ала қыздыру;
- 9) қалдық жылуды қалпына келтіру жолымен бу немесе ыстық суды пайдалана отырып, сілтісіздендіру ерітінділерінің температурасын көтеру;
- 10) көміртек тотығының химиялық энергиясын электрлік немесе шахталы пештен шығатын газдарды отын ретінде, металдарды алып тастағаннан кейін, басқа өнеркәсіптік процестерде немесе бу/ыстық су немесе электр энергиясын өндіру үшін пайдалану арқылы қалпына келтіру;
- 11) құрамындағы органикалық көміртегінің құрамындағы энергияны қалпына келтіру үшін оттегі оттығы арқылы ластанған шығарынды газдарды қайта өңдеу;
- 12) бу және ыстық су құбырлары сияқты жоғары температурада жұмыс істейтін объектілердің қолайлы жылу оқшаулауы;
- 13) ауаны шығару жүйесін іске қосуды автоматты түрде іске қосатын немесе нақты шығарындыларға байланысты сору жылдамдығын реттейтін басқару жүйелерін пайдалану;
- 14) күкірт қышқылы зауытында пайдаланылатын газды алдын ала қыздыру немесе бу және/немесе ыстық су алу үшін күкірт диоксидінен күкірт қышқылын өндіру кезінде түзілетін жылуды пайдалану.

Регенеративті жағып бітіру құрылғылары ретінде регенеративті тотықтырғыш пештер қолданылады, олар отқа төзімді төсенішті қолдану арқылы жылуды қалпына келтіру процесін қолданатын жану жүйесі болып табылады. Шығарылатын газдар ағынының бағытын өзгерту үшін отқа төзімді беттерді тазарту мақсатында манифольд орнатылады. Мұндай құрылғылар жанғыш лаптағыш заттардың шығарындыларын тазарту қажет болған кезде қолданылады.

Жағылатын ауаны қыздыруға арналған түтін газдарының жылуын тікелей пайдалану үшін регенеративті және рекуперативті оттықтар пайдаланылады. Газ тәрізді отынды қолданатын оттық құрылғылары кеңінен қолданылды.

Рекуперативті оттық – пештің жұмыс кеңістігінен шығарылатын жану өнімдерінің физикалық жылуын пайдалану арқылы ауаны жылытуға арналған кіріктірілген рекуператормен жабдықталған газ оттығы құрылғысы. Сонымен қатар, отын жағу құрылғысының функциясын орындаумен қатар, рекуперативті оттық түтін шығару мәселесін шешеді. Рекуперативті оттықтар түтін газдарының жоғары температурасында қолданылады [53].

ЕСОМАХ® рекуперативті оттығының мысалы 5.1 -суретте көрсетілген.



5.1-сурет. ЕСОМАХ® рекуперативті оттығы

Регенеративті оттықтың жұмыс істеу принципі келесідей: жағылатын ауаны жұмыс кеңістігіне және пештің жұмыс кеңістігінен жағылған өнімді жеткізу үшін (уақыттың ауысуымен) күрежолдар кезекпен қолданылады. Регенеративті оттықтар жұппен орнатылады және керамикалық жылуды қалпына келтіру қондырғыларында түтін газдарының энергиясын қысқа мерзімді сақтау принципі бойынша жұмыс істейді. Бұл оттықтар пештің пайдаланылған газдарынан жылудың 85 - 90 % қалпына келтіре алады, өте жоғары температураға дейін қыздыруды қамтамасыз етеді, бұл кіретін жану

ауасының мәніне пештің жұмыс температурасынан 100 - 150 °С төмен ғана жетуі мүмкін. Бұл түрдегі оттықтарды 800 - 1500 °С жұмыс температурасы диапазонында пайдалануға болады. Бұл ретте отын шығынын 60 %-ға дейін азайтуға болады. Регенеративті оттықтар жоғары термиялық тиімділікпен, отынның аз шығынымен және қалдықтардың жоғары жылуды қалпына келтіруімен ерекшеленеді.

Жану кезінде ауаны оттегімен байыту автогенді балқыту немесе көміртекті материалдың толық жануы есебінен энергияны тұтынуды азайту үшін түсті металдарды өндіру процестерінде жиі қолданылады. Оттегімен байыту мынадай әсерлерге қол жеткізуге мүмкіндік береді:

өнімділіктің немесе балқу жылдамдығының жоғарылауына және парниктік газдар шығарындыларының тиісті төмендеуімен пайдаланылатын отын мөлшерін азайтуға мүмкіндік беретін пеш корпусында түзілетін жылу мөлшерін арттыру. Кейбір процестерді автотермиялық режимде жүргізуге және металлургиялық үдерісті бақылау және шығарындыларды болғызбау үшін оттегімен байыту дәрежесін "нақты уақытта" өзгертуге болады;

азот мөлшері азайған сайын өндірілетін технологиялық газдар көлемінің айтарлықтай азаюы, бұл төменгі ағыс каналдары мен ластануды бақылау жүйелерінің көлемін айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді және азотты жылытуға қажетті энергияның жоғалуын болдырмайды;

арнайы катализаторларды қолданбай-ақ конверсия және регенерация процестерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін технологиялық газдардағы күкірт диоксиді (немесе басқа өнімдер) концентрациясының жоғарылауы;

оттықта таза оттегін пайдалану жалындағы азоттың парциалды қысымының төмендеуіне әкеледі, сондықтан термиялық  $\text{NO}_x$  түзілуін азайтуға болады;

оттегі өндірісі ауадан бөлінген азот газын өндірумен байланысты. Инертті газдар пирофорлы материалдар (мысалы, құрғақ мыс концентраттары) бар залалсыздандыру жүйелерінде, балқытылған металды газсыздандыру үшін, қожды салқындату аймақтарында, ағызуды және түтінді толтыруды бақылау үшін қолданылады.

Негізгі оттықтан төмен қарай пештің жекелеген нүктелеріне оттегін айдау негізгі пештің жұмысына тәуелсіз температура мен тотығу жағдайларын бақылауға мүмкіндік береді. Бұл температураның рұқсат етілмейтін жоғарылауынсыз балқу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді.

Оттегімен байыту көптеген пирометаллургиялық процестерге қолданылады.

Балқыту процестерін жүзеге асыру кезінде пайда болатын артық жылуды көптеген бағыттар бойынша қолдануға болады: шикізатты кептіру және жылыту, ауа мен отынды жылыту, бу алу және т.б. сондай-ақ, бу турбиналары бар кәдеге жарату

қазандықтарын пайдалану кезінде электр энергиясын өндіруге болады. 5.2 -суретте " Орталық Орал мыс қорыту зауыты" ЖАҚ-та енгізілген бу турбиналық қондырғысы көрсетілген..

Жану камерасына берілетін ауаны алдын ала қыздыру үшін құю науаларынан ыстық газдарды пайдалануға болады.



5.2-сурет. "Орталық Орал мыс қорыту зауыты" ЖАҚ бу-турбиналық қондырғысы

Энергияны айтарлықтай үнемдеу оттегі-отын оттығындағы ластанған пайдаланылған газдарды қайта өңдеу арқылы қамтамасыз етіледі. Оттық газдың қалдық жылуын, оның құрамындағы қоспалардың энергиясын пайдаланады және соңғысын жояды [62]. Бұл үдеріс сонымен қатар азот оксиді шығарындыларын азайта алады.

Мыс балқытуда төмен сұрыпты жылуды қолдануға болады. Төменгі сортты жылуды рекуперациялаудың әртүрлі нұсқаларын пайдалану күрделі мәселе болып табылады. Қолданыстағы рекуперациялау мүмкіндіктерін пайдалану көбінесе әртүрлі температура деңгейлерінде және әртүрлі жұмыс кестелерінде бірнеше процестерді біріктіруді талап етеді. Оңтайлы шешімдерді алу үшін жылумен жабдықтауға арналған әртүрлі технологияларды біріктіру керек. Шығарылатын жылудың мөлшері мен температурасын процесті біріктіру әдістерімен, мысалы, питч-талдау әдісімен



анықтауға болады. Бұл әдістер жақсы құралдар болып табылады және кәсіпорындағы жағдайдың, соның ішінде жылуды ішкі пайдалану мүмкіндіктерінің толық бейнесін береді.

Жылуды пайдаланудың бір жолы - металлургиялық қождарды шашыратып салқындату суын пайдалану, ол шұңқырға жиналып, этиленгликоль қолданатын контурды қыздыру үшін жылу алмастырғыш арқылы өтеді. Төменгі сортты жылуды тұтынушылар жылу сорғысының көмегімен контурдан жылуды басқа жылу алмастырғыш арқылы қабылдай алады [68].

Жылу сорғыларын кеңінен енгізу энергия тұтынуды және парниктік газдар шығарындыларын азайтуға белсенді ықпал етеді [74]. Өнеркәсіптік жылу сорғылары шығатын жылу ағынының температурасын неғұрлым жоғары, неғұрлым пайдалы температураға дейін көтеруге мүмкіндік беретін жылуды белсенді рекуперациялауға арналған жабдықтар сыныныбын білдіреді. Сондықтан жылу сорғылары әдеттегі пассивті жылуды қалпына келтіру мүмкін болмаған кезде энергияны үнемдеуге үлес қоса алады. Әдетте, алынған жылу энергиясы жылытуға, желдетуге, ауаны кондиционерлеуге, ыстық суға, жылытуға, кептіруге, ылғалдандыруға және басқа мақсаттарға пайдаланылады. Жылу сорғыларын қолдану [51, 52] толығырақ сипатталған. Жылу сорғыларын қолданудың мысалы ретінде Өскемен металлургиялық кешенін келтіруге болады.

Басқа әдісте электр энергиясын өндіру үшін төмен сұрыпты жылу пайдаланылады, бұл температурасы  $85^{\circ}\text{C}$  және одан жоғары қыздырылған сарқынды сулардан электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді. Ол үшін тұйық контурда аралық төмен температуралы тасымалдаушы сұйықтық қолданылады, ол кеңейте отырып, генераторға қосылған турбинаны қозғалысқа келтіреді [10].

Концентраттар мен шикізатты төмен температурада кептіру отын-энергетикалық ресурстарға қажеттілікті азайтады. Бұл балқыту цехындағы буды қатты қыздыру үшін қажетті энергия мөлшерімен және бу өндіру кезінде газдың жалпы көлемінің айтарлықтай өсуімен түсіндіріледі. Газдың үлкен көлемі пештен алынатын жылу мөлшерін, демек, газдың ұлғайған көлемін өндеуге қажетті желдеткіштің өлшемін арттырады.

Электрлік немесе шахталы пеште өндірілген көміртегі тотығы бірнеше түрлі процестерде отын ретінде алынады және жағылады немесе жергілікті жылыту және басқа энергия қажеттіліктері сияқты буды өндіру үшін пайдаланылады. СО айтарлықтай мөлшерде түзілуі мүмкін және зауыт пайдаланатын энергияның көп бөлігі электр доғалық пеште алынған СО-дан өндірілетін бірқатар мысалдар бар. Басқа жағдайларда электр пешінде түзілетін СО да оның ішінде жағылады, балқыту үдерісіне қажетті жылудың бір бөлігін қамтамасыз етеді.

Мыс балқыту өндірісі қуатты электр жабдықтарының үлкен ассортименти мен санына ие, мысалы: компрессорлар, үрлегіштер, сорғы жабдықтары, тарту жабдықтары, әртүрлі жетек қондырғылары және т.б. Қуатты басқару жүйелерін орнату және энергияны үнемдейтін жабдықты пайдалану арқылы электр энергиясын пайдалануды азайтуға болады.

Технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйесіне (ТҮБАЖ) біріктірілген жиілік түрлендіргіштерімен жабдықталған электр қозғалтқыштарын пайдалану ең тиімді. Бұл, мысалы, нақты шығарындыларға байланысты шығару жылдамдығын қосуға және реттеуге мүмкіндік береді. Бұл үрлегіштер мен сорғы қондырғыларының жұмысын реттеуге де қатысты. Орташа алғанда, мұндай бақылау әдістерін пайдалану электр энергиясын тұтынуды 20 -дан 40 %-ға дейін төмендетуі мүмкін. Электр жетек жүйелерін оңтайландыруға байланысты энергияны үнемдеу мәселелері анықтамалықта егжей-тегжейлі сипатталған [51].

Күкірт қышқылын өндірудің энергия тиімділігін арттыру жоспарындағы негізгі бағыт процесте жүретін химиялық реакциялардың жылуын, атап айтқанда, химиялық реакциялар нәтижесінде алынған жалпы жылу мөлшерінің 30 % - 40 % - құрайтын абсорбциялау жылуын барынша пайдалану болып табылады. Абсорбциялау жылуын жылу суын немесе төмен қысымды буды алу үшін пайдалануға болады.

Кәсіпорындарда буды пайдалану нұсқалары жылытылатын орталықтандырылған жылу суымен салыстырғанда әртүрлі. Бұл технологияны енгізу күкірт қышқылы өндірісінің жалпы энергия тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді [8].

Өндірістегі жылу шығынын азайту үшін пешті тиімді төсеу және бу және ыстық су құбырлары сияқты жоғары температураны пайдаланатын аумақтарды оқшаулау қолданылады.

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

Өндірісті оңтайландыру, энергия шығынын азайту, жоғарыда аталған техникаларды ұтымды пайдалану арқылы шығарындылар азаяды.

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

2021 жылы "Орталық Орал мыс қорыту зауыты" ЖАҚ Ванюков пештеріндегі қалдық жылу қазандықтарының бу әлеуетін пайдалану үшін бу турбиналық қондырғысын іске қосты. Бу турбины кәсіпорынға қосымша жылына 53,5 млн. кВт/сағ электр және 35 мың Гкал жылу энергиясын өндіреді. Жобаны жүзеге асыруға жұмсалған инвестиция көлемі шамамен 590 миллион рубльді құрады.

Регенеративті оттықты пайдалану энергия тиімділігін арттырады. Энергияны үнемдеу деңгейі 30 % жетеді, ал пайдаланылған газдың температурасын 500 °С немесе одан да көп төмендетуге болады.

Жылуды рекуперациялау тұтынылатын энергияның 30 - 40 % дейін үнемдеуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде бірдей отын шығынымен жану үдерісінде алынатын жылу мөлшері 10 - 15 %-ға артады.[64 ]

2019 жылдың желтоқсан айынан бастап Медногорск МСК мыс балқыту зауытында номиналды қуаты 3,5 МВт үрлегіш жетекке арналған жоғары вольтты жиілік түрлендіргіші сәтті іске қосылды. Жиілік түрлендіргіші балқыту қондырғысы мен түрлендіргіштерге сығылған ауа беру параметрлерін өзгерту мақсатында жетектің айналу жылдамдығын басқаруға арналған. Жабдықтарды сатып алуға және орнатуға жұмсалған жалпы шығындар 27,2 миллион рубльді құрады. Жобаның өтелу мерзімі – 1,46 жыл. [72].

2007 жылы "Лифоса" АҚ "Энергия өндіруде жергілікті және жаңартылатын энергия көздерін пайдалану" жобасын жүзеге асырды, жылуды қалпына келтіру жүйесін (Heat Recovery System - HRS) құрды. Мұндай жүйенің болуы көбірек жылу энергиясын алуға және күкірт қышқылын өндіру кезінде пайда болатын технологиялық жылуды толық пайдалануға мүмкіндік береді. Алынған қаныққан бу қалалық нысандарды жылытуға және технологиялық қажеттіліктерге пайдаланылады. Сонымен қатар, қысымы 6 атмосфера болатын буды электр энергиясын өндіру үшін де пайдалануға болады [73].

Америкалық DuPont Clean Technologies компаниясының MECS Heat Recovery System (MECS HRS) жабдықтары мен жылуды рекуперациялау жүйелері әртүрлі салалардағы көптеген кәсіпорындарда енгізілген. MECS технологиялары өндірістің қоршаған ортаға әсерін айтарлықтай төмендетеді алады.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Жоқ.

### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Процестер мен өндірістерді оңтайландыруға қатысты барлық жүйелер сипаттамаларына, жұмыс сипатына және қондырғылардың немесе процестердің күрделілігіне байланысты пайдалануға болады.

Бұл үнемдеу әдістері зауыттың жеке құрамдас бөліктерін үнемдеудің мысалдары болғандықтан, олардың қолданылуы мен экономикалық тиімділігі белгілі бір өнеркәсіп алаңы мен үдерістің нақты жағдайларына байланысты. Мыс өндірісіндегі энергия тиімділігін арттырудың негізгі бағыттары 5.1 -кестеде көрсетілген.

### **5.1-кесте. Энергия тиімділігін арттырудың негізгі бағыттары**

р/с №	Атауы	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Энергия менеджменті	Жалпы қолданылады
2	Балқытудың тиімді технологияларын қолдану	Пирометаллургиялық процестерге қолданылады

3	Оттықтарға берілетін ауаны оттегімен байыту	Пирометаллургиялық процестерге қолданылады
4	Жалпы жылуды қалпына келтіру	Пирометаллургиялық процестерге қолданылады
5	Жанармай мен жану ауасын қыздыру	Пирометаллургиялық процестерге қолданылады
6	Қалдық жылуды қалпына келтіру есебінен Сілтсіздендіру ерітінділерінің температурасын арттыру	Гидрометаллургиялық процестерге қолданылады
7	Шикізатты қыздыру және кептіру	Пирометаллургиялық процестерге қолданылады
8	Объектілердің жылу окшаулауы	жалпы қолданылады
9	Жабдықтың электр жетектерін тиімді басқару	жалпы қолданылады

Оттегімен байыту технологиясының максималды пайдасы жану камералары газ көлемін азайту үшін арнайы жасалған жаңа қондырғыларда қол жеткізіледі.

Шығарылатын газдарды отын ретінде пайдалану арқылы электрлік немесе шахталық пеште түзілетін көміртегі тотығының химиялық энергиясын қалпына келтіру мүмкіндігі оның пайыздық үлесіне, сондай -ақ технологиялық үдерістің түріне (мысалы , оның мерзімді сипаты) байланысты.

Регенеративті және рекуперативті оттықтар негізінен газ тәрізді отындар үшін қолданылады.

Қолданыстағы өндірістерді модернизациялауда энергияны қайта өңдеу әдістері оңай енгізіледі [66], дегенмен кейде жылу алмастырғыштарда металдардың тұндыруымен байланысты проблемалар туындауы мүмкін. Сондықтан сапалы жобалау шығарылатын компоненттер мен олардың әртүрлі температурадағы сипаты туралы сенімді білімге негізделуі керек. Жоғары термиялық тиімділікті сақтау үшін жылу алмастырғыштарды тазалау жүйелері де қолданылады.

Өскемен металлургиялық кешені мен Балқаш мыс қорыту зауытында Айза пештерінің, Ванюков пештерінің және конвертерлерінің жоғары температуралы түтін газдарын пайдаланатын қалдық жылу қазандықтары орнатылған.

"Қазцинк" ЖШС Өскемен металлургиялық кешенінде жылу сорғышының көмегімен төмен сұрыпты жылуды пайдалану ұйымдастырылған.

### **Экономика**

Жоғарыда аталған әдістер айтарлықтай инвестицияны қажет етеді. Экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Энергия үнемдеу.

## **5.1.2. Шикізатты сақтау, өңдеу және тасымалдау кезінде ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын болғызбау және азайту әдістері**

Ұйымдастырылмаған шығарындылар мыс және бағалы металдар өндірісіндегі эмиссиялардың маңызды көзі болып табылады. КТА мәліметтері бойынша келіп түскен ұйымдаспаған эмиссиялардың көлемі жалпы санның 5 %-дан азын құрайды, дегенмен бұл көрсеткіш нақты алаңның жағдайына байланысты өзгеріп отырады.

Ұйымдастырылмаған шығарындылар қалыпты жұмыс жағдайында ұшпа қосылыстардың немесе тозаңның қоршаған ортамен тікелей (бағытталмаған) жанасуы нәтижесінде пайда болады.

Металлургиялық зауыттарда ұйымдастырылмаған шығарындылар келесі көздерден туындауы мүмкін:

шығарындылары желдің қарқындылығына тура пропорционалды тасымалдау, түсіру, сақтау және өңдеу жүйелері;

көлік құралдарының қозғалысы кезінде көтерілетін жол тозаңының жүзгіні және көлік құралдарының дөңгелектері мен шассилерінің ластануы;

тастанды цехтардан, қоймалардан немесе түсіру пункттерінен желдің жылдамдығының кубына пропорционал желдің әсерінен тозаңды материалдардың екінші рет шығарылуы;

технологиялық процестер.

Егер ластағыш заттар ғимараттан табиғи жолмен шығарылса (терезелер, есіктер), мәжбүрлі желдету арқылы шығарындылар жіберілген эмиссиялар ретінде қарастырылса және ұйымдастырылған көздерге жатса, ғимарат ішіндегі көздерден шығарылатын шығарындылар ұйымдастырылмаған эмиссияларға жатқызылады.

Ұйымдастырылмаған эмиссиялардың көздері нүктелік, сызықтық, беттік немесе көлемді болуы мүмкін.

Ұйымдастырылмаған эмиссиялардың мысалдарына тиеу және түсіру кезінде, тозаңды қатты материалдарды ашық ауада сақтау кезінде қоймаларда пайда болатын эмиссиялар, сондай-ақ шихтаны тиеу және аспирация болмаған кезде балқытуды шығару кезінде пештерден шығарындылар, электролиз ванналарынан шығарындылар, еріткіштер қолданылатын процестер және т.б. жатады.

### **Сипаттама**

Шикізатты, отынды және басқа да материалдарды сақтау, өңдеу және тасымалдау кезінде ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу әдістерінің жиынтығы.

### **Техникалық сипаттама**

Кендер мен концентраттарды түсіру пункттерінде тозаңның алдын алу, тозаң жинау және тазалау жүйелері кеңінен қолданылады.

Қатты материалдарды түсіру, сақтау және жылжыту қатты отын үшін қолданылатын әдістермен жүзеге асырылады. Жалпы алғанда, бұл материалдардың сақтау талаптары анағұрлым қатал, өйткені олар реактивті, бөлшектердің өлшемі кішірек және ауада тұман түзу немесе суға жуып кету ықтималдығы жоғары. Автоматты жылдам нығыздау құрылғылары кеңінен қолданылады. Флюстеу және

қожды өңдеу үшін қолданылатын заттар да рудалар мен концентраттарға ұқсас түрде учаскеге жеткізіледі, сақталады және өңделеді.

Кендер мен концентраттар (егер олар тозаң түзсе) және басқа да тозаңды материалдар әдетте жабық ғимараттарда сақталады. Бүркелген және жабық қатқабаттар мен бункерлер де қолданылады. Ашық қатқабаттар түйіршіктелген материалдың үлкен бөліктерін сақтау үшін пайдаланылады, бірақ олар әдетте материалдың жоғалуын, топырақ пен кендердің ластануын болғызбау үшін бетон сияқты қатты, су өткізбейтін жабыны бар учаскелерге орналастырылады. Кейбір кесек материалдар жабынның ықтимал зақымдалуына байланысты төселген учаскелерге қойылмайды, бұл жасырын проблемаларды тудыруы мүмкін. Сапасы әртүрлі кендерді бөлу үшін олардың қатқабаттарының арасында жиі өткелдер қалдырылады.

Кендер мен концентраттар әдетте үлкен қондырғыларда пайдаланылады, сондықтан силостар негізгі сақтау орны ретінде жиі пайдаланылмайды, бірақ оларды аралық сақтау немесе кен/флюс қоспалары үшін пайдалануға болады. Оңтайлы қоспаларды алу және технологиялық бақылауды жақсарту мақсатында кендер мен флюстерді өлшеу үшін "салмағын өзгерту бойынша" мөлшерлеу жүйелері және конвейерлік таразылар, дозаторлар қолданылады.

Тозаңды басу үшін жиі су бүркуі қолданылады, бірақ құрғақ партия қажет болса, бұл әдіс әдетте қолданылмайды. Материалды шамадан тыс ылғалдандырусыз тозаңды басу үшін су тұманын тудыратын жұқа тозаңдатқыштар сияқты балама әдістер қолданылады. Кейбір концентраттарда тозаңның пайда болуын болғызбау үшін бастапқыда жеткілікті ылғал болады.

Желді күнде тозаңның пайда болуын болғызбау үшін беттік байланыстыратын заттарды (мысалы, меласса, әк немесе поливинилацетат) пайдалануға болады. Беткі қабаттардың бөлшектерін байланыстыру олардың тотығуын және кейіннен материалдың жерге немесе жерүсті ағынына ағып кетуін болдырмайды.

Кен материалдарын түсіру айтарлықтай тозаң шығарындыларының әлеуетті көзі болуы мүмкін. Негізгі мәселе жартылай вагон немесе басқа аударылатын көлік ауырлық күшімен түсірілген кезде туындайды. Түсіру жылдамдығы бақыланбайды, бұл тозаңды басу және тозаңды жинау мүмкіндіктерінен асып кетуі мүмкін айтарлықтай тозаң шығарындыларына әкеледі. Мұндай жағдайларда автоматты есіктері бар жабық түсіру бөлмелерін пайдалануға болады.

Төңкерілген вагондарға қарама-қарсы орналасқан мөлдір пластик экрандар да қолданылады. Бұл жағдайда түсіру кезінде пайда болатын ауа толқыны аралық секцияға (sprung section) өтеді және контейнер түсіру энергиясын сіңіреді; ауа қысымы сөндіріледі, бұл сору жүйесіне жоғарылаған жүктемені жеңуге мүмкіндік береді.

Материалды төменгі берілісі бар конвейердің, грейферлі кранмен немесе алдыңғы тиегішпен түсіруге болады, тозаңды материалдарды тасымалдау үшін толығымен жабық конвейерлер қолданылады. Пневматикалық жүйелер тығыз материалдарды

тасымалдау үшін де қолданылады. Аспирациялық сүзгі жүйелері тозаңды материалдарды стационарлық түсіру орындарында немесе конвейерлердегі тасымалдау орындарында ұстау үшін пайдаланылуы мүмкін. Ашық конвейерлерді пайдаланған кезде таспа тым жылдам қозғалса (мысалы, 3,5 м/с жоғары жылдамдықта) тозаң пайда болуы мүмкін. Алдыңғы тиегішті пайдаланған кезде бүкіл тасымалдау қашықтығында тозаң басуға болады.

Қатты бөлшектер көліктердің дөңгелектеріне және басқа бөліктеріне жабысып, өнеркәсіп алаңындағы және одан тыс жерлердегі жолдарды ластауы мүмкін. Ластанудың бұл түрін жою үшін дөңгелектерді және түбін жуу жиі қолданылады (немесе, мысалы, төмен температурада, басқа тазалау әдістері). Бұл мәселе қажетті мөлшерден үлкенірек алдыңғы тиегіштерді пайдалану арқылы қиындауы мүмкін.

Су бүріккіш және вакуумды сору комбинациясын пайдаланатын сыпырғыш машиналар мен басқа да арнайы жабдықтар тозаңды жинау үшін, оның ішінде ескі қойма аумақтарынан, ішкі жолдарды таза ұстау және екінші реттік тозаңның алдын алу үшін кеңінен қолданылады.

Жергілікті жер бедерінің ерекшеліктеріне байланысты су тасқыны/су басу және соған байланысты улы материалдардың бөлінуіне қатысты сақтық шараларын қолдану қажет.

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

Металдардың, тозаңның және басқа қосылыстардың шығарындыларының таралуын болғызбау/азайту.

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

Әдетте концентраттарды сақтауға арналған мыс зауыттарында ені 24-30 м және орталық теміржол түсіру эстакадасы бар бір қабатты тікбұрышты қоймалар кеңінен қолданылады. Қойма ұзындығы 18 м болатын бөлімдерге бөлінген. Әрбір бөлім белгілі бір материалды сақтауға арналған және сыйымдылығы 950 – 1300 м<sup>3</sup>. Бөлімшелердегі қыздырылған түбі мұздатылған концентраттарды ерітуге мүмкіндік береді.

Қоймалар сондай-ақ концентратты контейнерлерде ерітуге және бос ыдыстарды жууға арналған құрылғылармен және жөнелтуге дайындалған бос ыдыстарды қабаттауға арналған орындармен жабдықталған.

Концентраттары бар контейнерлерді түсіру, оларды тасымалдау және бос контейнерлерді теміржол платформаларына тиеу операциялары аспалы кран арқылы орындалады.

Концентраттарды қабаттап жинап, қоймадан грейферлі крандармен шығарады. Кран концентратты шағын қабылдау бункеріне береді, одан концентрат таспалы жеткізгіштің көмегімен көлбеу ленталы конвейерге түсіп, партияны дайындауға бағытталады.

Сақтау орындарының сыйымдылығы оларда зауыт жұмысының 10 - 30 күні ішінде шикізаттың, флюстердің және басқа материалдардың қорын сақтайтындай болуы керек.

Сынамаларды іріктеудің кешенді жүйелерін қолдану сақтауға себілген шикізаттың сапасын анықтауға және бақылауға мүмкіндік береді.

Бір немесе бірнеше әдісті қолдану шығарындыларды 90 %-ға дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

"Umicore" Хобокен компаниясында шикізат қоймасы толығымен жабылған. Өндіріс орындары мен жақын мандағы жолдар мен аумақтарды тазарту жұмыстары қарқынды жүргізілуде. Интенсивті тозаңды басу аймақтары сумен суарылады, жел барометрі қолданылады, оған сәйкес шикізаттың өңделуі мен қозғалысы ауа райы жағдайына байланысты шектеледі немесе кешіктіріледі [87].

2021 жылдың наурыз айында KGHM (Глоггов) балқыту зауытында қорғасыны бар материалдар қоймасының құрылысы аяқталды, ол су бүрку жүйелерімен және ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу үшін жабық сарқынды суды жинау жүйесімен жабдықталған [88].

2020 жылы "ММК" ЖАҚ-ның ашық және жабық темір кені шикізат қоймасында тозаңды басатын жүйенің енгізілуі ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларын 200 тоннаға азайтуға көмектесті. Агломерациялық шихтаны дайындау цехтарында орнатылған тозаңды басу жүйесі екі кезеңнен тұрады: бастапқы тозаңды басу қойма ішінде тозаңды локализациялауды қамтамасыз ететін саптамалық жүйелердің арқасында жүзеге асырылады, осылайша материалды түсіру кезінде тозаңның енуіне жол бермейді. Екінші реттік тозаңды басу қар генераторлары арқылы жүзеге асырылады. Жүйені пайдалану тиімділігі 70 %-ан астам. Көмір дайындау цехында, ең тозаңды жерлерде жергілікті тозаңды басу жүйесі қолданылды. Бүгінгі күні цех бес тозаңды басу жүйесімен жабдықталған, бұл 80 % мәлімделген тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік берді [89].

2021 жылы Среднеуральский мыс қорыту зауытының аумағында (ӨММК металлургиялық кешенінің кәсіпорны) интеллектуалды басқару жүйесі бар автоматты ауа айдау функциясы бар мыс концентратын сақтауға арналған пневмокаркас ангары орнатылды. Үрлемелі ангар орнату қажеттілігі мыс балқыту зауытында күрделі жөндеу кезеңінде концентраттарды сақтайтын қосымша орындардың қажеттілігімен негізделді [90].

2019 жылы "KGHM" зауытында (Польша) концентраттар мен ұсақ түйіршікті материалды тасымалдау және өңдеу үшін пневматикалық көлік жүйелерін пайдалана отырып, концентрат таспалы конвейерлерінің және араластырғыш қойманың керме станцияларын тығыздау жұмыстары жүргізілді [88].

### **Кросс-медиа эсерлер**

Егер материалды ылғалдандыру үшін су қосылса, балқыту үдерісінде энергияны тұтынудың айтарлықтай артуы мүмкін. Қосылған су материалда қалады және өңдеу



кезінде кептіргіште немесе пеште жойылуы керек. Бұл қосымша энергияны қажет етеді

Балқаш мыс қорыту зауытында штабельге орналастырылған материалдардың ылғалдылығы (шихта дайындау кезінде) 7 (жеті) пайыздан аспауы керек. Осыған байланысты ылғалдылығы жоғары концентраттар кептіруге ұшырайды.

Материалды ылғалдандыруға, жолды суаруға және доңғалақтарды жууға арналған су шығыны.

#### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға бірдей қолданылады.

#### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

2020 жылы "ММК" ЖАҚ темір кені шикізатының ашық және жабық қоймасында тозаңды басатын жүйені енгізу 60 миллион рубль инвестицияны қажет етті [89].

Среднеуральский мыс қорыту зауытында пневмокаркас ангарын орнату жобасының құны мен жүзеге асырылуы кәдімгі қойманың күрделі құрылысына қажет болатын жобадан 80 %-дан астам төмен болып шықты [90].

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындыларды азайту/алдын алу.

Шикізат пен басқа материалдарды үнемдеу.

### **5.1.3. Ластағыш заттардың ұйымдастырылған шығарындыларын болғызбау және азайту әдістері**

#### **5.1.3.1. Тозаңның, металдардың және бөлшектердің шығарындылары**

Мыс және бағалы металдар өндірісінде ұйымдастырылған тозаң шығарындыларының әртүрлі көздері бар: пештер, конвертерлер, сонымен қатар көмекші жабдықтар. Тозаңның негізгі бөлігі атмосфераға шикізатты дайындау, шихтаны кептіру және өңдеу кезінде шығарылады.

Мыс және асыл металдар өндіруде қолданылатын негізгі тозаңсыздандыру қондырғылары скрубберлер, қап сүзгілері, электростатикалық тұндырғыштар немесе олардың комбинациясы – гибриді сүзгілер деп аталады. Электрсүзгілер мен қапшық сүзгілердің артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Тозаң шығарындыларын азайту әдістеріне шолу төмендегі 5.2 - кестеде берілген.

5.2-кесте. Тозаңды кетіру әдістеріне шолу

р/с №	Сипаттама	Кросс-медиа әсерлер	Операциялық деректер ықтимал мәселелер)	( Қолдану мүмкіндігі	Енгізуді ынталандыру
1	2	3	4	5	6

1	Қапшық сүзгілері	Тозанды қайта пайдаланса болмайды	Кептелу, қабыну, бітелу. Ең жоғары жұмыс температурасы 250 °С	Негізінен жақсы тығыздауыш және заманауи сүзгі құралдарымен	Тозаңның белгілі бір түрлеріне жоғары өнімділік. Үдеріске тозанды қайтару мүмкіндігі
2	Ылғалды электросүзгі	Сарқынды су көзі	Кабельдердің үзілуі және қысқа тұйықталу. Ең жоғары жұмыс температурасы 80 °С	Ылғалды газдар үшін жоғары тиімділік	Тозаңның белгілі бір түрлеріне жоғары өнімділік; қысымның төмен деңгейі төмендейді, бірақ сарқынды сулар пайда болады
3	электросүзгі	Тозанды қайта пайдаланса болмайды	Әртүрлі бөлшектер; кабельдің үзілуі және қысқа тұйықталу. Ең жоғары жұмыс температурасы 450 °С	Негізінен жақсы басқару жүйелерімен және газды біркелкі бөлумен	Төмен қысымның төмендеуі, сенімді, төмен техникалық қызмет көрсету
4	Ылғал тазартқыштар	Сарқынды су көзі	Өнімділіктің төмендеуі және бітелу. Максималды жұмыс кіріс температурасы 1000 °С	Басқа әдістерді қолданар алдында газдарды тазарту немесе алдын ала өңдеу. Тозаңның белгілі бір түрлеріне ғана жарамды. Отын ретінде немесе қышқылдық қондырғылар үшін қолданылатын газдарды тазарту	Қышқыл газдарды немесе буларды жою
5	Керамикалық сүзгілер	Тозанды қайта пайдаланса болмайды	Морттану, бітелу және бітелу. Тозаңның белгілі бір түрлері үшін. Максималды	Жоғары температурада жұмыс істеу	Кейбір тозаң түрлері үшін өте жоғары өнімділік.

			жұмыс температурасы 900 °С		Үдеріске тозанды қайтару мүмкіндігі
6	Циклондар	Тозанды қайта пайдаланса болмайды	Төмен өнімділік. Ұсақ тозаң үшін тиімді емес Ең жоғары жұмыс температурасы 1100 °С	Алдын ала тозаңсыздандыру	Басқа әдістерді қолданар алдында газдарды алдын ала өңдеу

### 5.1.3.1.1. Электрсүзгілер

#### Сипаттама

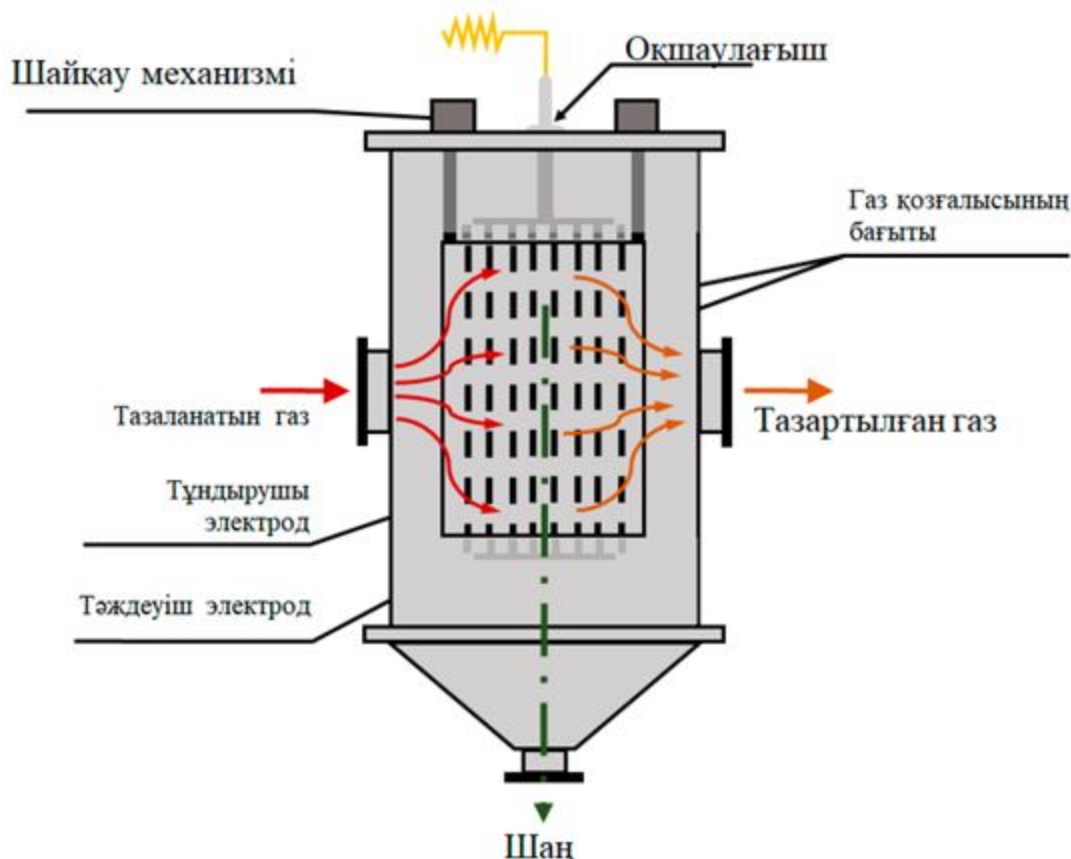
Электрсүзгілерде бөлшектер электр өрісінің әсерінен зарядталады және ұсталады. Олар әртүрлі жағдайларда жұмыс істей алады.

Шығарылатын газдардың жоғары температурасында ( $> 300^{\circ}\text{C}$ ) жұмыс істеу үшін арнайы жасалған электр сүзгілері ыстық электр сүзгілері деп аталады.

#### Техникалық сипаттама

Электрсүзгілер өнеркәсіпте белсенді түрде қолданылады және температураның, қысымның және тозаң жүктемелерінің кең ауқымында жұмыс істей алады. Олар бөлшектердің мөлшеріне өте сезімтал емес және ылғалды және құрғақ жағдайда тозанды ұстайды. Электрсүзгінің конструкциясы коррозияға және тозуға төзімді.

Электрсүзгі бірнеше жоғары вольтты тәж электродтарынан және сәйкес жинағыш электродтардан тұрады. Бөлшектер зарядталады және кейіннен электродтар арасында пайда болған электр өрісінің әсерінен газ ағынынан босатылады. Электродтар арасындағы электр өрісі жоғары кернеулі (100 кВ) аз тұрақты ток арқылы жасалады. Іс жүзінде электрсүзгі бірнеше дискретті аймақтарға (әдетте беске дейін) бөлінеді. Электр сүзгісінің құрылғысының схемасы 5.3 -суретте көрсетілген.



5.3-сурет. Электрсүзгі құрылысының схемасы (тек екі аймақ көрсетілген)

Бөлшектер газ ағынынан төрт қадаммен жойылады:

- электр зарядын тозаң бөлшектеріне бағыттау;
- зарядталған тозанды электр өрісіне беру;
- коллекторлық электродпен тозанды ұстау;
- электрод бетінен тозанды кетіру.

Тәждік электродтар тозаңның жиналуын болғызбау үшін шайқау немесе дірілдету керек, сәйкесінше олардың механикалық беріктігі мұндай әсерге төтеп беруі керек. Тәждік электродтардың механикалық сенімділігі және олардың тірек құрылымы үлкен маңызға ие, өйткені бір үзілген кабельдің өзі электрсүзгінің бүкіл электр өрісін қысқа тұйықтауы мүмкін.

Электр сүзгісінің өнімділігі Дойч формуласымен [80] анықталады, оған сәйкес тиімділік жинағыш электродтардың жалпы бетінің ауданымен, газ көлемінің ағынының жылдамдығымен және бөлшектердің миграция жылдамдығымен анықталады. Осылайша, жинаушы электродтардың бетінің ауданын ұлғайту тозаңның белгілі бір түрін ұстау үшін үлкен маңызға ие, сондықтан заманауи тәсіл кеңейтілген электродаралық кеңістікті пайдалану болып табылады. Бұл өз кезегінде сенімді дизайнды және түзеткіштің жұмысын бақылауды білдіреді.

Өнеркәсіпте қолданылатын түзеткіштердің конструкциясы әрбір аймаққа немесе электрсүзгі аймағының бір бөлігіне құрылғының жеке секцияларын пайдалануды

қарастырады. Бұл кіріс және шығыс аймақтарына әртүрлі кернеулерді қолдануға мүмкіндік береді, өйткені шығыста тозақ жүктемесі аз болады, сонымен қатар аймақтарға берілетін кернеуді ұшқынсыз біртіндеп арттыруға мүмкіндік береді. Жақсы конструкция сонымен қатар белгілі бір аймақтың электродтарында ұшқынсыз жоғары кернеуді оңтайлы түрде ұстап тұратын автоматтандырылған басқару жүйелерін пайдалануды білдіреді. Автоматты бақылау-өлшеу құрылғысы ұшқын пайда болмай, мүмкін болатын ең жоғары кернеуді беру және оның мәнін үнемі өзгерту үшін қолданылады. Тұрақты жоғары вольтты қуат көзін қолдану тозақ жинаудың оңтайлы тиімділігіне қол жеткізуді мүмкін емес етеді.

Тозақтың электрлік кедергісі (электр өткізгіштігінің кері шамасы) ерекше маңызға ие. Егер ол тым төмен болса, онда жинақтаушы электродқа жеткен бөлшектер зарядтарын оңай жоғалтады және тозақтың қайтадан түсуі мүмкін. Тозақтың меншікті кедергісінің жоғарылауымен электродта қалыпты тәжді болдырмайтын және жинау тиімділігінің төмендеуіне әкелетін оқшаулағыш қабат пайда болады. Жалпы алғанда, тозақтың меншікті кедергісі жұмыс ауқымында, бірақ бөлшектердің физикалық сипаттамаларын жақсарту арқылы жинау тиімділігін одан әрі жақсартуға болады. Бұл үшін аммиак пен күкірт триоксиді кеңінен қолданылады. Кедергілікті температураны төмендету немесе газды ылғалдандыру арқылы да азайтуға болады.

Электрсүзгінің жоғары өнімділігіне қол жеткізу үшін газ ағынның біркелкілігін қамтамасыз ететін арнайы құрылғылар арқылы өткізіледі, бұл оның электр өрісінен тыс өтуіне жол бермейді. Ағынның біркелкілігіне қол жеткізу үшін кіріс арналарының дұрыс конструкциясы және электрсүзгідің кірісінде ағынды тарату құрылғыларының болуы қажет.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Тозақ мен металл шығарындыларын азайту

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

Қазіргі уақытта электр сүзгілері пирометаллургиялық мыс өндіру процесінде кеңінен қолданылады. Мәселен, Жезқазған мыс балқыту зауытында күйдірілген газдарды ақтап тазарту үшін ППП- 55x3У типті алты құрғақ электрсүзгі орнатылған. Кенді термиялық пештер мен конвертерлердің газдары құрама коллектордан қосқыш газ құбыры арқылы лас газ коллекторына түседі ол жерден құрғақ электрофилтрлер арқылы таратылады.

Балқаш мыс балқыту зауытында конвертерлерден, ПВ- 1 және ПВ- 2 пештерінен алынған аралас газдар құрғақ электрсүзгілер секциясына түседі, онда олар УГТ 1 - 60 - 3 7 құрғақ электрсүзгіште тозақтан ұсақ тазартылады.

"Казцинк" ӨМК ЖШС-де ISASMELT балқыту пешінің технологиялық газды тазарту қондырғысының газдары BS- 780R электростатикалық тұндырғыштың көмегімен тазартылады.

Среднеуральск мыс балқыту зауытының конвертерлік газдарын тазалауға арналған ескірген жұқа электросүзгілерді заманауи жабдыққа ауыстыру тозаңның деңгейін  $1 \text{ г/м}^3$ -тен  $0,1 \text{ г/м}^3$  дейін төмендетуге мүмкіндік берді . [91].

Тозаңды кетіру тиімділігі 96 %-дан 99,9 %-ға дейін өзгереді.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Электр энергиясын тұтыну тозаң жинау тиімділігінің жоғарылауымен артады. Электр сүзгісіне қызмет көрсету кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін. Егер оны қайта пайдалану мүмкін болмаса, тозаңды қайта өңдеу қажет.

### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Олардың жоғары тиімділігіне, төмен гидравликалық кедергісіне, жоғары жұмыс қабілеттілігіне және энергетикалық тиімділігіне байланысты электр сүзгілері негізгі технологиялық жабдықтан шығарылатын газдардан тозаңды ұстауға арналған ең сәтті қондырғыларға айналды.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Тозаңды қайта пайдалану мүмкіндігімен тозаңды шығаруды азайту.

Тозаңды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

## **5.1.3.1.2. Ылғалды электрсүзгілер**

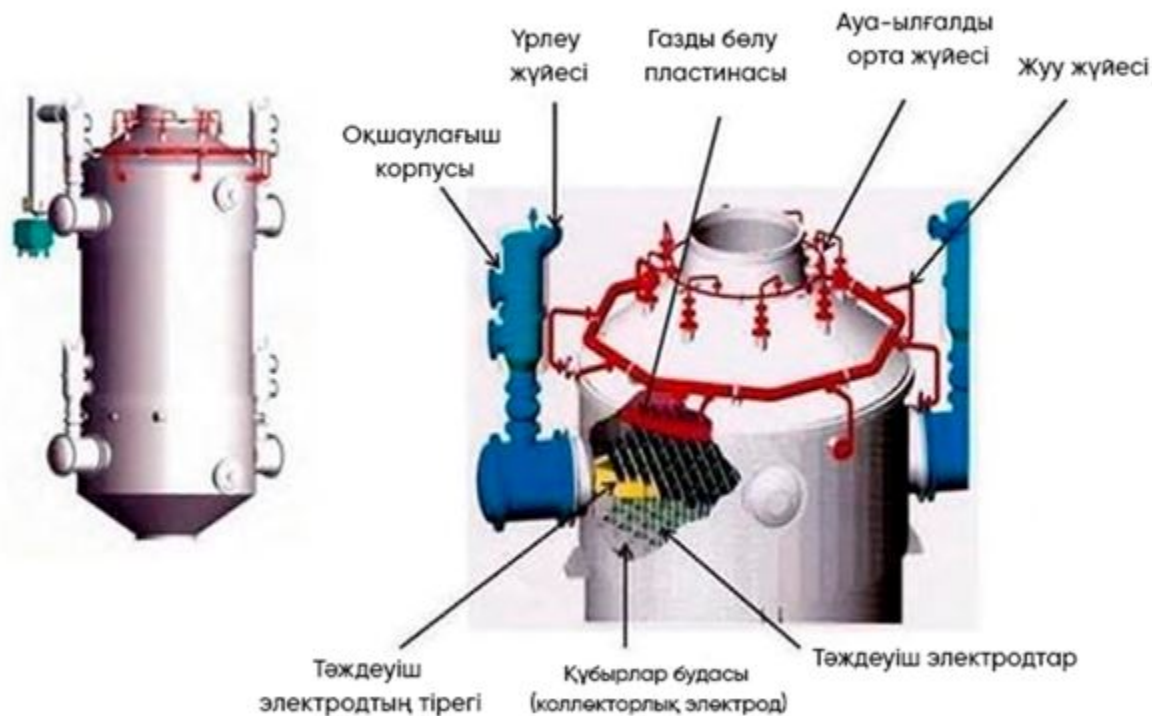
### **Сипаттама**

Бұл әдіс жиналған материалды коллектор тақталарынан сұйықтықпен, әдетте сумен жуатын электрсүзгіні қолдануды қамтиды. Су тамшыларын кетіру үшін пайдаланылған газды шығарар алдында арнайы құрылғы (мысалы, ылғал ұстағыш немесе соңғы құрғақ алаң) орнатылады.

### **Техникалық сипаттама**

Ылғалды электрсүзгілер әдетте абсорбциядан кейінгі қалдық тозаң мен тамшыларды кетіру сатысында пайдаланылады. Жұмыс істеу қағидаты құрғақ электрсүзгілердің жұмыс істеу қағидаттарына ұқсас. Бұл жағдайда жиналған тозаң сұйықтықтың көмегімен пластиналардан немесе коллектор түтіктерінен кетіріледі. Қатты материалдардың көп мөлшері пайда болған жағдайда, коллекторлық электродтардағы шөгінділердің алдын алу үшін сүзгідегі суды үздіксіз бұрку үшін кіріктірілген бұріккіш саптама қолданылуы мүмкін. Суды осылайша шашырату коллекторлық электродтардағы сұйық пленканың бетін молайтады және қатты заттарды азайтады. Сонымен қатар, дымқыл ЭС жуу жүйелерімен жабдықталады. Жуу мезгіл-мезгіл жүзеге асырылады. Жуу кезінде жоғары вольтты электр қуаты ажыратылады. Олар газ ағынында басқа компоненттердің болуына байланысты, мысалы, суық, дымқыл газ өңделген кезде пластиналарға жабысатын немесе қалыпты

жұмыс кезінде кедергілер тудыратын тозаңның кейбір түрлерін ұстауда бірқатар артықшылықтарға ие болады. Одан әрі өндеуді қажет ететін ағын пайда болады ылғалды ЭС құрылғысының схемасы 5.4 -суретте көрсетілген.



5.4-сурет. Ылғалды электросүзгі құрылысының схемасы

Ылғалды электрсүзгілері немесе қозғалатын электродтары бар электрсүзгілер тозаңның қиын түрлерін ұстау үшін немесе ылғалды газдарды өндеу кезінде қолданылады.

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

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

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

Ылғал электр сүзгілері тозаңның кез келген түрін ұстаудың кез келген дәрежесін қамтамасыз ете алады. Электр сүзгілерді қолдану арқылы газды тазалаудың тиімділігі тозаң мен газ ағынының физикалық-химиялық көрсеткіштеріне, электрсүзгідегі газдың тұру жылдамдығы мен уақытына байланысты. Тазалау тиімділігі 98 – 99,9 %.

Ылғалды электр сүзгілер "Казцинк" ЖШС ӨМК күкірт қышқылы бөлімінде қолданылады, мұнда газды тазарту процесі екі бастапқы скрубберден, салқындату мұнарасынан, соңғы скрубберден және екі бірінші сатыдағы дымқыл электр сүзгілерінен және екі екінші сатыдағы МЭФ-тен тұратын жуу жүйесінде жүзеге асырылады.

Балқаш мыс балқыту зауытында газды түпкілікті тазарту параллель жалғанған үш желіден тұратын дымқыл электр сүзгілер (электр статикалық тұндырғыштар) жүйесінде жүргізіледі, олардың әрқайсысында екі агрегат тізбектей жалғанған.

#### **Кросс-медиа әсерлер**

Тозаң жинаудың тиімділігі артқан сайын электр энергиясының шығыны артады. Металлдардың және басқа заттардың су объектілеріне төгілуін болғызбау үшін одан әрі тазартуды қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуы.

#### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Жаңарту және жаңа құрылыс үшін қолданылады.

#### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Тозанды шығаруды азайту.

Тозанды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

### **5.1.3.1.3. Циклондар**

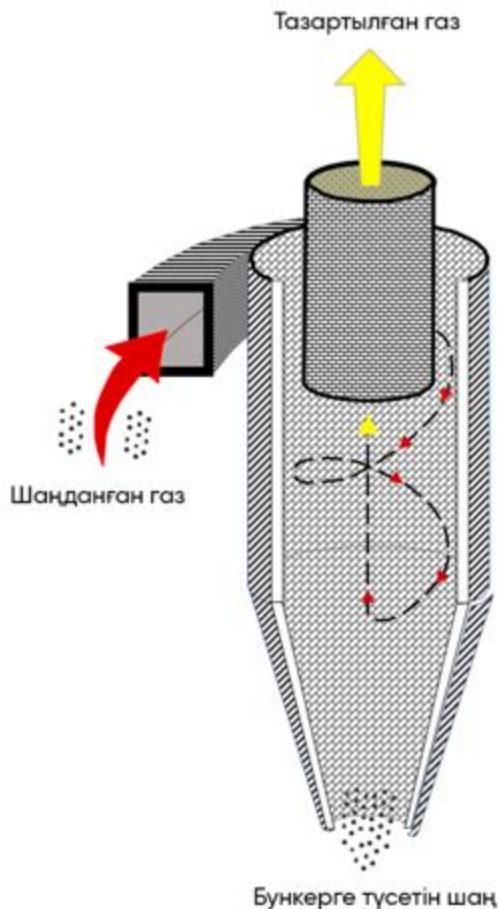
#### **Сипаттама**

Конустық камерада центрдентепкіш күштерді қолдануға негізделген технологиялық газдан немесе газдан тыс ағыннан тозаң мен металлдарды кетіруге арналған жабдық.

#### **Техникалық сипаттама**

Циклон инерциялық газды тазарту құрылғысы болып табылады. Циклондар ауа мен газдарды химиялық тазалауға арналған. Қозғалыс бағытын өзгерткен кезде ол инерция бойынша сол бағытта қозғала бергенде және шөгу бетіне түскенде, газ ағынынан тозаң шығады. Циклон құрылғысының схемасы 5.5 -суретте көрсетілген.





### 5.5-сурет. Циклон құрылысының схемасы

Кіретін газ бұралған ағынға айналады. Спираль ішінде әрекет ететін центрге тартқыш күштер бағыттың өзгеруін қамтамасыз етеді, ал массасы критикалықтан жоғары бөлшектер циклон қабырғаларына түседі.

Түсті металлургияда циклондар газды тазалаудың басқа әдістерімен бірге қолданылады.

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

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Атмосфераға қатты бөлшектердің шығарындыларын азайту. Келесі тазалау қадамдарына дейін (қажет болса) ластағыш заттардың жүктемесін азайту. Циклондар 5 - 25 мкм (мультициклондармен 5 мкм) аралығындағы бөлшектерді ұстау үшін қолданылады. Тиімділік бөлшектердің өлшеміне және циклон дизайнына байланысты 60 % және 99 % арасында өзгереді.

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

Циклондар өнеркәсіптің барлық кәсіпорындарында, негізінен басқа әдістерден бұрын газдарды тозаңнан алдын ала тазарту үшін қолданылады. Тазалау тиімділігі 95 - 97 % құрайды.

#### **Кросс-медиа әсерлер**

Электр энергиясын тұтынудың артуы.

Жиналған тозаңды үдеріске қайтару мүмкін болмаса, қалдықтардың көбеюі.

#### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпыға бірдей қолданылады.

#### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Тозаңды шығаруды азайту.

Тозаңды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

### **5.1.3.1.4. Қапшық сүзгілер**

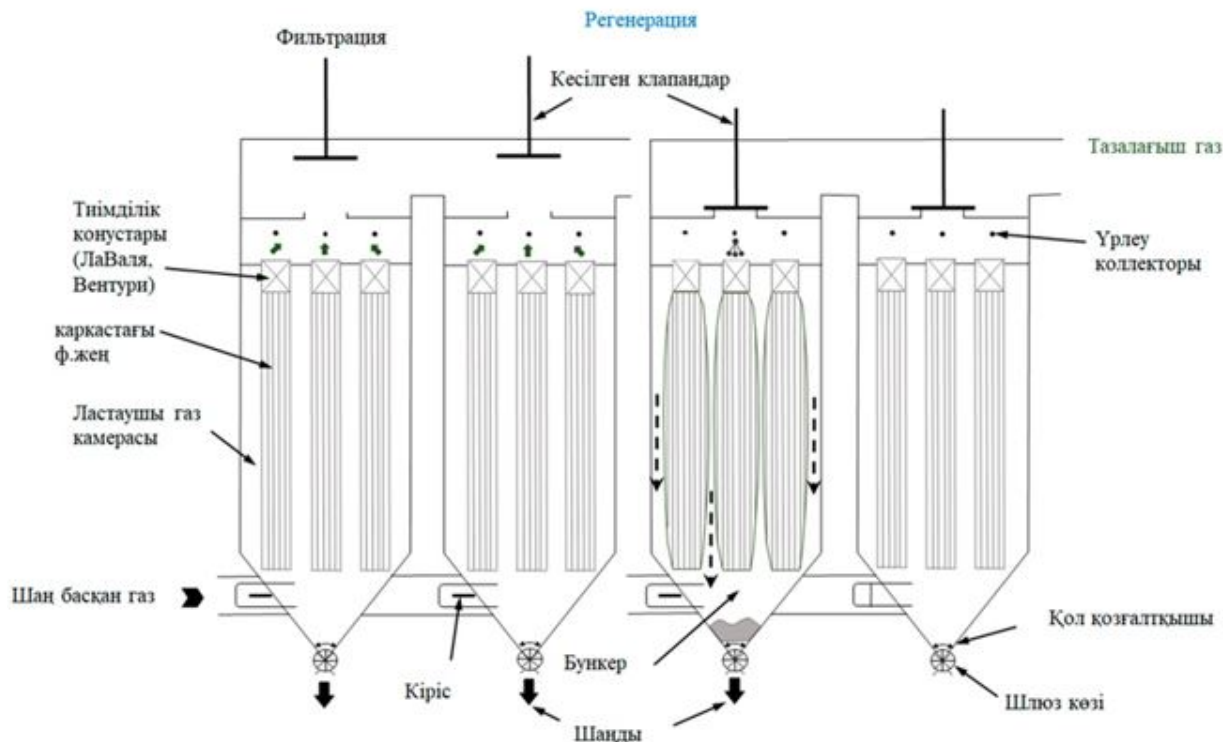
#### **Сипаттама**

Қапшық сүзгілер кеуекті немесе киіз матадан жасалған, ол арқылы газ өтеді және бөгде бөлшектер сүзгілеу немесе басқа жолмен жойылады. Қапшық сүзгілерін пайдалану пайдаланылған газдардың сипаттамаларына және максималды жұмыс температурасына сәйкес келетін сүзгі материалын таңдауды талап етеді. Картриджді/патронды сүзгі қапшықтың орнына ауыстырылатын сүзгі элементтерін пайдаланатын қапшық сүзгінің нұсқасы болып табылады.

#### **Техникалық сипаттама**

Металдарды балқыту және балқыту кезінде пайда болатын ұсақ тозаңнан газды тазартудың жоғары тиімділігіне байланысты қапшық сүзгілер түсті металлургияда кеңінен қолданылады. Тұтану ықтималдығын азайту үшін бөлшектерге қажетті сипаттамалар беру және пайдаланылған газдардың жылуын қалпына келтіру үшін салқындату камераларын, сондай-ақ қалдық жылу қазандықтарын қапшық сүзгілеріне бермес бұрын орнатуға болады.

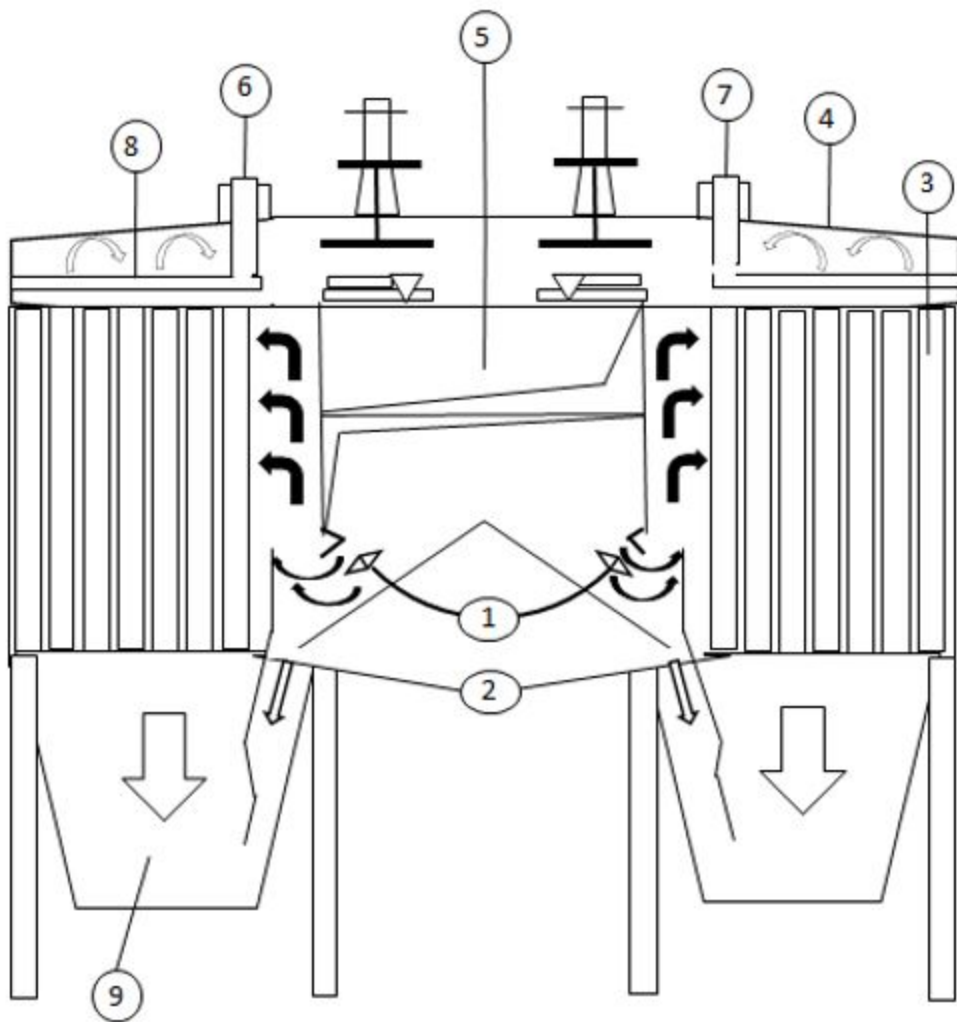
Әртүрлі тазалау жүйесі бар қапшық сүзгілердің схемалары 5.6 - 5.7 - суреттерде көрсетілген.



1 - шикі газ құбыры; 2 - сүзгілегіш қапшықтар; 3 - сүзгі корпусы; 4 – таза газ құбыры; 5 – үрлеу желдеткіші; 6 - реттегіш тиектер; 7 - тозаң шұңқыры; 8 - айналмалы клапандар

5.6-сурет. Кері үрленетін қапшық сүзгі (бір тазалау циклы бөлімі бар)

Мата арқылы сүзудің негізгі принципі - газды өткізетін, бірақ тозаңды ұстайтын мата мембрананы пайдалану. Қапшықтар әдетте металл жақтауға бекітіледі және сүзгі құрылымына қымталған түрде орнатылады. Сүзгілердің өмірлік циклінің басында тозаң матаның бетінде де, оның талшықтарының ішінде де ұсталады, бірақ уақыт өте келе тозаң бетінде жиналып, оның өзі негізгі сүзгі ортасына айналады. Тозаң қабаты өскен сайын газ ағынының өтуіне қарсылық күшейеді. Газдың сүзгіден өткен кездегі қысымның төмендеуін бақылау үшін сүзгі ортасын мерзімді түрде тазалау қажет. Тазартылған газ ағынының бағыты қапшықтың ішінен сыртқа қарай да, сыртынан да ішкі жағына қарай болуы мүмкін.



1 - шикі газ беру; 2 - тойтару қалқасы; 3 - сүзгілеу қапшықтары; 4 – тазартылған газ қабылдағыш; 5 - тазартылған ауа шығатын арна; 6 - мембраналық клапан; 7 - сығылған ауаға арналған резервуар; 8 - газ беру түтікшесі; 9 - тозаң шұңқыры

5.7-сурет. Лүпілдеуші ағынмен кері үрлеп тазарту жүйесі



1. Табақшалы клапан компенсаторы
2. Тазартылған газдың шығуы
3. Шикі газдың кіруі
4. Шаң тұтқыштың компенсаторы
5. Ұяшықты пластина
6. Қап сүзгілер
7. Сыртқы тұғыр
8. Шаң тұтқыш
9. Мембрана клапаны
- Коллектор жетегі
- Импульсті резервуар
10. Таза ауаға арналған коллектор
11. Аккумуляторларды желдету

### 5.8-сурет. Төмен қысымды ауаны тазарту жүйесі

Қапшық сүзгілер әдетте сүзгілегіш материалмен тазалау әдісімен ерекшеленеді. Матадан тозаң қабатын үнемі алып тастау сүзгінің өнімділігін сақтау үшін маңызды, сонымен қатар қапшықтың қызмет ету мерзіміне әсер етеді.

Ең көп таралған тазалау әдістеріне ауаны кері жуу, механикалық шайқау, діріл, төмен қысымды ауаны тазалау және сығылған ауаны тазалау жатады. Акустикалық рупорлар қапшықтарды тазалау үшін де қолданылады. Әдетте тазалау сүзгі қапшығын бастапқы күйіне қайтармайды, өйткені матаға енген тозаң бөлшектері талшықтар арасындағы тесіктерді бітеп тастайды, бірақ бұл субмикронды бөлшектерді сүзу тиімділігін арттырады.

Қапшық сүзгілер матаның ауданы бірлігі арқылы газдың ең қолайлы өту жылдамдығы ретінде анықталатын болжамды сүзу жылдамдығын ескере отырып жасалады ( $\text{м}^3 / \text{с} \div \text{м}^2$ , м/с көрсетілген). Сүзу жылдамдығы әдетте жұмыс жағдайларына, сүзгі түріне және матаға байланысты 0,01 - 0,04 м/с аралығында болады.

Мата газдардың құрамын, тозаң бөлшектерінің сипаты мен мөлшерін, жоспарланған тазалау әдісін, қажетті тиімділік пен экономикалық факторларды ескере отырып таңдалады. Сондай-ақ, газдың температурасы, газды салқындату әдісі, егер қолданылса, және алынған су буының және қышқыл түтіндерінің шық нүктесінің мәндері ескеріледі.

Қарастырылатын матаның сипаттамаларына мыналар жатады: химиялық төзімділік, талшықтың пішіні мен түрі, матадағы талшықтардың тоқу үлгісі, матаның әрлеуі, тозуға және иілуге төзімділігі, беріктігі, ұстау тиімділігі, жабу және матаның сүзу жылдамдығы.

Сүзгі қапшықтарының тозуы өлшенетін өнімділіктің біртіндеп төмендеуіне әкеледі. Бірнеше қапшықтың зақымдануы немесе кенет толық істен шығуы коррозия, абразивті

материалды сүзгілеу немесе тұтану қаупін туғызады. Қысымның төмендеу датчиктері немесе тозаңды бақылау құрылғысы сияқты нақты уақыт режимінде қарапайым мониторингілеу жүйелері қапшық жұмысының нәтижелілігі туралы тек болжамды дерек алуға мүмкіндік береді.

Сүзгіден шығатын газдардағы тозаң параметрлерін өлшеу үшін ықтимал ақауларды анықтау үшін, сондай-ақ тазалау кезінде ең көп ластануды анықтау үшін трибоэлектрлік немесе оптикалық құрылғылар қолданылады. Мұндай өлшеу құралдары аймақтық тазарту жүйесімен бірге қолданылған кезде, қапшықтардың зақымданған жерлерін анықтауға және жергілікті жөндеу жұмыстарын жүргізуге болады [75]. Температура датчиктері мен дабылдары да қолданылады.

Сүзгі дұрыс жұмыс істеуі үшін келесі шарттардың біреуі немесе бірнешеуі орындалуы керек.

Сүзгі материалын таңдауға, оны бекітудің сенімділігіне және тығыздау жүйесіне ерекше назар аудару керек. Жоспарлы жөндеу жұмыстары уақытында жүргізілуі керек. Қазіргі заманғы сүзгі құралдары әдетте ұзаққа созылады және ұзақ қызмет етеді. Қазіргі заманғы материалдардың жоғары құны көп жағдайда олардың беріктігімен өтеледі.

Жұмыс температурасы газдың шық нүктесінен жоғары болуы керек. Жоғары жұмыс температурасында ыстыққа төзімді гильзалар мен бекіткіштерді пайдалану қажет.

Қапшықтарда пайда болатын ақауларды анықтау үшін шағылыстыратын, оптикалық немесе трибоэлектрлік құрылғылар арқылы тозаң жүктемесін үздіксіз бақылау. Басқару құрылғысы мүмкіндігінше тозған немесе зақымдалған қапшықтары бар бөлімдерді уақтылы анықтау үшін сүзгіні тазалау жүйесімен өзара әрекеттесуі керек.

Қажет болған жағдайда газды салқындату құрылғылары мен ұшқын сөндіргіштерді пайдалану. Ұшқындарды сөндіру үшін циклондарды қолдануға болады. Қазіргі заманғы сүзгілердің көпшілігінде көптеген бөлімдер бар, бұл қажет болған жағдайда бүлінген бөлімдерді жалпы сүзгіге зиян келтірместен алып тастауға мүмкіндік береді.

Тұтануды анықтау үшін температураны бақылау және ұшқын жүйелері қолданылуы мүмкін. Тұтану қаупі болған жағдайда, инертті газды немесе инертті материалдарды (мысалы, әк) шығатын газдарға беру жүйелерін пайдалануға болады. Матаның белгілі бір түрі үшін белгіленген жобалық мәндерден асатын шамадан тыс қыздыру улы газдардың пайда болуына әкелуі мүмкін.

Тазалау құрылғыларының күйін бақылау үшін қысымның төмендеуін өлшеуге болады.

Өртүрлі сүзгі материалдарын қолданатын қапшық сүзгілерінің бірқатар конструкциялары бар. Мембрана арқылы сүзу әдісін қолданғанда (беттік сүзу), соның ішінде қапшықтардың қызмет ету мерзімін ұзартады, температура шегін жоғарылатады

(260 °C дейін) және техникалық қызмет көрсету құны салыстырмалы түрде төмен болады. Мембраналық қапшық сүзгілер ультра жұқа кеңейтілген политетрафторэтилен мембраналарынан тұрады. Шығарылатын газдар ағынының бөлшектері қапшықтың бетінде қалады. Қапшықтың ішкі жағында жиналудың немесе оның матасына сіңіп кетудің орнына, тозаң бөлшектері мембранадан серпіліп, жұқа қыртысты құрайды. Бұл әдіс жаңа және қолданыстағы кәсіпорындарда қолданылады және қолданыстағы қапшық сүзгілерін қалпына келтіру үшін де қолданыла алады [76].

Тефлон/шыны талшық сияқты синтетикалық сүзгі материалдарын қолдану қапшық сүзгілерін әртүрлі пайдалану жағдайларында пайдалануға мүмкіндік береді және олардың қызмет ету мерзімін ұзартады. Ауыр жұмыс жағдайында немесе жоғары температурада заманауи сүзгі материалдарының тиімділігі өте жоғары, ал мата өндірушілер материалды нақты жағдайларға сәйкестендіруге көмектеседі. Кейбір жағдайларда, тиісті материалдар мен конструкция қолданылған кезде, шығарындылардың өте төмен деңгейіне қол жеткізуге болады. Сенімділіктің жоғарылауы және ұзақ қызмет ету мерзімі заманауи қапшықтардың құнын өтейді. Тиімділіктің жоғары деңгейіне жету өте маңызды, өйткені тозаңда металдардың көп мөлшері бар. Атмосфераға тазартылмаған газдың ағып кетуіне жол бермеу үшін тарату коллекторларының деформациялану мүмкіндігін, сондай-ақ дұрыс жұмыс тәжірибесімен қатар жеңдердің дұрыс тығыздалуын ескеру қажет.

