Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі
«Talap» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

А.Н. ЖАКУПОВ, М.А. ФЕЛЬКЕР, Л.С. ПОДЕЙКИНА

ОҚУ ҚҰРАЛЫ

Мамандығы «Түсті металдар металлургиясы»
Біліктілігі «Техник-металлург»

1003000 – «Түсті металдар металлургиясы» мамандығы бойынша техникалық және кәсіптік орта білімнен кейінгі білім беру жүйесінеөзектендірілген үлгілік оқубағдарламаларымен үлгілік оқу жоспарлары бойынша әзірленген

Нұр-Сұлтан, 2020 ж.

ӘОЖ 669.2/.8(075.22)
КБЖ 34.33я722
Ж20

Рецензенттер:

«Жоғары түсті металургия колледжі» ШЖҚ КМК - «Металлургия және машина жасау» бейіні бойынша ОӘБ,
«Тау-кең өндірушілері және тау-кең металлургиялық кәсіпорындардың республикалық қауымдастығы» ЗТБ

«Оқулық» республикалық ғылыми-практикалық орталығымен ұсынылған

Ж20 1003000 «Түсті металдар металлургиясы» мамандығы, «Техник металлург» біліктілігі: оқу құралы / А.Н.Жакупов, М.А.Фелькер, Л.С.Подейкина / Нұр-Сұлтан: «Talap» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2020 ж.-318б.

ISBN 978-601-350-127-7

Оқу құралы 1003000 «Түсті металдар металлургиясы» мамандығы бойынша 100315 3 – «Техник-металлург» біліктілігі бойынша колледж студенттеріне арналған.

Ұсынылған оқу құралында түсті металдар, олардың физикалық және химиялық қасиеттері бар полиметалл кендерінің қазіргі заманғы шикізат базасына шолу жасалған.

Нұсқаулықта түсті металдар металлургиясы өндірісінің технологиялық циклінің теориясы мен практикасы, кен өндірудің және оларды байытудың жалпы мәселелері, кенді және қайталама шикізатты кешенді өңдеу сипатталған.

Оқу құралында теориялық (дәріс материалдары), зертханалық практикум, практикум, бақылау сұрақтары мен тест тапсырмалары бар. Металлургиялық процестердің негізгі техникалық-экономикалық көрсеткіштері, процесті жүргізуге арналған негізгі жабдықтар, өндірісті ұйымдастыру, Қоршаған ортаны қорғау мәселелері және металлургиялық өндірістің экологиялық аспектілері келтірілген.

ӘОЖ 669.2/.8(075.22)
КБЖ 34.33я722

ISBN 978-601-350-127-7

© «Talap» КЕАҚ, 2020
«BBP Company» ЖШС аударған

МАЗМҰНЫ

АЛҒЫСӨЗ 5
1 БӨЛІМ. ТҮСТІ МЕТАЛЛУРГИЯНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІ МЕН АППАРАТТАРЫНЫҢ ЕСЕБІН ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ 6
1.1 Жіктеу түсті металдарды алуға арналған бастапқы шикізаттың құрамы мен қасиеттері 6
1.1.1 Түсті металдар кендері мен минералдарының негізгі түрлеріне сипаттам 6
1.1.2 Кен орындары мен кендерді жіктеу 7
1.1.3 Петрография туралы қысқаша мәліметтер 9
1.1.4 Түсті металл кендерін қайта өңдеудің экономикалық орындылығы 11
1.1.5 Зертханалық практикум 13
1.1.6 Бақылау сұрақтары 21
1.1.7 Тест тапсырмалары 21
1.2 Шикі материалдарды металлургиялық өңдеуге дайындау технологиясы 22
1.2.1 Түсті металл кендерін байытудың негізгі әдістері мен тәсілдері 22
1.2.2 Түсті металдардың сульфидті кендерін өңдеу 24
1.2.3 Түсті металдардың оксидті кендерін өңдеу 26
1.2.4 Мыс кендерін қайта өңдеу 27
1.2.5 Мырыш кендерін қайта өңдеу 30
1.2.6 Қорғасын кендерін қайта өңдеу 32
1.2.7 Никель кендерін қайта өңдеу 35
1.2.8 Жеңіл түсті металл кендерін қайта өңдеу 36
1.2.9 Сирек түсті металл кендерін қайта өңдеу 40
1.2.10 Бағалы металдар кендерін қайта өңдеу 40
1.2.11 Зертханалық практикум 43
1.2.12 Бақылау сұрақтары 50
1.2.13 Тест тапсырмалары 50
1.3 Түсті металдарды алу тәсілдері 57
1.3.1 Мыс металлургиясы 58
1.3.2 Қорғасын металлургиясы 75
1.3.3 Никель металлургиясы 80
1.3.4 Мырыш металлургиясы 82
1.3.5 Алюминий металлургиясы 85
1.3.6 Магний металлургиясы 94
1.3.7 Титан металлургиясы 97
1.3.8 Сирек металдар металлургиясы 99
1.3.9 Асыл металдар металлургиясы 102
1.3.10 Қайталама шикізатты өңдеу әдістері 104
1.3.11 Зертханалық практикум 105
1.3.12 Бақылау сұрақтары 244
1.3.13 Тест тапсырмалары 246

2 БӨЛІМ. ТҮСТІ МЕТАЛДАР ӨНДІРІСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ 263
2.1 Өндірістік және технологиялық процестерді ұйымдастыру тәсілдері 263
2.1.1 Материалдық-техникалық, еңбек және қаржы ресурстары 263
2.1.2 Жұмыс орнында еңбекті экономикалық тиімді ұйымдастыру 267
2.1.3 Практикум 271
2.1.4 Бақылау сұрақтары 273
2.1.5 Тест тапсырмалары 274
2.2 Қоршаған ортаны қорғау және металлургиялық өндірістің экологиялық аспектілері 276
2.2.1 Өндірісте қауіпсіз және салауатты еңбек жағдайларын ұйымдастыру. Саладағы еңбекті қорғауды басқару жүйесі 276
2.2.2 Өндірістік санитария 279
2.2.3 Өрт қауіпсіздігі 283
2.2.4 Электр қауіпсіздігі 292
2.2.5 Металлургиялық кәсіпорындағы қауіпсіздік техникасы 300
2.2.6 Қоршаған ортаны қорғау және табиғатты ұтымды пайдалану 302
2.2.7 Практикум 303
2.2.8 Бақылау сұрақтары 307
2.2.9 Тест тапсырмалары 307
2.2.10 Глоссарий 310
БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ 317

АЛҒЫСӨЗ

«Техник металлург» біліктілігі бойынша оқу құралы 1003000 «Түсті металдар металлургиясы» мамандығы бойынша өзектендірілген үлгілік оқу жоспарына сәйкес әзірленді.

Бұл оқу құралының мақсаты-білім алушылардың кен шикізатынан түсті металдардың металлургиялық өндірісі процестерінің теориялық негіздерін меңгеру, түсті металдар өндірісінің қазіргі жағдайымен және осы саланың даму перспективаларымен танысу.

Оқу құралының міндеттері:

- білім алушыларды металлургиялық шикізатты өңдеудің негізгі тәсілдерімен, технологиялық процестердің теориялық негіздерімен және процестер нәтижелерінің оларды іске асыру жағдайларына тәуелділігімен таныстыру;
- түсті металдар өндірісінің өндірістік процестерінің технологиялық есептеулерін орындауды үйрету;
- полиметалл шикізатын кешенді пайдалану әдістері туралы түсінік қалыптастыру.

Осы модульді оқығаннан кейін студенттер:

- түсті металдар өндірісінің технологиялық процесін ұйымдастыру және бақылау;
- металлургиялық өңдеуге шикі материалдарды дайындау технологиясын түсіну;
- металлургия өндірісінің процестері мен аппараттарының негізгі технологиялық есептеулерін орындау;
- Түсті металдарды өндірудің пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық тәсілдері технологияларының ерекшеліктерін түсіну;
- құнды компоненттерді жан-жақты алу және сапалы өнім алу арқылы берілген құрамдағы шикізатты өңдеудің технологиялық схемасының ең жақсы нұсқасын таңдаңыз.

1 БӨЛІМ. ТҮСТІ МЕТАЛЛУРГИЯНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІ МЕН АППАРАТТАРЫНЫҢ ЕСЕБІН ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ

Металлургия кешені өнеркәсіптің базалық саласы бола отырып, Қазақстан экономикасына елеулі үлес қосуда. Бәсекелестіктің қазіргі заманғы шарттары металлургиялық кешеннің кәсіпорындарынан өндірістің жаңа технологияларын, заманауи жабдықтар мен өндірісті басқару жүйелерін енгізуді талап етеді. Бұл кәсіпорындарда шығарылатын өнімдердің әлемдік стандарттарға сай болуына мүмкіндік береді.

Ең көп таралған металдар-қорғасын, мырыш, мыс, никель, қалайы. Олар тығыздығы 7-ден 11 г/см^3-ге дейінгі ауыр түсті металдарға жатады.

1.1 Жіктеу Түсті металдарды алуға арналған бастапқы шикізаттың құрамы мен қасиеттері

Металлургия өнеркәсібінде пайдалы қазбалардың барлық түрлері қолданылады. Металдарды өндірудің негізгі шикізаты кендер болып табылады, бірақ жанғыш пайдалы қазбалар, отқа төзімді және ағынды материалдар да қолданылады.

Кен құрамы әдетте химиялық талдау арқылы анықталады. Практикалық мақсаттар үшін химиялық құрамды білу әрдайым жеткіліксіз. Шикізаттағы минералдардың түрін және қайта өңделетін шикізаттың барлық компоненттерінің минералдар арасында таралуын білу қажет. Минералогиялық және фазалық қосылыстарды білу металлургиялық өңдеу кезінде осы шикізаттың барлық компоненттерінің әрекетін болжауға, ең ұтымды технологияны таңдауға және жалпы металлургиялық есептеулерді дұрыс орындауға мүмкіндік береді.

1.1.1 Түсті металдар кендері мен минералдарының негізгі түрлерінің сипаттамасы

Өнеркәсіптік қолдану саласына байланысты минералдық ресурстар мынадай негізгі топтарға бөлінеді:

- отын-энергетикалық (мұнай, табиғи газ, қазбалы көмір, жанғыш тақтатастар, шымтезек);
- кенді (ауыр, жеңіл,сирек және асыл металдар кендері);
- тау-кен химиялық шикізаты (фосфориттер, апатиттер, тұздар, күкірт және т. б.);
- табиғи құрылыс материалдары және кенсіз пайдалы қазбалар, техникалық ұсақ-түйек және асыл тастар;
- гидроминералды (жерасты тұщы және минералданған сулар).

Құрамында металл бар минералдардың түріне байланысты түсті металл кендері келесі топтарға бөлінеді:

- сульфидтер, онда металдар күкірт қосылыстары түрінде болады. Мұндай кендерге мыс, мыс-никель және қорғасын-мырыш кендері мысал бола алады;

- тотыққан, онда металдар әртүрлі оттегі бар қосылыстар түрінде болады. Бұл топқа алюминий, тотыққан никель, қалайы кендері, бірқатар сирек кездесетін металл кендері жатады;

- металдар сульфид түрінде де, тотыққан түрінде де болуы мүмкін аралас (мыс кендері);

- еркін күйдегі металдар бар табиғи. Табиғатта алтын, күміс, мыс және платина кездеседі [1].

Кеннің екі түрінің шамамен құндық бағасы 1-кестеде келтірілген [2].

1-кесте - Мыс және тотыққан никель кендерінің құндылық құрылымы

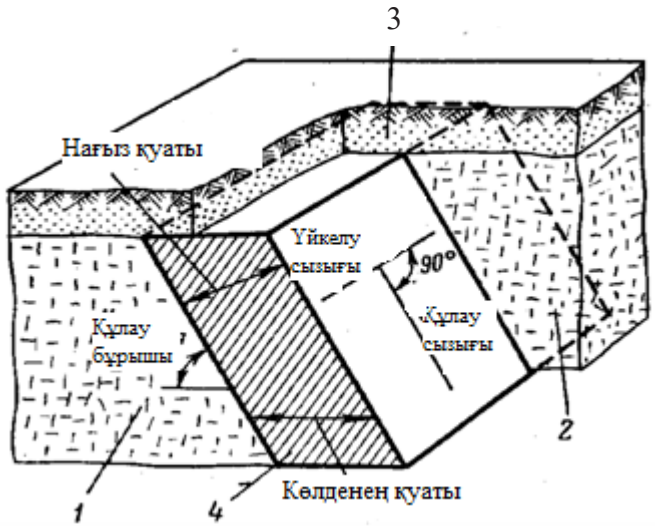
Кен компоненті	Мазмұны,%	Құндылығы, %	Кен компоненті	Мазмұны, %	Құндылығы, %
Мыс кені			Тотыққан никель кені		
Мыс	2,5	26	Никель	1,0	37,0
Мырыш	2,5	15,6	Кобальт	0,1	11,1
Күкірт	40,0	41,7	Темір	35,0	51,9
Алтын	$2 \cdot 10^{-4}$	10,4			
Күміс	$30 \cdot 10^{-4}$	6,3			

1.1.2 Кен орындары мен кендерді жіктеу

Жекелеген элементтердің (минералдардың) немесе олардың кешендерінің әртүрлі геологиялық процестердің әсерінен жер қыртысында шоғырлану қабілеті кен орындары мен басқа да пайдалы қазбалардың пайда болуының себебі болып табылады.

Тау жыныстарының, сондай-ақ олардың денелерінің алуан түрінің ең маңызды сипаттамасы-олардың жер қыртысында пайда болу формасы. Кен орындары (кен денелері) жер қыртысының бетінде, оның жанында және әртүрлі тереңдікте орналасуы мүмкін. Кен денелерінің пайда болу формасы мен шарттары үлкен теориялық және практикалық маңызы бар. Жер бетіндегі кен орындарын іздеу, барлау және дамыту әрқашан тереңдіктен гөрі арзан. Жер қыртысында кен денесінің пайда болу формасы созылу, құлау және қуатпен сипатталады.

Созылу-бұл кен денесінің көлденең бағыттағы ұзындығы (1-сурет). Кен денесінің құлауы-бұл оның жазықтық жазықтығымен қиылысатын жазықтықтағы ұзындығы. Құлау мен созылу жазықтықтарының арасындағы өткір бұрыш құлау бұрышы (жату) деп аталады.

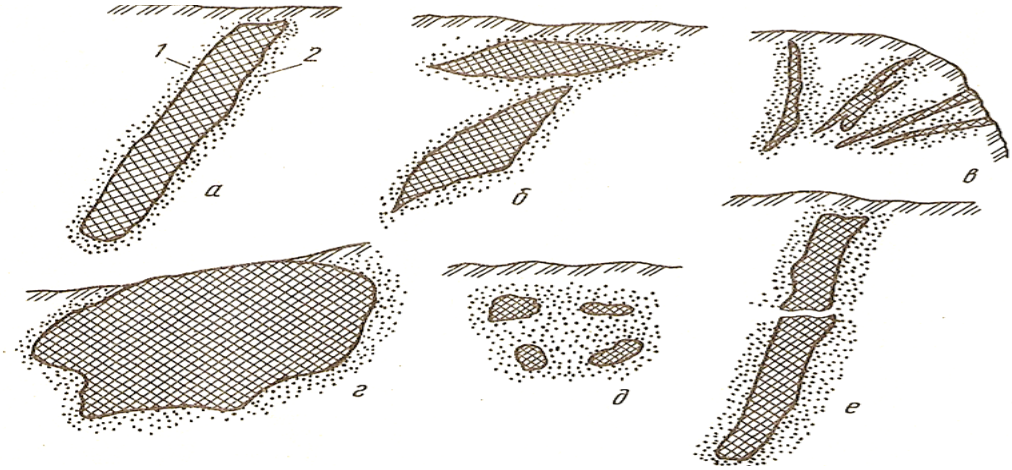


1, 3 – сәйкес жатқан және ілулі жақтардағы тау жыныстары; 2-жабылатын жыныстар; 4-кен

1-сурет-кен денесінің (қабаттың) пайда болу элементтері)

Кен денесінің қуаты оны негізгі (ең үлкен) ұзындық бағытында шектейтін екі негізгі жазықтықтың арасындағы қашықтықпен сипатталады.

Тау-кен өнеркәсібіндегі кен денелері өте жұқа (0,6 м дейін), жұқа (0,6 – 2 м), орташа қуатты (2-5 м), қуатты (5-20 м) және өте күшті (20 м-ден астам) болып бөлінеді, ал құлау бұрышында α-көлденең, көлбеу (α-250-ге дейін), көлбеу (α = 25-450) және тік (α-450-ден астам).



а-қабат; б-линза; в-өзектер; г-өзек; д-ұялар; е-түтік
1-ілулі жағы; 2-жатқан жағы

2-сурет-кен денелерінің жатуының негізгі нысандары

Пішіні бойынша кен денелері қабатты линза тәрізді, веналық, өзек тәрізді, ұя тәрізді және күрделі болып бөлінеді (2-сурет). Кен денесінің ерекше түрі – «түтік». Түтік тәрізді-цилиндрлік немесе сопақша пішінді тік немесе субвертикалды кен денесі, оның ұзындығы (созылу тереңдігі) көлденең қиманың диаметрінен едәуір үлкен (2-сурет, е). Кен

орындарындағы кен денелерінің саны бірліктен жүздегенге дейін ауытқиды. Олардың ұзындығы да, құлауы да 500 м немесе одан да көп болуы мүмкін. Екі бағытта да кен денелерінің қуаты көп жағдайда 3 – тен 30 м-ге дейін жетеді, дегенмен айтарлықтай үлкен-60 м-ге дейін және одан да көп. Түсті металл кендерінің кен орындарындағы кен денелерінің құлау бұрышы, әдетте, 50-850-ге тең, яғни олар өте тік кен орындарын білдіреді [2].