Белгілі бір жағдайларда (мысалы, жабысқақ тозаң немесе шық нүктесіне жақын ауа ағынының температурасы) сүзгі матасының бітелу ықтималдығына және олардың отқа сезімталдығына байланысты бұл әдістер барлық жұмыс жағдайларына сәйкес келмейді. Олар қолданыстағы қапшық сүзгілерінде қолдануға және жақсартуға болады. Атап айтқанда, жыл сайынғы жоспарлы жөндеу кезінде қапшықты тығыздау жүйесін жетілдіруге болады, ал жоспарлы техникалық қызмет көрсету кезінде қапшық материалын заманауи түріне ауыстыруға болады, бұл болашақ шығындардың төмендеуіне әкелуі мүмкін.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

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

Қапшық сүзгілер сала кәсіпорындарында газдарды тазарту үшін қолданылады.

Өтімділік пайдаланылатын тазалау жабдығының түріне байланысты және 99 %-дан 99,9 %-ға дейін болуы мүмкін. Әртүрлі сүзгілеу жүйелерінің жиі қолданылатын параметрлерінің сипаттамаларын салыстыру 5.3 -кестеде келтірілген.

5.3-кесте. Әртүрлі сүзгілеу жүйелерінің жиі қолданылатын параметрлерінің сипаттамаларын салыстыру

р/с №	Параметр	Импульстік сүзгі	Шыны талшықты мембраналық сүзгі	Шыны талшықты сүзгі

1	2	3	4	5
1	Матаға ауаның меншікті жүктемесі	80 -ден 90 м/сағ-қа дейін	70 - 90 м/сағ	30 -дан 35 м/сағ-қа дейін
2	Температура диапазоны	250 °С	280 °С	280 °С
3	Қапшықтың түрі	Полиэстер	Мембрана/шыны талшық	Шыны талшық
4	Қапшықтың өлшемі	0,126 × 6,0 м	0,292 × 10 м	0,292 × 10 м
5	Бір қапшықтың матасының ауданы	2,0 м <sup>2</sup>	9,0 м <sup>2</sup>	9,0 м <sup>2</sup>
6	Тор	Иә	Жоқ	Жоқ
7	Депрессия	2,0 кПа	2,0 кПа	2,5 кПа
8	Пайдалану мерзімі	30 айға дейін	6 - 10 жас	6 - 10 жас

### Кросс-медиа әсерлер

Тозаң жинаудың тиімділігі артқан сайын электр энергиясының шығыны артады. Сүзгі материалдарының шығыны. Сүзгіні жөндеу жұмыстарын орындау кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін. Тозанды қайта пайдалану мүмкін болмаса, қоқысқа тастау қажеттілігі.

Мата сүзгілері ұсақ бөлшектерді ұстауда өте тиімді болғандықтан, олар субмикронды бөлшектер түріндегі түтін газдарының тозаңында болатын ауыр металдардың шығарындыларын азайтуда да тиімді.

Бұған қоса, тазалау циклі үшін сығылған ауаны тұтынуды арттыруға болады.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Тозанды шығаруды азайту.

Тозанды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

### 5.1.3.1.5. Керамикалық және металл ұсақ көзді сүзгілер

#### Сипаттама

Жұмыс қағидаттары, жалпы құрылысы және тазалау мүмкіндіктері тұрғысынан ұсақ көзді керамикалық сүзгілер қапшық сүзгілеріне ұқсас. Металл жақтаудағы мата қапшықтардың орнына олар шамға ұқсайтын қатты сүзгі элементтерін пайдаланады.

#### Техникалық сипаттама

Мұндай сүзгілер ұсақ бөлшектерді, соның ішінде PM<sub>10</sub> -ды жояды. Сүзгілердің ыстық температураға төзімділігі жоғары және жұмыс температурасының жоғарғы шегін сүзгі корпусы анықтайды. Тірек құрылымының жоғары температурада кеңеюі де



маңызды фактор болып табылады, өйткені бұл корпустағы сүзгі элементтерінің тығыздығын бұзады, бұл тазартылған газ ағынына шикі газдың ағып кетуіне әкеледі. Нақты уақыттағы ақауларды анықтау жүйелері қап сүзгілеріне ұқсас қолданылады. Керамикалық және металл сүзгілер қапшық сүзгілері сияқты икемді емес. Мұндай сүзгілерді үрлеу арқылы тазалау кезінде ұсақ тозаң қап сүзгідегідей тиімділікпен жойылмайды, бұл сүзгі ішінде ұсақ тозаңның жиналуына және осылайша оның өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Бұл өте майда тозаңның жиналуына байланысты.

Керамикалық сүзгілер алюмосиликаттардан жасалған және химиялық немесе қышқылға төзімділікті жақсарту немесе басқа ластағыш заттарды сүзу үшін әртүрлі сүзгі материалдарымен қапталуы мүмкін. Сүзгі элементтері жаңа болған кезде салыстырмалы түрде оңай өңделеді, бірақ жоғары температураға ұшырағаннан кейін олар сынғыш болады және техникалық қызмет көрсету кезінде немесе абайсыз тазалау әрекеттері кезінде кездейсоқ зақымдалуы мүмкін.

Жабысқақ тозаңның немесе шайырдың болуы ықтимал мәселе болып табылады, себебі қалыпты тазалау кезінде сүзгіден шығару қиын, бұл қысымның төмендеуіне әкелуі мүмкін. Температураның сүзгі ортасына әсері жиынтық болып табылады, сондықтан қондырғыны жобалау кезінде ескеру қажет. Тиісті материалдар мен конструкцияларды қолданған кезде шығарындылардың өте төмен деңгейіне қол жеткізуге болады. Шығарындыларды азайту маңызды фактор болып табылады, өйткені тозаңда металдардың көп мөлшері бар.

Жаңартылған металл торлы сүзгінің де жоғары температурадағы өнімділігі ұқсас. Технологияның дамуы тиісті аймақ пайдаланудан шығарылған кезде тазалау жүргізілгеннен кейін тозаң қабыршағының тез пайда болуын қамтамасыз етеді.

Тиісті түрде жобаланған және әзірленген сүзгілердің нақты жұмыс жағдайларына сәйкес келетін өлшемде келесі параметрлері болуы керек.

Корпус, арматура және тығыздау жүйесі таңдалған қолдану шарттарына сәйкес келеді, сенімді және ыстыққа төзімді.

Тозаң жүктемесін үздіксіз бақылау сүзгінің істен шығуын анықтау мақсатында шағылыстыратын оптикалық немесе трибоэлектрлік құрылғылардың көмегімен жүзеге асырылады. Құрылғы тозаң немесе зақымдалған элементтері бар жеке бөлімдерді анықтау үшін мүмкіндігінше сүзгіні тазалау жүйесімен өзара әрекеттесуі керек.

Қажет болған жағдайда газды тиісті дайындау керек.

Тазалау құрылғыларының күйін бақылау үшін қысымның төмендеуін өлшеуге болады.

Сүзгі материалының бітелу ықтималдығына байланысты (мысалы, жабысқақ тозаң немесе шық нүктесіне жақын ауа ағындарының температурасы), кейбір жағдайларда бұл әдістер жұмыс істеуге жарамсыз. Оларды қолданыстағы керамикалық сүзгілерде қолдануға болады және оларды өзгертуге болады. Атап айтқанда, жоспарлы техникалық қызмет көрсету кезінде тығыздау жүйесін жақсартуға болады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Газдарды қатты бөлшектерден және зиянды газ компоненттерінен кешенді тазарту.  
Қатты бөлшектердің қалдық концентрациясы  $2 \text{ мг/м}^3$  кем .

$\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{HCL}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{ҰОҚ}$ , диоксиндерде газды кешенді тазарту жүйесіне мыналарды қолдану арқылы қол жеткізіледі:

керамикалық сүзгілерді каталитикалық белсендіру;

сүзгінің алдындағы газ ағынына сорбенттерді беру жүйелері [79]

Кросс-медиа әсерлер

Электр энергиясын тұтыну тозаң жинау тиімділігінің жоғарылауымен артады. Су объектілеріне металдар мен басқа заттардың төгілуін болғызбау үшін одан әрі өңдеуді қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуы.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Қолданымды

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Тозаң шығарындыларын азайту.

Тозанды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

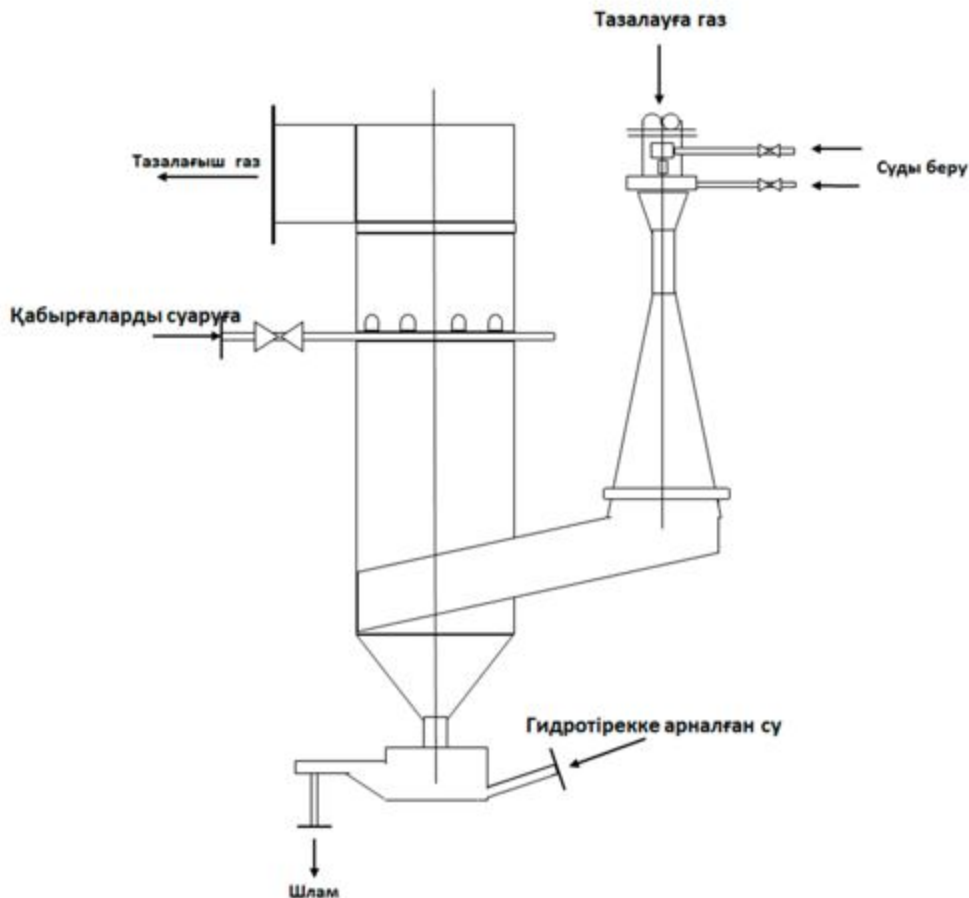
#### **5.1.3.1.6. Ылғалды скрубберлер**

Сипаттама

Ылғалды скрубберлердегі тозаңды кетіру - бұл газды дымқыл тазартудың бір түрі, оның көмегімен дисперсті затты алуға/жоюға болады. Ылғалды тозаңды кетіру қоректік газды сумен қатты араластыру арқылы тозаңды бөлуді және (көп жағдайда) орталықтан тепкіш күшпен үлкен бөлшектерді жоюды қамтиды. Мұндай әсерге қол жеткізу үшін газ жанама түрде шығарылады. Алынатын қатты заттар скруббердің түбіне жиналады. Газдан тозаңмен қатар  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ҰОҚ}$  сияқты бейорганикалық химиялық заттар және ауыр металдар да шығарылады.

Техникалық сипаттама

Ылғалды скрубберлермен бөлшектерді жинау үш негізгі механизмді қолдануды қамтиды: инерциялық соқтығысу, ұстау және дисперсия. Жиналған бөлшектердің мөлшері, сондай-ақ олардың сулану қабілеті үлкен мәнге ие. Радиалды ылғалды тазартқыштың схемасы 5.9-суретте көрсетілген.



### 5.9-сурет. Радиалды ылғалды скруббер

Ылғалды скрубберлер газды салқындату, қанықтыру және алдын ала өңдеу үшін, мысалы, ылғалды электрсүзгілер ағынының алдында орнатылған кезде пайдаланылады. Типтік мысалдар: Вентури скруббері немесе реттелетін қысымды төмендететін радиалды скруббер. Ылғалды скрубберлер түсті металлургияда әртүрлі технологиялық процестерде, мысалы, жабық пештерде мысты өндіруде қолданылады. Скруббердің конструкциясы газ бен сұйықтықтың шығыны мен көлемінің арақатынасына негізделген. Бұл параметрлер бүкіл скруббердегі қысымның төмендеуін және осылайша сүзу тиімділігін анықтайды.

Каскадты ылғалды скрубберлер немесе Вентури скрубберлері көбінесе тығыздалған электр доғалы пештердің көміртегі тотығымен қаныққан қалдық газдарын тозаңсыздандыру үшін қолданылады; содан кейін бұл газ қызу шығаратын газ ретінде пайдаланылады және одан әрі өңдеуден кейін атмосфераға шығарылады. Олар сондай-ақ тозаң өте абразивті, бірақ оңай суланатын таспалы агломерация машиналарынан шығарылатын газдарды тазарту үшін қолданылады. Скрубберде мұндай алдын ала тазалау болмаса, қапшық сүзгісінің қызмет ету мерзімі айтарлықтай шектеледі және матаның тез тозуы оның өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Скрубберлер тозаңның сипаты немесе газ температурасы тазалаудан басқа әдістерін қолдануға мүмкіндік бермеген кезде немесе тозаң-тозаң шығарудың мұндай тәсілі нақты тозаңға ең қолайлы кезде пайдаланылады. Бұл әдіс газдарды тозаңмен бірге жою қажет болғанда немесе скрубберлерді пайдалану тазарту тізбегінің бөлігі болған кезде, мысалы, күкірт қышқылы зауытына газ беру алдында тозаңды тазарту кезінде де қолданылады. Бөлшектерді ылғалдандыру және ұстау үлкен энергияны қажет етеді.

Ылғалды скрубберлерді қысымды, күйдіргіш ағынды және (қышқыл газды өңдеуде) рН бақылау жүйелерімен бірге пайдалану керек. Тазартылған газ скрубберден кептіргішке бағытталуы керек.

Тәжірибе көрсеткендей, ылғалды скрубберлердің тиімділігі бөлшектердің мөлшеріне және олардың жалпы энергия тұтынуына, атап айтқанда, жинау аймағында қысымның төмендеуінен кейін тікелей байланысты. Сонымен қатар, сұйықтықты скруббер ішіне біркелкі шашыратқанда, бірдей қысымның төмендеуі өте жиі әртүрлі конструкциядағы скрубберлерде бірдей тозаңды ұстаудың бірдей тиімділігін қамтамасыз етеді. Осылайша, тазартылатын тозаң оңай суланбаса, аз энергия тұтынатын жоғары тиімді дымқыл скрубберді жобалау мүмкін емес. Скрубберлер тозаңды кетірудің басқа әдістері қажетті нәтиже бермеген жағдайларда қолданылады. Жалпы алғанда, дымқыл скрубберде тазартылған газдар кейіннен басқа процестерде (мысалы, отын ретінде) пайдаланылады және атмосфераға шығарылмайды. Олар сондай-ақ күкірт қышқылы зауыттарында өңделмес бұрын газдарды салқындату және тазалау немесе қышқыл газдарды абсорбциялау үшін ылғалды ЭС-мен бірге қолданылады.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

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

Шығарылған газдарды қатты бөлшектерден тазарту тиімділігі жабдықтың түріне байланысты және 50 - 99 % диапазонында. Тозаң болған жағдайда абсорбцияны (тозаңсыздандыру деп те аталады) сүзу (мысалы, қап сүзгілері) немесе электростатикалық тұндыру сүзгілері арқылы кейінгі өңдеумен біріктіруге болады. Тозаңды кетіру тиімділігі әдетте 90 % және 99 % жоғары.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Тозаң жинаудың тиімділігі артқан сайын электр энергиясының шығыны артады.

Электрсүзгіге техникалық қызмет көрсету жұмыстарын жүргізу кезінде қосымша қалдықтар пайда болуы мүмкін. Тозаңды қайта пайдалану мүмкін болмаса, қоқысқа тастау қажеттілігі.

Металлдардың және басқа заттардың су объектілеріне төгілуін болғызбау үшін одан әрі тазартуды қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуы.

### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Қолданылады.

## **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі, бірақ процестер үнемді жұмыс істейді.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Тозанды шығаруды азайту.

Тозанды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

#### **5.1.3.2. Газ тәрізді қосылыстардың шығарындыларын болғызбау және азайту әдістері**

$H_2SO_4$ ,  $NH_3$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $HF$ ,  $HCl$  және  $N_x$  булары сияқты газдар түзіледі, мысалы, балқыту кезінде күкірт диоксиді бөлінеді. Бұл газдар/булар шығарындыларының алдын алу және азайту әдістері бар. Шығарындыларды азайтуға көбінесе технологиялық процестің параметрлерін бақылау немесе қождың немесе штейннің химиялық құрамын реттеу арқылы қол жеткізіледі. Газ шығарындыларының алдын алуға  $NO_x$  шығысы төмен оттықтарды пайдалану және пештерде және басқа да жану қондырғыларында жағу арқылы қол жеткізуге болады.

Кейбір процестер кезінде түзілген органикалық және металдық компоненттерді де осыған ұқсас әдістер арқылы алуға болады.

Түсті металлургияда газ тәрізді компоненттерді жою үшін келесі әдістер қолданылады:

- жағу құрылғылары/камералары;
- ылғалды тазалау жүйелері;
- құрғақ және жартылай құрғақ скрубберлер;
- қалдық газдарды кәдеге жарату жүйелері;
- оттегі-отын жағу;
- көмірсутектер мен ҰОҚ жою әдістері

##### **5.1.3.2.1. Құрылғылар/жандырып бытыру камералары**

### **Сипаттама**

Күйдіргіш оттық немесе термиялық тотықтырғыш - бұл пайдаланылған газдардағы ластағыш зат тотығу реакциясын жасау үшін бақыланатын ортада оттегімен әрекеттесетін жану жүйесі.

Регенеративті күйдіргіш немесе регенеративті термиялық тотықтырғыш-бұл регенерация процесінің бөлігі ретінде отқа төзімді қабаттарды қолдана отырып, газ бен көміртекті қосылыстардың жылу энергиясын пайдаланатын жану жүйесі.

Субстратты тазарту үшін газ ағынының бағытын өзгертуге арналған коллекторлық жүйе қажет.

Каталитикалық күйдіргіш немесе каталитикалық термиялық тотықтырғыш-бұл күйдіру жүйесі, мұнда ыдырау металл катализаторының бетінде төмен температурада, әдетте  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  пен  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  аралығында болады.

## Техникалық сипаттама

Жағу жүйелері өнеркәсіпте газ ағынындағы көміртегі оксидін, тозаңды немесе көміртекті материалдарды тотықтыру үшін қолданылады. Жағу жүйелерінің бірнеше түрі қолданылады.

Жоғары температуралы жанарғылар-өртегіштер, сондай-ақ термиялық тотықтырғыштар деп аталатын газдар, әдетте, 850 °С-тан 1000 °С-қа дейінгі температураға дейін қыздырылады және кемінде 0,5 с бойы ұсталады (құрамында хлоры бар компоненттер болмаған жағдайда), бұл ұшпа органикалық көміртекті қосылыстардың бұзылуына әкеп соғады.

Қайта қалпына келтіретін регенеративті термиялық тотықтырғыштар деп те аталатын регенеративті оттықтар отқа төзімді қабаттарды пайдаланып регенерация үдерісінің бөлігі ретінде газ және көміртегі қосылыстарының жылу энергиясын пайдаланады. Субстраттың отқа төзімді қабатын тазалау үшін газ ағынының бағытын өзгерту үшін коллекторлық жүйе қажет.

Металл катализаторының бетінде төмендетілген температураларда, әдетте 300 °С-тан 400 °С-қа дейінгі диапазонда ыдырау орын алатын каталитикалық оттық немесе каталитикалық термиялық тотықтырғыш.

Энергияны қалпына келтіру үшін артық көміртегі тотығы сияқты қалдық газдарды жағуға арналған пештер.

Егер осы нүктеге қосымша оттегі берілсе, мұржаның бағанасы немесе пештің шығатын бөлігі күйдіргіш ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Термиялық тотығу арқылы кейінгі күйдіргіштер ПХДД/Ф қоса, органикалық қосылыстарды жояды. Әрі қарай қосымша энергия қажет, ол өз кезегінде энергия көзіне байланысты  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  және  $\text{SO}_2$  шығарындыларына әкеледі.

Практикалық тұрғыдан алғанда, кейінгі жағу майлары мен жабындарды ыдыратуда әсіресе тиімді; бұл жағдайда жоғары концентрациядағы органикалық қосылыстар түзілуі мүмкін. Бұл компоненттердің пеште болуы жану өнімдерінің үлкен көлемінің бөлінуіне және пеште тұру уақытының төмендеуіне және нәтижесінде ішінара жану өнімдерінің шығуына әкеледі.

ҰОҚ, ПХДД/Ф, органикалық және көміртекті бөлшектерді немесе СО немесе  $\text{H}_2$  сияқты жанғыш газдарды жоюдың бір әдісі - арнайы қондырғыларды дұрыс жобалау, өлшемдер мен орнату. Мүмкіндігінше, жылуды қалпына келтіру ұсынылады. Күйдіргіш оттықтарда тиімді жағудың негізгі шарттарына мыналар жатады:

жағу камерасында немесе регенеративті жүйеде жеткілікті болу уақыты; толық жануды қамтамасыз ету үшін уақыт жеткілікті мөлшерде оттегі бар ортада жеткілікті болуы керек. Құрамында хлор бар компоненттердің болуына байланысты 99 % ыдыраудың тиімділігі қажетті температурада 2 с тұру уақытын қажет етеді. Тұмшапештің қысқа мерзімдері және төмен температуралар ҰОҚ және ПХДД/Ф толық

деградациясына әкелуі мүмкін, бірақ нақты параметр мәндері нақты жұмыс жағдайларына негізделген әр жағдайда анықталады. Газдар салқындатылған кезде ПХДД/Ф екінші реттік түзілу температуралық диапазонын тез еңсеруі керек. Жағу аймағында жеткілікті жылу мен масса алмасуды қамтамасыз ету және жергілікті қызбауды болғызбау үшін турбулентті газ ағыны қажет. Мұндай турбуленттілік әдетте бұралған жалын тудыратын оттықтарды пайдалану және жану камерасында дефлекторларды орнату арқылы қамтамасыз етіледі;

температура режимі ең тұрақты заттың өздігінен тұтану температурасынан  $200^{\circ}\text{C}$  –  $400^{\circ}\text{C}$  жоғары, сондықтан ең төменгі жұмыс температурасы  $850^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары болуы керек. Газ ағынында құрамында хлор бар құрамдас бөліктер болған кезде температураны  $1100^{\circ}\text{C}$  –  $1200^{\circ}\text{C}$  дейін арттыру керек, сонымен қатар ПҚД/Ф түзілмеуі үшін шығарылатын газдарды жылдам салқындатуды қолдану қажет;

каталитикалық қондырғыларды төмен температурада пайдалану. Оттық жұмыс істеу үшін газ турбуленттілігін, ауаны беруді және тұтану көзін қажет етеді. Қажет болса, қосымша отын пайдалануға болады;

жағуды оңтайландыру үшін оттықтардағы ауа-отын қоспасының құрамын бақылаудың автоматтандырылған жүйесі;

қоректік газда бар материалдардың тиімді жойылуын растау үшін жабдықты, температуралық жағдайларды және пеште болу уақытын біріктіріп пайдаланудың тиімділігін көрсету.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Органикалық қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Бұл техника "Казцинк" ЖШС ӨМК қолданылады. Күйдіру жүйесі ISASMELT пешінің жоғарғы жағында орналасқан және қосылған кесек көмірден түзілетін ұшпа көмірсутектердің пайдаланылған газ жүйесіне түсер алдында толығымен жануын қамтамасыз етеді.

Жағу жүйесі ауамен екі жолмен толтырылады:

кіретін ауа;

стационарлық оттықтың жану ауа желдеткіші.

Атмосфералық ауа ISASMELT пешіне материалды тиеу кезінде беріледі. Кіретін ауаның көп бөлігі қабылдау порты арқылы өтеді. Тұрақты оттықтың жану ауасының желдеткіші жану ауасын пештің жоғарғы жағына береді. Тұрақты оттық желдеткішінен ауа ағынының көлемі ауыспалы жылдамдықты жетегі арқылы басқарылады.

Кросс-медиа әсерлер

Жылуды пайдалану мүмкін болмаса, энергияны пайдаланудың әлеуетті артуы.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Органикалық қосылыстардың шығарындыларын азайту.

### 5.1.3.2.2. Ылғалды тазарту жүйелері

Сипаттама

Ылғалды тазарту үдерісінде газ тәрізді компоненттер ерітіндіде ерітіледі. Ылғалды скрубберден кейін шығатын газдар сумен қанығады және шығатын газдарды атмосфераға шығарар алдында оларды ылғал ұстағыш арқылы өткізу қажет. Алынған сұйықтық су тазарту қондырғысында тазартылады, ал ерімейтін бөлшектер тұндыру немесе сүзу арқылы ұсталады.

Техникалық сипаттама

Ылғалды тазарту жүйелері газ тәрізді компоненттерді төмен деңгейде жою үшін, негізінен бөлшектерді жою үшін, сонымен қатар температураны бақылау үшін (адиабаталық салқындату арқылы) қолданылады. Мұндай қондырғыларда қолданылатын негізгі технология жиі бірдей болғанымен, тозаң мен газ тәрізді компоненттерді жинау жүйелерінің дизайны айтарлықтай ерекшеленеді. Ылғалды тазарту жүйелері әдетте барлық үш орта үшін (ауа, су, топырақ) бір мезгілде қолданылады, сондықтан жобалық шешім ымыраға келу керек және кросс-медиалық әсерлерді ескеруі керек, мысалы, белгілі бір үдерістің сипаттамаларына байланысты, сарқынды сулар көлемінің ұлғаюы мүмкін.

Скрубберлер судан шаймалы ерітінділерге дейінгі әртүрлі сұйықтықтарды пайдаланады. Скруббердің тиімділігін бақылау үшін параметрлерді таңдау оның нақты қолданылуымен анықталады. Бұл параметрлер мыналарды қамтуы мүмкін: қысымның төмендеуі және тазарту сұйықтығының ағынының жылдамдығы, температура, бұлыңғырлық, өткізгіштік және рН. Ортааралық әсерлердің ықтималдығы жоғары, мұны әрбір нақты жағдайда ескеру қажет.

Төмен концентрациядағы күкірт диоксидін (1 %-дан аз) және басқа HF және HCl сияқты нәтижесінде пайда болатын газдарды жою әдістеріне арнайы қондырғыларды дұрыс жобалау, мөлшерлеу және орнату кіреді.

Ылғалды скрубберлерді қысымды, тазарту сұйықтығының ағынын және рН бақылау жүйелерімен бірге пайдалану керек, ал газ скрубберден шығатын тұманды кетіргішке ағуы керек. Өңдеу кезінде алынған әлсіз қышқыл ерітінділерді қайта пайдалану, мүмкін болса – қалпына келтіру немесе су объектілеріне ластағыш заттардың түсуін азайту үшін пайдалану керек.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Қоршаған ортаға қатты және газ тәрізді қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Кросс-медиа әсерлер



Қуатты тұтынудың артуы.

Металлдардың және басқа заттардың су объектілеріне төгілуін болғызбау үшін одан әрі тазартуды қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуы.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Тозаңның, металлдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

### 5.1.3.2.3. Құрғақ және жартылай құрғақ скрубберлер

Сипаттама

Құрғақ ұнтақ немесе шаймалы реагенттердің суспензиясы/ерітіндісі қосылады және пайдаланылған газ ағынына таралады. Материал күкірттің газ тәріздес компоненттерімен әрекеттеседі және қатты бөлшектерді құрайды, олар сүзу арқылы жойылады (қап немесе электростатикалық тұндырғыштар). Реакциялық колонканы қолдану арқылы газ тазалау жүйесінің тиімділігі артады.

Техникалық сипаттама

Құрғақ скрубберлер сияқты абсорбция әдістері қышқыл газдарды және металл немесе органикалық қосылыстарды абсорбциялау үшін қолданылады. Екі жағдайда да әк, магний гидроксиді, әктас, мырыш оксиді және алюминий тотығы жиі қолданылады. Басқа елдерде екі шаймалы скруббер қолданылады. Белсендірілген көмір (немесе кокс) металды (сынапты) және органикалық заттарды жою үшін қолданылады, әдетте бұл жағдайда тиімдірек болады.

Абсорбцияға оралған мұнара скрубберінің көмегімен немесе реагентті тікелей газ ағынына енгізу арқылы, содан кейін реакциялық колонканы қолдану арқылы қол жеткізіледі. Осы кезеңнен кейін қапшық сүзгілер көбінесе ішінара жұмсалған скруббер материалын түсіру үшін қолданылады, бұл сонымен қатар одан әрі абсорбциялау үшін қосымша бетті қамтамасыз етеді. Скруббер материалын абсорбциялау қабілетін арттыру үшін скруббер жүйесінде бірнеше рет қайта пайдалануға болады. Содан кейін негізгі үдерісте алюминий тотығы мен мырыш оксиді қолданылады. Сазбалшық сіңіретін фторидтер электролиз арқылы бөлінеді. Құрғақ скрубберлерден басқа жартылай құрғақ жүйелерді де пайдалануға болады. Бұл жағдайда реакторға газ ағынымен бірге реактивтің паста тәрізді суспензиясы (әдетте әк) түседі. Газдың температурасы жеткілікті жоғары болған жағдайда және газ тәрізді компоненттер сіңіргіш бөлшектермен әрекеттескенде су буланады. Қалдық бөлшектер кейіннен газ ағынынан шығарылады. Құрғақ скрубберлер көбінесе жартылай құрғақ немесе дымқыл скрубберлерге қарағанда, әсіресе  $SO_2$  сияқты химиялық белсенді емес газдармен

жұмыс жасағанда тиімділігі төмен. Абсорбцияның тиімділігі реагенттің белсенділігіне байланысты, ал әкті жеткізушілер көбінесе нақты қолдану жағдайларына сәйкес материалдар шығара алады.

Осы процестер  $SO_2$  жою үшін пайдаланылған кезде, шығарылатын газдарды күкіртсіздендіру (ШГК) әдістері деп аталады. Олар анодты пештердегі газдардағы  $SO_2$  мөлшерін және аз концентрацияланған күкірт диоксидінің басқа көздерін азайту үшін, сондай-ақ күкірт қышқылы қондырғысының соңғы газ шығарындыларын тазарту үшін қолданылады. Ылғалды скрубберлерді қолданған кезде гипс пайда болады, оны белгілі бір жағдайларда сатуға болады.

Төмен концентрациядағы күкірт диоксидін (1 %-дан аз) және басқа HF және HCl сияқты газдарды жоюдың тиімді әдістеріне арнайы қондырғыларды дұрыс жобалау, өлшемдер мен орнату кіреді. Белсендірілген көмірді пайдаланатын құрғақ скрубберлер негізінен ПХДД/Ф немесе сынап сияқты органикалық заттарды қалпына келтіру әдістері болып табылады. Скрубберлердің қолданылуына байланысты келесі әдістерді (бір немесе бірнеше) пайдалану керек.

Құрғақ және жартылай құрғақ скрубберлер тиісті араластырғыш камералармен және реакторлармен жабдықталуы керек.

Реакция кезінде пайда болған қатты заттарды қапшық сүзгі немесе ЭС арқылы ұстау керек.

Скрубберде қолданылатын ішінара пайдаланылған агент реакторда қайта пайдаланылуы мүмкін.

Скрубберде қолданылатын пайдаланылған агент мүмкіндігінше негізгі технологиялық процесте қолданылуы керек. Мысалы, бұл алюминий тотығы мен мырыш оксидіне қатысты.

Егер түтін пайда болса, жартылай құрғақ скрубберлер тұманды кетіргішпен жабдықталуы керек.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Кросс-медиа әсерлер

Қуатты тұтынуды арттыру.

Жиналған тозаңды қайта пайдалану мүмкін болмаса, мысалы, реагенттерді пайдалану кезінде қалдықтарды жою қажеттілігі.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Жартылай құрғақ және ылғалды әдістермен салыстырғанда аз реактивті газдарды ( $SO_2$ ) тазалаудың төмен тиімділігімен шектелуі мүмкін.

Тозаңды бүрку техникасын тазалау материалы ретінде пайдалану үшін жеткілікті материалы бар зауыттарда ғана қолдануға болады. Әдетте, тазартылатын материал зауыттардың күкіртсіздендіру жүйесінен алынады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Ұсталған тозаңды үдеріске қайтару мүмкін болса, шикізатты үнемдеу.

#### 5.1.3.2.4. Шығарылатын газдарды кәдеге жарату жүйелері

Сипаттама

Түсті металлургияда газ тәрізді компоненттерді жою үшін жоғарыда сипатталған әртүрлі скрубберлік жүйелерді қолданудан басқа, технологиялық газ ағындарында болатын газдарды кәдеге жарату жүйелері кеңінен қолданылады.

Техникалық сипаттама

HCl сумен, ал SO<sub>2</sub> және NO<sub>x</sub> сумен немесе сутегі асқын тотығымен жұтылуы мүмкін.

Кейбір материалдардың айналымының жабық цикліне қол жеткізу үшін түсті металлургияда қолданылатын әдістердің келесі мысалдарын келтіруге болады.

Тұз қышқылының айналымы: ерітуді қолданатын процестерде, тұз қышқылы артық хлоридтермен бірге қолданылады. Буланғанда және суда ұстағанда, азеотропты қышқыл (салмағы бойынша шамамен 20 % концентрацияда) алынады. Оны технологиялық үдерістің әртүрлі кезеңдерінде қайта пайдалануға болады.

Азот қышқылының айналымы: күміс пен палладий азот қышқылында жиі ериді. Арнайы каскадты скрубберлерде оттегі немесе сутегі асқын тотығының көмегімен шығарылатын газдардың едәуір мөлшері (NO және NO<sub>2</sub>) алынады. Экзотермиялық реакция арқылы NO аз мөлшерін тотықтыруға және газды абсорбциялауды азайтуға қажет ұзақ уақыт бірқатар мәселелерге әкеледі. Сондықтан, қажетті өнімділікке қол жеткізу және колоннадан қоңыр булануды болғызбау үшін салқындату жүйелері мен бірнеше біріктірілген скрубберлер қажет. Бірінші скрубберден алынған азот қышқылы жиі шамамен 45 % концентрленген және бірнеше процестерде қайта пайдалануға болады. Егер NO<sub>x</sub> жоғары концентрациялары үнемі байқалса, қалдық азот оксидтерін селективті немесе селективті емес каталикалық тотықсыздандыру арқылы катализаторлар арқылы қалпына келтіруге болады [96].

Хлор циклі: Хлор металдарды еріту үшін ылғалды тазалау процестерінде және жоғары температурада хлор ағарту үдерісінде қолданылады. Екі жағдайда да жабық жүйелер қолданылады, мысалы, су сифонды құбырлар және қымтауланған электролиттік ванналар. Хлор газын ұстауға немесе гипохлорит ерітіндісін алу үшін пайдалануға болады. Гипохлорит сонымен қатар әртүрлі тазалау процестерінде қолданылатын скруббер ерітінділерінде тотықтырғыш ретінде қолданылады.

Аммоний хлоридінің циклі: аммоний хлоридінің бөлме температурасында буланған ерітінділердегі салыстырмалы төмен ерігіштігі осы тұздың кристалдарын қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Қышқыл газдар мен басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Кросс-медиа әсерлер

Қуатты тұтынуды арттыру.

Жиналған тозаңды қайта пайдалану мүмкін болмаса, қалдықтарды кәдеге жарату қажеттілігі.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Қышқыл газдар мен басқа қосылыстардың шығарындыларын азайту.

Металлдардың және басқа заттардың су объектілеріне төгілуін болғызбау үшін одан әрі тазартуды қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуы.

#### **5.1.3.2.5. Оттегі-отын жағу**

Сипаттама

Бұл әдісте кейіннен пешке келіп түсетін азоттан  $\text{NO}_x$  термиялық түзілуін алып тастау/азайту арқылы жағу үшін берілетін ауаны оттегімен ауыстыру қарастырылады. Пештегі азоттың қалдық мөлшері жеткізілетін оттегінің тазалығына, отынның сапасына және ауаның ықтимал кіруіне байланысты.

Техникалық сипаттама

Өндіріс процестері әдетте жоғары температураны пайдаланады, бірақ олар оттегіні пайдаланумен де байланысты. Бұл жалындағы азоттың парциалды қысымын төмендетеді, сондай-ақ өте ыстық аймақтарда азоттың көп мөлшері болмаса, азот оксидтерінің түзілуін азайтады. Қолдағы деректер бойынша екінші реттік мыс өндірісінен шығатын  $\text{NO}_x$  шығарындыларының типтік деңгейлері пештің түрі мен жұмысына байланысты 20 мен  $400 \text{ мг/м}^3$  арасында. Өндірісте жоғары тиімді процестерді (мысалы, Contimelt) жүзеге асырған кезде  $\text{NO}_x$  түзілуін азайту үшін энергия тұтынудың қажетті арақатынасы мен қол жеткізілген шығарындылар концентрациясын қамтамасыз ету қажет.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Азот тотықтарының шығарындыларының алдын алу.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Оттықта таза оттегіні пайдалану жалындағы азоттың парциалды қысымын төмендетуге және сәйкесінше  $\text{NO}_x$  термиялық түзілуін азайтуға мүмкіндік береді. Оттықта немесе оның жанында оттегімен үрлеу кезінде немесе пешке ауа айтарлықтай түскенде газдың жоғары температурасы термиялық  $\text{NO}_x$  түзілуінің жоғарылауына әкелуі мүмкін. Бұл жағдайда берілген әсерді азайту және балқу жылдамдығын қолдау үшін оттықтан кейін аймаққа оттегіні қосуға болады.

Кросс-медиа әсерлер

Ақпарат жоқ.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Оттегі-отын жағу - бұл ең көп таралған жану және пирометаллургиялық процестерге қолдануға болатын әдіс. Бұл әдістің максималды пайдасы жаңа қондырғыларда қол жеткізіледі, мұнда жану камерасы мен шығарындыларды азайту жүйелерін газдың аз көлеміне де жобалауға болады. Бұл әдісті көп жағдайда қайта жабдықтауға болатын қолданыстағы зауыттарға да қолдануға болады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Азот тотықтарының шығарындыларын азайту.

Энергия үнемдеу.

#### 5.1.3.2.6. Көмірсутектер мен ҰОҚ жою әдістері

Сипаттама

ҰОҚ жою немесе жою үшін қолданылатын технологиялар жану құрылғыларын, дымқыл тазалау скрубберлерін, құрғақ тазалау скрубберлерін биофилтрлер мен биоскрубберлерді қолдануды көздейді.

Биосүзгі органикалық материал қабатынан тұрады, онда пайдаланылған газдардағы ластағыш заттар табиғи микроорганизмдермен биологиялық тотығудан өтеді.

Био-скруббер газдарды дымқыл тазалауды (абсорбциялауды) және биодеградацияны біріктіреді, дымқыл тазалау суында газдардың құрамындағы зиянды компоненттерді тотықтыруға қабілетті микроорганизмдер популяциясы бар.

Техникалық сипаттама

Жалпы ұшпа органикалық қосылыстар мен көмірсутектер толық жанбау салдарынан және технологиялық операциялар барысында пайда болған көмірсутектерді сақтау,  $\text{CO}$  және көмірсутектерді жою, бөлшектерді майсыздандыру, еріткішпен алу процестері сияқты әртүрлі операциялар кезінде, сондай-ақ еріткіштерді сақтауға арналған резервуарлардан булану салдарынан пайда болады отын. Заттар хош иісті, алифатты, хлорорганикалық немесе су негізінде болуы мүмкін. Олардың әртүрлі экологиялық уыттылығы бар және бұл ең аз қауіпті материалды таңдау және әрбір

нақты объект үшін дұрыс шығарындыларды басу жүйесін анықтау үшін ескерілуі керек . Шығарындылардың алдын алу үшін қорғаныс қабықшалары қолданылады, сонымен қатар ауамен жанасуды азайту үшін Араластырғыштарды/тұндырғыштарды қолдануға болады. Пайдаланылған газдардан еріткіштер мен отынның буын алып тастау керек.

Көмірсутектердің әртүрлі түрлері бір уақытта болған кезде қол жетімді әдістердің комбинациясы қолданылады. Биосүзгілер мен реакторлар да қолданылады [99]. Сонымен қатар, қайта өңдеуге арналған материалдарды алу үшін белсендірілген көмір тазартқыштар, салқындату/конденсация камералары жүйелері қолданылады. ҰОҚ шығарындылары еріткіштерді және т.б. жеткізу кезінде пайда болуы мүмкін. ҰОҚ шығарындыларын азайту үшін ығыстырылған газдарды деаэрациялау қолданылады.

Мүмкіндігінше, жылуды қалпына келтіруді пайдалану керек.

ҰОҚ шығарындылары мұнаймен ластанған материалдарды пештерге тиеу, сондай-ақ майсыздандыру немесе еріткіштерді алу нәтижесінде пайда болуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Көмірсутектер мен ҰОҚ шығарындыларын азайту.

Кросс-медиа әсерлер

Жылуды пайдалану мүмкін болмаса, энергияны тұтынуды арттыру.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Шикізатты үнемдеу.

### **5.1.3.3. Диоксинд шығарындыларын азайту техникалары**

Сипаттама

Қарастырылып отырған әдістердің қатарына бастапқы әдістер (мысалы, жану жағдайларын жақсарту, жеткізілетін шикізаттан органикалық қосылыстарды жою немесе пештерді тиеу жүйелерін өзгерту) де, сол сияқты "құбырдың соңында" әдістері де, яғни, өндірістік циклдің соңында тазарту технологиясы (мысалы, тозаңды тиімді сүзу, белсендірілген көмірді енгізу немесе жану құрылғыларын қолдану) жатады.

Техникалық сипаттама

ПХДД/Ф газ фазалары хлорорганикалық прекурсорлармен әрекеттескенде түзіледі. Көміртек көздері барлық жерде бар, сондықтан шикізаттағы хлордың (қарапайым рудаларда 30 - 300 ppm және металдарда бірнеше ppm) немесе отындағы (мысалы, өнеркәсіптік кокстың құрамында шамамен 0,05 салмақтық хлор бар) аздаған мөлшері ПХДД/Ф түзуге жеткілікті. ПХДД/Ф түзуге бейім процестердің қатарында жану процестері, кендерді агломерациялау, металдарды балқыту және сәйкесінше

пирометаллургиялық процестер жатады. ПХДД/Ф негізгі массасының бастапқы синтезі салқындатылған газды көміртегі, хлор, оттегі және мыс сияқты каталитикалық белсенді металдың қатысуымен шамамен 40 °С-тан 200 °С-қа дейінгі температура диапазонынан өткізу арқылы жүреді.

Мыс өндіру кезінде ПХДД/Ф түзілудің негізгі көздері:

екінші реттік мыс өндіру (кұрамында хлориді және органикалық қосылыстары бар ластанған шикізатты пайдалану, дұрыс емес еңбек жағдайлары немесе газды тазалау); металдарды балқыту және легирлеу, атап айтқанда мыс болған кезде және газды субстехиометриялық жағдайларда қыздырғанда.

ПХДД/Ф түзілудің шағын көздері:

құю зауыттары;

екінші реттік мысты өндіру (таза шикізатты пайдалана отырып, оңтайлы жұмыс технологиясымен және (немесе) пайдаланылған газдарды тазартумен).

Дегенмен, түтін газдарымен ПХДД/Ф түзілуі және шығарылуы тек қолданылатын отынға және өңделетін материалдарға (мысалы, каталитикалық қасиеттері бар металдар) ғана емес, сонымен қатар негізінен үдерісті бақылауға, сондай-ақ түтін газдарының параметрлеріне байланысты (мысалы, температура, әр түрлі температура аралықтарындағы өңдеу ұзақтығы, SO<sub>2</sub> құрамы).

Түсті металлургия үлкен көлемде қайта өңдеуші кәсіпорындардан келетін металл сынықтарын екінші реттік шикізат ретінде пайдаланады. Металл сынықтарының келісілген сорттары болғанымен, сынықтардағы қоспалар толық емес жану немесе бастапқы синтез арқылы ПХДД/Ф түзілуіне әкелуі мүмкін. Электр доғалық пеш тозаңында ПХДД/Ф болуы және трансформатор сынықтарында және басқа материалдарда ПХД болуы ПХДД/Ф тікелей көздерін құрайды.

Металл сынықтарында немесе көміртегінің басқа көздерінде (жартылай жанған отындар және кокс сияқты тотықсыздандырғыштар) майлардың және басқа органикалық материалдардың болуы температура диапазонында бейорганикалық хлоридтермен немесе органикалық байланысқан хлормен әрекеттескенде майда күйе бөлшектерінің түзілуіне әкелуі мүмкін. 250 °С және 500 °С ПХДД/Ф түрінде. "Нөлдік синтез" (бастапқы синтез) деп аталатын бұл үдерістің катализаторлары мыс немесе темір сияқты металдар болып табылады. Құрамындағы прекурсорлардың немесе органикалық заттардың мөлшерін азайту үшін шикізатты алдын ала сұрыптау немесе өңдеу ПХДД/Ф түзілуін болғызбаудың маңызды шарасы болып табылады.

SO<sub>2</sub> құрамының жоғары деңгейі тұрмыстық қоқыстарды жағу қондырғыларында бастапқы синтезді тежейтіні туралы ақпарат бар, онда CuCl<sub>2</sub> бастапқы синтезінің катализаторы болып табылатын түзілу CuSO<sub>4</sub> түзілуімен басылады [103]. Бұл әсерді түсті металлургияда қолдануға болады және ол SO<sub>2</sub> жою ретіне де әсер етуі мүмкін.

ПХДД/Ф оттегінің қатысуымен жоғары температурада (850 °С жоғары) ыдырайтынына қарамастан, газдар салқындатылған кезде тиісті температура диапазонынан өтетіндіктен бастапқы синтез әлі де мүмкін. Бұл аралық шығарындыларды тазарту жүйелеріне және пештердегі салқындату аймақтарына тән болуы мүмкін, мысалы, қоректену аймағында. Салқындату жүйелерін жобалау кезінде бастапқы синтездің алдын алу үшін мұндай температура диапазонында өңдеу ұзақтығын барынша азайтуды қадағалау керек. Ыстық газдарда жеткілікті мөлшерде оттегі болуы керек, толық жануды қамтамасыз ету үшін оттегін енгізуге болады. ПХДД/Ф қатты заттармен оңай қабылданады және осылайша, мысалы, тозаң, скрубберлерде шөгетін қатты заттар және сүзгілердегі тозаң оңай қабылдануы мүмкін.

Төменде ПХДД/Ф шығарылымдарын азайтудың ықтимал әдістері берілген.

Белсендірілген көмір әдісі: сөндірілген әкке (немесе әк, сода бикарбонатына және т.б.) қосылған белсендірілген көмір органикалық қоспалары бар шикізат ретінде құрамында металы бар шикізатты пайдаланатын қайта өңделген алюминий зауыттарында тиімді сіңіргіш болып шықты. Белсендірілген көмір басқа металдарды қалпына келтіруді қажет ететін бастапқы мыс өндірісінде де қолданылады, жұқа белсендірілген көмір ПХДД/Ф байланыстырады, содан кейін қап сүзгілері немесе электрсүзгілер арқылы жойылады. Қоспалардың мөлшері мен құрамы көп дәрежеде үдерістің ерекшеліктеріне, сондай-ақ бастапқы материалдардың шығу тегі мен құрамына байланысты. Абсорбенттерді тұтынуды азайту үшін сүзгіден өткен тозаңның толық немесе бір бөлігін үдеріске қайтару пайдалы болуы мүмкін. Сонымен қатар, адсорбентке деген қажеттілік зауыттың шығарындыларына байланысты реттелуі керек. Сорбенттің шығынын анықтау және оңтайлы ерітінділерді таңдау үшін оларды балқытудың әрбір технологиясы үшін бөлек сынау керек.

Жану жағдайлары: жану жағдайларын жақсарту оттегімен байытылған ауаны немесе таза оттегін беруді, оттегінің жанғыш заттармен жақсы араласуын және жану температурасын немесе жоғары температурада өңдеу ұзақтығын арттыруды қамтуы мүмкін.

Жану өнімдерін жағу немесе кейінгі жанарғыштарды пайдалану: ыстық газды жылдам салқындату арқылы шыққан газдарды жағу ПХДД/Ф түзілуін барынша азайтады. ПХДД/Ф деструкциясы үшін каталитикалық тотығу жүйелері де бар.

Органикалық заттардың құрамын төмендету: шикізаттан органикалық ластағыш заттарды (мысалы, қозғалтқыш майы, жабындар) жою да ПХДД/Ф түзілуін төмендетуге көмектеседі.

Пештің жоғарғы аймағын оттегімен қамтамасыз ету: оттықты орнату үшін орын болмаған жағдайда қолданылады. Газдардың араласу дәрежесіне қол жеткізуге болатын кейбір шектеулер бар, бірақ жалпы нәтижелер қолайлы.



Пештердегі азықтандыру жүйелерін модификациялау: шикізатты жартылай жабық пештерге шағын, тең бөліктерде беру үшін өзгертулер енгізілді. Бұл шара жүктеу кезінде пештің салқындатылуын азайтады, жоғары газ температурасын сақтайды, үдерісті оңтайландырады және ПХДД/Ф қайта түзілуін болдырмайды [30].

Тозаңды ғана емес, сондай-ақ ПХДД/Ф жоюға мүмкіндік беретін жоғары тиімді сүзгілеу жүйесі. ПХДД/Ф тозаң жұтуы мүмкін, сондықтан сүзу оларды жоюдың тиімділігі жоғары әдісі болып табылады. Арнайы каталитикалық қабаты бар қап сүзгілері бар екендігі туралы ақпарат бар.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

ПХДД/Ф және СО шығарындыларын азайту.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны тұтынудың жоғарылауы (оттегіні өндіру үшін қажет).

Жиналған тозаңның ПХДД/Ф жоғары концентрациясы болуы мүмкін және тозаңды пешке қайтарып, қайта өңдеу немесе мұқият өңдеу қажет болуы мүмкін.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық талаптарды сақтау.

#### **5.1.3.4. Сынап шығарындыларын болғызбау және төмендету әдістері**

Сипаттама

Атмосфераға сынап шығарындыларын азайту әдістерінің жиынтығы.

Техникалық сипаттама

Сынап тазалау жүйесінің көптеген процестерінде қолданылатын температурада тез буланады, сондықтан оны жою үшін әртүрлі технологиялар қажет болуы мүмкін.

Егер күкірт қышқылы зауытына газды жіберер алдында сынапты алып тастаса, өндірілген қышқылда сынап қалдығы болады. ЕО-да қабылданған техникалық талаптарға сәйкес оның мазмұны әдетте <0,1 -ден 0,5 промиллеге дейін болуы керек, бұл тазартылған газдағы  $\sim 0,02 \text{ мг/м}^3$  мазмұнға баламалы. Қолда бар ақпаратқа сәйкес келесі процестердің барлығы осы деңгейге жетеді.

**Boliden-Norzink үдерісі:** Бұл үдеріс сынап дихлоридінің (сынап хлориді) сынаппен әрекеттесуі арқылы сұйықтықтан тұнбаға түсетін сынап хлориді (каломель) түзетін дымқыл скрубберге негізделген. Бұл үдеріс қышқылдық қондырғыда жуу және салқындату сатысынан кейін газда тозаң мен  $\text{SO}_3$  болмауы және оның температурасы шамамен  $30^\circ \text{C}$  болуы үшін қолданылады. Газ толтырғышпен және  $\text{HgCl}_2$  ерітіндісімен колонкада тазартылады. Ол газдағы металл сынаппен әрекеттеседі және каломель түрінде тұнбаға түседі ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ). Каломель айналымдағы жуу ерітіндісінен шығарылады

және хлор газымен ішінара  $\text{HgCl}_2$  қалпына келтіріледі, содан кейін жуу сатысына қайтарылады. Алынған сынап өнімі сынап өндіруге пайдаланылады немесе қоймаға жіберіледі. Сынап хлориді өте улы зат, бұл технологиямен жұмыс істегенде ерекше сақтық шараларын сақтау қажет.

**Bolchem үдерісі:** Бұл үдеріс Boliden-Norzink үдерісі сияқты қышқыл зауытта жүзеге асырылады, бірақ қалпына келтіру үшін 99 % күкірт қышқылы қолданылады. Қышқыл күкірт қышқылы зауытының абсорбциялау бөлімінен келеді және қоршаған орта температурасында сынаппен тотығады. Алынған құрамында сынап бар қышқыл 80 %-ға дейін сұйылтылады, ал сынап тиосульфатпен сульфид түрінде тұнбаға түседі. Сынап сульфидін сүзгеннен кейін қышқылды абсорбциялау бөліміне қайтарады. Яғни, бұл үдерісте қышқыл тұтынылмайды.

**Outotec үдерісі:** Бұл үдерісте сынап күкірт қышқылы зауытында тазарту сатысынан бұрын жойылады. Температурасы шамамен  $350^\circ\text{C}$  болатын газ қапталған колонка арқылы өтеді, онда ол шамамен  $190^\circ\text{C}$  температурада 90 % күкірт қышқылымен қарсы ағынмен жуылады. Қышқыл газдың құрамындағы  $\text{SO}_3$  -тен түзіледі. Сынап селен хлоридінің қосылысы түрінде тұнбаға түседі. Содан кейін сынап шламы салқындатылған қышқылдан алынады, сүзіледі, жуылады және металл сынап өндірісіне жіберіледі. Қышқылдың бір бөлігі скрубберге қайтарылады. Осы процестің басқа нұсқасында газдардан сынапты алу селен иондары бар ерітіндімен жуу жолымен жүзеге асырылады және металл селенмен бірге сынап селениді өндіріледі.

**Белсендірілген көмір сүзгісі (Lurgi үдерісі):** Бұл әдіс газ ағынынан сынап буын жою үшін белсендірілген көмір адсорбциялық сүзгісін пайдаланады.

Жоғарыда сипатталған Boliden-Norzink және Outotec технологиялары ең көп қолданылады, бірақ басқа процестерді қолдану туралы да хабарланды [22, 110].

**Селенді скруббер:** Бұл әдіс сонымен қатар сынап буының жоғары концентрациясын жою үшін күкірт қышқылындағы аморфты селенді сынаппен әрекеттестіретін дымқыл тазартқышты пайдаланады.

**Селен сүзгісі:** сынап селенидін тұзу үшін аморфты селеннің сынаппен реакциясын пайдаланатын құрғақ скруббер үдерісі.

**Қорғасын сульфидінің үдерісі:** газ ағынынан сынапты кетіру үшін қорғасын сульфидінің түйіршіктерін пайдаланатын құрғақ тазартқыш.

**Tinfos/Miltec үдерісі:** Бұл түтін газдарындағы сынаптың натрий гипохлоритімен тотығуына негізделген сынапты жою үдерісі. Жуу мұнарасында тотығудан кейін сынап натрий сульфидін қосу арқылы сынап сульфиді  $\text{HgS}$  түрінде тұнбаға түседі. Сынап сульфиді үдерістен сүзгілі преста алынады. Құрамында сынап бар тұнбалар қауіпті қалдықтар ретінде өңделеді және қауіпті қалдықтар полигонында жойылады. Сынап шығарындылары шамамен 94 %-ға азайды. Сынапты кетіруге арналған Tinfos қондырғысы Infacon 9 есебінде егжей-тегжейлі сипатталған [42].

Lurgi сынапты өңдеу үдерісі: Lurgi сынапты кетіру қондырғысы қалдық тозаң мен шайырды кетіруге арналған электрсүзгіден, газды алдын ала қыздырғыштан, оралған абсорберден, қондырғы арқылы газ ағынын басқаруға арналған мәжбүрлі тарту құрылғысынан және газды кешенді талдауға арналған жабдықтан тұрады, газдағы оттегінің төмен деңгейін ұстап тұру үшін азотты тазарту кезінде. Қыздырғыш газдарды  $60^{\circ}\text{C}$  -  $85^{\circ}\text{C}$  оңтайлы температураға дейін қыздыру үшін қажет; газдың төменгі температурасы төмен реакция жылдамдығын және толтырғыштағы ылғалдың аз конденсациясын қамтамасыз етеді, жоғары температура абсорбенттен күкірттің шаймалануына әкелуі мүмкін. Eramet сынапты кетіру зауытын 2001 жылы іске қосты және содан бері оның бірқалыпты жұмыс істеп жатқанын хабарлады. Блок арқылы өтетін газ ағынының көлемі шамамен  $15000\text{ м}^3/\text{сағ}$ .

Dowa үдерісі: сынап қорғасын сульфидімен қапталған пемза тасына адсорбцияланады.

Түсті металдар өндірісіндегі күкірт қышқылының құрамындағы сынапты азайтудың тағы екі үдерісі бар, бірақ олар қоршаған ортаға әсер етуден гөрі қышқылдың сапасын жақсарту қажеттілігіне байланысты көбірек қолданылады:

Superlig ион алмасу үдерісі: бұл үдеріс өндірілген қышқылдан сынапты жою үшін ион алмасуды пайдаланады; ол  $<0,5\text{ ppm}$  сынап концентрациясына жетеді.

Қышқылға калий йодидін қосу: оның  $0^{\circ}\text{C}$  концентрациясы кемінде 93 % болуы керек. Реакция нәтижесінде сынап йодиді ( $\text{HgI}_2$ ) тұнбаға түседі.

Егер мыс өндірісінің жалпы үдерісі күкірт қышқылы зауытын қамтымаса, шығарындыларды азайту үшін әдетте шикізатты таңдау, белсендірілген көмірді және/немесе газ ағынын қап сүзгісіне жібермес бұрын басқа адсорбенттерді айдау сияқты әдістер қолданылады. Бастапқы материалдағы сынаптың мазмұны, сондай-ақ технологиялық циклдар шығарындылардағы оның құрамындағы көп немесе аз ауытқуларды тудыруы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Сынап шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Тазартылған газдарды күкірт қышқылы зауытына жеткізгенге дейін сынапты кетіру жүйелерін пайдаланудың мақсаты жақсы сапалы күкірт қышқылын өндіруді қамтамасыз ету үшін осы газдардың құрамындағы сынапты азайту болып табылады. Дегенмен, сынапты кетіру жүйелері соңғы газдар мұржаға жіберілмес бұрын сынаптың бөлінуін азайту үшін де пайдаланылуы мүмкін.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны тұтынудың жоғарылауы.

Жоюды қажет ететін қатты және сұйық қалдықтардың түзілуі.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Құрамында сынап бар шикізатты пайдаланатын пирометаллургиялық процестерге қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

Жабдықты Ендірудің қозғаушы күші

Сынап шығарындыларын азайту.

#### 5.1.4. Су тұтыну және су бұру

##### 5.1.4.1. Сарқынды сулардың негізгі көздері

Газды тазартудан шыққан ағындылар

Ылғалды тазалауға арналған жабдық біртіндеп құрғақ тазалау әдістеріне ауыстырылады. Құрғақ тазарту әдістерінің артықшылығы, мысалы, қап сүзгілері, тұнба мен сарқынды суларды тазартудың қажеті жоқ, ал ұсталған тозаңды негізгі үдеріске қайтаруға болады.

Белгілі бір жағдайларда дымқыл ауа тазалау әдістерін, мысалы, дымқыл скрубберлер немесе дымқыл электростатикалық тұндырғыштарды пайдаланудан бас тартуға болмайды. Атап айтқанда, олар басқа тазарту жүйелері жарамсыз және жанғыш бөлшектерден жарылыс немесе өрт қаупі болған кезде және газ тәрізді заттарды (мысалы, күкірт диоксиді немесе триоксид), сондай-ақ қатты бөлшектерді түтін газы ағынынан тазарту қажет болғанда қолданылады. Ылғалды электросүзгілер тозаңы жоғары ылғалды қаныққан газдарды тазалау үшін қолданылады. Мысалы, мыс өндіру үдерісінде скруббер және дымқыл электростатикалық тұндырғыш құрамында тозаң мен күкірт диоксиді бар газдарды ұстайды. Ылғалды электросүзгілер электродты қыздыру пешінің түтін газдарынан шайырлы тұманды жинау үшін де қолданылады.

Әдетте, сарқынды сулар сұйықтан бөлу үшін қатты бөлшектерді бейтараптандыру және/немесе тұндыру сияқты қосымша тазартуды қажет етеді.

Ылғал электростатикалық тұндырғышта түзілетін әлсіз қышқылды келесі жолдармен өңдеуге болады:

күкірт қышқылы қондырғысының көмегімен  $SO_2$  қалпына келтіруге болатын кезде, балқыту зауытында концентрация және кейіннен ыдырау арқылы;

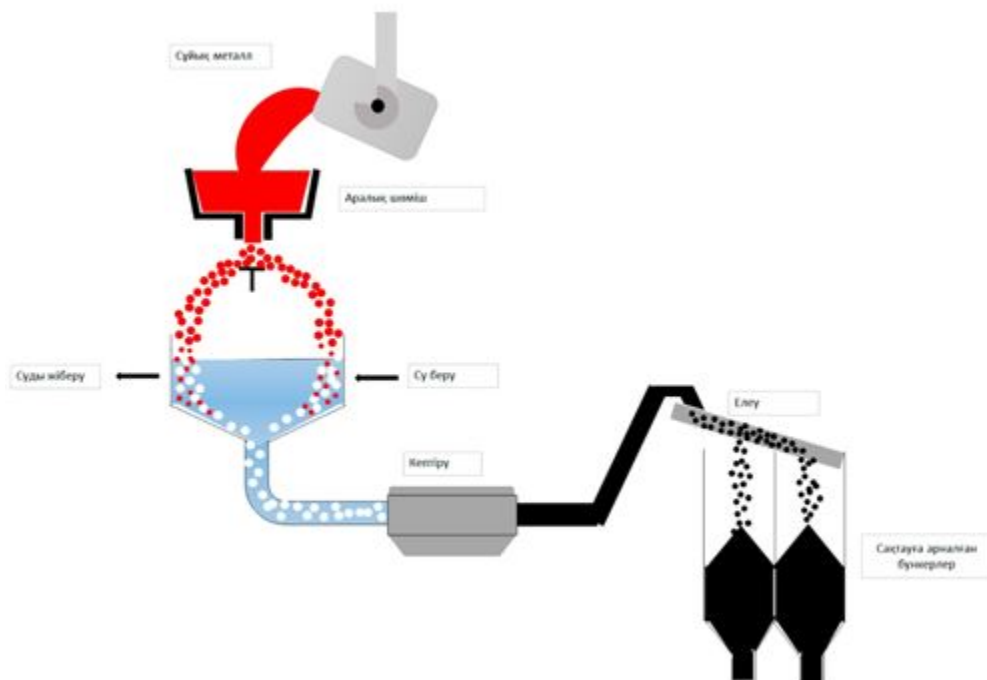
өңделген сұйықтық әдетте ылғалды тазалау жүйесіне берілуі мүмкін, бірақ сұйықтық құрамын бақылау үшін сынама алу мүмкіндігі болуы керек;

мұндай процестер нәтижесінде пайда болған әлсіз қышқылды басқа процестерде қайта пайдалануға болады.

Штейн немесе қожды түйіршіктеу кезінде, металл түйіршікті өндіру кезінде және материалдарды тығыздығы бойынша бөлу кезінде пайда болатын ағындар.

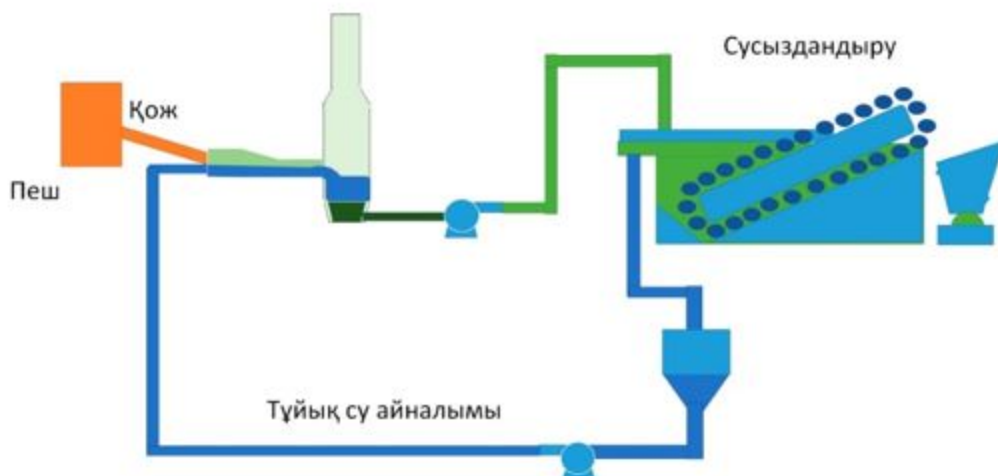
Түсті металдар өндірісінде штейн, қож және алынған металды пештен ағызады. Материалдарды біркелкі бөлшектерді қалыптастыру үшін оларды жоғары қысымды су

ағыны немесе басқа салқындату жүйелері әсер ету арқылы жеке түйіршіктеуге болады. Түйіршіктелген металл кейіннен металл түйіршіктері түрінде сатылады. Түйіршікті қожды басқа мақсаттарға, ал түйіршікті штейнге айналдыру сатысында пайдалануға болады. Түйіршіктеу үдерісінің типтік схемасы 5.10 -суретте көрсетілген.



5.10-сурет. Балқытылған металды (қожды) түйіршіктеу

Түйіршіктеу кезеңінде пайда болатын ағындар әдетте су айналымының тұйық циклінде пайдаланылады (5.11 -сурет). Су айналымының тұйық жүйесінен аспалы заттар мен металл қосылыстарының жиналуын болғызбау үшін олардың шөгінділерін үнемі алып тастау қажет.



### 5.11-сурет. Су айналымының тұйық циклы

Металлдарды және жеңіл лаптағыш қосылыстарды бөлу үшін, мысалы, сынықтарды ұсақтау нәтижесінде пайда болған пластмассаларды алу үшін, сонымен қатар тығыздық бойынша бөлу әдісі (тұндыру-флоат) қолданылады. Пайда болған сарқынды сулар әдетте тазартылады және қалқымалы заттар жойылады. Су айналымының тұйық жүйесінен аспалы заттар мен металл қосылыстарының жиналуын болғызбау үшін олардың шөгінділерін үнемі алып тастау қажет.

Жауын-шашын немесе ағын су әдетте орталық сарқынды суларды тазарту қондырғыларына жіберіледі.

#### Салқындатқыш су

Әдетте, салқындатқыш су металлургиялық кәсіпорындарда толтырғыштардың жеке бірліктерін салқындату үшін кеңінен қолданылады. Ол жанаспайтын және контактілі салқындатқыш су болып бөлінеді.

Байланыссыз салқындату суы пештерді, пештің сорғыш сорғыштарын, құю машиналарын және т.б. салқындату үшін қолданылады. Зауыттың орналасқан жеріне байланысты салқындату бір реттік жүйе немесе салқындату мұнаралары бар су айналымы жүйесі арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Бір рет өтетін салқындату жүйесіндегі су әдетте су тартылған өзен немесе тоған сияқты табиғи көзге қайта ағады. Бұл жағдайда суды табиғи көзге жібермес бұрын оның температурасының жоғарылау мүмкіндігін ескеру қажет. Байланыссыз салқындатқыш суды салқындату мұнаралары арқылы жабық контурлы жүйеде де айналдыруға болады.

Контактілі салқындату, мысалы, құю немесе ыстық дайындамаларды илемдеу кезінде қолданылады. Тікелей салқындату үшін пайдаланылатын су әдетте металдармен және қалқымалы заттармен ластанған және жиі үлкен көлемде өндіріледі. Ерекше құрамына байланысты және сұйылтуды болғызбау үшін тікелей байланыста салқындатқыш су басқа сарқынды сулардан бөлек тазартылады.

Бөлінетін жылу мөлшері және максималды ағызу температурасы жергілікті климаттық жағдайларға байланысты. Атап айтқанда, әр жағдайда су ортасына әсерін ескеру қажет. Қажет болған жағдайда арнайы технологиялық салқындату жүйелері жобаланады. Бұл жағдайда келесі әдістерді қолдануға болады:

судың жылу алмасуы (жерүсті сулары және т.б.);

ауаның жылу алмасуы;

буландырғыштың салқындату мұнаралары.

Тоңазытқыштың жалпы қоршаған ортаға әсерін барынша азайту үшін өнеркәсіптік тоңазытқыш жүйелеріне арналған ЕҚТ нұсқаулығын пайдалану ұсынылады.

#### Беткі дренаждар

Жерүсті/жаңбыр суы ғимараттардың шатырларына және төселген аумақтарға түсетін жауын-шашынның ластануы нәтижесінде пайда болады. Шөгінділердің ластануы, мысалы, ашық қоймалардан немесе мұнай өнімдерінен және басқа да

ластағыш заттардан металл бар тозаңды алаңнан дренаждық жүйеге шайып кеткенде пайда болады. Шикізатты сақтаудың озық тәжірибелері, сондай-ақ бүкіл өндірістік аумақты үнемі күтіп ұстау және тазалау арқылы жерүсті суларының ластануын болғызбауға немесе азайтуға болады.

Жерүсті/жаңбыр суын бөлек жинауға болады. Тұндырудан немесе химиялық тазалаудан кейін оларды өнеркәсіптік мақсаттарда, мысалы, салқындатқыш су ретінде немесе тозаңның пайда болуын болғызбау үшін ашық аумақты суару кезінде пайдалануға болады.

Гидрометаллургиялық процестерді жүзеге асыру кезінде пайда болатын сарқынды сулар

Түсті металдардың гидрометаллургиялық өндірісінің негізгі сарқынды сулары 5.4 - кестеде келтірілген.

5.4-кесте. Түсті металдардың гидрометаллургиялық өндірісінің сарқынды суларының ықтимал көздері

р/с №	Үдеріс	Операция/көз	Қолдану
1	2	3	4
1	Пештегі газдарды тазарту	Пештен шыққан газдарды дымқыл тазалау	Сарқынды суларды тұндыру сатылары бар, кейде ион алмастырғыштарда металдан тазартатын кондырғылар
2	Сілтісіздендіру	Жалпы операциялар, соның ішінде ылғалды тазалау	Сілтісіздендіру үдерісі дегенге қайта келу
3	Тазалау	Жалпы операциялар	Сілтісіздендіру үдерісіне немесе өңдеудің келесі кезеңіне оралыңыз
4	Электролиз	Ванналарды, анодтарды және катодтарды тазалау. жұмсалған электролит. Электролит ағып кетеді	Сілтісіздендіру үдерісі дегенге қайта келу. Тазалаудан кейін электролиз үдерісіне оралыңыз.

Гидрометаллургиялық үдеріс әдетте шаймаландіру сатысынан басталады. Шаймаландіру кезінде қажетті металл және басқа элементтер минералдардан бөлініп, ерітіндіге түседі.

Төменде шаймаландіру және басқа реакциялар кезінде қолданылатын типтік реагенттер берілген [48]:

суда еритін қосылыстарға арналған су (мыс сульфаты);

күкірт, тұз және азот қышқылдары немесе металл оксидтері үшін натрий гидроксиді

;

комплекс түзуші заттар, мысалы, цианид (алтын, күміс) немесе аммиак (мыс-никель рудалары);

металдарды немесе олардың қосылыстарын тиісті газды пайдалана отырып немесе тотықтыру арқылы кендерден бөлу, мысалы, марганец диоксиді – күкірт диоксиді, ал никель штейні – хлор арқылы;

қышқыл-негіз реакциялары, мысалы, жоғары рН кезінде вольфрамнан вольфрам кешенін қалпына келтіру.

Алынған металдың шаймалану ерітіндісіндегі құрамын арттыру үшін кейбір гидрометаллургиялық тазарту және байыту әдістерін қолдануға болады. Алынған металды тазартылған ерітіндіден карбюризация, газды қалпына келтіру, селективті тұндыру, ион алмасу, еріткіштерді алу, кристалдандыру, булану немесе электролиз сияқты әртүрлі әдістермен алады. Жоғарыда аталған процестердің кейбірінде дұрыс тепе-теңдікті сақтау үшін, әдетте, шешімнің бір бөлігін үнемі алып тастау қажет болады.

Қалдық ерітінділер ретінде пайда болған сарқынды сулар бар ластағыш заттарға байланысты шаймаландіру үдерісіне қайтарылуы мүмкін. Қолданылған ерітінділерді ластағыш заттарды немесе құндылығы төмен элементтерді алып тастағаннан кейін де электролиз үдерісіне қайтаруға болады.

**Басқа технологиялық сарқынды сулар**

Өнеркәсіпте ластанған сарқынды сулардың басқа көздері бар. Олардың ішінде мыс өндірісіндегі ең маңыздысы күкірт қышқылы зауыттарынан алынатын әлсіз күкірт қышқылы.

Жалпы, қолданылатын әдістер үдеріске сәйкес ерітінділерді қайтаруды немесе басқа процестерде қышқылдық қасиетті пайдалануды қамтиды.

Улау технологиялық ағындардың көзі болып табылады; төменде келтірілген екі мысал қышқылды емес улауды қалай пайдалануға болатынын және қышқылды улаудың әсерін барынша азайтуды көрсетеді.

Сарқынды сулардың пайда болу көздеріне сонымен қатар мыналар жатады: шикізатты тасымалдайтын көліктердің доңғалақтарына арналған автокөлік жуу орындарынан сарқынды сулар; сорғылардағы суды тығыздау және жалпы жұмыстармен байланысты ағындылар, соның ішінде жабдықты тазалау, сүрту және т.б. Мұндай ағындылар әдетте жиналады және тазартылады. Санитарлық қалдықтар әдетте жалпы кәріз жүйесіне шығарылады.

#### **5.1.4.2. Айналымдық сумен жабдықтау және суды қайта пайдалану**

**Сипаттама**

Түсті металлургияда сарқынды су ретінде ағызылуы тиіс сұйық сарқынды сулардың түзілуін барынша азайту үшін суды қайта пайдалану технологиялары мен әдістері сәтті қолданылады. Сарқынды сулардың көлемін азайту кейде экономикалық тұрғыдан да



тиімді, өйткені ағызылатын сарқынды сулар көлемінің азаюымен табиғи су объектілерінен тұщы суды алу көлемі азаяды. Бұл төмендеу кросс-медиа әсерлеріне де оң әсер етеді.

#### Техникалық сипаттау

5.5 және 5.6 -кестелерде қайта өңделген су кеңінен қолданылатын мыс өндіру үдерісінің қадамдары көрсетілген.

5.5-кесте. Сарқынды су көздеріне және мыс өндірісінің ағындыларын азайту және тазарту әдістеріне шолу

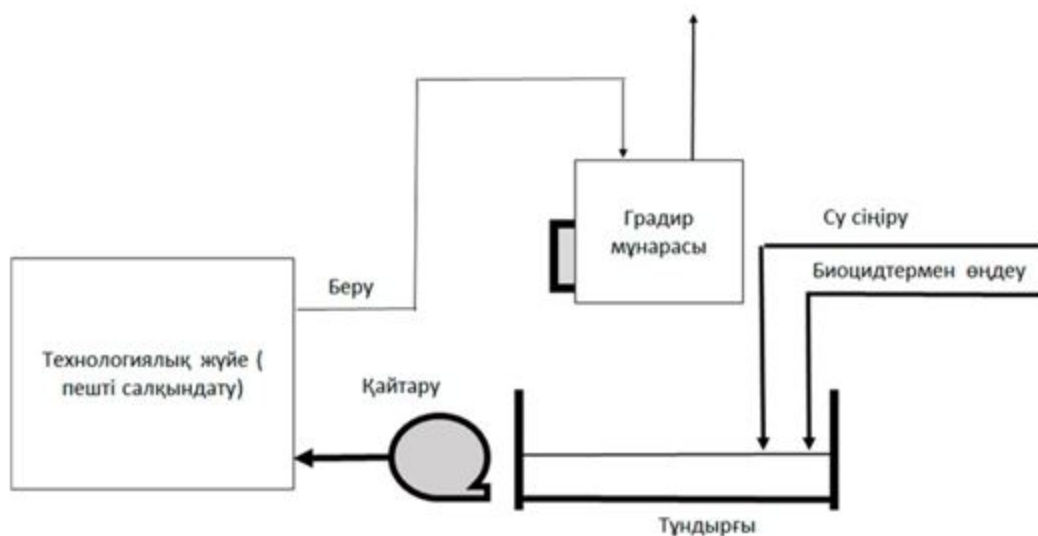
р/с №	Сарқынды су көзі	Ағынды азайту әдістері	Сарқынды суларды тазарту әдістері
1	Жанама пешті салқындату	Тұйық салқындату жүйелерін қолдану. Ағып кетуді анықтау үшін жүйелік мониторинг	Қоршаған ортаға әсері төмен қоспаларды пайдалану
2	Құю кезінде тікелей салқындату	Жауын-шашын немесе өңдеудің басқа түрлері. Тұйық салқындату жүйесі	Тұндыру. Қажет болса, шөгінділеу.
3	Қожды түйіршіктеу	Тұйық жүйеде қайта пайдалану	Тұндыру. Қажет болса, шөгінділеу.
4	Электролиз	Тұйық жүйелер. Электролиттен металдарды электрохимиялық жолмен алу.	Тұндыру және шөгінділеу.
5	Тазарту	Тазалау, қайта қолдану	Атмосфералық жауын-шашын

5.6-кесте. Мыс өндірісінде суды қайта пайдалану және сарқынды суларды қайта пайдалану мысалдары

р/с №	Сарқынды су көзі	Бастапқы мыс өндірісі	Екінші реттік мыс өндірісі
1	Қожды түйіршіктеу	қолданылды	қолданылды
2	Ылғалды ауаның ластануын бақылау	қолданылды	қолданылды
3	Пештерден газды жуу кезіндегі ағындылар	қолданылды	қолданылмайды
4	Салқындату суы	қолданылды	қолданылды
5	Анодтар мен катодтарды жуудан кейінгі су	қолданылды	қолданылды
6	Қолданылған электролит	қолданылды	қолданылды

Суды қайта пайдалану және суды қайта пайдалану технологиялық процестерге біріктірілген шаралар болып табылады. Қайта өңделген сумен жабдықтау сұйықтықты алынған үдеріске қайтаруды қамтамасыз етеді. Қайта пайдалану - суды басқа мақсатта пайдалану, мысалы, салқындату үшін жерүсті ағынын пайдалануға болады.

Әдетте, айналмалы су жүйесі негізгі тазалау әдістерін пайдаланады немесе айналым жүйесінде тоқтатылған қатты заттардың, металдардың және тұздардың жиналуын болғызбау үшін айналымдағы сұйықтықтың шамамен 10 % -ын мерзімді түрде шығарады. Мысалы, төмендегі 5.12 -суретте көрсетілгендей, салқындатқыш су әдетте рециркуляция жүйесі арқылы үдеріске қайтарылады. Сондай-ақ биоцидтерді қолдану қажеттілігін ескеру қажет.



5.12-сурет. Салқындатқыш суды қайта айналдыру мысалы

Өңдеуден кейін тазартылған суды салқындату, ылғалдандыру және басқа процестер үшін де пайдалануға болады. Тазартылған судың құрамындағы тұздар қайта пайдаланған кезде, мысалы, жылу алмастырғыштарда кальцийдің жауын-шашынның нәтижесінде белгілі бір проблемаларды тудыруы мүмкін. Жылы суда легионелла бактерияларының таралу қаупін де ескеру қажет. Бұл проблемалар суды қайта пайдалануды айтарлықтай шектей алады.

Жағалаудағы зауыттар сияқты судың көп мөлшері болған жағдайда, қоршаған ортаға тигізетін әсері шамалы болған жағдайда ағынды салқындату жүйелерін пайдалануға болады. Сонымен қатар, бұл жағдайда ағынды салқындату жүйесі үшін су алу аймағында теңіз ортасына әсерін зерттеу қажет. Мұндай зерттеу жеке жағдайда жүргізілуі керек, өйткені суды алу және салқындату кезінде энергия шығындарын теңестіру қажет.

Суды қайта өңдеу және суды қайта пайдалану электролит өткізгіштігіне байланысты шектелуі мүмкін.

Кейбір зауыттар айналмалы сумен жабдықтау жүйесінде суды көп пайдаланатындықтан, ағызылатын судың көлемі де қиындық туғызады. Шөгінділердің

әсерін бағалау кезінде ескерілетін маңызды фактор олардың құрамындағы ластағыш заттардың массасы болып табылады.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Сарқынды сулардың түзілуінің төмендеуі.

2016 жылдан бері жұмыс істеп келе жатқан Бельгиядағы Nyrstar Valen су тазарту қондырғысы 100 м<sup>3</sup>/сағ ластанған жерасты суын шамамен 150 метр тереңдікке айдайды . Айдалған су өнеркәсіптік өндіріс процестерінде, мысалы, қуыру үдерісінде пайда болатын жуу газдарын және сүзгілерді шаймаландіру үдерісінде жуу үшін максималды түрде пайдаланылады.

Алынған сарқынды сулар, әсіресе металдардың шоғырлануы үшін сарқынды су сапасының қатаң шектеулерін сақтау үшін мұқият тазартылады. Сарқынды сулар физика-химиялық тазартудан өтеді, оның ішінде рН жоғарылау және металдардың тұнбаға түсуі. Соңғы тазарту қадамы қалған ластағыш заттарды кетіру үшін Sibelco құмды сүзгілеу болып табылады. Nyrstar су тазарту қондырғысы тәулік бойы жұмыс істейді [85].

### **Кросс-медиа әсерлер**

энергияны пайдалану;

салқындатқыш суды өндеуде тұндырғыштар немесе биоцидтер сияқты қоспаларды пайдалану;

салқындату мұнараларынан шығатын шу;

атмосфераны судан жылыту;

25 °С және 60 °С аралығындағы температурада тұйық жүйелерде легионелла бактерияларының ықтимал таралуы.

### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Суды қайта өндеу немесе қайта пайдалану ерітіндінің өткізгіштігімен шектелуі мүмкін.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Сарқынды сулардың пайда болуының алдын алу.

#### **5.1.4.3. Сарқынды сулардың пайда болуының алдын алу техникалары**

Мыс өндірісі

Сипаттама

Мыс өндірісінде сарқынды сулардың алдын алу әдістерінің жиынтығы.

Техникалық сипаттама

Мыс өндірісі әр түрлі сарқынды сулардың пайда болуымен байланысты, оларды тұйық циклде қайта пайдалану немесе ластағыш заттардың су объектілеріне түсуіне жол бермеу үшін тазарту қажет.

Сарқынды сулардың пайда болуын болғызбау үшін келесі әдістер қолданылады:  
су айналымының тиімді жүйелерін пайдалану;

салқындатқыш суды немесе қоюландырылған буды технологиялық мақсаттарда қайта пайдалану;

тозаңды және газды тазалау құрылғыларын суды қолданбай пайдалану (мысалы, дымқыл скруббер);

екінші реттік жылу алмастырғыш ретінде ауа салқындатқыштары бар тұйық контурды салқындатуды пайдалану;

буландырғыш салқындатқыштардың дренажын барынша азайту;

ластанбаған сарқынды су ағындарын (жаңбыр суы, жанаспайтын салқындатқыш су) және өндірістік су ағындарын бөлу .

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Өңделетін судың мөлшерін азайту.

Энергияны тұтынуды азайту.

Сарқынды суға қолданылатын реагенттер мөлшерін азайту.

Ағызылатын ластағыш заттардың мөлшерін азайту

Су қабылдағышқа берілетін жылу берудің төмендеуі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

"УМК Казцинк" ЖШС мыс зауытында кәсіпорынның қайта өңдеу су құбырынан алынған су өндіріс орындарына су беру үшін пайдаланылады. Сарқынды сулар өндірістік ағынды коллекторға және одан әрі тазарту қондырғысына жіберіледі. Тазарту қондырғысында тазартылғаннан кейін тазартылған сарқынды сулар қабылдау резервуарына жіберіледі, ол жерден кәсіпорынның технологиялық үдерісінде пайдалану үшін кешеннің жалпы айналым жүйесіне қайтадан беріледі. Сондай-ақ бірқатар технологиялық процестерді салқындату жүйесінде сарқынды суларды қайта пайдалану қарастырылған.

Аурубис зауытында (Гамбург) контактілі қондырғының салқындату жүйесін техникалық түрлендіру, орталықтандырылған жылумен жабдықтауды бөлу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін температура деңгейін көтеру және зауыт шекарасына дейін орталықтандырылған жылумен жабдықтау құбырын салу арқылы Эльба өзеніне 12 млн . м<sup>3</sup> салқындатқыш судың төгілуін болғызбауға ықпал етті [94].

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Кешенді су айналымы жүйелерін іске асыру су шығынына, температураға, құрамға және қышқылдыққа қатысты кейіннен қолдану үшін өндіріс қажеттіліктерін қанағаттандыру кезінде мүмкін болады.

Тазартылған ағынның ылғалдылығы жоғары және қышқыл тұман немесе тұтқыр заттар түріндегі қоспалар болған жағдайда суды пайдалана отырып, пайдаланылған газдарды тазалау технологиялары қолданылады.

Ауа салқындатқыштары бар жабық контурды салқындатуды екінші реттік жылу алмастырғыш ретінде пайдалану ауа салқындатқыштарын орнату үшін үлкен аумақтарды қажет етеді.

#### Экономика

Жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарда бұл технологияларды енгізу үлкен қаржылық шығындарға әкелуі мүмкін.

Осылайша, "Уралэлектромедь" АҚ филиалының нөсер және өнеркәсіптік сарқынды суларды жинайтын жаңбыр суын сақтау резервуарының құрылысы экологиялық жағдайды жақсартуға және су ресурстарын тиімді пайдалануға бағытталған - сарқынды суларды залалсыздандыру станциясына тазартуға жіберу, сондықтан оны өндірісте қайта пайдалануға болады [95].

#### Ендірудің қозғаушы күші

Сарқынды сулардың түзілуі азаяды, демек, сарқынды суларды тазарту шығындары да төмендейді.

Қабылдаушы су айдынына шығарылатын ластағыш заттардың мөлшерін азайту.

#### Бағалы металл өндіру

#### Сипаттама

Алтын өңдейтін кәсіпорындар сарқынды суларды әртүрлі су объектілеріне немесе кәріз жүйелеріне жібермейді. Кәсіпорындарда асыл металдардың жоғалуын жою мақсатында сарқынды суларды тазарту жүргізіледі.

Сарқынды сулардың алдын алу әдістеріне мыналар жатады:

скрубберлерден және гидрометаллургиялық шаймаландіру сатыларында немесе басқа тазарту операцияларында пайда болған басқа реагенттерден сұйықтық қалдықтарын жою;

шаймаландіру процестерінің ерітінділерін пайдалану.

пайдаланылған технологиялық шешімдерді сақтауға арналған арнайы резервуарларды пайдалану.

#### Техникалық сипаттама

Сарқынды суларды басқару жүйесі технологиялық процестерден, технологиялық төгілулерден, техникалық қызмет көрсетуден және т.б. сарқынды суларды жинауды қамтиды. Технологиялық қалдықтар ерітінділері тазарту алдында арнайы сақтау резервуарларында сақталады. Бұл резервуарлардың барлығы кез келген ағып кету немесе төгілу қоршаған ортаға таралу қаупінсіз тазартылуы үшін қоршалған. Қолданылған ерітінділер химиялық/металды қалпына келтіру, химиялық тұндыру және /немесе гидролиз немесе ион алмасу комбинациясы арқылы өңделеді.

Алтын тазарту бөлімшелерінен түсетін ерітінділерді және газ тазалау жүйелерінің қалдық ерітінділерін тазарту және жою технологиясы келесі операцияларды қамтиды:

- ерітінділерден бағалы металдарды цементтеу;
- цемент шөгінділерін сүзу, кептіру;
- сілтімен бейтараптандыру арқылы ерітіндіден түсті металдар мен темірді тұндыру;
- пресс-сүзгіде тұнбаны сүзу, тұнбаны кептіру, орау;

тазартылған өндірістік сарқынды суларды орталықтандырылған кәріз жүйесіне жіберу.

Тазалау үдерісінде қышқылдың, алтынның, мыс пен ДМ құрамын талдау үшін цементтеушілерден ерітінділердің үлгілері алынады. Егер бағалы металдар жоқ болса, ерітінді сүзіледі, сүзінді сілтілі ерітіндімен бейтараптандыруға жіберіледі. Цемент тұнбасын кептіріп, құрамында күмісі бар жартылай фабрикаттарды лигатуралық балқытуға жібереді.

Ерітінділерді сілтілікпен бейтараптандыру үдерісінде олардағы ұйымдастырылмаған қышқылдың мөлшері ерітіндінің рН, түсті металдар гидроксидтері және темір тұнбасының жоғарылауына байланысты азаяды. Тұндыру аяқталғаннан кейін целлюлоза сүзіледі.

Сүзілген тұнба кептіріледі, ұсақталады және сыналады. Алынған тұнбалар пирометаллургиялық сатыларға (балқыту) жіберіледі. Тазартылған ерітінділер буферлік цистерналарда жиналады. Кәріз жүйесіне төгілмес бұрын ластағыш заттардың құрамы бойынша сынамалар алынады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ластағыш заттардың шығарындыларын азайту.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Ластағыш заттардың шығарындыларын азайту.

Экологиялық заңнаманың сақталуына қойылатын талаптар.

Құнды (асыл) металдардың жоғалуын азайту және құрамында ДМ және басқа да асыл металл бар шикізатты қалпына келтіру.

#### **5.1.4.4. Сарқынды суларды тазарту әдістері**

Қайта өңдеуге немесе қайта пайдалануға болмайтын кез келген су табиғи су объектілеріне ағызылатын соңғы сарқынды сулардағы металдар, қышқылдандырғыштар және бөлшектер сияқты ластағыш заттардың концентрациясын барынша азайту үшін тазартылуы керек. Суды ластағыш заттардың концентрациясын төмендету үшін химиялық тұндыру, тұндыру немесе флотация және сүзгілеу сияқты

құбырдың соңын өңдеу әдістерін қолдануға болады. Әдетте, бұл әдістер соңғы немесе орталық су тазарту қондырғысында бірге қолданылады. Сондай-ақ, технологиялық ағынды басқа сарқынды сулармен араласпас бұрын металдарды тұндыруға тырысуға болады.

Сарқынды суларды тазарту әдістері мыс өндірісінде, сондай-ақ жалпы түсті металлургия және басқа да салаларда кеңінен қолданылатындықтан, бұл бөлімде оларға жалпы шолу жасалады. Сәйкесінше, бұл процестер ЕҚТ анықтауда критерий ретінде қарастырылатын негізгі сипаттамалары бойынша ұқсас.

Тазалаудың ең қолайлы әдісін немесе әртүрлі тазалау әдістерінің комбинациясын таңдау әрбір нысанға тән нақты факторларды ескере отырып, тек жеке негізде жүзеге асырылады. Соңғы сарқынды сулардың көлемін және олардағы ластағыш заттардың концентрациясын барынша азайтудың ең озық әдісін анықтау үшін келесі маңызды факторларды ескеру қажет:

- сарқынды сулардың көзі болып табылатын үдеріс;
- су көлемі;
- ластағыш заттар және олардың концентрациясы;
- ішкі қайта пайдалану мүмкіндіктері;
- су ресурстарының болуы.

Қолданылатын әдістерді таңдаған кезде өндірістік процестердің ерекшеліктерін, көбінесе көлемін, сондай-ақ табиғи су қоймасындағы су ағынының жылдамдығын - сарқынды суларды қабылдағышты ескеру қажет. Жоғары концентрация мәндерін сақтайтын разрядтар көлемінің төмендеуімен оларды тазарту үшін аз энергия қажет болады. Жоғары концентрациялы сарқынды суларды тазарту сонымен қатар соңғы сарқынды сулардағы жоғары концентрацияға әкеледі, бірақ аз шоғырланған ағындарға қарағанда төмендеу коэффициенті жоғары және жойылған ластағыш заттардың көлемінің ұлғаюымен.

#### **5.1.4.4.1. Химиялық тұндыру**

##### **Сипаттама**

Бұл әдіс рН мәнін реттеу және еритін металдардың тұндыру жылдамдығын арттыру үшін әк, күйдіргіш сода, натрий сульфиді сияқты реагенттерді немесе реагенттер комбинациясын қосудан тұрады.

##### **Техникалық сипаттама**

Химиялық тұндыру негізінен сарқынды сулардан еритін металл иондарын жою үшін қолданылады. Сарқынды сулардан рН мәнін реттеу арқылы еритін металдарды тұндыруға болады. Сарқынды суға әк, натрий гидроксиді, натрий сульфиді немесе реагенттер комбинациясы сияқты реагент қосылады, нәтижесінде тұнба ретінде металмен ерімейтін қосылыстар пайда болады. Бұл ерімейтін қосылыстар сүзгілеу

арқылы судан алынуы мүмкін. Коагулянтты немесе флокулянтты қосу оңайырақ бөлінетін және тазалау жүйесінің жұмысын жақсарту үшін жиі қолданылатын үлкен флоктарды қалыптастыруға көмектеседі.

Тұндыру әдетте сарқынды сулардан темір, қорғасын, мырыш, хром, марганец және т.б металдарды тазарту үшін қолданылады. Металл гидроксидтері әдетте ерімейді, сондықтан оларды тұндыру үшін әк кеңінен қолданылады.

Металл сульфидтері де ерімейді, ал сілтілі жағдайларда натрий сульфиді, натрий гидросульфиді және тримеркаптосульфотриазин (ТМС) сияқты реагенттер қолданылады. Биологиялық әдіс сульфатты қалпына келтіретін бактериялармен  $H_2S$  өндірісінде де қолданылады, бұл арқылы газ тасымалдаушы газ арқылы тұндыру сатысына өтеді. Сульфидтердің тұндырылуы рН мен температураға байланысты тазартылған сарқынды суда белгілі бір металдардың концентрациясының төмендеуіне әкелуі мүмкін және металл сульфидтері балқыту сатысына қайта өңделуі мүмкін. Селен және молибден сияқты металдарды да тиімді жоюға болады.

Мырыш сульфатының ерітінділері биологиялық тазарту сатысында табиғи газ бен буды түрлендіру арқылы алынатын электрондық сутегімен тазартылады. Мырыш сульфиді тәулігіне 10 тонна өндіріледі, содан кейін балқыту пешіне қайтарылады.

Кейбір жағдайларда металдар қоспасын тұндыру екі кезеңде жүргізілуі мүмкін: алдымен гидроксидпен, содан кейін сульфидті тұнбамен. Артық сульфидтерді жою үшін жауын-шашыннан кейін темір сульфатын қосуға болады.

Металды кетіру тиімділігін арттыру үшін тазалау үдерісі әртүрлі рН мәндерінде жүргізілуі керек және әртүрлі реагенттер пайдаланылуы керек. Реагент таңдау және рН мәні металдардың тұнбаға түсуінде үлкен рөл атқаратын факторлар болып табылады. Сондай-ақ, ерігіштік температураға да байланысты екенін ескеру керек.

Сарқынды суларды тазарту үдерісінде дұрыс рН деңгейін сақтау да өте маңызды, өйткені кейбір металл тұздары өте аз рН диапазонында ғана ерімейді. Осы диапазоннан тыс металдарды кетіру тиімділігі тез төмендейді. Металлдарды кетірудің максималды тиімділігі үшін тазалау үдерісі әртүрлі реагенттерді пайдалана отырып, әртүрлі рН мәндерінде жүргізілуі керек. Реагент пен рН мәнін таңдаудан басқа, ерігіштік дәрежесі температураға және металдың судағы валенттілігіне байланысты болуы мүмкін екенін де ескеру қажет.

Осылайша, әртүрлі металдарды тұндыру үшін оңтайлы рН мәндеріндегі бар айырмашылықтарға байланысты бір үдерісте әрбір металдың ең аз мөлшеріне қол жеткізу мүмкін емес.

Металдар жойылатын көптеген зауыттарда сарқынды сулардың қажетті шектеріне жетудегі негізгі мәселелердің бірі шөгінді металдардың коллоидтық күйі болып табылады. Ол сапасыз бейтараптандыру және флокуляция нәтижесінде пайда болуы мүмкін. Шөгілген металдың күйін жақсарту үшін әртүрлі флокулянттар мен



коагулянттарды қолдануға болады, ал мұндай материалдарды жеткізушілер тұнбаларға сынап, дұрыс коагулянтты белгілей алады.

Сарқынды сулардың құрамы концентраттың/шикізаттың сапасына және дымқыл жүйелерде тазартылған кейінгі газдардың құрамына байланысты өзгереді. Сонымен қатар, әртүрлі өлшеу көздері немесе дауыл тудыратын ауа-райы жағдайлары сарқынды су ағындарының әртүрлілігін арттырады. Көбінесе өнімділікті оңтайландыру үшін үдеріс параметрлерін бейімдеу қажет.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ластанған сарқынды сулардың табиғи су объектілеріне төгілуін азайту.

Сарқынды суларды химиялық жауын-шашынмен тазартудың тиімділігі келесі факторларға байланысты:

химиялық тұндырғышты таңдау;

қосылған тұнбаның мөлшері;

тұндырылған металды шығару тиімділігі;

тазалау үдерісінде дұрыс рН мәнін сақтау;

кейбір металдарды жою үшін қара тұздарды қолдану;

флокуляциялық немесе коагуляциялық реагенттерді қолдану;

сарқынды сулар құрамының ауытқуы және комплекс түзуші иондардың болуы.

Металлдарды кетірудің максималды тиімділігін қамтамасыз ету үшін тұндырғыштарды таңдау ең маңызды фактор болып табылады. Сульфид негізіндегі реагенттерді қолдану кейбір металдардың төмен концентрацияларына қол жеткізуге болатынын көрсететін мысалдар бар. Бүкіл сарқынды суларды тазарту үдерісінде дұрыс рН деңгейі де өте маңызды, өйткені кейбір металл тұздары өте аз рН диапазонында ғана ерімейді.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Әдістерді таңдау кезінде өндірістік процестердің ерекшеліктерін ескеру қажет. Сонымен қатар, қолданылатын әдістерді таңдауда қабылдаушы су қоймасының мөлшері мен ағынның жылдамдығы маңызды рөл атқаруы мүмкін. Неғұрлым жоғары шоғырлану пайдасына көлемдік шығыстың азаюы тазарту үшін энергияны тұтынудың қысқаруына әкеп соғады. Жоғары шоғырланған сарқынды суларды тазалау шоғырлануы анағұрлым жоғары, бірақ шоғырлануы аз ағындармен салыстырғанда қалпына келу жылдамдығы анағұрлым жоғары ағындардың пайда болуына әкеледі, бұл тұтастай алғанда ластағыш заттардың жойылуын жақсартуға мүмкіндік береді.

ӨМК-де сарқынды суларды санаттарға бөлу ластағыш заттардың түріне және оның концентрациясына, сондай-ақ сарқынды сулардың мөлшеріне және оның пайда болу орындарына байланысты. Технологиялық процестерден кейін ең ластанған сарқынды сулар жаңбыр және еріген сулармен бірге құм ұстағышта ауыр минералды қоспалар мен құмнан алдын ала тазартылады, содан кейін ол науа араластырғышқа түседі, онда ол 5 % әк ерітіндісімен өңделеді флокулянт, содан кейін контактілі цистерналардан

өткеннен кейін тұндырғыштарға түседі. Тазалау және салқындату аяқталғаннан кейін сарқынды сулар салқындатылған "стандартты-таза" сумен бірге жерасты қайта өңделген су резервуарларына жиналады және ӨМК шеберханаларына таратылады.

Әрі қарай, тазартылған суларды активтендірілген алюмосиликатты адсорбентпен, сондай-ақ шунгитпен сорбциялық сарқынды суларды тазарту әдісімен терең кейінгі тазарту қондырғыларына беруге болады.

Кросс-медиа әсерлер

Қуатты тұтынудың артуы.

Қоспаларды қолдану.

Жоюға жататын қалдықтардың пайда болуы.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте жаңа және бар қондырғыларға қатысты.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары. Әлеуметтік-экономикалық аспектілері. Табиғи су объектілеріне ластағыш заттардың түсуін азайту.

#### **5.1.4.4.2. Әлсіз қышқылдарды және әлсіз қышқылды технологиялық сарқынды суларды өңдеу**

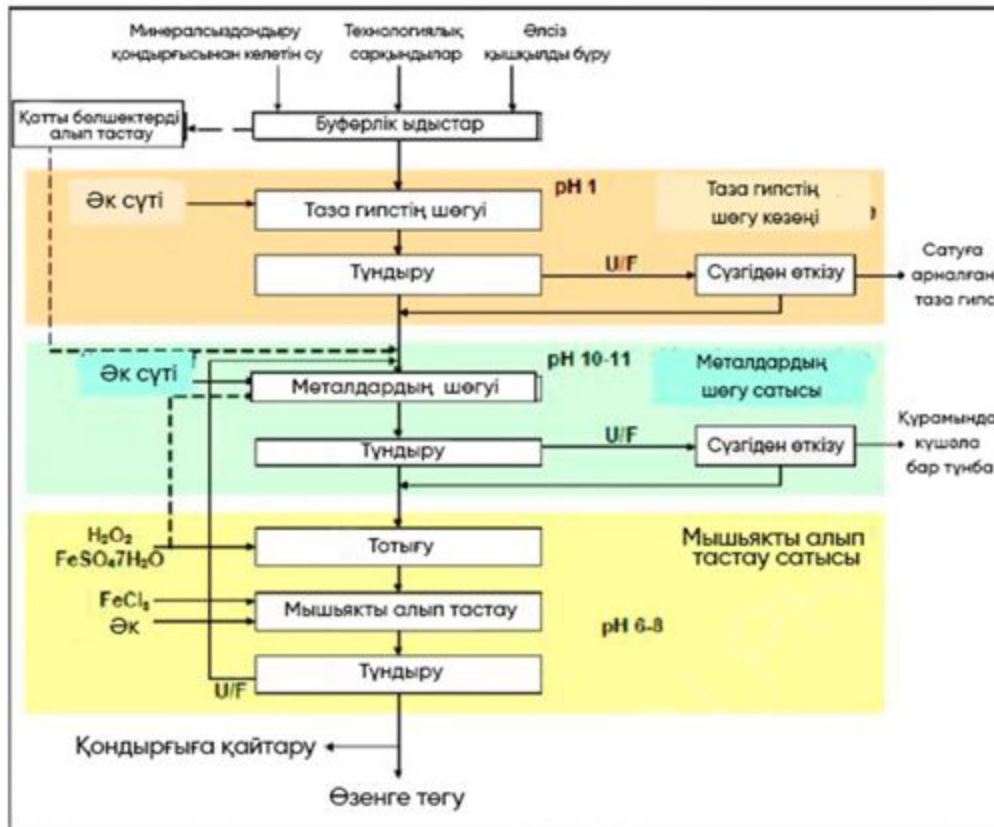
Сипаттама

Күкірт қышқылы зауытынан немесе әртүрлі қышқылды жуу суларынан келетін әлсіз қышқылдары бар сарқынды суларды тиісті реагентпен (әдетте кальций гидроксиді ) тазарту.

Техникалық сипаттама

Қышқылды сарқынды сулардың көпшілігінде ауыр металл тұздары бар, оларды оқшаулау қажет. Бұл мақсаттар үшін сутегі мен гидроксид иондары арасындағы бейтараптандыру реакциясы қолданылады, бұл диссоциацияланбаған судың пайда болуына әкеледі. Реагенттер ретінде NaOH, KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH, CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, CaMg[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub> (доломит) қолданылуы мүмкін.

Көбінесе кальций гидроксиді (әк) пайдаланылады, оның құны төмен. Үдеріс диаграммасы 5.13 -суретте көрсетілген.



5.13-сурет. Әлсіз қышқыл сарқынды суларды тазарту процесінің схемасы

Бейтараптандыруға арналған әк сарқынды суға кальций гидроксиді ("ылғалды" мөлшерлеу) немесе құрғақ ұнтақ ("құрғақ" мөлшерлеу) түрінде енгізіледі. Күкіртті сарқынды суларды әк сүтімен бейтараптандыру кезінде әк шығыны (СаО бойынша) стехиометриялық есептен 5 – 10 % жоғары қабылданады. Суды құрғақ ұнтақпен немесе әк пастасымен бейтараптандыру жағдайында кальций оксидінің дозасы стехиометриялық дозаның 140 – 150 % құрайды, өйткені қатты және сұйық фазалар арасындағы өзара әрекеттесу баяу және толық емес. Реактив ретінде әкті пайдаланатын үдеріс кейде әктастау деп аталады. Әктеу мырыш, қорғасын, хром, мыс және кадмий сияқты металдарды бір уақытта тұндыру және тұндыру мүмкіндігін береді. Кейде кальций немесе магний карбонаттары бейтараптандыру үшін суспензия түрінде қолданылады. Сода мен натрий және калий гидроксидтерін бағалы өнімдер бір уақытта алынған жағдайда немесе олардың құны жоғары болғандықтан өндіріс қалдықтары болған жағдайда ғана қолдану керек.

Қышқылды суларды бейтараптандыруға арналған реагентті таңдау қышқылдардың түріне және олардың концентрациясына, сондай-ақ химиялық реакциялар нәтижесінде түзілетін тұздардың ерігіштігіне байланысты.

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

Ең аз сарқынды суды тұтыну.

Табиғи су объектілеріне ластанған сарқынды сулардың төгілуін азайту.

Таза гипс өндіру.

### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Қол жеткізілген нәтижелер 5.7 -кестеде көрсетілген.

5.7-кесте. Әлсіз қышқылды сарқынды суларды тазартудың тиімділігі

р/с №	Параметр	Құндылықтар	Өлшем бірлігі
1	2	3	4
1	Кіру шарттары		
1.1	Өнімділік	35	м <sup>3</sup> /сағ
1.2	Құрамы:		
1.3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60	г/л
1.4	Cu	2100	мг/л
1.5	Hg	15	
1.6	As	2200	
1.7	Pb	2600	
1.8	Ni	7	
1.9	Cd	110	
1.10	қалқымалы қатты заттар	200	
2	Сарқынды сулар <sup>(1)</sup>		
2.1	Өнімділік	31,2	м <sup>3</sup> /сағ
2.2	pH	9,5	—
2.3	Cu	0,1 – 0,5	мг/л
2.4	Hg	0,05	
2.5	As	0,05 – 0,2	
2.6	Pb	0,1 – 0,5	
2.7	Ni	0,1 – 0,5	
2.8	Cd	0,01 – 0,2	
3	Гипс шламы		
3.1	Өнімділік	6 - 7	т/сағ
	Құрамы, оның ішінде:		
3.2	ылғал	40 – 50	%
3.3	CaSO <sub>4</sub>	~ 30 – 35	
3.4	As	~ 1	
3.5	Cu	~ 1	
3.6	Fe	~ 1 – 2	
3.7	Hg	~ 0,01	
3.8	Pb	~ 1	
3.9	Ni	~ < 0,1	

3.10	Cd	~ < 0,1	
<p>(<sup>1</sup>) Ағын сулардағы өзгерістерді ескере отырып, болжалды деректер. Білікті кездейсоқ сынамалар немесе тұтынуға пропорционалды тәуліктік үлгілер негізінде алынған металл концентрациясының орташа тәуліктік мәндері көрсетілген.</p>			

Өндірілген гипстің құрамында 96 %-дан астам  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  бар.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Жоқ.

### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпы қолданылады.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Су объектілеріне ағызуды азайту.

Сарқынды суларды тиімді тазарту және тауарлы өнім шығару мүмкіндігі.

#### **5.1.4.4.3. Белсендірілген көмірді қолданып сүзгілеу**

##### **Сипаттама**

Сүзгілеу ортасы ретінде белсендірілген көмірді пайдаланатын сүзгілеу үдерісі.

##### **Техникалық сипаттама**

Сарқынды сулардан органикалық материалдарды алу үшін әдетте белсендірілген көмір, өте кеуекті көміртекті зат қолданылады; алайда сынап пен Бағалы металдарды жоюға қатысты өтініштер де қарастырылған. Әдетте, мұндай сүзгілер бірнеше жүк немесе картридж түрінде қолданылады, осылайша материалдардың бір сүзгіден өтуі екіншісіне кешіктіріледі. Содан кейін пайдаланылған сүзгі ауыстырылады және қосымша сүзгіге айналады. Бұл операция сүзгідегі серпілістерді анықтаудың дұрыс әдісіне байланысты.

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

Су объектілеріне органикалық заттардың, сынаптың және бағалы металдардың шығарындыларын азайту.

2020 жылы "Aurubis Bulgaria" (Пирдоп) зауытында өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту қондырғысы жаңғыртылды: ерімеген заттардың жерүсті суларына түсуін азайту үшін жаңа құм сүзгісі орнатылды.

"Aurubis Bulgaria" зауытында ультрасүзгіациялық қондырғыны пайдалану Beerse " жерасты суларын пайдалану көлемін 2018 жылғы 67 %-дан 2020 және 2021 жылдары 30 %-ға дейін төмендетуге мүмкіндік берді [94].

##### **Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым**

Жалпы қолданылады.

##### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Табиғи су объектілеріне ластанған сарқынды сулардың төгілуін азайту.

#### **5.1.4.4.4. Сарқынды суларды белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолданып қосымша тазарту әдісі**

Сипаттама

Белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы сарқынды суларды кейінгі тазартуға арналған сорбциялық әдіс.

Техникалық сипаттама

Бастапқы тазарту қондырғыларынан келетін  $700 \text{ м}^3/\text{сағ}$  көлеміндегі өндірістік тазартылған сарқынды суларды кейінгі тазарту.

Бастапқы су тазарту құрылыстарының тұндырғыштарын ағызу камерасынан кейін кәріз сорғы станциясының көмегімен "Глинт" адсорбенті тиеген жедел сүзгілер блогына сүзгілеуге беріледі және одан әрі сүзгілер өткеннен кейін сорғы станциясы арқылы ағызу коллекторына ағызылады.

Сүзгілер жууға кезекпен "қысымның төмендеуі" немесе бастапқы ластағыш заттардың "серпілісі" арқылы шығарылады. Сүзгілер таза су ыдысынан тазартылған сумен жуылады. Шаю суы сүзгінің дренажды тарату жүйесі арқылы жуу сорғысы арқылы жеткізіледі және шаю суына арналған резервуарға жиналады. Лас жуу суы оны мөлдірлендіру (тұндыру) жүргізілетін тазарту құрылыстарына қайтарылады.

Технологияның мәні тазартылған суды "Глинт" түйіршікті адсорбенті тиелген сүзгіден өткізу (қалпында қалған заттар мен ауыр металдарды жою). Сонымен қатар "Глинт" адсорбентінің қасиеттеріне байланысты сүзу жүктемесінде бір мезгілде келесі процестер жүреді: механикалық сүзгілеу (ластағыш заттар түйіршіктер аралық кеңістікте кідіріледі); жанасу коагуляциясы (сүзгі циклінің басында астық бетінде тұндырылған ластағыш заттар флокуляция орталықтары қызметін атқарады); физикалық сорбция (теріс зарядты металл бөлшектері оң зарядты адсорбент түйірлерінің бетінде сақталады және сумен жуу арқылы оңай жойылады).

Технологияны "Квант минерал" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (Санкт-Петербург) әзірледі және "Казцинк" ӨМК" ЖШС жұмыс істеп тұрған кәсіпорында өзінің тиімділігін көрсетті. Бұл материал құрамында магний бар қоспаларды қолдану арқылы саздың термиялық модификациясының өнімі болып табылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ағызылатын сарқынды суларда мырыш, кадмий, сынап, марганец концентрациясын төмендету.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Тазарту қондырғылары тәулігіне  $16800 \text{ м}^3$  ( $700 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ) дейін максималды өнімділікке арналған. Глинт адсорбентін қолдану мерзімі шектелмейді, шаю кезінде тозудың жоғалуы (жылына 10 % дейін) сүзгілерді қайта жүктемей қосу арқылы толықтырылады. Адсорбент белсенділігінің төмендеуімен оның сорбциялық қасиеттері сілтінің немесе магний сульфатының 4 % ерітінділерімен белсендіру арқылы қалпына келеді. Адсорбентті белсендіруді жүзеге асыру үшін қажетті көмілген резервуарларды, сорғы жабдықтарын, клапандарды және құбырларды қамтитын белсендіру блогы қарастырылған. Адсорбентті белсендіру үшін қолданылатын ерітінділер (4 - 5 % NaOH және  $\text{MgSO}_4$  ерітінділері) бірнеше рет қолданылады. Активатордың қалдық ерітінділері мезгіл-мезгіл (NaOH үшін айына 1 рет және  $\text{MgSO}_4$  үшін 4 айда 1 рет) қолданыстағы тазарту қондырғыларына тастау үшін шығарылады.

Кросс-медиа әсерлер

Қосымша реагенттерге деген қажеттілік.

Қолдануға қатысты техникалық ой-пайым

Жалпыға бірдей қолданылады.

Экономика

Мәлімет жоқ.

Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындылардағы ластағыш заттардың концентрациясын төмендету және олардың табиғи су экожүйелеріне енуіне жол бермеу.

Табиғат қорғау заңнамасының талаптары.

## **5.2. Мыс өндірісіндегі техникалар**

### **5.2.1. Шикізатты алдын ала өңдеу процесінде шығарындыларды азайту техникалары**

Түсті металдарды өндіруде қолданылатын негізгі шикізат рудалар мен концентраттар, екінші реттік шикізаттар, отындар (газ, қатты отын, резервтік отын ретінде мазут) және технологиялық газдар (мысалы, оттегі, хлор және инертті газдар). Флюстер, қоспалар, химиялық заттар (мысалы, тазалау жүйелері үшін) сияқты басқа материалдар да қолданылады. Материалдардың бұл әртүрлілігі оларды пайдалану мен сақтауда көптеген проблемаларды тудырады және қолданылатын нақты әдістерді таңдау материалдың физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты. Жалпы, тозаң басқан материалдарды ашық жерлерде сақтаудан аулақ болу керек. Конвейерлік жүйелер жабық болуы керек. Қапшық сүзгілерін үнемі тексеріп, оларға қызмет көрсету керек. Төменде қоршаған ортаға таралуды болғызбау үшін қолдануға болатын ең көп таралған процестер мен әдістердің сипаттамасы берілген.

#### **5.2.1.1. Бастапқы және екінші реттік материалдарды алдын ала өңдеу (араластыру, кептіру, брикеттеу, түйіршіктеу, ұсақтау) кезінде шығарындыларды болғызбау және азайту әдістері**

Мыс өндіру үшін рудалар, концентраттар және ұсақ тозаңнан ірі материалдарға дейінгі әртүрлі екінші реттік шикізаттар қолданылады. Мыстың мөлшері басқа металдар мен ластағыш заттар сияқты материалдың әр түріне қарай өзгереді.

Қолданылатын негізгі алдын ала өңдеу әдістері араластыру, кептіру (концентратты кептіру үшін), брикеттеу, түйіршіктеу, ұсақтау және т.б.).

Шикізаттың біртекті құрамы рудаларды, әртүрлі сапалы концентраттарды екінші реттік шикізат ағындарымен араластыру арқылы алынады. Қоспалар араластырғыш қондырғыларды, мөлшерлеу жүйелерін немесе таспалы таразыларды қолданатын бункерлерді пайдалана отырып шығарылады.

Материалдарды кептіру, егер балқыту үдерісі құрғақ азықтандыруды немесе ылғалды азайтуды қажет етсе, қолданылады. Ол үшін айналмалы кептіргіштер, жылу алмастырғыштары бар кептіргіштер (бу немесе ыстық ауа көмегімен қыздырылады) қолданылады. Жылу алмастырғышы бар кептіргіштер, егер жылу балансы рұқсат етсе, үдерістің басқа бөліктерінен алынған қалдық жылуды пайдалана алады. Тозаң, тұнба, шөгінділер және т.б. сияқты арнайы материалдар үшін ыстық ауа конвейерлерін немесе вакуумды кептіргіштерді пайдалануға болады.

Үдеріске байланысты концентраттар мен басқа да жұқа материалдарды түйіршіктеуге немесе брикеттерге престеуге болады. Тозаң түзілуін азайту үшін жабындар мен байланыстырғыш заттар қолданылады. Металл сынықтары престеу арқылы нығыздалады.

Қайта өңделген материалдарды сатуға немесе одан әрі өңдеуге жарамды ету үшін олардың көлемін азайту үшін ұсақтау, ұнтақтау және іріктеу қолданылады.

### **Сипаттама**

Мынадай әдістер пайдаланылуы мүмкін:

жабық конвейерлер, сору немесе пневматикалық беріліс жүйесі;

тозаң тәрізді материалдармен жұмыс істеуге арналған жабық ғимарат (мысалы, араластыру);

су бүріккіштері немесе тұман жүйелері сияқты тозаңды басу жүйелері;

қап сүзгісі сияқты сүзгі жабдығына қосылған тозаң мен газды кетіру жүйелері;

материалды сырттан араластыру үшін ылғал ұстауға арналған су зеңбіректер;

тұрмыстық және өндірістік сарқынды сулардың құрамындағы ластағыш заттарды су объектілеріне жібергенге дейін жою жөніндегі іс-шаралар кешені;

металл шығымдылығын арттыру үшін металл сынықтарын бөлу әдістері.

### **Техникалық сипаттау**

Кендер мен концентраттарды өңдеу орнына автомобиль және теміржол арқылы жеткізуге болады. Олардың түсіру орындарында тозаңның алдын алу, ұстау және тозаңсыздандыру жүйелері кеңінен қолданылады.



Қатты материалдарды түсіру, сақтау және жылжыту қатты отын үшін қолданылатын әдістермен жүзеге асырылады. Жалпы алғанда, бұл материалдардың сақтау талаптары анағұрлым қатал, өйткені олар реактивті, бөлшектердің өлшемі кішірек және ауада тұман түзу немесе суға жуып кету ықтималдығы жоғары. Автоматты жылдам нығыздау құрылғылары кеңінен қолданылады. Флюсті және қожды өңдеу үшін қолданылатын заттар да рудалар мен концентраттарға ұқсас түрде учаскеге жеткізіледі, сақталады және өңделеді.

Кендер мен концентраттар (егер олар тозаң түзсе) және басқа да тозаңды материалдар әдетте жабық ғимараттарда сақталады. Жабық және бүркіленген қатқабаттар мен бункерлер де қолданылады. Ашық қатқабаттар түйіршіктелген материалдың үлкен бөліктерін сақтау үшін пайдаланылады, бірақ олар әдетте материалдың жоғалуын, топырақ пен кендердің ластануын болғызбау үшін бетон сияқты қатты, су өткізбейтін жабыны бар учаскелерге орналастырылады. Кейбір кесек материалдар жабынның ықтимал зақымдалуына байланысты төселген учаскелерге қойылмайды, бұл жасырын проблемаларды тудыруы мүмкін. Сапасы әртүрлі кендерді бөлу үшін олардың қатқабаттарының арасында жиі өткелдер қалдырылады.

Тозаңды басу үшін жиі су бүркуі қолданылады, бірақ құрғақ партия қажет болғанда, бұл әдіс әдетте қолданылмайды. Материалды шамадан тыс ылғалдандырусыз тозаңды басу үшін су тұманын тудыратын жұқа тозаңдатқыштар сияқты балама әдістер қолданылады. Кейбір концентраттарда тозаңның пайда болуын болғызбау үшін бастапқыда жеткілікті ылғал болады.

Желді жағдайларда тозаңның пайда болуын болғызбау үшін бетті байланыстыратын заттарды (мысалы, меласса, әк немесе поливинилацетат) пайдалануға болады. Беткі қабаттардың бөлшектерін байланыстыру олардың тотығуын және кейіннен материалдың жерге немесе жерүсті ағынына ағып кетуін болдырмайды.

Кен материалдарын түсіру айтарлықтай тозаң шығарындыларының әлеуетті көзі болуы мүмкін. Негізгі мәселе жартылай вагон немесе басқа аударылатын көлік ауырлық күшімен түсірілген кезде туындайды. Түсіру жылдамдығы бақыланбайды, бұл тозаңды басу және тозаңды жинау мүмкіндіктерінен асып кетуі мүмкін айтарлықтай тозаң шығарындыларына әкеледі. Мұндай жағдайларда автоматты есіктері бар жабық түсіру бөлмелерін пайдалануға болады.

Төңкерілген вагондарға қарама-қарсы орналасқан мөлдір пластик экрандар да қолданылады. Бұл жағдайда түсіру кезінде пайда болатын ауа толқыны аралық секцияға (серпелі секцияға) өтеді және контейнер түсіру энергиясын сіңіреді; ауа қысымы сөндіріледі, бұл сору жүйесіне жоғарылаған жүктемені жеңуге мүмкіндік береді.

Материалды астыңғы берілісі конвейермен, грейферлі кранмен немесе алдыңғы тиегішпен түсіруге болады, тозаңды материалдарды тасымалдау үшін толығымен жабық конвейерлер қолданылады. Пневматикалық жүйелер тығыз материалдарды

тасымалдау үшін де қолданылады. Аспирациялық сүзгі жүйелері тозаңды материалдарды стационарлық түсіру орындарында немесе конвейерлердегі тасымалдау орындарында ұстау үшін пайдаланылуы мүмкін. Ашық конвейерлерді пайдаланған кезде таспа тым жылдам қозғалса (мысалы, 3,5 м/с жоғары жылдамдықта) тозаң пайда болуы мүмкін. Алдыңғы тиегішті пайдаланған кезде бүкіл тасымалдау қашықтығында тозаң басуға болады.

Алдын ала өңдеу үшін қолданылатын әдістер материалдың мөлшері мен сипатына, сондай-ақ ластану дәрежесіне байланысты.

Тозаң материалдарын араластыру жабық ғимараттарда жүргізілуі керек, сонымен қатар жабық конвейерлер мен пневматикалық көлік жүйелері қолданылуы керек. Сору жүйелерін де қолдануға болады, содан кейін тозаңды кетіруге болады. Жиналған тозаңды процеске қайтаруға болады. Су бүріккіштері немесе тұман жүйелері сияқты тозаңды басу жүйелерін жұқа су тұманын жасау үшін қолдануға болады. Концентраттарда тозаңның пайда болуын болғызбау үшін жеткілікті су бар.

Кептірілген материалдарды тасымалдау үшін пневматикалық көлік қолданылады. Тозаңды тазарту сөмке сүзгілерімен жүзеге асырылады. Жиналған тозаң процеске қайта оралады.

Брикеттеу және түйіршіктеу учаскелері, конвейерлер жабық болуы тиіс. Желдету жүйелері қолданылады, содан кейін қапшық сүзгісінде тозаңсыздандырылады. Металл сынықтарын тығыздау жұмыстары жабық ғимаратта немесе тозаң шығару жүйелерімен жабдықталған ашық алаңда орындалады. Шуды азайту үшін қоршаулар сияқты шуды азайту шаралары қажет болуы мүмкін.

Ұнтақтау, ұсақтау, жентектеу және елеу операциялары тозаң шығарындыларының көзі болуы мүмкін, сондықтан тазалау және тозаң жинау жүйелері пайдаланылады және жиналған тозаң қайта өңделеді. Су бүріккіштері немесе тұман жүйелері сияқты тозаңды басу жүйелерін қолдануға болады.

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

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларының алдын алу және азайту.

Шикізат үнемдеу, өйткені сүзгі тозаңы үдерісте қайта пайдаланылады.

Су төгінділерін азайту.

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

"Қазцинк" ЖШС Өскемен металлургиялық комбинатында шихтаны дайындау учаскесінің технологиялық схемасы шикізатты қабылдау және сақтау, материалдарды шихта бункерлеріне тиеу, материалдарды мөлшерлеу және араластыру, шихтаны таспалы конвейерлермен мысға беруді қамтиды. Isasmelt-Cu пешінің түйіршіктеу секциясына балқыту, шихтаны түйіршіктеу-барабанда түйіршіктеу, пешке балқыту үшін түйіршіктерді жеткізу, айналымдағы материалдарды ұсақтау және ұнтақтау.

Шихтаны дайындау аймағының соңғы өнімі түйіршікті шихта болып табылады, ол жоғарыдан Isasmelt-Cu пешіне, электр пешіне, конвертерлерге және анодты пештерге таспалы конвейерлер сериясы арқылы жүктеледі. Цехтың таспалы конвейерлер мен қабылдау бункерлерінің жүйелері Даламатик типті материалды өңдеу қондырғыларын жергілікті тозаңсыздандыруға арналған қондырғылармен (кассеталық сүзгілермен) және аспирациялық жүйелермен жабдықталған. Шихтаны дайындау үдерісінде материалдың ылғалдылығына байланысты шихтаны ылғалдандырады, ол үшін айналмалы су құбырының суы және электролиз цехының сарқынды суы қолданылады.

Ұсақтау орнында аспирациялық газдар циклонда тазартылады. Атмосфераға желдету және тазартылған аспирациялық газдар шығарындылары шығару жүйелерінің шамдары арқылы жүзеге асырылады. Бұл қайта бөлуден сарқынды сулар төгілмейді.

### **Кросс-медиа әсерлері**

Тозаңды сору жүйелері

Шикізаттағы су мөлшерінің жоғарылауына байланысты балқыту үшін энергия шығынының артуы.

Суды пайдалануды арттыру.

Сарқынды сулар суды тазартуды қажет етеді.

Сүзгі жабдығына қосылған тозаңды сору жүйелері

Энергияны пайдалануды арттыру.

Алынған тозаң қайта пайдаланылмаса, қосымша қалдықтар пайда болады.

Сөндіру және тозаңды жинау жүйесі бар оттық

Энергияны пайдалануды және  $\text{NO}_x$  шығарындыларын арттыру.

Ағызу алдында сұйық сарқынды суларды жинау және тазарту.

Энергетикалық және сарқынды суларды тазартуға арналған қоспаларды пайдалануды арттыру.

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

Тозаңды материалдарға қолданылатын жабық ғимарат, жабық конвейер, пневматикалық тасымалдау жүйесі және сүзу жабдығына қосылған сору жүйесі.

Тозаңды басатын жүйелер балқыту зауыты және одан кейінгі ластануды бақылау жүйесі дымқыл шикізатты өңдей алатын жағдайда ғана қолданылады.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

### **Іске асыру үшін қозғаушы күш**

Қашықты шығарындылардың алдын алу және азайту

Қалдықтарды қайта пайдалану.

Балқыту үдерісін оңтайландыру.

Қоршаған ортаны қорғау және халықтың денсаулығын сақтау саласындағы талаптар

### 5.2.1.2. Концентраттарды кептіру кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары

Концентраттарды балқыту үдерісінің алдында ылғалдылығын 7 - 8 %-дан 0,2 %-ға дейін төмендету үшін кептіреді. Білік пештерінде балқыту үшін концентратты 3,5 - 4 %-ке дейін кептіреді және брикеттейді.

Мыс концентраттарын кептіру үшін екі түрлі кептіргіштер қолданылады.

Табиғи газдың немесе басқа отынның жануынан алынған қалдықтардың жылуын пайдаланатын айналмалы кептіргіштер. Сондай-ақ, анодты пеш сияқты пештердің технологиялық газын пайдалануға болады.

Қалдық жылу қазандық буын пайдаланатын кептіргіштер.

Кептірілген концентрат әдетте өте тозаңды болады және тозаң шығарындыларының алдын алу және азайту үшін тазалау жүйелері қолданылады.

#### **Сипаттама**

Қарастырылатын техникалар:

қапшық сүзгісі;

электросүзгі;

тазартқыш.

#### **Техникалық сипаттау**

Айналмалы кептіргіш айналмалы барабан болып табылады. Отынның жануы кезінде пайда болатын ыстық газ дымқыл концентратпен байланысқа түседі, ал оның құрамындағы су буланады. Кептіргіштерден шығатын газ қапшық сүзгіде, электросүзгіде немесе скрубберде тозаңды кетіру үшін өңделеді. Скрубберлер  $SO_2$  -мен күресу үшін қолданылады. Концентраттың тұтануына жол бермеу үшін азотты немесе басқа инертті газды пайдалануға болады.

Бу кептіргіштері бу катушкалары арқылы жанама түрде қыздырылады. Сыйымдылық бу қысымына және кептіру уақытына байланысты, қысымды арттыру арқылы өнімділікті арттыруға болады. Концентраттан суды жинау үшін кептіргішке ауаның аз мөлшері енгізіледі. Жылу тепе-теңдігі рұқсат етсе, бу катушкасының кептіргіштері үдерістің басқа бөліктерінен алынған қалдық жылуды пайдалана алады. Ауа қапшық сүзгісінде тозаңнан тазартылады.

Құрғақ кендер мен концентраттар өздігінен тұтанатын болуы мүмкін және тазарту жүйесін жобалауда осыны ескеру қажет. Тұтануды басу үшін инертті газды (азот) немесе жанғыш газдардағы қалдық оттегін пайдалануға болады.

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

Қапшық сүзгісі, электростатикалық тозаң жинағыш

Тозаң мен металл шығарындыларын азайту.

Ұсталған тозаңды технологиялық үдерісте қайта пайдалану.

Скруббер

$SO_2$  шығарындыларын азайту.

Venturi скрубберін пайдаланған кезде тозаң шығарындыларын азайту.

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

Концентраттарды кептіру айтарлықтай мөлшерде тозаң шығарады. Аэрозольдердің болуына және температураның өзгеруіне байланысты құбырларда конденсация және тозаң пайда болуы мүмкін. Бұл шөгінділер түтін газының өзі немесе сығылған ауа арқылы жойылады.

ЭСШЖ және Вентури скрубберлерімен салыстырғанда қапшық сүзгісі тозаң шығарындыларын жақсырақ азайтады; бұдан басқа, әк айдау кезінде  $SO_2$  құрамын азайту үшін сүзгі бетін де пайдалануға болады. Вентури скрубберінің көмегімен ұсақ тозанды кетіру тиімділігі азырақ.

Тозанды сапалы тазалауды бақылау сүзгі қалтасының істен шығуын анықтау үшін қолданылатын тозаң жинағыш, оптикалық немесе трибоэлектрлік құрылғылар арқылы жүзеге асырылады. Тазалау механизмін басқару үшін қысымның төмендеуі бақыланады.

Кейбір жағдайларда құрғақ концентраттың тұтану температурасы  $300^{\circ}C$  және  $400^{\circ}C$  аралығында болады. Ыстық ауамен кептіргіштегі газдардың оттегі мөлшері төмен, ал жұмыс температурасы ең жоғары рұқсат етілген деңгейде, негізінен оны суық ауамен араластыру арқылы бақыланады. Сол сияқты, бу кептіргіштері төмен концентрат температурасын және төмен ауа ағынын сақтай алады, бұл бірдей әсерге қол жеткізе алады. Азотты өздігінен тұтануды болғызбау үшін де қолдануға болады. Жылуды анықтауды ыстық нүктелерді анықтау және азотты сөндіруді бастау үшін пайдалануға болады.

2020 жылы KGHM зауытында (Легниц, Польша) концентрат кептіргіштен келетін газдардан құрамында күшән бар тозанды тазарту жобасы аяқталды. Қоршаған ортаға әсер ету көрсеткіштері: тозаң үшін  $1 \text{ мг/Нм}^3$  төмен, күшән  $0,002 \text{ мг/Нм}^3$  (орташа мән  $0,01 \text{ мг/Нм}^3$ ), сынап  $0,004 \text{ мг/Нм}^3$  төмен (орташа мән  $0,002 \text{ мг/Нм}^3$ ) болды [ 8].

### **Кросс-медиа әсерлер**

Қапшық сүзгі және электросүзгі.

Энергияны пайдалануды арттыру.

Скруббер.

Қуатты тұтынудың жоғарылауы (қапшық сүзгісінен жоғары).

Химиялық заттарға қажеттілік.

Ағызу немесе қайта пайдалану алдында тазартуды қажет ететін суды тұтыну және сарқынды сулардың түзілуі.

Қалдықтарды өндіру.  $SO_2$  скрубберінің көмегімен өндірілген гипс пеш ағынын қосу бөлігі ретінде айналмалы кептіргіште өңделуі керек, бұл қосымша энергия мен өңдеу шығындарын талап етеді.

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

Әдістер кептіргіштің түрін ескере отырып, жаңа және бар қондырғыларға қолданылады. Концентраттардағы органикалық көміртегінің мөлшері жоғары болған жағдайда (мысалы, шамамен 10 масса%) қаптар тозандануына байланысты қап сүзгілерін қолдануға болмайды. Бу берудің сенімділігі әдетте бу кептіргішті пайдаланумен байланысты.

SO<sub>2</sub> скруббер тек тікелей күйдірілген кептіргіштерге қолданылады. Жанама кептіргіштер үшін SO<sub>2</sub> өңдеу қажет емес.

Бұлғал тазартқышты қолдану мүмкіндігі келесі жағдайларда шектелуі мүмкін:

айқаспалы әсерлерге байланысты газдан тыс ағынның өте жоғары жылдамдығы (қалдықтардың және сарқынды сулардың айтарлықтай мөлшері);

судың үлкен көлеміне және сарқынды суларды тазарту қажеттілігіне және соған байланысты айқаспалы әсерлерге байланысты құрғақ аймақтарда.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Экологиялық заңнамаға қойылатын талаптар.

Шикізатты қалпына келтіру.

### **5.2.1.3. Мыс концентратын күйдіруден бөлінетін газ шығарындыларын азайту техникалары**

Мыс металлургиясында күйдіру жоғары күкіртті концентраттарды және мысқа кедей кендерді өңдеуде қолданылады. Күйдірудің мақсаты – күкірттің бір бөлігін алып тастау және одан кейінгі балқыту кезінде олардың оксидтерін қожға айналдыру үшін темірдің бір бөлігін тотықтыру. Әдетте, таңдалған құрамның қождарын алу үшін шихтаға флюсациялық қоспалар (кварц, әктас) енгізіледі. Қуыру кезінде басқа да мәселелер шешіледі: күкірт қышқылын алуға жарамды газдарды алу, орташалау, шихтаны қыздыру.

Мыс концентраттарын күйдірудің негізгі әдісі қайнау қабатында (ҚК) күйдіру болып табылады. Жану камерасында жағудың мәні материалдың "қайнауын" қамтамасыз ететін жылдамдықпен көтерілетін ауа ағынымен немесе оттегімен байытылған жарылыспен заряд қабатын үрлеуден тұрады. Жану камерасында қуыру өнімділігі жоғары үдеріс, қуыру пештерінің конструкциясы қарапайым, үдеріс оңай механикаландырылған және автоматтандырылған. Қуыру 600 - 700 °С температурада жүргізіледі. Пайдаланылған газдардың құрамында 12 % - 14 % SO<sub>2</sub> болады және күкірт қышқылын алу үшін қолданылады.

### **Сипаттама**

Қарастырылып отырған әдіс циклонды, салқындату мұнарасын және құрғақ электросүзгіді, содан кейін қап сүзгіні қолдану болып табылады.

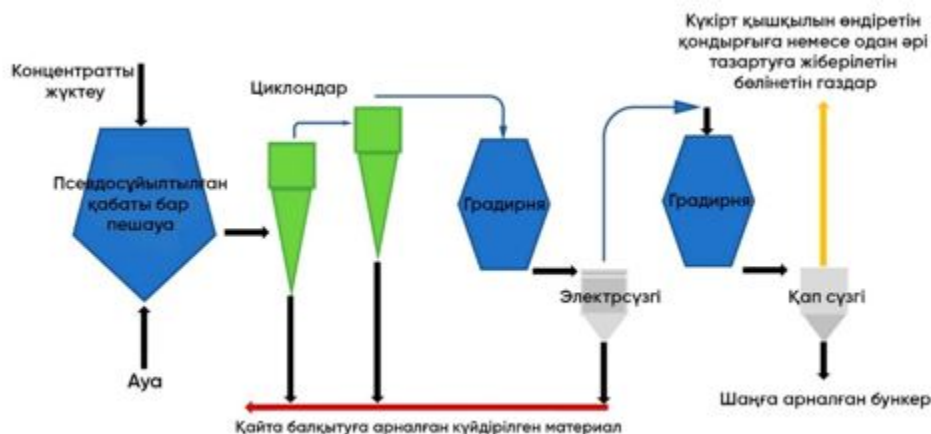
### **Техникалық сипаттау**

Шығарылған газ тозаңның көп бөлігі шөгетін циклондар жүйесі арқылы өтеді және одан әрі жабық конвейерлер арқылы балқыту зауытына тасымалданады. Циклондардан кейін шығарылатын газ салқындату мұнарасына түседі, онда газ температурасы ЭСО құрғақ жұмыс диапазонына сәйкес келу үшін шамамен 550 °С-тан шамамен 310 °С дейін төмендейді. Салқындағаннан кейін газ құрғақ ЭСШЖ-де өңделеді, онда металды тозаңнан тазартады. Бұл тозаң балқыту пешіне тасымалданады. Күшән мен сынап осы температурада бу түрінде пайда болып, сүзгіден өтеді.

Содан кейін шығарылатын газ кондиционер мұнарасында суды айдау арқылы одан әрі салқындатылады (екінші салқындату), шығарылатын газдың температурасын шамамен 120 °С дейін төмендетеді. Бұл жағдайда күшән мен сынап қатты фазаға конденсацияланады. Өртенген тозаң мен сынаптың көп бөлігі, күшән қапшық сүзгісінде бөлінеді. Бөлінген тозаң, қуыру тозаңы деп аталады, силоста уақытша сақтау үшін жабық конвейерде жиналады және тасымалданады.

Құрамында шамамен 10 % SO<sub>2</sub> бар газдар ылғалды фазалық өңдеу тізбегінде одан әрі өңделеді. Ылғалды фазадан тазалауға арналған барлық розеткалар орталық су тазарту қондырғысында өңделеді. Содан кейін құрамында SO<sub>2</sub> бар технологиялық газ орталық газ науасындағы араластырғыш мұнараға түседі, бірақ баламалы түрде күкірт қышқылы зауытына тікелей бағытталуы мүмкін. Күкірт қышқылын орнатпас бұрын күкірт (шамамен 10 % SO<sub>2</sub>) және ауыр металдар да жуылады және сынаптан тазартылады. Сынапты бірнеше әдістермен жоюға болады, мысалы, селенді қолдану, адсорбентті сіңдіру, HgCl<sub>2</sub> бар белсендірілген көмірді сүзу. Газ көлемі 30 000 м<sup>3</sup> / сағ-тан 170 000 м<sup>3</sup> / сағ дейін. Сүзу алдындағы сынап концентрациясы 10 мкг/м<sup>3</sup> -тен 9900 мкг/м<sup>3</sup> -ке дейін және сүзгіациядан кейінгі 3 мкг/м<sup>3</sup> - 50 мкг/м<sup>3</sup> аралығында болды. Бұл Hg жою технологияларын қолдану арқылы 70 - 99,7 % кетіруді білдіреді.

5.14 -суретте ҚҚ айдалатын пештің және газды тазарту жүйесінің схемасы келтірілген.



5.14-сурет. КҚ-да күйдіруге арналған пештің және газ тазарту жүйесінің схемасы

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң мен металл шығарындыларын азайту.

Шикізатты қалпына келтіру.

Тоғыспалы қоршаған орта әсерлері

Энергияны пайдалануды арттыру.

Суды тұтыну.

Қауіпті қалдықтарды өндіру

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Қолданыстағы зауыттарда қапшық сүзгісі металды қалпына келтіру және күкіртті алу үшін бұрыннан бар газсыз жүйелермен біріктірілуі мүмкін.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Шикізатты қалпына келтіру.

Тозанды шығаруды азайту.

Экологиялық заңнама талаптары.

Балқыту және конверсиялаудың келесі кезеңдерінде күшән мөлшерін азайту.

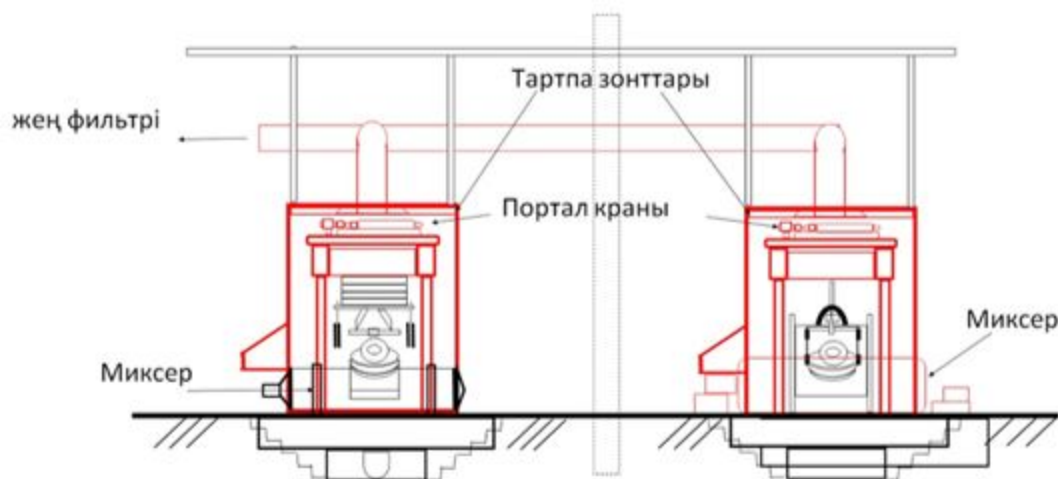
### **5.2.2. Бірінші және екінші реттік мыс өндіру кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары**

Атмосфералық ауаға ластағыш заттардың ұйымдасқан және ұйымдастырылмаған шығарындыларының алдын алу және азайту үшін технологиялық газдарды ұстаудың әртүрлі жүйелері қолданылады.

Металлургиялық процестердің тозандары, буларлары және газдары пештердің қоршау жүйелерімен, толық немесе ішінара жабылатын шұңқырлар, балқыма шығару жүйелері, тасымалдау аймақтары, басқа да осыған ұқсас жүйелер немесе сорғыштар арқылы ұсталады [36]. Шұңқырлардағы ыстық газдарды ұстап алуға және жануды отынмен қамтамасыз етуге пайдалануға болады, бұл қалдық жылуды қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Қысыммен жұмыс істейтін пештерде пешті тиеу кезінде ауа өткізбейтін етіп ұстау үшін жабық оттегі найзалары мен оттықтары, қуыс электродтар, сорғыштар мен торлар немесе қондыру жүйелері қолданылуы мүмкін. Сорғыштар өндірістік операциялар үшін бос кеңістікті ескере отырып, шығарындылар көзіне мүмкіндігінше жақын орналасады. Кейбір жағдайларда портативті сорғыштар пайдаланылады, ал кейбір процестер үшін бастапқы және екінші реттік



шығарындыларды ұстау үшін сорғыштар қолданылады. Сондай-ақ барлық қалдық шығарындыларды жинауға арналған бөлек үшінші реттік ұстау жүйелері бар; олар көбінесе "үйдегі үй" деп аталады (5.15 -сурет).



5.15-сурет. "Үйдегі үй" ұстау жүйесі

Жоғарыда аталған әдістерден басқа, металлургиялық процестерден ұйымдастырылмаған газдар мен қалдық газдарды ұстаудың алдын алу бойынша келесі шаралар туралы ақпарат бар:

пешке немесе ұяшыққа тиелген шихтаның көлемін ұлғайту, жақсырақ нығыздалу және шығарылатын газдарды ұстау үшін;

шығарылатын газдарды ұстауға және сүзуге арналған жабдықты жаңарту немесе жетілдіру;

отқа төзімді қаптаманы жақсарту арқылы пештің тоқтап қалуын қысқарту (осылайша шығарындылардың қысқа мерзімді өсуі кезінде қыздыру және өшіру уақыттарын қысқарту);

өндірістік ғимараттардың төбелерін қымталау және сүзгілерді жаңарту;

компьютерлік модельдерді пайдалана отырып, пештік газ ағындарының динамикасына, сондай-ақ ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу және азайту үшін конденсацияланған электролиттердің трасерлер көмегімен қозғалысына зерттеулер жүргізу.

Бұл әдістерді пайдалану газды қалпына келтіру жүйелерінің жұмыс режимдерін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Шикізатты бірдей көлемдегі шағын партиялармен тиеуді қамтамасыз ету мақсатында пештер мен электролит беру жүйелерінің конструкциясын жетілдіру де ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алуға ықпал етеді [37].

### 5.2.2.1. Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісіндегі пештерді/конвертерлерді жүктеу кезінде шығарындыларды болғызбау және азайту техникалары

Сипаттама

Ұсынылатын әдістер:

шикізатты брикеттеу және түйіршіктеу;

жабық конвейерлер, жабық есіктер, пневматикалық қоректендіру сияқты жабық тиеу жүйелері;

бастапқы газдарды жинау үшін ашылатын конвертер үстіндегі бастапқы сорғыш;

шикізатты мөлшерлеуді қамтамасыз ететін жүйелер;

пештің түріне және қолданылатын шығарындыларды азайту әдістеріне сәйкес шикізатты таңдау және жеткізу;

тиеу және шығару нүктелеріндегі сорғыштар/паналар, шығарылатын газдарды ұстау және тазалау жүйесімен бірге;

пешті сорғышқа орналастыру;

пешті қымталау;

пештегі температураны рұқсат етілген ең төменгі деңгейде ұстау;

айнымалы қуатты сору жүйелері;

шығарындыларды бақылаудың басқа әдістерімен біріктірілген жабық үй-жайлар.

Техникалық сипаттау

Пешті/конвертерді жүктеу кезінде шығарындыларды болғызбау және азайту үшін қолданылатын әдістер технологиялық жабдықтың түріне және ұсақ шикізат немесе балқытылған материал сияқты шикізат түріне байланысты.

Шикізатты брикеттеу және түйіршіктеу

Ұсақ дисперсті және ұнтақталған шикізат брикеттерге престеледі немесе түйіршіктеледі. Бұл операция ең алдымен пештің талаптарын қанағаттандыру үшін орындалады, бірақ сонымен бірге ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайтуда тиімді.

Жабық жүктеу жүйелері

Жабық конвейерлер немесе бункерлер қолданылады.

Конвейерлер, тасымалдау пункттері, бункерлер және қоректендіргіштер үшін желдету жүйелерін пайдалану.

Металды пешке салғанда немесе конвертерлер жабылған немесе екінші реттік сорғыштармен жабдықталған кезде пайда болатын шығарындыларды ұстау немесе азайту үшін.

Қосалқы пештермен жұмыс істегенде шихта жабық тиеу жүйесі арқылы жүктеледі; ұйымдастырылмаған шығарындылар пештің жасушасында және шығару науасында пайда болады, арнайы сорғыштардың көмегімен ұсталады және газ тазалау жүйесіне жіберіледі.