1.1.3 Петрография туралы қысқаша мәліметтер

Петрография - тау жыныстарының құрылымы мен пайда болуы туралы ғылым. Тау жыныстары әртүрлі геологиялық процестердің әсерінен жер қыртысының ішінде немесе бетінде пайда болады. Олардың құрамындағы тау жыныстарын құрайтын минералдар жыныстың қасиеттерін анықтайды және оның пайда болу жағдайларын көрсетеді. Егер тау жынысы тек бір минералдан тұрса, әдетте тау жынысын құрайтын болса, ол мономинералды деп аталады. Мұндай тұқымдар сирек кездеседі. Мономинералды жыныстардың мысалы-мәрмәр.

Көп жағдайда тау жыныстарынан басқа тау жыныстары әлдеқайда аз және тұрақты емес мөлшерде басқа, көбінесе құнды минералдардан тұрады. Мұндай полиминералды жыныстарға түсті металдардың барлық дерлік кендері жатады. Тау жыныстарының құрылымын сипаттау үшін екі ұғым қолданылады: құрылымы мен құрылымы.

Тау жынысының құрылымы ондағы минералды заттың күйін білдіреді. Тау жыныстары құрылымдарының келесі түрлері бар:

- тау жынысы толығымен кристалды дәндерден тұратын толық кристалды;
- аморфты, толығымен шыны тәрізді массадан тұрады;
- порфир, бұл кристалды дәндердің аморфты немесе жасырын кристалды массаға енуі;
- әр түрлі қоқыстардан тұратын қоқыс.

Кристалды және сынғыш құрылымдар, өз кезегінде, астық мөлшері 5 мм – ден асатын ірі түйірлі, орташа түйірлі – 5-тен 2 мм-ге дейін және ұсақ түйірлі-2 мм-ден аз болып бөлінеді.

Тау жыныстарының құрылымы олардағы бөлшектердің (кристалдар, сынықтар және т.б.) кеңістігінде таралуы мен өзара орналасуын анықтайды. Әдетте тығыз, кеуекті, біртекті және бағытталған (мысалы, қабатты) құрылымды ажыратыңыз.

Тау жыныстарын геологиялық, минералогиялық және петрографиялық зерттеу олардың пайда болу жағдайларын (шығу тегін) анықтауға мүмкіндік береді.

Осы негізде тау жыныстары үш түрге жіктеледі:

- магмалық немесе магмалық жыныстар,
- экзогендік процестердің нәтижесінде жер қыртысының бетінде пайда болған шөгінді жыныстар.
- жер қыртысында жоғары қысым мен температураның әсерінен пайда

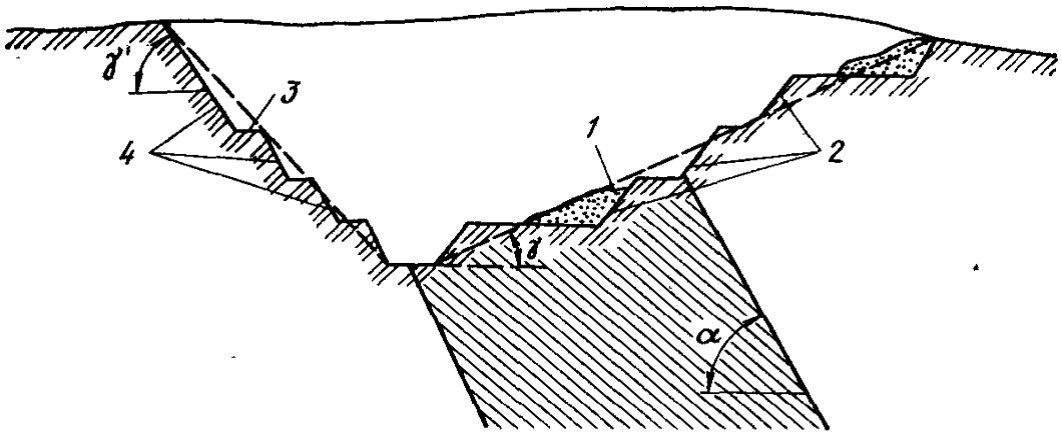
болатын магмалық, шөгінді және кейбір метаморфты жыныстарды, сондай-ақ жердің терең аймақтарынан бөлінетін химиялық белсенді заттарды қайта кристалдандыру арқылы пайда болған метаморфты жыныстар [2].

Кен өндіру тәсілдері. Кен орындарын игерумен және байыту фабрикалары мен металлургиялық кәсіпорындар үшін шикізат жеткізумен тау-кен өнеркәсібі айналысады. Кен орындарын игеру кезінде үш әдіс қолданылады: ашық, жер асты және аралас.

Ашық әдіспен 3-5 суреттерге сәйкес жұмысшылардың еңбек өнімділігі жер асты қазу кезіндегі еңбек өнімділігінен 4-5 есе жоғары, ал өндірілген кеннің құны 2-3 есе төмен.

Жерасты әдісі ашық кен қазу экономикалық тұрғыдан мүмкін болмаған кезде кен денесінің терең жатуында қолданылады. Қазақстандағы бірқатар кен орындары 1200 м-ден астам тереңдікте игерілуде.

Жергілікті кен орындарын ашық игеру экскаваторлардың көмегімен карьерлерде жүзеге асырылады. Карьерлік даму әдісінің схемасы 3-суретте көрсетілген.



1-тау массасы үзілген жұмыс кертпеші; 2-карьердің жұмыс борты; 3-сақтандырғыш кертпеш; 4-жұмыс істемейтін борт
α-кен қабатының еңіс бұрышы;
γ-жұмыс және жұмыс істемейтін борттардың еңіс бұрышы

3-сурет - Карьерлік даму әдісі (карьердің көлденең қимасы)

4-сурет - Карьерлік даму әдісі

5-сурет - Карьердегі техниканың жұмысы

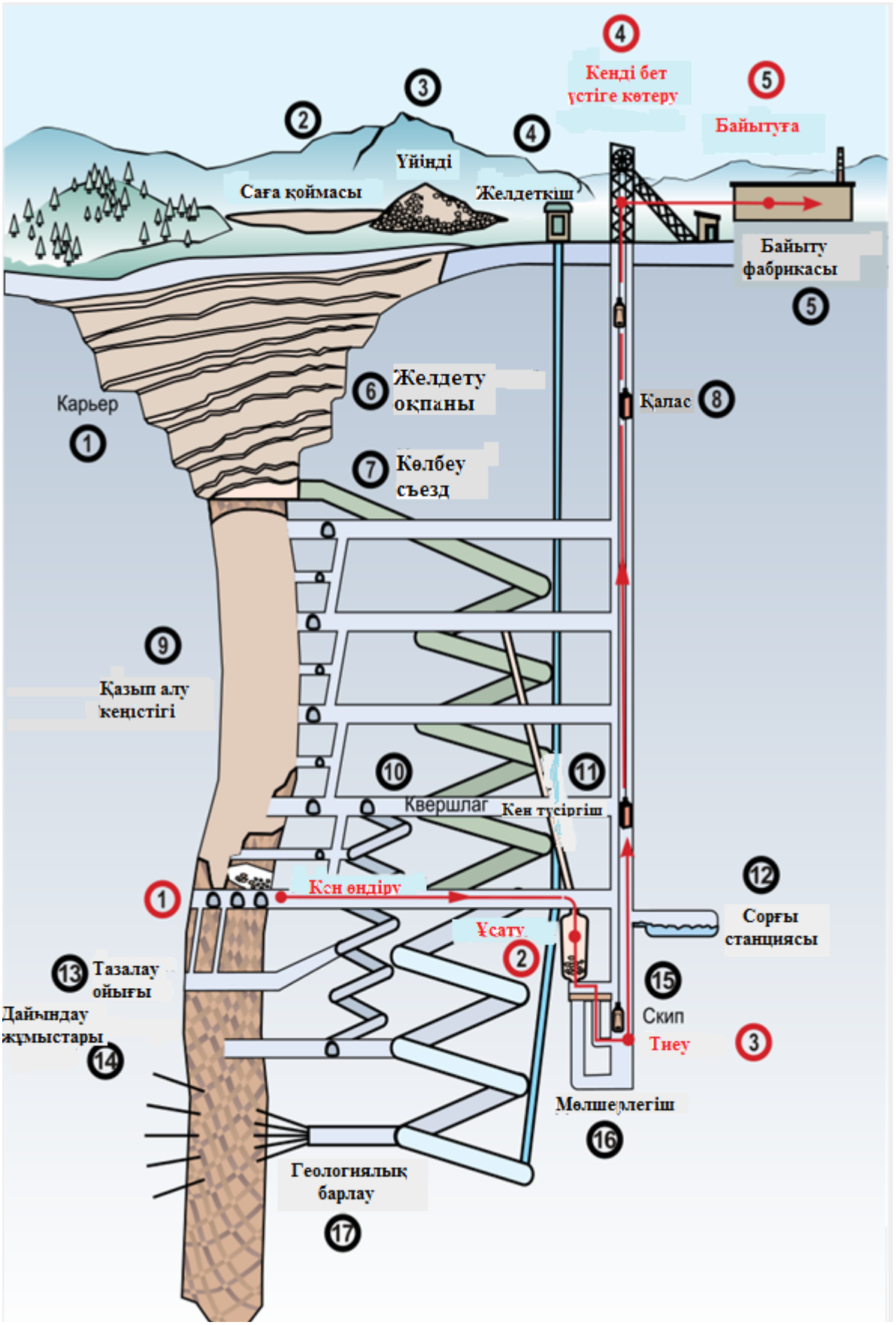
Шағын кен орындары әдетте бір шахтамен өңделеді. Үлкен кен орындары жеке өрістерге бөлінеді, олар өздігінен дамиды. Шахта құрылғысы да әртүрлі болуы мүмкін. Бұл кен денесінің кеңістіктік формасына, кен массасы мен тау жыныстарының қасиеттеріне, рельефке және басқа да көптеген факторларға байланысты. Шахталардың біреуінің схемалық диаграммасы 6-суретте көрсетілген.

Кен орындарын жерасты игеру кезіндегі негізгі технологиялық операциялар:

- руданы қопару;
- сынған кенді тасымалдау горизонтының забойынан жылжыту;
- кенді жер бетіне тасымалдау;
- дамыған кеңістікті сақтау.

1.1.4 Түсті металл кендерін қайта өңдеудің экономикалық орындылығы

Байыту фабрикаларында өңделетін түсті және сирек кездесетін металдардың кендерінде әдетте бағалы металдардың аз мөлшері болады, сондықтан металды металлургиялық әдістермен кедей кеннен алу экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып саналады. Кен орындарында көбінесе нашар кендер болады. Сондықтан өндірілетін кендердің 85-90% - ы байытылады.



6-сурет - Шахтаның жұмыс сызбасы

Пайдалы қазбаларды байыту-пайдалы қазбаларды оқшаулау (қажет болған жағдайда оларды өзара бөлу) немесе зиянды қоспаларды кетіру мақсатында минералды шикізатты өңдеу процестерінің жиынтығы. Байыту нәтижесінде бай концентраттар мен қалдықтар алынады – қоқыс қалдықтары.

Байыту процестерінің қажеттілігі металлургиялық қайта өңдеуге түсетін шикізаттағы металдың құрамына металлургиялық қайта өңдеудің техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің тәуелділігімен расталады. Осылайша, кен шикізатын байыту мыналарды қамтамасыз етеді:

- қайта өңделетін материал көлемін қысқарту есебінен кейіннен металлургиялық қайта өңдеуге арналған шығындарды азайту және алынатын металлургиялық өнімнің өзіндік құнын төмендету;
- тікелей металлургиялық өңдеуге жарамсыз кедей кендерді кешенді қайта өңдеу;
- бағалы металдарды дербес концентраттарға бөлу есебінен бастапқы шикізатты пайдаланудың кешенділігін арттыру;
- таза металдарды алу процесін қиындататын металлургиялық өңдеуге жіберілетін концентраттардан зиянды қоспаларды алып тастау.

1.1.5 Зертханалық практикум [3]

1. Мыс кенінің фазалық құрамын 2-кестеде келтірілген нұсқалар бойынша есептеңіз.

2-кесте - Мыс рудасының фазалық құрамын есептеуге арналған бастапқы деректер

Құрауыш,%	Нұсқа				
	1	2	3	4	5
Си	4,0	4,5	4,4	4,7	4,2
Fe	35	34,5	34,6	34,8	34,8
Zn	6,0	6,6	6,5	6,2	6,7
S	42,7	42,1	42,2	42,0	42,0
SiO_2	7,5	7,3	7,3	7,5	7,2
2CaO	2,5	2,6	2,6	2,5	2,6
өзгелері	2,3	2,4	2,4	2,3	2,5

Кеннің химиялық құрамы,%: 4 – Си, 36 – Fe, 5 – Zn, 43,7 – S, 7 – SiO_2, 2 – CaO, 2,3-өзгелері. Кен құрамында минералдар бар: халькопирит ($CuFeS_2$), пирит (FeS_2), сфалерит (ZnS), кварц (SiO_2) және әктас ($CaCo_3$).

Фазалық құрамды есептеу, басқа металлургиялық есептеулер сияқты, бастапқы материалдың массасының 100 бірлігіне (100 г, 100 кг, 100 т) ыңғайлы. Айта кету керек, барлық есептеулер әдетте стехиометрия заңдарына, яғни химиялық формулалар мен химиялық реакциялар теңдеулеріне сәйкес жүргізіледі. Есептеуді халькопирит пен оның құрамындағы элементтердің мөлшерін анықтаудан бастаймыз.

Халькопирит мөлшері осы минералдың құрамына кіретін компоненттердің Атомдық және молекулалық массалары бойынша анықталады: 63,6 Cu 183,4 $CuFeS_2$ құрамына кіреді, содан кейін Кендегі 4 кг Cu х кг $CuFeS_2$ құрамына кіреді:

X=(183,4·4)/63,6=11,53 кг.

11,53 кг халькопириттің құрамында темір мен күкірт бар:

(55,8·11,53) / 183,4=3,51 кг; (64·11,53)/183,4=4,02 кг.

Пиритке байланысты темірдің мөлшерін анықтаймыз: 36-3, 51=32,49кг.

Пириттегі күкірт мөлшері: (32,49·64)/55,8=37,2 кг.

Пирит мөлшері: 32,49+37,2=69,69 кг.

Сфалериттегі күкірт мөлшері Кендегі бастапқы құрамы мен оның халькопирит пен пириттегі жалпы құрамы арасындағы айырмашылықпен анықталады: 43,7 – (37,2+4,02)=2,48 кг.

Берілген бастапқы деректердің дұрыстығын тексеру үшін біз кен құрамындағы мырышты сфалеритте байланыстыру үшін теориялық тұрғыдан қажет күкірттің қажетті мөлшерін анықтаймыз: (32·5)/65,4=2,45 кг.

Күкірттің теориялық құрамы есептелген 0,03 кг-нан ерекшеленеді, бұл бастапқы кеннің 0,03 кг-нан 100% құрайды. Есептеудің бұл дәлдігі өте қолайлы. Ауытқуды бастапқы химиялық талдаудың қателіктерімен немесе есептеулердің дәлсіздігімен түсіндіруге болады. Үлкен ауытқулар кезінде (2% - дан астам) кеннің химиялық және минералогиялық құрамын нақтылау немесе есептеулерді тексеру керек.

Фазалық құрамды есептеу кезінде қож түзетін оксидтер әдетте элементтерге ыдырамайды. Содан кейін 100 кг рудадағы кремний мөлшері химиялық талдау бойынша оның пайыздық мөлшеріне тең болады, яғни 7 кг болады. Есептеудің соңында сіз ондағы әктас пен көміртегі оксидінің (CO_2) мөлшерін анықтауыңыз керек.

CO_2 в $CaCO_3$ саны тең: (44,2·2)/56=1,57 кг. Ал $Caco_3$ саны : 2+1,57=3,57кг.

Химиялық талдауда анықталмаған кеннің қалған компоненттерінің (басқалардың) мөлшерін 2,3 – 1,57=0,73 кг айырмашылығы бойынша табамыз.

Есептеу нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

3-кесте - Мыс кенінің фазалық құрамы, %

Құрауыш	Минералдар				Барлығы
	$CuFeS_2$	FeS_2	ZnS	Бос тұқым	
Cu	4	-	-	-	4
Fe	3,51	32,49	-	-	36
Zn	-	-	5	-	5
S	4,02	37,20	2,48	-	43,7
SiO_2	-	-	-	7	7
CaO	-	-	-	2	2
CO_2	-	-	-	1,57	1,57
Өзгелері	-	-	-	-	0,73
Жиыны	11,53	69,69	7,48	10,57	100

2. Мыс балқыту зауытына өңдеуге түсетін концентраттардың орташа құрамын есептеңіз.

Зауытқа мыс сульфидті А, В үш концентраты келесі құрамдардан келіп түседі:

- А концентраты, %: 25 – Си; 16,5 – Fe; 23 – S; 21,5 – SiO_2; 6,5 – Al_2O_3; 2,2 – CaO; 1 – Mg және 4,3 – өзгелері;
- Концентрат В, %: 15 – Cu; 18,5 – Fe; 25 – S; 17,8 – SiO_2; 10,1 – Al_2O_3; 5,9 – CaO; 3 – MgO және 4,7 – өзгелері;
- Концентрат с: 20 – Cu; 19,0 – Fe; 24 – S; 18 – SiO_2; 8,5 – Al_2O_3; 4,0 – CaO; 2,5 – MgO және 4,0 – өзгелері.

Басқаларына көптеген оксидтер кіреді (Na_2O, K_2O, MgO, BaO және т. б.)

Концентраттардың пайыздық құрамы 4-кестедегі нұсқалар бойынша келтірілген.