## Дозалау жүйесі

Шөміш жүктерінің санын азайту ұйымдастырылмаған газ шығарындыларын азайтады.

Пештің түріне сәйкес шикізатты таңдау және жеткізу

Шығарындыларды азайту үшін қолданылады.

Шикізаттың шағын, біркелкі қосылуын немесе материалдарды үздіксіз үздіксіз беруді қамтамасыз ету үшін пештерді тиеу жүйелерін өзгерту. Кейбір жағдайларда үзік-үзік қоректендіру технологиялық газдардың пештен үрленуіне әкеледі.

Флюс пен басқа материалдарды "қолшатыр арқылы" беру конвертердің "ашылуын" азайтуға және осылайша конвертерді бастапқы газды қалпына келтіру жүйесінен ажырату уақытын азайтуға мүмкіндік береді .

Пеш корпусы қаптамамен және шығарылатын газдарды ұстау және тазалаудың тиімді жүйесімен жабдықталған

Тиеу жүйелері сорғышпен және одан кейінгі пайдаланылған газдарды тазалау жүйесімен жабдықталған. Желдеткіш ауаны пештен шығатын негізгі түтін газының ағынымен бірге тазалауға немесе бөлек пешке жарылыс ауасы ретінде қайтаруға ( немесе қосымша жану ауасы ретінде электр станциясына жіберуге) немесе орталық екінші газды тазалау жүйесінде тазалауға болады.

Жоғарыдан үрлейтін айналмалы түрлендіргіштер немесе электр пештері желдету жүйесі бар жабық ғимаратта орналасады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаңның, металдардың және басқа қосылыстардың шығарындыларының азаюы.

Сүзгі тозаңын үдерісте қайта пайдалану кезінде шикізатты үнемдеу.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Өскемен металлургиялық комбинатының мыс зауытында жоғарыдан Isasmelt-Cu пешіне, электр пешіне, конвертерлерге және анодтық пештерге таспалы конвейерлер сериясы арқылы жүктелетін түйіршікті шихта (шихта дайындау аймағының соңғы өнімі). Цехтың таспалы конвейерлер мен қабылдау бункерлерінің жүйелері "Dalamat" типті материалды өңдеу қондырғыларын жергілікті тозаңсыздандыруға арналған қондырғылармен (кассеталық сүзгілермен) және аспирациялық жүйелермен жабдықталған. Шихтаны дайындау үдерісінде материалдың ылғалдылығына байланысты шихтаны ылғалдандырады.

Кросс-медиа эсерлер

Желдету және тозаң мен газды тазарту жабдықтарын пайдалану кезінде энергия шығынын арттыру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте пештің түріне, үдерістің түріне (партиялық немесе үздіксіз жұмыс) және орын болуына байланысты қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнама талаптары

#### **5.2.2.2. Бастапқы мыс өндіру кезінде атмосфераға балқыту пештерінің шығарындылары тасталуын болғызбау және азайту әдістері**

Мыс концентраттары жоғары температурада ( $> 1100^{\circ}\text{C}$ ) пеште балқытылып, мыс штейніне немесе мыс пен мыс қождарына бөлінетін балқыма алынады.

Штейн үшін келесі балқыту процестері қолданылады:

оттегімен байытылған жарылыс балқыту (мысалы, тез балқыту);

концентраттарды кептіруден кейін немесе жартылай күйдірілген концентраттарды электр пешінде балқытуды тазарту;

темір мен күкірт аз және көміртегі жоғары концентраттарды домна (білік) пешінде балқыту;

фурма көмегімен балқытуды тазарту (мысалы, айналмалы үстіңгі үрлемелі фурма пештерінде немесе стационарлық фурма пештерінде);

үздіксіз балқыту (мысалы, каскадты реакторлар, лездік реакторлар).

#### **Сипаттама**

Келесі техникаларды ескеру қажет:

оттегімен байытылған және теріс қысыммен жұмыс істейтін қымталған жабық пештер;

сору жүйесі тиімді және күшейтілген корпустар, қоршаулар, жабық науалар және сору шатырлары;

қалпына келтіру қазандығы, электросүзгіден кейін күкірт қышқылы зауыты. Бұл шығарындыларды азайту әдістері тез балқыту және электр пештерінен шығатын бастапқы газдарды өңдеу үшін қарастырылуда;

ылғалды скрубберлер (тозаңсыздандырғыш, циклон және вентури скруббер), одан кейін  $\text{SO}_2$  тазалау жүйесі. Бұл шығарындыларды азайту әдістері шахталы пештердің бастапқы түтін газдарын өңдеу үшін қарастырылуда;

қапшық сүзгі (кұрғақ әк айдау бар немесе онсыз) немесе дымқыл скруббер, жартылай құрғақ скруббер және түтін газдарын екінші реттік өңдеуге арналған қапшық сүзгі жүйесі.

#### **Техникалық сипаттау**

Оттегімен байытылған қымталған пештер және теріс қысымдағы жұмыс.

Балқыту және электр пештері газдарды ұстау және технологиялық шығарындыларды болғызбау үшін балқыту процестері кезінде тиімді түрде тығыздалған. Пешті тығыздау пештің қысымын болғызбау үшін жеткілікті газды алу

жылдамдығына байланысты. Технологиялық газдардың (~ 50 Па) шығуын болғызбау үшін жұмыс теріс қысыммен жүргізіледі.

Оттегімен байыту шихтаның автотермиялық тотығуы үшін қолданылады (сульфидті концентраттар). Азық материалдарының тотығуы қатты материалдарды балқытуға қажетті энергияның көп бөлігін босатады. Оттегі қоректік материалдармен әрекеттесіп, қож фазасын (құрамында бос жыныс компоненттері бар), күңгірт фазаны (мыс, темір және күкірт бар) және газсыз фазаны құрайды. Оттегін пайдалану сонымен қатар күкірт диоксидінің концентрациясын арттырады, бұл күкіртті пайдаланатын қондырғыларда (әдетте күкірт қышқылын немесе сұйық күкірт диоксидін өндіру үшін) шығатын газдарды тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді.

Корпустар, қоршаулар, жабық суағарлар мен сорғыштар тиімді сору және күшейтілген сору.

Тұндырғыш камерасынан және пештің реакциялық білігінен шығатын газдар ұсталады. Сонымен қатар, қап сүзгілері қож және күңгірт саңылаулардың үстінде орналасқан.

Жабық науалар пештен штейн мен қождарды шығару үшін қолданылады. Шығару кезінде шөміштер газдың ағып кетуіне жол бермеу үшін жылжымалы есікпен/барьермен жабылған корпустың/туннельдің ішіне орналастырылады. Сорғыштар шелек тиеу алаңының үстіне орнатылады. Ағып кетудің алдын алу және жинаудың оңтайлы тиімділігін қамтамасыз ету үшін сорғыштар мен қорғаныштар теріс қысыммен ұсталады.

Пештерді, ауа өткізгіштерді, желдеткіштерді және аспирациялық жүйелерді олардың қымталығын қамтамасыз ету және ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау үшін жүйелі түрде тексеру және профилактикалық қызмет көрсету жүргізіледі.

Қалпына келтіру қазандығы, электросүзгі, содан кейін күкірт қышқылы зауыты.

Жылдам балқыту пештері мен электр пештерінен шыққан бастапқы түтін газдары утильдеу қазандығында салқындатылады, содан кейін тозаңды тазарту үшін электрсүзгіден өтеді. Дөрекі тозаңсыздандыру утильдеу қазандығында орын алады. Ылғалды газдарды жуу және салқындату бөлімінде кейіннен тозаңсыздандыру алдында тозаңның деңгейін төмендету үшін Электрсүзгі қолданылады. Көптеген балқыту зауыттарында газдар конвертерлердің газдарымен араласады. Құрамында  $SO_2$  бар газды тазалау сатыларынан шығатын газдар негізінен күкірт қышқылы зауытында (әртүрлі газ жағдайында жұмыс істейтін қос контакт/қос күкірт қышқылын абсорбциялау қондырғылары) немесе сұйық  $SO_2$  қондырғысында (күкірт диоксиді суық суда сіңіріледі) өңделеді. Катализаторды қорғау және тауарлық қышқылды алу үшін

жанасу үдерісінің алдында газды тазалау (тозаңды кетіру және өңделетін шикізатқа және өндірілетін қышқылдың техникалық сипаттамаларына байланысты сынапты жою) қажет.

Ылғалды скрубберлер (тозаңсыздандырғыш, циклон және вентури скруббер), одан кейін  $SO_2$  тазалау жүйесі.

Біліктен/домна пешінен шыққан бастапқы газдар тозаңдатқыш камерада, циклонда және вентури скрубберінде тазаланады және (олардың құрамында  $CO$  болғандықтан) қосымша отын ретінде электр станциясында жағылады. Электр станциясынан шығатын түтін газдары күкіртсіздендіріледі. Күкіртті тазарту жартылай құрғақ скрубберде немесе абсорбция/десорбция үдерісінде жүреді. Пештерден шығатын технологиялық газдарда тозаңның белгілі бір мөлшері (шамамен 6 – 7 масса %) болады, ол пеш зарядына тұйық контурда қайтарылады.

Қапшық сүзгі (құрғақ әк бүркуі бар немесе онсыз) немесе ылғалды скруббер, жартылай құрғақ скруббер және қапшық сүзгі жүйесі

Екінші түтін газдары газ тазалау жүйесінде (дымқыл скруббер және/немесе қап сүзгі) тазартылады. Білік пешінің тиеу бөлімі (брикеттелген концентрат және қосалқы материалдар) желдету жүйесімен жабдықталған, ал пайдаланылған газдар қап сүзгілерде тазартылады және (балқыту зауытына байланысты) шығарылған ауа ретінде шахталық пешке қайтарылады немесе жану ауасы ретінде жіберіледі. жергілікті электр станциясы.

Пештің вентиляциясынан жиналған технологиялық газдар және шүмек саңылауының, науалар мен шөміш корпусының желдеткіші құрамындағы  $SO_2$  мөлшеріне байланысты құрғақ әк бүркуі бар қап сүзгіде немесе ылғалды скрубберде және қап сүзгінде тазаланады .

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Тозаң және күкірт диоксиді шығарындыларының алдын алу және азайту.

Технологиялық шығарындыларды тиімді ұстау және ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту.

Оттегімен байыту есебінен пайдаланылатын отын мөлшерін азайту.

$SO_2$  және аспирациялық жүйелердің тозаңын пайдалану .

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

$SO_2$  жоғары технологиялық газдар күкірт қышқылы зауытында пайдаланылады. Аспирациялық жүйелерде ұсталған тозаң қайтадан балқыту пешіне қайтарылады. Утильдеу қазандығынан алынған бу мыс концентраттарын кептіруге және басқа да өндірістік қажеттіліктерге (мысалы, мысты тазартуға) пайдаланылады.

Құрамында күкірт бар газдарды кәдеге жарату үшін "Казцинк" ӨМК мыс зауыты канадалық SNC "Lavalin" компаниясының бөлімшесі болып табылады. Мыс зауытының құрамында күкіртті бар газдардан 93,5 % немесе 98,5 % концентрациясы бар тауарлық

сапалы күкірт қышқылын алу қос жанасу – қосарланған абсорбциялау технологиясы бойынша жүзеге асырылады. Құрамында күкірт диоксиді жоғары технологиялық газдар мыс Айза пешінен және мыс зауытының конвертерлерінің бастапқы жабындарынан қалдық жылу қазандықтарында салқындатылғаннан кейін және электросүзгілерде тазартылғаннан кейін күкірт қышқылын өндіруге SNC "Lavalin" қондырғысына жіберіледі.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Желдету және тозаң мен газды тазарту жабдықтарын пайдалану кезінде энергия шығынын арттыру.

Ылғалды скрубберлерді пайдалану тастау алдында тазартуды талап ететін сарқынды сулардың, сондай-ақ одан әрі кәдеге жаратуға жататын қатты қалдықтардың пайда болуына әкеледі.

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

Әдістер жаңа және жұмыс істеп тұрған бастапқы мыс зауыттарына қолданылады.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындылардың алдын алу және азайту.

Шикізатты үнемдеу.

### **5.2.2.3. Бастапқы мыс өндіру кезінде атмосфераға конвертерлердің шығарындылары тасталуын болғызбау және азайту техникалары**

Штейнді конвертерлеу үдерісі көбінесе кварц флюсы қосылған Пирс-Смит (PS) конвертерінде жүзеге асырылады. PS конвертері - мерзімді жұмыс істейтін конвертер және ол мыс пен қож түзе отырып штейннің екі сатылы реакциясын қамтамасыз ету үшін штейнге ауаны немесе оттегін үрлейтін фурмаларды пайдаланады. Сондай-ақ, PS конвертерімен бірдей үрлеу қағидаттарымен жұмыс істейтін Хобокен конвертері қолданылады, бірақ оны қолдану қож пен тазартылмаған мысты жүктеуге және шығаруға арналған конвертердің ауытқулары кезінде пайда болатын қалдық газдардың айтарлықтай ұйымдастырылмаған шығарындыларын болдырмайды.

Штейнді конвертерлеудің мерзімді процесі екі кезеңде жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде темір мен күкірт бөлігінің тотығуы және қож мен күкірт диоксиді газының түзілуі жүреді; мыс алу үшін қож мезгіл-мезгіл төгіліп, одан әрі өңделеді. Дәстүр бойынша бірінші кезеңде үрлеу штейнді біртіндеп қоса отырып бірнеше сатыда жүзеге асырылады. Екінші кезеңде, яғни мысты үрлеу кезінде мыс сульфиді тазартылмаған мысқа дейін тотығады (мыс мөлшері – 96,0 % – 99,2 %) және одан әрі күкірт диоксиді түзіледі. Үрлеудің соңында тазартылмаған мыс ағызылады және анодты пешке тазартуға жіберіледі. Процесті басқару тазартылмаған мыстағы қалдық күкірт пен оттегінің деңгейін бақылауға бағытталған. Күкірт диоксиді өндеуге түседі.

## **Сипаттама**

Келесі техникаларды ескеру қажет:

оттегімен байыту және теріс қысыммен жұмыс істеу;

сорғыш арқылы материалдарды қосу немесе балқымаға үрлеу;

Novoken түрлендіргіштері үшін жабық қылталарды пайдалану;

пайдаланылған газдарды жинауды және тиімді шығаруды қамтамасыз ету үшін жоғары қуаттылық аспирациялық жүйелер;

содан кейін күкірт қышқылын өндіру қондырғысы орнатылатын (бастапқы шығарылатын газдарды өңдеу) электр сүзгі;

құрғақ әк инъекциясы бар қапшық сүзгі немесе ылғалды немесе жартылай құрғақ скрубберді пайдалану (екінші реттік шығарылатын газдарды тазарту).

### **Техникалық сипаттау**

Штейнді конвертерлеу процесінде тозаң, металдар (қорғасын, мырыш және т.б.) және SO<sub>2</sub> шығарындылары орын алады. Күкірт диоксидінің концентрациясы пештің түріне, үрлеудегі оттегінің құрамына және түрлендіру сатысына байланысты.

PS конвертерлерінде пайда болған газдар конвертер қылтасы арқылы шығады және аспирациялық қондырғылармен ұсталады. Novoken конвертерлерінде пайдаланылған газдар конвертердің соңындағы мұржа арқылы жиналады. Екі түрдегі конвертерлерде газдар содан кейін салқындатылады, тозаңнан тазартылады және күкірт қышқылы зауытына жіберіледі. Жиналған тозаң мен металдар қайта өңдеуге жіберіледі.

Теріс қысыммен жұмыс істеу, PS конвертерлері үшін қолшатырлар және Novoken конвертерлері үшін жабық қылталар.

Конвертерлер теріс қысыммен жұмыс істейді. PS конвертерлерінің бастапқы шығатын газдары конвертер саңылауының үстіндегі сорғыш қолшатыр арқылы жиналады. Флюсты және басқа материалдарды "қолшатыр арқылы" беру конвертердің "ашылуын" азайтады және осылайша шығарындыларды азайтады. Екінші реттік газдар олардың пайда болған жерінде сорғыш қолшатырлардың көмегімен ұсталады. PS конвертерлері негізгі қолшатырдан басқа үш қолшатырға дейінгі жүйемен жабдықталады. Бұл қолшатырларды күкірт қышқылы цехына (1 -қолшатыр) немесе екінші тазарту жүйесіне (2 және 3 -қолшатыр) қосуға болады. Толтыру және құю операциялары кезінде жеке қолшатырлар шығатын газдар мен тозаңды жинаудың оңтайлы тиімділігін қамтамасыз ететін жағдайға келтіріледі.

Novoken конвертерлерінен шығатын газдар конвертердің соңындағы түтіндік арқылы жиналады. Сифон жұмыстың барлық кезеңдерінде газдың ағуын азайтады. Novoken конвертерлерінің қылталары түрлендіру үдерісінде шығарындыларды болғызбау үшін арнайы қақпақтармен жабдықталған. Тиеу және түсіру кезінде Novoken конвертерлерінде теріс қысым сақталады.



Технологиялық газдарды жинауды және тиімді өндіруді қамтамасыз ететін басқару жүйелері.

Ауа арналары мен желдеткіштер технологиялық газдар мен тозаңды жинау және тазалау үшін қолданылады. Жинау тиімділігі сорғыштардың тиімділігіне, арналардың тұтастығына және жақсы қысымды/ағынды басқару жүйесін пайдалануға байланысты. Айнымалы жылдамдықты желдеткіштер энергия шығынын азайту кезінде газ көлемі сияқты жағдайларды өзгертуге қолайлы сору жылдамдығын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Интеллектуалды жүйелер желдеткіштерді, клапандарды және демпферлерді автоматты түрде басқару үшін пайдаланылады, бұл бу шығаратын технологиялық қадамдарда оңтайлы түсіру тиімділігін қамтамасыз етеді. Пештерді, ауа өткізгіштерді, желдеткіштерді және сүзу жүйелерін тұрақты тексеру және профилактикалық қызмет көрсету қымталығын қамтамасыз ету және ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау үшін қолданылады.

Электр сүзгі, содан кейін күкірт қышқылы зауыты жүреді.

Жиналған бастапқы түтін газдары (ПС түрлендіргіштерінің бастапқы сорғыштарында немесе Novoken конвертерлерінің түтіндігінде) 5 %-дан 15 %-ға дейінгі SO<sub>2</sub> жоғары концентрациясын қамтиды. Олар әдетте салқындатылып, тозаңсыздандыру жүйелерінде өңделеді және қалпына келтіру жүйесіне (күкірт қышқылы зауыты) жіберіледі.

Конвертертер пайдаланылған газдар буландырғыш салқындату камераларында немесе қалдық жылу қазандықтарында салқындатылады. Газдар электростатикалық тұндырғыштарда тозаңсыздандырылады және балқыту операцияларының (балқыту пештері) басқа технологиялық газдарымен араласуы мүмкін.

Бір қондырғыда конвертордан шыққан газдар бір сатылы конверсиялық қышқыл қондырғысында (97 % тиімділік) және адсорбция/десорбция процестеріне негізделген күкіртсіздендіру қондырғысында (полиэстер) өңделеді.

Қапшық сүзгі (құрғақ әк бүркуі бар немесе онсыз) немесе ылғалды скруббер, жартылай құрғақ скруббер және қапшық сүзгі жүйесі

Конвертерді тиеу және түсіру кезінде екінші реттік сорғыштармен ұсталған екінші реттік газдар газ тазалау жүйесінде өңделеді. Кейбір қондырғыларда екінші реттік тазалау жүйесі құрғақ әк бүркуге арналған қап сүзгіден тұрады. Екінші реттік газдар орталық газды және тозаңды тазарту жүйесінде тазартылады, ол ылғалды скрубберден, құрғақ скрубберден және қапшық сүзгіден тұрады.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

PS конвертерлерінде үш сатылы сорғыш қолшатыр жүйесі конвертердің әртүрлі жұмыс режимдерінде пайда болатын шығарылатын газдарды ұстауға және

ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайтуға мүмкіндік береді. Шығарындыларды жоғары және төмен күкірт диоксиді бар екі түрлі ағынға бөлу күкірт алу тиімділігін арттыруға және SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді.

Нобокен конвертерінің жабық қылталары зиянды заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларының алдын алады, технологиялық газдардағы SO<sub>2</sub> мөлшері тұрақтырақ

Glogow 1, Glogow 2 және Legnica құрылғыларындағы Нобокен конвертерінің қылтасы жұмыс кезінде жарылудың алдын алу үшін арнайы қақпақтармен жабдықталған. Жүктеу және босату кезінде конвертерлерде теріс қысым сақталады.

Нобокен конвертері шығарылатын газдарды конвертердің бір шетіндегі осьтік түтін құбыры арқылы жинайды [100]. Шығарылатын газдардың (бірақ сұйықтықтардың емес) түтіндікке түсуіне мүмкіндік беретін қылта қарастырылған. Шығарылатын газдар тиімді түрде жиналады. Конвертердің аузында бүркінділер мен тозаңның жиналуын болғызбау үшін өте мұқият болу керек.

2020 жылы төрт Нобокен конвертері Майамидегі, Аризонадағы Freeport McMoRan балқыту зауытында және үш Нобокен конвертері Бразилиядағы Караиба Метайста жұмыс істеді. Үш Нобокен конвертері 2004 жылы Тайландтағы Thai Copper Industries балқыту зауытында іске қосылды (Pagador et al., 2009) [101].

Кәдеге асыру қазанынан буды өндіру.

Тозаң мен күкірт диоксиді шығарындыларын азайту.

Күкіртті алу.

Тозаңды жою.

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

Түрлендіргіштердің жұмысы кезінде ұйымдастырылмаған шығарындылар жалпы шығарындылардың 80 % дейін құрайды.

Технологиялық газдардағы SO<sub>2</sub> концентрациясы технологиялық циклге байланысты өзгереді. Мысты бастапқы үрлеу кезінде SO<sub>2</sub> концентрациясы 10 % - дан асуы мүмкін. Алайда, үрлеудің басқа кезеңдерінде, сондай-ақ SO<sub>2</sub> концентрациясының конвертерін жүктеу немесе түсіру кезінде әлдеқайда төмен, көбінесе тіпті нөлге тең.

"Казцинк" ӨМК мыс зауытында штейнді айырбастау үшін Пирс-Смит конвертері қолданылады. Конвертерлеу процесінің технологиялық газдары электр сүзгідегі тозаңнан тазартылады және күкірт диоксидінен SNC "Lavalin" күкірт қышқылы қондырғысына жіберіледі.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Желдету және тозаң-газ тазарту жабдықтарын пайдалану кезінде энергия тұтынуды ұлғайту.

Ылғалды скрубберлерді пайдалану ағызудың алдында тазартылуы қажет сарқынды сулардың, сондай-ақ кәдеге жаратуды қажет ететін қатты қалдықтардың пайда болуына әкеледі.

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

Қолданылады. Жабық қылталар Noboken конвертерлеріне қолданылады. Бастапқы және екінші реттік тозаң жинайтын қолшатырлар жүйесі PS конвертерлеріне қолданылады.

Ылғалды скрубберді пайдалану келесі жағдайларда шектелуі мүмкін:

орталардың айқаспалы әсерінен пайдаланылған газдардың жоғары шығыны (қалдықтардың және сарқынды сулардың айтарлықтай көлемі);

суды көп тұтыну және сарқынды суларды тазарту қажеттілігіне және соған байланысты айқаспалы әсерлерге байланысты құрғақ аймақтарда.

#### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Ұймдастырылмаған шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнама талаптары.

#### **5.2.2.4. Бастапқы мыс өндіру кезінде анодты пеште балқыту және отпен тазарту кезінде атмосфераға шығарындылардың алдын алу және азайту жөніндегі техника**

Отпен тазарту (анодты пеш) - мысты қоспалардан тазарту (ішінара немесе толық жою) кезеңі болып табылады, оған конверсиялау кезеңінде алынған өрескел мыс ұшырайды, сондай-ақ тиеу-түсіру операциялары үшін ыңғайлы және тиімді электролиттік тазарту талаптарына сәйкес келетін тұрақты массасы, қалыңдығы және пішіні бар құрылымы бойынша біртекті жалпақ құймаларды алу. Тазарту процесі екі кезеңнен тұрады:

ауаның берілуіне байланысты тотықтырғыш;

тотықсыздандырғыштың есебінен қалпына келтіру (мысалы, көмірсутектер) мыс оксидтерінің құрамын азайту және оның толық экстракциясы.

Тазартылмаған мысты тазартатын өнімдер қож және анодты мыс болып табылады.

#### **Сипаттама**

Қарастырылатын техникалар:

тиеу-түсіру кезінде технологиялық газдарды ұстау үшін айналмалы анодты пештердің, сорғыш сорғыштардың және желдету жүйелерінің аузындағы тығыз жабылатын есіктерді қолдану;

әкпен бүркілген қапшық сүзгіні немесе скрубберді және ылғалды электр сүзгіні пайдалану;

екінші реттік мыс өндірісінде қапшық сүзгіден бұрын оттықты пайдалану, сөндіру, әк пен белсенді көмірді айдау;

қатты шикізатты шахталы пеште алдын ала қыздыру немесе жану ауасын алдын ала қыздыру немесе кептіру операциялары үшін ыстық газдарды кәдеге жарату.

### **Техникалық сипаттау**

Пештің пайдаланылған газдары тотықсыздану сатысында жанып, салқындатылады және қап сүзгілерде тозаңнан тазартылады.  $SO_2$  шығарындылары айтарлықтай болғанда, әкпен айдалатын құрғақ тазартқыш қолданылады.  $SO_2$  және тозаңды дымқыл скрубберлермен және дымқыл электросүзгімен кетіру де қолданылады. Күйдіргіштер органикалық қосылыстарды, соның ішінде ПХДД/Ф (екінші реттік мыс өндірісінде) термиялық тотығу арқылы жояды. Қажет болса, диоксин шығарындыларын азайту үшін әк және/немесе белсендірілген көмірді қап сүзгісінің жоғарғы жағына айдау қолданылады.

Шағын шығарындыларды азайту үшін бірнеше әдістер қолданылады:

айналмалы анодты пештердің сағалары жұмыс кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту үшін қақпақтармен жабдықталады;

анодты пештердің тиеу-түсіру бөлімдеріндегі технологиялық газдарды ұстау үшін сорғыштар мен желдету жүйелері қолданылады;

анодты пештің оттығында жану ауасы ретінде анодты пештің тиеу және қож бөлімдеріндегі желдеткіш газдарды пайдалануға болады.

Тазарту пешінен қалдық газдың жылуын қалпына келтіру анодты білік пешіндегі қатты материалды қыздыру/балқыту үшін қолданылады. Анодты пештердің ыстық газдары кептіру немесе басқа технологиялық қадамдар үшін де қолданылады.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Шығарындыларды азайту.

Жиналған тозаң балқыту үдерісіне қайтарылады.

Қуатты тұтынуды азайту.

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

Анодты пештердің шығарылатын газдарын кептіру кезінде және процестің басқа кезендерінде қолдануға болады. Құйма астаушаның үстінде орналасқан ыстық газдар жануды қолдау үшін пайдаланылуы мүмкін.

BZSE- 3500 циклондары "Казцинк" ӨМК мыс зауытының анодтық пештеріндегі газдарды тазарту үшін қолданылады.

"KGHM" зауытында (Польша) шахталы пештердің тозаңсыздандыру жүйесін (қап және картридж сүзгілері) жаңғырту келесі көрсеткіштерге қол жеткізуге мүмкіндік берді: тозаң үшін  $1 \text{ мг/Нм}^3$  -тен аз және  $0,05 \text{ мг/Нм}^3$  - тен аз. күшән (орташа мән  $0,02 \text{ мг/Нм}^3$ ) [88].

### **Кросс-медиа әсерлер**

Желдету және тозаң мен газды тазарту жабдықтарын пайдалану кезінде энергия шығынын арттыру.

Ылғалды скрубберлерді пайдалану ағызудың алдында тазартылуы қажет сарқынды сулардың, сондай-ақ кәдеге жаратуды қажет ететін қатты қалдықтардың пайда болуына әкеледі.

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

Әдістер пештің шикізатына және пайдаланылатын тотықсыздандырғышқа байланысты жаңа және бар қондырғыларға қолданылады.

Ылғалды скрубберді пайдалану келесі жағдайларда шектелуі мүмкін:

орталардың айқаспалы әсерінен пайдаланылған газдардың жоғары шығыны (қалдықтардың және сарқынды сулардың айтарлықтай көлемі);

суды көп тұтыну және сарқынды суларды тазарту қажеттілігіне және соған байланысты айқаспалы әсерлерге байланысты құрғақ аймақтарда.

#### **Экономика**

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындыларды азайту.

Шикізатты үнемдеу.

### **5.2.2.5. Бастапқы мыс өндіру кезінде екінші реттік шығарындыларды орталықтандырылған жинау және азайту**

#### **Сипаттама**

Мыс балқыту зауыттарындағы әртүрлі көздерден алынған екінші реттік газдарды шығару нүктелерінде қолданылатын тозаңның алдын алу, жинау және жою әдістерін қолдана отырып орталықтандырылған түрде жинауға және орталықтандырылған газ тазарту жүйесінде өңдеуге болады (құрғақ немесе дымқыл скруббер, содан кейін қапшық сүзгі).

#### **Техникалық сипаттау**

Пирс-Смит конвертері жұмыс істейтін балқыту зауыттарында екінші реттік шығарындыларды жинау және азайту әдетте орталықтандырылған түрде жүзеге асырылады.

Мыс балқыту цехының әртүрлі нүктелерінен, конвертерлердің екінші реттік қолшатырларынан, өлшенген балқытудың желдеткіш қолшатырларынан және электр кож пешінен, балқыту пештері мен тазарту пештерінің саңылаулары мен науаларынан, анодты пештердің желдеткіш қолшатырларынан алынған екінші реттік газдар жалпы жүйеге жиналады.

SO<sub>2</sub> құрамы абсорбенті бар құрғақ скрубберді немесе ылғалды скрубберді қолдану арқылы азаяды және тазартылған газдар атмосфераға түскенге дейін қапшық сүзгісіндегі тозаң жойылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары мен SO<sub>2</sub> деңгейінің төмендеуі.

Жеке өңдеу мүмкін болмайтын екінші реттік газдардың кішігірім ағындарын жинау және өңдеу.

Үздіксіз және оңтайландырылған ағынды және ластағыш заттардың тұрақты концентрациясын қамтамасыз ету арқылы әлеуетті жоғары тазарту тиімділігі.

Ылғал газдарды ыстық газдармен араластыру қапшық сүзгісінде тазалауға мүмкіндік береді, әйтпесе ылғал газдарды скрубберде тазалау керек.

Суық газдарды әртүрлі көздерден ыстық газдармен араластыру Pb және As сияқты белгілі бір параметрлерді газ фазасынан тозаң фазасына түрлендіруге мүмкіндік береді. Бұл қапшық сүзгісінде тиімді тазалауға мүмкіндік береді, қарама-қарсы жағдайда бұл мүмкін емес.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Бір зауытта (Aurubis Hamburg, бастапқы балқыту) көлемі 930 000 нм<sup>3</sup>/сағ екінші реттік газды жинау мен тазартудың жалпы жүйесі орнатылған, оның ішінде мынадай көздер бар: конвертердің екінші реттік қолшатырлары; өлшенген балқыту пешіндегі және электр қож пешіндегі желдеткіш қолшатырлар; электр қож пеші мен анодты пештердің леткасы мен науалық желдеткіші; анодты пештердің желдеткіш қақпақтары; және қайтару өңдеу және сұрыптау қондырғысын желдету.

Жиналған газдар қапшық сүзгісінде өңделеді. SO<sub>2</sub> үшін қапшық сүзгісінің алдында жүйеге құрғақ әк енгізіледі. Қапшық сүзгісінен тозаң бар әктің бір бөлігі қайта өңделеді және қалғаны буландырғыш пешке бұрылып, қайта айналымда болған кезде қайта енгізіледі; тозаң балқыту пешінде қайта пайдаланылады.

Тиісті параметрлер төмендегі 5.8 -кестеде келтірілген.

5.8-кесте. Aurubis Hamburg орталықтандырылған газ жинау және жою жүйесінің тиісті параметрлері

р/с №	Орталықтандырылған газ жинау және жою жүйесінің тиісті параметрлері	
1	2	3
1	<b>Енгізу шарттары</b>	
1.1	Макс. болжамды көлемі	930 000 нм <sup>3</sup> /сағ
1.2	Дыбыс деңгейін өзгерту	~ 500 000 - 880 000 нм <sup>3</sup> /сағ
1.3	SO <sub>2</sub> кетіруге арналған абсорбент	Өктас сүт
1.4	Орташа тозаң мен абсорбент мөлшері	1 500 мг/нм <sup>3</sup>
1.5	SO <sub>2</sub> кіріс қысымының диапазоны	100 - 3000 мг/нм <sup>3</sup>
2	<b>Шығу шарттары</b>	
		~ 500 000 - 880 000 нм <sup>3</sup> / сағ < 0,5 - 10 мг/нм <sup>3</sup> орташа 30 мин

2.1	Көлемді өзгерту тозаң шығарындылары	(2011 жылы өлшенген мәндердің 95 %-ы < 1 болды) 0,5 - 4,5 мг / Нм <sup>3</sup> орташа
2.2	Шығудағы күкіртті абсорбциялау диапазоны SO <sub>2</sub>	~ 50 - 70 % 50 - 1275 мг/Нм <sup>3</sup> орташа 30 мин 2011 жылы өлшенген мәндердің 95 % -ы < 525 болды) <50 - 494 мг/Нм <sup>3</sup> орташа тәулігіне орташа 300 - 430 мг/Нм <sup>3</sup>

SO<sub>2</sub> концентрацияларының кең диапазоны бар, өйткені үзіліссіз жұмыс түтін газдарындағы SO<sub>2</sub> концентрациясының өзгеруіне әкеледі. Шығарылатын газдың ағынын барынша азайтуға қойылатын талаптар шығарындылардың ауытқуын арттырады.

Басқа зауытта (Aurubis Pirdop, бастапқы балқыту зауыты) жалпы газ ағыны 450 000 Нм<sup>3</sup> /сағ болатын жалпы екіншілік газды жинау және тазарту жүйесі бар, оның ішінде келесі көздер: конвертерлік екінші реттік сорғыштар; балқыту пештеріндегі желдеткіш қақпақтар; штейн және қож кранының тесігі және балқыту пешінің науалық желдетуі; анодты пештердің технологиялық және екінші реттік газдары; балқыту зауыты ғимаратының төбесіндегі желдету.

Газдар келесі бөліктерден тұратын орталық газ және тозаңды тазарту жүйесінде тазартылады:

жартылай құрғақ скруббер (эк шашатын), анодты пештен шығатын газ ағынына эк сүтін беруге арналған;

SO<sub>2</sub> газ ағынынан кетіруге арналған дымқыл скруббер, құрамында: конвертер қалқасынан екінші реттік газдар, пештердегі газдар және цехтың жалпы желдеткішінен шығатын газдар;

Біріктірілген анодты пештің пайдаланылған газдарынан қатты бөлшектерді, конвертердің екінші реттік газын, балқыту корпусының жалпы алмасу желдеткішінен шығатын желдету шығарындыларын, сондай-ақ балқыту зауытының шығатын ағындарынан қож пен штейнді кетіруге арналған қап сүзгі. Қапшық сүзгісіне түсетін ағын дымқыл тазартқыш пен шашыратқыш кептіргіштің нәтижесінде алынған қоспасы болып табылады. Қапшық сүзгісі үш бөліктен тұратын екі қатарда орналасқан алты параллель бөлімнен тұрады. Қапшық сүзгімен тазалау жүйесі төмен қысымды ауа импульстарына негізделген толық автоматтандырылған;

жоғарыда аталған процестерге қажетті сұйық эк өндіретін әктас дайындау станциясы.

Тиісті параметрлер төмендегі 5.9 -кестеде көрсетілген.

5.9-кесте. Aurubis Pirdop орталық газды жинау және шығару жүйесі үшін тиісті параметрлер

р/с №	Орталықтандырылған газ жинау және жою жүйесінің тиісті параметрлері	
1	2	3
1	<b>Кіру шарттары</b>	
1.1	Құрғақ тазартқыш	
1.1.1	Газ көлемі	70 000 - 110 000 Нм <sup>3</sup> /сағ
1.1.2	Температура	250 - 450 °С
1.1.3	Тозаң жүктемесі	250 - 1000 мг/Нм <sup>3</sup>
1.1.4	SO <sub>2</sub>	0 - 900 мг/Нм <sup>3</sup> , максимум 1500 мг/Нм <sup>3</sup>
1.2	Ылғал тазартқыш	
1.2.1	Газ көлемі	82 000 - 320 000 мг/Нм <sup>3</sup>
1.2.2	Температура	10 - 60 °С
1.2.3	Тозаң жүктемесі	40 - 350 мг/Нм <sup>3</sup>
1.2.4	SO <sub>2</sub>	1000 - 3900 мг/Нм <sup>3</sup> , максимум 15 000 мг/Нм <sup>3</sup>
1.2.5	Әк сүтін қосу	550 кг әк/сағ
1.3	Сөмке сүзгісі	
1.3.1	Газ көлемі	450 000 Нм <sup>3</sup> /сағ
2	<b>Шығу шарттары</b>	
2.1		100 - 625 мг/Нм <sup>3</sup> орташа тәулігіне
Орташа тәулігіне 377 мг/Нм <sup>3</sup> 2011 ж	SO <sub>2</sub> диапазоны	
290 мг/Нм <sup>3</sup> орташа жылына		
3	Алынған гипс	48 - 50 т/т

Тозаң мен SO<sub>2</sub> үздіксіз, тікелей қоймада өлшенеді. Тозаң қос сәулелі альтернативті жарық анализаторы арқылы өлшенеді. SO<sub>2</sub> дифференциалды оптикалық абсорбциялық спектроскопия (DOAS) анализаторымен өлшенеді.

Шығарылу мәндерінің өзгеруі әртүрлі екінші реттік және бастапқы көздерге (анодты пеш газдары), кіріс жағдайының және тозаң мен SO<sub>2</sub> концентрациясының өзгеруіне және жабдықтың мерзімді жұмысына байланысты.

### **Кросс-медиа әсерлері**

Газдардың жоғары көлемді ағыны, сондай-ақ қосымша клапандар мен желдеткіштерді пайдалану және оларға техникалық қызмет көрсету есебінен энергияны тұтыну және пайдалану шығындарының артуы.

Жабдықтың оңтайлы жұмысын қамтамасыз ету үшін бақылау және бақылау жүйелерін орнату және техникалық қызмет көрсету.

Әк пен суды тұтыну.



Алынған гипсті балқыту үдерісінде қож түзу үшін кальций ағыны ретінде қайта пайдалану немесе кәдеге жарату керек.

Ағызуға дейін қосымша тазартуды қажет ететін сарқынды сулар пайда болады, бұл кәдеге жарату керек қатты қалдықтарды құрайды.

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

Жаңа және бұрыннан бар қондырғылар үшін қолданылады, алайда қолданылу орнында нақты жағдайларға байланысты. Қолданыстағы қондырғылардың конструкциясы мен құрастырылуын ескеру қажет.

### **Экономика**

Гамбургтегі Augubis үшін инвестициялық шығындар 10 миллион еуроны және анодты пеш пен карусельді құю машинасынан шығарындыларды бақылау шаралары үшін шамамен 7 миллион еуроны құрады. Электр энергиясын тұтыну жылына 13,6 ГВт/сағ құрады.

Augubis Pirdor-тағы екінші газды тазалау жүйесіне күрделі шығындар 12,5 миллион еуроны құрады. Энергия шығыны 1,62 МВт/сағ, әк шығыны 550 кг/сағ.

### **Іске асырудың қозғаушы күші**

Көптеген көздерден шығарындыларды азайту.

Шикізатты үнемдеу.

Үздіксіз және оңтайландырылған үдеріс арқылы ластағыш заттарды шығарындыларын ұстау және тазалау тиімділігін арттыру.

## **5.2.2.6. Бастапқы және екінші реттік мыс өндіру кезіндегі оңтайландырылған электролиз**

### **Сипаттама**

Оңтайландырылған электролиз (электротазалау және электролиз) шығарындылар мен энергия тұтынуды азайту үшін әдістердің комбинациясын пайдаланады.

Қарастырылатын техникалар:

оңтайландырылған ұяшық конструкциясы, тот баспайтын болаттан немесе мыс парақтардан жасалған катодты дайындамаларды пайдалану;

автоматтандырудың жоғары дәрежесі (катодтарды/анодтарды ауыстыру және аршу жұмыстары) және сапаны бақылау;

қолшатырлар, сору жүйелері;

беттік белсенді затты қосу;

жабық резервуарлар және ерітінділерді тасымалдауға арналған жабық құбырлар;

скрубберлер немесе дрейфті жою;

металдарды қайта пайдалану немесе қалпына келтіру үшін ерітінділерді қайта өңдеу арқылы суға ластағыш заттардың түсуін азайту;

бағалы металдарды алу үшін жанама өнімдерді (анодты шламды) пайдалану;

су өткізбейтін және қышқылға төзімді негізді қолдану арқылы топырақтың/жерасты суларының ластануының алдын алу.

## Техникалық сипаттау

Оңтайландырылған ұяшық дизайны, тот баспайтын болаттан немесе мыс парақтарының катодты дайындамаларын пайдалану.

Оңтайландырылған ұяшық дизайнын, анод пен катод аралықтарын, анод геометриясын, ток тығыздығын, электролит құрамын, температура мен ағын жылдамдығын көрсететін электротазалау процестері төмен энергия тұтынуды қамтамасыз етеді және жоғары өнімділікті сақтайды. Тот баспайтын болаттан жасалған катодты дайындамалар (яғни, тұрақты катодтар) немесе мыс қаңылтырлары да қолданылады (Қазақстан Республикасындағы мыс өңдеу зауыттарының көпшілігі тұрақты тот баспайтын болаттан жасалған катодты технологияны пайдаланады).

Автоматтандырудың жоғары дәрежесі (катодты/анодты ауыстыру және аршу операциялары) және сапаны бақылау.

Механикаландырылған және автоматты тазалау және аршу жұмыстарын қолдану, сондай-ақ қысқа тұйықталуды анықтау жарқырауды болдырмайды және энергия шығынын азайтады.

Сапа бақылауы анодтардың түзу, тегіс және салмағы бойынша дәл болуын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Жақсы, таза электр контактілері токты бөлуді және қуат тұтынуды жақсартады.

Қақпақтар, сорғыштар және сору жүйелері.

Температураны бақылау және электролит ерітіндісінен судың булануын болғызбау үшін электротазалау жасушаларын жабуға болады (мысалы, пластмассамен, шүберекпен немесе талшықты парақтармен). Сорғыштар ұяшыққа ерекше жағдайларда орнатылады, мысалы, электролиз үдерісінде, мұнда қоспалары жоғары анодтар (As, Sb, Bi, Pb, Ni) өңделеді.

Электролизге арналған ұяшықтар қажет болған жағдайда оттегінің бөлінуі кезінде пайда болған қышқыл тұманды сорып алу үшін кіріктірілген сору құрылғылары бар корпустармен және қақпақтармен жабылады.

Ауаны тазартуға арналған электролиздік ұяшықтар әдетте жабық және сору желдеткішімен, скрубберлермен және арсанды анықтау жүйелерімен жабдықталуы мүмкін. Арсан газының бөлінуін қоректік ерітіндідегі мыстың концентрациясын мыс шығарудың соңғы сатысында қолданылатын ағымдағы тығыздықпен салыстырғанда оңтайлы деңгейде ұстау арқылы болғызбауға болады.

Катодты және анодты жуу камераларынан су буы мен аэрозольдер жойылады.

Тығыздықты қамтамасыз ету және ағып кетуді болғызбау үшін ұяшықтарды, резервуарларды, құбырларды, сорғыларды және тазалау жүйелерін жүйелі түрде тексеру жүргізіледі.

Беттік белсенді заттардың қосылуы

Электролит ұяшықтарын біріктірілген экстракциялық қондырғылары бар шатырлармен жабуға балама ретінде кейде жасушалардан ұйымдастырылмаған

қышқыл тұмандарының шығарындыларын азайту үшін беттік-белсенді заттар қосылады.

Сақтауға арналған жабық резервуарлар және ерітінділерді тасымалдауға арналған жабық құбырлар.

Ерітінділерді сақтауға арналған резервуарлар жабық болуы және пайдаланылған газдарды шығару жүйесімен жабдықталуы керек.

Металдарды қайта пайдалану немесе қалпына келтіру үшін ерітінділерді қайта өңдеу арқылы суға ластағыш заттардың төгілуін азайту.

Қолданылған электролит ерітіндісі металдардан тазартылады және электролиз және /немесе шаймалау үдерісіне қайтарылады. Қайта өңделмеген сарқынды сулар сарқынды суларды тазарту қондырғысында (физикалық-химиялық тазарту) тазартылады. Катодты жуу кезінде пайда болатын қышқылды сарқынды су қажетті қышқыл концентрациясын алу үшін қайта пайдаланылады.

Бағалалы металдарды алу үшін жанама өнімдерді (анодты шламды) өңдеу.

Анодты шламдар бағалы металдарды алу үшін қолданылады. Пайдаланылған электролит металдарды (Ni, As) алу үшін тазартылады. Пайдаланылған анодтар металды алу үшін балқытылады.

Су өткізбейтін және қышқылға төзімді негізді қолдану арқылы топырақтың/жерасты суларының ластануының алдын алу.

Дренаж жүйелері тығыздалған, барлық жиналған ерітінділер қайта өңделеді.

Сақтау цистерналары/ыдыстар екі қабырғалы резервуарлар болып табылады немесе жабық жәшіктерге орналастырылады. Еден су өткізбейтін және қышқылға төзімді. Ұяшықтар, резервуарлар, құбырлар, сорғылар және тазалау жүйелері тығыздығын қамтамасыз ету және ағып кетуді болғызбау үшін үнемі тексеріліп отырады.

Скрубберлер немесе дрейфті жою құралдары.

Жиналған технологиялық газдар скрубберлерде немесе дрейфті жою құрылғыларында өңделеді.

Қол жеткізілген экологиялық әсерлер

Атмосфераға, топыраққа және жерасты суларына ұйымдастырылмаған қышқылдар шығарындыларының алдын алу және азайту.

Энергияны тиімді пайдалану (> 95 %). Тот баспайтын болаттан жасалған дайындамаларды пайдалану катодтың сапасын жақсартуға, ток тиімділігін арттыруға және тіпті жоғары ток тығыздығында аз қуат тұтынуға әкеледі.

Металдарды қалпына келтіру.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

"Казцинк" ӨМК-де қолданылатын ISAPROCESS электролиз әдісі тот баспайтын болаттан жасалған пластина түріндегі катодты пайдаланады. Оның стандартты және біркелкі қасиеттері бар, бұл анод пен катодты орнату, катодты және анодты аршу, ваннаны тазалау сияқты күрделі және көп уақытты қажет ететін қол еңбегін толығымен

автоматтандыруға және жоюға мүмкіндік береді. Мұндай көп уақытты қажет ететін қолмен жасалатын операциялардың болмауы бұл әдісті танымал етті. Бүгінгі күні барлық мыстың 50 % осы әдіспен тазартылады. Бұл үдеріс ең жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерге ие.

Ресейде бірнеше мыс компанияларында "Орал тау-кен металлургия компаниясы" ААҚ, "Орыс мыс компаниясы" АҚ (РМК), "Норильск никель" МКК ЖАҚ, электролиттік элементтердің стандартты жабдықталуына қарамастан, өндірісті басқарудың әртүрлі тәсілдері бар. Жалпы тенденция – цифрлық түрлендіруге көшу және жергілікті қолмен аналогтық өлшеулерден нейрондық жүйелерді пайдалану арқылы көп функциялы басқаруға және басқаруға көшу.

"Норильск никель" МКК" АҚ "Надежда" мыс балқыту зауытында (МБЗ) мыс электролиз цехында озық технологиялар енгізілді. Басқа ұқсас өндіріс орындарынан айырмашылығы, МБЗ электролиз цехы ең аз полюсаралық қашықтықта жұмыс істейді. Осыған байланысты электролиз ванналары жоғары ток тиімділігі мен өнімділігі аз қуат тұтынумен ерекшеленеді [96].

#### Экологиялық пайдасы

Электролиттік ұяшықтар қышқыл тұманның резервуар атмосферасына таралуына жол бермеу үшін сорғыштармен қапталған. Ұяшық сорғыштары резервуар крандарымен басқарылады және катодтар жиналған немесе ауыстырылған кезде оларды ұяшықтардан уақытша алып тастау керек. Ұяшықтың әр ұшы қышқыл тұман арнасына жалғанған, ал газдар каскадты ылғалды скрубберлерге жіберіледі. Сонымен қатар, жуу камерасынан және электролит сүзгілерінен қышқыл тұмандары скрубберлерге жеткізіледі. Әрбір скруббер оңтайландырылған қысымның төмендеуімен және максималды бөлу тиімділігімен үлкен көлемдегі газды өңдеуге арналған. Шамамен 95 - 98 % күкірт қышқылы мен мыс сульфаты бөлінеді. Бұл қосылыстар жуу үшін скрубберден басқа тазартылған сарқынды суға шығарылады, содан кейін ерітінді қайтадан үдеріске қайта өңделуі мүмкін. Ұсақ су тамшыларының соңғы бөлінуі циклондық сепараторларда өтеді. Құрамында  $0,05 \text{ мг/м}^3$  күкірт қышқылынан аз тазартылған газдар атмосфераға шығатын саңылау арқылы шығарылатын газ желдеткіштерімен үрленеді.

#### Кросс-медиа әсерлер

Қышқылды сарқынды суларды регенерациялау. Қайта өңделмеген сарқынды сулар сарқынды суларды тазарту қондырғысында (физикалық және химиялық тазарту) тазартылады.

Энергияны пайдалануды арттыру.

Қоспаларды қолдану (беттік белсенді заттар).

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Құрамы өте өзгермелі және қоспалары жоғары материалдар үшін шаймаландыру, еріткішпен экстракциялау және электролизге артықшылық беріледі.

Жасушаның температурасы жұмыс деңгейіне (шамамен 65 °С) жетуі үшін атмосфераға тікелей жылу беру үшін жасушаларды кейде ашық қалдыру керек.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

Энергияны тұтынуды азайту, өнімділікті арттыру және шығындарды азайту.

#### **5.2.2.7. Гидрометаллургиялық өндіру кезінде еріткіштерді экстракциялауға арналған қондырғыдан шығарындыларды болғызбау және азайту техникалары**

Экстракциялық процестер құрамында 1 %-дан аспайтын қалпына келетін металл бар сұйылтылған ерітінділерді концентрлеу немесе оны көп компонентті ерітіндіден таңдап алу үшін қолданылады. Үдеріс сумен араласпайтын бірқатар органикалық заттардың металл иондарымен қосылыстарды таңдап түзу және оларды органикалық фазаға бөліп алу қабілетіне негізделген.

Еріткішпен экстракцияда металдарды суда ерімейтін кейбір органикалық еріткіштерді қосу арқылы сулы ерітінділерден алады. Сулы және органикалық фазалар араласады және қажетті металл қоспаның рН деңгейін бақылау және комплекс түзуші агентті қолдану арқылы органикалық фазаға іріктеліп алынады. Фазалық бөлуден кейін металды органикалық фазадан екінші реттік сулы фазаға (қайта экстракция) қайта экстракциялау арқылы таза металл ерітіндісі алынады, одан металды әртүрлі тәсілдермен алуға болады.

Мыс металлургиясында экстракция үшін көбінесе тұз қышқылы және сульфат ерітінділері қолданылады. Гидрометаллургияда ең көп қолданылатыны араластырғыш-тұндырғыш типті экстракторлар. Әрбір аппарат араластыру және тұндыру камераларын қамтитын секциялардан тұрады. Ерітінділер секцияның ішінде тікелей ағынмен, ал аппарат арқылы - қарсы токпен қозғалады.

#### **Сипаттама**

Қарастырылатын техникалар:

технологиялық реагентті таңдау және жабық жабдықты пайдалану (жабық араластырғыштар, жабық тұндырғыштар және жабық резервуарлар);

кәдеге жарату алдында сарқынды суларды тазарту қондырғыларында еріткіштерді алу үдерісінің қалдықтарын өңдеу;

органикалық ерітіндіні қалпына келтіру үшін қалдықтарды (шламды) тазалау;

тазарту және тұндырғыштардағы тұнбаны центрифугалау.

#### **Техникалық сипаттау**

Технологиялық реагенттерді таңдау және жабық жабдықты пайдалану (жабық араластырғыш цистерналар, жабық тұндырғыштар және жабық сақтау цистерналары)

Технологиялық ағындарды сақтау, тасымалдау және өңдеу кезінде еріткішпен экстракциялау сатысында атмосфералық ауаға УОҚ-ның ұйымдастырылмаған шығарындылары шығарылады. Жабық араластырғыш цистерналар, жабық тұндырғыштар және жабық тұйық контурлы сақтау цистерналары сияқты жабық жабдықты пайдалану УОҚ ықтимал шығарындыларын азайтады. Технологиялық реагентті (еріткіш) таңдау арқылы ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайтуға да қол жеткізуге болады.

Сарқынды суларды тазарту қондырғысында еріткіш экстракция үдерісінің қалдықтарын кәдеге жарату алдында өңдеу.

Еріткіш экстракция сатысындағы негізгі сұйықтық ағыны екінші реттік рафинат болып табылады. Бұл сарқынды сулар төгу кезінде пайда болады және гидрometаллургиялық үдерісте еріткіштерді алу, шаймалау және электролиз схемаларында қоспалардың жиналуын болғызбау үшін қажет. Бұл сарқынды сулар сарқынды суларды тазарту қондырғыларына жіберіледі, онда металдар гидроксидтер мен сульфаттар түрінде орналасады. Алынған су ағыны қабылдаушы ортаға жіберіледі. Экстракциялық өңдеу кезінде алынбаған мыс айналымдағы ерітінділермен үйінді шаймалауға қайтарылады.

Органикалық ерітіндіні қалпына келтіру үшін қалдықтарды (шламды) өңдеу

Еріткішпен экстракциялау сатысында қалдық – шлам түзіледі. Шикі масса суспензиядан, сулы ерітіндіден және органикалық ерітіндіден тұратын тұрақты эмульсия болып табылады және ол еріткіш экстракциялық тұндырғыштардағы органикалық және сулы ерітінділер арасында фазада түзіледі.

Қатты бөлшектерді жою үшін тұнба тазарту қондырғысына жіберіледі, онда шикі масса тұндырғыштардан сорылады және қатты фракцияны қалған фазалардан бөлу үшін сазды сүзгіден өтеді. Сазды сүзгіден алынған суспензия суспензияда қатты заттардан тазаланғанша қайтадан сарқынды суларға арналған резервуарға (тазалау басталады) айналады. Фазалар резервуарда бөлінеді, ал су және органикалық ерітінділер резервуардан бөлек алынады. Сулы ерітінді органикалық ерітіндіні алу үшін бастапқы рафинат тұндырғышына айдалады, ол жүктелген органикалық резервуарға қайтарылады.

Өңдеу және тұндырғыштардағы тұнбаны центрифугалауды қолдану.

Тұндырғыштарды (су фазасы, тұнба және органикалық фаза) тазартқаннан кейін суспензия қатты фазаны сұйық фазадан (еріткіш пен су) бөлу үшін центрифугаланады. Бұл еріткіш пен суды қалпына келтіруге және қатты қалдықтарды азайтуға мүмкіндік береді. Жабық қондырғылар ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу үшін қолданылады.

**Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Шығарылатын шығарындыларды азайту.

Еріткіш пен суды қалпына келтіру.

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

Экстракциялау үдерісінің кемшілігі реагенттердің өрт қаупі мен уыттылығы, сулы фазамен экстрагенттердің жоғалуы; олар әсіресе целлюлоза процестерінде маңызды (0,5 – 1 кг/т).

"KAZ Minerals Aktogay" ЖШС-да экстракция цехтарында мыстың 90 %-ы параллель жүзеге асырылатын екі кезеңде, біріншісі - бір араластырғыш тұндырғышпен, ал екіншісі - сериямен жұмыс істейтін екі кезеңде, яғни жалпы үш тұндырғыш-араластырғышпен жойылады.

Байытылған электролитте органикалық заттардың жиналуын азайту үшін араластырғыштар су-органикалық режимде жұмыс істейді.

Ыдыстағы су фазасында 50 г/л мыс бар, бұл құрамы электролиздің қалыпты өтуін қамтамасыз етеді, ал ерітіндіде органикалық заттардың серпілістері болады, олар электролиз кезінде мыстың сапасына теріс әсер етіп, катодтарға немесе анодтар. Бұл жағдайды болғызбау үшін мысқа бай ерітінді ерітіндіден органикалық заттарды кетіру үшін электролизге арналған құбыр арқылы мультимедиялық сүзгіге айдалады.

Гуар шайыры электролиз үдерісінде катодты кен орнын жақсарту үшін қолданылады.

### **Кросс-медиа әсерлер**

Мәлімет жоқ.

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

Жалпы қолданыста.

### **Экономика**

Экстракция кезіндегі негізгі шығындар бастапқы ерітіндіні дайындауға, қымбат тұратын құрал-жабдықтарды сатып алуға, өрт қауіпсіздігін ұйымдастыруға, реагенттерді жеткізуге (экстрагент, реэкстрагент, қышқылдықты корректорлар) және экстрагенттің жоғалуын толықтыруға түседі.

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарылатын шығарындыларды азайту.

Еріткіш пен суды қалпына келтіру.

## **5.2.2.8. Күкірт диоксидінің шығарындыларын болғызбау және азайту техникалары**

Күкірт диоксиді сульфидті концентраттарды және басқа материалдарды кептіру, күйдіру және балқыту кезінде түзіледі, ал күкірт диоксиді әртүрлі концентрацияларда түзіледі, сондықтан сол немесе басқа ұстау жүйесін таңдау нақты концентрация мәндеріне байланысты.

Шикізат құрамындағы күкіртті тиісті реактивтердің көмегімен қождар немесе штейндер сіңіріп алады, ал штейндерді технологиялық үдерісте пайдалануға болады.

Балқыту үдерісі кезінде күнгірт немесе қож сіңірмейтін күкірт әдетте SO<sub>2</sub> түрінде болады және оны элементтік күкірт, сұйық SO<sub>2</sub>, гипс (кальций сульфаты) немесе күкірт қышқылы ретінде алуға болады. Соңғы өнімді таңдау тиісті нарықтардың болуымен анықталады, бірақ ең экологиялық таза нұсқа гипс немесе элементтік күкірт өндіру болып табылады, әсіресе басқа өнімдер үшін сенімді нарықтар болмаған кезде. Күкірт диоксиді сульфидті концентраттарды күйдіру және балқыту және соған байланысты конверсиялау процестерінен алынады. Бұл процестер күкірт диоксидінің максималды концентрациясына қол жеткізілетіндей жүзеге асырылады, бұл оны алу үдерісінің тиімділігін арттырады. Күкірттің жоғары қалпына келуі кросс-медиа әсерлерн жояды.

SO<sub>2</sub> мөлшері 1 %-дан аз түтін газдарында және SO<sub>2</sub> жоғары газдарда күкірт диоксиді шығарындыларын азайту үшін әртүрлі әдістер қолданылады .

Құрамында күкірт диоксиді 1 %-дан аз газдарды тазалау әдістері:

- 1) тазаланатын газдарды қап сүзгісіне жіберер алдында әкті енгізу;
- 2) концентрациясы төмен газдарды натрий сульфитімен және сумен әрекеттестіру арқылы натрий бисульфитін алу. Алынған ерітіндіден концентрлі күкірт диоксиді, сондай-ақ сұйық күкірт диоксиді және күкірт сияқты басқа өнімдер (Wellman-Lord регенерация үдерісі) бөлінуі мүмкін;
- 3) күкірт диоксидін сіңіретін аминмен немесе полиэфир негізіндегі еріткішпен сүрту; содан кейін алынған аралық өнім аршылады және күкірт қышқылы зауытына жіберіледі немесе күкірт қышқылын немесе сұйық күкірт диоксидін алу үшін сумен әрекеттесу арқылы жойылады;
- 4) сутегі асқын тотығымен тотығу арқылы күкірт қышқылын алу;
- 5) белсендірілген көмірмен тотығу арқылы күкірт қышқылын алу;
- 6) гипс немесе басқа күкіртсіздендіру өнімдерін алу үшін әк, сода (NaHCO<sub>3</sub>) немесе дымқыл әктеуді пайдалана отырып, құрғақ немесе жартылай құрғақ скрубберде газды күкіртсіздендіру . Бұл әдіс кеңінен қолданылады;
- 7) каустикалық сода абсорбциялау және гипсті тұндыру бар қос сілтілі скруббер;
- 8) гипс тұнбаларымен алюминий тотығымен абсорбциялау (Дова үдерісі);
- 9) магний гидроксидімен скруббермен өңдеу және магний сульфатының кристалдануы;
- 10) мырыш сульфиді немесе сульфатын алу үшін мырыш оксидімен құрғақ немесе дымқыл сүрту, оны мырыш шаймаландіру сатысында қайта өңдеуге болады;
- 11) абсорбциялық/десорбциялық тазалау әдісі.

Құрамында күкірт диоксиді жоғары (> 1 %) өңдеу әдістері.

Күкірт диоксиді мыс өндірісіндегі сульфидті кендердің және концентраттардың кен спектрін агломерациялау, күйдіру және балқыту кезінде жоғары концентрацияда өндіріледі. Төменде күкірт диоксиді көбірек газдарды өңдеу әдістерінің сипаттамасы берілген.



Суық суда күкірт диоксидін абсорбциялау, содан кейін вакуумды газбен тазалау және сұйық күкірт диоксидін алу. Бұл үдеріс ерімеген күкірт диоксидін қалпына келтіру үшін күкірт қышқылы зауытын қолдануға бірге қолданылады. Сұйық күкірт диоксидін өндірудің орындылығы осы өнімнің жергілікті нарығының болуымен анықталады.

Күкірт қышқылын өндіру. Күкірт қышқылын алудың жақсы қалыптасқан химиялық технологиясы күкіртті жағу арқылы күкірт диоксидін алуға негізделген үдеріс. Осы әдіс бойынша жұмыс істейтін қондырғылар газдың тұрақты жоғары концентрациясында тиімді; осыған байланысты олар үшін технологиялық шектеулер саны азаяды.

Балқыту пешінен шығатын газдар 5.16 -суретте көрсетілгендей тазартылады, салқындатылады және кептіруге жіберіледі.



5.16-сурет. Күкірт қышқылы қондырғысына арналған газ тазалаудың типтік схемасы

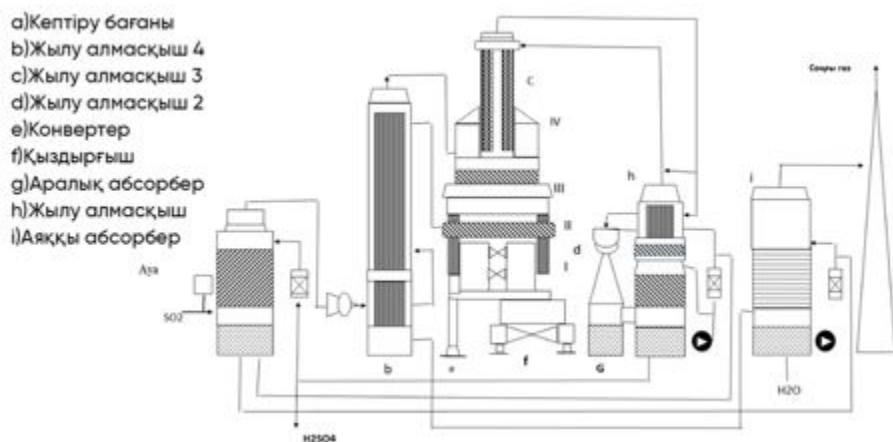
Газдағы күкірт диоксиді содан кейін газды ванадий пентоксиді катализаторының қабаты арқылы өткізуді қамтитын байланыс үдерісі арқылы күкірт триоксидіне айналады. Кейде катализаторға цезий оксиді қосылады, бұл үдерістің тиімділігін арттырады, әсіресе  $SO_2$  концентрациясы төмен немесе құбылмалы немесе төмен температурада. Қондырғы конструкциясы төмен температурада жұмыс істеу мүмкіндігін (жылу алмасу процестерінің тиімділігіне байланысты) қамтамасыз етуі керек. Жақсартылған катализаторлар бір контактілі қондырғылар мен қос контактілі/қос адсорбциялық қондырғылардағы түрлендіру тиімділігін арттыру үшін қолданылады.

Бір контактілі қондырғыларда газды бейтараптандырудың жоғары коэффициенттерін алу үшін үш немесе одан да көп катализатор қабаттарының қатарынан өткізеді. Күкірт триоксидін өндіру экзотермиялық үдеріс болып табылады және егер күкірт диоксидінің мөлшері айтарлықтай жылу шығару үшін жеткілікті жоғары болса, әрбір циклден кейін газды салқындату керек. Күкірт диоксиді аз болса,

әр циклден кейін алдын ала қыздыру қажет болуы мүмкін. Содан кейін алынған күкірт триоксиді 98 % күкірт қышқылына сіңеді, ол одан әрі күкірт қышқылын алу үшін сұйылтылады.

Білғалды күкірт қышқылының үдерісі қышқылдық конденсацияға (абсорбциялауға емес) негізделген, ол әсіресе құрамында 1 %- 4 %  $\text{SO}_2$  бар газдар үшін қолайлы. Бейтараптандыру коэффициентінің мәні 99 % дейін жетуі мүмкін.

Күкірт үшоксидінің болуы күкірт диоксидін бейтараптандыру үдерісіне кедергі келтіреді, сондықтан өңделген газдардағы жеткілікті жоғары мөлшерде күкірт диоксиді бейтараптандырудың тиімділігін арттыру үшін көбінесе қос жанасу/қос абсорбциялау үдерісі қолданылады. Бұл жағдайда күкірт триоксиді екінші немесе үшінші циклден кейін 98 % күкірт қышқылына сіңеді, бұл үдерістің келесі циклдерінде күкірт диоксидінің үлкен көлемін бейтараптандыруға мүмкіндік береді. Содан кейін күкірт триоксидін абсорбциялау сатысы келеді. Қос контакт/қос абсорбциялау үдерісін пайдалану күкірт диоксидін кетіру тиімділігін 98 %-дан >99,7 %-ға дейін арттырады. Сондай-ақ, егер қондырғының конструкциясы төмен температурада жұмыс істеуге мүмкіндік берсе (жылуалмастырғыштың ПӘК-іне байланысты), бұл мәнді цезий қосу арқылы катализатордың көмегімен 99,9 %-дан астамға дейін арттыруға болатыны хабарланды [44]. Ерекше жағдайларда бейтараптандыру коэффициентінің мәні 99,97 %-ға дейін жетуі мүмкін [45]. Катализатордың белсенділігі оның тозуының нәтижесінде төмендейді, бұл үш жыл жұмыс істегенде бейтараптандыру коэффициентінің мәнін 0,1 %-ға төмендетуге әкелуі мүмкін [46]. Қос контакт/қос абсорбциялау үдерісінің диаграммасы 5.17 -суретте көрсетілген.



5.17-сурет. Типтік қос абсорбциялық күкірт қышқылы зауыты

Қос контактілеу/қос абсорбция арқылы бейтараптандыру күрделі және қымбат, бірақ  $\text{SO}_2$  қалдық концентрациясының төмендеуіне қол жеткізу үшін соңғы газды күкіртсіздендіруі бар бір контактілі қондырғыны пайдалануға болады. Гипсті сыртқы

сату үшін өндіруге болады немесе балама ретінде мырыш сульфитін (немесе сульфатты ) өндіруге болады, ол мырышты шаймаландіру сатысында қолданылады. Бұл опциялар энергияны үнемдеуге және өндіріс қалдықтарын азайтуға ықпал етеді, бірақ шығындарды жергілікті жағдайларды ескере отырып, бейтараптандыру құнымен салыстыру керек. Гипстің нарығы болмаса, гипсті жою құнын ескеру қажет.

Катализаторды қорғау және таза қышқылды өндіру үшін контакт әдісін қолданар алдында тозаңсыздандыру маңызды. Бұл мырыш сияқты көптеген металдардың қышқыл өндірісінің концентрациясын қолайлы деңгейге дейін төмендетеді және катализатордың ластануын болдырмайды. Газ ағынын алдын ала өңдеу әдетте бар ластағыш заттарға байланысты бірнеше қадамдарды қамтиды. Өңдеу қадамдарына жылуды қалпына келтіруді салқындату, жоғары температуралы электросүзгі, сынапты скруббер және т.б. және дымқыл электростатикалық тұндырғыш кіруі мүмкін. Газды тазалау сатысында алынған әлсіз концентрлі қышқылдың құрамында әдетте 1 %-дан 50 %-ға дейін  $H_2SO_4$  болады. Сондай-ақ құрамында  $HCl$  (10 – 5000 %) және  $HF$  (10 – 1000 %, соның ішінде  $H_2SiF_6$ ) түріндегі галогенидтер бар. Қышқылдың құрамында мыс, мырыш және темір (әр металдың 2500 % дейін), сынап (1900 % дейін) және қорғасын (50 % дейін) сияқты металдар болуы мүмкін. Күшән 10 000 %-ға дейінгі деңгейде болуы мүмкін. Балқымаға берілетін шихтаның құрамына байланысты қышқылда басқа элементтер де болуы мүмкін, мысалы, алюминий, никель, хром, кадмий, висмут, сурьма және т.б. Әлсіз концентрлі қышқыл да күкірт диоксидімен қаныққан болады (әдетте  $SO_2$  концентрациясына байланысты 2000 -нан 5000 %-ға дейін ). Бұл қышқылды ыдыратуға және күкірт қышқылы зауытына жіберілген газдарды сатуға арналған гипс өндіру үшін бейтараптандыруға немесе өңдеуге және жоюға және шаймаландіру сияқты бірқатар процестерге пайдалануға болады.

Күкірт қышқылын өндіру кезінде барлық қалдық тозаң мен барлық металдар пайда болған қышқылға түспеуі үшін жанасу сатысына дейін жойылады. Жанасу үдерісіне дейін тозаң мен металдарды жою бұл компоненттердің аз мөлшерде ауаға шығарылатын газдарда қалуын білдіреді. Қышқыл түтіндері соңғы газдың бөлігі ретінде мұржаға да шығарылуы мүмкін, қажет болған жағдайда бұл түтіндерді кетіру үшін шам сүзгісі немесе дымқыл тазартқышты пайдалануға болады. Тазартылған газдардағы фторидті қосылыстардың жоғары мөлшерімен шам сүзгілеріндегі буды тазарту тиімділігі төмендейтіні хабарланады.

Күкірт қышқылы зауыттарында өңделген газдарда болатын кез келген азот оксидтері алынған қышқылға сіңеді. Олардың жоғары концентрациясында борак алынады, бұл әлеуетті клиент үшін қолайсыз болуы мүмкін. Сондықтан ықтимал сату мәселесі. Сутегі асқын тотығын қоңыр (органикалық қосылыстардың болуына байланысты) күкірт қышқылын түссіздендіру үшін қолдануға болады.

SO<sub>2</sub> деңгейін өлшеуге негізделген үдерісті бақылау баяу реакцияға әкеледі. Түсті металлургияда оттегінің деңгейін технологиялық бақылау параметрі ретінде алуға болады, дегенмен бұл жағдайда күкірт қышқылы зауытының режимдерін бақылау күкіртті жағуға қарағанда күрделірек.

#### 5.2.2.8.1. Ылғалды катализ әдісі арқылы, шығарылатын газдардың құрамындағы күкірт диоксидін кәдеге жарату

Сипаттама

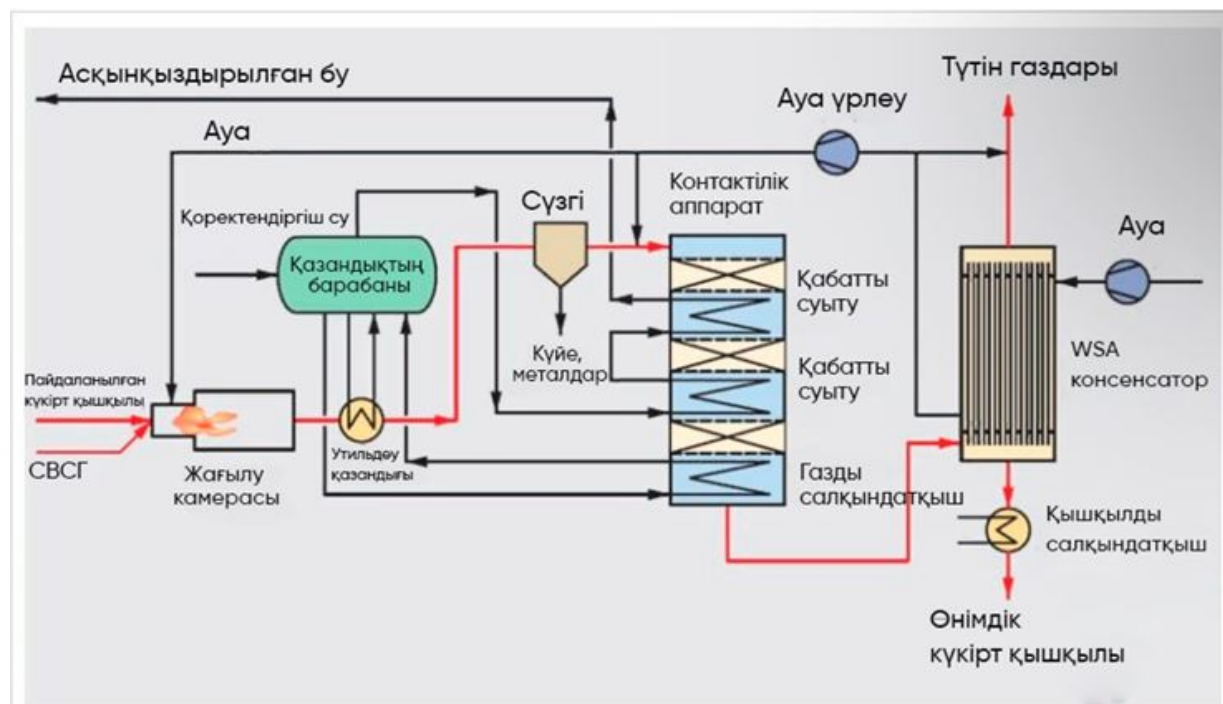
"Ылғалды катализ" әдісімен күкірт қышқылын алу технологиясы да контактілі әдіске жатады.