4-кесте - Есептеуге арналған бастапқы деректер

Концентрат	нұсқа				
	1	2	3	4	5
% "а" концентраты»	60	50	20	25	40
% "В" концентраты»	20	30	40	35	10
% "с" концентраты»	20	20	40	40	50

Берілген арақатынаста алынған үш концентраттың орташа құрамын есептейміз,%. Мысалы, «А» концентраты-47%, «В» концентраты – 16%; «С» концентраты – 37%.

Fe концентратындағы орташа мазмұнды есептейміз:

16,5· 0,47 + 18,5 · 0,16 + 19,0 · 0,37= 17,75% Fe және т.б. біз барлық компоненттерді есептейміз.

3. Орташа құрамы 2-мысалда есептелген сульфидті-мыс концентратының ұтымды құрамын анықтаңыз.

Концентраттардың пайыздық құрамы 4-кестеде келтірілген.

Орта есеппен барлық концентраттағы халькопирит пен халькозиннің шамамен бірдей мөлшері туралы минерологтардың қорытындысына сүйене отырып, біз халькопирит пен халькозин арасындағы Мыстың таралуын есептейміз, мысалы есептеу үшін «А» концентратының құрамын аламыз.

Есептеу 100 кг концентраттан жүргізіледі.

Халькопириттегі Cu саны ($CuFeS_2$), %:

183,4 $CuFeS_2$ құрамында 63,6 Cu бар;

100 $CuFeS_2$-X Cu;

X= 63,6·100/183,4 = 34,67%.

Халькозиндегі Cu саны (Cu_2S), % ; 159,2 Cu_2S құрамында 127, Cu бар

100 Cu_2S – X Cu ; X=127,2·100/159,2 = 79,9%.

Екі минералдың бірдей мөлшеріне байланысты 100 кг $CuFeS_2$ 100 кг Cu_2S және 34,67 кг $CuFeS_2$ Cu79,9 кг Cu_2S құрайды. Барлық мыс құрамында: 34,67+79,9=114,57 кг екенін ескере отырып, халькопирит пен халькозиннің Cu пайызын анықтаймыз, содан кейін халькопиритте Cu бар:

114,57 кг үшін $CuFeS_2$ - 34,67 кг Cu;
100 Cu FeS_2 – X Cu-да;
X= 34,67·100/114,57 = 30,3 %.

Халькозинде Cu бар:

114,57 кг Cu S құрамында 79,9% Cu бар;
100 кг Cu S құрамында X Cu бар;
X= 79,9·100/114,57 = 69,7%.

Сандарды 30 және 70% - ға дейін дөңгелектейміз, содан кейін 25 кг Cu бар 100 кг концентратта халькопирит түрінде болады: 25·0,3=7,5 кг Cu; халькозин түрінде құрамында: 25·0,7 = 17,5 кг Cu.

100 кг концентраттағы халькопирит мөлшерін есептеңіз:

63,6 Cu-да 183,4 $CuFeS_2$ бар;
7,5 Cu – X $CuFeS_2$-де;
X = 183,4·7,5/63,6 = 21,62 кг.

Халькопириттегі күкірт мөлшері:

183,4 $CuFeS_2$ құрамында 64 S бар;
21,62 $CuFeS_2$ – X S;
X =21,62·64/183, 4 = 7,54 кг S.

Халькопириттегі темір мөлшері:

183,4 $CuFeS_2$ құрамында 55,8 Fe бар;
21,62 $CuFeS_2$ – X Fe;
X= 55,8 ·21,62/183,4 = 6,58 кг Fe.

тексеру: 7,5 кг Cu+7,54 кг S + 6,58 кг Fe = 21,62 CuFeS.

100 кг концентраттағы халькозин мөлшерін есептеу:

127,2 Cu-ға 159,2 Cu_2S келеді;
17,5 Cu – X Cu_2S.

Халькозиндегі күкірт мөлшері:

159,2 Cu_2S құрамында 32 S бар;
21,9 Cu_2S – X S;
X=32· 21,9/159,2 = 4,4 кг S

тексеру 17,5 +4,4 = 21,9 кг Cu_2S.

Концентраттағы Fe-нің қалған мөлшері пирит түрінде болады немесе байланысты (FeS_2), яғни 16.5-6.58=9.92 кг Fe. Пиритте s қосылған: 23–(7,54+4,4)=11,06 кг.

100 кг. концентраттың құрамында пирит (FeS_2) бар: 9,92 +11,06 = 20,98 кг.

Тексеру: 9,92 кг FeO және FeS_2 үшін күкірт байланысуы керек:

55,8 Fe үшін 64 S қажет;
9.92 Fe – X S үшін;
X= 9,92 / 55,8 = 11,36 кг S.

яғни теориялық тұрғыдан 11,36-11,06 = 0,3 кг S жеткіліксіз, бұл күкірттің жалпы мөлшерінің 1,3% құрайды немесе оны елемеуге болады, себебі концентратта аз мөлшерде Cu_5FeS_4 борниті бар. Cao және MgO концентраттарының құрамы әктас минералдарымен ұсынылған:

56,1 CaO-100,1 $CaCO_3$;
2,2 CaO – X $CaCO_3$-ке;
X=100,1·2,2/56,1= 3,93 кг $CaCO_3$.

Құрамында CO_2 бар: 3,93-2,2 = 1,73 кг CO_2.
Магнезит:

40,3 MgO-да 84,3 $MgCO_3$ бар;
1,0 MgO – X $MgCO_3$ үшін;
X=1·84,3/ 40,3 =2,09 кг. $MgCO_3$.

Байланысты CO_2 $MgCO_3$: 2.09-1.0 = 1.09 кг CO_2.
Есептеу арқылы алынған мәліметтер негізінде кесте құрамыз.

5-кесте - Сульфидті-мыс концентратының ұтымды құрамы, %

Компоненттер	Минералдар				Басқалары, бос тұқым	Барлығы
	$CuFeS_2$	Cu_2S	FeS_2	$CaCO_3$+ $MgCO_3$		
Cu	7,5	17,5	-	-	-	25,0
Fe	6,58	-	9,92	-	-	16,5
S	7,54	4,4	11,06	-	-	23,0
SiO_2	-	-	-	-	21,5	21,5
Al_2O_3	-	-	-	-	6,5	6,5
CaO				2,2	-	2,2
MgO	-	-	-	1,0	-	1,0
өзгелері	-	-	-	2,82	1,48	4,3
жиыны	21,62	21,9	20,98	6,02	29,48	100

Концентраттың минералогиялық құрамын біле отырып, зарядты құрастыруға сауатты түрде жүгінуге болады, яғни.ағынды мөлшерлеу, бұл зарядты үнемді балқытуға мүмкіндік береді.

4. Рационалды құрамды есептеу мысалы.

Рационалды құрамды есептеу 100 кг құрғақ затқа арналған.

Есептеу үшін шикізатты химиялық (сандық) және минералогиялық (сапалық) талдау қажет. Есептеулер кезінде негізгі (Бос) жыныстың минералдары қарапайым оксидтер түрінде болады – CaO, Al_2O_3, MgO. Мұндай жеңілдету пешке жүктелген кезде бос жыныстың минералдары бос оксидтер сияқты әрекет ететіндігіне байланысты. Қажет болса, кальций мен магний оксидтері карбонаттарға немесе сульфаттарға есептеледі.

Есептеуге арналған бастапқы деректер: концентраттың химиялық құрамы 6-кестеде келтірілген:

6-кесте - Минералогиялық құрам

Компоненттер, %									
Cu	S	SiO2	Fe	Zn	Pb	Al_2O_3	CaO	MgO	өзгелері
15,3	39,5	1,27	34,4	4,0	0,5	1,8	1,8	0,1	1,33

Басқаларының құрамына металлургиялық есептеулерде аз мөлшерде (Na_2O, K_2O, МпО, ВаО және басқалары), сондай-ақ оттегі мен көміртегі (СО түрінде) ескерілетін бос жыныстың оксидтері кіреді.

Фазалық құрамы: сульфидті минералдар – халькопирит, ковеллин, сфалерит, галенит, пирит, пирротин. Тотыққан минералдар-кварц, кальцит, диаспора. Мыстың таралуы: халькопирит түрінде 2/3; ковеллин түрінде 1/3. Келтірілген фазалық құрамда мыс екі минералда болады (халькопирит және ковеллин); темір – үш (халькопирит, пирит, пирротин); мырыш пен қорғасын – бір минералда (сәйкесінше сфалерит және галенит).

Күкірт алты минерал арасында бөлінеді.

Сфалериттегі күкірт мөлшерін анықтау:

Минерал формуласы: ZnS

Атомдық массасы: мырыш – 65,38 г/моль; күкірт-32,07 г / моль.

Химиялық талдау деректері бойынша концентратта 100 кг концентратқа есептеу бойынша 4% мырыш немесе 4 кг. Мырыш жалғыз минералда кездеседі –сфалерит. Содан кейін сфалериттегі күкірт массасы: 65,38 г/моль мырыш. 32,07 г / моль күкірт; 4 кг мырыш; және X_1 кг күкірт.

Сфалериттегі күкірт массасы: X_1=(4*32,07)/65,38=1,96 кг. Сфалериттің жалпы массасы: 4+1,96 = 5,96 кг.

Галениттегі күкірт мөлшерін анықтау:

Минералдың формуласы: PbS.

Атомдық массасы: қорғасын – 207,2 г/моль; күкірт-32,07 г / моль.

Химиялық талдау деректері бойынша концентратта 100 кг концентратқа есептегенде 0,5% қорғасын немесе 0,5 кг. Қорғасын жалғыз минералда – галенитте кездеседі. Содан кейін галениттегі күкірт массасы:

207,2 г / моль қорғасын; 32,07 г / моль күкірт; 0,5 кг қорғасын; X_2 кг күкірт.

Галениттегі күкірт массасы: $X_2 = (0,5 \cdot 32,07)/207,2 = 0,08$ кг.

Галениттің жалпы массасы: 0,5+0,08 = 0,58 кг.

Химиялық талдау деректері бойынша концентратта 100 кг концентратқа есептеу бойынша 15,3% мыс немесе 15,3 кг. Мыс екі минерал арасында бөлінеді-халькопирит және ковеллин. Халькопирит Мыстың 2/3 бөлігін құрайды немесе $15,3/3 \cdot 2 = 10,2$ кг.

Халькопириттегі мыс мөлшерін анықтау: минерал формуласы: $CuFeS_2$; атомдық массасы: мыс – 63,54 г/моль; темір – 55,85 г/моль; күкірт – 32,07 г/моль. $63,54+55,85+32,07 \cdot 2 = 184,46$ г / моль

Мыс халькопиритіндегі мазмұн: $(63,54 \cdot 100)/184,46 = 34,46$ %

Халькопириттегі күкірт мөлшері: $(32,07 \cdot 2 \cdot 100)/184,46 = 34,73$ %

Халькопириттегі темірдің құрамы: $(55,85 \cdot 100)/184,46 = 30,27$ %

Осылайша, халькопириттегі мыс мөлшері күкірттің мөлшеріне тең. Халькопириттегі мыс 10,2 кг, сәйкесінше күкірт 10,2 кг құрайды. Халькопириттің жалпы массасы (ондағы мыс құрамын есептейміз):

X_3 халькопирит-100 %;
10,2 кг мыс – 34,46 %;
$X_3 = (10,2 \cdot 100)/34,46 = 29,43$ кг.

Халькопириттегі темір мөлшері: 29,43 – 10,2 – 10,2 = 9,03 кг.

Ковеллиндегі мыс мөлшерін анықтау:

Минералдың формуласы: CuS.

Атомдық массасы: мыс – 63,54 г/моль; күкірт-32,07 г / моль.

63,54+32,07 = 95,63 г/моль.

Ковеллиндегі мыс мазмұны: $(63,54 \cdot 100)/95,63 = 66,5\%$.

Ковеллиндегі күкірт құрамы: $(32,07 \cdot 100)/95,63 = 33,5\%$.

Мыс екі минерал арасында бөлінеді-халькопирит және ковеллин. Ковеллиннің үлесіне Мыстың 1/3 бөлігі немесе 15,3-10,2 = 5,3 кг келеді.

Ковеллиндегі мыс мөлшері күкірттен 2 есе көп. Ковеллиндегі мыс 5,3 кг, сәйкесінше күкірт 2,65 кг құрайды. Ковеллиннің жалпы салмағы: 5,3+2,65 = 7,95 кг.

Пирит және пирротин. Қалған темір мен күкірт екі минералға бөлінеді – пирит (FeS_2) және пирротин (Fe_7S_8). 100 кг концентраттағы Темірдің массасы – 34,4 кг; күкірт – 39,5 кг (бастапқы деректер кестесі).

Қалған темір: 34.4-9.03 (халькопириттегі темір) = 25.37 кг

Қалған күкірт: 39,5 – 1,96 (сфалериттегі күкірт) – 0,08 (галениттегі күкірт) – 10,2 (халькопириттегі күкірт) - 2,65 (ковеллиндегі күкірт) = 24,61 кг.

Y пиритіндегі темірдің массасын белгілеңіз. Содан кейін пирротиндегі Темірдің массасы (25,37 – Y). Атомдық массасы: темір-55,85 г / моль; күкірт-32,07 г/моль.

55,85 г / моль темір 32,07 * 2 = 64,14 г/моль күкірт байланыстырады; Y кг темір байланыстырады-Z_1 кг күкірт; Z_1 = (Y * 64,14)/55,85. Атомдық массасы: темір-55,85 г / моль; күкірт-32,07 г/моль. 55,85 * 7 = 390,95 г/моль темір 32,07·8 =256,56 г/моль күкірт; (25,37 – Y) темір-Z_2 кг күкірт байланыстырады. Z_2 = (25,37-Y) · 256,56/390,95. $Z_1 + Z_2$ = 24,61 кг күкірт. Біз теңдеуді жасаймыз: (Y·64.14)/55.85 + (25.37 – Y)·256.56/390.95 = 24.61. Қайдан Y = 16,06 кг – пириттегі Темірдің массасы. Содан кейін пирротиндегі Темірдің массасы: 25,37 – 16,06 = 9,31 кг.

Пириттегі күкірт: Z_1 = (16,06·64,14)/55,85 = 18,44 кг.

Пирротиндегі күкірт: Z_2 = 24.61-18.44 = 6.17 кг.

Есептеу нәтижелері бойынша рационалды құрамның кестесін толтырамыз.

7-кесте - Концентраттың ұтымды құрамы, %

	Cu	S	SiO2	Fe	Zn	Pb	Al_2O_3	CaO	MgO	өзгелері	жиыны
$CuFeS_2$	10,2	10,2		9,03							29,43
CuS	5,1	2,65									7,75
ZnS		1,96			4,0						5,96
PbS		0,08				0,5					0,58
FeS_2		18,44		16,06							34,5
Fe_7S_8		6,17		9,31							15,48
SiO_2			1,27								1,27
Al_2O_3							1,8				1,8
CaO								1,8			1,8
MgO									0,1		0,1
Өзгелері										1,3	1,3
Жиыны	15,3	39,5	1,27	34,4	4,0	0,5	1,8	1,8	0,1	1,3	100

Өздігінен шешуге арналған тапсырмалар.

1. Мыс кені құрамының ұтымды құрамын есептеу, %: 0,5 Си; 40,5 Fe; 1,3 Zn; 46,2 S; 5,5 SiO_2; 2,7 Al_2O_3; 0,3 CaO; өзгелері.

Минералогиялық құрамы:

- халькопирит (90% мыс), борнит, пирит, сфалерит және бос тау жынысы.

2. Мыс-мырыш кені құрамының ұтымды құрамын есептеңіз,%: 4,5 Zn; 1,5 Cu; 29,6 Fe; 32 S; 0,01 As. Минералогиялық құрамы-халькопирит, арсенопирит, пирит, сфалерит және бос жыныс.

3. Құрамның ұжымдық кенінің ұтымды құрамын есептеу, %: 1,5 Си; 37,5 Fe; 1,0 Zn; 0,98 Pb; 44,9 S; 5,3 SiO_2; 1,7 Al_2O_3; 0,4 CaO; өзгелері.

Минералогиялық құрамы-халькопирит (90% мыс), борнит, пирит, сфалерит, галенит және бос тау жынысы.

4. Мыс концентраты құрамының рационалды құрамын есептеңіз,%: 18,0 Cu; 37,0 S; 33,0 Fe; 4,0 SiO_2; 1,0 Al_2O_3; 2,0 CaO; 3,85 Zn; басқалары.

Минералогиялық құрамы: халькопирит ($CuFeS_2$), пирит (FeS_2), пирротин (Fe_7S_8), сфалерит (ZnS) және бос жыныс.

5. Мырыш концентраты құрамының ұтымды құрамын есептеңіз,%: 26,7 Zn; 6,2 Cu; 14,5 Fe; 2,3 Pb; 0,3 Cd; 31 S; 1 SiO_2; 0,9 Al_2O_3; 0,56 CaO.

Концентраттың құрамына кіретін минералдар: $CuFeS_2$, CuS, ZnS, PbS, CdS, FeS_2, SiO_2, Al_2O_3, CaO, басқалары.

Бақылау сұрақтары

1. Пайдалы қазбаларға анықтама беріңіз.
2. Пайдалы қазбалардың түрлерін атаңыз.
3. Металл өндірудің негізгі көзі болып табылатын кендерді тізімдеңіз.
4. Концентраттарға анықтама беріңіз.
5. Кен өндірудің негізгі әдістерін атаңыз.
6. Петрографияға анықтама беріңіз.
7. Қоқыс ұштықтарын анықтаңыз.
8. Аралық өнімдерге анықтама беріңіз.
9. Кен денесінің жатыс элементтерін атаңыз.
10. Кен жатысының негізгі тәсілдерін атаңыз.
11. Жер асты кен орындарын игерудегі негізгі технологиялық операцияларды атаңыз.
12. Магмалық немесе магмалық жыныстарға анықтама беріңіз.
13. Шөгінді жыныстарға анықтама беріңіз.
14. Тау жыныстарының құрылымын анықтаңыз.
15. Драже әдісімен өндіру үшін қажетті шарттарды тізімдеңіз.

Тест тапсырмалары

1.Металдарды өндірудің негізгі шикізаты:

A) қож

B) кен

C) штейн

D) отын
E) қайталама шикізат
2. Негізгі ауыр түсті металдар:
A) алюминий, сүрме, сынап және кобальт
B) висмут, күшән, сүрме және литий
C) калий, барий, кальций және стронций
D) темір, кадмий, сынап және кобальт
E) мыс, никель, қорғасын және мырыш
3.Байытудың соңғы өнімдері:
A) қож бен кендер
B) шламдар мен қож
C) штейндер мен қож
D) нашар кендер мен қож
E) концентраттар мен қалдықтар
4.Минералдың атауы CuS
A) бемит
B) малахит
C) пирротин
D) халькопирит
E) ковелин
5. Бұл металдың төмен концентрациясы бар тау жыныстары бар жер учаскесі деп аталады:
A) кен орны
B) әзірлеу
C) тұқымы
D) кеніш
E) карьер

1.2 Шикі материалдарды металлургиялық өңдеуге дайындау технологиясы

Қазіргі уақытта металлургиялық шикізат алдын-ала дайындықсыз пайдаланылмайды. Көбінесе дайындық бойынша барлық операциялар кен өндіру орнында орындалады және дайын шикізат (агломерат, шекемтас) металлургия зауыттарына жеткізіледі. Сонымен қатар, барлық дерлік зауыттарда шикізатты өңдеудің жеке фабрикалары бар және тау – кен кәсіпорындарынан тотықтыруға дайындалған материалдарды-кен, концентрат, флюстер және т. б. алады. Бұл зауыттардың жұмысы металлургиялық өндіріспен тығыз байланысты және оның жұмысына шешуші әсер етеді.

1.2.1 Түсті металл кендерін байытудың негізгі әдістері мен тәсілдері

Түсті металл кендерін қайта өңдеу минералдардың физикалық және физикалық-химиялық қасиеттеріндегі, бағалы минералдардың қиылысу шамасындағы айырмашылықтарды пайдалануға негізделген. Минералдардың

физикалық қасиеттері-түсі, жылтырлығы, тығыздығы, магниттік сезімталдығы, электр өткізгіштігі, минералды бетінің сулануы [6].

Байытудың флотациялық әдісі жеке минералдардың сулануындағы айырмашылыққа және ауа көпіршіктеріне селективті адгезияға негізделген. Бұл әмбебап байыту әдісі, барлық кендерге, әсіресе полиметалдарға қолданылады. Байытылатын материалдың ірілігі 50-100% класс-0,074 ММ.

Гравитациялық байыту әдісі минералдардың тығыздығы, мөлшері мен формасындағы айырмашылықты қолдануға негізделген. Бұл әдіс алтын, қалайы, вольфрам, шашырау, сирек металдар, темір, марганец, хром, көмір, фосфориттер, алмаздар үшін қолданылады.

Минералдардың тығыздығы бойынша бөлінуі суда, ауада және ауыр ортада жасалуы мүмкін.

Гравитациялық процестерге мыналар жатады:

- ауыр орталарда байыту-ірі шашырандылығы 100-2 мм кендер үшін қолданылады;
- тұндыру-тік су ағынында бөлшектердің құлау жылдамдығындағы айырмашылыққа негізделген, 25-5 мм ірі қиылысқан кендер үшін қолданылады;
- концентрациялық үстелдердегі байыту-үстелдің қозғалысы мен үстелдің көлбеу жазықтығы бойымен өтетін су ағынының нәтижесінде пайда болатын күштердің әсерінен минералдардың бөлінуіне байланысты,ол 3-0, 040 мм рудалар үшін қолданылады;
- шлюздерде байыту-минералдардың бөлінуі судың деңгейлес ағынының және шлюздердің түбін жабумен ауыр минералдарды аулау әсерінен болады,ірілігі 300-0, 1 мм кендер үшін қолданылады;
- бұрандалы, реактивті және конустық сепараторларда байыту-бөлу 16-1 ММ рудалар үшін көлбеу жазықтықта қозғалатын су ағынының әсерінен болады.

Байытудың магниттік әдісі минералдардың магниттік сезімталдықтағы айырмашылығына және олардың магнит өрісіндегі траекторияларының айырмашылығына байланысты минералдардың бөлінуіне негізделген.

Электростатикалық байыту минералдардың электр өткізгіштігінің айырмашылығына негізделген.

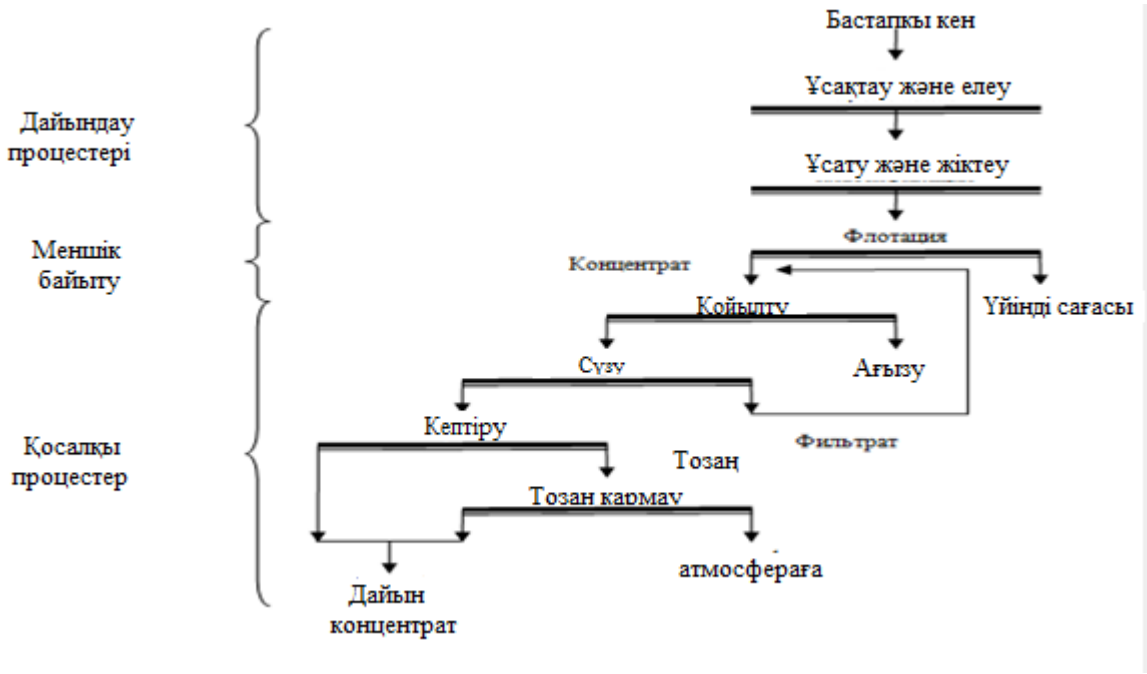
Сонымен қатар, байытудың арнайы әдістері бар, оларға мыналар жатады:

- декипитация, минералдардың жоғары қыздыру және қатты салқындату кезінде адгезия жазықтықтарында жарылу қабілетіне негізделген;
- түсі, жылтырлығы бойынша кенді іріктеу қолмен, механикалық, автоматтандырылған болуы мүмкін; әдетте > 25 мм ірі материал үшін қолданылады;
- радиометриялық сұрыптау минералдардың радиоактивті қасиеттерінің немесе олардың сәулелену күшінің айырмашылығына негізделген;
- үйкеліс байыту, үйкеліс коэффициенттерінің айырмашылығына негізделген;

- химиялық және бактериялық байыту минералдардың (мысалы, сульфидтердің) жоғары қышқыл ерітінділерде тотығуға және еруге қасиеттеріне негізделген.

Металл ериді, содан кейін химиялық-гидрометаллургиялық әдістермен алынады. Ерітінділерде бактериялардың кейбір түрлерінің болуы минералдардың еру процесін күшейтеді. Кен байыту фабрикасы кеніш пен металлургия зауыты арасындағы аралық буын болып табылады. Байыту фабрикасы-бұл машиналар мен құрылғылардың барлық түрлерінің күрделі үйлесімі.

Байыту фабрикасына келіп түсетін кен өзінің мақсаты бойынша дайындық, өзіндік байыту және көмекші болып бөлінетін процестерде дәйекті өңдеуден өтеді (7-сурет).



7-сурет-байытудың схемалық схемасы

1.2.2 Түсті металдардың сульфидті кендерін қайта өңдеу

Технологиялық схеманы таңдау пайдалы қазбалардың түріне байланысты. Таңдаудың негізгі критерийлері:

- кен сипаттамасы;
- байыту өнімдерінің шығуы мен сапасына байланысты жағдайлар.

Негізгі ереже: төмен концентраттарды алу оңай және арзан, жоғары экстракциямен және төмен экстракциямен бай концентраттармен.

Бай концентраттарға жоғары экстракция жоғары шығындармен байланысты; байытудың рентабельділік шегі әр жағдайда технологиялық мүмкіндіктерге байланысты өзгеріп отырады. Рудалардың өнеркәсіптік түрлері химиялық және минералды құрамы, тотығу дәрежесі, шашыраудың құрылымдық ерекшеліктері, беріктігі, ұсақталуы, байытылуы бойынша жіктеледі. Кеннің негізгі құнды компоненттерінің құрамынан мыс, мыс-

молибден, мыс-никель, мыс-мырыш, молибден, полиметалл, вольфрам, молибден-вольфрам және т. б. ерекшеленеді.

Сульфидті кендер негізгі металдардың минералды формаларының арақатынасынан ерекшеленеді – құрамында 80% — дан астам сульфидті минералдар бар, тотыққан-құрамында 50% - дан аз сульфидті минералдар және аралас минералдар бар.

Түсті металдардың негізгі бөлігі (80-85%) сульфидті кендерде орналасқан. Кендерде 50% - дан астам сульфидтер болған кезде олар массив деп аталады, сульфид мөлшері < 25% рудада олар қиылысқан деп аталады.

Мыс кендерінің кен орындары: мыс құмтастары, мыс-порфир, мыс-мырыш кендері. Негізгі кен минералдары: халькопирит ($CuFeS_2$), халькозин (Cu_2S), борнит (Cu_5FeS_4).

Мыс-порфир кендері. Граноидті жыныстар (гранодиорит-порфир, монцонит) жатады.

Сульфидтер біркелкі немесе тамырлар түрінде қиылысады. Сульфидтердің жалпы саны 3-4% - дан аспайды. Көбінесе бұл кендерде молибденит (Қоңырат, Бозшакөл) болады.

Мыс-мырыштың үздіксіз сульфидті кендері сульфидтердің (пириттің) жоғары құрамымен сипатталады, 50% және одан да көп. Негізгі кен минералдары: пирит(FeS_2), халькопирит ($CuFeS_2$), сфалерит(ZnS_2). Бос тау жынысы кварц, баритпен ұсынылған. Мыс сульфидтерінің тұрақты серіктері – темір сульфидтері: пирит – FeS_2; пирротин – Fe_6S_7; марказит-FeS_2. Мыс сульфидті кендерінің екі түрі ең үлкен өнеркәсіптік мәнге ие:

- тұтас сульфидті кендер (теміртастар);
- қиыстырылған (порфирлі) кендер.

Халькопирит ($CuFeS_2$) - ксантогенаттармен, аэрофлоттармен, меркаптандармен флотацияланған маңызды мыс минералдарының бірі [7].

Тоқырау:

- цианидтермен cu-Pb флотациясы кезінде;
- cu-Mo концентраттарын натрий сульфидінің артық мөлшерімен бөлгенде.

Халькозин (Cu_2S) қайта ұнтақтауға бейім. Қоспа ретінде құрамында күміс, алтын, кобальт, никель, темір, күшән бар. Ксантогенаттармен жақсы флотацияланған. Депрессорлар: цианидтер, натрий сульфиді (Na_2S), гипосульфит, натрий сульфиті (Na_2SO_3), жоғары ағынды әк.

Ковеллин (CuS) ашық көк түсті жұқа жабындар түрінде кездеседі, оңай бұзылады.

Борнит (Cu_5FeS_4) флотациялық қасиеттері бойынша халькозин мен халькопирит арасында болады. Цианидтермен тоқырауға ұшырайды.

Пирит (FeS_2) - ең көп таралған сульфидті минерал, pH = 6-7 кезінде ксантогенаттармен және аэрофлоттармен оңай флотацияланады. Сілтілі ортада флотация нашарлайды. Пирит депрессорлары-сілтілер мен цианидтер.

Пирротин ($Fe_{x-1}s_x$). Fe_6s_7 түрінде $Fe_{11}S_{12}$ дейін кездеседі. Магниттік қасиеттері бар. Ілеспе қоспалар: никель, кобальт, мыс, мырыш және т. б. Оңай тотығады. Қышқыл ортада ксантогенаттармен флотациялау қиын. Мыс

минералдарының флотациясы пирротиннің толық тотығуынан және целлюлозада бос оттегінің пайда болуынан кейін басталады.

Марказит (FeS_2). Түсті металл кендерінде сирек кездеседі. Ол пиритке қарағанда жоғары флотациялық белсенділікке ие. Флотациялық қасиеттері бойынша пиритке жақын.

Флотациялық белсенділігі бойынша темір сульфидтерін келесі қатарға орналастыруға болады: <пирротин <пириті марказит.

1.2.3 Түсті металдардың оксидті кендерін қайта өңдеу

Бұл кендерді флотациялаудың маңызды әдістері:

- Na_2S күкіртті натриймен алдын ала сульфидизациялаумен сульфгидрилді жинақтағыштармен флотациялау;

- оксигидрил жинағыштармен флотация (сабын, май қышқылдары).

Бұл әдіс процестің селективтілігінің аздығына байланысты шектеулі таралымға ие. Катионды жинағыштарды қолдану (тотыққан мырыш кендерін флотациялау кезінде). Аралас флотациялық-гидрометаллургиялық әдіс. Негізгі мыс тотыққан минералдар: малахит – $Cu_2CO_3(OH)_2$; азурит – $Cu_3CO_3(OH)_2$; брошантит – $Cu_4SO_4(OH)_6$; атакамит – $Cu_2(OH)_3Cl$; хризоколла – $CuSiO_3 \cdot nH_2O$; куприт – Cu_2O; тенорит – CuO.

Мыс тотыққан кендердің флотацияға қабілеттілігі олардың цианидте еруімен анықталады. Аталған минералдардың ішінен тек силикаттар мен мыс фосфаттары цианидтерде ерімейді, бірақ күкірт қышқылының сығындысына өтеді. Мұндай кендер тұрақты және аралас немесе гидрометаллургиялық әдістермен байытылған [6].

Тотыққан кендерді флотациялау әдетте алдын-ала сульфидизациядан кейін ксантогенаттармен жүзеге асырылады. Сульфидизация қалыпты температурада 0,5-1 минут ішінде күкірт немесе гидрокернет натрийі арқылы жүзеге асырылады. Қорғасынның негізгі тотыққан минералдары:

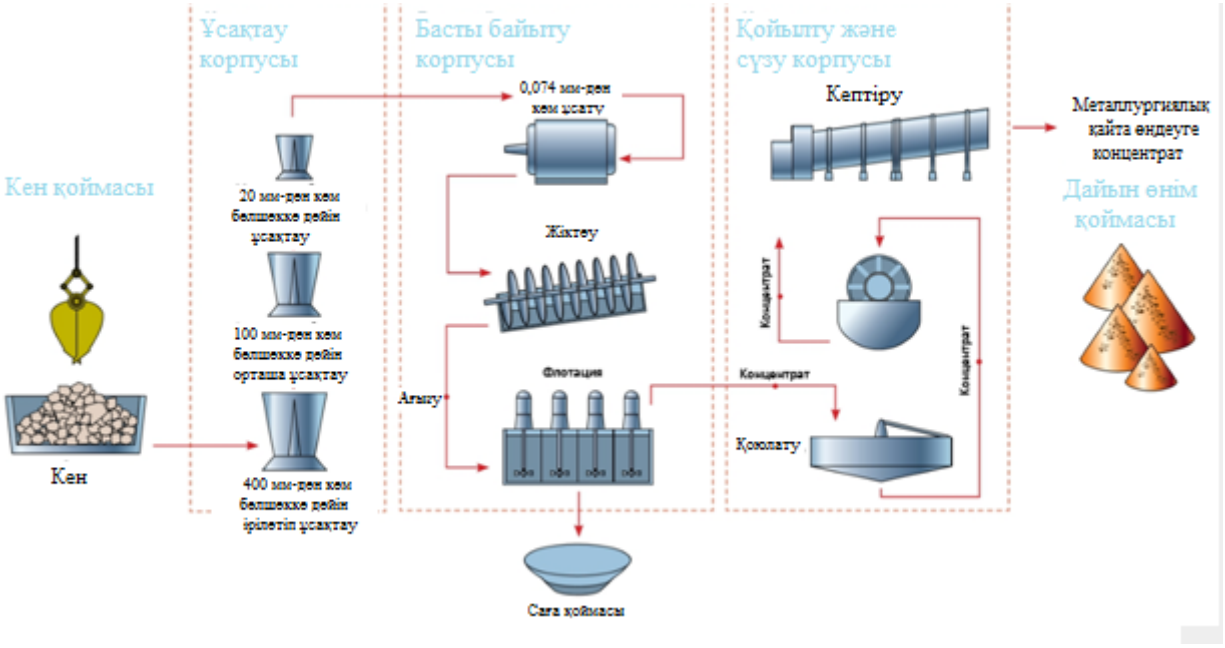
Церуссит – $PbCO_3$; англезит – $PbSO_4$; пироморфит – $Pb_5[PO_4]_3Cl$; крокоит – $PbCrO_4$; миметезит – $Pb_5[AsO_4]_3Cl$; вульфенит – $PbMoO_4$; ванадинит – $Pb_5[VO_4]_3Cl$; плюмбоярозит – $PbFe_6[SO_4]_4OH_{12}$.