Газ тәрізді күкірт диоксидін алу және тауарлық сапалы күкірт қышқылын алу негізінде мыс өндірісінің ылғалды технологиялық газдарын өңдеу .

Технологиялық сипаттама

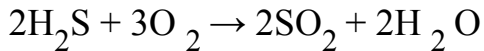
Қондырғының технологиялық схемасы 5.18.-суретте көрсетілген.

Қондырғының шикізаты - бұл мыс өндірісінен алынатын күкіртті сутегі бар газ (КСГ), ол қабылдау сепараторы және механикалық тазалау сүзгілері арқылы жануға беріледі. Су күкіртті сутегінің тотығу реакциясы өнімдерінің құрамында болады. Құрамында 99,5 % концентрациясы бар H<sub>2</sub>S күкіртті сутегі газ дайындау блогындағы сепарациялық резеруарға беріледі.



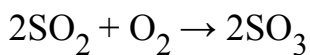
5.18-кесте. Ылғалды катализ арқылы күкірт қышқылын өндіру/қайта алу қондырғысының схемасы

Шикізат газы құрамындағы моноэтаноламин конденсаты ұсталынады, содан кейін ауырлық күші әсерінен алдымен резервуардың төменгі бөлігіне, содан кейін құбырлар арқылы деңгейден төмен орналасқан кішірек жинау резервуарына түседі, соңында ағызылады. Күкіртті сутегі бар газды (КСГ), жағу/ күкірт қышқылының қалдықтары және құрамында күкіртсутегі бар газды жағу арқылы күкірт диоксидін  $SO_2$  алу, келесі реакция бойынша жүреді:



Жанармай газы газ сепараторындағы сұйықтықтан тазартылады, содан кейін ол пеш оттықтарына түседі. Күкіртсутек циклондық пеште (жану камерасында) жағылады, нәтижесінде күкірт диоксиді  $SO_2$  пайда болады. Қазандықтан шығығарда температура 450 -ден 560 °C-қа дейін аралықта болады.

Күкірт ангидридiнiң конвертерде тотығуы, күкірт диоксидiнiң күкірт ангидридiне дейiн тотығуы  $SO_3$  конвертерде, контактілі аппаратта, яғни ванадий катализаторында жүзеге асырылады және келесі реакция бойынша жүреді



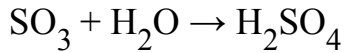
Контакталы аппаратқа күкірт диоксиді берiлмес бұрын күйенi, күкіртті сутегі бар газды (КСГ), жағу кезінде пайда болған металдарды немесе күкірт қышқылының қалдықтарын кетiру үшiн сүзгiлер қарастырылған. Әрi қарай күкірт диоксидi ауамен араласады және 390 ° C температурада контакталы аппаратына түседi, онда ол қатты ванадий катализаторында күкірт оксидiне ( $SO_3$ ) дейiн тотығады. Реакция катализатордың үш қабатында аралық салқындатумен дәйектi түрде жүредi.

Салқындату үшiн ауа үрлегiштер арқылы берiледi. Сол үрлегiштер қалдық жылу қазандықтарына ауа берудi қамтамасыз етедi. Одан әрi температурасы 430 °C күкірт диоксидi газ салқындату қондырғысына түседi, түтiк шоғырларының төрт секциясынан өткеннен кейiн газ 255 °C дейiн салқындатылады.

Әрi қарай атмосфераға түсетiн шығарындыларды және  $SO_3$  азайту үшiн силикон майының буы тұманды басқару блогынан мұржаға айдалады.

Конвертiрде жылуды қалпына келтiру кезiнде бу шығарылады, ол бу барабанында жиналады. Қондырғыда химиялық тазаланған су (ХТС) қолданылады, ол су ХТС блогында дайындалады. Химиялық тазартылған су деаэраторға берiледi, одан кейiн қоректiк сорғылар арқылы қалдық жылу қазандықтарына және жоғары қысымды су буы алынатын газ салқындату қондырғысының барабан-бу коллекторына берiледi.

Конденсаторда конденсациялау жолымен күкірт қышқылын  $H_2SO_4$  алу төменде көрсетілген реакцияға сәйкес жүреді:



Газ қоспасы (ЫГКҚ) WSA) (ылғалды газдан алынған күкірт қышқылы") конденсаторында салқындатылады, онда алынған күкірт қышқылының булары сұйық күкірт қышқылы ( $H_2SO_4$ ) өніміне айналады. Салқындатқыш ретінде ауа пайдаланылады, ол атмосферадан сүзгі арқылы үрлегіштермен беріледі. Аппараттан өткеннен кейін ол түгін газдарымен араласады және мұржалар арқылы шығарылады. Конденсацияланған күкірт қышқылы аппарат түтіктерінің қабырғалары арқылы қышқыл айналымы жүйесінің резервуарына түседі. Құбырдан шығатын газ температурасы шамамен  $120\text{ }^\circ\text{C}$  құрайды. Қышқыл температурасын  $65\text{ }^\circ\text{C}$ -қа дейін төмендету үшін ыстық ағынға айналымдағы суық қышқыл ағыны қосылады. Концентрациясы 92 -пайыздан 94 пайызға дейінгі күкірт қышқылы сорғыштар арқылы резервуардан айдалады: негізгі бөлігі ыстық қышқылмен араластыруға арналған рециркуляция ретінде. Күкірт қышқылының баланстық мөлшері сорғыштар арқылы айдалады.

Ылғалды катализ үдерісі Хальдор-Топсе компаниясы жасаған және әлемде де, Ресейде де кең таралған және кеңінен қолданылатын технология болып табылады. Ресейде ылғалды катализ технологиясы "Карабашмедь" ЖАҚ, РМЗ және т.б. сияқты зауыттарда күкірт қышқылын алу үшін қолданылады.

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

Күкірт диоксидінің күкірт триоксидіне айналу дәрежесі кем дегенде 99,7 % құрайды, бұл атмосфераға шығарылатын күкірт диоксидінің  $SO_2$  шығарындыларын толығымен дерлік жояды. Күкірт қышқылын алу үшін ылғалды катализ процесі қышқылдық конденсацияға (абсорбциялауға емес) негізделген, ол әсіресе құрамында 1 – 4%  $SO_2$  бар газдар үшін қолайлы. Технологиялық газды (ЫГКҚ) (ылғалды газдан алынған күкірт қышқылы") қондырғысына бермес бұрын оны алдын ала кептіру қажеттілігін жою сарқынды сулардың пайда болуын және күкірт шығынын жоюға көмектеседі.

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

Үдерістің негізгі ерекшеліктері:

аппараттық схемаға сәйкес, ылғалды катализ үдерісі әдеттегі контактілі үдеріске қарағанда әлдеқайда қарапайым және үнемді;

үдерісте сарқынды сулар түзілмейді;

абсорбенттерді және қосалқы химиялық заттарды тұтынудың болмауы;

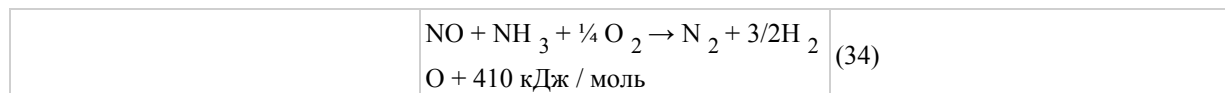
үнемді жұмыс үшін жылуды тиімді қалпына келтіру;

басқарудың қарапайым және толық автоматтандырылған жүйесі, шикізаттың тұтынуы мен құрамының өзгеруіне байланысты өзгермелі болуы.

NO<sub>x</sub> сияқты қоспалары бар газдармен жұмыс істеуге оңай бейімделеді.

NO<sub>x</sub> өңдеу үшін күкірт диоксиді конверторының SO<sub>2</sub> алдына селективті каталитикалық қалпына келтіру реакторын (SCR) орнатуға болады. Аммиак газ ағынына SCR реакторының алдында газдағы NO<sub>x</sub>-ке қатысты стехиометриялық мөлшерде енгізіледі.

Азот оксиді (NO<sub>x</sub>) төмендегі реакцияға сәйкес азот пен суға айналады:



#### Кросс-медиа әсерлер

Қолдануды және/немесе жоюды қажет ететін қатты немесе сұйық ерітінділердің (әлсіз қышқылдар) түзілуі. Күкірт қышқылының шашырауын және тұманын тазалау қажеттілігі.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

(ЫГКҚ) WSA) (ылғалды газдан алынған күкірт қышқылы") үдерісі SO<sub>2</sub> концентрациясының 3 – 5 %-ы үшін автотермиялық болып табылады, алайда 3 %-дан төмен газдар үшін әдетте газ қыздырғышымен қамтамасыз етілетін қосымша жылу қажет. Күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>) концентрациясы 6 %-дан жоғары болған жағдайда (ЫГКҚ) WSA) үдерісі катализатор қабатындағы температураны бақылау үшін ауамен араластыруды қажет етеді, нәтижесінде қышқыл қондырғысының көлемі артады.

(ЫГКҚ) WSA қондырғысы арқылы өңделген газда ешқандай бөлшектер болмауы керек. Катализаторда тозаңның жиналуын азайту үшін тозаңның құрамын 1 - 2 мг/Нм<sup>3</sup> - ге дейін төмендету керек. Сондықтан (ЫГКҚ) WSA қондырғысы қолданылуына байланысты қосымша ылғалды тазалау жүйесін қажет етуі мүмкін.

"Қарабашмыс" ЖАҚ-да мыс балқыту өндірісін қалпына келтіру күкірт диоксидін кәдеге жарату цехы іске қосылып, пайдаланылған газдар барлық зиянды қоспалардан тазартылған жағдайда ғана мүмкін болды. Қолданыстағы шахталы пештер түсті металлургиядағы қолданыстағы технологиялар бойынша металлургиялық газдарды тиімді өңдеуге мүмкіндік бермеді. Алдағы өндірісті қайта құруды ескере отырып, кәсіпорын ұжымының алдында газды кәдеге жарату мәселесін оңтайлы шешу мәселесі тұрды. Шешуші салалардағы осындай мәселелерді шешу жолдарын талдау кәсіпорынның инженерлік-техникалық қызметкерлері мен акционерлеріне осы саладағы принципті жаңа технологияларды таңдауға мүмкіндік берді. Haldor Topsoe A/S және Voliden Contech AB компанияларымен технологиялар мен қондырғыларды жеткізуге келісім-шарттар жасау қайта құрудың бірінші кезеңінің мәселесін шешуге және оны одан әрі дамыту жолдарын белгілеуге мүмкіндік берді. Ылғалды катализ

қондырғысы осы уақытқа дейін Ресейдің түсті металлургиясында пайдаланылмаған. Оны пайдалану тәжірибесі саланың басқа кәсіпорындарында ұқсас қондырғыларды салуға және пайдалануға мүмкіндік берді [97].

Өндірісті жаңғырту басталғаннан бері кәсіпорында өндірістің атмосфералық ауаға, су объектілеріне және топыраққа әсерін төмендететін қондырғылар орнатылды. Мұндай құрылғылардың ішінде күкірт диоксидін ылғал катализ арқылы тауарлық күкірт қышқылына кәдеге жаратуға арналған (ЫГКК) WSA қондырғысы, Frick 5200 қап сүзгісі және Ausmelt мыс балқыту пеші [98].

#### Экономика

Әрбір нақты жағдайда қолданылатын әдіске байланысты.

Қарабашмыс кен орнын жаңғырту үшін ылғалды катализ әдісін қолдана отырып, күкірт қышқылын өндіру қондырғыларын қамтитын шаралар кешені өндірістің техникалық деңгейін арттыруға, бірінші кезеңнің экологиялық нәтижелерін тұрақтандыруға, металлургиялық газдарды кәдеге жарату жүйесінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Осы нысандарды іске қосудың арқасында Қарабашмыстың өнімділігі жылына 120 мың тонна өңделмеген мыс пен 650 мың тонна күкірт қышқылына дейін артады [99].

#### Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары. Атмосфералық ауаға түсетін күкірт диоксиді ( $SO_2$ ) шығарындыларын азайту. Шикізат шығындарын азайту. Экономикалық пайда.

### **5.2.2.8.2. Өңделетін газдардың өзгермелі сипаттамалары жағдайында жұмыс істейтін қос контактілі/қос абсорбциялық күкірт қышқылды қондырғылар**

#### Сипаттама

Қос жанасу әдісінің мәні күкірт диоксиді күкірт қышқылына ішінара тотықтырылғаннан кейін, технологиялық газды одан әрі тотықтыру мақсатында жанасу аппаратынан алып тастайды.

#### Техникалық сипаттау

Бұл үдерістің бір бөлігі ретінде газдың құрамындағы күкірт диоксиді катализатор қабаты - ванадий пентоксиді арқылы өткенде күкірт триоксидіне айналады. Цезий оксиді кейде өнімділікті жақсарту үшін катализаторға қосылады, әсіресе  $SO_2$  төмен концентрацияларында немесе төмен температурада. Бір және қос контактілі/қос абсорбциялы қондырғылар қолданылады; соңғылары жиірек қолданылады.

Қос контактілі/қос адсорбциялы күкірт қышқылы қондырғысы газды тазарту және жуу секцияларын және төрт қабатты жанасу қондырғысын қамтиды. Ол үшін цезий оксиді қосылған заманауи катализатор қолданылады.

Қос контактілі/қос абсорбциялық жүйелердің жалпы артықшылықтары:



жалпы тиімділік және технологиялық шешімдерді білу;

сұйық сарқынды сулардың болмауы және сәйкесінше оларды тазарту мен залалсыздандыруға қосымша шығындар;

технологиялық жүйелер мен жеке қондырғылардың жұмыс уақытының жоғары қорлары;

жұмыс орталарының салыстырмалы төмен жұмыс температурасы;

оңай іске қосу және тоқтату.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Бұл әдіс "BMZ Kazakhmys Smelting" ЖШС (Kazakhmys Smelting) және "ӨМК Kazzinc" ЖШС-де қолданылады.

Қос контактілеу әдісін қолдану қалдық газдарындағы SO<sub>2</sub> мөлшерін едәуір азайтуға мүмкіндік береді, сонымен қатар жанасу және абсорбциялау бөлімшелеріндегі газ көлемі азаяды. Жанасу дәрежесі шамамен 99,- 99,7 %, шығатын газдардағы күкірт диоксидінің концентрациясы 0,03 %-дан аспаған кезде өзгереді.

Кросс-медиа әсерлер

Өңдеуді және/немесе жоюды қажет ететін қатты қалдықтар мен әлсіз қышқылдарды өндіру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

2007 жылы "SNC Lavalin" фирмасымен әзірленген екі еселік жанасуды орнатуды қолдануға металл газдардан күкірт қышқылын өндіру технологиясы Өскемен металлургиялық кешенінде енгізілді. Күкірт қышқылын өндіру қондырғысына күкірт пешінің газдары ( SO<sub>2</sub> мөлшерімен - 8 - 25 %) және конвертерлік газдар (SO<sub>2</sub> - 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 % [92].

Кейінірек, 2009 жылдың қазан айында Среднеуральск мыс қорыту зауытында металлургиялық өндірістің қалдық газдарын өңдеуге арналған осындай технология енгізілді. Қос жанасу/қос абсорбциялау схемасы бойынша күкірт диоксидінің триоксидке айналу дәрежесі 99,7 % кем емес [91].

Экономика

Әрбір жағдайда қондырғының құны әртүрлі болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Атмосфералық ауаға түсетін шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнама талаптары.

Экономикалық пайда.

### 5.2.2.8.3. Бастапқы концентрациясы жоғары күкірт диоксидінің (SO<sub>2</sub>) газдарын өңдейтін жаңартылған күкірт қышқылы қондырғылары

#### Сипаттама

Қалқымалы балқыту және конверсиялау пештерінен шыққан түтін газдарын өңдеу үшін қондырғының кірісіне 30 % - 40 % жеткізілетін газдағы SO<sub>2</sub> концентрациясында қос жанасу/қос абсорбциялы күкірт қышқылы қондырғысы қолданылады.

#### Техникалық сипаттау

Қондырғыда төрт қабат қолданылады және үшінші қабаттан кейін аралық абсорбция қолдану қарастырылған. Бірінші жанасудан өткеннен кейін жылуды бу түрінде қайта қалпына келтіру жүйесімен жабдықталған заманауи катализаторлар бар.

#### Қол жеткізілген экологиялық пайда

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту .

#### Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

ӨМК мыс зауытының құрамында күкірт бар газдарды кәдеге жарату үшін канадалық SNC "Lavalin" компаниясы жұмыс істейді. Мыс зауытының құрамында күкірт бар газдардан 93,5 % немесе 98,5 % концентрациясы бар коммерциялық сапалы күкірт қышқылын алу қос жанасу - қос абсорбция технологиясы бойынша жүргізіледі.

Мыс Айза пешінен және мыс зауытының конвертерлерінің бастапқы бүріккіштерінен күкірт диоксиді жоғары технологиялық газдар кәдеге жарату қазандықтарында салқындатылғаннан және электр сүзгілерде тазаланғаннан кейін күкірт қышқылын өндіруге "Лавалин" SNC қондырғысына түседі. Газды қатты қоспалардан тазарту процесі жуу жүйесінде жүзеге асырылады. Жуғаннан кейін газдар кептіру мұнарасына түседі. Газды кептіру күкірт триоксидін абсорбциялау кезінде тұман пайда болуының алдын алу, сондай-ақ құрамында күкірті бар газы бар қоспадағы су буының катализаторға және бөлімшенің аппаратурасына зиянды әсерін жою мақсатында жүргізіледі. Торлы сүзгі арқылы құрғатылған газдар ванадий катализаторының төрт қабатындағы триоксидке күкірт диоксидін тотықтыратын жанасу аппаратына түседі. Жанасу аппаратының үш қабатынан өткеннен кейін газ салқындатылып, күкірт триоксидін алдын-ала ұстап, оны күкірт қышқылына айналдыру үшін аралық моногидратты сіңіргішке беріледі. Осыдан кейін газ жанасу аппаратының төртінші қабатына, күкірт диоксидінің қалған бөлігін триоксидке, содан кейін күкірт ангидридін газ қоспасынан соңғы абсорбциялау және оны күкірт қышқылына айналдыру үшін соңғы сіңіргішке беріледі.

Мыс зауытының ұсталған тозаңы қайта өңдеуге жіберіледі.

#### Кросс-медиа әсерлер

Өңдеуді және/немесе жоюды қажет ететін қатты қалдықтар мен әлсіз қышқылдарды өндіру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Техника жаңа немесе қайта жабдықталған қондырғыларға қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда қондырғының құны жеке болып келеді.

Ендірудің қозғаушы күші

Сатуға арналған күкірт қышқылын өндіру.

Экологиялық талаптарды сақтау.

#### **5.2.2.8.4. Құрамында күкірт диоксидінің (SO<sub>2</sub>) мөлшері төмен шығарынды газдарды күкіртсіздендіру**

Сипаттама

Арнайы абсорберлерге суспензия/ерітінділер түріндегі сілтілі реагенттерді (мысалы, кальций карбонаты) енгізу арқылы технологиялық газ қалдықтарынан күкірт диоксидін жою, дайын затты (кальций сульфаты) түзу үшін олардың күкірт қосылыстарымен әрекеттесуі. Үдерісті бастамас бұрын газдарды тозаңнан алдын ала тазарту қажет.

Техникалық сипаттау

Шығарылған газдарды күкіртсіздендірудің (ШГКӨ) кең тараған әдістерінің бірі әк айдау болып табылады. Қолда бар ақпаратқа сәйкес, кейбір жағдайларда (мысалы, вельц-пештерде немесе вельц-оксидтерді пайдаланатын ISF пештерінде) скрубберді, сіңіргішті және газдың айналымдағы әк суспензиясымен жанасуын қамтамасыз ету жүйесін қамтитын басқа ШГКӨ жүйесі қолданылады. Тікелей ағынды скрубберде газдар салқындатылады, ылғалдандырылады және ішінара күкіртсіздендіріледі. Скруббердің артында SO<sub>2</sub> соңғы концентрациясын талап етілгеннен төмен деңгейге дейін төмендету үшін қарсы ағынды абсорбциялау бағанасы бар.

Құрамында күкірт газы бар газдар SO<sub>2</sub> үшін сорбент ретінде таза гипс өндіру үшін кальций карбонаты (әк < 40 мкм) суспензиясын қолданатын ШГКӨ қондырғысында өңделеді. Газдар салқындатылады, содан кейін олардан тозаң қап сүзгісінде шығарылады, содан кейін олар күкіртсіздендіру жүйесіне енеді. Күкіртсіздендіруден кейін газдар екі сатылы тамшы ұстағышқа жіберіледі, содан кейін құбырға шығарылады. ШГКӨ үдерісінің шығысындағы суспензиядан гипс алынады, содан кейін сатылымға шығады.

Бұл жағдайда айналымдағы әк суспензиясы механикалық араластырғыштармен жабдықталған бөлек резервуарлардан сорылады; Скруббер цистернасы сонымен қатар аэрация жүйесімен жабдықталған. Резервуарлардың өлшемдері барлық сіңірілген SO<sub>2</sub> CaCO<sub>3</sub> суспензиясымен әрекеттесетіндей етіп таңдалады, барлық күкірт қосылыстары сульфаттарға дейін тотығады және CaSO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O синтезделген гипстің ірі түйіршікті

тұнбасы түзіледі. сульфиттердің сульфаттарға дейін тотығуы, сығылған ауа. Құрамында кальций сульфаты (гипс) бар реакцияға түскен тұнба абсорбцияның бірінші сатысынан сүзу жүйесіне жіберіледі. Сүзгілі преста сусыздандырылғаннан кейін гипс престің астында орналасқан сақтау ыдысына құйылады, ол жерден қоймаға тасымалданады, содан кейін сатылады.

Бұл процестер жаңа қондырғыларға қолданылады. Технологиялық тозанды кетіруге арналған қап сүзгілері бар қолданыстағы газ тазалау қондырғысын пайдаланған кезде, оны сүзгінің өткізу қабілеттілігі мүмкіндік берсе, гипсті ұстау үшін қолдануға болады. Сүзгі бұрыннан қолданылған кезде, температура, ылғалдылық және байланыс уақыты рұқсат етілсе, тікелей үрлеу мүмкін. Қолданыстағы сүзгі қондырғысы жеткіліксіз болуы мүмкін, өйткені тозаң мөлшері күрт артады, сондықтан оны ауыстыру қажет болуы мүмкін.

Вельц-оксидтерді қолдана отырып, вельц-пеш қондырғыларында және ISF пештерінде қолданылатын ШГКЭ жүйесі өндірілген гипстің нарығы болған жағдайда ШГКЭ үдерісінің кірісінде  $SO_2$  мөлшері 2 - 15 г/м<sup>3</sup> болатын барлық процестерге қолданылады (шамамен 0,05 – 0,5 %).

Металлургиялық газдарды күкіртсіздендіруден алынған гипс құрамына қарай цемент (құрылыс материалдары) өндірісіне жіберілуі немесе қалдық қоймаларында жиналуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

$SO_2$  шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

$SO_2$  жою тиімділігі 50 %-дан 95 %-ға дейін ауытқиды. Осы диапазонның ең жоғарғы шегіндегі алып тастау жылдамдығы жаңа арнайы жасалған қондырғылардағы тамаша жағдайларда ғана мүмкін болады.

Челябинск мырыш зауытында вельц цехының екі пешінен шығатын газдарды қосымша тазарту қондырғысын орнату жобасы жүзеге асырылуда. Жүйелер ылғалды тазалау әдісін қамтиды, ал пайдаланылған газдар арнайы сіңіргіште реагентпен - эк суспензиясымен суарылады. Мәлімделген тазарту дәрежесі 98 % құрайды. Реакция нәтижесінде құрылыс материалдарын өндіруде қолдануға болатын гипс түзіледі.

Күтілетін экологиялық әсер – күкірт диоксиді шығарындыларының 20 – 25 %-ға төмендеуі [93].

Кросс-медиа әсерлер

Энергетикалық ресурстардың, сондай-ақ шикізаттың (кальций карбонаты) қосымша шығындары.

Техникалық қызмет көрсету жұмыстары қосымша қалдықтарды тудыруы мүмкін. Тозанды қайта пайдалану мүмкін болмаса, қоқысқа тастау қажеттілігі.

Металлдардың және басқа заттардың су объектілеріне төгілуін болғызбау үшін одан әрі тазартуды қажет ететін сарқынды сулардың пайда болуы.

Энергетикалық ресурстарға, сонымен қатар материалдық ресурстарға (сорбент ретінде қолданылатын заттар) қосымша шығындар. Дегенмен, натрий негізіндегі скрубберлердің энергия шығыны сорғы рециркуляциясының төмен жылдамдығына және қысымның төмен төмендеуіне байланысты әк скрубберлеріне қарағанда төмен екенін атап өткен жөн. Дегенмен, натрий скруббері  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  сарқынды суларын тазартуды қажет етеді. Сарқынды су әдетте  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  -ке дейін тотығады және мамандандырылған орындарда жойылуы мүмкін.

Кальций сульфатына нарықта сұраныс болмаса, қалдықтардың қосымша көлемі түзілуі мүмкін.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдетте жаңа қондырғыларға қатысты. Қолданыстағы қондырғыларда қолдану мүмкіндігіне келетін болсақ, қолданыстағы тозаң жинағыш қондырғының өнімділігі төмен болған жағдайда технологиялық желіні жаңарту (қолданыстағы тазалау қондырғысын ауыстыру) қажет болуы мүмкін және басқа факторлар:

тозаң мен кальций сульфатын ұстау үшін бірге пайдаланған кезде тозаңның қосымша көлемін ұстау жағдайында орнатылған қап сүзгісінің жеткіліксіз сыйымдылығы;

белсенді сүзгіге тікелей айдауды пайдалану температураның, ылғалдылықтың және әсер ету уақытының жеткілікті көрсеткіштерімен мүмкін болады.

Экономика

Әрбір жағдайда қондырғының құны жеке болып келеді.

Ендірудің қозғаушы күші

$\text{SO}_2$  шығарындыларын азайту.

#### **5.2.2.8.5. Әлсіз шоғырланған газдардан (< 1 %) күкіртті алу үшін полиэфир негізіндегі еріткішті пайдаланып абсорбциялау/десорбциялау**

Сипаттама

Күкірт диоксидін сіңіре алатын амин немесе полиэфир негізіндегі еріткішті пайдалану, содан кейін ол десорбцияланады және күкірт қышқылы қондырғысына қосалқы ағын ретінде жіберіледі немесе күкірт қышқылын және сұйық күкірт диоксидін алу үшін сумен реакция арқылы жойылады.

Техникалық сипаттау

Жанармайдан да, кен концентраттарынан да күкірт диоксидінің ( $\text{SO}_2$ ) атмосфералық шығарындыларын азайту және жылу мен көміртегі тотығы түріндегі

энергияны қалпына келтіру үшін электр станциясы бір істікшелі күкірт қышқылы қондырғысымен және күкірт газын қалпына келтіру процесімен бірге қолданылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жылудың және көміртегі оксидінің (CO)-нің қалпына келуі.

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Мыс балқытуға арналған шахталы пештерден шығатын газдар көміртегі тотығының салыстырмалы жоғары концентрациясымен (шамамен 10 %) және технологиялық жылумен сипатталады. Тиісінше, пайдаланылған газдар құнды энергия көзі болып табылады, бірақ оларда SO<sub>2</sub> де бар. Газдар қосымша отын көзі ретінде пайдалану және жылуды қалпына келтіру үшін жергілікті электр станцияларына жіберіледі. Осылайша, электр станциясынан шығатын газдардың құрамында, пеш газдарының және отын газдарының құрамында да күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>) бар, сондықтан газды алу үшін абсорбциялау/десорбция үдерісінде қолданылатын полиэфирлі материалдарды пайдалана отырып, жоғары концентрациялы күкірт диоксидін (SO<sub>2</sub>) алу үшін абсорбция/десорбция қондырғысында одан әрі өңделеді.

Бұл газ бір контактілі қондырғыда күкірт қышқылына айналады. Атмосфераға шығарылғанға дейін осы үдерістің шығуындағы шығарылатын газдардың құрамындағы SO<sub>2</sub> концентрациясы 200 – 600 мг/м<sup>3</sup>-ден аз. [ 56] аз.

Конверсиядан кейін балқыту пешінен шығатын газдардың құрамында күкірт диоксидінің (SO<sub>2</sub>) концентрациясы 5 %-дан 12 %-ға дейін болады. Оларды тазартып, абсорбциялық-десорбциялық қондырғының концентрацияланған газымен полиэфирлі материалдарға араластырады, олардағы SO<sub>2</sub> концентрациясын 12 %-ға дейін жеткізеді, содан кейін күкірт қышқылы цехына жібереді. Бұл қондырғыда құрамында концентрациясы 6 - 8 г/м<sup>3</sup> күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>) бар күкірт қышқылы мен қалдық газдар өндіріледі, оларды қалпына келтіру үшін полиэфирлі материалдардағы абсорбциялық және десорбциялық қондырғыға жібереді.

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны тұтынудың артуы.

Тазартуды және/немесе кәдеге жаратуды қажет ететін әлсіз қышқылдар мен сарқынды сулардың пайда болуы.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Техника құрамында күкірт диоксиді төмен газдарды өңдеуге қолданылады.

Экономика

Әрбір жағдайда қондырғының құны жеке болып келеді.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

Күкірт диоксиді шығарындыларының азаюы.

### **5.2.3. Екінші реттік мыс өндіру кезіндегі шығарындыларды азайтуға арналған техникалар**

Екінші реттік мыс өндірісінде концентрацияларының кең ауқымымен және мыс құрамының әртүрлі болуымен, сондай-ақ басқа металдар немесе басқа элементтермен (мысалы, металл, оксид, сульфид) сипатталатын қайталама материалдардың кең спектрі қолданылады (метал сынықтары, сынықтар/төгінділер, тозаң). Сондай-ақ құрамында мыс және басқа металдар бар қалдықтарды, яғни электронды сынықтарды қайта өңдеуге болады.

Екінші реттік шикізат көзі қышқылдардың, мұнай өнімдерінің, органикалық ластағыш заттардың (балқыту кезінде ПХДД/Ф түзуі мүмкін) болуына байланысты ықтимал шығарындылар туралы ақпаратты бере алады. Бұл атмосфераға, су ортасына және топыраққа ықтимал шығарындыларға тікелей әсер етеді және осы компоненттердің кез келгені шығарылуы мүмкін. Материалдардағы ластағыш заттардың немесе күтпеген қосылыстардың болуын бақылау (мысалы, сүзгілеу және сұрыптау арқылы) дайын өнімнің тазалығы мен шығарындыларды азайту тұрғысынан үнемді болуы мүмкін.

Материалдың физикалық күйі сақтау және өңдеу әдістеріне де әсер етеді. Материалдар тозаңды, майлы болуы мүмкін, мөлшері бойынша әр түрлі болуы мүмкін: ұсақ тозаңнан үлкен бөліктерге дейін. Бұл факторлар жеткізу, сақтау және өңдеу әдістерін таңдауға әсер етеді. Төменде көрсетілген басқа әдістермен бірге бастапқы шикізатты өңдеу әдістері қолданылады.

Екінші реттік шикізатты учаскеге әртүрлі көлік құралдарымен, үйіндіде, қаптарда (биг пакеттерде) немесе бөшкелерде жеткізуге болады.

Қырындылар, кескіштер және шлам сияқты ірі компоненттер мен материалдар ашық, жабық немесе ғимараттардың ішінде болуы мүмкін бетон төсемдерде сақталады. Кейбір дәрекі материалдар жабынды зақымдауы мүмкін болса, қапталған төсемдерде сақталмайды. Бір-біріне ұқсамайтын материалдар әдетте әртүрлі қорытпаларға арналған материалдар мен композициялардың әртүрлі сорттарын бөлу үшін бөлек қабаттарда сақталады.

Сондай-ақ тозаң басқан материалдар ашық, жабық немесе ғимараттардың ішінде болуы мүмкін бөлек үймелерде сақталады. Бұл материалдар аммиак немесе химиялық құрамына байланысты арсин (күшән сутегі) немесе стибин (сурьма сутегі) сияқты басқа газдарды түзу үшін өздігінен тұтануы немесе ылғалмен әрекеттесуі мүмкін. Сондықтан сақтау әдістерін таңдағанда, осы факторларды ескеру қажет. Суық тозаңдатқыш материал құрғақ, тозаңсыз үгінді қалыптастыру үшін меласса сияқты байланыстырғыш материалмен жабылуы мүмкін. Шикізатта байланыстырушы заттың болуы пирометаллургиялық процестердің параметрлеріне әсер етпейді.

Екінші реттік шикізат майлар, қышқылдар және органикалық заттар сияқты әртүрлі басқа материалдармен ластануы мүмкін, оларды дренаждық жүйелерге жууға болады. Мұндай заттардың жаңбыр суын және басқа да сарқынды суларды ластау мүмкіндігі тиісті учаскелерден сарқынды суларды сақтау және тазарту әдістерін әзірлеу кезінде ескеріледі. Су объектілерінің ластануына жол бермеу үшін учаскелерді жағалау, олардың бетін герметизациялау және мұнай ұстағыштар қолданылады.

Материалдарды өңдеу кезінде сақтау әдісіне байланысты әртүрлі әдістер қолданылады. Грейферлер, конвейерлер, бульдозерлер, алдыңғы тиегіштер, экскаваторлар қолданылады. Қайта өңделген материалдарды пайдалану және алдын ала өңдеу алдында жиі араластыру қажет, бұл жағдайда аралық сақтау орындары қолданылады.

Шикізатқа байланысты келесі процестер қолданылады:

құрамында мыс бар негізгі және екінші реттік материалдардың (тозаң, штейн, қақ, қож, анод шламы және т.б.), электронды сынықтар мен құрамында мырыш және басқа да материалдар бар кейбір шикізаттарды балқыту және көпіршікті мысқа айналдыруға арналған ISASMELT пеші;

KRS, мыс қорытпасының сынықтары, электронды сынықтар, жоғары мыс қождары, мыс қождары, түтін тозаңдары, шламдар сияқты екінші реттік мыс материалдарды балқыту және тазартылмаған мысқа айналдыру үшін;

мыс пен мыс/құрамында қорғасыны бар материалдарды (тозаң, қақ, қож, төмен сұрыпты Бағалы металдар, анодты шлам, мыс қорытпасының сынықтары, төмен сұрыпты штейн, мыс-қорғасын концентраттары) кең ауқымын балқытуға арналған электр пеші;

тотықсыздандырғыш ретінде темір немесе мыс-темір сынықтарын пайдалана отырып, екінші реттік тотықты және құрамында металды мыс бар материалдарды балқытуға арналған шағын балқыту-домна пеші;

TBRC, мыс сынықтарын және мыс қорытпаларын, қождарды және күрделі концентраттарды балқыту үшін;

Contimelt, ол қара және көпіршікті мысты, жоғары сапалы мыс сынықтарын және мыс анодтарын өндіруге арналған анод сынықтарын балқыту және өңдеу үшін үздіксіз екі сатылы үдеріс.

Ausmelt/ISASMELT пеші және KRS бір зауытта екі сатылы балқыту және түрлендіру үдерісін үзіліспен қолдана алады, бұл материалдарды бір пештен екіншісіне жылжыту кезінде қосымша шығарындыларды болдырмайды.

Қайта өңделген материалдардан мыс өндірісі жаңа технологиялардың енгізілуіне байланысты жылдар бойы энергияны үнемдей бастады. KRS қондырғысының энергия сыйымдылығы 1080 кВт/т шикізатты құрайды, бұл домна пешінің, конвертордың және қорғасын-қалайы қорытпасы зауытының ескі жүйесіне – 2300 кВт/сағ қарағанда айтарлықтай төмен.



### 5.2.3.1. Екінші реттік мыс өндіру кезінде атмосфераға балқыту пештерінен шығарылатын шығарындыларды болғызбау және азайту әдістері

Технологияның сипаттамасы:

қолданылатын пешке және орнатылған тазалау жүйесіне сәйкес шикізатты пайдалану;

теріс қысыммен жұмыс істеу, жабық пештер/жүктеу жүйелері, тиісті корпустар, қоршаулар, жабық науаларды пайдалану, тиімді аспирациялық жүйесі бар екінші сорғыштар және одан кейінгі тозаңсыздандыру және газ тазалау жүйелері;

газды тазарту (бастапқы және екінші реттік): қап сүзгілерімен біріктірілген циклондар; қос контакт/қос абсорбция қондырғысы, скруббер, құрғақ әк/сорбалит қосу, адсорбенттерді қосу, сынапты кетіру жүйелері, күйдіру, сөндіру.

Техникалық сипаттау

Шикізатты пешке және орнатылған тазалау жүйесіне сәйкес пайдалану

Шығарындылардың алдын алу пешті дұрыс жобалау және шығарындыларды азайту жүйесін және жобалық талаптарға сәйкес тиісті шикізатты пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Шикізатты алдын ала өңдеу талап етілетін технологиялық өнімділікке қол жеткізу үшін қажет, мысалы, ұсақ және суспензиялы шикізат түйіршіктелген немесе баламалы түрде араластырылған немесе кептірілген және пневматикалық айдалады. Органикалық материалдардың болуына байланысты екінші реттік мыс өндірісінде балқыту сатысына дейін жаңқаларды майсыздандыру сияқты басқа алдын ала өңдеулер қолданылуы мүмкін.

Теріс қысыммен жұмыс істеу, жабық пештер/жүктеу жүйелері, тиісті қоршаулар, қоршаулар, жабық шұңқырларды пайдалану, тиімді аспирациялық жүйесі бар екінші реттік сорғыштар және одан кейінгі тозаңсыздандыру және газ тазалау жүйелері

Тығыздалған тиеу жүйелерін (мысалы, қосарланған сорғыштар, есік тығыздағыштар, жабық конвейерлер және фидерлер), сондай-ақ тығыздалған немесе жабық пештер пайдаланылуы мүмкін. Пеште қысымның пайда болуын болғызбау үшін жеткілікті газды алу жылдамдығымен теріс қысымды жұмыс қолданылады.

Пештер желдетілетін қораптарда жабылады немесе қаптамалар қолданылады. Сорғыштар сияқты сору жүйелері пештің тиеу және шығару аймақтарынан түтінді ұстау үшін қолданылады. Жинау тиімділігі сорғыштардың тиімділігіне, арналардың тұтастығына және жақсы қысымды/ағынды басқару жүйесін пайдалануға байланысты.

Ausmelt/ISASMELT немесе KRS пешін пайдалану материалдарды бір пештен екіншісіне жылжыту кезінде шығарындыларды болдырмайды, өйткені бұл пештер бір зауытта үзіліссіз екі сатылы балқыту және конверсиялау үдерісін қолдана алады.

Күшейтілген сору жүйесін пайдалану

Шығару жылдамдығын реттеу ауыспалы жылдамдықты желдеткіштерді пайдалану арқылы, сондай-ақ жүктеме жағдайларына сәйкес сору жүйесін автоматты түрде реттеу арқылы мүмкін болады. Автоматты демпферді басқару жақсы соруды қамтамасыз ету және сору күшін тым көп энергияны пайдаланбай, түтіннің көзіне бағыттау үшін қолданылады. Басқару элементтері үдерістің әртүрлі кезеңдерінде алу нүктесін автоматты түрде өзгертуге мүмкіндік береді. Айнымалы жылдамдықты желдеткіштер экстракция жылдамдығының өзгертін жағдайларға қолайлы болуын қамтамасыз ету үшін пайдаланылады.

Жүйелер, сондай-ақ оңтайлы жинау тиімділігін қамтамасыз ету және ұйымдастырылмаған шығарындыларды болғызбау үшін желдеткіштерді, клапандар мен демпферлерді автоматты түрде басқару үшін қолданылады.

Бүкіл аспирациялық жүйенің жұмысын жүйелі түрде бақылап отыру керек, сонымен қатар пештердің, сорғыштардың, ауа өткізгіштердің, желдеткіштердің және тазалау жүйелерінің тұрақты мониторингі мен профилактикалық қызмет көрсетуі қажет.

#### Қалдық газдарды өңдеу

Екінші реттік мыс өндірісінің газсыз құрамы пайдаланылатын шикізат/отынның құрамына байланысты. ҰОҚ және диоксин шығарындыларын азайтуға газ температурасы 950 °C жоғары пеште қол жеткізуге болады. Диоксиндердің қайта түзілуі газды жылдам салқындату арқылы (сөндіргіш немесе утильдеу қазандығы) алдын алады. Қап сүзгілері тозаң мен металдар үшін қолданылады; кейбір жағдайларда ҰОҚ, ПХДД/Ф және сынап шығарындыларын азайтатын белсендірілген көмір инъекциясымен біріктірілген. Екінші реттік сорғыш газдарды технологиялық үдерістен тыс газдармен бірге өңдеуге болады.

Екінші реттік балқыту зауыттарынан шығатын бастапқы газдардың құрамында шикізаттың құрамына және қолданылатын үдеріске байланысты күкірт диоксиді бар (мысалы, домна/білік пеші үшін қажет кокс). Пештерден шығатын SO<sub>2</sub> жоғары концентрациясы бар газдар күкірт қышқылын немесе сұйық SO<sub>2</sub> алу үшін қос контакт/қос абсорбциялау қондырғысына жіберіледі. Технологиялық газдар тазарту жүйесінен алдын ала құрғақ ыстық ЭСК-да, содан кейін дымқыл ESP-де өтеді. Жылуды утильдеу қазандығында қалпына келтіруге болады, онда бу басқа процестерде пайдалану немесе ғимараттарды жылыту үшін пайда болады.

Құрамында күкірт диоксиді (SO<sub>2</sub>) аз шығарылатын газдар үшін күкірт диоксидін жоюға әк сүзгісін енгізу арқылы қол жеткізуге болады.

Адсорбенттер (мысалы, белсендірілген көмір) сүзгі жүйелеріне диоксиндерді және басқа ҰОҚ жою үшін қажет болса қосылады немесе басқа әдістер қолданылуы мүмкін.

Жиналған тозаң металды алу үшін өңделеді.

Екінші реттік пайдаланылған газдар әк немесе басқа материалдарды қосу арқылы қап сүзгісінде тозаңсыздандырылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға тозақ мен металл шығарындыларын азайту.

Атмосфераға SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту және күкіртті алу.

ПХДД/Ф және ҰОҚ шығарындыларын азайту.

Ұсталған тозаңды қайта пайдалану арқылы шикізатты қалпына келтіру.

Утильдеу қазандығы арқылы энергияны қалпына келтіру.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Мәліметтер жоқ (екінші реттік мыс өндірісі КТА-ға кірмеді).

Кросс-медиа әсерлер

Энергияны пайдалануды арттыру.

SO<sub>2</sub>, диоксиндер мен сынапты кетіру үшін әк, белсендірілген көмір және басқалар сияқты қоспаларды қолдану .

Жиналған тозаңды үдеріске қайтару немесе қайта пайдалану мүмкін болмаса, қалдықтардың пайда болуы.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдістер шикізаттың түріне байланысты жаңа және жұмыс істеп тұрған екінші реттік мыс балқыту зауыттарына қолданылады.

Бұлғал тазартқышты қолдану мүмкіндігі келесі жағдайларда шектелуі мүмкін:

айқаспалы әсерлерге байланысты өте жоғары газ ағынының жылдамдығы ( қалдықтардың және сарқынды сулардың айтарлықтай мөлшері);

құрғақ аймақтарда судың көп мөлшері қажет және сарқынды суларды тазарту және тиісті орталар қажет.

Қос жанасу/қос абсорбциялау қышқылды қондырғылардағы жоғары газ концентрациясы бар SO<sub>2</sub> алу негізінен қайта өңделген күкіртті материалдарды немесе қайта өңделген материалдар мен бастапқы концентраттардың комбинациясын өңдейтін пештер үшін қолданылады. Құрамында SO<sub>2</sub> аз қалдық газдар үшін SO<sub>2</sub> жоюдың басқа әдістері қолданылады. Сынапты азайту әдістерін қолдану шикізаттың түріне байланысты болады.

Экономика

Әрбір жағдайда жабдықтың құны жеке болып табылады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

Энергия мен шикізатты үнемдеу.

### **5.2.3.2. Екінші реттік мыс өндірісінде ПХДД/Ф шығарындыларын азайту**

Сипаттама

Қарастырылатын техникалар:

пешке және ластануды бақылаудың қолданылатын әдістеріне сәйкес шикізатты таңдау;

жанудың оңтайлы шарттары;

жартылай жабық пештерде шикізаттың шағын қоспаларын беретін тиеу жүйелері;  
жоғары температурада ( $> 850\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) пештегі диоксиндердің термиялық деструкциясы;  
пештің жоғарғы аймағына оттегін айдау;

$> 250\text{ }^{\circ}\text{C}$  температурада тозаңның жоғары деңгейіне әкелетін сору жүйелерін болғызбау;

жану камерасы;

400 -ден  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі температура диапазонында пайдаланылған газдарды жылдам салқындату;

тозаңсыздандыру алдында адсорбциялық агентті (мысалы, белсендірілген көмір, қоңыр көмір кокс, әк) енгізу;

тиімді тозаң жинау жүйесі.

Техникалық сипаттау

Шығарылуы мүмкін органикалық көміртекті қосылыстарға синтетикалық немесе минералды органикалық материалдардың (май, пластмасса және т.б.) толық жанбауы нәтижесінде пайда болатын ПХДД/Ф s жатады.

Қайта өңделген материалдардың органикалық және/немесе галогендік ластануын анықтауға болады, осылайша пеш пен азайтудың ең қолайлы комбинациясы ПХДД/Ф шығарындыларының алдын алу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қажет болған жағдайда, белгілі бір пешке немесе қолданылатын үдеріске байланысты органикалық ластануды кетіру үшін сынықтарды алдын ала өңдеуді қолдануға болады.

Жану жағдайларын жақсарту байытылған ауаны немесе таза оттегін пайдалануды және оттегінің жанғыш материалмен жақсартылған араласуын қамтиды, нәтижесінде жану температурасы немесе жоғары температурада тұру уақыты артады. Нәтижесінде, ҰОҚ, соның ішінде ПХДД/Ф тотығады.

Пештерді тиеу жүйелерінің модификациясы жартылай жабық пештерде шикізаттың шағын, біркелкі қоспаларын алу үшін қолданылады. Бұл зарядтау кезінде пештің салқындатылуын азайтады және жоғарырақ газ температурасын сақтайды, бұл Үдерісті оңтайландыруға және бастапқы ПХДД/Ф синтезін болғызбауға көмектеседі.

Диоксиндерді термиялық деструкциялау пеште  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$  жоғары газ температурасында өндірістік үдерістің ұзақ ағынымен жүзеге асырылуы мүмкін. Содан кейін диоксиннің ректификациясының алдын алу газды  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жылдам салқындату арқылы қол жеткізіледі. Кейінгі оттықтарды өндірілген газдарды өңдеу, содан кейін оларды тез салқындату үшін де пайдалануға болады. Пештердегі газдарды кейінгі оттықта өңдеу мүмкін болмаған жағдайда, оларды балқу аймағынан жоғары қарай оттегін қосу арқылы тотықтыруға болады.

ПХДД/Ф қозғалмайтын қабатта немесе жылжымалы қабаттағы реактордағы белсендірілген көмірге, немесе активтендірілген көмірді немесе басқа қоспаларды газ ағынына айдап, содан кейін оны сүзгі тозаңы ретінде жою арқылы адсорбциялануы

мүмкін. Қоспаның мөлшері мен құрамы көбінесе технологиялық үдеріске және бастапқы материалдардың шығу тегі мен құрамына байланысты.

Жоғары тиімді тозаңды сүзу тозаңды ұстауға және кейде сіңірілетін диоксиндерді кетіруге көмектеседі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

ПХДД/Ф шығарылымдарының алдын алу және азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Мыс диоксиндердің түзілу катализаторы қызметін атқарады. Бұл органикалық және хлор мөлшері төмен екінші реттік шикізатты балқыту басқа түсті металдарды өндіруден күтілетіннен гөрі азықтық газда диоксиндердің көп болуына әкелетінін білдіреді.

ПХДД/Ф деңгейі сонымен қатар үдерістің нақты параметріне (білік пешінің жоғары қалпына келтіру әлеуетіне байланысты диоксиндердің дамуы басқа пештерге қарағанда көбірек) және түтін газдарының ерекше жағдайларына (мысалы, температура, әртүрлі температурада тұру уақыты) байланысты. температура терезелері,  $\text{SO}_2$  мазмұны).

Aurubis Lunen-де KRS балқыту кезінде пайда болуы мүмкін диоксиндерді термиялық жоюға арналған. Олардың бастапқы синтезін болғызбау үшін утильдеу қазандығынан шығатын газдар тез салқындатылады. ПХДД/Ф үш жылда бір рет өлшенеді. Өлшенетін мәндер  $0,01 \text{ нг I-TEQ/м}^3$  және  $0,1 \text{ нг I-TEQ/м}^3$ .

Aurubis Hamburg диоксиндердің термиялық деструкциясы жоғары температурада ( $950 \text{ }^\circ\text{C}$  жоғары) электр пешінде жүзеге асырылады. Реформингтік диоксиннің алдын алу газды жылдам салқындату арқылы қамтамасыз етіледі. Қышқыл шығаратын зауытта одан әрі өңдеу диоксиндердің пайда болуын болдырмайды.

Aurubis Olen-де қап сүзгілерінің алдында әк және белсендірілген көмір бар тазалау жүйесі орнатылды. Ластанған материалдың мөлшерін азайту үшін сынықтар да алдын ала сүзіледі. ПХДД/Ф өлшеулері жылына үш рет жүргізіледі. Өлшенетін деңгейлер  $0,03 - 0,5 \text{ нг I-TEQ/ нм}^3$  (Contimelt зауыты үшін, тазартылмаған мыс, жоғары сұрыпты мыс сынықтары мен анод сынықтарын балқыту және тазарту үшін) және  $0,026 - 0,25 \text{ нг I-TEQ/ Нм}^3$  (үшін) диапазонында. катодты мысты және сым штангасын өндіру үшін жоғары тазалықтағы сынықтарды өңдейтін Contirod зауыты).

Boliden Ronnskar TBRC пешінен шығатын газдар салқындатылады, содан кейін әк және белсендірілген көмір енгізіледі, газдар қап сүзгісінде тазартылады. ПХДД/Ф жылына бір рет өлшенеді, эмиссия деңгейлері  $0,05 \text{ нг I-TEQ/Нм}^3$  төмен.

Umicore Hoboken кіретін шикізатты диоксиннің бар-жоғын үнемі тексереді. Шикізаттағы диоксиндер ISASMELT пешінде жойылады. Газдарды жылдам сөндіру

жаңа диоксиндердің пайда болуын болдырмайды; катализатордың жанасу қабаттарындағы реакция да жаңа диоксиндердің түзілуін жояды. Шығарылым деңгейі  $0,001 \text{ нг I-TEQ/Nm}^3$  төмен .

Montanwerke Brixlegg-де газдың құрамындағы органикалық заттар регенеративті кейін жағу арқылы жойылады. Білік пешінен шығатын түтін газындағы ПХДД/Ф концентрациясы біртіндеп  $0,31 \text{ нг I-TEQ/Nm}^3$  дейін төмендеді.

Metallo-Chimique Beerse-де шағын балқыту пеші сорбалит енгізілген бөлек түтік ұшы адсорбциялық сүзгімен жабдықталған. Сорбалит - әк пен белсендірілген көмірдің қосындысы. Пештің мойнында диспенсер орнатылған. Құбыр соңындағы адсорбциялық сүзгінің өнімділігі  $100\ 000 \text{ Nm}^3 / \text{сағ}$ . ПХДД/Ф жылына екі рет өлшенеді.  $<0,1 \text{ нг I-TEQ/Nm}^3$  деңгейлеріне қолдау көрсетіледі.

Бастапқы түтін газдарын тазарту үшін сорбалит енгізілген қапшық сүзгімен ( $70\ 000 \text{ Nm}^3 / \text{сағ}$ ) жабдықталған ПХДД/Ф жылына екі рет әрқайсысы алты сағаттан өлшенеді.  $0,01 \text{ нг I-TEQ/Nm}^3$  және  $0,1 \text{ нг I-TEQ/Nm}^3$  арасындағы деңгейлерге қолдау көрсетіледі.

Кросс-медиа әсерлер

Жиналған тозаңның жоғары ПХДД/Ф концентрациясы болуы мүмкін және өндіріс үдерісіне қайтарылған кезде оны жою немесе мұқият өңдеу қажет болуы мүмкін.

Қоспаларды/адсорбенттерді қолдану.

Қуатты тұтынудың жоғарылауы (соңғы оттық).

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы қолданылады. Жаңа және жұмыс істеп тұрған мыс балқыту зауыттарында қолданылатын әдістердің оңтайлы үйлесімі шикізат түріне және қолданылатын пешке байланысты.

Экономика

Әрбір жағдайда қондырғының құны жеке болып келеді.

Адсорбент шығындарын азайту үшін сүзгі тозаңын үдеріске қайтаруға болады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

### **5.2.3.3. Екінші реттік мыс өндірісінде регенеративті оттықты қолдану арқылы пештің шығарындыларын азайту**

Сипаттама

Қап сүзгісі мен регенеративті термиялық тотықтырғышты (РТТ) қолдану  
Техникалық сипаттау

Ұшпа органикалық қосылыстар (ҰОҚ) мен қалдық көміртегі оксиді (СО) екінші реттік мыс өндірісінен шығатын газда жағымсыз ластағыш болуы мүмкін. Бұл

қоспаларды пештен шыққан газдардан тазарту үшін кейінгі оттықтардың, салқындату жүйелерінің және тозаңды бақылау жүйелерінің комбинациясы пайдаланылуы мүмкін.

Оттықтан кейінгі қондырғы артық оттегін, жоғары температураны (>850 °C) және газ ағынындағы барлық органикалық көміртекті ыдыратуға және жағуға және ПХДД/Ф қоса, органикалық қосылыстарды техникалық жоюға жеткілікті тұру уақытын қамтамасыз етеді. Содан кейін газдар диоксиндер мен фурандардың қайта түзілуін болғызбау үшін сөндіріледі немесе қажет болса, жылуды қалпына келтіру үшін салқындатылады және тозаңнан тазарту үшін қап сүзгісіне жіберіледі.

РТТ түтін газының жылу энергиясын пайдалану үшін регенеративті жүйені пайдаланады. Бұл жүйе түтін газдарынан жылуды сіңіретін керамикалық материалдардың қабатын пайдаланады. Жұтылған жылу кіретін технологиялық газды алдын ала қыздырады және органикалық қосылыстарды бұзады. РТТ -қа кірер алдында пайдаланылған газдар қап сүзгісінде тозаңсыздандырылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

СО, ҰОҚ және ПХДД/ Ф шығарындыларын азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Montanwerke Brixlegg қондырғысында шығарылатын газ ағыны білік пешінен сорылады және қысыммен оттықтан кейінгі регенеративті қондырғыға үрленеді. Жиілікпен басқарылатын желдеткіш пештен шыққан түтін мен газды ұстауға арналған, содан кейін ол РТТ -қа үрленеді. Тозаңнан сүзілген газ шығарындылары РТТ -қа 110 °C температурада үрленеді. РТТ ішінде пайдаланылған газ керамикалық сүзгілерде өңделеді және табиғи газ оттығымен 950 °C дейін қызады. Осылайша, органикалық қосылыстар, соның ішінде диоксиндер СО<sub>2</sub> -ге дейін тотығады.

Кросс-медиа әсерлер

РТТ табиғи газбен жұмыс істеуі керек.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Бұл әдіс ПХДД/Ф және СО қалдық концентрациясы жоғары пештерге қолданылады

Экономика

РТТ-ның пайдалану шығындары негізінен шығарылатын газ өңделетін біліктің жұмысына байланысты. Табиғи газдың мөлшері пайдаланылған газдардағы органикалық қосылыстарды тотықтыру үшін қажетті жылу жағдайларымен анықталады

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

РТТ-ның энергия тұтынуы қалпына келетін кейінгі оттыққа қарағанда шамамен 75 % төмен.

#### 5.2.3.4. Екінші реттік мыс өндіру кезінде пештерден шығатын азот оксиді (NO<sub>x</sub>)

##### қосылыстарының шығарындыларын азайту

Сипаттама

Қарастырылатын техникалар:

жану үшін таза оттегін пайдалану (оттегі – отындарының оттықтары);

белгілі бір жағдайларда оттегімен байытуды пайдалану;

инертті газбен қамтамасыз ету.

Техникалық сипаттау

Жану кезінде азот оксидінің (NO<sub>x</sub>) түзілуі газ фазасындағы азоттың (N<sub>2</sub>) температурасы мен парциалды қысымы арқылы анықталады. Пирометаллургиялық процестер жоғары температураны қажет ететіндіктен, NO<sub>x</sub> шығарындыларын азайту шаралары әдетте N<sub>2</sub> парциалды қысымды төмендетуге негізделген. Бұған жану ауасының орнына таза оттегін пайдалану арқылы қол жеткізуге болады.

Ауаны оттегімен байытуды қолдану да жағымсыз әсер етуі мүмкін, бірақ ол жергілікті жерде жану температурасын арттырады. Бұл NO<sub>x</sub> түзілуіне ықпал етуі мүмкін, сондықтан бұл көрсеткішті бақылау қажет.

Инертті газды беру азот оксидтерінің өндірісін азайтады. Мұндай инертті газ ішінара жану камерасына кері бағытталуы мүмкін.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

NO<sub>x</sub> шығарындыларының алдын алу.

Жанғыш газ көлемінің азаюы есебінен түтін газдарының мөлшерін азайту.

Энергияны пайдалануды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Қайта өңделген мыс үшін азот оксиді шығарындыларының әдеттегі деңгейлері пештің түрі мен үдерісіне байланысты 20 мг/Нм<sup>3</sup> пен 400 мг/Нм<sup>3</sup> диапазонында хабарланады.

Оттықта таза оттегін пайдалану ауаны пайдаланумен салыстырғанда жалындағы азоттың парциалды қысымын төмендетеді, нәтижесінде NO<sub>x</sub> азаяды.

Екінші реттік мыс өндірісінен азот оксиді шығарындыларының деңгейі технологиялық қондырғының түріне, сондай-ақ отын түріне, оттық конструкциясына, жану ретіне, жылу шығару мен жылу беру жылдамдығына байланысты.

Пеште атмосфералық ауаның болуын да ескеру қажет. Көптеген жағдайларда атмосфералық ауаны тұтынудан аулақ болу қиын. Мұны істеу үшін пеш толығымен жабылуы немесе оң қысыммен жұмыс істеуі керек (бірақ бұл ұйымдастырылмаған шығарындыларды тудыруы мүмкін).

Кросс-медиа әсерлер



Шығарылатын газдардың жоғары температурасы отқа төзімді төсемнің беріктігін төмендетеді.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Пирометаллургиялық процестердің көпшілігінде оттегі-отынды жағу әдісін қолдануға болады. Қолданылатын әдістер пештің геометриясына және жұмыс режиміне, сондай-ақ отын түріне, оттық конструкциясына, жану ретіне және жылу шығару және жылу беру жылдамдығына байланысты. Әдістер пеште атмосфералық ауа болмаған жағдайда жарамды. Жаңа қондырғылар/жабдықтар үшін немесе бар қондырғыларды қайта жаңарту үшін пайдалануға болады.

Экономика

Оттегі - отындық оттықтардың экономикалық пайдасы негізінен жұмыс өнімділігін арттыруға және энергия шығындарын азайтуға байланысты (өйткені ластануды бақылау жүйелерін азайтуға болады).

Іске асырудың қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Энергия үнемдеу.

Оттық жалынының жоғары температурасына байланысты балқу уақыты қысқарады.

#### **5.2.3.5. Екінші реттік мыс өндіру кезінде тарату пештерінен атмосфераға шығатын шығарындылардың тасталуын болғызбау және азайту әдістері**

Балқытылған металды (мысалы, тазартылмаған мыс, конвертерлік мыс, тазартылмаған мыс) үздіксіз өңдеуді қамтамасыз ету және металл мен қождың дұрыс бөлінуін қамтамасыз ету үшін мыстың екінші реттік өндірісінің үлестірмелі пештері қолданылады.

Тарату пештері балқытылған металды немесе қожды сақтауға арналған балқыту пештерінен немесе конверторлардан кейін орналасады, олар басқа құрылғыларда одан әрі өңдеуді және тазалауды күтеді. Бұл балқытылған металл үшін жеткілікті сыйымдылықпен және аз пайдалану шығындарымен өнімнің дұрыс, тегіс ағынын қамтамасыз етеді. Үлестірмелі пештердегі бұл уақыт кезеңі қара /конверторлы мысты қождан одан әрі бөлуге мүмкіндік береді.

Тарату пештері әдетте шұңқыр/канал немесе шөміш арқылы жүктелетін көлденең барабан пештері болып табылады. Пештерде қажетті балқу температурасын ұстап тұру үшін отынның әртүрлі түрлерін (мазут, табиғи газ), сондай-ақ оттегі-отын оттықтарын пайдалануға болады.

**Сипаттама**

Тарату пештерінен шығатын шығарындыларды азайту үшін төменде көрсетілген әдістерді ескеру қажет:

жабық пеш;

толтыру және құю нүктелеріндегі шүмекпен біріктірілген аулағыш-қалпақтар немесе қалпақтар;

тартып соратын зонттар немесе қабылдағыш шөміштің корпусы;

үшінші реттік газдарды жинау, мысалы, "үй ішіндегі үй";

пештердегі температураны қажетті деңгейде ұстау;

толтыру және төсеу алаңдарында газ шығару жүйелері;

пеш пен түтін жолындағы теріс қысым;

түтін газын салқындату және қапшық сүзгілері.

### **Техникалық сипаттау**

Тарату пешінен шығарылатын газдар және екінші реттік желдету газдары қап сүзгілерінде салқындатылады және тозаңнан тазартылады.

### **Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Тозаңды шығарудың алдын алу және азайту.

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

Augubis Gamburg-тің солтүстік зауытының конвертерінде электробалқыту пешіндегі кара мыс одан әрі өңдеу үшін тарату пешіне ауыстырылады. Тарату пеші жабық ғимараттың ішінде орналасқан және сүзгі жүйесіне қосылған герметикалық жабық корпуста қосымша орналастырылған ("үйдегі үй" ұстау жүйесі). Жүктеу/шығару негізінен ішкі кранмен жабдықталған осы корпуста жүзеге асырылады. Шөміштерді тасымалдауға арналған тиеу арбасы желдетіледі (мысалы, құйынды сорғыштармен), "үйдегі үй" ұстау жүйесі қолданылады..

### **Кросс-медиа әсері**

Энергияны тұтынудың жоғарылауы (мысалы, желдеткіштер мен қап сүзгісі үшін).

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

Әдетте жаңа немесе толығымен қайта салынған қондырғылар үшін ғана қолданылады. Технологиялар пештерден өнімді шығарғанда және пешке шикізатты салған кезде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайтуға жарамды.

### **Экономика**

Әрбір жағдайда қондырғының құны әртүрлі болып келеді.

### **Іске асырудың қозғаушы күші**

Экологиялық заңнама талаптары.

## **5.2.3.6. Екінші реттік мыс өндірісі кезінде конвертерлік пештерден атмосфераға түсетін шығарындылардың алдын алу және азайту әдістері**

Екінші реттік мыс өндірісінің конверсия сатысында кезеңді режимде жұмыс істейтін Пирс-Смит (PS) және TBRC конвертерлері қолданылады. PS конвертерлері сұйық мыс - қорғасын штейнін өңдейді, кейбір жағдайларда мысқа бай қождарды немесе қатты мыс сынықтары және электронды сынықтар қосылған тазартылмаған мысты, сондай-ақ құрамында бағалы металдар бар басқа материалдарды өңдейді. PS

конвертерларына шикізат материалдары ретінде Cu-Fe сынықтары мен тазартылмаған мыс жатады. TBRC тазартылмаған мысты, мыс сынықтарын және мыс қорытпаларын өңдеуге қолданылады.

Ausmelt /ISASMELT және KRS пештері үзік-үзік екі сатылы балқыту және конверсиялау үдерісі үшін де қолданылады.

### **Сипаттама**

Қарастырылатын әдістер:

жабық пештер;

теріс қысыммен жұмыс және күшейтілген сору жүйесі;

сорғы шатыр;

бастапқы және екінші реттік сорғыштар және сорғыш арқылы скрап/ флюстарды қосу;

тиімді сору жүйесі бар "үйдегі үй" сияқты үшінші түтінді жинау;

қапшық сүзгісі немесе ЭСО бар салқындату жүйелері;

SO<sub>2</sub> жою жүйелері.

### **Техникалық сипаттау**

Ұйымдастырылмаған шығарындылардың және жиналған газдардың алдын алу.

Конвертердің жұмысы теріс қысымға және бастапқы, екінші немесе үшінші сорғыш қолшатырларды пайдалануға байланысты. Тартып сору қондырғылары арқылы тозаң, флюс және сынықтарды қосуға болады. TBRC ықшамды және жабық, бұл өндірістегі қосалқы буды жинауға мүмкіндік береді. Автоматты басқару конвертор "істен шыққан" кезде үрлеудің алдын алады.

Конвертерлер ұйымдастырылмаған шығарындыларды жинау үшін қосымша сорғыштармен жабдықталуы мүмкін. Ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту үшін сору тікелей шығарынды көзінде қамтамасыз етіледі. Автоматтандырылған жүйелер бу шығаратын технологиялық этаптар кезінде желдеткіштерді автоматты түрде басқару үшін қолданылады. Айнымалы жылдамдықты желдеткіштер де қолданылады. Қажет болса, балқыту аймағының төбесін желдету қолданылады.

Екінші сорғыштармен жиналмайтын газдар "үйдегі үй" жүйесі сияқты бүкіл жұмыс аймағын қамтитын үшінші жинау жүйесінде жиналуы мүмкін. Шүмегі бар сорғыш сонымен қатар TBRC сияқты екінші реттік конвертерлік пештерді тиеу және түсіру кезіндегі шығарындыларды азайту үшін тиімді жаңа құрылғы ретінде пайдаланылады. Екінші реттік мыс өндірісінің процестерінен конвертерлерден шығарылатын газдар газды салқындатумен (мүмкіндігінше жылу/энергияны қалпына келтірумен), ірі бөлшектерді бөлумен, ESP немесе қапшық сүзгілерінде тозаңды тазартумен және SO<sub>2</sub> тазартумен өңделеді.

SO<sub>2</sub> жою үшін қолданылатын әдістер қолданылатын бастапқы материалдармен байланысты және қос байланыс/қос абсорбция қондырғысы, Mg (OH)<sub>2</sub> ылғалды скруббер, NaOH скруббері немесе басқа әдістер болып табылады.

Екінші реттік газдар айтарлықтай SO<sub>2</sub> шығарындылары болған жағдайда әк қосып қапшық сүзгіде өңделеді.

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

Тозаң, металл және SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту.

Ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту.

Ұсталған тозаңды үдеріске қайтаруға немесе сырттан қайта өңдеуге болады.

Пайдаланылған тазартқыш ерітінді (NaOH скруббері) булану жүретін KRS-те қолданылады, сондықтан таза су пайдаланылмайды.

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

Aurubis Lumen-де TBRC пеші қара мысты конвертерлеу үшін қолданылады. Ол бөлек жабық ғимаратта орналасқан, одан ауа сорылып, сүзгі блогында тазартылады. Тиеу мен түсіруден шыққан барлық түтін газдары кранмен біріктірілген сорғышпен және балқыту пеші залындағы шатырды желдету арқылы сорылады. Пайдаланылған газдың максималды есептік көлемі- 230 000 нм<sup>3</sup>/сағ. TBRC пешінің шығатын газдары ( 70 000 Нм<sup>3</sup>/сағ) басқа сорғышпен сорылады және бөлек сүзгіде тазаланады. Жоғары SO<sub>2</sub> TBRC бар қалдық газ NaOH скрубберінде тазартылады.

Тозаң, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF және HCl концентрациясына үздіксіз өлшеу жүргізіледі. Мерзімді операцияға байланысты концентрациялар өте жоғары тербелістерді көрсетеді. Минималды және максималды мәндер әр партияның бастапқы шикізатына қатты тәуелді [77]

#### **Кросс-медиа әсерлері**

Энергияны пайдалануды арттыру.

Ылғалды скрубберлерді пайдалану қосымша қалдықтарды, сарқынды суларды тудырады, бұл тазартуды қажет етеді.

SO<sub>2</sub> жою үшін әк немесе басқа қоспаларды пайдалану .

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

Қапшық сүзгілер жаңа және бар қондырғыларға қолданылады. Скрубберлер жаңа қондырғылар үшін және қолданыстағы қондырғыларды ірі модернизациялау немесе модернизациялау кезінде қолданылады, өйткені шламның пайда болуын және ағынды суларды тазарту бойынша қосымша шараларды ескеру қажет.

#### **Экономика**

"Үйдегі үй" жүйесіне күрделі шығындар 6 млн. Еуроны құрайды.

Aurubis Lumen-де TBRC жобасы аясында жүзеге асырылған қоршаған ортаны қорғау шаралары үшін шамамен 17,5 миллион еуро инвестициялық шығындар ұсынылды (

соның ішінде кранмен біріктірілген сорғыш, газ жинау жүйесі, NaOH скруббері және жаңа қапшық сүзгі).

### **Ендірудің қозғаушы күші**

Экологиялық заңнама талаптары.

#### **5.2.4. Қалдықтармен жұмыс істеу техникалары**

Бастапқы және екінші реттік шикізаттан түсті металдар өндірісі жанама өнімдердің, аралық өнімдердің және қалдықтардың кең ассортиментін қалыптастыру мүмкіндігімен байланысты. Негізгі мақсат әрдайым қоршаған ортаға жағымсыз әсер болмаған жағдайда қалдық өнімдер мен қалдықтарды оңтайландыру және мүмкіндігінше толық қайта өңдеу арқылы қалдықтардың пайда болуын азайту болып табылады. Қалдық өнімдер металлургиялық операциялар мен металдарды балқыту кезінде де, қалдық газдар мен ағынды суларды тазарту кезінде де өндіріс процесінің әртүрлі кезеңдерінде түзіледі. Оны қайта өңдеу мүмкіндігі қалдық өнімдегі элементтердің құрамы мен сандық құрамына байланысты; мысалы, анодты шлам қымбат металдарды алу үшін құнды шикізат болып табылады. Мұндай мүмкіндіктерді әрқашан қалдықтардың құрамындағы қалдық өнімді түпкілікті жою туралы шешім қабылдау кезінде ескеру қажет.

Қолданыстағы заңнамаға сәйкес, мұндай қалдық өнімдердің көпшілігі қалдықтарға жатады. Дегенмен, түсті металлургияда ондаған жылдар бойы әртүрлі қалдық өнімдер басқа процестер үшін шикізат ретінде пайдаланылды және металлургиялық кәсіпорындар бар, олардың қызметі металдардың өндірілуін арттыруға және түпкілікті кәдеге жаратуға жіберілетін қалдықтардың мөлшерін азайтуға бағытталған. Сондай-ақ, металлургия басқа қайта өңдеу салаларымен салыстырғанда ең жоғары көрсеткіштердің бірін көрсететіні белгілі: жоғарыда аталған материалдардың көп бөлігі түсті металлургияның өзінде де, цемент, абразив және құрылыс сияқты басқа салаларда да қайта өңделеді немесе қайта пайдаланылады. Бұл олардан құтылуды білдірмейді. Екінші реттік қолдану металдарды бөлу нәтижесінде пайда болады, бұл оларды қалпына келтіру және күрделі шикізат көздерінен таза металдарды өндіру үшін қажет. Бұл тәсіл ортааралық әсерлерді азайтуға мүмкіндік береді. Дегенмен, өндірістік нысандарда пайда болатын қалдық өнімдер мәселесі және мұндай өнімдерге қосымшаларды іздеу болашақта тиісті рұқсаттарды беруде маңызды рөл атқарады, сондықтан жаңа әдістерді іздеу, ең алдымен, осы салаға қатысты.

Осылайша, бір затты өндіру, тасымалдау, пайдалану немесе алу ерекшеліктеріне байланысты қалдық ретінде де, екінші реттік шикізат ретінде де қарастыруға болады.