Мырыштың негізгі тотыққан минералдары: смитсонит –$ZnCO_3$; каламин – $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$; гидроцинкит – $Zn_5[CO_3]_2(OH)_6$.

Аралас және тотыққан қорғасын-мырыш кендерінде галенит (PbS) және сфалерит (ZnS) бар. Аралас және тотыққан қорғасын-мырыш кендеріндегі руда емес минералдардан кварц, силикаттар, кальцит, доломит, барит бар. Тотыққан қорғасын минералдары Na_2S күкірт натрийімен алдын-ала сульфидизациядан кейін сульфгидрил минералдарымен флотацияланады. Малахиттен айырмашылығы, церуссит ($PbCO_3$) үшін терең сульфидизация қажет, ал қабықшаның қабығы байқалмайды. Na_2s шығыны 200-300 г / т құрайды. Сульфидизация түйіспелі күбілерде немесе тікелей флотомашиналарда жүргізіледі. Кейде сульфидизатор ұнтақтауға салынады. Қорғасын оксидтерінен церуссит жақсы флотацияланған, англезит пен вольфрамит нашар және плумбоирозит өте нашар.

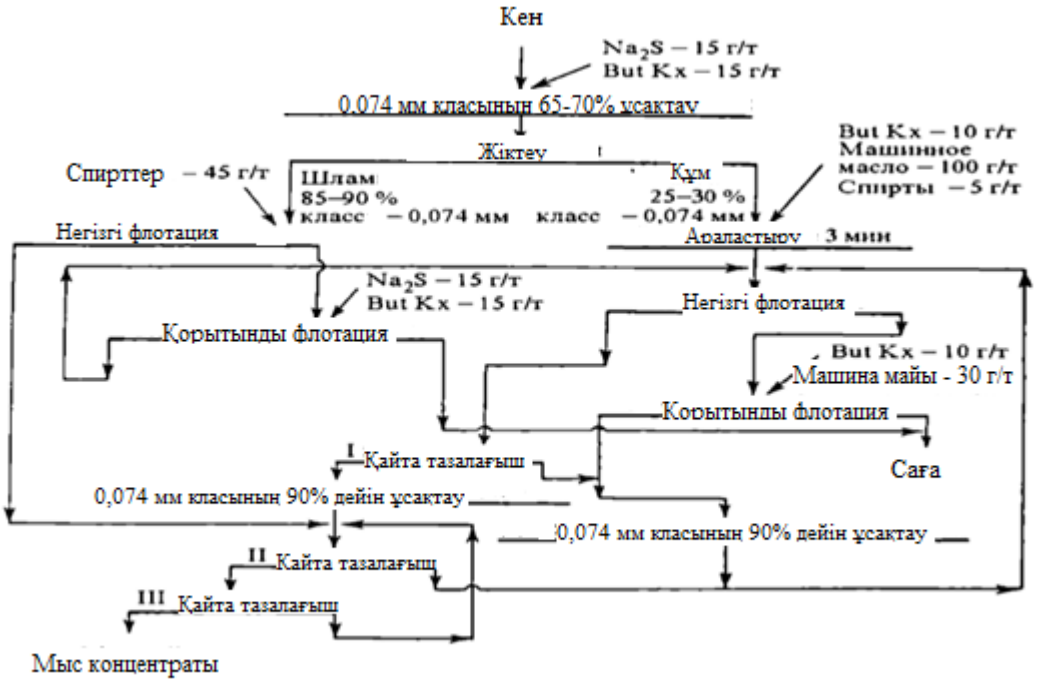
1.2.4 Мыс кендерін қайта өңдеу

Тотыққан және аралас кендерді байытудың негізгі әдісі флотация болып табылады. Гравитациялық және магниттік байыту әдістері байытудың екінші әдісі болып табылады. Бұл ретте мыстың сульфидті және тотыққан минералдарын тау жыныстарынан тиімді бөлу, мыс және темір сульфидтерін бөлу, тотыққан концентраттарды алу, асыл металдарды, магнетитті және басқа да бағалы компоненттерді жекелеген өнімдерге немесе концентраттарға жете шығару есебінен шикізатты пайдаланудың кешенділігін арттыру міндеттері шешіледі. Мысты нығыздалуы қиын және «берік» кендерден гидрометаллургиялық әдістермен немесе 8-суретке сәйкес металлургия және байыту әдістерін пайдалануды көздейтін аралас схемалар бойынша алады. Байыту кезінде алынатын мыс концентраттарының құрамында 15-40% мыс, пирит концентраттары 38-ден 50% - ға дейін күкірт және 1% - дан аспайтын қорғасын мен мырыш бар [8].



8-сурет - Мыс кендерін байыту.

Өскіндерді ашу үшін 9 – суретке сәйкес концентратты немесе аралық өнімді немесе аталған байыту өнімінің екеуін де 80-95% - 0,074 мм-ге дейін ұсақтау қажет. Алайда, флотация циклдерінің схемалары әдетте қарапайым.



9-сурет - Жезқазған кен орнының сульфидті мыс кендерін байытудың технологиялық схемасы

Қойнауқаттық кендерді флотациялаудың реагенттік режимі (9-сурет) әдетте қарапайым: флотация жинағыш пен көбіктендіргіштің қатысуымен әк (1 кг/т дейін) түзетін әлсіз сілтілі ортада жүргізіледі. Флотацияның бақылау операцияларында жоғары ксантогенаттарды қолдану төменгі ксантогенаттармен салыстырғанда неғұрлым жоғары технологиялық көрсеткіштерді және ілеспе сирек, түсті және асыл металдарды концентратқа неғұрлым толық алуды қамтамасыз етеді. Пириттің орташа құрамы бар сульфидті мыс кендерін флотациялау ұжымдық флотация схемасы бойынша, кейіннен ұжымдық концентратты мыс және пиритке бөлумен немесе мыс және пирит концентраттарын дәйекті бөліп шығарумен селективті флотация схемасы бойынша жүзеге асырылады.

Ұжымдық флотация кезіндегі pH мәні концентратқа темір сульфидтерінің тиімді флотациясын қамтамасыз ету үшін 7,5-тен аспайды.

Темір сульфидтерінің тиімді тоқыраусын қамтамасыз ету үшін кендерді селективті флотациялау және ұжымдық мыс-пирит концентратын бөлу әдетте РН 10-нан аз болатын кальцийлі ортада жүзеге асырылады. Бұл жағдайда әк шығыны пириттің құрамына және кеннің тотығу процестеріне әсер ету дәрежесіне байланысты және 1-5 кг/т аралығында болады.

Үздіксіз мыс-пирит кендерін флотациялық байыту кезінде мыс және темір сульфидтерінің бөлінуі селективті схема бойынша жоғары сілтілі ортада (pH 10-12) жүзеге асырылады, әдетте сульфоксидті қосылыстарды, темір тұздарын және пирратин мен пириттің қосымша тоқыраусын тотықтыру үшін флотация алдында пульпа аэрациясынан кейін (15-20 кг/т дейін) жүзеге асырылады.

Мыс флотациясының қалдықтары, егер бастапқы кендегі жыныстың мөлшері 10-15% - дан аспаса дайын пирит концентраты болып табылады. Басқа жағдайларда пирит концентраттарын қоюланғаннан кейін және кейіннен таза сумен немесе қышқыл кеніш суларымен сұйылтқаннан кейін мыс флотациясының қалдықтарын қайта орау арқылы алады.

Тотыққан және аралас мыс кендерін флотациялық байыту схемалары мен режимдері. Мыс сульфидтері мен оксидтерінің көшеттері мен шашыраңқылығының, олардың флотациялық қасиеттерінің және тотыққан мыс минералдарының қайта ұсақталуға бейімділігінің айырмашылығы сульфидті және тотыққан мыс минералдарын бөлек флотациялау зауыттарында кеңінен қолдануға әкелді.

Мыс және темір сульфидтерінің ұжымдық флотациясы сәл сілтілі ортада (pH 8,5 - ке дейін) жүзеге асырылады, ал сульфидтерді гидрофобтауға арналған жинағыштың едәуір бөлігі әдетте диірменге беріледі.

Алынған ұжымдық мыс-пирит концентраттары РН 10-нан асатын әк ортасында бөлінеді. Темір сульфидтерін мыс тұздарымен едәуір белсендіргенде және олардың кальцийлі ортадағы тоқыраусының тиімділігінің жеткіліксіздігінде ұжымдық концентратты бөлу цианид қоспаларымен (200 г/т дейін) әлсіз сілтілі ортада (pH 9-дан аз) жүзеге асырылады.

Тотыққан мыс минералдарының оксигидрил жинағыштарымен флотациясы құрамында карбонаттар мен темір гидроксидтері аз кендегі кремнийлі немесе сазды жыныстарда қолданылады.

Бұл жағдайда тек малахит жақсы шығарылады, әлдеқайда нашар – куприт, өте нашар – хризоколла және басқа мыс силикаттары [8].

Алдын ала сульфидизациядан кейін тотыққан мыс минералдарын сульфгидрил жинағыштармен флотациялау-бұл май қышқылдарын, олардың сабындарын және басқа да оксигидрил жинағыштарын қолдану мүмкін болмаған кезде кендерді карбонатты және қатты сілтілі тау жыныстарымен байытудың ең көп таралған әдісі.

Мысты алдын-ала қышқылмен шаймалайтын аралас схемалар келесі жағдайларда кеңінен қолданылады:

- мыс негізінен "байланысқан" мыспен, мыс хризоколла, фосфаттар және алюминосиликаттар түрінде, сондай-ақ флотация оның қанағаттанарлық алынуын қамтамасыз етпеген кезде темір мен марганец гидроксидтерімен байланысқан немесе бос жынысқа сіңдірілген мыс түрінде болатын қиын байытылатын кендерді қайта өңдеу;
- кендерде оларды мыс минералдарынан селективті бөлу мүмкіндігін болдырмайтын тау жыныстары минералдарының немесе технологиялық схеманы елеулі қиындатпай байытудың қолайлы көрсеткіштерін алуға мүмкіндік бермейтін еритін мыс минералдарының болуы;
- күрделі заттық құрамы мен мыстың төмен құрамы оларды қайта өңдеу үшін дәстүрлі схемалар мен байыту процестерін қолдануға іс жүзінде мүмкін болмайтын кедей немесе баланстан тыс кендерді, аршылған жыныстар мен қалдық үйінділерді пайдалануға тарту.

Мыс сульфидтерімен байланысқан және гравитациялық әдістермен өңделмеген алтын, «еркін» алтын, әдетте, сульфгидрил жинағыштарды алтын мыс концентратына немесе тікелей рудадан пирит пен басқа темір сульфидтерін басу арқылы немесе ұжымдық алтын мыс-пирит концентратын алдын-ала алу және оны кейіннен алтын мыс және пирит өнімдеріне бөлу арқылы флотация арқылы шығарылады [8].

1.2.5 Мырыш кендерін қайта өңдеу

Бастапқы және қайталама байыту аймақтарындағы мыс-мырыш кендері- бұл мыс, мырыш, темір сульфидтерінің және негізгі жыныстардың минералдарының күрделі кешені. Мырыш сульфидтері сфалериттің (мырышпен қапталған) әр түрлі түрлерімен ұсынылған, мысалы, клейофан (қоспасыз), марматит (темір қоспасымен), вюртцит (марганец қоспасымен), пшибрамит (кадмийге бай), кендердегі тау жыныстарының минералдары кварц, кальцит, хлорит, серицит, тальк, анар, флюорит, апатит және т. б.

Мыс-мырыш кендерінде өнеркәсіптік қызығушылық тудыратын құнды компоненттер-мыс, мырыш, күкірт, темір, асыл (алтын, күміс) және сирек (кадмий, германий, индий және т.б.) металдар, шашыраңқы элементтер және кейде сульфидті емес минералдар.

Мыс-мырыш кендерін байытудағы негізгі міндеттер жоғары сапалы мыс, мырыш және пирит концентраттарын алуға байланысты, оларда сәйкесінше мыс, мырыш және пирит күкірті жоғары өндіріледі [8].

Мыс-мырыш-пирит кендерін өңдеу кезінде зауыттарда тікелей селективті де, ұжымдық флотация схемалары да қолданылады.

Қазақстанның қорғасын-мырыш фабрикаларында әр түрлі заттық құрамдағы кендер өңделеді.

Бұл кендерді ұсақтау I сатыда және соңғы сатыда тұйықталған циклде алдын ала елемей үш сатылы схемалар бойынша жүзеге асырылады. Ұсақтаудың II сатысынан кейін Дайын өнімнің ірілігі бойынша бөлу есебінен айналымдағы жүктеме 1,5-2 есе төмендеген кезде алдын ала және салыстырып тексеру елеу операцияларын бөле отырып ұсақтау схемасы кеңінен қолданылады [8].

Зауыттардағы кенді ұнтақтау әдетте бір немесе екі жіктеу әдісімен екі сатылы болады. Көптеген зауыттарда I кезең ашық циклде жұмыс істейтін өзекті диірмендерде, ал II кезең гидроциклондармен жабық циклде жұмыс істейтін Орталық түсірілетін шар диірмендерінде жүзеге асырылады.

Қорғасын-мырыш кендерін байыту кезінде біріктірілген гравитациялық және таза флотациялық схемалар қолданылады. Қорғасын-мырыш және полиметалл кендерін алдын-ала гравитациялық байыту әдетте ауыр суспензияда жеңіл фракцияны қоқысқа тастау арқылы жүзеге асырылады. Кенді алдын-ала байыту сізге:

- біріншіден, байытудың негізгі процесі алдында түсті металдардың үйіндісі бар жеңіл фракцияны (бастапқы кеннің 25-45%) алып тастаңыз, яғни. зауыттың өнімділігін едәуір арттырыңыз;

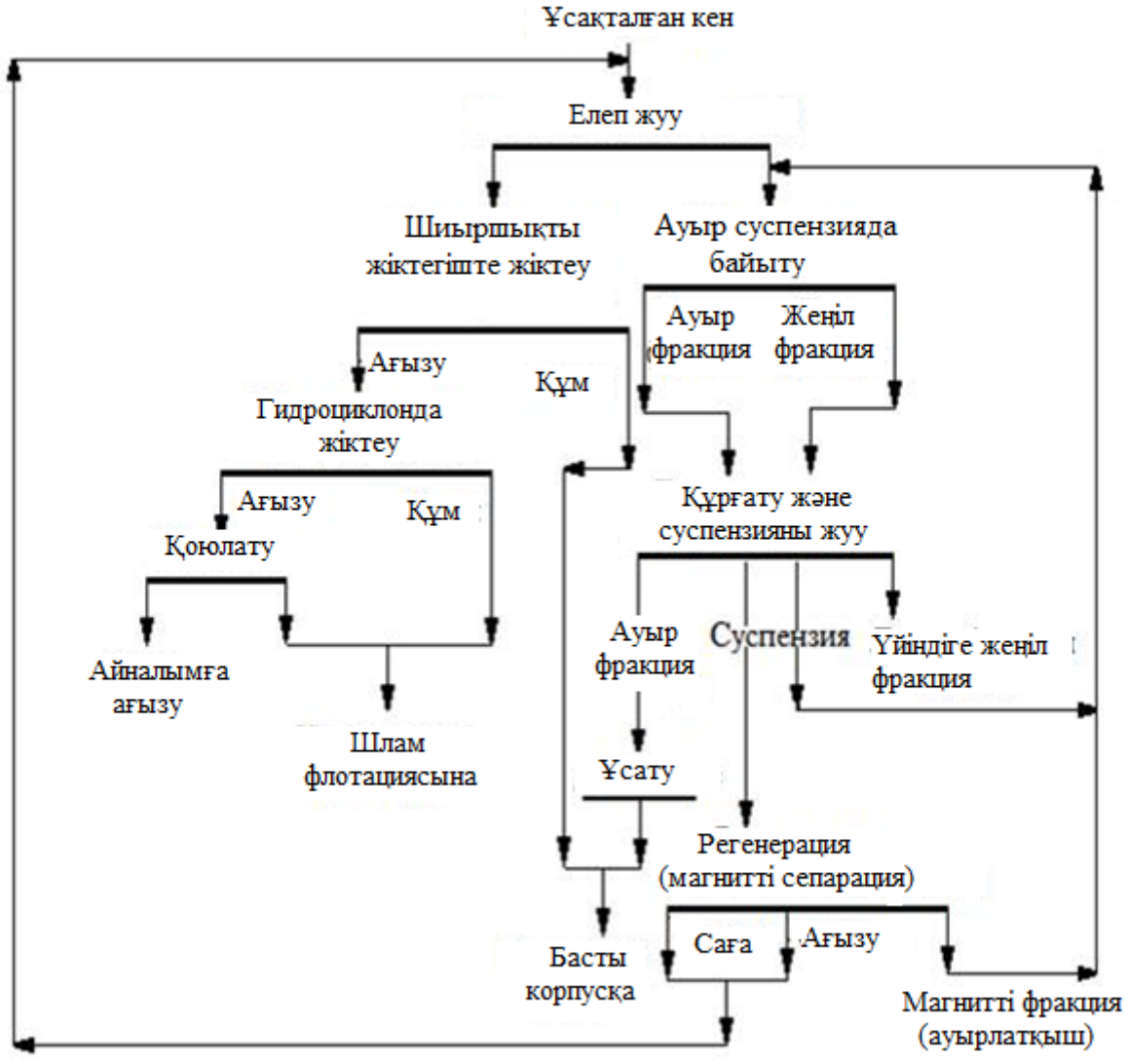
- екіншіден, флотацияға жіберілетін ауыр фракциядағы бағалы компоненттердің құрамын 20-30% - ға арттыру;

- үшіншіден, флотациялық реагенттерге арналған шығындарды айтарлықтай азайту;

- төртіншіден, құрылыс материалдары ретінде жеңіл фракцияны қолдану арқасында шикізатты өңдеудің кешенділігі мен үнемділігін арттыру.