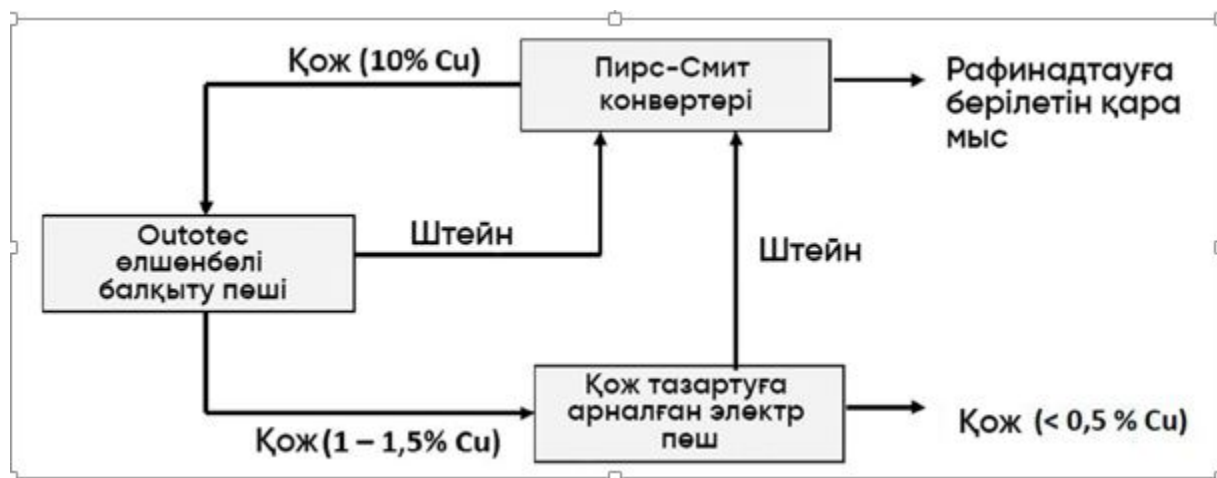
### **Сипаттама**

Қалдықтарды қайта пайдалану, оларды қайта өңдеу және пайдалы компоненттерді алу нәтижесінде мысты бастапқы және екінші реттік өндіру кезінде қалдықтардың түзілу көлемін азайтуға бағытталған техникалар.

## Техникалық сипаттау

Мыс өндірісінде пайда болатын аралық өнімдердің көпшілігінде мыс пен басқа түсті металдардың алынатын мөлшері бар, сондықтан екінші реттік шикізат ретінде қолданылады.

Мысты балқыту кезінде пайда болатын негізгі қалдық өнімдер пирометаллургиялық процестер кезінде жойылатын қождар, отқабыршақтар және орымдар болып табылады. Қож қосылатын флюстармен қож түзетін ілеспе элементтердің (мысалы, темір) реакциясы нәтижесінде пайда болады. Балку температурасында қож сұйық, оның тығыздығы металл балқымасынан ерекшеленеді және оны бөлек ағызу оңай. 5.19 - суретте. қожды ішкі қайта өңдеу мақсатында электр доғалы пеште мыс қожын тазарту процесінің схемасы ұсынылған. Бұл мысалда конвертерден жоғары мыс құрамы бар балқытылған қож қайта балқытуға жіберіледі. Балқытудан кейін қожды тазарту үшін электр пешінде қож араласады. Пеш қожды үздіксіз ағызумен үздіксіз жұмыс істейді. Қондырғыға байланысты алынған тазартылған қож абразивті өндіру үшін түйіршіктеледі немесе баяу салқындатылады содан кейін агрегат немесе құрылыс материалдарын өндіру үшін ұсақталады.



5.19-сурет. Электр доғалы пеште мыс қожын қайта өңдеу

Берілген процесте қайта өңдеуге қайтарылатын немесе металды алу үшін басқа процеске немесе басқа өндіріске жіберілетін жоғары металл қожы мен төмен металл үйінді қожының арасында айырмашылық бар.

Қожды агрегаттың орнына құрылыс материалы ретінде қолдану, егер алынатын металл қосылыстарының мөлшері төмен болса ғана мүмкін болады. Абразив ретінде немесе азаматтық құрылыста қолдануға болмайтын қож қайта өңдеуге жіберіледі немесе арнайы жағдайларда құрылыс материалы ретінде қолданылады (мысалы, кәдеге жарату үшін бөлімшелерге салу) немесе кәдеге жаратуға жіберіледі.

Дроссельдер мен көбік қождары ваннаның бетіндегі металдардың тотығуынан немесе пеш төсемінің отқа төзімді заттарымен әрекеттесу нәтижесінде пайда болады. Көбік қожындағы/дроссельдегі металдың мөлшері салыстырмалы түрде жоғары (20 % – 80 %), сондықтан бұл материалдар әдетте қайта өңдеуге қайтарылады немесе металды қалпына келтіру үшін басқа түсті металлургия зауыттарына жеткізіледі.

Төсемдер мен отқа төзімді заттар пештің төсемінен отқа төзімді материал түскен кезде немесе пештің төсемі толығымен өзгерген кезде пайда болады. Пештің төсемінің қызмет ету мерзімі процесс пен материалға байланысты бірнеше аптадан бірнеше жылға дейін созылады (мысалы, бастапқы мысты балқыту үшін қолданылатын Outotec тоқтатылған балқыту пешінің төсемінің қызмет ету мерзімі 6 - 10 жыл). Пештің пайдаланылған төсемінің мөлшері балқымаға байланысты өндірілген металдың 5 кг/т дейін болуы мүмкін [49]. Пеш төсемін қайта өңдеу үшін келесі әдістерді қолдануға болады: қож түзетін агент ретінде пайдалану; отқа төзімді ретінде қайта пайдалану.

Қалдықтардың пайда болуының негізгі көзі-тазарту жүйелері. Бұл материалдарға ауа тазартқыштарда пайда болатын колошник тозаңы мен шламдар, сондай-ақ пайдаланылған қапшық сүзгі материалы сияқты басқа қатты қалдықтар жатады.

Сақтау және дайындау алаңдарының немесе шикізатты алдын ала өңдеу желілерінің тозаңын тозаңсыздандыру жүйелері (әдетте қап сүзгілері) ұстап алады және негізгі үдеріске қайтарылады немесе басқа балқыту зауытына жіберіледі. Кейбір жағдайларда, шикізатты сақтау және дайындау бөлімдеріне жөнелтпес бұрын, тозаң тозаңдалады немесе брикеттеледі.

Газды тазарту кезінде тозаң ретінде жиналған материал түйіршіктерге немесе брикеттеліп, балқыту зауытына қайтарылуы мүмкін немесе басқа зауыттарға металды қалпына келтіру үшін шикізат ретінде жеткізіледі. Мысал ретінде жанама өнім болып табылатын және мырыш балқыту зауыттарында шикізат ретінде қолданылатын мысды бастапқы балқытуға арналған конвертер немесе электр доғалық пештің мырышқа бай тозаңын келтіруге болады [20].

Құрамында металы бар скруббер шламы әдетте сусыздандырылады, мысалы, сүзгіш преста және балқыту зауытына жіберіледі.

Шығарылатын газдарды құрғақ тазалау кезінде сүзгі материалы мерзімді түрде ауыстырылады. Сүзгі матаның құрамында металл қосылыстары мен Үдерістің материал бөлшектері бар. Пирометаллургиялық үдерісте сүзгі матасын қолданудың бірқатар мысалдары белгілі.

Қолданылған сүзгі қалталарының санын сенімдірек заманауи сүзгі құралдарын пайдалану арқылы азайтуға болады. Қап сүзгілері - аз күтімді қажет ететін тазалау технологиялары. Егер қап зақымдалған болса, сүзгінің сәйкес бөлімі жөндеу ұзақтығына дефлекторлармен оқшауланады. Толық сүзгіні ауыстыру ақаулы сүзгі бөліктерінің 10 % - 20 % орындалады.

Қапшық сүзгілердегі материалды заманауи сенімді материалдармен ауыстыру қиын емес, дегенмен әр жағдайда техникалық талаптар мен сәйкес инвестициялық шығындарды ескеру қажет. Сүзгілеу жүйесін ауыстыру немесе жаңарту жағдайында стандартты қызмет мерзімін өзгерту және сүзу бөлімдерінің жұмысын жақсарту олардың санын азайтуы мүмкін. Егер бұл орнату шығындарының өсуіне әкеп соқтырса, онда қосымша шығындар әдетте сүзгі қаптарының санының азаюымен өтеледі.

Гидрометаллургиялық өндіріс кезінде су объектілерінің ластану қаупін тудыратын технологиялық сарқынды сулар пайда болады. Сондықтан оларды су тазарту қондырғыларында тазарту керек. Гидрометаллургиялық өндірістің сарқынды суларын тазарту жеке иондарды бейтараптандыруды немесе тұндыруды қамтиды. Мұндай су тазарту жүйелеріндегі негізгі қалдық өнімдер гипс ( $\text{CaSO}_4$ ), металл гидроксидтері және сульфидтер болып табылады. Алынған тұнба кейде қайта өңдеу үшін негізгі үдеріске жіберіледі.

Сілтісіздендіру, тазарту және электролиз процестері де металға бай қатты қалдықтарды шығарады. Олар көбінесе белгілі бір металдың айтарлықтай көлемін қамтиды және негізгі үдеріске қайтарылады немесе сол металды (мысалы, бағалы металдар, қорғасын, мыс және кадмий) қалпына келтіру үшін өнеркәсіптің басқа зауыттарына жіберіледі. Осылайша, мыс электролиз цехтарында түзілетін анодтық шлам бағалы металдарды алудың ең бағалы шикізатының бірі және сәйкесінше мыс өндірісінің бағалы қосалқы өнімі болып саналады.

Мыс өндірісінің қалдықтарын қайта өңдеу және қайта пайдалану нұсқалары 5.10 - кестеде жинақталған.

5.10-кесте. Мыс өндіру кезінде пайда болатын өнімдер мен қалдықтар және оларды басқарудың мүмкін нұсқалары

р/с №	Қалдық өнімдердің көзі	Аралық немесе қалдық өнім	Қайта өңдеу немесе қайта пайдалану опциялары
1	2	3	4
1	Шикізатты дайындау	Тозаң, бағалау	Негізгі процестерге арналған қоспа
2	Балқыту пеші	Қож, тозаң, сынықтар	Балқытуға оралу; кұрылыс материалы; абразивтерді өндіру
3	Түрлендіргіш		Пеште қайта қолданыңыз
4	Тазарту пештері		
5	Қожды өңдеу	Тазартылған қож, тозаң	Цемент өндірісіндегі құрылыс материалы, абразивтер, дренажға арналған толтырғыш, сүзгі
		Штейн	Металдарды алу



6	Анодты пеш	Беткі қож/төгінді	Тазалаудан кейін үдеріске оралыңыз
		Қож	Металдарды алу
7	Электротазалау	Қолданылған электролит	Металды қалпына келтіру немесе қайта өңдеу/ кәдеге жарату
		Қолданылған анодтар	Анодты пеш дегенге қайта келу
		Анодтық шлам	Бағалы металдарды алу
8	Сілтісіздендіру	Қалдық өнімдер	Жою
9	Күкірт қышқылы зауыты	Катализатор	Қалпына келтіру, қайта өңдеу немесе кәдеге жарату
		қышқыл шламы	Металдарды алу, қайта өңдеу
		Әлсіз қышқыл	Сілтісіздендіру, ыдырату, бейтараптандыру, гипс өндіру
10	Пештің қаптамасы	Отқа төзімді заттар	Қож түзуші агент ретінде пайдалану, жою; отқа төзімді зат ретінде қайта пайдалану
11	Өңдеу	Қалдық қышқыл	Қалпына келтіру
12	Құрғақ тазалау жүйелері (сөмке немесе электр сүзгілері)	сүзілген тозаң	Үдеріске оралу; басқа металдарды алу
13	Ылғал тазалау жүйелері (скрубберлер немесе электр сүзгілері)	сүзгі шламы	Үдеріске немесе металдарды қалпына келтіруге оралу; қайта өңдеу (мысалы, сынап)
14	Сарқынды суларды тазартудан шыққан шлам	Гидроксидті немесе сульфидті суспензиялар	Кәдеге жарату, қайта өңдеу

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жоюға арналған қалдықтарды азайту.

Бағалы металдарды алу.

Полигондарға қалдықтардың түсуіне байланысты экологиялық тәуекелдерді азайту

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы қолданылады.

Экономика

Жеке анықталады.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

Экономикалық аспектілері.

## 5.2.5. Энергия тиімділігі

### 5.2.5.1. Мыстың бастапқы өндірісінде энергияны пайдалану тиімділігін арттыру

#### Сипаттама

Бастапқы мыс өндіру үдерісінде балқыту үдерісінде артық жылуды пайдалану, берілетін компоненттерді кептіру және алдын ала қыздыру сияқты әртүрлі процестер үшін ыстық технологиялық газдарды пайдалану, жылдам балқыту пештерін пайдалану және концентраттарды ылғалдандырудың алдын алу шараларын қолдану арқылы энергия тиімділігін арттыру әдістері қолданылады.

#### Техникалық сипаттау

Бұл техникаларға мыналар жатады:

1) балқыту процестерінен алынатын ыстық технологиялық газдарды берілетін компоненттерді қыздыру үшін пайдалану.

2) бастапқы балқыту немесе конверсиялау сатыларында түзілетін артық жылуды пайдалану.

3) балқыту пешінің көмегімен концентраттағы энергияны пайдалануды оңтайландыру.

4) тасымалдау және сақтау кезінде концентраттарды жабу.

5) каскадтағы анодты пештердің газдарының жылуын кептіру сияқты басқа процестерге пайдалану.

Балқыту үдерісі қалықтама балқыту пешінің көмегімен газ тәрізді ортада өтеді. Қалқыма балқыту үдерісінде автогенді немесе дерлік автогенді режимді алу үшін үрлеу процессін оттегімен байыту тәсілі қолданылады. Қалқыма (оттекті-алау) балқыту үдерісі Outotec немесе INCO пештерінде жүзеге асырылады, онда құрғақ концентраттың тотығуы мен балқу үдерісі, ауадағы қалықтаған бөлшектер түрінде жүреді. Пеш жоғары балқу жылдамдығына қол жеткізеді; Пештің конструкциясына және концентрат түріне қарай жылына 400 000 тоннаға дейін тазартылмаған мыс өндіруге қол жеткізуге болады.

Жылудың бір бөлігін пешке қайтара отырып, пайдаланылған газдардың жылуын пайдалану үлкен маңызға ие болады. Бұл газдан алынған және ауамен немесе газбен пешке енгізілген жылу бірлігі (физикалық жылу бірлігі) нәтижесінде пеште алынған жылу бірлігінен әлдеқайда құнды болып шығуымен түсіндіріледі. отынның жануы, өйткені қыздырылған ауаның (газдың) жылуы түтін газдарымен жылуды жоғалтуға әкелмейді [63].

Жағылатын ауаны алдын ала қыздырудың артықшылықтары көптеген құжаттарда расталған. Ауаны алдын ала 400 °C қыздырса, жалын температурасының жоғарылауы 200 °C, ал алдын ала қыздыру 500 °C болса, жалын температурасы 300 °C көтеріледі [

56]. Нәтижесінде, калориметриялық температураның жоғарылауы қыздыру ортасының пештің жұмыс кеңістігінде орналасқан қыздыру материалдарына жылу беру үдерісінде радиациялық компоненттің жоғарылауына әкеледі. Радиациялық құрамдас бөлігінің артуы сәулелену арқылы жылу беру төртінші дәрежеге дейінгі жалын температурасына байланысты болуымен түсіндіріледі. Сондықтан жалын температурасының жоғарылауы балқудың жоғары тиімділігін және энергия шығынын азайтуды қамтамасыз етеді [65].

Берілетін жану ауасын қыздырудың балама нұсқасы пешке берілетін материалды алдын ала қыздыру болып табылады, бұл ауаны алдын ала қыздыруға балама. Әрбір 100 °C алдын ала қыздыру үшін 8 % қуат үнемдеуге болады. Практикалық деректер көрсеткендей, 400 °C температурада қыздыру 25 % энергия үнемдеуге, ал 500 °C жылыту 30 % энергия үнемдеуге әкеледі. [10].

Көптеген жағдайларда шикізатты алдын ала кептіру энергияны үнемдеуді қамтамасыз етеді, өйткені пайда болған буда жинақталған жасырын жылу жоғалмайды және газдардың көлемі азаяды, сондықтан желдеткіштер мен скрубберлер де кішірек болуы мүмкін және энергияны аз пайдаланады.

Анодты пештердің газдарының жылуы кептіруде және өндірістің басқа кезеңдерінде қолданылады.

Сульфидті кендерді балқыту немесе күйдіру кезінде пайда болатын ыстық газдар әрқашан дерлік бу қазандықтары арқылы өтеді. Алынған буды электр энергиясын өндіру және/немесе жылыту үшін пайдалануға болады. Бұған мысал ретінде мыс балқыту зауытының электр энергиясына деген қажеттілігінің 25 %-ын (10,5 МВт) пештің утильдеу қазандығы (ЖЖҚ) өндіретін бумен қамтамасыз етуін айтуға болады. Электр энергиясын өндіруден басқа, бу концентрленген кептіргіште технологиялық бу ретінде пайдаланылады, ал қалдық жылу жану ауасын алдын ала қыздыру үшін пайдаланылады.

Бастапқы балқыту немесе конверсиялау қадамдарының артық жылуы қосымша отынды пайдаланбай, екінші реттік материалдарды балқыту үшін пайдаланылады. Мысалы, конвертерлердегі жылу сынықтарды балқытуға жұмсалады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жоғары экологиялық өнімділік.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Augubis Hamburg (Германия) және Pirdor концентратты балқытудан жылу алу үшін жылыту қазандығын пайдаланады. Бу концентратты бу кептіргіштеріне және әртүрлі химиялық процестерге, сондай-ақ ғимараттарды жылытуға қолданылады. Конвертерлерде пайда болған жылу сынықтарды балқытуға жұмсалады. Қос контактілі қондырғыда жылу алмастырғыштар  $SO_2$  ден  $H_2SO_4$  өндіруден алынған жылуды қалпына келтіреді.

Польшада Glogow KGHM компаниясының 1 және Legnica зауыттары оттық балқыту пештерінен (құрамында шамамен 10 % CO бар) газдарды жану, CO-ны кетіру және энергияны қалпына келтіру үшін жергілікті электр станцияларына бұрады. Білік пештерінен алынатын газдар жергілікті электр станцияларында жану ауасы ретінде пайдаланылады.

Legnica-да анодты пештердің оттықтарында жану ауасы ретінде ішінара анодты пештердің қоректік, сорғыш және қож бөлімдеріндегі желдету газдары қолданылады. Атмосфералық конвертер салқындатқыштарының түтіктеріндегі қыздырылған ауа жану үшін электр станциясына жіберілген шахталы пештердің ұнтақталған түтін газдарын қыздыру үшін пайдаланылады.

Қазақстанның кәсіпорындарында: Өскемен металлургиялық комбинаты "Казцинк" ЖШС және Балқаш мыс қорыту зауыты "Kazakhmys Smelting" ЖШС пештер мен конвертерлерден шығарылатын газдарды пайдалана отырып, қалдық жылу қазандықтары орнатылды.

Шведтік "Болиден" компаниясында жылыту қазандығы балқыту мен концентратты қайта өңдеуден алынған жылуды пайдаланады. Қалдық жылу энергияны үнемдеу үшін концентратты кептіруде қолданылады.

Atlantic Copper (Испания) компаниясында қазандық концентратты балқытудан алынған жылуды пайдаланады. Алынған бу концентраттарды кептіруге, зауыттағы қондырғыларды жылытуға және электр энергиясын өндіруге пайдаланылады. Концентраттарды кептіру үшін электр станциясынан шығатын түтін газдары да пайдаланылады. Энергия менеджменті жүйесі энергия тиімділігін үздіксіз жақсартуды қамтамасыз етеді.

#### Кросс-медиа әсерлер

Концентраттарды кептіру әдістерін пайдаланған кезде тозаңның пайда болуын болғызбау үшін ылғал балансын ескеру қажет.

#### Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Берілетін компоненттерді қыздыру үшін балқыту процестерінің технологиялық газдарын пайдалану техникасын білік пештерінің көмегімен қолдануға болады. Бұл технология концентраттар мен шихталардың көптеген түрлеріне, соның ішінде екінші реттік шикізат пен тотыққан кендерге қолданылады.

Концентрат құрамындағы энергияны пайдалануды оңтайландыру әдістемесін балқыту пешін қолдану жаңа қондырғылар үшін және қолданыстағы қондырғыларды айтарлықтай жаңғырту үшін негізделген. Бұл әдіс бүкіл әлемде мыс өндірісінің "стандарты" ретінде танылған.

#### Экономика

Көптеген әдістер елеулі инвестицияларды талап етеді, ал экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке тәсіл қажет.

#### Ендірудің қозғаушы күші

Энергия үнемдеу.

### 5.2.5.2. Екінші реттік мыс өндіру кезінде энергияны пайдалану тиімділігін арттыру

Сипаттама

Мыстың екінші реттік өндірісінде негізінен өндірістің әртүрлі кезеңдерінде (балқыту, конверсиялау, анодтау) және ыстық технологиялық газдар түзілетін кезде артық жылуды пайдаланудан тұратын техникалар қолданылады. Олар сынықтарды балқытуға, энергия өндіруге және пешке берілетін компоненттердің ылғалдылығын азайтуға бағытталған. Ол сондай-ақ технологиялық цикл кезеңдері арасында пеште жоғары температураны сақтайды. Жалпы алғанда, әдістемелер бастапқы мыс өндірісінде қолданылатындарға ұқсас құрылымға ие.

Техникалық сипаттау

Мұндай техникаларға мыналар жатады:

- 1) пешке жіберілетін материалдардың ылғалдылығын төмендету;
- 2) анодты пештің артық жылуын пайдалану арқылы энергия өндіру;
- 3) балқыту немесе түрлендіру нәтижесінде пайда болатын артық жылу қалдықтарын балқыту үшін пайдалану;
- 4) технологиялық цикл кезеңдері арасында пеште жоғары температураны сақтау;
- 5) мұнай өңдеу зауыттарында электролиттерді қыздыру үшін және/немесе біріктірілген жылу электр станциясында электр энергиясын өндіру үшін балқыту зауытынан артық жылуды алу арқылы бу өндіру;
- 6) балқыту сатыларынан келетін ыстық технологиялық газдармен пеш шихтасын алдын ала қыздыру.

Кептіру арқылы ылғалдылық азаяды. Кептіру процестері негізгі технологиялық процестердің қажетті сипаттамаларына сәйкес келетін шикізаттың сапасын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Сондай-ақ материалдағы ылғалдылықты азайту балқыту үдерісінде энергия шығынын азайтуға көмектеседі. Кептіру әдістерін таңдау кезінде айналмалы кептіргіштер, бу және басқа жанама кептіру қондырғылары сияқты әртүрлі кептіру әдістерінде қолданылатын энергия көздерінің экономикасын, қолжетімділігін, сенімділігін және сипаттамаларын ескеру қажет. Кептіру әдетте отынның жануынан материалды тікелей қыздыру арқылы немесе ыстық бу, газ немесе ауа айналатын жылу алмастырғыштармен жанама қыздыру арқылы жүзеге асырылады. Пирометаллургиялық процестердің нәтижесінде пайда болатын жылу, мысалы, анодты пештерде, шикізатты кептіру үшін жағуға болатын СО бар газдар сияқты жиі пайдаланылады. Айналмалы пештер мен сұйық төсек кептіргіштері қолданылады.

Өндіріс циклінің кезеңдері арасында пеште металды үнемі балқыған күйде ұстау керек болғандықтан, жоғары температура сақталады. Әйтпесе, ол суығаннан кейін қайта балқытуға көбірек энергия жұмсалады.

Сондай-ақ қалдық жылуды қалпына келтіру технологияларын қолдану арқылы энергия тиімділігін арттыру және сыртқы отын шығынын азайтуға қол жеткізіледі. Балқыту пешінен немесе конвертер ыдысынан шыққан ыстық түтін газдары утильдеу қазандығына жіберіледі. Қазандықта газ будың пайда болуымен салқындатылады. Буды, мысалы, концентратты кептіру үшін (бу катушкасымен тікелей кептіру үшін, концентраттың тоннасына 150 – 180 кг бу) немесе басқа технологиялық қондырғылар үшін, сондай-ақ электр энергиясын өндіру немесе жылыту үшін пайдалануға болады.

Көптеген процестер қосымша отын шығынынсыз балқыту немесе екінші реттік материалдарды түрлендіру кезінде пайда болатын артық жылуды пайдаланады. Мысалы, штейнді конвертерлеу кезінде пайда болған артық жылуы анод сынықтарын балқыту үшін пайдаланылады. Бұл жағдайда сынықтар технологиялық температураны төмендету үшін қолданылады, ал сынықтың құрамы мұқият бақыланады. Бұл технологиялық циклдің әртүрлі кезеңдерінде түрлендіргішті басқа жолдармен салқындату қажеттілігін болдырмайды. Салқындату үшін сынықтарды қосу түрлендіргіштердің көптеген басқа түрлерінде қолданылуы мүмкін және бұл әдісті әлі жүзеге асыру мүмкін еместерді осы әдісті қолдануды қамтамасыз ететіндей етіп қайта құру керек [59].

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Электрондық немесе батарея сынықтарын балқыту кезінде жанғыш пластик балқыту үдерісінде пайдаланылатын энергияға үлес қосады және қажетті қазба отынының мөлшерін азайтады. Сондай-ақ, балқыту сынықтарын өңдейтін балқыту зауыттарынан шығатын нақты ұйымдастырылған шығарындылар бастапқы шикізатпен жұмыс істейтін балқыту зауыттарының шығарындыларынан 4 есе төмен екенін атап өткен жөн. Сондықтан, қайта өңделген материалдардан катодты мыс өндірісі жүздеген мың тонна ластағыш заттар мен  $\text{CO}_2$  шығарындыларын жояды.

Энергияны тиімді пайдалану шығарындыларды азайтуға көмектеседі.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Польшада Glogow 1, Glogow 2 және Legnica конвертерлерден (бастапқы өндіріс) жылуды балқыту сынықтарына айналдырады.

Германиядағы Augubis Lunen зауытында KRS пеші мен анодты пештің жылуы су жылыту қазандығына алынады және электролиттерді қыздыру үшін пайдаланылады.

Бельгиялық Augubis Olen компаниясында ASO шахталы пешінің ыстық газдары Contimelt зауытында концентратты алдын ала қыздыру үшін пайдаланылады, ал утильдеу қазандығы бу шығарады. Contirod зауытында Asarco пешінің шикізаты пеш білігіндегі түтін газдарымен алдын ала қыздырылады. Түтін газдары жану ауасын жылу алмастырғыш арқылы алдын ала қыздырады. Жабық тиеу жүйесі жылу мен газдардың қондырғыдан шығып кетуіне жол бермейді.

Aurubis Avellino (Италия) табиғи газды алдын ала қыздыру үшін шахталық пештің қалдық жылуын пайдаланады.

Умикоре Хобокенде (Бельгия) қосымша суды пайдаланудың орнына құрғақ және дымқыл шикізатты араластырады. Балқыту зауыты электронды қалдықтарды барынша пайдаланады. Компанияда желдеткіштерге, сорғыларға және т.б. үшін өнімділігі жоғары электр қозғалтқыштары орнатылды. Жиілік түрлендіргіштері қолданылады. Үдеріс температурасы бақыланады және энергияны тұтынуды азайту үшін энергиямен қамтамасыз ету реттеледі. Электролиз зауыты жоғары электр тиімділігін >95 % сақтайды.

Австриялық Montanwerke Brixlegg компаниясында жылыту қазандығы анодты пештен шығатын қалдық газдың жылуын пайдаланады. Білік пешінен шығатын газ үшін регенеративті термиялық тотықтырғыш қолданылады.

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Ылғалды азайту әдістерін қолдану мүмкіндігі материалдардың ылғалдылығы ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту әдісі ретінде пайдаланылған кезде шектеледі.

Экономика

Техника айтарлықтай инвестицияны қажет етеді. Экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

Ендірудің қозғаушы күші

Энергия шығындарын азайту.

### **5.2.5.3. Техника эл Мысты электролиттік тазарту операцияларында энергияны тиімді пайдалану**

Сипаттама

ектролиттік элементтердің конструкциясын жақсартуға бағытталған шаралар кешені болып табылады. Электролиздік ванналар үшін жабу және жылу оқшаулау жүйелері, беттік белсенді заттар, катодтар үшін тот баспайтын болат қолданылады. Ваннадағы катодтарды/анодтарды ауыстыру үшін автоматты басқару жүргізіледі.

Техникалық сипаттау

Техникаларға мыналар жатады:

1) электролиздік элементтерді жылу оқшаулау және жабу;

2) электролитке беттік белсенді заттарды қосу;

3) келесі параметрлерді оңтайландыру арқылы қазандық элементтердің конструкциясын жақсарту: анодтар мен катодтар арасындағы қашықтық, анод конфигурациясы, ток тығыздығы, электролит құрамы және температурасы

4) баспайтын болаттан немесе титаннан жасалған катодты негізді пайдалану;

5) ваннадағы электродтарды дәл орналастыру үшін автоматтандырылған катодты/анодты алмасу;

6) берілген электродтардың геометриялық параметрлерін және анодтардың салмағының дәлдігін қамтамасыз ету мақсатында қысқа тұйықталуды анықтау және сапаны бақылау.

Электр тазалау және электролиттік экстракция кезінде энергияны пайдалану тиімділігін арттыру үшін электролиттің жай-күйіне, оңтайлы пайдалану режимдерін қамтамасыз етуге, қондырғыны жылу оқшаулауға және процестерді автоматтандыруға ерекше назар аударылады.

Электролитке қойылатын негізгі талаптар оның жоғары электр өткізгіштігі (төмен электр кедергісі) және тазалығы болып табылады. Электролиттің жоғары электр өткізгіштігін қамтамасыз ету үшін қажетті температураны сақтау қажет. Бұл үшін әдетте бу қолданылады. Электролизді 50 – 56 °С температурада жүргізгенде электролит көрсеткіштері жақсарады, мысалы: ерітіндінің электрлік кедергісі төмендейді, металл тұздарының ерігіштігі жоғарылайды, мыстың диффузиялық коэффициенті жоғарылайды және, тиісінше, электролиттегі металл иондарының концентрациясын теңестіру шарттары жақсарады. Электролитті қыздыру үшін пайдаланылатын жылу энергиясын барынша үнемдеу үшін электролиз ванналарының жылу оқшаулауы мен баспанасы кеңінен қолданылады.

Беттік-белсенді заттар (беттік белсенді заттар) катодты шөгінділердің құрылымы мен сапасына айтарлықтай әсер етеді. Электролиздің әртүрлі режимдерінде және ток тығыздығында беттік-белсенді заттар қоспаларының тиімділігі айтарлықтай өзгереді. Сондықтан әрбір кәсіпорын үшін беттік белсенді заттардың оңтайлы құрамы мен концентрациясын таңдау дербес міндет болып табылады. Мысты электрлі тазартуда беттік белсенді заттар ретінде желім, желатин, тиокарбамид, сонымен қатар сульфитті целлюлоза ерітінділері, жоғары молекулалық спирттер, полиакриламид, әртүрлі майлау майлары және басқа да органикалық қосылыстар қолданылады [70, 71].

Электролитке беттік белсенді заттардың қосылуы құрылымның жақсаруына және коррозияға қарсы қасиеттері өте жоғары катодта тегіс ұсақ кристалды шөгіндінің пайда болуына ықпал етеді. Бұл катодты пайдалану тиімділігін арттыруға және энергияны үнемдеуге ықпал етеді. [9].

Электротехника тұрғысынан мысты электрлік тазартудың технологиялық үдерісін жүргізу кезінде екі негізгі жағдай болуы мүмкін. Бұл шина мен электрод арасындағы байланыстың болмауы немесе анод пен катод арасындағы қысқа тұйықталудың пайда болуы. Екі жағдайды анықтау үшін электромагниттік өрістің қарқындылығын өлшеу және пайдаланушы персонал үшін параметрлерден асып кету дисплейін қалыптастыру жеткілікті [10]. Қазіргі уақытта электролиз ванналарында әртүрлі қысқа тұйықталу көрсеткіштері бар. Ваннадағы барлық электродтар арасында токтың біркелкі таралуын қамтамасыз ететін электродтарды кезеңді түрде реттеу үшін өндірістік жағдайларда



ұзақ мерзімді сынақтардан сәтті өткен "Электрод- 12" құрылғысы жасалды. Бір уақытта 12 электродта құрылғы ток диаграммасын тіркеуге және оның негізінде қысқа тұйықталуды болдырмайтын ваннаны реттеуге мүмкіндік береді [1].

Катодты мыстың сапасын арттыру қажеттілігіне байланысты мыс электролиттік зауыттарының көпшілігі оны өндірудің негізі жоқ технологиясына көшуде. Бір рет қолданылатын мыс матрицаларының (негіздердің) орнына, электролиз кезінде тазартылған мыс тұндыру керек, ұзақ қызмет мерзімі бар тот баспайтын болаттан немесе титаннан жасалған тұрақты матрицалар қолданылады.

Бұл технология катодты мыстың сапасын жақсартудан басқа:

электродтар арасындағы қашықтықты 90 – 95 мм дейін қысқарту, сол арқылы ваннадағы анодтар санын және цехтың өнімділігін 11 – 13 % арттыру;

матрицаны қайта бөлуді жою және аяқталмаған өндіріс көлемін азайту;

операциялық шығындарды айтарлықтай азайту, соның ішінде. қысқа тұйықталуларға байланысты шығындарды жою арқылы.

Ванналардан электродтарды ілу және түсіру электродаралық қашықтық берілген электродтар жиынтығының аспалы кран және арнайы қысқыштар көмегімен қолданылады. Бұл операцияларды механикаландыру және автоматтандыру шекті шығындарды айтарлықтай азайтады.

Олардың орнын түзету үшін парақтардың қозғалысын бақылау құрылғысымен жабдықталған жүйелер қолданылады. Бұл матрицалық парақтарды алу және орнату операциясының ұзақтығын қысқартады.

Мыс электролизінің заманауи үдерісінде анодтар мен катодтар арасындағы қажетті қашықтықты, анодтардың конфигурациясын, ток тығыздығын, электролиттің құрамы мен температурасын қамтамасыз ету үшін электролиттік элементтердің конструкциясын жетілдіру қолданылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Энергия үнемдеу. Шығарындыларды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Ванналардың жоғарғы жиегінен жоғары қозғалатын рельсті көпір краны жапондық "Онахама" фирмасында қолданылады. Бұл ретте ванналарға бағдарламаланған қызмет көрсетудің арқасында көлік құралдарының жүрісі барынша азайтылды.

"Уралэлектромедь" АҚ зауытында электродаралық қашықтықты қысқарту және ваннаға анодтар мен катодтарды дәлірек орнату мүмкіндігін қамтамасыз ететін автоматты крандар қолданылады. Крандарда оптикалық сенсорды пайдалану электродтарды  $\pm 2$  мм дәлдікпен орналастыруға мүмкіндік береді, бұл өнімділікті арттырады және қысқа тұйықталу ықтималдығын азайтады. Автоматты, жартылай автоматты және қолмен жұмыс істеуге қабілетті кран бір сағат жұмыс кезінде 2500 -ден астам электродты тасымалдай алады.

"ӨМК Kazzinc" ЖШС тот баспайтын болаттан жасалған матрицалар қолданылады.

"Орал тау-кен металлургиялық компаниясы" АҚ-да (Ресей) негізсіз технологияны енгізу өндірістің энергия сыйымдылығын төмендетуге мүмкіндік береді (шығындар құрылымында электр энергиясы шамамен 65 %-ды құрайды), өйткені ағымдағы пайдалану коэффициенті 2 – 3 %-ға артады [69 ].

Кросс-медиа әсерлер

Жоқ.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Олар мыс өндірудің әртүрлі әдістері бар кәсіпорындарда қолданылады.

Экономика

Экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

Өндірудің қозғаушы күші

Электр энергиясын үнемдеу.

### **5.3. Бағалы металл өндіру кезіндегі техникалар**

#### **5.3.1. Шикізатты алдын ала өңдеу процестері (ұсақтау, елеу, араластыру) кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары**

Сипаттама

Тозаң келесі әрекеттердің нәтижесінде пайда болуы мүмкін:

балқыту басталғанға дейін сусымалы материалдарға арналған араластырғышта шихта компоненттерін араластыру;

қожды, пайдаланылған тигельдерді және отқа төзімді материалдарды ұсатқышта ұсақтау;

ұнтақ түріндегі бағалы металдары бар шикізатты араластыру, ұсақтау, елеу және т.б

Құрамында бағалы металдар бар шикізатты алдын ала өңдеу (ұсақтау, іріктеу, араластыру) процестерінен атмосфераға ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

жабық алдын ала өңдеу аймақтары мен көлік жүйелері;

шикізатты алдын ала өңдеу орнында және тиеу-түсіру жұмыстары кезінде тозаң аулау жүйесін ұйымдастыру;

тозаң аулау жүйесі жоқ қондырғыны пайдалану мүмкіндігін шектеуді электрлік бұғаттау арқылы қамтамасыз ету.

Кейбір зауыттарда олардың көлемі мен технологиясына байланысты шикізатты алдын ала өңдеуден, балқытудан және тозаң түзетін басқа да операциялардан тозаңды аулау және өңдеудің орталықтандырылған жүйесі болуы мүмкін.

Техникалық сипаттау

Жабық ғимараттарда тиісті сору құрылғылары (мысалы, ғимаратты тозаңсыздандыру жүйелері) қамтамасыз етілуі мүмкін. Су саптамалары (тұмандау

қондырғысының ең маңызды компоненттердің бірі) немесе тұмандау жүйелері сияқты тозаңды басу жүйелерін пайдалануға болады. Ұнтақталған материалдарды араластыру арнайы ғимараттарда немесе жабық бункерлерде/араластырғыштарда жүргізілуі керек.

Сусымалы материалдарды араластыру, тазалау және ұнтақтауға арналған операцияларға тозаң жинау жүйесін ұйымдастыру кіреді (қап сүзгілері бар ауа құбыры жүйесіне қосылған сорғыштар).

Картриджді немесе қапшық сүзгілерін пайдаланған кезде кері мезгіл-мезгіл ауа ағыны бункерге және жинау жүйесіне бағытталған блоктардан тозаңды жояды. Барлық қызмет көрсетілетін араластырғыш қондырғылар, тазалау камералары мен ұсатқыштар әдетте тозаң жинағышпен электрлік бұғатталады, сондықтан тозаң жинағыш және сүзу жүйесі жұмыс істемесе, ешқандай қондырғы жұмыс істей алмайды. Қапты сүзгілерді пайдаланған кезде жиналған тозаң оның құрамына байланысты ең қолайлы металды тазарту операциясына шикізат ретінде беріледі.

Тозаң жинауға арналған автономды жүйелерде немесе жалпы сору жүйелерінде ластағыш заттарды шығару көздері (дымоходы) тозаңды өлшейтін датчиктермен (немесе ұқсас қондырғымен) және деректерді тіркейтін және орталық басқару бөлмесіндегі компьютерге жіберетін құрылғылармен жабдықталуы мүмкін. Түтін мұржалары үшін нақты уақыттағы шығарындылар деректерін қамтамасыз етумен қатар, бұл қондырғы тозаң жинағыштағы немесе сору қондырғысындағы сүзгі элементтерінің жеке қатарларының күйінің күрделі диагностикалық жазбасын қамтамасыз ете алады. Датчиктер сүзгі элементінің ықтимал істен шығуы және тозаң жинау жүйесі жоқ қондырғының электрлік бұғатталуы туралы ескерту үшін тозаң концентрациясының берілген мәнінде дабыл сигналын беретіндей конфигурацияланған.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң шығарындыларының азаюы.

Қатты қалдықтардың түзілуін азайту.

Аспирациялық жүйелерде ұсталған тозаң бағалы металдарды алу үшін өңдеуге жіберіледі.

Кросс-медиа әсерлер

Аспирациялық жүйелердің жұмысы үшін энергияны пайдалануды арттыру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Шикізатты алдын ала өңдеу әдістерін таңдау қондырғының түріне, өндіріс үдерісіне және шикізаттың түрі мен бөлшектерінің мөлшеріне байланысты.

Орталықтандырылған ауа сору жүйесі ұнтақты немесе тозаңды материалдармен жұмыс істейтін жаңа қондырғылар үшін қолданылуы мүмкін, оны жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарда енгізу үшін оларды күрделі жаңғырту қажет болады.

Экономика

Қосымша инвестициялық және техникалық қызмет көрсету шығындары.

Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнаманың сақталуына қойылатын талаптар.

Құнды (бағалы) металдардың жоғалуын азайту және құрамында асыл металдар және басқа да бағалы металдар бар шикізатты қалпына келтіру.

### **5.3.2. Доре қорытпа өндірісінің пирометаллургиялық үдерісі кезіндегі шығарындыларды азайтуға арналған техникалар**

Сипаттама

Бағалы металдар алтын-күміс қорытпасында (Доре қорытпасы) шоғырланған, ол катодты мысты өндіру кезінде түзілетін мыс электролит шламдарынан алынады. Алтын шламнан, сондай-ақ дайындығы жоғары шикізаттан: катодты және шлих алтынынан, күміс-алтын қорытпасынан (Доре) алынады.

Тазартуға жіберілетін материалдар химиялық құрамы бойынша біртекті қорытпа алу үшін балқытуға ұшырайды, сыналады, қажетсіз қоспаларды ішінара тазартады және оны кейіннен өңдеу үшін қорытпаның қажетті формасын алады. Қабылдау балқыту электр индукциялық пештерде жүргізіледі.

Құрамында сынап бар материалды (0,05 - 0,1 % қалдық сынаппен) қайта балқыту кезінде бағалы металдар бөлінген сынап буымен механикалық түрде тартылады. Сынап буы арнайы конденсациялық жүйеде ұсталады. Жиналған сынаптың құрамында алтын да, күміс те бар.

Пирометаллургиялық операциялар кезінде (Доре қорытпасын алу және т.б.) атмосфераға ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

балқыту пештерінің жабық үй-жайлары және/немесе алаңдары;

вакуумда процестерді жүргізу;

балқыту пештерінің тозаңды жинау жүйесін ұйымдастыру (дымқыл тазалау жүйелері, қап сүзгілері);

SO<sub>2</sub> шығарындыларын кәдеге жарату;

пайдаланылған газдарда жиналған селенді қалпына келтіру және сулы ерітіндіден тұндыру.

тозаң аулау жүйесі жоқ қондырғыны пайдалану мүмкіндігін шектеуді электрлік бұғаттау арқылы қамтамасыз ету.

Кейбір зауыттарда олардың көлемі мен технологиясына байланысты шикізатты алдын ала өңдеуден, балқытудан және басқа операциялардан шығатын газдар мен тозандарды жинаудың және өңдеудің орталық жүйесі болуы мүмкін.

Техникалық сипаттау

Жабық пештер, герметикалық қабықтар/қаптамалар, тиімді технологиялық газ тазалау жүйесі бар тығыздағыштар

Келетін шикізат (анодтық шлам) мыс және теллур қоспаларын азайту үшін автоклавты сілтілеуден өтеді, содан кейін ол сүзіледі және кептіріледі. Дайын шихта балқыту қондырғысына – Калдо пешіне пайдаланылған газды сору жүйесіне қосылған жабық бункерлер арқылы беріледі. Тозаңсыз және үлкен материалдар жабық жағдайда ашық қайықтар/цистерналар арқылы пешке тікелей жүктеледі. Калдо пешінде балқыту, қалпына келтіру және конверсиялау процестері ретімен жүзеге асырылады. Жұмыс теріс қысыммен орындалады. Калдо пеші тығыздалған және аспирациялық жүйеге қосылған. Металл/қожды түрту/құю кезінде қабылдау шөміш жабылады немесе жабылады. Шөміштер материал қатайғанша корпуста сақталады.

Құрамында күкірт пен селен жоқ ірі материалдармен тиелген, мыс-қорғасын желілерінен бағалы металға бай қорытпаларды тазартуға арналған купелляциялық пеш (TBRC/TROF/VBOC). Пеш сумен салқындатылатын қақпақпен жабылады, ол бір уақытта технологиялық қалдық газдарға арналған сорғыш ретінде пайдаланылады. Сонымен қатар, пеш ұйымдастырылмаған шығарындыларды ұстау үшін корпустың ішіне орналастырылған. Натрий карбонаты және тазарту үдерісіне арналған басқа флюстер жабық бункерлерде сақталады және жабық жүйе арқылы жүктеледі.

Дорені вакуумды ретортта (VR) вакуумды булану арқылы мырышты жою арқылы да алуға болады. Флюс қажет емес. Бұл жабық үдеріс. Штангаларды қалыптастыру сорғыштың астында жүзеге асырылады, ал шығатын ауа қап сүзгілері арқылы сүзіледі.

Сорғыштар / қаптамалар газдарды жинайтын шығатын желдету жүйесіне қосылған. Сорып желдету жүйесі тиеу/бөлшектеу аймақтарында, сондай-ақ доре/күміс анодын құю аймақтарында бар газдарды жоюға қосылған.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Тозаң, металдар шығарындыларының алдын алу және азайту.

Құрамында бағалы металдар болуы мүмкін ылғалды тозаңсыздандыру жүйелерінің барлық қалдықтары (сүзілген тұнба) тазарту үдерісіне қайтарылады. Жиналған тозаң қатты бөлшектер мен басқа да бағалы металдарды қалпына келтіру, шикізатты үнемдеу және қалдық ағындарды азайту үшін қайта өңделеді.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Балқаш мыс қорыту зауытында күміс өндірудің негізгі шикізаты мыс электролит шламы болып табылады. Алтын шламнан, сондай-ақ дайындығы жоғары шикізаттан: катодты және шлих алтынынан, күміс-алтын қорытпасынан (Доре) алынады. Мыс пен теллурдың қоспаларын азайту үшін шлам автоклавты сілтілеуден өтеді. Теллурды автоклавты сілтісіздендіру ерітіндісінен мыс теллуридін түрінде алады. Автоклавтан кейінгі шлам сүзіледі және кептіріледі. Дайын шихта балқыту қондырғысына – Калдо пешіне беріледі. Бұл пеште балқыту, қалпына келтіру, конверсиялау процестері ретімен жүзеге асырылады. Балқыту үдерісінде балқыту қождары пайда болады, ол тазартуға

арналған қалдық болып табылады. Қож мыс балқыту зауытына немесе қорғасын өндірісіне жіберіледі, өйткені оның құрамында мыс, қорғасын және аздаған бағалы металдар бар. Конвертерлік қож конверсиялау сатысында қалыптасады, ол қайта өңделген тазарту өнімі болып табылады. Әдетте келесі жылытуға оралады. Технологиялық газдар тазарту жүйесі арқылы өтеді. Алынған суспензия сүзгіден өткізіліп, Калдо пеші үшін қайта өңделген өнім болып табылатын Venturi скруббер шламы алынады. Сүзіндіде селен бар, ол күкірт диоксиді бар ұнтақ селенге дейін тотықсызданады, содан кейін тұтынушыға сатылады. Алынған Доре қорытпасы немесе анодтық күміс электролизге берілетін анодтарға құйылады.

#### Кросс-медиа әсерлер

Сүзгілеу, тозаңсыздандыру және скруббер жүйелерінің жұмысы үшін энергия шығынын арттыру.

Балку реакцияларының тиімділігін арттыру және ұшпа металл қосылыстарының түзілуін болғызбау үшін флюстерді қолдану.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Әдістер жаңа және бар қондырғыларға қолданылады.

Ылғалды тозаңсыздандыру және селенді қалпына келтіру жүйелері құрамында ұшпа селен бар газдар үшін қолданылады.

Қапшық сүзгілер әдетте құрғақ газдар (ұшпа селен жоқ) және желдету газдары үшін қолданылады.

#### Экономика

Әдістемелер айтарлықтай инвестицияларды талап етеді және экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнаманың сақталуына қойылатын талаптар.

Құнды (бағалы) металдардың жоғалуын азайту және құрамында асыл металдар және басқа да бағалы металдар бар шикізатты қалпына келтіру.

### **5.3.3. Алтынды аффинаждау процесінде (электролиттік тазарту) шығарындыларды болғызбау және азайту әдістері**

Алтынды аффинаждау – белгілі бір химиялық тазалықтағы металды алу үшін химиялық өңдеу, физикалық өңдеу және концентрация әдістері басым болатын бірқатар тазарту кезеңдерін қамтитын алтынды қоспалардан терең тазартуға арналған технологиялық процестер кешені.

Алтынды тазартудың ең тиімді және кең тараған әдісі – электролиттік тазарту. Сондай-ақ өнеркәсіптік өндірісте хлорды тазарту (Миллер үдерісі) және гидрометаллургиялық тазарту қолданылады.

#### Сипаттама

Алтынды электролиттік тазарту кезінде шығарындылардың алдын алу және азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

- технологиялық үдерісті басқарудың кешенді шараларын әзірлеу;
- ерітінділерді айдау үшін жабық резервуарларды/ыдыстар/құбырларды пайдалану;
- электролизерлердің аспирациялық жүйелерін орнату;
- су пердесін қолдану;
- қайта пайдалануға арналған қайта өңдеу шешімдері;
- Бағалы металдар өндіру үшін жанама өнімдерді кәдеге жарату;
- NO<sub>x</sub> газдарынан азот қышқылын алу;

электролизерлерден газдарды тазарту үшін күйдіргіш сода ерітіндісі бар сілтілі скрубберді қолдану.

### **Техникалық сипаттау**

Алтын анодты шламды азот қышқылымен шайғаннан кейін электролиттік немесе гидрометаллургиялық тазарту әдісімен алынады. Шаймалағаннан кейін алтын ұнтақ анодтарға құйылады. Қолданылатын электролит-тұз қышқылы мен тетрахлорзолот қышқылының ерітіндісі. Электродтар арасында берілетін тұрақты электр тогы анодтардан еріген алтын иондарының катодтарға қоныс аударуына және тұнбаға түсуіне әкеледі.

Сондай-ақ, алтынды тотықтырғыштардың (HNO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> және т. б.) қатысуымен шламды/алтын ұнтағын тұз қышқылымен шаймалау, содан кейін ерітіндіден селективті тотықсыздану және тұндыру арқылы алуға болады.

Басқару үдерісіне біріктірілген шаралар

Электротазалау процестерін ұяшық дизайны, анод-катод аралығы, ток тығыздығы, электролит құрамы, температура және ағын жылдамдығы тұрғысынан төмен энергия тұтынуды және жоғары өнімділікті сақтау үшін оңтайландыруға болады.

Ерітінділерді айдауға арналған жабық резервуарлар/ыдыстар/құбырлар

Жабық ыдыстар/резервуарлар электролиттер мен реагенттерді (мыс ұнтағы, сода) сақтау үшін жұмсалған электролит пен күміс цементтеуін тазарту үшін қолданылады. Сақтау цистерналары/ыдыстар қос қабырғалы резервуарлар немесе берік байламдарға орналастырылған. Еден су мен қышқылды өткізбейді. Ерітінділерді/электролиттерді тасымалдау үшін жабық құбырлар қолданылады.

Күміс кристалдары жабық конвейерлер арқылы жинағыш ыдыстарға тасымалданады немесе жинау науалары арқылы ұяшық түбінен көтеріледі.

Анодты шламды азот қышқылымен сілтісіздендіру (алтынды электролизге дейін) жабық ыдыстарда жүреді.

Жабық, ауасы бар ауасы бар реакциялық ыдыстар сонымен қатар анодтық шөгінділерді тұз қышқылымен немесе басқа еріткіштермен немесе еріткіш

қоспалармен сілтісіздендіру үшін, ал кейінгі кезеңдерінде алтын алу және тұндыру үшін қолданылады.

Тығыздықты қамтамасыз ету және ағып кетуді болғызбау үшін ұяшықтарды, резервуарларды, құбырларды, сорғыларды және тазалау жүйелерін жүйелі түрде тексеру және профилактикалық қызмет көрсету қолданылады.

Электролизерлер үшін аспирациялық жүйелерді орнату

Шламды жуу корпусының немесе қоршаудың ішінде жүзеге асырылады.

Алтын электролиз ұяшықтары анодта пайда болған хлорды ұстау үшін сорғыштармен/кіріктірілген қаптамалармен және сору желдеткішімен жабдықталған.

Су пердесі

Бұл анодты шламды тұз қышқылымен немесе басқа еріткіштермен Сілтісіздендіру кезінде хлор газының шығарылуын болғызбау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қайта пайдалану үшін қайта өңдеу шешімдері

Дренаж жүйелері тығыздалуы керек және барлық жиналған ерітінділер өндіріс үдерісінде қайта өңделеді.

Қымбат металдарды алу үшін жанама өнімдерді кәдеге жарату

Алтынды қалпына келтіру үшін алтын электролизінен алынған электролит тазартылады. Пайдаланылған анодтар металды алу үшін балқытылады. Құрамында алтын және басқа да бағалы металдар бар шламдар алынады және одан әрі тазартылады.

Алтынды сілтілеу процестерінен алынған ерітінділер алтын мен бағалы металдарды алу үшін тазартылады.

Бағалы металдармен байытылған ерітінділер бағалы металдардың ішкі немесе сыртқы регенерациясы үшін қолданылады.

Жоғары концентрациялы  $\text{NO}_x$  газдарынан азот қышқылын алу

Анод шламының азот қышқылын сілтісіздендірудің  $\text{NO}_x$  бар газдар арнайы канал жүйесі арқылы жиналады және азот қышқылын қалпына келтіру үшін скрубберлерде жуылады және/немесе өңделеді.

Сілтілі скрубберді қолдану

Электролизерлерден газдарды тазарту үшін күйдіргіш сода ерітіндісімен жуылған сілтілі скруббер қолданылады.

**Қол жеткізілген экологиялық пайда**

Қашықтан шығарындылардың алдын алу.

Энергияны тиімді пайдалану.

Металдарды және шикізатты қалпына келтіру.

Үдеріс қалдықтары үдеріске қайтарылады (қалдықтарсыз)

**Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері**



"Казцинк" ӨМК ЖШС-де зиянды заттардың бөліну көзі болып табылатын Бағалы металдар учаскесінің барлық жабдықтары аспирациялық қондырғылармен жабдықталған, олардың көмегімен желдеткіш газдар атмосфераға шығарылады. Бағалы металдар шығаратын зауыттан өнеркәсіптік канализацияға су төгілмейді, барлық қалдықтар, оның ішінде сұйық заттар тікелей цехтың өзінде өңделеді.

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

Әдістер жаңа және бар қондырғыларға қолданылады.

#### **Экономика**

Көптеген әдістер елеулі инвестицияларды талап етеді, ал экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке тәсіл қажет.

#### **Ендірудің қозғаушы күші**

Шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнаманың сақталуына қойылатын талаптар.

Құнды (бағалы) металдардың жоғалуын азайту және құрамында бағалы металдар және басқа да бағалы металдар бар шикізатты қалпына келтіру.

### **5.3.4. Алтынды аффинаждау процесінде (гидрометаллургиялық тазарту) шығарындыларды азайту техникалары**

#### **Сипаттама**

Алтынды гидрометаллургиялық тазарту үдерісінде атмосфераға ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

қымталанған немесе жабық реакциялық ыдыстарды, контейнерлер мен резервуарларды, аспирациялық жүйелермен, оқшауланған құбырлармен, жабық дренаждық жүйелермен жабдықталған деңгей реттегіштері бар аппараттар мен резервуарларды пайдалану, жабдыққа техникалық қызмет көрсету бағдарламаларын жоспарлау;

пайдаланылған газдарды шығаруға арналған ауа құбырларының ортақ жүйесіне қосылған реакциялық ыдыстар мен цистерналар (негізгісі істен шыққан жағдайда резервтік жүйе автоматты түрде қосылады);

аммиакты кетіру үшін күкірт қышқылы бар скруббер жүйесімен;

NO<sub>x</sub> сияқты қышқылды бөлінетін газдарды тазарту үшін күйдіргіш соданың сулы ерітіндісі бар ылғалды сілтілі скруббер жүйесі;

сутегі асқын тотығы мен азот қышқылының сулы қоспасы бар NO<sub>x</sub> скрубберлері (жоғары NO<sub>x</sub> концентрациясы үшін). Бұл шағын скрубберлердің мақсаты - негізгі жүйеге жүктемені азайту;

басқару жүйелері, мысалы, скрубберлерді күту генераторы қызмет көрсететін бірінші кезектегі электр тізбегіне қосу, электр қуаты өшіп қалған жағдайда және

операциялық іске қосулар мен тоқтатулар үшін; пайдаланылған қышқылды кәдеге жарату және сорғы істен шыққан жағдайда әрбір скруббер цистернасынан жуу сұйықтығының айналуы үшін резервтік сорғыны қамтамасыз ететін автоматтандырылған басқару жүйесін пайдалана отырып, жаңа қышқылмен скрубберлердің құрамы.

#### Техникалық сипаттау

Гидрометаллургиялық (қышқылды) тазарту әдістеріне: тұз қышқылымен, тұз қышқылымен және хлормен еріту/шаймалау, азот қышқылы, акварегия (азот қышқылы және тұз қышқылы), дистилляция, сүзу операциялары және селективті экстракция процестері (еріткіш экстракциясы мен ион алмасуды қоса).

Қышқылдар мен сілтілерді пайдалану нәтижесінде улы және қоршаған ортаға ықтимал зиянды газдар түзіледі, олар атмосфераға шығарылғанға дейін олардың концентрациясын қолайлы төмен концентрацияға дейін төмендету үшін өңдеуді қажет етеді.

Реакциялардың басым көпшілігі қышқылды бөлінетін газдарға әкеледі, олардың ішінде тұз қышқылы, хлор және  $\text{NO}_x$  ең маңызды болып табылады. Сонымен қатар, кейбір реакциялардың нәтижесінде аз мөлшерде  $\text{SO}_2$ , бром және күкірт қышқылы бөлінеді.

Ластағыш заттардың шығарындыларының алдын алу шаралары.

Барлық реакциялық ыдыстар жұмыс кезінде қоректену саңылауының қақпағын жабу арқылы тығыздалады. Әдетте олар тек үдерістің басында, материалдарды тиеу кезінде немесе сынама алу үшін ашылады. Жабық реакторларды пайдалану сонымен қатар желдетілетін реакторлармен салыстырғанда газды тазарту қондырғысына түсетін жүктемені айтарлықтай азайтады, бұл химиялық заттарды, электр энергиясын және суды тұтынуды азайтады. Резервуарлар әрқашан теріс қысымда болады, жұмыс кезінде пайда болған барлық булар арнайы газ тазалау қондырғысына шығарылады.

Ішкі және сыртқы сақтау цистерналары ауа өткізбейтін және әдетте жабылатын тексеру люктері немесе порты болады. Олар тек техникалық қызмет көрсету мақсатында резервуарлар бос болғанда ғана ашылады, т.б. Сақтау цистерналары сонымен қатар жергілікті сору желдету жүйесіне қосылған және технологиялық газдар тиісті газ өңдеу қондырғысына жіберіледі.

Еріткіштерді алу жабдығы мен сүзгілері әдетте арнайы жасалған қоршауда немесе сорғыштың астында орналасады. Реакциялық және сақтау резервуарларының көпшілігі деңгейді автоматты реттеумен жабдықталған. Бұл резервуар немесе ыдыс толған кезде, қажетті деңгейге жеткенде тасымалдау сорғысы автоматты түрде өшетінін білдіреді. Сонымен қатар, бұл деңгей бұзылған жағдайда операторларды ескерту үшін жоғары деңгейлі дабылдар орнатылады. Бұл бақылау құралдары резервуарлар мен ыдыстарды шамадан тыс толтыру және ағып кету қаупін азайтады.

Барлық сулы ерітінділер мен еріткіштер ыдыстар, резервуарлар және т.б. арасында операторлармен кез келген жанасуды болғызбау үшін жабық құбырлар арқылы қозғалады.

Реагенттер цистерналары мен аралық резервуарлар құрамындағы ерітіндімен үйлесімді материалдардан жасалған. Әдетте, көптеген зауыттарда олар коррозияға төзімді жоғары сапалы арматураланған пластмассаларды қамтиды. Сыртқы сақтау резервуарлары әрқашан кез келген кездейсоқ төгілуді болғызбауға және жоюға болатын қоршалған жерлерде орналасады. Бұл қоршалған аумақтар қышқылға төзімді материалдардан немесе жерге ағып кетпес үшін ұқсас материалдардан жасалған. Барлық ішкі едендер әдетте жерге ағып кетпес үшін плиткамен қапталған және кездейсоқ төгілулерді ұстау үшін шұңқырлармен жабдықталған.

Барлық зауыттарда барлық жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеудің қатаң жоспарлы бағдарламалары, сондай-ақ апаттық жоспарлар бар.

Реакциялық ыдыстар мен резервуарлар ортақ арна жүйесіне қосылған газдан тыс розеткамен (ақау кезінде автоматты резервтік/резервтік құрылғы бар)

Аммиак газын немесе қышқыл газдарын шығара алатын барлық реакциялық ыдыстар мен ыдыстар жалпы құбыр жүйесіне (әдетте сумен салқындатылған шыны конденсатор арқылы) қосылған, онда желдеткіш ыдыстан шығатын газдарды алып тастайды. Түтік арқылы пайдаланылған газдар скруббер қондырғысына түседі.

Күкірт қышқылы ерітіндісі бар скруббер жүйесі

Скруббер қондырғысы әдетте күкірт қышқылы ерітіндісі бар резервуары бар бір немесе бірнеше тазалау мұнараларынан тұрады. Егер газ тазалау жүйесінде бірден артық мұнара жұмыс істесе, аммиактың кететін газдарының басым көпшілігі бірінші газ тазалауда сіңіріледі, ал екіншісі екінші сатыда және/немесе бірінші қатардан шыққан жағдайда резервтік қондырғы ретінде қызмет етеді.

Жұмыс тәжірибесі тұрғысынан тазарту сұйықтығының резервуарларындағы қышқылдықты бақылау және бақылау негізгі параметр болып табылады. Скруббер қондырғыларынан шығатын газдар арнайы мұржа арқылы атмосфераға шығарылады.

Құрамында каустикалық соданың сулы ерітіндісі бар дымқыл сілтілі скруббер жүйесі.

Скрубберлер әдетте су күйдіргіш содасы бар бір немесе бірнеше тазалау мұнараларынан тұрады. Тазарту жүйесінде бірнеше мұнара жұмыс істегенде, қышқылды шығарылатын газдардың басым көпшілігі бірінші тазарту қондырғысында жұтылады, ал екіншісі екінші кезең және/немесе біріншісі істен шыққан жағдайда резервтік қондырғы ретінде қызмет етеді.

Пайдалану тәжірибесі тұрғысынан сұйық резервуарларды тазартудағы сілтілілікті бақылау және бақылау негізгі параметр болып табылады. Тағы бір негізгі параметр NO

$\text{NO}_x$  және басқа қышқыл газдарды тиімді жоюды қамтамасыз ету үшін скраб сұйықтығының температурасын белгіленген мәннен төмен ұстау керек.

Құрамында сутегі асқын тотығы мен азот қышқылының су қоспасы бар  $\text{NO}_x$  скрубберлері.

$\text{NO}_x$  скрубберлері (негізгі тазарту жүйесіне қосымша) жоғары локализацияланған  $\text{NO}_x$  концентрациясын тудыруы мүмкін арнайы қондырғылар үшін пайдаланылады. Бұл шағын скрубберлердің мақсаты - негізгі жүйеге жүктемені азайту. Азот оксидтерінің ( $\text{NO}$  және  $\text{NO}_2$ ) бөлінетін газдары бір жағынан тотықтырғыш ретінде оттегі немесе сутегі асқын тотығы және екінші жағынан азот қышқылы немесе несепнәр (тотықсыздандырғыш ретінде) арқылы алынады. Айналымдағы жуу сұйықтығының тұру уақыты мен салқындауы газды оңтайлы қабылдау және  $\text{NO}_x$  эмиссиясының шектеріне жету үшін өте маңызды.  $\text{NO}_x$  скрубберінен шыққан газдар атмосфераға шығар алдында сілтілі скрубберлерге (жоғарыда сипатталғандай) жіберіледі.

Басқару жүйелері.

Скруббер қондырғысын электр қуаты өшіп қалған жағдайда резервтік генератор қызмет көрсететін басым электр тізбегіне қосу жақсы тәжірибе болып табылады.

Сонымен қатар, әрбір скруббер резервуарындағы скруббер сұйықтығының айналмалы сорғысында сорғы істен шыққан жағдайда автоматты түрде қосылатын резервтік болуы керек. Жүйе арқылы пайдаланылған газдарды айдауға арналған желдеткіште резервтік қондырғы болуы керек.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға шығарындылардың алдын алу және азайту.

Лықсыманың алдын алу және азайту.

Өңделген/қалпына келтірілген жуу сұйықтықтарын және басқа да гидрометаллургиялық реагенттерді шаймалау және алтынды тазарту жөніндегі басқа операциялар кезінде өңдеу/пайдалану. Газ тәріздес аммиак шығарындыларын азайту үшін пайдаланылатын пайдаланылған жуу сұйықтығы (аммоний сульфаты) тазарту құрылыстарына жіберілуі, ішінде реагент ретінде пайдаланылуы немесе мердігер жоюы мүмкін (оны реагент немесе тыңайтқыш ретінде пайдалану үшін аммоний сульфатына кристалдану үшін жанама өнім ретінде пайдалануы мүмкін).  $\text{NO}_x$  (азот қышқылы) скрубберлерінен жұмсалған жуу сұйықтығын тазалау үдерісінде қайта өңдеуге болады.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Құрамында алтыны бар шламды алтынмен байыту үшін азот қышқылының ерітіндісімен өңдейді. Алтын өндірісіне байытылған шлам (кесілген алтын) жіберіледі.

Кросс-медиа эсерлер

Тазалау процестері үшін реагенттер және басқа шикізат (мысалы, каустикалық сода) қажет.

Скрубберлер мен сору/желдету және басқару жүйелері үшін энергияны тұтынудың жоғарылауы.

Суды пайдаланғаннан кейін ыдыстарды, резервуарларды және басқа реакциялық жабдықтарды жуу үшін пайдалануды ұлғайту.

Құрамында технологиялық ағындар, төгілген және пайдаланылған жуу сұйықтықтары бар сарқынды сулардың пайда болуы.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Сипатталған әдістер жаңа қондырғыларға қолданылады. Қолданыстағы кәсіпорындарда техниканы қолдану үшін жабдықты күрделі жаңғырту қажет болады.

Экономика

Әдістемелер айтарлықтай инвестицияларды талап етеді және экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

Ендірудің қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнаманың сақталуына қойылатын талаптар.

Құнды (бағалы) металдардың жоғалуын азайту және құрамында БМ және басқа да құнды металдар бар шикізатты қалпына келтіру.

### **5.3.5. Алтынды кептіру және күйдіру кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары**

Сипаттама

Алтынды жағу, қатты қыздыру және кептіру процестерінен атмосфераға шығарылатын ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

барлық қыздыру пештерін, кептіру шкафтарын жалпы сорғы жүйесіне қосу;

электр қуаты өшірілген жағдайда жабдықты пайдалануды, іске қосуды және жұмысты аяқтауды, пайдаланылған қышқылды кетіруді, скрубберлерге жаңа қышқылды беруді автоматтандырылған басқару жүйесі арқылы қамтамасыз ететін резервтік генераторды іске қосуды қамтамасыз ететін электрондық бақылау жүйесін қолдану;

барлық қатты қыздыруға арналған пештерді, жағуға арналған пештерді және кептіргіш пештерді шығарылатын технологиялық газдарды бұруға арналған ауа өткізгіштер жүйесіне қосу;

скрубберді орнату электр қуаты өшкен жағдайда резервтік генератор қызмет көрсететін басым электр тізбегіне қосылады;

жедел іске қосу, пайдаланылған қышқылды жою және скрубберлерді жаңа қышқылмен толтыру автоматтандырылған басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылады;

жағып тазалағыш, циклон, газ салқындатқыш, қапшық сүзгі (және белсенді көмір адсорбері).

#### Техникалық сипаттау

БМ өңдеу кезінде газ тәрізді шығарындылар таза тұздар мен тақтатастарды металдарға, әсіресе тұздарға (платина, рутений және иридий) қатты қыздыру кезінде пайда болады, олардың ыдырау өнімдері тұз қышқылы, аммоний хлориді және хлорид булары болып табылады. Сонымен қатар, бұл газдар жоғары температурада (шамамен 350 - 900 °С) өндіріледі, бұл оларды өңдеу мен тазартуда қосымша қиындық тудырады. Демек, "таза тұзды" кальцийлейтін пештер әдетте бөлінген "таза тұз" скрубберімен біріктіріледі, ал осы скрубберден шыққан газдар каустикалық (сілтілі) скрубберге жіберіледі. "Таза тұздар" скруббері газдарды суыту (салқындату) және аммоний хлориді мен тұз қышқылын абсорбциялау үшін сумен жуудың екі кезеңін қамтиды; ал хлор және сумен тазартылмаған кез келген қалдық қышқыл келесі сілтілі скрубберде тиімді тазартылады.

Мұндай скруббер қондырғысы "лас тұздарды" кальцийлейтін пештерден шығатын газдарды, қалдықтарды жағатын қондырғыларды және температурасы ұқсас кептіру шкафтарын өңдеуге арналған. Бұл операциялардың газ тәрізді өнімдері платина тұзының тұтануына қарағанда айтарлықтай аз болады, бірақ тұз қышқылының төмен концентрациясын және күкірт, селен диоксиді және  $\text{NO}_x$  сияқты басқа қышқыл газдардың іздерін қамтиды. "Лас тұз" скрубберінен шығарылатын газдар "таза тұздармен" жұмыс істегендегідей, атмосфераға шығарылмас бұрын сілтілі скруббер арқылы жіберіледі.

"Таза тұздар" және "лас тұздар" қондырғылары үшін тазарту тиімділігі сілтілі скрубберге дейін > 99 % болуы мүмкін. Әдетте скруббердің бүкіл қондырғысы электр қуаты істен шыққан жағдайда резервтік генератор беретін басым электр тізбегінде орналастырылады.

Кәдімгі операциялар, соның ішінде іске қосу және өшіру, пайдаланылған қышқылды тазарту және жаңа қышқыл дайындау автоматтандырылған басқару жүйесі арқылы жүзеге асырылады. Процестің барлық айнымалылары жергілікті басқару панеліне және қажет болған жағдайда орталық диспетчерлік бөлмесіне жіберіледі.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға шығарындыларды азайту.

Алынған қышқылдың рециркуляциясы.

Кросс-медиа әсерлер

Тазартқыш орта ретінде реагенттер мен басқа шикізатты (мысалы, каустикалық сода) қажет етеді; дегенмен, осы шикізаттың кейбірін жергілікті процестерден алуға болады, нәтижесінде қышқылдар мен сілтілердің белгілі бір ерітінділері пайда болады, сәйкесінше жаңа реагенттер аз мөлшерде пайдаланылады немесе мүлдем азайтылады.

Экстракция жүйелерін, скрубберді және бақылау жүйелерін пайдалану кезінде энергияны пайдалануды арттыру.

Қолданылуына қатысты техникалық пікірлер

Блғал скрубберді жаңа қондырғыларға және қолданыстағы қондырғыларды реконструкциялауға пайдалануға болады.

Экономика

Техника айтарлықтай инвестицияларды қажет етеді, экономикалық тиімділігін анықтау үшін жеке тәсіл қажет.

Іске асырудың қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнаманы сақтау жөніндегі талаптар.

Құнды (бағалы) металдардың ысырабын азайту және құрамында БМ және басқа да құнды металдар бар шикізатты қалпына келтіру.

### **5.3.6. Дайын өнімді балқыту кезіндегі шығарындыларды азайту техникалары**

Сипаттама

Дайын өнімді балқыту кезінде атмосфераға ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

вакуумда жұмыс істейтін оқшауланған пештер;

тиімді сору және желдету жүйелері.

қапшық сүзгілер.

Техникалық сипаттау

Дайын өнімді балқыту периодты режимі бар шағын балқыту пештерінде жүреді. Электрлік индукциялық тигельді пештерді немесе газ/мұнай пештерін пайдалануға болады. Балқытылған металды әр түрлі пішіндерге құйып (сырықтар, құймалар) немесе түйіршіктелген күйге келтіреді. Индукциялық пештер жану газдарының пайда болуын және онымен байланысты азайту қондырғысының көлемін азайтады.

Балқыту пешінен шығатын газдар қап сүзгілерде салқындатылып, тазартылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Атмосфераға шығарындыларды азайту.

Экологиялық көрсеткіштер және пайдалану деректері

Ақпарат ұсынылмаған.

Кросс-медиа әсерлер

Аспирация, желдету және тозанды кетіру жүйелерінің жұмысы үшін энергия шығынын арттыру.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы қолданылады.

Экономика

Әдістемелер айтарлықтай инвестицияларды талап етеді және экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

Іске асырудың қозғаушы күші

Шығарындыларды азайту.

Экологиялық заңнаманың сақталуына қойылатын талаптар.

Құнды (бағалы) металдардың жоғалуын азайту және құрамында БМ және басқа да құнды металдар бар шикізатты қалпына келтіру.

### **5.3.7. Қалдықтармен жұмыс істеу техникалары**

Сипаттама

Қалдықтарды қайта пайдалану, оларды өңдеу және пайдалы компоненттерді алу нәтижесінде БМ өндірісі кезінде түзілетін қалдықтардың мөлшерін азайтуға бағытталған әдістер.

Техникалық сипаттау

БМ өндірісінің қалдықтарына мыналар жатады:

қабылдағыш металды балқытқаннан кейінгі қождар, қайта өңделген қождар;

бейтараптандыру ерітінділерін тұндыру;

пештің қаптамасының қалдықтары;

циклондардың, газ құбырларының, қап сүзгілерінің және электросүзгілердің тозаңы

;

Қалдықтардың құрамында алтын мен БМ қалпына келетін мөлшерде болады, сондықтан екінші реттік шикізат ретінде пайдаланылады.

Қол жеткізілген экологиялық пайда

Жоюға арналған қалдықтарды азайту. Бағалы металдарды алу. Полигондарға қалдықтардың түсуіне байланысты экологиялық тәуекелдерді азайту.

Қолданылуына қатысты техникалық ой-пайым

Жалпы қолданылады.

Экономика

Әдістемелер айтарлықтай инвестицияларды талап етеді және экономикалық тиімділікті анықтау үшін жеке көзқарас қажет.

Ендірудің қозғаушы күші

Экологиялық заңнама талаптары.

### **6. ЕҚТ бойынша тұжырымдар қамтылған қорытынды**

Осы бөлімде тізімделген және сипатталған әдістер нұсқаушы немесе толық емес. Бір немесе бірнеше ЕҚТ-ны қолдана отырып, объектіні пайдаланудың қалыпты



жағдайлары кезінде эмиссиялар деңгейлеріне және ЕҚТ-ны қолдануға байланысты технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізуді қамтамасыз ететін басқа да техникалар пайдаланылуы мүмкін.

Ең үздік қолжетімді техникаларды қолдануға байланысты эмиссиялар деңгейлері бір немесе бірнеше ең үздік қолжетімді техникаларды қолдана отырып, объектіні пайдаланудың қалыпты жағдайларында қол жеткізілуі мүмкін эмиссиялар деңгейлерінің диапазоны ретінде айқындалады және ластағыш заттардың қоршаған ортаға тікелей бөлінетін жерлерінде, шығарындылар/төгінділер көздерінде қолданылады.

Осы бөлімде көрсетілген ЕҚТ-ға сәйкес келетін ауа шығарындыларының деңгейлері келесі аспектілерге жатады:

стандартты жағдайларда (273,15 К, 101,3 кПа) қалдық газдардың көлеміне бөлінетін заттардың массасы ретінде көрсетілген концентрация деңгейлері.

Суға ағызу үшін ЕҚТ келесі аспектілерге қатысты:

сарқынды су көлеміне шаққандағы шығарылатын заттардың массасы ретінде көрсетілген концентрация деңгейлері, мг/л.

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 көрсеткіштер уақыт бірлігіне немесе өндірілетін өнімнің (тауардың), орындалатын жұмыстың, көрсетілетін қызметтің бірлігіне шаққандағы ресурстарды тұтыну мөлшерінде көрсетіледі. Сәйкесінше, басқа технологиялық көрсеткіштерді 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 көрсеткіштері 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.

Эмиссиялардың орташа кезеңдері үшін келесі анықтамалар қолданылады (6.1 - кестені қараңыз)

6.1-кесте. ЕҚТ қатысты шығарындылар/төгінділердің орташа кезеңдері

р/с №		Шығарындылар	Төгінділер
1	2	3	4

1	Күніне орташа	Үздіксіз мониторингпен күніне ластағыш заттардың концентрациясының сағаттық және жарты сағаттық мәндері	Орташа пропорционалды үлгі ретінде алынған 24 сағаттық сынама алу кезеңіндегі орташа мән (немесе жеткілікті ағын тұрақтылығы көрсетілген жағдайда уақытша пропорционалды орташа үлгі ретінде) *
2	Таңдамалы кезеңдегі орташа мән	Басқаша белгіленбесе, әрқайсысы 30 минуттан кем емес қатарынан үш өлшеудің орташа мәні**	

Ескертпе:

\* Пакеттік процестер үшін сынама алудың жалпы уақытында алынған өлшемдердің алынған мәнінің орташа мәні немесе бір реттік сынама алу нәтижесінде өлшеу нәтижесі пайдаланылуы мүмкін;

\*\* Айнымалы ағындар үшін репрезентативті нәтижелерді беретін басқа іріктеу процедурасы қолданылуы мүмкін (мысалы, нүктелік іріктеу). Сынама алу немесе талдау шектеулеріне байланысты 30 минуттық өлшемдерге рұқсат етілмеген кез келген параметр үшін сәйкес сынама алу кезеңі қолданылады.

## 6.1. Мысты және бағалы металдарды өндіру кезіндегі жалпы ЕҚТ

### 6.1.1. Экологиялық менеджмент жүйесі

#### ЕҚТ 1.

Қоршаған ортаны қорғаудың жалпы тиімділігін жақсарту үшін ЕҚТ келесі функциялардың барлығын қамтитын экологиялық менеджмент жүйесін енгізу және қолдау болып табылады:

басшылықтың, оның ішінде топ-менеджменттің мүддесі мен жауапкершілігі;

басшылықтың қондырғыны (өндірісін) үздіксіз жетілдіруді қамтитын экологиялық саясатты анықтау;

қаржылық жоспарлаумен және инвестициялармен үйлестіре отырып, қажетті процедураларды, мақсаттар мен міндеттерді жоспарлау және жүзеге асыру;

рәсімдерді орындауға ерекше назар аудара отырып:

құрылымы мен жауапкершілігі

жұмысқа қабылдау,

қызметкерлерді оқыту, хабардар ету және құзыреттілік,

байланыс,

қызметкерлердің қатысуы,

құжаттама,

үдерісті тиімді бақылау,

техникалық қызмет көрсету бағдарламалары,  
 төтенше жағдайларға және олардың зардаптарын жоюға дайындық;  
 табиғатты қорғау заңнамасының орындалуын қамтамасыз ету;  
 өнімділікті тексеру және түзету әрекеті, назар аудара отырып:  
 бақылау және өлшеу,  
 түзету және алдын алу шаралары,  
 іс қағаздарын жүргізу,

тәуелсіз (мүмкіндігінше) ішкі немесе сыртқы аудит, ЭМЖ-ның жоспарланған іс-шараларға сәйкестігін, оның орындалуын және орындалуын анықтау;

ЭМЖ талдауы және оның заманауи талаптарға сәйкестігі, жоғары басшылық тарапынан пайдалылығы мен тиімділігі;

таза технологиялардың дамуын қадағалау;

қондырғыны пайдаланудан шығару кезінде, жаңа қондырғыны жобалау кезеңінде және оны пайдаланудың бүкіл кезеңінде қоршаған ортаға ықтимал әсерді талдау;

сала бойынша тұрақты негізде салыстыру.

Төтенше тозақ шығарындылары бойынша іс-шаралар жоспарын әзірлеу және жүзеге асыру (ЕҚТ 6 қараңыз) және тозаңды азайту жүйелерінің тиімділігін нақты қарастыратын техникалық қызмет көрсетуді басқару жүйесін пайдалану (ЕҚТ 4 қараңыз) да ЭМЖ бөлігі болып табылады.

### 6.1.2. Энергия тиімділігі

#### ЕҚТ 2.

Энергияны басқару. ЕҚТ келесі әдістердің біреуін немесе бірнешеуін қолдану болып табылады:

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Энергияны басқару жүйесі (ЭБЖ)	Жалпы қолданылады
2	Қалпына келтіретін кейінгі күйдіргіштер	Жанғыш ластағыш заттардың шығарындылары қажет болғанда қолданылады
3	Регенеративті және рекуперативті қыздырғыштар.	Жалпы қолданылады
4	Негізгі процестерді жүзеге асыру кезінде пайда болатын артық жыруды пайдалану	Жалпы қолданылады
5	Жану камерасына берілетін ауаны құю науаларынан ыстық газдармен алдын ала қыздыру	Тек құю зауыттарына қатысты
	Автогенді балқыту немесе көміртекті материалдың толық жануы салдарынан энергия	

6	шығынын азайту үшін металлургиялық зауыттарда оттегімен байытылған ауаны немесе таза оттегі жарылыстарын пайдалану	Жалпы қолданылады
7	Концентраттарды және дымқыл шикізатты балқыту алдында төмен температурада кептіру	Жалпы қолданылады (тек кептіру жүріп жатқанда ғана қолданылады)
8	Жиілік түрлендіргіштермен жабдықталған жоғары тиімді электр қозғалтқыштарын пайдалану	Жалпы қолданылады
9	Балқыту сатысынан ыстық газдардан алынған жылуды пайдаланып шихтаны, жарылысты немесе отынды алдын ала қыздыру	Сульфидті кенді/концентратты күйдіру немесе балқыту және басқа да пирометаллургиялық процестер үшін ғана қолданылады
10	Қалдық жылуды қалпына келтіру арқылы бу немесе ыстық суды пайдаланып шаймалау ерітінділерінің температурасын арттыру	Тек алюминий тотығы немесе гидрometаллургиялық процестер үшін қолданылады
11	Электрлік немесе шахталық/домна пешінде түзілетін көміртегі тотығының химиялық энергиясын отын ретінде, металдарды алып тастағаннан кейін, басқа өнеркәсіптік процестерде немесе бу/ыстық су немесе электр энергиясын өндіру үшін пайдалану арқылы қалпына келтіру	СО мазмұны > 10 том үшін қолданылады. пайдаланылған газдардың жалпы көлемінің %. Қолдану мүмкіндігіне сонымен қатар шығарылатын газдардың құрамы және тұрақты ағынның болуы әсер етеді (яғни, сериялық процестер)
12	Қазіргі органикалық көміртегінің құрамындағы энергияны қалпына келтіру үшін оттегі оттығы арқылы ластанған газдарды рециркуляциялау	Жалпы қолданылады
13	Бу және ыстық су құбырлары сияқты жоғары температурада жұмыс істейтін объектілер үшін қолайлы жылу оқшаулау	Жалпы қолданылады
14	Ауа сору жүйесінің іске қосылуын автоматты түрде іске қосатын немесе нақты шығарындыларға байланысты сору жылдамдығын реттейтін басқару жүйелерін пайдалану	Жалпы қолданылады
15	Күкірт қышқылы зауытында пайдаланылатын газды алдын ала қыздыру немесе бу және/немесе ыстық су алу үшін күкірт	Зауыттарға жарамды

	диоксидінен күкірт қышқылын өндіру кезінде түзілетін жылуды пайдалану	түсті металдарды өндіру, оның ішінде күкірт қышқылын немесе сұйық SO <sub>2</sub> алу
--	---	---

### 6.1.3. Технологиялық процесті басқару

#### ЕҚТ 3.

Өндіріс үдерісінің тұрақтылығын қамтамасыз ету. Бір немесе бірнеше әдістемелерді қолдануды қоса алғанда, автоматтандырылған басқару және басқару жүйелерін енгізу.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Пайдаланылатын технологиялық жабдықпен және ластануды қысқартудың қолданылатын әдістерімен айқындалатын талаптарға сәйкес бастапқы материалдарды тексеру және сұрыптау	Жалпы қолданылады
2	Оңтайлы өндеу тиімділігі мен шығарындылар мен қалдықтарды азайту үшін әртүрлі жем материалдарын мұқият араластыру	
3	Шикізатты өлшеу және мөлшерлеу жүйелері	
4	Материалдың берілу жылдамдығын, үдерістің негізгі параметрлерін, соның ішінде дабылдарды, жану жағдайларын және қосымша газ беруді бақылау үшін микропроцессорлық құрылғыларды пайдалану	
5	Температураны, пеш қысымын және газ беруді үздіксіз аспаптық бақылау	
6	Газ температурасы, берілетін реагенттердің саны, қысымның құлауы, электр сүзгідегі ток пен кернеу, ылғалды скруббердегі сұйықтықтың берілу көлемі мен рН, берілетін газдың құрамы сияқты ауаны тазарту қондырғыларында іске асырылатын процестердің сыни параметрлерін бақылау	
7	Жабдықтың бітелуін және ықтимал ақауларын анықтау үшін діріл деңгейін үздіксіз аспаптық бақылау	

8	Күкірт қышқылы зауытына жіберер алдында түтін газдарының құрамындағы тозаң мен сынаптың мөлшерін бақылау	SO <sub>2</sub> өндірісін қоса алғанда, түсті металл зауыттарына қолданылады
9	Ток күшін, кернеуді және электр контактілерінің температурасын үздіксіз аспаптық бақылау	Электролиз процестеріне қолайлы
10	Қызып кету салдарынан металл және металл оксидінің шығарындыларының пайда болуын болғызбау үшін температураны бақылау және реттеу	Агломерациялық және балкыту пештері үшін қолайлы
11	Температураны, бұлыңғырлықты, рН, электр өткізгіштігін және ағын көлемін үздіксіз аспаптық бақылауды қоса алғанда, реагенттердің берілуін және тазарту жабдығының жұмысын бақылау үшін микропроцессорлық құрылғыларды пайдалану	Сарқынды суларды тазарту қондырғылары үшін қолайлы

#### ЕҚТ 4.

Тозаң мен металл шығарындыларын азайту. ЭБЖ құрамдас бөлігі ретінде тозаңды басу және тозаңды жинау жүйелерінің жұмысының тиімділігін қамтамасыз ететін ішкі жүйені қолдау (ЕҚТ 1 қараңыз).

#### 6.1.4. Ұйымдастырылмаған шығарындылар

##### ЕҚТ 5.

Атмосфераға шығарындыларды болғызбау немесе азайту: эмиссияларды мүмкіндігінше кейіннен тазарту арқылы көзге барынша жақын ұстау.

ЕҚТ 6. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының алдын алу немесе азайту: ЭБЖ-нің құрамдас бөлігі ретінде (ЕҚТ 1 -ді қараңыз) ұйымдастырылмаған шығарындылар жөніндегі іс-шаралар жоспарын әзірлеу және іске асыру, оның ішінде келесі әдістерді қолдануды көздейді:

1) ұйымдастырылмаған шығарындылардың неғұрлым ерекше көздерін түгендеу.

2) белгілі бір уақыт аралығында ұйымдастырылмаған шығарындылардың ең типтік көздерінен шығарындылардың алдын алу және азайту үшін тиісті шаралар мен әдістерді анықтау және жүзеге асыру.

ЕҚТ ұйымдастырылмаған тозаң шығарындыларының алдын алуға немесе орынсыз болған жағдайда азайтуға арналған.

##### ЕҚТ 7.

Шикізатты сақтау кезінде пайда болатын ластағыш заттардың ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

p/c		
-----	--	--

№	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Жабық кеңістіктерді немесе контейнерлерді/силостарды пайдалану	Концентраттар, флюостер және т.б. сияқты тозаңды материалдар үшін қолайлы.
2	Қойма алаңдарының үстінен баспаналар салу	Концентраттар, флюостер, қатты отындар, сусымалы материалдар және кокс сияқты тозаңданбайтын материалдарға, сондай-ақ құрамында суда еритін органикалық қосылыстары бар екінші реттік шикізатқа жарамды.
3	Жабық қаптама	Жалпы қолданылады
4	Арықтардың үстінен құрылыстар салу	Жалпы қолданылады
5	Қоспаларды қолдана отырып немесе қолданбай сумен суару	Құрғақ материалдарды немесе тозаңның пайда болуын болғызбау үшін жеткілікті табиғи ылғалдылығы бар кендерді/концентраттарды пайдаланатын процестерге қолданылмайды. Су тапшылығы бар немесе қысқы температура өте төмен аймақтарда да қолдану шектелген.
6	Тозаңды/газды ұстау құрылғыларын тиеу және тасымалдау орындарында орналастыру	Тозаңды материалдар сақталатын орындарда қолданылады
7	Ағып кетуді анықтаудың сенімді жүйелерін пайдалану және толып кетуді болғызбау үшін сигнализациямен контейнерлерді толтыру деңгейін көрсету	Жалпы қолданылады
8	Күкірт қышқылын және басқа да коррозиялық материалдарды екі қабатты резервуарларда немесе екі сыйымдылықты қоршаған ортаға төзімді байламның ішіне орналастырылған резервуарларда сақтау	Жалпы қолданылады
9	Контейнерлер мен жеткізу жүйелерінен кез келген ағып кетулер буманың ішіне орналастырылған ең үлкен ыдыстың көлеміне тең сұйықтық көлемін ұстауға қабілетті байламның ішінде болатындай сақтау алаңдарын жобалау. Сақтау орны қоршалған және сақталған агрессивті материалға ұшырамайтын беті болуы керек.	Жалпы қолданылады

10	Сақтау орнын үнемі тазалау және қажет болған жағдайда ылғалдандыру	Жалпы қолданылады
11	Желдің жылдамдығын азайту үшін желден қорғайтын қондырмаларды, желден қорғайтын жерлерді немесе желдің жағында байлауды пайдалану	Ашық сақтау үшін қолданылады
12	Материалдарды сақтаудың оңтайлы схемасын техникалық мүмкіндіктерге және басқа факторларға байланысты таңдау	Ашық сақтау үшін қолданылады
13	Ашық қоймалардағы дренажда мұнай ұстағыштар мен құм ұстағыштарды қолдану. Мұнай өнімдері болуы мүмкін материалдарды, тақтайшалары бар бетон алаңдарын немесе басқа шектеу құрылғыларын сақтау үшін пайдаланыңыз	Жалпы қолданылады
14	Шағын шығарындыларды болдырмайтын немесе айтарлықтай азайтатын материалдарды жылжытуға арналған механикалық құралдармен жабдықталған ашық алаңдар	Жалпы қолданылады

#### ЕҚТ 8.

Шикізатты өңдеу және тасымалдау кезіндегі ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Жабық конвейерлерді, пневматикалық немесе гидравликалық көлік жүйелерін пайдалану	Жалпы қолданылады
2	Жеткізу пункттерінде, желдеткіштерде, пневматикалық көлік жүйелерінде және тасымалдау конвейерлерінде тасымалдау орындарында тозаң жинау құрылғыларын орнату және оларды газ тазалау жүйесіне қосу	Тозаңды материалдарды пайдаланған кезде қолданылады
3	Ұнтақталған немесе суда еритін материалдарды өңдеу үшін жабық қаптарды немесе барабандарды пайдалану	Жалпы қолданылады



4	Түйіршіктелген материалдарды өңдеу үшін қолайлы контейнер түрлерін пайдалану	Жалпы қолданылады
5	Тиеу және түсіру орындарында материалдарды ылғалдандыру үшін су бүрку	Жалпы қолданылады
6	Тасымалдау қашықтығын азайту	Жалпы қолданылады
7	Конвейер таспаларынан, механикалық күректерден немесе қапсырмалардан құлау биіктігін азайту	Жалпы қолданылады
8	Ашық таспалы конвейерлердің жылдамдығын реттеу (< 3,5 м/с)	Ашық таспалы конвейерлерді пайдалану кезінде қолданылады
9	Материалдардың биіктіктен түсу немесе еркін түсу жылдамдығын азайтыңыз	Ашық таспалы конвейерлерді пайдалану кезінде қолданылады
10	Тасымалдау конвейерлері мен құбырларды жер деңгейінен жоғары қауіпсіз ашық жерлерде орналастыру, ағып кетуді тез анықтау және көліктер мен басқа жабдықтардың зақымдалуын болғызбау. Егер жерасты құбырлары қауіпті емес материалдарды жылжыту үшін пайдаланылса, олардың трассаларының орналасқан жері құжатталуы және тиісті ескерту белгілерімен жер бетінде белгіленуі керек; қауіпсіз қазба жүйелерін қолдану керек.	Жалпы қолданылады
11	Сұйық және сұйытылған газдар үшін разрядтық қосылыстарды автоматты түрде қайта жабу	Жалпы қолданылады
12	Ауыстырылған газдарды жеткізуге қайтару ҰОҚ шығарындыларын азайту үшін құралдар	Жалпы қолданылады
13	Тозаңды материалдарды жеткізу немесе өңдеу үшін пайдаланылатын көліктердің дөңгелектері мен шассилерін жуу	Мұздануға әкелуі мүмкін жағдайларда қолданылмайды
14	Жоспарлы жол тазалау науқандарын өткізу	Жалпы қолданылады
15	Үйлесімсіз материалдарды бөлу	Жалпы қолданылады
16	Процестер арасындағы материал ағындарын азайту	Жалпы қолданылады

ЕҚТ 9.

Ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу немесе азайту: пайдаланылған газдарды ұстау және тазалау үшін тиімділік параметрлерін оңтайландыру. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Шихтаның органикалық ластануын барынша азайту үшін екінші реттік шикізатты алдын ала термиялық немесе механикалық өңдеу	Қайта өңделген материалдарды пайдаланған кезде қолданылады
2	Тозаң жинау жүйелерімен жабдықталған жабық пештерді пайдалану немесе пештерді және басқа технологиялық жабдықтарды сору жүйелерімен жабдықтау	Қауіпсіздік мақсатында қолдану шектелуі мүмкін
3	Тиеу-түсіру пункттерінде пештер мен конвертерлерді газды шығару жүйелерімен жабдықтау	Қауіпсіздік мақсатында қолдану шектелуі мүмкін
4	Тозанды материалдарды шамадан тыс тиеу орындарында тозанды жинау	Жалпы қолданылады
5	Зарядты тиеу және қыздырылған металдан шығу кезінде пайда болатын газдарды ұстау мақсатында сору құрылғылары мен газ құбырларының конструкциясы мен пайдалану технологиясын оңтайландыру; ерітілген сульфидтерді немесе кождарды жабық науалар арқылы беру және жылжыту	Қолданыстағы зауыттар үшін қолдану қолжетімді кеңістік пен бар зауыт схемаларымен шектелуі мүмкін
6	Жүктеу операциялары мен балқымаларды шығару кезіндегі шығарындыларды ұстау үшін пештер/реакторлар үшін құрылыстар салу	Қолданыстағы зауыттар үшін қолдану қолжетімді кеңістік пен бар зауыт схемаларымен шектелуі мүмкін
7	Гидродинамика көрсеткіштері мен компьютерлік зерттеулер негізінде пештен шығатын газдардың ағынын оңтайландыру	Жалпы қолданылады
8	Шикізатты шағын бөліктерде беруге мүмкіндік беретін жүйелерді пайдалану	Қолданылуы шектеулі
9	Ұсталған газдарды газ тазалау жүйелерімен тазалау	Жалпы қолданылады

### 6.1.5. Ауаға шығарылатын шығарындыларды мониторингтеу

ЕҚТ 10.

Нақты көрсеткіштердің технологиялық көрсеткіштерге сәйкестігін бағалау үшін ең аз жеткілікті деректерді беретін ұлттық және/немесе халықаралық стандарттарға сәйкес ластағыш заттардың атмосфераға ұйымдастырылған шығарындыларының мониторингі.

6.2-кесте. Бақыланатын көрсеткіштер

р/с №	Үдеріс атауы	Маркер заттар	Бақыланатын заттар	Мерзімділік
1	2	3	4	5
1	<i>Пирометаллургиялық әдіс (мыс өндіру)</i>			
1.1	Шикізатты қабылдау, сақтау, өңдеу, тасымалдау, мөлшерлеу, араластыру, араластыру, ұсақтау, кептіру, кесу және сұрыптау, сондай-ақ бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінде мыс жоңқаларын пиролитикалық өңдеу	Тозаң ****	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Pb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары	Маркерлі заттар үшін – үнемі *****. Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
1.2	Бастапқы мыс өндірісінде концентратты кептіру	Тозаң, SO <sub>2</sub>	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Pb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап **, NO <sub>x</sub>	Маркерлі заттар үшін – үнемі *****. Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ токсанына кемінде бір рет
1.3	Мыс балқыту зауытында, конвертерде (күкірт қышқылын немесе SO <sub>2</sub> сұйықтығын өндіру зауытына немесе электр станциясына жіберілетін газдарды қоспағанда) бірінші реттік балқыту	Тозаң, SO <sub>2</sub>	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Pb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап **	Маркерлі заттар үшін – үнемі *****. Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ токсанына кемінде бір рет

1.4	Мыс балқыту зауытында, конвертерде және екінші реттік мыстың аралық өнімдерін өңдеуден (күкірт қышқылын немесе SO <sub>2</sub> сұйықтығын өндіру зауытына немесе электр станциясына жіберілетін газдарды қоспағанда) екінші реттік балқыту	Тозаң, ПХДД/Ф <sup>***</sup> , SO <sub>2</sub>	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Pb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап <sup>**</sup> , NO <sub>x</sub>	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup> . Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ тоқсанына кемінде бір рет.
1.5	Екінші реттік мыстың пештегі экспозициясы	Тозаң, ПХДД/Ф <sup>***</sup> , SO <sub>2</sub>	Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Pb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап <sup>**</sup> , NO <sub>x</sub>	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup> . Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ тоқсанына кемінде бір рет.
1.6	Анодты пеш (бірінші және екінші реттік мыс өндірісінде)	Тозаң, ПХДД/Ф <sup>*,**</sup>	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Pb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап <sup>2</sup> , NO <sub>x</sub>	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup> . Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ тоқсанына кемінде бір рет.
1.7	Анодтарды құю (бірінші және екінші реттік мыс өндірісінде)	Тозаң, ПХДД/Ф <sup>*,**</sup>	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, сынап <sup>2</sup>	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup> . Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ тоқсанына кемінде бір рет.
			As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup>

1.8	Мыс балқыту пеші	Тозан, SO <sub>2</sub> , ПХДД/ Ф <sup>*,***</sup>	ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Рb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап <sup>2</sup>	Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ токсанына кемінде бір рет.
1.9	Мыс жоңқаларын пиролитикалық өңдеу, сонымен қатар екінші реттік шикізатты кептіру, балқыту және балқыту	ҰОҚ, ПХДД/Ф <sup>***</sup> , SO <sub>2</sub>	As ретінде берілген күшән және оның қосылыстары, Cd ретінде берілген кадмий және оның қосылыстары, Cu ретінде берілген мыс және оның қосылыстары, Рb ретінде берілген қорғасын және оның қосылыстары, сынап <sup>**</sup> , NO <sub>x</sub>	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup> . Бақыланатындар үшін – ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ токсанына кемінде бір рет.
1.10	Электролиз		Күкірт қышқылы	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
1.11	Технологиялық газдардан күкірт диоксидін кәдеге жарату	SO <sub>2</sub>	Күкірт қышқылы	Маркерлі заттар үшін – үнемі <sup>*****</sup> . Бақыланатындар үшін - ӨЭБ бағдарламасы бойынша, бірақ токсанына кемінде бір рет.
2	<i>Гидрометаллургиялық әдіс</i>			
2.1	Еріткіш экстракция		ҰОҚ	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
3	<i>Бағалы металдар өндіру</i>			
3.1	Ұсақтау, іріктеу, араластыру, балқыту, өртеу, күйдіру, кептіру және тазарту		пыль	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
3.2	Азот қышқылымен еріту/шаймалау		NO <sub>x</sub>	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет

3.3	Доре балқыту және металлургиялық зауыты, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары		SO <sub>2</sub>	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
3.4	Гидрометаллургиялық өндіріс, соның ішінде дымқыл скрубберді пайдалана отырып, өртеу, күйдіру және кептіру бойынша операциялар		SO <sub>2</sub>	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
3.5	Гидрометаллургиялық өндіріс, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары		HCl және Cl <sub>2</sub>	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
3.6	Аммиак немесе аммоний хлориді қолданатын гидрометаллургиялық өндіріс		NH <sub>3</sub>	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет
3.7	Құрамында органикалық қосылыстар, галогендер немесе басқа ПХДД/Ф прекурсорлары болған кезде кептіру, күйдіру және күйдіру		ПХДД/Ф	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес
3.8	Құрамында сынап бар шикізатты қолданатын пирометаллургиялық процестер		Сынап **	Ө Э Б бағдарламасына сәйкес, бірақ кем дегенде токсанына бір рет

\* – екінші реттік балқытуда

\*\* - егер шикізатта болса

\*\*\* – бақылау жиілігі жылына 1 рет

\*\*\*\* - Ыстық судың көлемі 10000 нм 3 /сағ төмен шикізатты сақтау және өңдеу кезінде тозаң шығарындыларының көздері үшін бақылау технологиялық регламенттің талаптары негізінде жанама параметрлерді өлшеуге негізделуі мүмкін.

\*\*\*\*\* - Үздіксіз өлшеулер ауа шығарындыларының көздері үшін қолданылады ( жылына 500 т-дан астам). ЕҚТ үздіксіз өлшеуді қолдану мүмкін болмаған жағдайда – тоқсанына 1 рет.

Үздіксіз (тұрақты) өлшеулер үшін, егер өлшеу нәтижелерін бағалау күнтізбелік жылда келесі шарттар орындалғанын көрсетсе, эмиссияның шекті мәндері орындалды деп саналады:

1) рұқсат етілген орташа айлық шығарындылардың тиісті шекті мәндерінен аспайды;

2) рұқсат етілген орташа күндік шығарындылардың тиісті шекті мәндерінің 1 10 %-ынан аспайды;

3) барлық рұқсат етілген жылдық орташа сағаттық көрсеткіштердің 95 %-ы олардың тиісті шығарындыларының шекті мәндерінің 200 %-ынан аспайды;

Үздіксіз өлшеулер болмаған жағдайда, егер өлшеулердің әрбір сериясының немесе құзыретті органдар белгілеген ережелерге сәйкес айқындалатын басқа да рәсімдердің нәтижелері шығарындылардың шекті мәндерінен аспаса, эмиссияның шекті мәндері орындалды деп есептеледі.

#### 6.1.6. Сынап шығарындылары

##### ЕҚТ 11.

Құрамында сынап бар шикізатты пайдалана отырып, пирометаллургиялық процестерден сынап шығарындыларын азайтуға ұсынылған әдістердің бірі арқылы қол жеткізуге болады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Құрамында сынап мөлшері төмен шикізатты пайдалану, оның ішінде шикізаттан сынапты алу үшін жеткізушілермен бірлесіп жұмыс істеу арқылы	Жалпы қолданылады
2	Тозаңды сүзумен бірге адсорбенттерді (мысалы, белсендірілген көмір, селен) пайдалану	
3	Ылғалды ұстау, содан кейін сынап сорбциясы немесе тұндыру және сынапты тасымалдау ерімейтін қосылыстарға айналады	
4	Шикізат жеткізушілерімен ынтымақтастық шикізаттан сынапты алу	

6.3-кесте. Құрамында сынап бар шикізатты пайдалана отырып, пирометаллургиялық процесс нәтижесінде сынап атмосферасына шығарындылардың технологиялық көрсеткіштері (күкірт қышқылын өндіру жөніндегі зауытқа жіберілетіндерден басқа)

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштер
1	2	3	4
1	Сынап және оның қосылыстары Hg	мг/Нм <sup>3</sup>	0.01 – 0.05*

\*

1) - орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа.

2) - Ассортименттің төменгі шегі тозаңды сүзумен бірге адсорбенттерді (мысалы, белсендірілген көмір, селен) пайдаланумен байланысты.

### 6.1.7. Азот тотықтарының шығарындылары

ЕҚТ 12.

Пирометаллургиялық процестерден атмосфераға NO және NO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Төмен NO <sub>x</sub> қыздырғыштары
2	Оттегі отындары
3	Оттегімен байытылған ауа
4	Мұнай-газ қыздырғыштары
5	Оттегі отындық оттықтар жағдайында түтін газының рециркуляциясы (жалын температурасын төмендету үшін оттық арқылы кері)

### 6.1.8. Су объектілеріне ластағыш заттардың төгілуі және оларды мониторингтеу

ЕҚТ 13

Сарқынды сулардың пайда болуының алдын алу немесе азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Пайдаланылған және ағызылатын су көлемін бақылау	Жалпы қолданылады



2	Жуу үшін пайдаланылатын су үдерісіне оралу (соның ішінде анодтар мен катодтарды жуу)	Жалпы қолданылады
3	Ылғалды электросүзгілер мен дымқыл скрубберлерден шыққан сарқынды сулардың әлсіз қышқылдарын қайта пайдалану	Сарқынды сулардағы металдар мен қатты заттардың құрамына байланысты қолданылады
4	Жерүсті сарқынды суларды қайта пайдалану	Жалпы қолданылады
5	Суды қайта өңдеу жүйелерін пайдалану	Жалпы қолданылады
6	Сарқынды суларды тазарту қондырғысы арқылы өтетін суды қайта пайдалану	Тұздың құрамына байланысты қолданылады
7	Қожды түйіршіктеуден алынған сарқынды суларды қайта пайдалану	Сарқынды сулардағы металдар мен қатты заттардың құрамына байланысты қолданылады

#### ЕҚТ 14.

Нақты көрсеткіштердің технологиялық көрсеткіштерге сәйкестігін бағалау үшін ең аз жеткілікті деректерді беретін ұлттық және/немесе халықаралық стандарттарға сәйкес ластағыш заттардың эмиссияларын мониторингтеу.

#### 6.4-кесте. Сарқынды сулардағы бақыланатын көрсеткіштер тізімі

р/с №	Показатель	Мыс өндірісі	Алтын өндіру
1	2	3	4
1	Меркурий	+	+
2	Темір	+	+
3	Қорғасын	+	+
4	Цинк	+	+
5	Күшән	+	+
6	Кадмий	+	+
7	Мыс	-	+

#### ЕҚТ 15.

Сарқынды сулардағы ластағыш заттардың шығарындыларын азайту: металдар мен сульфаттарды жою үшін мыс өндірісінің сарқынды суларын тазарту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	химиялық тұндыру	Жалпы қолданылады
2	тұндыру	Жалпы қолданылады
3	Белсендірілген көмірді сүзу	Жалпы қолданылады

6.5-кесте. Мыс және бағалы металдар өндірісіндегі ЕҚТ байланысты су объектісіне төгілу технологиялық көрсеткіштері

p/c №	Мән (мг/л) (күнделікті орташа)		
	Параметр	Өнімдер	
		Мыс	Бағалы металдар
1	2	3	4
1	Күміс	-	≤ 0.6
2	Күшән	≤ 0.1 ( <sup>1</sup> )	≤ 0.1
3	Кадмий	0.02 – 0.1	≤ 0.05
4	Мыс	0.05 – 0.5	≤ 0.3
5	Меркурий	0.005 – 0.02	≤ 0.05
6	Қорғасын	≤ 0.5	≤ 0.5
7	Цинк	≤ 1	≤ 0.4

\* - Қондырғыға түсетін күшәннің жалпы мөлшері жоғары болған жағдайда, мәні 0,2 мг/л дейін болуы мүмкін.

### 6.1.9. Шу

#### ЕҚТ 16

Шу деңгейін төмендету үшін технологияны пайдалану. ЕҚТ - бұл бір немесе бірнеше әдісті қолдану.

p/c №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Шу көзін бөгеу үшін бөгеттерді пайдалану	Жалпы қолданылады
2	Шулы қондырғылардың немесе дыбыс сіңіретін құрылымдары бар бөлшектердің дыбыс оқшаулауы	Жалпы қолданылады
3	Жабдық үшін дірілге қарсы тіректер мен қосқыштарды пайдалану	Жалпы қолданылады
4	Шулы жабдықты бағдарлау	Жалпы қолданылады
5	Дыбыс жиілігін өзгерту	Жалпы қолданылады

### 6.1.10. Иіс

#### ЕҚТ 17.

Иіс деңгейін төмендету технологиясын пайдалану. ЕҚТ - бұл бір немесе бірнеше әдісті қолдану.

p/c №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Иісі бар материалдарды дұрыс сақтау және өңдеу	Жалпы қолданылады

2	Иісі бар материалдарды пайдалануды азайту	Жалпы қолданылады
3	Әртүрлі иістерді тудыруы мүмкін кез келген жабдықты мұқият жобалау, пайдалану және техникалық қызмет көрсету	Жалпы қолданылады

## 6.2. Мыс өндірісіндегі ЕҚТ

### 6.2.1. Екінші реттік шикізатты пайдалану

#### ЕҚТ 18.

Екінші шикізатты пайдаланудан мыс шығымдылығын арттыру. ЕҚТ келесі әдістердің біреуін немесе бірнешеуін қолдану болып табылады:

р/с №	Техника
1	2
1	Үлкен көрінетін құрамдастарды қолмен бөлу
2	Қара металдарды магниттік бөлу
3	Оптикалық немесе құйынды токты бөлу
4	Әртүрлі металдық және металл емес компоненттердің салыстырмалы тығыздығы бойынша бөлу (тығыздығы басқа сұйықтықты немесе ауаны пайдалану)

### 6.2.2. Энергия тиімділігі

#### ЕҚТ 19.

Мыстың бастапқы өндірісінде энергияны пайдалану тиімділігін арттыру. ЕҚТ бір немесе бірнеше техниканы қолданудан тұрады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Балқыту процестерінен жылу беру компоненттеріне дейін ыстық технологиялық газдарды пайдалану	Білік пештері үшін
2	Бастапқы балқыту немесе конверсиялау сатыларында пайда болған артық жылуды пайдалану	Жалпы қолданылады
3	Балқыту пешімен концентрат энергиясын пайдалануды оңтайландыру	Тек жаңа қондырғыларға және бұрыннан бар қондырғыларды күрделі жөндеуге қолданылады
4	Тасымалдау және сақтау кезінде концентраттарды жасыру	Жалпы қолданылады
5	Кептіру сияқты басқа процестер үшін каскадтағы анодты	Жалпы қолданылады

	пештердің газдарының жылуын пайдалану	
--	---------------------------------------	--

### ЕҚТ 20.

Мысты екінші реттік өндіруде энергияны пайдалану тиімділігін арттыру. ЕҚТ бір немесе бірнеше техниканы қолданудан тұрады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Пешке жіберілетін материалдардың ылғалдылығын азайту	Қолдану шығарындыларды азайтудың жасырын әдісі ретінде материалдарды сулау қолданылатын жағдайлармен шектеледі
2	Анодты пештің артық жылуын пайдалану арқылы энергия өндіру	Экономикалық маңызды сұраныс болған жағдайда қолданылады
3	Балқыту немесе балқыма сынықтарына айналдыру кезінде пайда болатын артық жылуды пайдалану	Жалпы қолданылады
4	Технологиялық цикл кезеңдері арасында пеште жоғары температураны ұстап тұру	Балқыма буферлік резервуарды толтыру қажет болған кезде, тек үзіліс режимінде жұмыс істейтін пештер үшін қолданылады.
5	Мұнай өңдеу кондырғыларында электролиттерді қыздыру және/немесе біріктірілген жылу және электр станцияларында электр энергиясын өндіру үшін балқытудан артық жылуды қалпына келтіру арқылы бу өндіру	Буға экономикалық негізделген сұраныс болған кезде қолданылады
6	Балқыту сатыларынан келетін ыстық технологиялық газдармен пешті алдын ала қыздыру	Тек шахталы пештер үшін қолданылады

### ЕҚТ 21.

Электр тазарту және электролиттік экстракция операцияларында энергияны тиімді пайдалану. ЕҚТ төмендегі әдістердің тіркесімін қолданудан тұрады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Электролиз жасушаларының жылу оқшаулауын және жабуын қолдану	Жалпы қолданылады
2	Электролитке беттік белсенді заттардың қосылуы	Жалпы қолданылады
3	Келесі параметрлерді оңтайландыру арқылы кастрюль ұяшықтарының дизайнын жақсарту: анодтар мен катодтар арасындағы қашықтық, анод	Тек жаңа зауыттар үшін және жұмыс істеп тұрған зауыттарды

	конфигурациясы, ток тығыздығы, электролит құрамы және температура	толық модернизациялау үшін ғана қолданылады
4	Тот баспайтын болат немесе титан катодты негізді пайдалану	Тек жаңа зауыттар үшін және жұмыс істеп тұрған зауыттарды толық модернизациялау үшін ғана қолданылады
5	Ваннадағы электродтарды дәл орналастыру үшін автоматтандырылған катодты/анодты өзгерту	Тек жаңа зауыттар үшін және жұмыс істеп тұрған зауыттарды толық модернизациялау үшін ғана қолданылады
6	Электродтардың берілген геометриялық параметрлерін және анодтар салмағының дәлдігін қамтамасыз ету мақсатында қысқа тұйықталуларды анықтау және сапаны бақылау	Жалпы қолданылады

### 6.2.3. Атмосфераға шығарылатын шығарындылар

#### ЕҚТ 22.

Бастапқы мыс өндірісіндегі пештер мен қосалқы қондырғылардан ауаға екінші реттік шығарындыларды азайту және ластануды бақылау жүйесінің жұмысын оңтайландыру үшін ЕҚТ орталықтандырылған түтін газдарын тазарту жүйесінде екінші реттік шығарындыларды жинау, араластыру және өңдеу болып табылады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Екінші реттік шығарындылар ағындардың әрқайсысында болатын ластағыш заттарды тиімді өңдеуге арналған түтін газдарын тазартудың бірыңғай орталықтандырылған жүйесінде жиналады, араластырылады және өңделеді. Химиялық жағынан үйлесімсіз ағындардың араласпауын қамтамасыз ету және әртүрлі жиналған ағындар арасында қажетсіз химиялық реакцияларды болғызбау үшін мұқият болу керек.	Дизайн ерекшеліктері мен қондырғылардың орналасуына байланысты қолданыстағы қондырғылар үшін шектелген

#### 6.2.3.1. Ұйымдастырылмаған шығарындылар

#### ЕҚТ 23.

Бастапқы және екінші реттік материалдарды алдын ала өңдеуден (араластыру, кептіру, илеу, гомогенизациялау, сұрыптау және түйіршіктеу) кезіндегі ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с		
-----	--	--

№	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Жабық конвейерлер немесе пневматикалық тасымалдау жүйелерін пайдалану	Тозаңды материалдар үшін қолайлы
2	Жабық бөлмелерде тозаңды материалдарды араластыру	Жалпы қолданылады. Қолданыстағы зауыттар үшін үлкен кеңістіктердің қажеттілігіне байланысты қолдану қиын болуы мүмкін
3	Су зеңбіректер, шашырату жүйелері арқылы тозаңды басатын жүйелерді қолдану	Ол материалдарды ашық ауада араластыру кезінде қолданылады. Құрғақ материалдарды қажет ететін процестерге қолданылмайды. Су тапшылығы бар немесе қысқы температура өте төмен аймақтарда да қолдану шектелген.
4	Шығарылған газдарды ұстау жүйесімен жабдықталған тозаңды материалдармен жұмыс істеу үшін жабық жабдықты пайдалану	Жалпы қолданылады
5	Шығару жүйелерін тозаң мен газ жинау жүйесімен бірге пайдалану	Жалпы қолданылады

#### ЕҚТ 24.

Бастапқы және екінші реттік мыс балқыту зауыттарындағы зарядтау, балқыту және бұрғылау пештерінен, сондай-ақ қыздыру және балқыту пештерінен шығатын ұйымдастырылмаған шығарындылардың алдын алу немесе азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Шикізатты брикеттеу және түйіршіктеу	Тек түйіршіктелген шикізатты пайдалануға арналған процестер мен пештерге қолданылады
2	Пеш пен түтін арналарын вакуумда және қысымның пайда болуын болғызбау үшін жеткілікті газды шығару жылдамдығында пайдалану	Жалпы қолданылады
3	Шикізаттың тең үлестермен жеткізілуін қамтамасыз ететін жүйелер	Жалпы қолданылады
4	Шығарылған газдарды қалпына келтіру және тазарту жүйесімен бірге тиеу және шығару нүктелеріндегі сорғыштар/паналар	Жалпы қолданылады

5	Пешті желдетілетін корпусқа орналастыру	Жалпы қолданылады
6	Пешті қымталау	Жалпы қолданылады
7	Пештегі температураны қажетті ең төменгі деңгейде ұстау	Жалпы қолданылады
8	Айнымалы қуатты сору жүйелері	Жалпы қолданылады
9	Жабық бөлмелер басқа ұйымдастырылмаған шығарындыларды ұстау әдістерімен біріктірілген	Жалпы қолданылады
10	Пештің түріне және қолданылатын шығарындыларды азайту әдістеріне сәйкес шикізатты таңдау және жеткізу	Жалпы қолданылады
11	Айналмалы анодты пеште қақпақтарды қолдану	Жалпы қолданылады
12	Жабық тиеу жүйесі, мысалы, тозаң мен газды тазарту жүйесімен біріктірілген ауа сору жүйесімен жабдықталған бір реактивті оттық, есік тығыздағыштары, жабық конвейерлер немесе фидерлер	Реактивті оттық тек балқыту пештері үшін қолданылады
13	Білік/домна пештері үшін қос қоңыраулы тиеу жүйесі	Жалпы қолданылады

## ЕҚТ 25.

Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінде конвертерлік пештерден, оның ішінде Пирс-Смит пештерінен шығатын ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Пеш пен түтін арналарын вакуумда және қысымның пайда болуын болғызбау үшін жеткілікті газды шығару жылдамдығында пайдалану
2	Бастапқы шығатын газдарды жинау үшін ашылатын түрлендіргіштің үстіндегі бастапқы сорғыш
3	Сорғыш арқылы материалдарды қосу немесе балқымаға үрлеу
4	Пешті тиеу және одан металды босату кезінде негізгі сорғышты толықтыратын екінші реттік сорғыштар мен аспирациялық қалқандар жүйесі
5	Пешті үй ішінде орналастыру
6	Конвертерді жылжитқан кезде газдың шығуын болдырмайтын қуатты сору жүйелері және автоматтандырылған басқару элементтері
7	Оттегімен байыту

8	Жоғары сору жүйелері және түрлендіргіштің " жүктемесі" немесе "жүктелуі" кезінде жарылудың алдын алу үшін автоматты басқару.
---	--

### ЕҚТ 26.

Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісіндегі Хобокен конвертерлік пешінен шығатын ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Жүктеу, түсіру және бұру операциялары кезіндегі пеш пен газ жолының теріс қысымдағы жұмысы
2	Оттегімен байыту
3	Жұмыс кезінде жабық қақпақтары бар мойын
4	Қуатты сору жүйелері

### ЕҚТ 27.

Штейнді конверсиялау процесінің ұйымдастырылмаған шығарындыларын азайту тоқтатылған балқыту пешін пайдалану болып табылады.

Тек жаңа қондырғыларға немесе қолданыстағы қондырғыларды айтарлықтай жаңартуға қолданылады.

### ЕҚТ 28.

Екінші реттік мыс өндірісінде жоғарыдан үрленетін айналмалы конвертерлерден шығатын ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Пеш пен түгін арналарын вакуумда және қысымның пайда болуын болғызбау үшін жеткілікті газды шығару жылдамдығында пайдалану	Жалпы қолданылады
2	Оттегімен байыту	Жалпы қолданылады
3	Жабық ғимаратта орналасқан, тиеу және желдету кезіндегі ұйымдастырылмаған шығарындыларды жинау және тазарту жүйесіне тасымалдау технологияларымен біріктірілген пеш.	Жалпы қолданылады
4	Бастапқы шығатын газдарды жинау үшін ашылатын түрлендіргіштің үстіндегі бастапқы сорғыш	Жалпы қолданылады



5	Сорғыш арқылы материалдарды қосу	Жалпы қолданылады
6	Қуатты сору жүйесі	Жалпы қолданылады
7	Тазалау жүйесіне тиеу операцияларынан шығарындыларды жинауға және жоюға арналған сорғыштар	Модернизацияға жарамды

### ЕҚТ 29.

Қож флотациясы арқылы мыс өндіруден ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Қожды өңдеу, сақтау және ұнтақтау кезінде су бүрку сияқты тозанды басу әдістері
2	Ұнтақтау және флотация суды пайдалану арқылы жүзеге асырылады
3	Жабық құбырдағы гидротранспортты пайдалана отырып, флотациялық қалдықтарды соңғы қоймаға тасымалдау
4	Қожды силостағы сумен салқындату немесе құрғақ жерлерде тозанды басу үшін әк сүті сияқты агенттерді пайдалану
5	Шұңқырдағы су деңгейін ұстап тұру немесе құрғақ жерлерде әк сүті сияқты тозанды басатын заттарды пайдалану

### ЕҚТ 30.

Мысқа бай қождарды өңдеуден шығатын ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Қожды өңдеу, сақтау және ұнтақтау кезінде су бүрку сияқты тозанды басу әдістері
2	Пештің вакуумда жұмыс істеуі
3	Пешті қымталау
4	Газ тазалау жүйесіне шығатын газдар шығарындыларын жинау және беру үшін жабындарды, тұйық бөлмелерді және сору шатырларын пайдалану
5	Жабық шұңқыр

### ЕҚТ 31.

Мыстың бастапқы және екінші реттік өндірісінде анодты құюдан ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту: құю шелегінің үстінде және сору жүйесімен жабдықталған сору қолшатырларының құю карусельінің үстінде пайдалану.

### ЕҚТ 32.

Электролизерлерден ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканың комбинациясын қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Беттік белсенді заттардың қосылуы	Жалпы қолданылады
2	Электролиз ванналарында қақпақтарды және газды тазалау жүйесіне буды бұру үшін сорғышты пайдалану	Технология талаптарына сәйкес температураны қажетті жұмыс деңгейінде (шамамен 60 - 65 °С) ұстап тұру үшін олар жабық күйде қалуы қажет жағдайларды қоспағанда, электролиз ванналарына қолданылады.
3	Ерітінділерді тасымалдау үшін жабық резервуарлар мен құбырларды пайдалану	Жалпы қолданылады
4	Катодты аршу машиналарының жуу камераларында және анодты кір жуғыш машиналарда түзілетін аэрозольдерді алу	Жалпы қолданылады

### ЕҚТ 33.

Мыс қорытпаларын құю процесінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Шығарындыларды жинау және тазарту жүйесіне беру үшін қорғаушыларды немесе қаптамаларды пайдалану
2	Ұстағыш және құю пештерінде балқыма жабындысын қолдану
3	Қуатты сору жүйесі

### ЕҚТ 34.

Қышқылсыз және қышқылды уландыру кезінде ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Тұндырғышты тұйық контурда жұмыс істейтін изопропанол ерітіндісімен қымталау	Катанканы үздіксіз үдерісі кезінде ғана қолданылады
2	Шығарындыларды жинау және тазалау жүйесіне беру үшін улау желісін қымталау	Үздіксіз жұмыс кезінде тек қышқылды улау үшін қолданылады

Катанканы улаудың үздіксіз процесі кезінде ғана қолданылады.

### 6.2.3.2. Ұйымдастырылған шығарындылар

#### ЕҚТ 35.

Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінде шикізатты қабылдау, сақтау, өңдеу, тасымалдау, есепке алу, араластыру, ұнтақтау, кептіру, кесу және сұрыптау кезіндегі тозаң мен металл шығарындыларын азайту: бір немесе бірнеше газ тазарту қондырғыларын пайдалану. Бұл әдістер және олардың көмегімен қол жеткізуге болатын шығарындылар деңгейлері мәжбүрлі желдету жүйелерімен жабдықталған көздер үшін белгіленеді.

6.6-кесте. Шикізатты қабылдау, сақтау, өңдеу, тасымалдау, есепке алу, араластыру, ұнтақтау, кептіру, кесу және сұрыптау кезіндегі тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5

\*

1) Іріктеу кезеңіндегі орташа

2) 2021 жылғы 01 шілдеге дейін пайдалануға берілген кәсіпорындар үшін  $\leq 20$  мг/Нм<sup>3</sup>

3) Ауыр металдардың шығарындылары келесі деңгейден асатын болса, тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегінде болады деп күтілуде: қорғасын үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, мыс үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, күшән үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>, кадмий үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>.

#### ЕҚТ 36.

Бастапқы мыс өндірісінен кептіру концентратынан тозаң мен металл шығарындыларын азайту: қапшық сүзгіні қолдану.

Қолдану мүмкіндігі

Концентраттарда органикалық көміртегінің мөлшері жоғары болған жағдайда (мысалы, салмағы шамамен 10 %) қап сүзгілері қолданылмауы мүмкін (қаптардың бітелуіне байланысты) және басқа әдістер (мысалы, ESP) қолданылуы мүмкін.

6.7-кесте. Концентратты кептіру кезіндегі тозаңды шығарудың технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	3 - 5

\*

1) Орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән.

2) Егер пайдаланылған концентраттарда органикалық көміртегі жоғары болса ( шамамен 10 масса %), концентрация 10 мг/Нм<sup>3</sup> жетуі мүмкін.

3) Ауыр металдардың шығарындылары келесі деңгейден асатын болса, тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегінде болады деп күтілуде: қорғасын үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, мыс үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, күшән үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>, Кадмий үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>.

### **ЕҚТ 37.**

Пештер мен конвертерлерде (күкірт қышқылы зауытына жіберілетіндерден басқа) бастапқы мыс балқыту кезіндегі ұйымдасқан тозаң шығарындыларын азайту: қапшық сүзгіні және/немесе ылғалды тазартқышты пайдалану.

6.8-кесте. Пештер мен конвертерлерде мыс балқыту кезіндегі тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5

\*

1) Орташа тәуліктік мән

2) Ауыр металдардың шығарындылары келесі деңгейден асатын болса, тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегінде болады деп күтілуде: қорғасын үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, мыс үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, күшән үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>, Кадмий үшін 0,05 Нм<sup>3</sup>.

### **ЕҚТ 38.**

Пештерде және конвертерлерде екінші реттік мыс балқыту және екінші реттік мыстың аралық өнімдерін өңдеу кезінде тозаң мен металдардың (күкірт қышқылы зауытына жіберілетіндерден басқа) реттелетін шығарындыларын азайту: қап сүзгіні пайдалану.

6.9-кесте. Тозаңды шығарудың технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Пыль общая	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5

\*

1) Орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән

2) Ауыр металдардың шығарындылары келесі деңгейден асатын болса, тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегінде болады деп күтілуде: қорғасын үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, мыс үшін 1 мг/Нм<sup>3</sup>, күшән үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>, кадмий үшін 0,05 мг/Нм<sup>3</sup>.

### ЕҚТ 39.

Мысты қайта өңдеу пешінен шығатын тозаң мен металдардың шығарындыларын азайту: қапшық сүзгіні пайдалану.

6.10-кесте. Қайталама мысты ұстауға арналған пештен тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	≤5

\* таңдау кезеңіндегі орташа мән

### ЕҚТ 40.

Мыс мөлшері жоғары қожды өңдеу кезінде ұйымдастырылған тозаң мен металл шығарындыларын азайту: қап сүзгісін немесе скрубберді электр сүзгімен бірге пайдалану.

6.11-кесте. Қожды өңдеу кезіндегі тозаң шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5

\*

1) Таңдау кезеңіндегі орташа мән

2) Қорғасынның шығарындылары 1 мг/Нм<sup>3</sup> асқан кезде тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегінде болады деп күтілуде.

### ЕҚТ 41.

Мыс анодтарының бастапқы және екінші реттік өндірісінен тозаң мен металдардың басқарылатын шығарындыларын азайту: ЭСШҰ бірге қапшық сүзгіні немесе скрубберді пайдалану.

6.12-кесте. Мыс анодтарының бастапқы және екінші реттік өндірісіндегі шығарындылардағы тозаңның технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	мг/Нм <sup>3</sup>	2 - 5

\*

1) Орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән

2) Ауыр металдардың шығарындылары келесі деңгейден асатын болса, тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегінде болады деп күтілуде: қорғасын үшін  $1 \text{ мг/Нм}^3$ , мыс үшін  $1 \text{ мг/Нм}^3$ , күшән үшін  $0,05 \text{ мг/Нм}^3$ , Кадмий үшін  $0,05 \text{ мг/Нм}^3$ .

#### **ЕҚТ 42.**

Мыс өндіру кезінде анодты құюдан тозаң мен металдардың ұйымдасқан шығарындыларын азайту: қап сүзгісін немесе шық нүктесіне жақын суы бар газдар, дымқыл скруббер немесе тамшы қаққышты пайдалану.

#### **6.13-кесте. Анодты құюдан шығатын тозаңның технологиялық көрсеткіштері**

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	$\text{мг/Нм}^3$	$\leq 5 - 15^{(1)(2)}$

\*

- 1) орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән
- 2) диапазонның төменгі шегі қапшық сүзгісін пайдаланумен байланысты

#### **ЕҚТ 43.**

Мыс балқыту зауытынан басқарылатын тозаң шығарындыларын азайту: шикізатты пештің түріне және пайдаланылатын ластануды бақылау жүйесіне және қап сүзгіні пайдалануға сәйкес таңдау және жеткізу.

#### **6.14-кесте. Мыс балқыту пешінен шығатын тозаңдардың технологиялық көрсеткіштері**

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері*
1	2	3	4
1	Жалпы тозаң	$\text{мг/Нм}^3$	2 - 5

\*

- 1) Орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән
- 2) Мыс шығарындылары  $1 \text{ мг/Нм}^3$  асқан кезде тозаң шығарындылары диапазонның төменгі шегіне жақынырақ болады деп күтілуде.

#### **6.2.3.3. Органикалық қосылыстардың шығарындылары**

#### **ЕҚТ 44.**

Екінші реттік шикізатты кептіру, майсыздандыру және балқыту кезінде, сондай-ақ мыс жоңқаларын пиролитикалық өңдеу кезінде ауаға органикалық қосылыстардың шығарылу қаупін азайту. Бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі

1	2	3
1	Оттықтан кейінгі немесе кейінгі күйдіргіш немесе регенеративті термиялық тотықтырғыш	Қолдану мүмкіндігі өңделетін газдардың энергия мазмұнымен шектеледі, өйткені энергиясы төмен газдар көбірек отынды қажет етеді.
2	Қап сүзгісімен біріктірілген адсорбент инъекциясы	Жалпы қолданылады
3	Бар шикізатқа сәйкес пешті жобалау және ластануды бақылау әдістері	Тек жаңа пештерге немесе бұрыннан бар пештердің күрделі жаңартуларына қолданылады
4	Пештің түріне және қолданылатын ластануды бақылау әдістеріне сәйкес шикізатты таңдау және жеткізу	Жалпы қолданылады
5	Пештің жоғары температурасында (>1000 °С) ҰОҚ термиялық жойылуы	Жалпы қолданылады

6.15-кесте. Мыс жоңқаларын пиролизикалық өңдеу кезінде, сондай-ақ қайталама шикізатты кептіру, майсыздандыру, балқыту кезінде ұшпа органикалық қосылыстар шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері *
1	2	3	4
1	ҰОҚ	мг/Нм <sup>3</sup>	3 - 30

\*

- 1) Іріктеу кезеңіндегі орташа тәуліктік мән немесе орташа мән.
- 2) Диапазонның төменгі шегі регенеративті термиялық тотықтырғышты қолдануға байланысты.

Мониторинг ЕҚТ 10 -ға сәйкес жүргізілуі керек.

#### **ЕҚТ 45.**

Гидрометаллургиялық мыс өндірісінде еріткіш экстракциясынан органикалық шығарындыларды азайту. Төмендегі әдістерді қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Төменгі бу қысымында реагентпен (еріткішпен) өңдеу
2	Жабық араластырғыш цистерналар, жабық тұндырғыштар және жабық резервуарлар сияқты жабық жабдықтар

#### **ЕҚТ 46.**

Қайталама мысты балқыту, қорыту, тазарту және конвертерлік балқыту кезінде ауаға полихлордибензодиоксиндер/фурандар шығару қаупін азайту: техниканың бір немесе бірнеше комбинациясын қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Шикізатты пештің сипаттамаларына және қолданылатын әдістерге сәйкес таңдау
2	Жанудың оңтайлы параметрлерін таңдау
3	Шағын бөліктерде шикізатты жеткізуді қамтамасыз ететін жүйені пайдалану
4	Жоғары температурада (> 850 °С) пеште ПХДД/Ф термиялық деградациясы
5	Ішкі оттық жүйесін пайдалану
6	Камералар мен оттықтарды пайдалану
7	>250 <sup>0</sup> газдар шығарылатын түтін мұржаларында тозаңның жиналуын болдырмаңыз.
8	Жылдам салқындату
9	Тиімді тозаң жинау жүйесімен біріктірілген адсорбент инъекциясы

Техниканың сипаттамасы:

1) шикізат қажетті өнімділік мәндеріне қол жеткізу үшін пайдаланылатын пеш пен шығарындыларды бақылау жүйесі жем қоспасындағы ластағыш заттарды қажетті ұстауды қамтамасыз ете алатындай етіп таңдалуы керек.

2) жану жағдайларын оңтайландыру бойынша іс-әрекеттер: ауадағы оттегінің көміртегі бар компоненттермен қажетті араласуын қамтамасыз ету, газдардың температурасын және ПХДД/Ф құрамына кіретін органикалық көміртекті тотықтыруға қажетті жанасу уақытын бақылау.

3) жүктеу кезінде пештің салқындатылуын азайту үшін шикізатты жартылай жабық пештерге шағын бөліктерде беру. Бұл газдың жоғары температурасын сақтауға мүмкіндік береді және ПХДД/Ф түзілуін болдырмайды.

4) шығарылған газ оттық жалынынан өтеді және органикалық көміртегі оттегімен қосылып, CO<sub>2</sub> түзеді.

5) 250 °С жоғары тозаңның болуы ПХДД/Ф түзілуіне ықпал етеді.

6) түтін газының температурасының жылдам төмендеуі ПХДД/Ф қайта түзілуіне жол бермейді

Әдістер 5.2.3.2 бөлімінде сипатталған.

6.16-кесте. Мыс чиптерінің пиролизінен, балқытудан, отпен өңдеуден және екінші реттік мыс өндірісіндегі конверсиядан болатын ПХДД/Ф технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Техника	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштер



1	2	3	4
1	ПХДД/Ф	нг I-TEQ/Нм <sup>3</sup>	≤ 0.1 *

\* кем дегенде алты сағаттық іріктеу кезеңіндегі орташа мән.  
Мониторинг ЕҚТ 10 -ға сәйкес жүргізілуі керек.

#### 6.2.3.4. Күкірт диоксидінің шығарындылары

ЕҚТ 47.

SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту: түтін газдарын (алдын ала тозаңсыздандырылған) күкірт қышқылын, сұйық күкірт диоксидін, элементтік күкіртті немесе басқа да ұқсас өнімдерді өндіретін қондырғыларға бұру.

Газдардағы күкірт диоксидінің мөлшеріне және өндірілген өнім нарығының болуына немесе ұзақ сақтау шарттарына байланысты қолданылады.

6.17-кесте. Күкірт қышқылын және басқа да өнімдерді өндіру жолымен балқыту пештерінің шығатын газдарындағы күкіртті қалпына келтіру кезіндегі SO<sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Түрлендіру үдерісінің түрі	Түрлендіру коэффициенті, % **	ЕҚТ - ТК (мг/нм <sup>3</sup> ) *
1	2	3	4
1	Бір контактілі күкірт қышқылы зауыты	- ***	800 - 940
2	Екі түйіспелі күкірт қышқылы зауыты	>99,8	
3	Ылғалды катализ қондырғысы ( WSA үдерісі)	>98(***)	

\*

1) іріктеу кезеңінің орташа тәуліктік мәні немесе орташа мәні;

2) жылына көлемі 100,0 мың тоннадан асатын тазартылған мыс шығаратын қолданыстағы кәсіпорындар үшін: 800 – 1250 мг/Нм<sup>3</sup>;

\*\* қалдық газды кейіннен тазалау тиімділігін есепке алмаған абсорбция бағанын қоса алғанда конверсия коэффициенті;

\*\*\* қалдық газдарды соңына дейін тазартылуы ескерілген көрсеткіштер.

**ЕҚТ 48.**

Күкірт қышқылы немесе сұйық күкірт диоксиді зауыттарына жіберілетіндерді қоспағанда, бастапқы мыс өндірісінен SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Құрғақ немесе жартылай құрғақ скруббер	жалпы қолданылады

2	Ылғалды скруббер	Қолдану мүмкіндігі келесі жағдайларда шектелуі мүмкін: – қалдық газдың өте жоғары шығындары (қалдықтардың және сарқынды сулардың айтарлықтай мөлшеріне байланысты); - құрғақ аймақтарда (қажетті судың үлкен көлеміне және сарқынды суларды тазарту қажеттілігіне байланысты); - күкіртсіздендіру үшін жекелеген ағындарды бөлу арқылы орталықтандырылған газды тазарту жүйесін ауқымды қайта құру қажеттілігі, сондай-ақ аумақтың шектеулілігі (қосымша ірі габаритті құрылыстарды салу үшін өндірістік алаңдардың болмауы) .
3	Полиэфирді абсорбциялау/ десорбциялау жүйесі	Екінші реттік мыс өндірісі жағдайында қолданылмайды. Күкірт қышқылы немесе сұйық SO <sub>2</sub> қондырғысы болмаса, қолданылмайды
4	Пештің сипаттамаларына және шығарындыларды азайту үшін қолданылатын әдістерге сәйкес шикізатты таңдау	Жалпы қолданылады
5	Балқыту қондырғыларынан балқымаларды бөлек шығару	Жалпы қолданылады

**6.18-кесте. Бастапқы мыс өндірісінен SO<sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері**

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштері
1	2	3	4
1	SO <sub>2</sub>	мг/Нм <sup>3</sup>	50 – 500 <sup>(1)(2)</sup>
<p>(1) - орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән</p> <p>(2) - Ылғалды скрубберді немесе аз күкіртті концентратты пайдаланған жағдайда концентрация 350 мг/Нм<sup>3</sup> дейін болуы мүмкін.</p> <p>(3) – 2021 жылғы 01 шілдеге дейін пайдалануға берілген кәсіпорындар үшін. қоршаған орта объектілеріне ең аз әсер ететін тазалау техникасын таңдау және өндірістік жағдайларда апробациялау алдында: 50 - 940 мг / Нм<sup>3</sup></p>			

**ЕҚТ 49.**

Мыстың екінші реттік өндірісінен SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту (күкірт қышқылы немесе сұйық күкірт диоксиді өндіретін қондырғыларға бағытталғандарды қоспағанда): бір немесе бірнеше техниканы қолдану.

р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3
1	Құрғақ және жартылай құрғақ скруббер	Жалпы қолданылады
2	Дымқыл скруббер	Қолдану мүмкіндігі келесі жағдайларда шектелуі мүмкін: қалдық газдың өте жоғары шығындары (қалдықтардың және саркынды сулардың айтарлықтай мөлшеріне байланысты); құрғақ жерлерде (судың үлкен көлеміне және саркынды суларды тазалау қажеттілігіне байланысты)
3	Пештің сипаттамаларына және шығарындыларды азайту үшін қолданылатын әдістерге сәйкес шикізатты таңдау	Жалпы қолданылады

6.19-кесте. Екінші реттік мыс өндірісінен SO<sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін эмиссия деңгейі
1	2	3	4
1	Күкірт диоксиді	мг/нм <sup>3</sup>	50 - 300 <sup>(1)</sup>

(1) - орташа тәуліктік мән немесе іріктеу кезеңіндегі орташа мән

### 6.2.3.5. Күкірт қышқылының шығарындылары

ЕҚТ 50.

Электролиттік тазарту үдерісінде күкірт қышқылының шығарындыларын азайтуға жоғарыда аталған әдістердің біреуін немесе бірнешеуін қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Ылғал ұстағыш	Катодты мысты өндіру үшін
2	Ылғал скруббер	

6.20-кесте. Электролиттік тазарту үдерісінде, катодты тазарту машиналарының жуу камерасынан және пайдаланылған анодты кір жуғыш машинадан күкірт қышқылы шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Техника	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін технологиялық көрсеткіштер
1	2	3	4
1	Күкірт қышқылы	мг/нм <sup>3</sup>	≤ 10

### ЕҚТ 51.

Мыс өндірісінің қалдық газдарын пайдалану негізінде күкірт қышқылы өндірісінен  $\text{SO}_3 / \text{H}_2\text{SO}_4$  (спрей және тұман) шығарындыларын азайту төменде келтірілген бір немесе бірнеше әдістерді қолданудан тұрады.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Кіріс ағындардағы $\text{SO}_2$ деңгейлерінің ауытқуын азайтыңыз	Жалпы қолданылады
2	Кіретін газды және жану ауасын құрғату (кептіру).	Тек құрғақ жанасу процестеріне арналған
3	Үлкенірек конденсация аймағын пайдалану	Ылғалды катализ үдерісі үшін
4	Абсорбциядан кейін тиімділігі жоғары шам сүзгілерін қолдану	Жалпы қолданылады
5	Қышқылдың оңтайлы таралуы және айналым жылдамдығы	Жалпы қолданылады
6	Абсорбент қышқылының концентрациясы және температураны бақылау	Жалпы қолданылады
7	Ылғалды электростатикалық тұндырғыштар және дымқыл скрубберлер сияқты дымқыл катализ процестерінде регенерация/абсорбциялау әдістерін қолдану	Жалпы қолданылады

ЕҚТ қатысты мониторинг: ЕҚТ 10 -ды қараңыз.

6.21-кесте.  $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  бойынша ЕҚТ-ға байланысты технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	ЕҚТ -ТК ( $\text{мг}/\text{нм}^3$ ) <sup>(1)</sup>
1	2	3
1	Күкірт қышқылы	10 - 35

<sup>(1)</sup> Орташа жылдық көрсеткіштер

#### 6.2.4. Топырақтың және жерасты суларының ластануы

### ЕҚТ 52.

Мысты флотациялау кезінде топырақтың және жерасты суларының ластануын болғызбау: қожды, флотациялық қалдықтарды, шламды түпкілікті сақтауға арналған алаңды дұрыс жобалау, қоршаған ортаға ластағыш заттардың төгілуін жоюды қамтамасыз ету.

### ЕҚТ 53.

Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінде топырақ пен жерасты суларының электролиттік ластануының алдын алу.

р/с №	Техника
1	2
1	Жабық дренаж жүйесін пайдалану
2	Су өткізбейтін және қышқылға төзімді едендерді пайдалану
3	Екі қабырғалы контейнерлерді пайдалану немесе оларды су өткізбейтін едендері бар берік байламға қою

#### ЕҚТ 54.

Бастапқы және екінші реттік мыс өндірісінен сарқынды сулардың түзілуін азайту: бір немесе бірнеше әдістерді қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Мысты қождан флотациялық алу үдерісінде суды қайта пайдалану
2	Тұндырғыш ерітінділерін және жуу суын қайта пайдалану
3	Электролиз және/немесе Сілтісіздендіру үшін металды алып тастағаннан кейін электролитті қайта пайдалану
4	Органикалық ерітіндіні бөлу үшін гидрометаллургиялық мыс өндірісіндегі еріткіш экстракция қадамының қалдықтарын (шикізаттарды ) қайта өңдеу
5	Гидрометаллургиялық мыс өндірісінде еріткіштерді экстракциялау сатысынан тазарту шламы мен тұндырғыштарды центрифугалау
6	Бу конденсатын электролиттік ванналарды жылыту, мыс катодтарын жуу немесе оны қайтадан бу қазандығына бағыттау үшін пайдалану

#### 6.2.5. Қалдықтар

#### ЕҚТ 55.

Қалдықтарды, аралық өнімдерді және қайта өңделген материалдармен жұмыс істеу жүйесін ұйымдастыру, оларды қайта пайдалануды жеңілдету, ал бұл мүмкін болмаған жағдайда бір немесе бірнеше техниканы қолдануды қоса алғанда, қайта өңдеу немесе кәдеге жарату.

р/с №	Техника	Қолданылуы
1	2	3

1	Тозаң жинау жүйелерінен келетін тозаңнан металдарды алу	Жалпы қолданылады
2	SO <sub>2</sub> өңдеуден алынған гипсті қайта пайдалану немесе сату	Қолдану мүмкіндігі металл құрамына және нарықтағы қолжетімділікке байланысты шектелуі мүмкін
3	Пайдаланылған катализаторларды регенерациялау немесе өңдеу және кәдеге жарату (пайдалану).	Жалпы қолданылады
4	Сарқынды сулар шөгінділерінен металды қалпына келтіру үшін пайдаланыңыз	Қолдану мүмкіндігі металл құрамына және нарық/Үдеріс қолжетімділігіне байланысты шектелуі мүмкін
5	Әлсіз қышқылды сілтілеу үдерісінде немесе гипс өндіру үшін пайдалану	Жалпы қолданылады
6	Қож пештерінде немесе қожды флотационды қондырғыларда көп мөлшердегі қождан мысты алу	
7	Қож қалдықтарын абразивтік немесе құрылыс (жолдарды толтыру үшін) материалдар немесе рекультивацияның техникалық кезеңдері үшін материалдар ретінде пайдалану	Металдың құрамына және нарықтағы қолжетімділікке байланысты қолданылады
8	Металдарды алу немесе оны отқа төзімді материалдар ретінде қайта пайдалану үшін тазартылмаған мыс өндіруге арналған пештердің сынықтарын және пеш жабдығын пайдалану	
9	Қалдықтарды (күмдарды) қожды флотациядан кейін абразивті немесе құрылыс материалдары ретінде немесе басқа да ықтимал мақсаттарда пайдалану	
10	Металдарды қалпына келтіру үшін балқыту пештерінен қоректік заттарды алуды қолдану	Металл құрамына және нарық/үдеріс қолжетімділігіне байланысты шектелуі мүмкін
11	Мыс пен никельді қалпына келтіру үшін ағызылған пайдаланылған электролитті пайдалану. Қалдық қышқылды жаңа электролит алу үшін немесе гипс өндіру үшін қайта пайдалану	
12	Анод қалдықтарын пирометаллургиялық тазартуда немесе мысты қайта балқытуда салқындатқыш материал ретінде пайдалану	

13	Бағалы металдарды алу үшін анодтық шламды қолдану	
14	Саркынды суларды тазарту қондырғыларының гипсін пирометаллургиялық үдерісте пайдалану немесе оны сату	Алынған гипстің сапасына байланысты қолданылады
15	Шламнан металдарды алу	Жалпы қолданылады

### 6.3. Бағалы металдар өндірісіндегі ЕҚТ

#### 6.3.1. Атмосфераға шығарылатын шығарындылар

##### 6.3.1.1. Ұйымдастырылмаған шығарындылар

###### ЕҚТ 56.

Төмендегі әдістердің бірін қолдану арқылы құрамында бағалы металдар бар шикізатты (ұсақтау, сүзу, араластыру) алдын ала өңдеу рәсімдерінен ауаға бөлінетін шығарындыларды азайту немесе олардың комбинациясы.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Жабық алдын ала өңдеу аймақтары және тасымалдау жүйелері	Тек тозаңды материалдарға қолданылады
2	Шикізатты алдын ала өңдеу орнында және тиеу-түсіру жұмыстары кезінде тозаң жинау жүйесін ұйымдастыру	Тек тозаңды материалдарға қолданылады
3	Тозаң жинау жүйесі жоқ жабдықты пайдалану мүмкін еместігін қамтамасыз ететін электр блоктауы	Кез келген материалдар үшін

###### ЕҚТ 57.

Төмендегі әдістерді қолдану арқылы пирометаллургиялық операциялар (доре дайындау және басқалар) кезінде атмосфераға ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту.