Ауыр суспензиядағы байытудың технологиялық сызбаларына байыту алдында кенді жіктеу операциялары, байытудың өзі, суспензияны байыту өнімдерінен бөлу, ауырлатқышты қалпына келтіру және суспензияны дайындау кіреді [8]. Зырян фабрикасында осындай схема бойынша сульфидті және аралас полиметалл кендерін өңдейді (10-сурет).

Бастапқы кен ірілігі – 50 мм-ге дейін орташа ұсақтаудан кейін 14 мм сыныпты бөлу үшін елекке беріледі, ол спиральды жіктеуішке, содан кейін бас корпустың бункеріне сусыздандыруға түседі. Көлемі – 50+14 мм Материал конус сепараторына жіберіледі.



10-сурет - Зырян байыту фабрикасындағы полиметалл кенінің ауыр суспензиясындағы байыту сызбасы

Сепаратордағы суспензияның тығыздығы сульфидті кендер үшін 2,66-2,88 г/см^3, аралас кендер үшін – 2,68-2,70 г/см^3 деңгейінде автоматты түрде сақталады. Ауырлатқыш-0,6:0,4 қатынасында түйіршіктелген ферросилиций мен магнетит қоспасы.

Аралас кендер үшін шығымы 37-45% және сульфидті кендер үшін 23-35% құрайтын жеңіл фракция ауырлатқышты шайғаннан кейін бункерге жіберіледі және жол құрылысы үшін пайдаланылады. Сульфидті кендер үшін осы фракциядағы қорғасын, мырыш және мыстың шығыны тиісінше 2,6:2,3: 3,6%-дан, аралас 3,4-4,4% - дан аспайды.

Ауыр фракция ауырлатқышты шайғаннан кейін конустық ұсатқышта 16 мм дейін жұмыс істейді және негізгі корпусқа ұнтақтауға жіберіледі. Құрғатылған суспензия конус сепараторына қайтарылады.

Електе жуылған суспензия регенерация үшін магнитті сепараторларға түседі, ол магнит өрісінің кернеуі 110 кА/м кезінде жүргізіледі. Сепараторлардың бастапқы қоректенуіндегі қатты мөлшері 10-25%.

210 м^3/сағ (магнетит бойынша 60 т/сағ) суспензия бойынша өнімділігі кезінде магнитті сепарация қалдықтарында бастапқы ауырлатқыш кенінің 40-50 г/т жоғалады. Ферросилицийдің шығыны 140 г/т, магнетит 70-90 г/т бастапқы кенді құрайды. -16+0 мм сыныбы сусыздандырылған жіктеуіштер мен гидроциклондарды ағызу диаметрі 30 м қойылтқышқа түседі, оны төгу шаюмен елеуге қайтарылады, ал құмдар (шығу 6-8%) бас корпусқа ұжымдық шлам флотациясына жіберіледі.

Текелі фабрикасында тұтас және қиыстырылған қорғасын-мырыш кендері қайта өңделеді. Негізгі кен минералдары-пирит, галенит және сфалерит, пирротин және көмір тақтатастары, бос жыныстар – әктас және доломит.

Ауыр суспензияда байыту алдында кен үш сатыда 40 мм ірілікке дейін ұсақталады және алдымен електе жіктелетін ауыр суспензиядағы байыту бөлімшесіне жіберіледі. Сынып-40 + 10 мм доңғалақ сепараторына түседі.

Ауырлатқыш – 1,5:1 қатынасында ферросилиций (80% класс – 0,074 мм) және магнетит (85-90% класс-0,074 мм) қоспасы. Сепаратордың қоректенуінде -10 мм сынып құрамы 2-5% - дан аспауы тиіс.

Ұнтақталғаннан кейін ауыр фракция жіктеуіштің құмдарымен бірге, онда 2+0 мм класы сусыздандырылады, ал 10+2 мм класы фабриканың бас корпусына ұсақтауға және флотациялауға жіберіледі [8].

1.2.6 Қорғасын кендерін қайта өңдеу

Қорғасыны бар кен орындары келесі түрлерге бөлінеді: скарндық, метасоматикалық, теміртастық, стратиформдық және веналық. Скарн кендерінде бос жыныс диоксид-анар құрамының скарн түзетін минералдарымен ұсынылған. Олардағы қорғасын мен мырыштың қатынасы әдетте 1:1,4 құрайды. Бұл кендердегі негізгі сульфидті минералдар – галенит, сфалерит және пирротин [8].

Метасоматикалық кен орындарының кендерінде қорғасын мен мырыштың қатынасы 1: 0,8-ге тең. Бос тау жынысы негізінен кварц пен

доломитпен ұсынылған, кальцит пен сидерит бар ($FeCO_3$). Қорғасын мен мырыштың барлық қорларының үштен екісі теміртас және стратиформды типтегі кен орындарында орналасқан.

Теміртас кендері әдетте полиметалл болып табылады: қорғасыннан басқа құрамында мырыш пен мыс, алтын, күміс, кадмий, сирек қалайы мен висмут, барит, флюорит және пирит бар. Қорғасын мен мырыштың осы типтегі рудатқа қатынасы әдетте 1: 2,4 құрайды. Теміртас кендерінің ірі кен орындары – Тишин, Орлов, Озерное, Жәйрем. Бос жыныстың минералдары кварц, доломит, барит; кен минералдары – галенит, сфалерит; тотығу аймағының кендерінде англезит, церуссит, смитсонит ($ZnCO_3$) (Горевское, Миргалимсай кен орындары) бар [8].

Тотығу дәрежесі бойынша қорғасын бар кендер сульфид, аралас, тотыққан болып бөлінеді.

Қорғасын сульфид кендерін байыту технологиясы шашыраудың ірілігімен, біркелкі таралуымен, галениттің флотациялық белсенділігімен және пириттің болуымен анықталады. Біріктірілген гравитациялық-флотациялық байыту процесі галениттің ірі қиылысқан кендері үшін қолданылады, оның негізгі массасы ауыр суспензиялар немесе шөгінділер көмегімен процестің басында бөлінеді. Аралас процесс тек қорғасын үшін ғана емес, сонымен қатар қорғасын-мырыш және полиметалл кендері үшін де қолданылады. Бұл әдіс мүмкіндік береді:

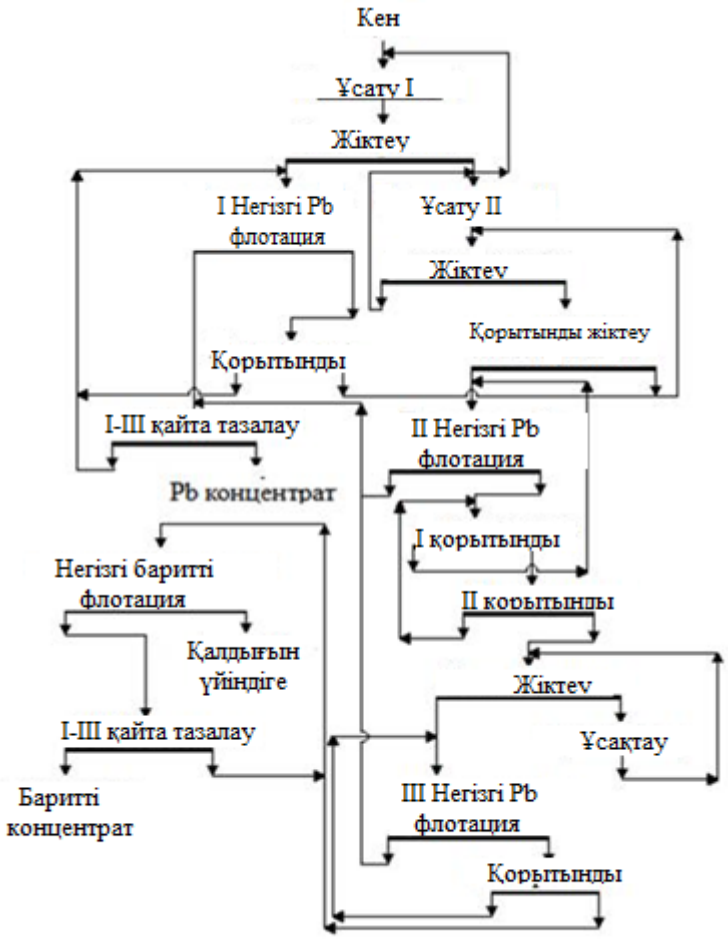
- біріншіден, процестің басында металл құрамы бар жеңіл фракцияның 30-40% - ын алып тастаңыз және осылайша флотация бөлімшесінің өнімділігін арттырыңыз;
- екіншіден, галениттің қайта бөлінуін едәуір азайтыңыз;
- үшіншіден, флотацияға жіберілетін Кендегі бағалы металдардың құрамын арттыру.

Бөлек флотация схемасы бойынша рудалар байытылады, онда қорғасынның сульфидті және тотыққан формаларының қатынасы 1:1 құрайды. Бұл схемаға сәйкес күкірт натрийі мен жинағыштың көп шығыны галенитті флотациялайды, содан кейін күкірт натрийімен сульфидизациядан кейін тотыққан қорғасын минералдары флотацияланады; сульфидизациядан кейін галенит пен тотыққан қорғасын минералдарының бірлескен флотация схемасы ең көп таралған. Егер кендерде қорғасынның тотыққан минералдары басым болса, онда ксантогенатпен бірлескен флотация сульфидизациядан кейін күкірт натрийінің көп мөлшерімен (100-200 г/т кен) жүргізіледі. Қорғасынның галениті мен тотыққан минералдарын бірлесіп флотациялау Мырғалымсай кен орнының қорғасын-баритті аралас кендері өңделетін Кентау №1 және №2 фабрикаларында жүзеге асырылады. Бұл кендерде серуссит, англезит түрінде қорғасынның тотыққан формаларының салыстырмалы мөлшері 15-тен 20% - ға дейін, пирит (1,5-2%), аз мөлшерде сфалерит және халькопирит кендерде де кездеседі. Кендер қорғасын минералдарының өте жұқа және біркелкі емес бөлінуімен сипатталады. Галенит дәндерінің шамамен 90% - ы шамамен 0,2 мм, олардың 50% - дан

астамы 0,02 мм. Церуссит 50% - ға ірілігі 0,005 мм-ден кем дәндермен ұсынылған, барит дәндерінің ірілігі 0,05 мм-ден кем.

Кенді байыту үш сатылы флотация схемасы бойынша жүзеге асырылады (10-сурет).

Ірілігі 45-50% сыныпты – 0,074 мм осы жіктеуішті төгу тотыққан минералдарды сульфидизациялау үшін күкіртті натрийді (450 г/т), бутил және этил ксантогенаттарының (85 г/т) жинағыш – қоспасын, дитиофосфатты (18 г/т) және т-80 (10 г/т) көбіктендіргішті беру арқылы жүргізілетін бірінші негізгі қорғасын флотациясына бағытталады.



11-сурет - Аралас қорғасын-барит кендерін флотациялаудың технологиялық схемасы

Бірінші флотацияның қалдықтары класының 75-80% ірілігіне дейін – 0,074 мм, ал екінші флотацияның қалдықтары – 100% дейін ұсақталады және күкіртті натрий беріле отырып, қорғасын флотациясына ұшырайды, оның осы операциялардағы жиынтық шығыны 350 г/т құрайды.

Ксантогенат қоспасының шығыны 75 г/т, дитиофосфат 12 г/т, көбіктендіргіш 15 г/т құрайды. Қорғасын концентратының сапасын арттыру және пиритті басу үшін 1 тазартпа қорғасын флотациясына натрий цианиді беріледі. Бұл 80-825 алу кезінде дайын концентраттағы қорғасын мөлшерін 44-46% дейін арттыруға мүмкіндік береді. Үшінші сатыдағы қорғасын

флотациясының қалдықтары барит флотациясына жіберіледі, ол олеин қышқылының қоспасы (45 г/т) алкил сульфатының (80 г/т) жинаушының қатысуымен жүзеге асырылады. Бос жыныстың минералдары негізгі флотацияға (1100 г/т) және тазалауға (500 г/т) берілетін сұйық шынымен басылады.

Дайын барит концентраты 54-56% алынған кезде 80-82% бариттен тұрады [8].

1.2.7 Никель кендерін қайта өңдеу

Бұрын Қазақстан аумағында силикат-тотыққан никель кені тек Кимперсай кен орнында өндіріліп, Орск қаласындағы (Ресей) Южуралникель зауытына жеткізілген. 90-шы жылдардың соңында бұл жабдықтар тоқтап қалды. Батыс Торғай никель ауданы-Торғай жырасының батыс бөлігіндегі никель кен орындарының жиналуы. Қазақстанның Қостанай облысының аумағында орналасқан. Құрамына Шевченков, Құндыбай, Подольск, Жітіқара, Аққарға, Милютинское және басқа кен орындары кіреді. Бұл аймақ силур-девонинтрузивтерінен құралған Тобольск және Жетіқара-Аккаргин гипербазиттік кешендерімен генетикалық байланысты.

Кен орындары темір-марганец-кобальт-никель кендерінің түзілуіне жатады және кенді минералдардың үш түрінен тұрады: асболан-гидрогематиттер, керолит-нонтронит-охралар, никель-кобальт-меланиттер. Жыныстардағы құрамы: темір 13-33 %, никель 0,1-0,66%, кобальт 0,06-0,35%. Қазіргі уақытта Шевченковское кен орнынан басқа Қазақстан аумағында никель-кобальт кендерін өндіру және қайта өңдеу бойынша тағы бірнеше жоба әзірленуде.

Осылайша, Ақтөбе облысындағы Кимперсай кен орындары тобы үшін қуаты жылына 1 млн.т осы кенді байыту жөніндегі фабрика салу болжанып отыр, оны «Қызыл Қайың Мамыт» ЖШС жүзеге асыруды жоспарлап отыр. «Казникель» ЖШС Шығыс Қазақстан облысындағы Горностаев никель-кобальт кен орнын игеру жобасымен айналысады.

Табиғатта шамамен 45 никель минералдары бар. Алайда,никель сульфиді – пентландит (Fe, Ni) $_9S_8$ өнеркәсіптік мәнге ие (ni мөлшері 22 %, тығыздығы 5000 кг/м^3, қаттылығы 3-4). Пентландиттен басқа құрамында никель бар минералдар-никель пирроты, миллерит NiS. Негізгі мыс минералдары-халькопирит, кубанит $CuFe_2S_3$, талнахит $Cu_9Fe_8S_{16}$, борнит Cu_5FeS_4. Мыс-никель кендері қиылысқан және қатты болып бөлінеді.

Мыс және никель сульфидтерінің жұқа өнуі никельге бай концентраттарды алуға мүмкіндік бермейді (никель мөлшері шамамен 10 %). Мыс концентраттары бай (20-25% мыс).

Тікелей селективті флотация тоқыраудан кейін минералдардың қиын активтенуіне байланысты сирек қолданылады. Сондықтан ұжымдық концентраттың Cu-Ni алу схемалары негізінен қолданылады.

Негізгі флотация pH 9-10 кезінде сілтілі ортада жүзеге асырылады. Жинаушы ретінде шығыны 70-200 г/т бутил (амил) ксантогенаты қолданылады. Көбіктендіргіш Т-66. Тау жыныстары минералдарының

тоқыраусы (флотоактивті силикаттар) сұйық шыны немесе СМС арқылы жүзеге асырылады. Ұжымдық Cu-Ni концентратын бөлу мыс флотациясы және никель минералдарының тоқыраусы арқылы жүзеге асырылады.

Тоқырауға әкпен (pH 11-12), декстринмен, 70 °С температурада әкпен булау арқылы қол жеткізіледі.

Мыс пен никельдің қатынасы екіден аз болса, ұжымдық концентрат файнштейнге ерітіліп, И. Н. Масленицкий мен Л. А. Кричевский әдісі бойынша бөлінеді (1943 ж.)

Cu-Ni концентратын электр пештерінде жағу нәтижесінде күкіртті ішінара жою жүреді. Масса қатайғаннан кейін Cu_2S және Ni_3S_2 қосылыстары және металл мыс пен никель қорытпасы бар металлургиялық жартылай өнім пайда болады. Файнштейнді ұнтақтау кезінде қорытпаның барлық компоненттерінің толық ашылуына қол жеткізіледі. Флотация сілтілі ортада ксантогенатпен және көбіктендіргішпен жүргізіледі. Мыс сульфиді көбік өніміне түседі. Никель сульфиді және никель мен мыс қорытпасы [9].

1.2.8 Жеңіл түсті металл кендерін қайта өңдеу

Қазақстанда алюминий өндірісі үшін шикізат базасы Павлодар қаласынан 1050 км қашықтықта орналасқан Торғай, Краснооктябрь кен басқармалары болып табылады. Тұтынушыға жеткізу-теміржол көлігі. Кеніштердің оң факторы-кен денесі таяз тереңдікте, бұл ашық әдіспен өндіруге мүмкіндік береді.

Торғай бокситтері жұмсақ, оңай өңделеді, өздігінен таралады. Краснооктябрь бокситтері (Аят, Белинский, Красногорский кеніштері) қатты, торғайға қарағанда екі есе нашар өңделеді. Сонымен қатар, Краснооктябрь кен орнының бокситтерінде органикалық заттар мен көміртегі тотығы көп.

Тау жыныстары: гидраргилит($Al(OH)_3$); каолинит ($Al_2O_3\ 2SiO_2\ 2H_2O$); темір тотықтары – Fe_2O_3; $FeCO_3$(сидерит); FeS_2(пирит); $CuFeS_2$(халькопирит). Аз мөлшерде сидерит, хлорит, кальцит, корунд, гидрослюдалар, кварц, рутил, пирит, гипс бар.

Саз фракциясының орташа мөлшері 36-46% құрайды.

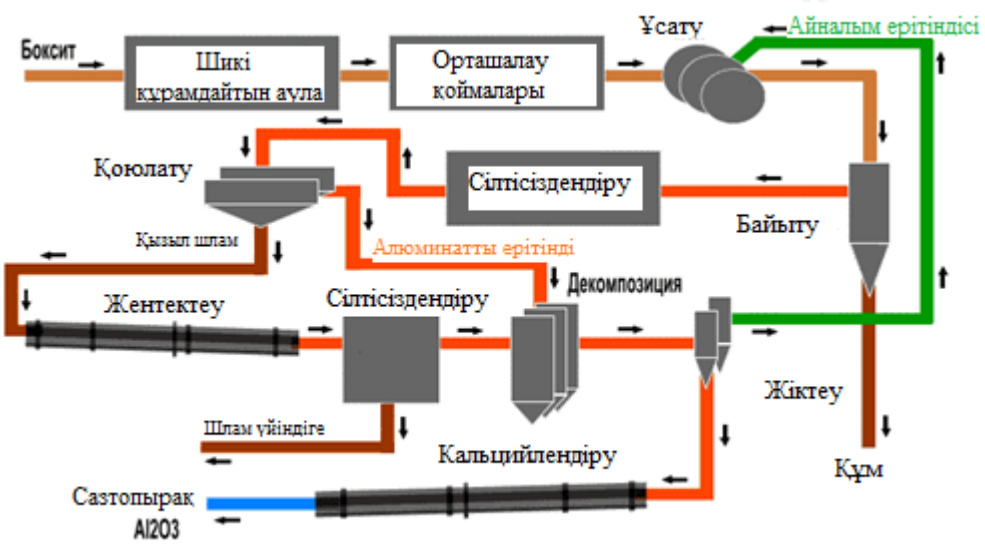
Кеніштен келіп түсетін бокситтің ірілігі - 300 мм-ден аспайды. Бокситтің меншікті салмағы – 2,6-2,8 т/м^3; үйілген салмағы – 1,2-1,6 т/м^3; ылғал-17-21%. Бокситтің сапалық көрсеткіші-кремний модулі. Бұл бокситтегі алюминий тотығының бокситтегі кремний тотығына қатынасы (8-кесте).

8-кесте - Компоненттер бойынша Торғай және Краснооктябрь кеніштерінің орташа құрамы:

Кеніштер бойынша бокситтер	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CO_2	M.k
Торғай РУ	44.0	14.2	15.2	0.3	3.1
Краснооктябрь РУ:					
Аят кеніші	42.8	9.5	19.8	2,1	4.5
Белинский кеніші	42.4	10,7	19.8	1.4	4.0
Красногор кеніші	44.2	12.1	11.8	3.2	3.7

Бокситті механикалық байыту әдістері (12-сурет), (гидрожіктеу, магниттік сепарация, флотация және т.б.) кеңінен танымал, олар бокситтен каолинитті, сазды, сидеритті, сульфидтер мен карбонаттарды ішінара алып тастауды қамтамасыз етеді, Байер концентратын алады [10].

Ұсынылған операцияның мақсаты-кремнийді бокситтен алып тастау және оны ерітіндіге ауыстыру. Бокситтің кремнийденуі сілтімен жүзеге асырылады. Процесс температура өзгерген кезде жүргізілді – 90 °С, 100 °С, 110 °С, 120 °С және ұзақтығы – 0,5 сағат, 1 сағат, 2 сағат. Ең жақсы нәтиже 120 °С температурада және процестің ұзақтығы 2 сағат, ерітіндіге кремний алу 83% құрады. Бокситтің минералогиялық құрамына және физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты оны жеке зауыттарда өңдеуге дайындау әр түрлі болуы мүмкін және байыту, ұнтақтау (ірі және орташа), ұсақ ұнтақтау (құрғақ немесе дымқыл ұнтақтау), кептіру және күйдіру сияқты процестерді қамтуы мүмкін.



12-сурет – «Қазақстан алюминийі» АҚ Байер-жентектеу тәсілі бойынша бокситтерді қайта өңдеудің технологиялық схемасы»

Бокситті байытудың бір түрі-оны ағынды сумен жуу, бокситті саз, құм және т. б. қоспалардан босатады. Бұл операция бокситті өндіру орнында, яғни шахтада орындалады және бокситтің сазды сорттарына қатысты қолданылады. Бокситті химиялық жолмен байытуға болады, кремнийдің бір бөлігін каустикалық натрийде (бокситті алдын-ала күйдірумен) немесе сілтілі-алюминатты ерітіндіде (бокситті күйдірмей) ерітеді. Көп жағдайда кеніштерде өндірілетін бокситтер алдын-ала байытылмайды, бірақ дереу алюминий зауыттарына жіберіледі. Шахтадан шығар алдында боксит кейде гигроскопиялық ылғалды кетіру үшін кептіріледі, бұл бокситті қыста зауыттарда тасымалдау және түсіру кезінде қатып қалудың алдын алу үшін өте маңызды.

Боксит кәсіпорынға темір жол көлігімен түседі. Бокситті түсіруді роторлы вагон аударғыш жүзеге асырады. Түсірілген боксит қабылдау

бункерлеріне түседі, сол жерден ауыр типтегі плиталық фидерлер ірі ұсақтағыш балғаларға беріледі-боксит ұсақталады. Ұсақталған материал транспортер жүйелерімен жабық қоймаларға бөлінеді. Бокситті крандармен орташа ұсақтау үшін қабылдау бункерлеріне беріледі, сол жерден ауыр типті тілімшелі қоректендіргіштер ұсатқыштарға жіберіледі. Орташа ұсақтау үшін шеберханада балғалар мен жақ ұсатқыштар қолданылады. Орташа ұсақтағыш ұнтақтағыштардың алдында торлар арасындағы қашықтық 60 мм-ге дейін болатын торлы экрандар орнатылған. Ұсатқышты айналып өтіп, електердің төменгі өнімі ұсақ ұсақтау бөлімшесіне таспалы конвейерлер беретін ұсақталған бокситтің негізгі массасымен араласады.

Ұсақ ұсақтау конустық ұсақтағыштармен жасалады. Ұсақ ұсақтау бөлімшелерінде алдын ала елеу үшін желтартқыш електер қолданылады. Ұсатылған боксит, електің төменгі өнімімен араластыра отырып, транспортерлер жүйелерімен дымқыл ұнтақтау бөлімшелерінің қабылдау бункерлеріне беріледі. Ұнтақтауға 10-25 мм боксит пен әктен тұратын ұсақталған боксит/ұсақталған шихта келеді.

Дымқыл тарту бөлімшелерінің технологиялық өнімі шикі пульпа – боксит/боксит әк шихтасы мен сілті ерітіндісінің механикалық қоспасы болып табылады. Шихтаны ұсақтау гидроциклондарда алынған қойыртпақты жіктей отырып, дымқыл тартылған шарлы диірмендерде жүзеге асырылады.

Ұнтақтау және жіктеу екі сатыда жүзеге асырылады, ұсақтау процесінде үлкен кесектерді немесе бөлшектерді қажетті ұсақтауға жеткен кесектерден немесе бөлшектерден бөледі. Ұнтақтау нәтижесінде шикі пульпа алынады (фракция +160 мкм – 2,5% – дан аспайды, фракция -56 мкм-75% - дан кем емес). Өнім, шикі қойыртпақ автоклавты бөлімшелерге берер алдында шикі қойыртпақ араластырғыштарда 40 минуттан 8 сағатқа дейін ұсталады, мұнда оның құрамы орташа және Т = 100-105 °С кезінде жартылай ұйытылады.

Титаномагнетит кендерін байыту олардың құрамындағы минералдардың физикалық қасиеттерінің айырмашылығына негізделген. Магнетит және титаномагнетит-қатты магниттік минералдар.

Ильменittің магниттілігі олармен салыстырғанда аз, бірақ руда емес минералдардың негізгі массасынан үлкен. Сонымен қатар, металл емес Силикат минералдарының үлесі ильменит, магнетит және титаномагнетиттің нақты салмағынан аз. Ильменит, перовскит және рутил үшін флотациялық реактивтер таңдалуы мүмкін, онда олар флотациялық қабілетінде руда емес минералдардан ерекшеленеді және концентраттарға шығарылуы мүмкін.

Ильменит, титаномагнетит немесе перовскит бар титаномагнетит кендерін байытудың қолданыстағы өнеркәсіптік әдістерінің сипаттамасы олардың қысқаша сипаттамасын жасауға болатын жұмыстарда келтірілген.

Кенді ұсақтау бөлшектердің мөлшері 15-20 мм-ге дейін бірнеше сатыда жүзеге асырылады. Содан кейін материал кенсіз жыныстардың өрескел бөлшектерін алып тастау үшін бастапқы құрғақ бөлуге жіберіледі. Ұнтақтау арқылы (әдетте бірінші сатыдағы диірмендерде және екінші сатыдағы шар диірмендерінде) өнім мөлшері 0,2 мм (95%), кейде 0,1 мм болады. Жіңішке

ұнтақтау бүкіл байыту процесінің шамадан тыс қымбаттауына әкеледі. Біртекті көлемді материалды алу үшін диірмендермен ашық немесе жабық циклде жұмыс істейтін механикалық жіктеуіштер қолданылады.

Ұсақталған өнім әлсіз өрісі бар магниттік сепараторларға беріледі, оларда бірқатар тазарту операцияларынан кейін магнетит концентраты сулы ортада шығарылады.

Ильменит пен силикаттардан тұратын магниттік емес фракция флотацияға немесе гравитациялық байытудың жоғары жылдамдықты концентрациялық үстелдеріне түседі. Егер ильменит өнімінде көп мөлшерде сульфидтер болса, онда алдын-ала флотация көп камералы машинада жүзеге асырылады. Сульфидтерге реагенттер ретінде қарағай майы мен ксантаттар қолданылады.

Ильменитті флотациялау әдетте реагент ретінде майлы немесе шайырлы қышқылдарды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Қойыртпақты флотациялау алдында флотацияға кедергі жасайтын жұқа шламдарды кетіру үшін гидросепараторларға немесе гидроциклондарға, содан кейін май қышқылдарымен және тоқыраулаушы реагенттермен араластыру үшін кондициялық күбілерге жіберіледі.

Барлық соңғы концентраттар құрғату үшін қалыңдатқыштарға, содан кейін вакуум сүзгілеріне түседі. Кейде кептірілген ильменит концентраты кейбір ауыр силикаттардың қоспаларынан тазарту үшін күшті өрісі бар магниттік сепараторда өңделеді.

Перовскит-титаномагнетит кендерін байыту үшін магниттік-флотациялық схема қолданылады.

Ұсақтаудан және 0,074 мм (45%) ірілікке дейін ұнтақтаудан кейін титаномагнетит концентратын іріктеумен магнитті сепарация жүргізеді. Магниттік емес өнім алдымен кальцит флотациясына, содан кейін перовскитке өтеді.Качканар типіндегі титаномагнетит кендері магнитті бөлу әдісімен байытылған.

Кен төрт сатыда бөлшектердің мөлшері 20 мм-ге дейін ұсақталады. Содан кейін ол құрғақ магниттік сепарацияға жіберіледі, онда құрылыс қоқысына баратын магниттік емес тау жынысы алынып тасталады. Магниттік өндіріс алдымен өзекшеде, содан кейін шар диірмендерінде -0,074 мм (90%) дейін ұнтақталады, содан кейін дымқыл магниттік бөлу мен дегидратацияның үш сатысынан өтеді.

Титаномагнетит кендерінде ильменит тәуелсіз дәндер түрінде де кездеседі, бірақ титанның бір бөлігі титаномагнетит минералы түрінде болуы мүмкін, оны механикалық байыту процестерімен титан мен темір концентраттарына бөлу мүмкін емес. Титанның бұл бөлігі әдетте темір (магниттік) концентратына бөлініп, домна пештерінде немесе электр пештерінде балқыту кезінде титан қожына айналады.

Титаномагнетит кендерінде магнетиттегі қатты ерітінді түрінде ильмениттің немесе титан диоксидінің жұқа дисперсті эмульсиялық қосындылары бар ($Fe_3O_4 \cdot TiO_2$). Олар механикалық байыту әдістерімен титан және темір концентраттарына бөлінбейді.

1.2.9 Сирек түсті металл кендерін қайта өңдеу

Шашыраңқы сирек металдар әдетте дербес минералдар түзбейді, кристалдық торда изоморфты қоспалар түрінде кездеседі. Олар әдетте негізгі металдардың қалдықтарынан немесе олармен бірге шығарылады. Сонымен, германий көбінесе өңдеу немесе көмірді жағу қалдықтарынан, галлий – алюминий қалдықтарынан алынады. Мырыш пен қорғасын кендерінде жиі кездесетін Индий, галлий, таллий және германий мырыш пен қорғасын өндірісінің өнеркәсіптік өнімдері мен қалдықтарынан алынады.

Әр түрлі сульфидті минералдарға шашыраған Селен мен теллур металлургиялық немесе күкірт қышқылын өндіру процесінде алынады. Рений молибденнің серігі ретінде Молибден шикізатынан алынады.

Цирконий минералдарындағы гафний цирконий немесе оның қосылыстары өндірілген кезде алынады. Сирек металдар кендерін байыту процестері ерекшеліктерімен (кен шикізаты, оның заттай құрамы, сондай-ақ дайын концентраттарға қойылатын өнеркәсіп талаптарымен) айқындалады. Кендегі сирек металдардың төмен мөлшері, әдетте оннан және жүзден, ал кейде (мысалы, тантал немесе күрделі кендер үшін) пайыздардың мыңнан бір бөлігімен есептеледі және сирек металдардың дайын концентраттарының сапасына қойылатын жоғары талаптар байыту дәрежесін 100-1000 және одан жоғары деңгейге дейін жеткізу қажеттілігін тудырады.

Сирек металл кендері бір мезгілде екі және одан да көп (кейде 10-20-ға дейін) сирек кездесетін, сирек кездесетін және шашыраңқы элементтерден тұратын кешенді болып табылады, оларды металдар топтары бойынша жекелеген монометалл концентраттарына немесе концентраттарға алу байытатын металлургиялық, гидрометаллургиялық және физикалық-химиялық өңдеу әдістерін үйлестіретін күрделі және аралас Технологиялық схемалар мен процестерді қолдануды талап етеді. Кедей және кешенді кендерден жоғары сапалы концентраттар алу үшін байыту әдетте екі немесе үш сатыда жүзеге асырылады:олардағы барлық құнды компоненттерді барынша ала отырып, қара концентраттарды алу мақсатында кендерді бастапқы байыту; қара концентраттарды жетілдіру жоғары сұрыпты жеке мономинералды концентраттарды алу мақсатында жетілдіру фабрикаларында жүзеге асырылады [12].

1.2.10 Бағалы металдар кендерін қайта өңдеу

Асыл металдарды өндіру және оларды кейіннен алу Қазақстан Республикасының алтын-валюта қорларын толықтырудың басты көздерінің бірі болып табылады.

Қазақстан Республикасының аумағында бүкіл әлемдік алтын қорының шамамен 4% - ы орналасқан, күмістің үлесі біршама аз. Қазақстанның алтын өндіру өнеркәсібінің шикізат базасы негізінен ұсақ (қоры 25 т-ға дейін) және орташа (25 т-дан 100 т-ға дейін) кен орындарынан тұрады. Жалпы алғанда Қазақстанда 293 алтын кен орны бар (оның ішінде 38% кешенді, 60% алтын кені және 2% шашыранды). Кен орындары еліміздің барлық облыстарында табылған. Алайда, Шығыс, Солтүстік және Орталық Қазақстанның кен

орындары жетекші орын алады. Қазақстан алтынының басым бөлігі дәстүрлі түрде кешенді кен орындарынан өндіріледі. Қазақстанның ең ірі алтын өндіруші компаниясы «Қазмырыш» полиметалл кендерін өңдеу кезінде алтынды ілеспе өнім ретінде өндіреді.

Қорлардың көлемі бойынша екінші орынды Қазақстанның солтүстік-шығысында орналасқан (Семей қаласынан шамамен 100 км) «Бақыршық» кен орны алады. Келесі өнеркәсіптік маңыздылығы бойынша «Ақсу», «Бестөбе», «Жолымбет» кен орындарын атап өтуге болады - олардың барлығы жерасты тәсілімен игерілуде. Кен орындарындағы кендер кварцты-талшықты және минералданған аймақтар түрінде ұсынылған.

Олардың ішінде бір ірі кен орны бар, 11 орташа және 2 ерекше. Қалғандары ұсақ болып табылады. Барлық алтын кен орындарының тек 41% - ы ғана оңай байытылады. Қалғандары техникалық тұрғыдан тұрақты деп танылды. Қазақстандық алтынның кен орындары мөлшері мен түрі бойынша ерекшеленеді. Мұндағы кен орындары келесі санаттарға бөлінеді:

- кварцты-талшықты. Мұндай кеніштер жыныстағы алтынның жоғары концентрациясы (шикізат тоннасына 4,8-9,4 г) және игеру ыңғайлылығы үшін бағаланады;
- кендердің алтындығының орташа көрсеткіштерімен сипатталатын соташықверкті шоғырлар (тоннасына 3-9 г). Бұл аудандардағы зеңбіректер тамырлы-қиылысқан сипатқа ие. Минералданудың осындай түрі бар негізгі облыстар - Жолымбет, Юбилейное және Васильковское;
- минералданған учаскелер, онда тау жынысы бай емес, себебі ол сульфидті пирит пен арсенопириттен тұрады. Минералданған аудандар Большевик, Васильковское және Бақыршық сияқты кен орындарымен ұсынылған. Олар зеңбіректің қара қанатты түрімен сипатталады. Кен денелерінде линза тәрізді, пласт тәрізді және таспа тәрізді формалар бар. Алтын құрамының орташа көрсеткіштері-4,8-ден 9,4 г/т дейін;
- кешенді. Алтын өндіру басқа табиғи қазбаларды алумен қатар жүзеге асырылады. Кешенді кен орнына мыс және теміртас-полиметалл түрлері кіреді.