р/с №	Техника
1	2
1	Жабық бөлмелер және/немесе балқыту пештерінің алаңдары
2	Вакуумда процестерді жүргізу
3	Балқыту пештерінің тозаң жинау жүйелерін ұйымдастыру





мүмкін еместігін қамтамасыз ететін электр блоктауы
--

### ЕҚТ 58.

Төмендегі әдістердің бірін немесе олардың комбинациясын қолдану арқылы алтынды сілтісіздендіру және электролизден тыс ауа шығарындыларын азайту.

р/с №	Техника
1	2
1	Ерітінділерді тасымалдауға арналған жабық резервуарлар/аппараттар және окшауланған құбырлар
2	Технологиялық процестерді (сілтісіздендіру, еріту және электролиз) жүзеге асыруды қамтамасыз ететін және азырақ газдық көріністері бар электролиттердің басқа (ауыспалы) түрлерін пайдалану
3	Электролизерлердің сору жүйелері
4	Анодты шламдарды тұз қышқылымен немесе басқа реагенттермен сілтісіздендіру кезінде хлор газының бөлінуін болғызбау үшін пайдалануға болатын су қабырғасы (перде)

### ЕҚТ 59.

Төмендегі әдістерді қолдану арқылы гидрометаллургиялық процестерді жүзеге асыру кезіндегі ұйымдастырылмаған шығарындыларды азайту.

р/с №	Техника
1	2
1	Жабық контейнерлер мен резервуарлар, деңгей реттегіштері бар аппараттар мен резервуарлар, окшауланған құбырлар, жабық дренаждар, жабдыққа техникалық қызмет көрсету бағдарламаларын жоспарлау сияқты шығарындыларды бақылау шаралары
2	Шығарылатын газдарды кәдеге жарату үшін ортақ арна жүйесіне қосылған реакциялық ыдыстар мен цистерналар (негізгі жүйе істен шыққан жағдайда резервтік жүйе автоматты түрде қосылады)

### ЕҚТ 60.

Келесі әдістерді қолдану арқылы жағу, күйдіру және кептіру кезіндегі ауаға бөлінетін шығарындыларды азайтыңыз.

р/с №	Техника
1	2

1	Барлық күйдіру, жағу және кептіру пештерін технологиялық түтін газдарына арналған арна жүйесіне қосу
2	Электр қуаты өшіп қалған жағдайда автоматтандырылған басқару жүйесі арқылы жабдықтың жұмысын, жұмысты іске қосу және тоқтатуды қамтамасыз ететін резервтік генераторды іске қосуды қамтамасыз ететін электрондық басқару жүйесін пайдалану. жұмсалған қышқылды кетіру және скрубберлерге жана қышқыл беру
3	Скруббер қондырғысы электр қуаты үзілген жағдайда резервтік генератор арқылы қызмет көрсететін басым электр тізбегіне кіреді.
4	Жұмысты іске қосу және тоқтату, жұмсалған қышқылды кетіру және скрубберлерді жана қышқылмен толықтыру автоматтандырылған басқару жүйесі арқылы жүзеге асырылады.

### ЕҚТ 61.

Дайын өнімді балқыту кезінде атмосфераға ұйымдастырылмаған шығарындыларды келесі әдістерді қолдану арқылы азайту.

р/с №	Техника
1	2
1	Вакуумды оқшауланған пештер
2	Тиімді сору және желдету жүйелері

### 6.3.1.2. Ұйымдастырылған шығарындылар

### ЕҚТ 62.

Бір немесе бірнеше газ тазарту қондырғыларын пайдалану арқылы тозаң мен металдардың ауаға шығарылуын олар түзілуі мүмкін барлық аймақтарда, соның ішінде ұсақтау, сүзу, араластыру, балқыту, жағу, қуыру, кептіру және өңдеуді азайту.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Қап сүзгісі	Құрамында селен жоғары газ шығарындылары үшін қолданылмайды
2	Ылғалды скруббер	Жалпы қолданылады
3	Ылғалды электросүзгі	Жалпы қолданылады
4	Циклон	Жалпы қолданылады

6.22-кесте. Ұнтақтау, елеу, араластыру, балқыту, жағу, қуыру, кептіру және өңдеу сияқты тозаң түзетін барлық операциялардан шығатын тозаңның технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ -ТК
-------	----------	---------------	-------------

1	2	3	4
1	Тозаң	мг/нм <sup>3</sup>	2 - 5 <sup>(1)</sup>

(1) – орташа тәуліктік мән немесе өлшеу кезеңіндегі орташа

### ЕҚТ 63.

Төмендегі әдістердің бірін немесе олардың комбинациясын пайдалана отырып, азот қышқылымен сұйылтуды/сілтілеуді қоса алғанда, гидрометаллургиялық процестерден ауаға NO<sub>x</sub> шығарындыларын азайту.

р/с №	Техника
1	2
1	Каустикалық содасы бар сілтілі скруббер
2	Тотықтырғыштары (мысалы, оттегі, сутегі асқын тотығы) және тотықсыздандырғыштары (мысалы, азот қышқылы, мочевины) бар скруббер <sup>(1)</sup>

(1)- Көбінесе сілтілі каустикалық сода скрубберімен бірге қолданылады

6.23-кесте. Гидрометаллургиялық процестерден, соның ішінде азот қышқылымен еріту/сілтісіздендіру кезіндегі NO<sub>x</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ үшін эмиссия деңгейі
1	2	3	4
1	NO <sub>x</sub>	мг/Нм <sup>3</sup>	70 - 150 <sup>(1)</sup>

(1) - бір сағаттағы орташа немесе сынама алу кезеңіндегі орташа

### ЕҚТ 64.

Жағу, күйдіру және кептіру процестерін қоса алғанда, шикізатты дайындау, Доре қорытпасын өндіру кезінде, сондай-ақ гидрометаллургиялық процестерде атмосфералық ауаға SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту: келесі әдістердің бірін қолдану арқылы немесе олардың комбинациясы.

р/с №	Техника	Қолдану мүмкіндігі
1	2	3
1	Ылғалды скруббер	Ылғалды скруббер пайдалану келесі жағдайларда шектеледі: су қалдықтарын қоса алғанда, қалдықтардың көп мөлшерін тудыратын өте жоғары газ шығыны; қалдықтарды өңдеу үшін судың көп мөлшері қажет болған құрғақ аймақтарда және соған байланысты факторлар
2	Ылғалды электросүзгі	Жалпы қолданылады

6.24-кесте. Доре балқыту және балқыту зауытынан SO<sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ - ТК
1	2	3	4
1	SO <sub>2</sub>	мг/нм <sup>3</sup>	50 – 480 <sup>(1)</sup>

(1) – орташа тәуліктік мән немесе өлшеу кезеңіндегі орташа

ЕҚТ 65.

Гидрометаллургиялық өндірістен атмосфераға SO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары: ылғалды скрубберді пайдалану.

6.25-кесте. SO<sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ - ТК
1	2	3	4
1	SO <sub>2</sub>	мг/нм <sup>3</sup>	50 – 100 <sup>(1)</sup>

(1) – орташа тәуліктік мән немесе өлшеу кезеңіндегі орташа

ЕҚТ 66.

Гидрометаллургиялық өндірістен ауаға HCl және Cl<sub>2</sub> шығарындыларын азайту, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары: сілтілі скрубберді пайдалану.

6.26-кесте. Гидрометаллургиялық өндірістен, соның ішінде ілеспе жану, күйдіру және кептіру операциялары кезіндегі HCl және Cl<sub>2</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ - ТК <sup>(1)</sup>
1	2	3	4
1	HCl	мг/нм <sup>3</sup>	≤ 5 - 10
2	Cl <sub>2</sub>		0,5 - 2

(1) - Таңдамалы кезеңдегі орташа

ЕҚТ 67.

Аммиак немесе аммоний хлоридінің көмегімен гидрометаллургиялық өндірістің NH<sub>3</sub> шығарындыларын азайту: күкірт қышқылының ылғалды скрубберін пайдалану.

6.27-кесте. Аммиак немесе хлорлы аммоний пайдаланатын гидрометаллургиялық өндірістің NH<sub>3</sub> шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ - ТК <sup>(1)</sup>
-------	----------	---------------	-----------------------------

1	2	3	4
1	NH <sub>3</sub>	мг/нм <sup>3</sup>	1 - 3
(1) - Таңдамалы кезеңдегі орташа			

### ЕҚТ 68.

Шикізат құрамында органикалық қосылыстар, галогендер немесе басқа ПХДД/Ф прекурсорлары болған кезде кептіру кезіндегі ПХДД/Ф ауаға шығарындыларын өртеу және күйдіру кезінде азайту: бір немесе бірнеше әдістерді қолдану арқылы.

р/с №	Техника
1	2
1	Артық күйдіргіш немесе регенеративті термиялық тотықтырғыш
2	Тиімді тозаң жинау жүйесімен біріктірілген адсорбент инъекциясы
3	Органикалық шығарындыларды азайту үшін жану немесе Үдеріс жағдайларын оңтайландыру
4	Температура > 250 °С үшін жоғары тозаңды сору жүйелерін пайдалануды шектеу
5	жылдам катаю
6	Жоғары температурада (> 850 °С) пеште ПХДД/Ф термиялық жойылуы
7	Пештің жоғарғы аймағында оттегінің жарылуын қолдану
8	Ішкі оттық жүйесі

6.28-кесте. Кептіру, жану және күйдіру кезіндегі ПХДД/Ф шығарындыларының технологиялық көрсеткіштері

р/с №	Параметр	Өлшем бірлігі	Осы ЕҚТ- ТК
1	2	3	4
1	ПХДД/Ф	нг I-TEQ/нм <sup>3</sup>	≤ 0.1

### 6.3.2. Топырақты және жерасты суларын қорғау

#### ЕҚТ 69.

Топырақтың және жерасты суларының ластануының алдын алу: келесі әдістерді қолдану.

р/с №	Техника
1	2
1	Герметикалық дренаж жүйесін пайдалану
2	Қос қоршауды немесе тірек қабырғаны пайдалану
3	Қышқылға төзімді су өткізбейтін еденді пайдалану
4	Реакциялық ыдыстардағы деңгейді автоматты реттеу

5	Өндірістік қалдықтарды сақтау карталарының табанында және беткейінде гидроокшаулағыш пленкалық жабынды қолдану
---	--

## ЕҚТ 70 .

### Сарқынды сулардың алдын алу

p/c №	Техника
1	2
1	Скрубберлерден және гидрометаллургиялық сілтісіздендіру сатыларынан немесе басқа тазарту операцияларынан алынған басқа реагенттерден сұйықтықтардың қалдықтарын жою
2	Сілтісіздендіру процестерінен ерітінділерді жою

**ЕҚТ 71.** Қалдықтарды, жартылай фабрикаларды және қайта өңделетін материалдармен жұмыс істеу жүйесін ұйымдастыру, оларды қайта пайдалануды жеңілдету, ал бұл мүмкін болмаған жағдайда бір немесе бірнеше техниканы қолдануды қоса алғанда, қайта өңдеу немесе кәдеге жарату.

p/c №	Техника
1	2
1	Қождардан металдарды алу, тозақ сүзгілері, ылғалды тозақсыздандыру жүйелері
2	Газ фазасына өткен құрамында селен бар ылғалды тозақсыздандыру жүйелерінен селенді алу
3	Қолданылған электролиттер мен шламды жуу ерітінділерінен күмісті алу
4	Электролитті тазарту өнімдерінен металдарды алу (мысалы, күміс цементаты, негізгі мыс карбонатының шөгіндісі және т.б.)
5	Сілтілеуден кейін электролиттерден, шламдардан және ерітінділерден алтын, күміс және МПГ алу
6	Анод қалдықтарынан металдарды алу
7	Платина тобының металдарымен байытылған ерітінділерден платина тобындағы металдарды бөліп алу
8	Технологиялық процестердің соңғы ерітінділерін өңдеу кезінде металдарды оқшаулау

## 6.4. Ремедиация бойынша талаптар

Мыс пен алтын өндіру кезінде атмосфералық ауаға әсер етудің негізгі факторы ұйымдасқан шығарындылар көздерін, оның ішінде күйдіру пештерін, концентраттарды кептіруге арналған пештерді, балқыту пештерін, конвертерлерді, анодты пештерді, күкірт қышқылын өндіру қондырғыларын (құрамында күкірті бар өнімдерді өндіру үшін шығатын Технологиялық газдарды жіберген жағдайда) пайдалану нәтижесінде

туындайтын ластағыш заттардың шығарындылары болып табылады. Ұйымдастырылмаған тозаң шығарындылары құрғақ материалдар мен технологиялық газдарды ұсақтау, тасымалдау, сақтау кезінде пайда болады.

Мыс және алтын өндірісінің өндірістік объектілері қызметінің грунттық және жерасты суларына әсер ету мөлшері су тұтыну мен су бұру көлеміне, тазарту құрылыстары жұмысының тиімділігіне, аянды суларды төгудің сапалық сипаттамаларына байланысты. Егер қондырғының салқындатқыш су жүйесінде тұйық тізбек болмаса, өндірістік ағындар болмайды.

Өндірістік және технологиялық процестер нәтижесінде пайда болған қалдықтар шарттық негізде үшінші тарап ұйымдарына кәдеге жаратуға/қайта өңдеуге берілуі мүмкін, ішінара өндірілген кеңістікті толтыру кезінде өз қажеттіліктері үшін пайдаланылады, бір бөлігі өндіріске қайтарылады.

Қазақстан Республикасының 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, мыс және алтын өндіретін кәсіпорындардың қызметі нәтижесінде атмосфералық ауаның ластануы және ластағыш заттардың табиғи ортаның бір компонентінен екіншісіне одан әрі ауысуы нәтижесінде келесі жағымсыз салдарлар туындайды:

атмосфералық ауадан топырақ бетіне ластағыш заттардың түсуі нәтижесінде жер мен топырақтың ластануы және олардың жерүсті және жерасты суларына одан әрі инфильтрациясы;

жануарлар мен өсімдіктер әлеміне әсері.

Өндірістік және (немесе) мемлекеттік экологиялық бақылау нәтижелері бойынша табиғи орта компоненттеріне антропогендік әсер ету нәтижесінде келтірілген экологиялық залал фактілері анықталған кезде қызметтің салдарын жабу және (немесе) жою кезінде базалық есепте немесе эталондық учаскеде белгіленген жай-күйге қатысты табиғи орта компоненттерінің жай-күйінің өзгеруіне бағалау жүргізу қажет.

Іс-әрекеттері немесе қызметі экологиялық залал келтірген тұлға Экология кодексінің (5-бөлімнің 131 – 141-баптары) нормаларына және Ремедиация бағдарламасын әзірлеу жөніндегі әдістемелік ұсынымдарға сәйкес учаскенің жай-күйін қалпына келтіру үшін осындай залалды жоюға арналған тиісті шараларды қолдануға тиіс.

Бұдан басқа, іс-әрекеттері немесе қызметі экологиялық залал келтірген тұлға, учаске бұдан былай адам денсаулығына елеулі қауіп төндірмеуі және табиғи орта компоненттерінің ластануына байланысты оның қоршаған ортаға қатысты қызметінен зиян келтірмеуі үшін, олардың күнделікті немесе келешектегі бекітілген нысаналы

міндеттерін ескере отырып, тиісті ластағыш заттардың эмиссияларын жою, тежеу немесе қысқарту үшін, сондай-ақ бақылау мониторингі үшін мерзімінде және кезенділікпен қажетті шараларды қабылдауы тиіс.

## **7. Перспективалық техникалар**

Бұл бөлімде оларға қатысты ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар жүргізілетін немесе оларды тәжірибелік-өнеркәсіптік енгізу жүзеге асырылатын мыс және бағалы металдар өндірісінің жаңа техникалары туралы ақпарат қамтылады.

### **7.1. Мыс өндірісінің перспективалық техникалары**

#### **7.1.1. LUREC және BAYQIK процестері**

LUREC және BAYQIK жоғары концентрлі күкірт диоксиді күкірт қышқылына айналдыру технологияларын өңдейді.

Қолданыстағы контактілі қондырғының сыртындағы қосымша өткелді қосу күкірт диоксидінің жоғары кіріс концентрацияларын өңдеу үшін қолданыстағы күкірт қышқылы зауытын ұлғайту үшін пайдаланылуы мүмкін.

LUREC үдерісі 2007 жылдан бері Қытайдың Янгу Сянгуан мыс зауытында, Шаньдун провинциясы, Қытай (қуаты 2340 т/т) жұмыс істейді, мұнда қосымша алдын ала абсорбциялау алдын ала қондырғы бес жолды қос контакт/қос күкірт қышқылын абсорбциялаудан бұрын болады. жалпы жеті өту үштік байланыс зауытын беруге. Бұл 16 - 18 %  $SO_2$  кіріс концентрациясымен жұмыс істейтін жасыл алаң зауыты .

LUREC үдерісінде кіріс газының концентрациясына байланысты бір немесе екі қабаты бар қосымша контакт камерасы қолданылады. Бұл алдын ала түрлендіргіш ретінде әрекет етеді және жылу алмастырғыш пен алдын ала абсорбциялау сатысы бар қондырғыдан бұрын пайдаланылуы мүмкін. 15 %-дан 25 %-ға дейінгі диапазондағы күкірт диоксидінің кіріс концентрациясы сыналған.

LUREC үдерісі қол жетімді және қоректік газ концентрациясы қажет болса, алты немесе жеті өтуді және үш есе абсорбциялаудан қамтамасыз ету үшін барлық қолданыстағы қондырғылар үшін қосымша қабат ретінде пайдаланылуы мүмкін.

BAYQIK үдерісі біріктірілген жылу алмастырғышы бар катализатор қабатын қамтитын қолданыстағы күкірт қышқылы зауытына қосымша сыртқы кезенді қосады. Зауыт 2009 жылы Германияның Столберг қаласында пайдалануға берілген.

BAYQIK үдерісінде катализатор мен тасымалдаушы ішкі түтікте орналасқан, ал сыртқы сақина жылу алмастырғыш ретінде әрекет ететін концентрлік түтіктер сериясын пайдаланады.



Осы процестерді пайдалана отырып, SO<sub>2</sub> шығарындыларының төмендеуіне қол жеткізуге болады, жұмыс істеп тұрған күкірт қышқылы зауытының жалпы тиімділігін арттыруға және газдың жалпы тұтынуын азайту үшін кіріс газының жоғары концентрациясын пайдалануға болады.

### **7.1.2. Кәдеге жарату қазандығының үздіксіз үрлеуін бақылауды автоматтандыру**

Кәдеге жарату қазандығын үздіксіз үрлеуді басқаруды автоматтандыру, қазандық суындағы кермектік тұздардың концентрациясын және үздіксіз үрлеу суының ағызу көлемін автоматты түрде реттейтін бағдарламамен басқарылатын клапанды енгізу.

Стандарттан жоғары үздіксіз үрлеу арқылы жылу энергиясының жоғалуын азайту.

Қазандықта бу түзілу үдерісінде тұздар мен басқа еріген қосылыстардың концентрациясы артады. Тұздың жоғары концентрациясы қазандықтардың ішкі қыздыру беттерінде көбік пайда болуына, қақтардың пайда болуына әкеледі. Тұз концентрациясын мұқият бақылап, қазандықты үрлеу арқылы реттеу керек.

Қазандыққа қызмет көрсететін балқытушылар қазандық суындағы тұздың концентрациясын анықтау үшін күнделікті, қажет болған жағдайда ауысым сайын қазандық суынан сынама алады. Қазандық суды талдау нәтижелері бойынша үздіксіз үрлеудің шығыны реттеледі.

Жұмыс принципі тазарту мөлшерін автоматты түрде басқару болып табылады. Электрлік басқару жетегі бар тазарту клапаны қазандық барабанынан қаттылық тұздарын бақыланатын мерзімді жою үшін қолданылады. Қазандық судағы кермектік тұздардың мөлшері электрөткізгіштік әдісімен бақыланады. Рұқсат етілген өткізгіштік деңгейінен асып кетсе, позициялаушы тазарту клапанын ашады. Өткізгіштік қайтадан рұқсат етілген деңгейден төмендегенде, жетек клапанды үнемді тазарту жұмыс күйіне қояды. Қазандық өшірілгенде жетек клапанды жабық күйге келтіреді. Жетекті техникалық қызмет көрсету және қолмен реттеу үшін ажыратуға болады.

Кәдеге жарату қазандығының үздіксіз үрлеуін бақылауды автоматтандыру кезінде жылу энергиясының нормадан тыс ысыраптарын болғызбау, қазандық суындағы тұз құрамының асып кетуін болғызбау, құрылымның қарапайымдылығына байланысты қолданудың жоғары сенімділігі мен қауіпсіздігі, қолмен немесе автоматтандырылған басқару, қол еңбегін механикаландыру, кәдеге жарату қазандығының тиімділігін арттыру ретінде экологиялық әсерлерге қол жеткізуге болады.

### **7.1.3. Жылу тұтынатын жабдықтарды будан ыстық суға ауыстыру**

Ішінара жылыту және желдету қажеттіліктері үшін бу пайдаланылады, ол мыналарды қамтиды:

конденсаттың бу беру көзіне қайтарылмауы;

жылу тұтыруды реттеу мүмкіндігінің жоқтығынан тұтынушылардың жылу энергиясына шамадан тыс тұтынуы (10 - 15 %);

жылу энергиясының жоғалуының жоғарылауы (5 - 10 %);

су желілеріне (5 - 10 %) қатысты бу желілеріндегі жылу энергиясының шамадан тыс шығындары.

Цехтар мен ғимараттарды жылытуды және желдетуді қамтамасыз ететін жылуды тұтынатын жабдықты бұдан ыстық суға ауыстыруды кәсіпорынның жедел персоналы жүзеге асырады, сондықтан бұл шара шығынсыз.

Жылу тұтынатын жабдықты бұдан жылыту суына ауыстыру жылу шығынын 20 %-ға азайтады.

#### **7.1.4. Су ресурстары**

Өнеркәсіптік сарқынды суларды металдардан тазартудың көптеген әдістері жасалған. Іс жүзінде әдетте бірнеше әдістер біріктіріледі. Бір немесе басқа комбинацияны таңдау көптеген факторларға байланысты: сарқынды сулардың мөлшері, бар металдардың түрлері және олардың концентрациясы, тазартылған сарқынды суларға қойылатын технологиялық және санитарлық талаптар және т.б.. Тазартылған сулар уақыт өте келе өзгертін күрделі құрамға ие. Сондықтан сирек жағдайларда бір тазалау әдісінен бас тартуға болады және сонымен бірге жоғары тазалау тиімділігіне ие болады.

Суды ауыр металдардан тазартудың негізгі әдістері:

электрохимиялық тұндыру

мембрананың бөлінуі

адсорбция

ион алмасу

Электрхимиялық тұндыру

Әдіс сарқынды сулардан бағалы металдарды алуға мүмкіндік береді. Ол көбінесе пайдаланылған гальваникалық ерітінділерден мысты алу үшін қолданылады. Әдістің артықшылығы тұнба түзілмеуі, металдарды сатуға дайын күйінде алу, тазалаудың жеткілікті қарапайым технологиялық схемасы және химиялық реагенттерді қолдану қажеттілігінің болмауынан көрінеді. Электрохимиялық әдістің негізгі кемшілігі электр қуатын көп тұтыну болып табылады. Бұл әдісті қолданудың негізгі шектеуі. Сарқынды суларды тазарту үздіксіз немесе үзіліспен жүргізілуі мүмкін.

Сарқынды суларды электрохимиялық тазарту үдерісі электр тогының әсерінен ерімейтін және еритін электродтарды қолданатын электролизерлерде жүреді. Электродтар бір-бірінен берілген қашықтықта орналасқан төртбұрышты жалпақ пластиналар түрінде жасалады.

Тәжірибе көрсеткендей, көп жағдайда әдіс ауыр металдардың жоғары концентрациясы 1 г/л-ден асатын қалдық ерітінділермен жұмыс істегенде ғана тиімді

және ауыр металдардың концентрациясы 0,01 - 0,02 г/л болатын сарқынды суларды тазалау үшін жарамсыз.

### Мембрананың бөлінуі

Сұйық жүйелерді бөлудің негізгі мембраналық әдістеріне кері осмос, ультрафилтрация, микрофилтрация жатады. Бұл әдістердің артықшылығы-фазалық өзгерістерсіз қалыпты температурада процесті жүргізу мүмкіндігі, жабдықты жобалаудың қарапайымдылығы, технологиялық процесті оңай автоматтандыру, дайын өнімнің жоғары сапасын алуға мүмкіндік беретін жоғары дәрежеде бөлу. Негізгі кемшілігі-оларды алдын-ала дайындықсыз, суды сүзу циклін күрт төмендететін әртүрлі қоспалардан тазартпай қолдануға болмайды. Ауыстырылатын мембраналық элементтердің айтарлықтай құнын да есте ұстаған жөн.

Кері осмос, ультрасүзгіация және микросүзгіация процестері шамадан тыс қысыммен жүзеге асырылады және баромембралық процестер тобына жатады, онда еріген заттардың молекулаларының немесе иондарының тасымалдануы осмостық қысымнан асатын қысымда жартылай өткізгіш қалқа арқылы жүреді.

Микросүзгілеу – сүзілген ортадан өлшемі 0,02 - 25 мкм болатын ірі коллоидты бөлшектерді немесе суспензиялы микробөлшектерді бөлу үдерісі. Микросүзгіация, әдетте, мембранаға (немесе мембраналық элементке) сыртқы жүктемелер әсер еткенде мембраналар (немесе мембраналық элемент) ұшырайтын елеулі деформацияларды болғызбау үшін қысымның шағын төмендеуінде (0,2 МПа дейін) жүзеге асырылады.

Микросүзгілеу механизмі біршама күрделі және инерциялық соқтығысулар, бөлшектердің адгезиясы мен суффузиясы, сондай-ақ адсорбция салдарынан сүзгілеу бөлімімен механикалық бөлшектерді ұстауды қамтиды.

Бұл механизмді былай сипаттауға болады: құрамында бөлшектері бар сұйықтық мембранадан өткенде күрделі ағындық жүйені құрайды. Мембрана арқылы, яғни. мембрананың кеуектері, електен өткен сияқты, сұйықтық ағыны шағын ағындарға ұсақталады. Сұйықтықта қалқымалы бөлшектер оның ағынында инерция бойынша қозғалады. Егер олардың мөлшері мембрананың кеуек өлшемінен кіші болса, онда олар одан өтіп, сүзгіаттың бір бөлігіне айналады. Қалған бөлшектер мембрананың бетінде қалады немесе оның матрицасының ішінде сақталады.

Микросүзгілеу сарқынды суды шұңқырдан кейінгі тазарту үшін қолданылуы мүмкін. Микросүзгілеу мембранасы қандай да бір себептермен шұңқырға тұнбаған қалқымалы бөлшектерді сақтайды, бұл ауыр металдардың қабыршақтарын судан бөлу тиімділігін айтарлықтай арттырады. Бұл тазарту құрылыстарында сарқынды суларды тазарту сапасының зертханалық жағдайда алынған теориялық көрсеткіштерге жақын нәтижелеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Ультрасүзгілеу – сүзгіден өткен ортадан мөлшері 0,001 – 0,02 мкм коллоидты бөлшектерді және молекулалық салмағы 500 Дальтоннан асатын ерітінділерді бөлу үдерісі. Жұмыс қысымы 0,1 – 0,5 МПа.

Ультрасүзгілеу компоненттердің молекулалық салмағы еріткіштің молекулалық салмағынан үлкен болатын жүйелерді бөлу үшін қолданылады. Макромолекулалық қосылыстардың осмостық қысымы төмен, бұл ультрасүзгіацияны төмен қысымда жүргізуге мүмкіндік береді. Ультрасүзгілеу судан мұнай өнімдерін, қалқымалы заттарды, микроорганизмдерді, балдырларды, бактериялар мен вирустарды бөліп алуға және лайлануды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Ол сондай-ақ судың тотығу қабілетін және түсін тиімді төмендетеді.

Өнім жүктің бетіне тұнба түрінде түсетін кәдімгі сүзгіациядан айырмашылығы, ультрасүзгіация екі ерітінді шығарады, олардың біреуі еріткішке бай және өткізгіш деп аталады, ал екіншісі еріген зат және концентрат деп аталады. Сарқынды суларды тазарту кезінде пермеат ағызылатын немесе техникалық қажеттіліктер үшін пайдаланылатын мақсатты өнім болып табылады, ал концентрат теңестіру цистернасына қайтарылады немесе булану қондырғысына беріледі, онда еріген заттың артық бөлігі және қатты фаза бөлінеді. жойылуы тиіс қалыптасады.

Кері осмос – суды тазарту әдісі, онда ерітінді қысыммен арнайы синтетикалық мембрана арқылы өтеді, мұнда минералды тұздар мен қоспалардың 98 % дейін сақталады. Суды тұзсыздандыру үшін қолданылады.

Кері осмосты қолданғанда екі ерітінді де түзіледі, екі ерітінді түзіледі, олардың біреуі еріткішпен байытылған және өткізгіш зат деп аталады, ал екіншісі еріген зат болып табылады және концентрат деп аталады. Жұмыс қысымы 0,5 – 8 МПа.

Бұл әдіс тазартылған суды, соның ішінде минералсыздандырылған суды алуға мүмкіндік береді. Оны емдеуден кейінгі кезеңде ғана қолдануға болады. Ультрасүзгіация қондырғысынан кейін жақсы жұмыс істейді. Негізгі мәселе - азық көлемінің ~ 5 - 10 % түзілетін тұздармен байытылған ерітіндіні кәдеге жарату.

Өндірістік масштабтағы демонстрациялық қондырғыда қорғасын өндірісінің пайдаланылған технологиялық және салқындатқыш суын тазарту үшін кері осмос қондырғысын пайдалану зерттелуде. Мақсат – кәдеге жарату үшін сарқынды суларды азайту, нәтижесінде металл шығарындыларын азайту және тұщы суға қажеттілікті азайту. Алынған сарқынды су мен қалпына келтірілген металдар балқыту пешіне қайтарылады.

Адсорбция – екі фазаның (қатты фаза – сұйық) шекарасында еріген заттың концентрациясының өздігінен жоғарылау үдерісі. Адсорбциялық әдіс әдетте еріген органикалық заттардан сарқынды суларды терең тазарту үшін қолданылады, егер бұл заттардың судағы концентрациясы төмен болса және олар биологиялық ыдырамаса немесе улылығы жоғары болса. Адсорбция әдетте фенолдардан, гербицидтерден, пестицидтерден, ароматты нитроқосылыстардан, беттік белсенді заттардан, бояғыштардан алынған сарқынды суларды бейтараптандыру үшін қолданылады.

Әдістің артықшылығы – жоғары тиімділік, құрамында бірнеше заттар бар сарқынды суларды тазарту мүмкіндігі. Сарқынды суларды адсорбциялық тазарту, егер олардың

құрамында негізінен ароматты қосылыстар, электролиттер емес немесе әлсіз электролиттер, бояғыштар, қанықпаған қосылыстар немесе гидрофобты (мысалы, хлор немесе нитротоптары бар) алифатты қосылыстар болса, ең ұтымды болады.

Бұл әдіс ауыр металдардан сарқынды суларды тазарту үшін де қолданылады. Адсорбцияны дренаждан ластағыш заттардың негізгі бөлігі жойылған кезде ғана өңдеуден кейінгі кезеңде қолдануға болады. Әйтпесе, адсорбер сүзгісінің ресурсы тез таусылады.

Ауыр металдарды кейінгі өңдеу үшін әдетте сорбент ретінде белсендірілген көмір немесе алюмосиликаттар қолданылады.

Ең тиімді адсорбенттер әртүрлі дәрежедегі белсендірілген көмірлер болып табылады. Көмірлердің кеуектілігі 60 – 75 %, ал меншікті бетінің ауданы 400 – 900 м<sup>2</sup> /г. Белсенді көміртектің маңызды кемшіліктері оның жоғары құны және сүзгі ортасын мерзімді ауыстыру қажеттілігі болып табылады, өйткені белсендірілген көмір арнайы пештерде жоғары температурада регенерацияланады.

Ион алмасу – өнеркәсіптік сарқынды суларды түсті және ауыр металдардан терең тазарту үшін қолданылады. Оны тек өңдеуден кейінгі кезеңде, сорбциялық сүзгілерден кейін қолдануға болады. Ауыр металдардан тазарту сапасына балық шаруашылығы суларына ағызуға қойылатын талаптарға немесе технологияға қайтарылатын суға қойылатын талаптарға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Бұл әдіс сарқынды суларды ауыр металдардан тазарту үшін кеңінен қолданылады, өйткені ол тазартудың жоғары сапасына қол жеткізуге мүмкіндік береді және сонымен қатар қарапайым аппараттық дизайнға ие, қымбат автоматтандыру жүйелерін қажет етпейді, энергияның төмен құнына ие және регенерация шешімдерін қайтаруға болады. қайта өңдеу үшін теңестіру цистернасына. Селективті концентрация және сарқынды судан белгілі бір металды жою үшін қолдануға болады

Бірақ бұл әдіс бірқатар маңызды шектеулерге ие:

ион алмастырғыш шайырлардың (әсіресе хелаттың) жоғары құны;

шайырларды регенерациялау үшін күшті электролиттер, тұздар немесе

қышқылдар пайдаланылады, олар бөлек жойылуы немесе орташа аккумуляторға дозалануы керек. Эквалайзерге мөлшерлеу кезінде тазартылған судың тұз мөлшері артады;

шайырлар регенерация кезінде жойылмайтын органикалық қосылыстармен, майлармен және беттік белсенді заттармен тұрақты байланыстар түзеді, сондықтан шайырлар органикалық қосылыстардың әсерінен қорғалуы керек;

ең бастысы, ион алмасу қондырғысы сүзу уақыты регенерацияға қажетті уақыттан едәуір ұзағырақ болса ғана тиімді жұмыс істейді, яғни бұл әдіс тұздылығы жоғары сулар үшін жарамсыз.

Синтетикалық органикалық шайырлар ион алмастырғыш сүзгілерді тиеу ретінде қолданылады. Ион алмастырғыш шайырлардың көптеген сорттары әртүрлі шығу тегі

сарқынды суларды тазарту үшін де, әртүрлі металдардың ерітінділерінен концентрациялау үшін де арнайы қолдану үшін шығарылады.

Сүзгі шайыры әртүрлі қоспалардың иондарын (металдардан қаттылық тұздарына дейін) сақтай алады, оларды басқа заттардың қауіпсіз және зиянсыз иондарына өзгертеді. Иондардың алмасуы осы сұйықтықта алмасу үдерісіне дейін болған зарядтардың жалпы санын өзгертпей өңделген сұйықтықтың иондық құрамын өзгертуге мүмкіндік береді.

Сарқынды суларды ауыр металдардан тазарту үшін әдетте катионалмастырғыштар – оң зарядталған иондары ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$  және т.б.) бар шайырлар қолданылады.

Электролизды металдарды алу және өңдеу үшін қолдануға болады. Металдардың жоғары концентрациясы бар (шамамен 2 г/л) сарқынды суларды бір сатылы тазарту үшін қолдануға болады. Технология негізінен көпшілікке арналған. Сыналған және сыналған, электропластиналық өндірісте жақсы беделге ие. Оны бір уақытта органикалық ластағыш заттарды жою үшін де қолдануға болады. Пакеттік немесе үздіксіз режимде пайдалануға болады. Бір промилледен жоғары тазарту деңгейіне жету қиын. Тиімсіз ұяшықтарды қымбат ұстау және пайдалану. Электролиз селективті емес. Тұрақты бақылауды қажет етеді. Ол тұрақсыз мазмұндағы және үлкен көлемдегі сарқынды сулармен жақсы күреспейді.

Электродиализді металдарды алу және өңдеу үшін қолдануға болады. Селективті болуы мүмкін. Қазірдің өзінде тұзсыздандыру және мырыштау салаларында сыналған. Миллионның бір бөлігінен аз тазалау деңгейіне қол жеткізуге қабілетті. Оның ион алмасу әдістерімен бірдей кемшіліктері бар (мысалы, мембрананы ластау). Тұрақты бақылауды қажет етеді. Ол тұрақсыз мазмұндағы және үлкен көлемдегі сарқынды сулармен жақсы күреспейді.

Флотация - арзан әрі оңай әдіс. Тек жүзуге қабілетті бөлшектер кешендерін алып тастай алады. Алдымен ауаны одан әрі тарату үшін қысымды суда еріту керек.

Ауыр металдарды тиімді жою үшін түйіршікті материалды пайдаланады. Aurubis (Гамбург) әлемдегі жетекші түсті металдарды жеткізуші және әлемдегі ең ірі мыс өңдеушілерінің бірі, ауыр металдар мен басқа да ластағыш заттарды судан тиімді түрде кетіретін жеке меншік минералды түйіршікті материалға негізделген зауытты тәжірибе жүзінде іске асыруда. Бастапқы сынақ нәтижелері оң нәтижелерді көрсетті және жобаны кеңейту бойынша жұмыс жүргізілуде, сайып келгенде, жерасты суларын пайдалануды одан әрі азайту үшін көбірек сарқынды суларды қайта өңдеуге және қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

## **7.2. Бағалы металдар өндірісінің перспективалық техникалары**

Әртүрлі құрамды кендер мен концентраттардан алтын мен күмісті алудың негізгі әдісі сілтілі ортада цианидті сілтілеу болып табылады. Сонымен қатар, бұл өте улы еріткіш пайдаланылмайтын технологияларды жасау бойынша жұмыс жалғасуда.

Қолдану мүмкіндігі тұрғысынан тиокарбамид, тиосульфаттар, галогендер (хлор, бром, йод) сияқты реагенттерді сілтілі ерітінділерде және кейбір органикалық қосылыстарды (мысалы, гуматтар мен амин қышқылдары) қолдануға бағытталған зерттеулерді байыпты қарастыру қажет. ) [29].

Жоғарыда айтылғандардың ең перспективалы нұсқасы – құрамында алтын және күміс бар материалдарды қышқылдық ортада тиокарбамидпен (тиокарбамид) сілтісіздендіруға негізделген технология. Шикізат тотықтырғыштың (көбінесе темір (III) ) хлориді немесе сульфат) қатысуымен қышқылды (әдетте күкірт қышқылы) ерітіндіде тиокарбамидпен сілтісіздендіруға ұшырайды. Содан кейін алынған ерітіндіден бағалы металдар экстрагенттердің: три-н-бутилфосфат және керосиндегі дифенилтиокарбамид қоспасымен аралас тиокарбамид және тиоцианатты комплекстер түрінде алынады. Алтын мен күмісті органикалық фазадан қайта алу тотықсыздандырғыштардың ерітінділерімен (формальдегид, гидразин тұздары, қымыздық қышқылы, тетрагидробораттар және т.б.) жүргізіледі. Экстракция сатысында ерітіндіге тиоцианат иондарын енгізу бағалы металдардың органикалық фазаға толық экстракциялануын қамтамасыз ететінін атап өткен жөн. Құрамында тиокарбамид бар аршудан кейін пайда болған сулы фазаны сілтісіздендіру немесе сілтілеу кектерді жуу кезеңіне қайта өңдеуге болады.

Цианид ерітінділерінің орнына тиокарбамид ерітінділерінің кеңінен өнеркәсіпте қолданылуына натрий цианидімен салыстырғанда бұл реагенттің жоғары құны кедергі келтіреді. Тиокарбамидті сілтісіздендіруді қорғасын-мырыш кектерін өңдеуде қолдануға болады, ал үдерістің тиімділігі электросілтілеу кезінде жоғарылайды. Катодта құрамында алтын және/немесе күміс бар тұнба, ал анодта оттегі газы бөлінеді. Күміс мөлшері  $>10\%$  болатын алтын-күміс қорытпаларына қолданылатын вакуумды айдау технологиясы қызығушылық тудырады [30]. Бұл әдіс температураға байланысты қаныққан бу қысымының айырмашылығына байланысты металдарды булану (конденсация) кезінде бөлуге негізделген. Осылайша,  $1000 - 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$  температура аралығындағы күмістің парциалды қысымы алтыннан 1000 есе артық. Әдебиетте Қышқылды аз бөлу (ALS) үдерісі (7.2.1. сурет) деп аталатын бұл Үдерісті жүзеге асыру нәтижесінде алтын құймасы мен күміс сублиматтары түзіледі, олар тазарту үдерісіне 3-бөлімде сипатталған технологиялар. Егер қорытпада балқитын және ұшатын қоспалардың (Zn, Se, Pb, Sn) айтарлықтай мөлшері болса, Үдеріс бірнеше кезеңде жүзеге асырылады.



7.1-сурет. Вакуумды айдау көмегімен Доре қорытпасын өндеудің схемалық диаграммасы

Вакуумды айдау технологиясының маңызды артықшылықтары бар:

қорытпаны өндеудің жоғары жылдамдығы (133,3 10<sup>-4</sup> Па қалдық қысымда 10 – 40 мин);

төмен операциялық шығындар;

жұмыс аймағына және қоршаған ортаға зиянды шығарындылардың болмауы.

"J" үдерісі Еуропада жұмыс істемейді, бірақ алтынның басқа өндеу процестеріне карағанда төменірек алтын қорымен жұмыс істей алады. Ол таза емес алтынды (<99,5 %) еріту үшін қалпына келтірілген йод ерітіндісін пайдаланады. Алтын калий гидроксидімен тотықсыздандырылады, бөлінеді, жуылады және 99,995 % алтынны бар ұнтаққа дейін кептіріледі. Тотықсыздану сатысындағы сұйықтық электролиттік ұяшыққа жіберіледі, онда еритін қоспалар және кез келген қалпына келтірілмеген алтын йодид катодта тұндырылады және бағалы металдар тізбегінде қалпына келтіру үшін жойылады. Содан кейін ерітінді инертті электродтармен жабдықталған электролиттік диафрагма ұяшығына жіберіледі. Анодтық бөлімде алынған йод ерітіндісі және катод бөлімінде алынған КОН ерітіндісі қайта өңделеді [84].

## 8. Қосымша комментарийлері мен ұсынымдар

Анықтамалық Экологиялық Кодекстің 113-бабына сәйкес дайындалған.

Анықтамалықты әзірлеудің бірінші кезеңі кешенді технологиялық аудит жүргізу болды, оның барысында мыс және бағалы металл - алтын өндіретін кәсіпорындардың ағымдағы жай-күйіне сараптамалық баға берілді, ол өндірісті басқарудың тиімділігін, қолданылатын автоматтандыру құралдарын, технологиялық мүмкіндіктерді талдауды және кәсіпорындардың қоршаған ортаға әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді.



Сондай-ақ, мыс және бағалы металдар өндірісінде қолданылатын технологиялардың ЕҚТ қағидаттарына сәйкестігіне талдау жүргізілді.

Сараптамалық бағалаудың негізгі мақсаты қолданыстағы жағдайға Қазақстан Республикасының мыс өндірісінің технологиялық жай-күйін анықтау, сондай-ақ ЕҚТ параметрлеріне сәйкес кәсіпорындарды бағалау болып табылады.

ЕҚТ критерийлеріне сәйкестікті бағалау "Өнеркәсіптік шығарындылар және/немесе төгінділер туралы (ластанудың кешенді алдын алу және бақылау туралы)" Еуропалық Парламент пен ЕО Кеңесінің 2010/75 / ЕО Директивасына, сондай-ақ осы ЕҚТ бойынша анықтамалықтың 2 -бөлімінде көрсетілген ЕҚТ-ға жатқызу әдістемесіне сәйкес белгіленді.

КТА барысында мыс өндірісінің, қолданылатын технологиялар, жабдықтар, ластағыш заттардың шығарындылары мен төгінділері, өндіріс қалдықтарының пайда болуы, сондай-ақ әдеби көздер, нормативтік құжаттама және экологиялық есептер негізінде қоршаған ортаға әсер етудің, энергия мен ресурстарды тұтынудың басқа аспектілері туралы ақпаратқа талдау және жүйелеу жүргізілді.

Ақпарат жинау үшін кәсіпорындарға бекітілген шаблондар негізінде сауалнама нысандары жіберілді. Кәсіпорындардан ұсынылған деректерді талдау технологияларды қолданудың әртүрлі аспектілері, соның ішінде технологиялық көрсеткіштер бойынша ақпараттың жеткіліксіздігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Анықтамалықтың осы редакциясында кәсіпорындар ұсынған нақты нәтижелер қолданылды.

ЕҚТ бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығының құрылымы Қазақстан Республикасының қолданыстағы НҚА сәйкес, сондай-ақ өткізілген КТА нәтижелері бойынша әзірленді.

Перспективалы техникаларға тек отандық әзірлемелер ғана емес, сонымен қатар практикада қолданылатын, бірақ Қазақстан Республикасындағы кәсіпорындарда енгізілмеген озық технологиялар да жатқызылған.

ЕҚТ бойынша анықтамалықты дайындау қорытындысы бойынша осы анықтамалықпен әрі қарай жұмыс істеуге және ЕҚТ енгізуге қатысты мынадай ұсынымдар тұжырымдалды:

кәсіпорындарға ластағыш заттардың, әсіресе маркерлік заттардың қоршаған ортаға эмиссияларының деңгейлері, шикізат пен энергия ресурстарын тұтыну, сондай-ақ негізгі және табиғатты қорғау жабдықтарын жаңғыртуды жүргізу, ЕҚТ енгізудің экономикалық аспектілері туралы мәліметтерді жинауды, жүйелеуді және сақтауды жүзеге асыру ұсынылады;

технологиялық объектілерді жобалау, пайдалану, реконструкциялау, жаңғырту кезінде қоршаған ортаға әсер етудің физикалық факторларын мониторингтеуге, бақылауға және азайтуға назар аудару қажет;

технологиялық және табиғатты қорғау жабдықтарын жаңғырту кезінде жаңа технологияларды, жабдықтарды, материалдарды таңдаудың басым өлшемшарттары ретінде энергия тиімділігін арттыруды, ресурс үнемдеуді, өндіріс объектілерінің қоршаған ортаға теріс әсерін азайтуды пайдалану қажет.

## Библиография

1. "Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша анықтамалықтарды әзірлеу, қолдану, мониторингтеу және қайта қарау қағидаларын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 28 қазандағы № 775 қаулысы.
2. Мыс металлургиясы: оқу құралы / А.А.Лықасов, Ғ.М.Рыс; Ресей Федерациясының Білім және ғылым министрлігі, Білім беру федералды агенттігі, Оңтүстік Орал штаты. un-t [және басқалар]. - Челябинск: СУСУ, 2006. - 74 б.
3. <https://stankiexpert.ru/tehnologii/proizvodstvo-medi.html>
4. Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, В.В. Руднев. Металлургияға кіріспе: Прок. университеттерге жәрдемақы. - Новокузнецк: ГОУ ВПО "СибГИУ" баспасы, 2003. - 144 б.
5. Кушакова Л., Сизикова Н. Тотыққан мыс кендерін үйінді Сілтісіздендіру технологиясын жасау және енгізу// Қазақстан өнеркәсібі. - 2020. - No 3. - С. 18 - 20
6. Романтеев Ю.П. Бағалы металдар металлургиясы: Прок. жәрдемақы. - М.: МИСиС, 2007. - 259 б.
7. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the main Non-Ferrous Metals Industries. BREF, 2017
8. Бағалы металдар металлургиясы. Жоғары оқу орындарына арналған оқулық / Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В., Борбат В.Ф. және т.б. / Ред. Чугаев Л.В. – 2 -бас., қайта өңделген. және қосымша - М.: Металлургия, 1987, 432 с
9. Романтеев Ю.П. Бағалы металдар металлургиясы: Прок. жәрдемақы. - М.: МИСиС, 2007. - 259 б.
10. Ауыр түсті металдар металлургиясы. Красноярск ИПК СибФУ 2009. Марченко Н.В.
11. BREF - NFM "Түсті металлургияға арналған ең үздік қолжетімді техникалар (BAT) анықтамалық құжаты".
12. ITS 3 - 2019 "Мыс өндірісі".
13. Харченко Е.М., Ульева Г.А., Егорова Т.Г., Рахымбеков С.С. МЫС балқытудың қожын өңдеу // Қолданбалы және фундаменталды зерттеулердің халықаралық журналы . - 2015. - No 7 - 1. – 30 - 33 б
14. ETSU, Oxy-Fuel Melting of Secondary Aluminium, ETSU, 1994
15. Laheye, R. et al., Greenmelt: An Environmentally Sound Remelting Concept, Hoogovens (NL), 1998
16. French comments on MnFe alloys, French comments on MnFe alloys, 2008

17. ETSU, Oxy-Fuel Melting of Secondary Aluminium, ETSU, 1994], [118, Laheye, R. et al., Greenmelt: An Environmentally Sound Remelting Concept, Hoogovens (NL), 1998
18. ETSU, Oxy-Fuel Melting of Secondary Aluminium, ETSU, 1994
19. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 16 ақпандағы "Адамға әсер ететін физикалық факторлардың гигиеналық нормативтерін бекіту туралы" № ҚР ДСМ- 15 бұйрығы.
20. UBA Copper, lead, zinc and aluminium, Abschlussbericht. Teil 1, 2, 3 and 4. Kupfer, etc., 2007
21. Traulsen, H., 'Plant Information - Copper Industry (Draft)', Copper Expert Group 1998, 1998
22. AJ Rigby et al., 1999
23. Traulsen, H., 'Plant Information - Copper Industry (Draft)', Copper Expert Group 1998.
24. Rentz, O. et al., Report on BAT in German Copper Production (Final Draft), University Karlsruhe (DFIU), 1999
25. VDI (D) 2102, Emission Control 1) Secondary copper smelting and refining plants 2) Copper and copper alloy melting plants, VDI (D), 2007
26. McLellan and Partners Ltd, Pollution Control in the Copper Industry, HMIP (UK), Surrey, 1993
27. Traulsen, H., 'Plant Information - Copper Industry (Draft)', Copper Expert Group 1998
28. VDI (D) 2102, Emission Control 1) Secondary copper smelting and refining plants 2) Copper and copper alloy melting plants, VDI (D), 2007
29. UBA Copper, lead, zinc and aluminium, Abschlussbericht. Teil 1, 2, 3 and 4. Kupfer, etc., 2007
30. European Commission, DG XI, Technical BAT Note Heavy Metal Emissions from Non-Ferrous Industrial Plants, 1991],
31. OSPARCOM, Description of BAT for the Primary Production of Non-Ferrous Metals (Zinc, Copper, Lead and Nickel)
32. Наумов К.Д., Теоретические и технологические основы осаждения золота из цианистых растворов крупнодисперсным цинком. - Екатеринбург, 2019
33. Котляр, Ю.А. Бағалы металдар металлургиясы / Ю.А.Котляр, М.А.Меретуков. - М. : АСМИ, 2002. - 466 б.
34. Ламуев, В.А., Гуляшинов А.Н. Қорғасын-мырыш кендерінен күміс алу // Іргелі зерттеулер. - 2005. - No 9. - 36 б.
35. Масленицкий И.Н. Бағалы металдар металлургиясы: жоғары оқу орындарына арналған оқу құралы / генерал. ред. Чугаева Л.В. - М. : Металлургия, 1987. - 432 б.
36. Finland Paper on Industrial ecology, Heino - Industrial Ecology, 2004

37. Theodore, L. et al., Air Pollution Control Equipment, ETS International, Inc. (USA), 1992.
38. Farrell Nordic Mission, Mission to Norway, Sweden and Finland June, 2008
39. Nordic Report, A Nordic contribution concerning the revision of the IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries, 2008.
40. Soud, H.N., 'Developments in particulate control for coal combustion', IEA Coal Research (UK), 1995.
41. Startin, A., Solve your gas filtration problems, Cerafil (Ceramic Filter Elements), UK, English, 1998
42. Soud, H.N., Particulate control handbook for coal-fired plants, IEA Coal Research, 1993.
43. Rentz, O. et al., Report on BAT in German Copper Production (Final Draft), University Karlsruhe (DFIU), 1999
44. French comments on MnFe alloys, French comments on MnFe alloys, 2008
45. Riekkola-Vanhanen, M., Finnish Expert Report on BAT in Copper Production and By-Production of Precious Metals, Finnish EPA, 1999
46. EC, BREF on Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids, Fertilisers ( LVIC-AAF), 2007
47. UBA (A), Emissionserklärung Treibacher Chemische Werke, UBA (A), 1998
48. Clark, J.H., Chemistry of Waste Minimization, Blackie Academic & Professional, 1995.
49. VDI (D) 3476 Part 1, Waste gas cleaning Methods of Catalytic Waste Gas Cleaning - Fundamentals, VDI (D), 2005
50. NRW (D), NE-Metallindustrie - Betreiberleitfaden für Anlagen zum Schmelzen von Schwermetallen, Ministerium Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft, 1997
51. ИТС 14 - 2020 "Өндіріс Бағалы металдар".
52. BREF - ENE "Энергия тиімділігін арттырудың ең озық техникалық анықтамалық құжаты".
53. ИТС 48 - 2017 "Шаруашылық және (немесе) өзге де қызметті жүзеге асыру кезінде энергия тиімділігін арттыру".
54. УДК 662.61 Рекуперативті оттықтарды пайдаланудың жылу тиімділігін болжау әдісі А.Б. Бирюков, П.А. Гнитьев, Я.С. Власов атындағы Донецк ұлттық техникалық университеті, Донецк, Украина
55. ИТС 2 - 2015 "Аммиак, минералды тыңайтқыштар және бейорганикалық қышқылдар өндірісі".
56. Интернет көзі: <https://okvsk.ru/производство-цветных-металлов/1920-электролитическое-рафинирование-медь.html>.
57. Жабу көрсеткішін құрастыру жылы электролиз моншалар, Менщикова К.Д., Заманов И.Ш., Лаптев В.А., Худяков П.Ю., 2019 ж.

58. ISO 50001:2011 Энергия менеджменті жүйелері. Пайдалануға қойылатын талаптар мен нұсқаулар.
59. ISO 50001–2021 Энергия менеджменті жүйелері. Пайдалануға қойылатын талаптар мен нұсқаулар.
60. ETSU (UK), Waste heat recovery from high temperature gas streams, ETSU (UK), 1996.
61. Farrell, F., 'Personal Discussions', Personal Communication, 1998.
62. ETSU (UK), Waste heat recovery from high temperature gas streams, ETSU (UK), 1996.
63. ALFED 1998.
64. Тинкова С.М., Прошкин А.В., Веретнова Т.А., Востриков В.А. Металлургиялық жылу техникасы: оқу құралы (дәрістердің электронды нұсқасы) // Түсті металдар және алтын институты, FGOU VPO Сібір федералды университеті. – Красноярск, 2007. – 193 б.
65. NRU ITMO ғылыми журналы. Серия "Экономика және қоршаған ортаны қорғау" №1, 2014 ж. ЭОЖ 66.045.12 Металл бұйымдарын термиялық өңдеу пештерінен газдарды жылуды қалпына келтіру мәселесі бойынша Бурокова А.В. [burokova@yandex.ru](mailto:burokova@yandex.ru) техника. Рахманов Ю.А., [rahmanovua2010@gmail.com](mailto:rahmanovua2010@gmail.com) ИТМО Университетінің Тоңазытқыш және биотехнология институты 191002, Санкт-Петербург, ст. Ломоносов, 9.
66. Интернет көзі: <https://recuperator-termo.ru/press/primeneniye/obosnovanie-primeneniya-promyshlennyh-rekuperatorov-v-tsiklah-pechnogo-nagreva/> .
67. ETSU (Ұлыбритания) 1996 ж.
68. Интернет көзі: <https://news.rambler.ru/ecology/47781341-na-sredneuralskom-medepilavilnom-zavode-otkryli-unikalnuyu-paroturbinnuyu-ustanovku/> .
69. COM 2008.
70. Интернет көзі: <https://expert.ru/ural/2012/10/mednaya-osnova/> .
71. Ванюков А.В. Мыс және никель шикізатын кешенді өңдеу. Университеттерге арналған оқулық / А.В.Ванюков, Н.И.Уткин. Челябинск: Metallurgiya, 1988. - 432 б.
72. Надиров Е.Г., Айдымбаева Ж.А. Электролиз кезіндегі мыс шөгіндісінің сапасына органикалық қоспалардың әсері // Universum: Техникалық ғылымдар: электрон. ғылыми журнал 2014. № 7 (8) .
73. Интернет көзі: <https://mmsk.ugmk.com/ru/press/news/glavnyy-tsekh-kombinata-kurs-na-ekonomiyu-energoresursov/> .
74. Интернет көзі: <https://rekvizitai.vz.lt/ru/company/lifosa/> .
75. IEA HPP-IETS Annex 35/13 "Application of industrial Heat Pumps", a joint venture of the International Energy Agency (IEA) Implementing Agreements "Industrial Energy-Related Technologies and Systems" (IETS) and "Heat Pump Programme" (HPP).
76. Lurgi, A.G. et al., Cleaning of Process and Waste Gases, Lurgi AG, 1991

77. Robson, T.G. et al., A Review of the Industrial Uses of Continuous Monitoring Systems: Metals Industry Processes, UK Environment Agency, 1998
78. Industrial NGOs 2012] [385, Germany, 2012
79. Haavanlammi 2007
80. [https://www.ntcbakor.ru/catalog/promyshlennoe-oborudovanie-i-komplektuyushchie/filtry\\_dlya\\_ochistki\\_vysokotemperaturnyh\\_gazov\\_fki/](https://www.ntcbakor.ru/catalog/promyshlennoe-oborudovanie-i-komplektuyushchie/filtry_dlya_ochistki_vysokotemperaturnyh_gazov_fki/)
81. Кольцов В.Б. Қоршаған ортаны қорғауға арналған процестер мен құрылғылар, 2018 ж.
82. Д.О.Скобелев, М.В.Степанова Энергия менеджменті: Өнеркәсіптік кәсіпорындарға арналған энергияны басқару бойынша 2020 нұсқаулықты оқу. Мәскеу: Колорит баспасы, 2020. 92 б.
83. Щелоков Я.М. Шаруашылық қызметтің энергетикалық талдауы. Екатеринбург: УрФУ. 2010. 390 б.
84. Беньаш Е.Я., Толстунова И.И., Иваницкий О.А., Рыбакова В.А., Резниченко В.В. Полиметалл шикізатын өңдеудің аз қалдықты технологиялары // Сб. ғылыми тр. ВНИИТцветмет. – Өскемен, 1989. – С. 16 – 21.
85. <https://www.ugmk.com/press/news/na-baze-sumza-postroyat-zavod-po-proizvodstvu-sulfata-ammoniya/>
86. <https://www.urm-company.ru/about-us/blog/155-ekologiya-metallurgii/>
87. [https://www.unicore.com/en/sustainability/environment/#sustainable\\_sourcing](https://www.unicore.com/en/sustainability/environment/#sustainable_sourcing)
88. Raport Zintegrowany KGHM Polska Miedź S.A. i Grupy Kapitałowej KGHM Polska Miedź S.A. za 2021 rok
89. <https://www.metalinfo.ru/ru/жаңалықтар/136659>
90. <https://ugmk.com/пресс/жаңалықтар/на-сумзе-установили-надувной-ангар-для-хранения-медного-концентрата/>
91. <https://www.comz.umn.ru/ru/баспасөз/жаңалықтар/тонкой-очистки/>
92. "Қазмырыш" ЖШС Өскемен металлургиялық кешенінің технологиялық процестерінің қолжетімді үздік технологиялар (ЕҚТ) қағидаттарына сәйкестігіне сараптамалық бағалау туралы ЕСЕП. 5 -тарау. Қорғасын өндіру. – 2021. – 86 с
93. <https://www.metalinfo.ru/ru/жаңалықтар/130405>
94. <https://www.aurubis.com/>
95. [https://www.ugmk.com/press/corporate\\_press/ummc/](https://www.ugmk.com/press/corporate_press/ummc/)
96. Мыс өндірісіндегі, металлургиядағы және материалтанудағы ағымдағы үрдістер мен тәжірибелер, 2021 ж
97. Түсті металдар . 2012 ж . № 10 . Ылғалды катализ әдісімен "Қарабашмед" ЖАҚ күкірт қышқылын өндіру. Алтушкин И.А., Корол Ю.А., Заварин А.С.
98. <https://news.rambler.ru/other/39025836-vybrosy-karabashmedi-umenshilis-v-20-raz/>
99. <https://www.metalinfo.ru/ru/news/50964>

100. Binegar & Tittes, 1993; Pasca et al., 2005  
 101. Extractive Metallurgy of Copper, 6 edition, 2021  
 102. Manuel Boscato (R&S IKOI Srl), Giovanni Faoro (CEO IKOI Srl) IKOI S.r.l. unipersonale, Cassola (VI), ITALY.

Ең үздік қолжетімді техникалар бойынша "Мыс және бағалы металл – алтын өндірісі" анықтамалығына қосымша

### Экономикалық тиімділікті есептеу мысалдары

Көрсетілген тәсілдер келесі әдістерді қолдану арқылы қорғасын зауытының сарқынды суларын кейінгі тазарту үдерісінің экономикалық тиімділігін есептеу мысалында қолданылды:

қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы адсорбциялау;

сорбциялық сүзгілер блогында белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы адсорбциялау;

кері осмос.

Кіретін су көлемі балық ағызғанда сағатына 320 текше метрді (жылына 2803 текше метр) құрады. Қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентпен тазартуға дейін және одан кейін түсетін судағы ластағыш заттардың құрамының параметрлері кестеде келтірілген:

1-кесте. Белсендірілген алюмосиликатты адсорбентпен өңдеуге дейін және одан кейін түсетін судағы ластағыш заттардың құрамының параметрлері.

р/с №	Ластағыш зат	Ластағыш заттардың мөлшері, мг/дм <sup>3</sup>	
		тазалау алдында	тазалаудан кейін
1	Ұшпа 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	Жалпы темір (Fe).	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 (SO4)	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

Бірінші нұсқа үшін бастапқы деректер қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы қорғасын зауытында адсорбциялау арқылы жүзеге асырылған өндірістік сарқынды суларды кейінгі тазарту әдісі туралы ақпарат болды.

Күрделі салымдарды есептеу үшін сағатына 320 текше метрден кейінгі тазартуға түсетін сарқынды сулар үшін келесі технологиялық қондырғылар/жабдықтар мен шығын материалдары пайдаланылады деп болжанады:

2,5 м адсорбент қабаты бар көлемі 5,6x5,6x6 м, бір резервуарға 2 млн. теңгеден жалпы құны 10 млн. теңге болатын 5 бетон цистерна;

резервуарлардың жалпы ұзындығы 70 желілік метр 2 мм болат құбырлары 50Ø, жалпы құны 164 150 теңге 2 345 теңге / желілік метр есебімен құбырлар;

әрқайсысына 164 500 теңгеден жалпы құны 1 645 мың теңге, өнімділігі сағатына 66 текше метр 10 ортадан тепкіш сорғы;

барлық сүзгілерге бір реттік толтыру үшін 392 текше метр мөлшерінде адсорбент, жалпы құны 664 000 теңге/текше метр баға бойынша 260 288 000 теңге.

Есептеулер қорытындысы бойынша күрделі салымдардың жалпы сомасы 272 097 150 теңге сомасында анықталды.

Эксплуатациялық шығындарда пайдалану кезінде қажалу кезінде көлемді толтыру үшін адсорбент қорлары жылына 39,2 текше метр мөлшерінде, жалпы құны 664 000 теңге/текше метр бағамен 26 028 800 теңгені құрайды. Сонымен қатар активаторлармен жуу арқылы оның адсорбциялық қасиетін жақсарту үшін сорбентті кезеңді түрде белсендіру қажет: 4 - 5 % NaOH сілті ерітіндісі 64 тонна көлемінде, жалпы құны 191 250 теңге/тонна есебімен 12 240 000; 4 - 5 % магний сульфаты MgSO<sub>4</sub> ерітіндісі 64 тонна көлемінде, жалпы құны 21 216 000 теңге, 331 500 теңге/т.

Операциялық шығындар сомасы 59 484 800 теңге сомасында айқындалды.

Қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде активтендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы адсорбция әдісімен өндірістік сарқынды суларды кейінгі тазартуға кәсіпорынның жалпы шығындары 331 581 950 теңгені құрады (есептер 2 кестеде келтірілген).

Әртүрлі ақша бірліктерінің салыстырмалылығы үшін барлық шығындар Қазақстан Ұлттық Банкінің есептеу күніндегі бағамы бойынша сатып алу валютасында келтірілген.

Есептеулер көрсеткендей, белсендірілген алюмосиликатты сорбентті қысымсыз сүзгілерде қолдану ластағыш заттардың құрамын бастапқы судағы мөлшерімен салыстырғанда (3 -кестенің 4 -бағаны) 3 -кестенің 9 -бағанында көрсетілген мәндерге



азайтады. Бұл ретте тиісті ластағыш заттың құрамын 1 мЛг/дм<sup>3</sup> төмендетуге кәсіпорынның ақшалай шығындары 3 -кестенің 10 -бағанында (1 мЛг/дм<sup>3</sup> теңгемен) көрсетілген мәндер болады.

Бұл ретте ЕҚТ экономикалық тиімділігін бағалаудың негізгі көрсеткіші есептелді – маркерлерді қоса алғанда, ластағыш заттардың әрбір түрі бойынша төмендетілген мөлшердің 1 кг-ға кәсіпорынның құны (3-кестенің 13-бағаны).

Дәл осылай суды тазартудың басқа әдістерінің экономикалық тиімділігі бағаланды: сорбциялық сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолданатын адсорбция әдісі және кері осмос әдісі (4-кесте).

2-кесте. Қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы адсорбциялау арқылы қорғасын зауытының өндірістік сарқынды суларын кейінгі тазартуға күрделі және пайдалану шығындарының есебі.

p/c №	Шығындардың атауы	Бірлік.	Саны	Бірлік құны (сатып алу валютасында)	Жалпы құны (есептеу күніндегі Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің бағамы бойынша) <a href="https://nationalbank.kz/ru/exchangerates/ezhednevnye-oficialnye-rynochnye-kursy-valyut">https://nationalbank.kz/ru/exchangerates/ezhednevnye-oficialnye-rynochnye-kursy-valyut</a> )			
					1 ₸	7,04 ₸	432,78 ₸	462,51 ₸
					тенге	рубль	доллар	еуро
I.	Күрделі шығындар							
1	Қысымсыз бір қабатты сүзгі							
1.1	резервуар 5,6x5,6x6 м	дана	5	2 000 000 ₸	10 000 000	1 420 455	23 106	21 621
1.2	құбырлар	пог м	70	2 345 ₸	164 150	23 317	379	355
1.3	орталықта н тепкіш сорғы	дана	10	164 500 ₸	1 645 000	233 665	3 801	3 557
2.	адсорбент	текше метр	392	664 000 ₸	260 288 000	36 972 727	601 433	562 773
	Күрделі шығындар, барлығы				272 097 150	38 650 163	628 719	588 305
II.	Операциялық шығындар							
1.	Адсорбент (тозуды жоғалту)	текше метр	39,2	664 000 ₸	26 028 800	3 697 273	60 143	56 277
2.	Активаторлар	т						

2.1	4 - 5 % NaOH сілті ерітіндісі ( айына бір р е т ауыстыру)	64	191 250 ₸	12 240 000	1 738 636	28 282	26 464
2.2	4 - 5 % магний сульфаты MgSO <sub>4</sub> (4 айда бір р е т ауыстыру)	64	331 500 ₸	21 216 000	3 013 636	49 023	45 871
	Операциял ы қ шығындар , барлығы			59 484 800	8 449 545	137 448	128 613
III.	Жалпы шығындар (CAPEX + OPEX)			331 581 950	47 099 709	766 167	716 918

3-кесте. Қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану арқылы адсорбциялау арқылы өндірістік сарқынды суларды кейінгі тазарту құнының экономикалық тиімділігін бағалау.

p/c №	Ластағыш заттың атауы	Резервуарға ағызылатын маркерлік заттар үшін қажетті технологиялық көрсеткіш	Кіріс судағы ластағыш заттардың мөлшері UK MK	Ластағыш заттардың нормативті ағызуы UK MK	Шығарудың жалпы массасына үлес	Ағызудағы ластағыш заттардың құрамын азайту (кіру мен шығыс арасындағы айырмашылық)	Ластағыш заттардың азайтудың бір жылдық құны	Төмендегі лген ластағыш заттардың 1 килограммына жылдық экономикалық тиімділік (есептеу күніндегі Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің бағамы бойынша <a href="https://nationalbank.kz/ru/exchangers/">https://nationalbank.kz/ru/exchangers/</a>
-------	-----------------------	--	---	--	--------------------------------	---	--	---

													ezhednevn ye-oficialn ye-rynochn ye-kursy-v alyut )
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	г/сағ	т/жыл	%	мг/дм <sup>3</sup>	теңге / мг/дм <sup>3</sup>	₸		\$	€
										1	7,41 ₸	415,12 ₸	443,06 ₸
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	Мыры ш (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	Кадми й (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	2 5 6 042,30
5	Күшә н (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	Жалп ы темір (Fe) .		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	Кальц ий (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	Мұна й өнімд ері		0,05	0,05	35,00	0,140	0,0103	-	-	2 368 442,50	336 426,49	5 472,62	5 120,85
11	Хлори дтер (Cl)		200	150	105 000,00	420,00 0	31	50,000 00	0,0024	789,48	112,14	1,82	1,71
12	Сульф аттар (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	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
	Барлық заттар үшін жалпы	622,35	487,69	341 384,26	1365,537	100	134,66	76,14	874 632 907,33	124 237 628,88	2 020 964,25	1 891 057,29

4-кесте. Өнеркәсіптік сарқынды суларды әр түрлі әдістермен кейінгі тазарту шығындарының экономикалық тиімділігін бағалау (қысымсыз бір қабатты жылдам сүзгілерде және сорбциялық сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентпен адсорбциялау; кері осмос).

р/с №	Көрсеткіш	Өлшем бірлігі	Толық тазартудан кейінгі әдістер		
			Әртүрлі сүзгілерде белсендірілген алюмосиликатты адсорбентті қолдану		Кері осмос
			қысымсыз бір қабатты сүзгі	Сорбциялық сүзгі	
1	Күрделі шығындар	\$	628 719	595 926	1 239 135
2	Операциялық шығындар	"-	137 448	128 613	0
3	Барлығы шығындар	"-	766 167	724 539	1 239 135
4					
5	Жылына төмендетілген ластағыш заттың 1 килограмна шығынның тиімділігі	\$/kg			
6	Қалқыма заттар	"-	36.48	34.50	59.01
7	Қорғасын	"-	13 681,56	12 938,20	22,127,42
8	Мырыш	"-	27 363,12	25 876,41	44 254,83
9	Кадмий	"-	273 631,23	258 764,09	442 548,34
10	Күшән	"-	13 681,56	12 938,20	22,127,42
11	Мыс	"-	45 605,21	43,127,35	73 758,06
12	Меркурий	"-	1 368 156,16	1 293 820,45	2 212 741,71
13	Жалпы темір	"-	3,909,02	3 696,63	6322.12

14	Кальций	-"	2.74	2.59	4.43
15	Мұнай өнімдері	-"	5472,62	5,175,28	8 850,97
16	хлоридтер	-"	1.82	1.73	2.95
17	сульфаттар	-"	1.19	1.13	1.92
18	Селен	-"	105 242,78	99 524,65	170 210,90
19	Марганец	-"	27 363,12	25 876,41	44 254,83
20	Теллур	-"	136 815,62	129 382.04	221 274.17
	Барлық заттар үшін БАРЛЫҒЫ	-"	2 020 964,25	1 911 159,66	3 268 539,08

Өңдеуден кейінгі әр түрлі әдістер үшін ұқсас экономикалық тиімділік көрсеткіштерін ала отырып, қоршаған ортаны қорғау шараларына кәсіпорынның жылдық шығындары тұрғысынан қайсысы тиімдірек екенін салыстыруға болады.

© 2012. Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің «Қазақстан Республикасының Заңнама және құқықтық ақпарат институты» ШЖҚ РМК