Мұнда пирит-халькопирит және сфалерит-галенит типтерінің кен түзілімдері басым. Олар негізінен таспа пішініне ие. Ресурстардың шамамен 2% - ы экзогендік кен орындарында шоғырланған.

- шашырау. Бұл алтын қосындылары төмен шағын кен орындары. Құрамында алтын бар кен жер бетіне жақын орналасқан және негізінен жеке өндіріледі. Қазақстанның оңтүстігінде және шығысында орналасқан тауларда шөгінділер көп.

Бағалы ресурстардың басым бөлігі кенді Алтай өңірінен келеді. Сондықтан алтын өндіру негізінен Риддер-Сокольный кен орнында, сондай-ақ Белоусовский, Тишинский және басқаларында жүзеге асырылады. (9-кесте)

Алтынның орташа мөлшері 0,1-ден 1,8 г/т-ға дейін. Ақбастау-Қосмұрын және Майқайың сияқты жерлердің кендерінде анағұрлым елеулі металл (2,6-дан 6 Г/т-ға дейін) бар. Бірақ мұнда кен концентрациясы аз.

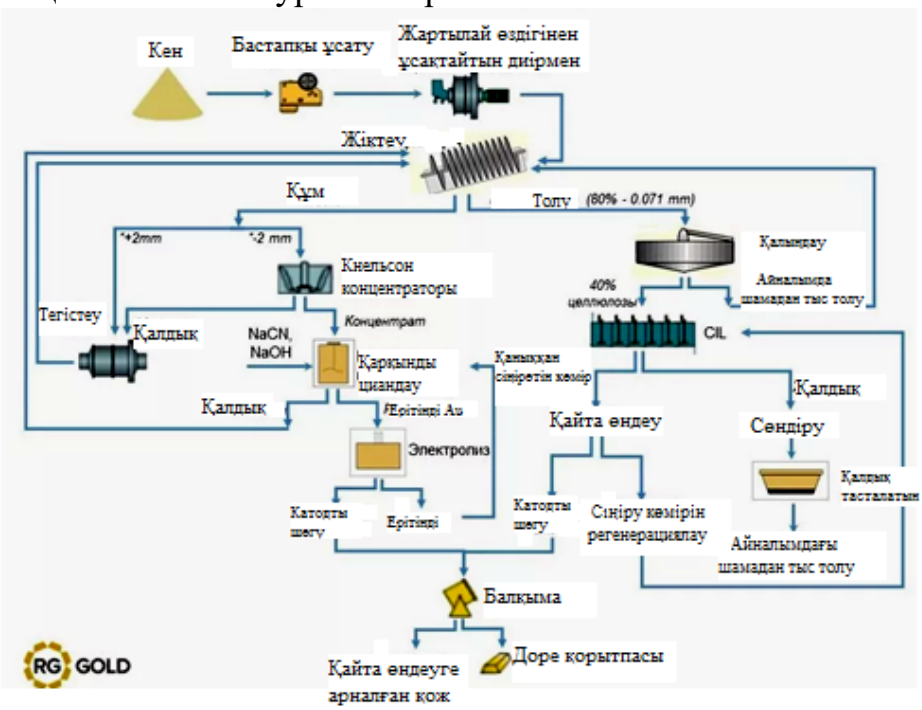
9-кесте - Қазақстанның ірі алтын кен орындары

Аймақ	Кен орны
Солтүстік Қазақстан	Васильковское, Варваринское, Узбой, Сымбат, Комаров, Элеваторное, Аққарған, Жетіқара
Орталық Қазақстан	Ақсу, Жолымбет, Бестөбе, Майқайың, Кварцитті Төбешіктер, Еңбекші, Пустынное
Шығыс Қазақстан	Бақыршық, Суздаль, Большевик, Васильевское, Риддер-Сокольное, Жанан, Ақжал, Қасқабұлақ
Оңтүстік Қазақстан	Ақбақай, Алтынтас, Далабай, Ақсақал-Бескемпір, Мыңарал, Жарқұлақ, Қарамұрын, Арқарлы, Қымыз
Батыс Қазақстан	Юбилейное

Қазақстанда скарндық деректер де бар. Бірақ олар аз және аймақта өндірілген барлық ресурстардың 1,9% құрайды. Елдің орталық бөлігінде орналасқан.

Мыс порфирлері Ақтоғай, Көксай, Қоңырад және Айдарлы аумақтарында орналасқан. Осы жерлердегі алдын мөлшері – 0,1-0,2 г/т [12].

Алтын өндіретін тікелей циандау фабрикасының технологиялық процесінің схемасы 13-суретте көрсетілген.



13-сурет - Тікелей циандау алтын өндіру фабрикасының технологиялық процесінің сызбасы

«Бақыршық тау-кен өндіру кәсіпорны» байыту фабрикасы (ЖШС) Қазақстан Республикасы Шығыс Қазақстан облысы Жарма ауданындағы Бақыршық кен орнында орналасқан. Өндірістің мақсаты-Бақыршық кен орнының кенінен Алтынды барынша ала отырып, флотоконцентрат алу. Құрамында алтыны бар кенді қайта өңдеу технологиясы мынадай негізгі сатылар мен операциялардан тұрады:

- бастапқы кенді ірілігі -650+0мм-ден -250+0 мм-ге дейін ірі ұсақтау (80% класс -130 + 0 мм);
- ірі ұсатылған кенді (ұсақтаудың 1 сатысы) ірілігіне дейін жартылай өздігінен ұсақтау -0,75+0 мм (40-45% сыныбы -0,071+0 мм);
- жартылай өздігінен ұсақтау циклінің өнімінде көміртегі флотациясы (көміртегі өнімі үйінді болып табылады және қалдық қоймасының оқшауланған бөлімінде сақталады);
- көміртегі флотациясының қалдықтарындағы цикларалық сульфидті флотация;
- шар диірменінде ұнтақтаудың екінші кезеңі-75-80% -0,071 + 0мм;
- ұнтақтаудың екінші сатысындағы цикл өнімінде негізгі сульфидті флотация (ағызу);
- негізгі флотация концентратын тазартудың үш кезеңі, содан кейін екі бөлікке бөлінеді (массасы бойынша≈ 30 және 70 %);
- бірінші тазалау флотация ұштықтарының дофлотациясы;
- үшінші тазарту концентратын гидроциклондау (массасы бойынша 70 %);
- негізгі сульфидті флотация қалдықтарының бақылау флотациясы;
- негізгі сульфидті флотация қалдықтарын құю типті қалдық қоймасына қоймалау;
- жоғары көміртекті және төмен көміртекті концентраттарды ала отырып, біріктірілген концентратты (цикларалық және үшінші тазарту концентратын (массасы бойынша 30%) гравитациялық бөлу (селекция);
- жоғары көміртекті сульфидті концентратты қоюлату, сүзу және кептіру;
- төмен көміртекті сульфидті концентратты сүзу және кептіру.

1.2.11 Зертханалық практикум [3]

1.Қорғасын концентратындағы Темірдің құрамын есептеңіз, егер оның құрамында 18% пирит (FeS_2), 13% пирротин (Fe_7S_8) және 5% халькопирит ($CuFeS_2$) болса.

Шешім:

Fes_2 молекулалық массасы: 55,8+64,2=120 г.

18% - 120 г пирит;
X % - 55,8 г;
X = 55,8*18/120=8,37%.

Fe_7S_8 молекулалық массасы: 55,8*7+32,1*8=390,6+256,8=647,4 г.

13% - 647,4 г пирротин;
X % - 390,6 г;
X = 390,6*13/647,4=7,84%.

Молекулалық массасы $CuFeS_2$: 63,5+55,8+32,1*2=183,5 г.

5% - 183,5 г халькопирит;
X% – 55,8 г күкірт;
X= 55,8*5/183,5= 1,52%.

Темірдің жалпы саны: 1,52+7,84+8,37= 17,73%.

2.Құрамында мыс рудасының ұтымды құрамын есептеңіз:

Химиялық құрамы: минералогиялық құрамы:
Мыс-1,8% Халькопирит $CuFeS_2$
Күкірт-47,6% Пирротин Fe_7S_8
Темір-41% SiO_2 Кварц
Кварц-5,2% Алюминий Al_2O_3
Саз топырақ-2% Әктас $Caco_3$
Кальций оксиді-0,5% Сфалерит ZnS
Мырыш – 1,4%
Басқалары – 0,5%
Халькопириттің массасын анықтаңыз.

1,8 x x2
$CuFeS_2$
63,5 55,8 64

X=1,8·55,8/63,5=1,58 кг;
X_2=1,8·64/63, 5=1,81 кг;
M=1,8+1,58+1,81=5,19 кг.
2 сфалерит массасын анықтаңыз.

1,4 x
ZnS
65,4 32

X=1,4·32/65, 4=0,69 кг;
M=1,4 + 0,69=2,09 кг.
3 пирротиннің массасын анықтаңыз.
Пирротиндегі Темірдің массасын анықтау үшін темірдің мөлшерін анықтау керек Fe_{ost}=41 – 1,58=39,42 кг.

39,42 x
Fe_7S_8
390,6 256

X=39,42*256/390, 6=25,84 кг;
M=39,42+25,84=65,26 кг;

Күкірт бойынша тексеру S=47,6–1,81–0,69=19,26 кг, яғни күкірт артық және ол басқалармен байланысты:
4 $CaCO_3$ әктасының массасын анықтаңыз.

56(CaO) – 44(CO_2);
0,5-x;
X=0,5·44/56=0,39 кг.

M=0,39+0,5=0,89.
Өзгелерді нақтылайық:0,5–0,39+19,26=19,37 кг.

10-кесте - Мыс кенінің ұтымды құрамы

Компоненттер	Cu	Zn	Fe	S	SiO_2	Al_2O_3	CaO	CO_2	Өзгелері	Жиыны
$CuFeS_2$	1,8		1,58	1,81						5,19
ZnS		1,4		0,69						2,09
Fe_7S_8			39,42	25,84						65,26
$CaCO_3$							0,5	0,39		0,89
SiO_2					5,2					5,2
Al_2O_3						2				2
өзгелері									19,37	19,37
Жиыны	1,8	1,4	41	28,34	5,2	2	0,5	0,39	19,37	100

3. Қорғасын концентратында 45,2% Pb галенит түрінде (PbS). Концентраттағы галениттің құрамын анықтаңыз.

Шешімі. Галениттің молекулалық салмағы 207,2+32,1 = 239,3 г, галениттің бұл мөлшерінде қорғасын 207,2 г құрайды.

Біз 100 г концентрат үшін есептейміз.
100 г концентрат шарты бойынша-45,2 г Pb. Біз пропорцияны құрамыз және оны шешеміз:

207,2 г Pb-239,3 г PbS;
45,2 г Pb-x г PbS;
2010 ж.

Қорғасын концентратында 52,2% галенит бар.

4.Күкірт мөлшерін анықтаңыз, %: сфалерит (ZnS); халькозин (Cu_2S); пентландит ($NiFeS_2$); пирит (FeS_2).

Шешімі: ZnS молекулалық массасы: 65,4+32,1=97,5 г, сфалериттің осы мөлшерінде күкірт – 32,1 г.

Демек,

2010 ж.
2010 ж.
X=32,1·100/97,5= 32,9% күкірт.

Cu_2S молекулалық массасы: 63,5·2+32,1 = 159,1 г, халькозиннің осы мөлшерінде күкірт-32,1 г.

2010 ж.

2010 ж.

X=100·32,1/159,1= 20,2%.

$Nifes_2$ молекулалық массасы: 58,7+55,8+64,2=178,7 г, пентландиттің осы мөлшерінде күкірт – 64,2 г.

2010 ж.

64,2 г-X %;

X=100·64,2/178,7=35,9%.

Fes_2 молекулалық массасы: 55,8+64,2=120 г, пириттің осы мөлшерінде күкірт – 64,2 г.

2010 ж.

2010 ж.

X= 64,2·100/120=53,5%.

Жауап: 32,9%; 20,2%; 35,9%; 53,5%.

5. Мыс минералдарының пайыздық мөлшерін анықтаңыз: CuS, CuO, $CuO \cdot SiO_2$, $CuCO_3$.

96 100

CuS-x= 64·100/96=66.6%

64 x

80 100

CuO-x= 64·100/80=80%

64 x

140 100

$CuO * SiO_2$-x= 64·100/140=46%

64 x

124 100

$CuCO_3$-x= 64·100/124=51.6%

64 x

6. Мыс концентраты құрамында 20% мыс бар. Мыс концентратта 3:1 қатынасында халькопирит ($CuFeS_2$) және халькозин (Cu_2S) түрінде болады. Концентраттағы халькопирит пен халькозиннің құрамын есептеңіз.

Шешім: әр минералдың мыс пайызын х:

3X + X=20

4X=20

X=20/4

X=5

3 * 5=халькопириттегі Мыстың 15% мөлшері.

Халькозиндегі Мыстың 5% мөлшері.

$$\overset{15\ x\ x}{CuFeS_2}$$
$$64\ 56\ 2\cdot32$$

Осыдан, Fe= 15·56/64=13.13%;
S_2= 13,13·64/56=15%.
$CuFeS_2$=15+15+13,13=43,13%

$$\overset{5\ x}{Cu_2S}$$
$$128\ 32$$

X=5·32/128=1,25%;
Cu_2S=5+1,25=6,25%.

7. 50 тонна кеннен 20 тонна металл алынады, оның құрамында 12% қоспалар бар. Кенде қоспалардың қанша пайызы бар?

Шешім:

20 тонна металл-100%;
X т қоспалар-12%;
X = 20·0,12=2,4 т.

50 т-100%;
2,4 т-X %;
X= 2,4·100/50= 4,8%.

Жауап: 4,8%.

8.Халькопириттің пайыздық құрамын есептеу.

Шешімі. Халькопириттің химиялық формуласы-$CuFeS_2$.
Халькопириттің молекулалық массасы 63,6+55,8+2·32,1=183,6 г және 100% құрайды. Халькопириттегі мыс, темір және күкірттің пайыздық мөлшерін пропорциялар бойынша табамыз:

183,6 г $CuFeS_2$-100 %;
63,6 г Си-х %;
х = 34,6 %.

183,6 г $CuFeS_2$-100 %;
55,8 г Fe-х %,
х = 30,4 %.

183,6 г $CuFeS_2$-100 %;
2 * 32,1 г S-X %;
х = 35,0 %.

Жауап: Халькопирит құрамында,%: 34,6 Си; 30,4 Fe; 35,0 S.

9. Сульфидті мырыш концентратында ZnS сфалерит түріндегі 42,5% мырыш бар. Концентраттағы сфалерит құрамын анықтаңыз.

Сфалериттің молекулалық массасы 65,4+32,1=97,5 г, сфалериттің бұл мөлшерінде мырыш 65,4 г құрайды. Біз 100 г концентрат үшін есептейміз. Біз пропорцияны құрамыз және оны шешеміз:

65,4 г Zn-97,5 г ZnS;
42,5 г Zn-x Г ZnS;
X = 63,36%.

Жауап: мырыш концентратында 63,36% сфалерит бар.

10. 100 кг мырыш сульфидін (ZnS сфалерит) тотығу үшін ауаның қанша қажет екенін есептеңіз.

Сульфид мырыш өзара іс-қимыл жасайды оттегімен теңдеуі бойынша: $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$. Өзара әрекеттесетін заттардың атомдық және молекулалық салмақтарының шамаларын қолдана отырып, біз 100 кг мырыш сульфидін тотықтыру үшін қажет оттегінің мөлшерін, кг табамыз. Есептеулер үшін пропорцияларды жасауға және шешуге ыңғайлы келесі түрдегі жазбаны ұсынамыз:

100 кг-х кг;

$$\underset{2\cdot97,5}{2ZnS} + \underset{3\cdot32}{3O_2} = 2ZnO + 2SO_2;$$

$$x = 100\cdot3\cdot32 / (2\cdot97,5) = 49,2 \text{ кг } O_2.$$

Ауада оттегінің 23 % (массасы бойынша) болғандықтан, тотығу үшін ауа қажет болады:

23% - 49,2 кг O_2;
100% - кг ауада;
$y = 49,2\cdot100/23 = 213,9$ кг ауа.

1 $м^3$ ауа мөлшерін анықтау үшін біз Авогадро заңын қолданамыз, оған сәйкес қалыпты жағдайда кез – келген газдың 1 г/моль (Р = 0,1 МПа және Т = 298 К) 22,4 л ($дм^3$) немесе 1 кг/моль-22,4 $м^3$ құрайды. Содан кейін ауа көлемін пропорция бойынша табамыз (ауаның молекулалық массасы 29 бірлікке тең):

29 кг ауа-22,4 $м^3$;
213,9 кг ауа-z $м^3$;
$z = 213,9\cdot22,4 / 29 = 165,2$ $м^3$.

Жауаптар 100 кг сфалеритті тотығу үшін 165,2 $м^3$ ауа қажет.

Өздігінен шешуге арналған міндеттер

1. Мырыш минералдарындағы пайызды анықтаңыз: ZnS, ZnO,$ZnO \cdot SiO_2$, $ZnCO_3$.

2. Егер si=36 кг болса, әр элементтің массасын анықтаңыз. Cu_2S, $CuFeS_2$, CuS.

3. Әр минералдағы күкірт мөлшерін анықтаңыз. Мыс массасы (Cu) 28 кг. Cu_2S, $CuFeS_2$, CuS.

4.Қорғасын концентратындағы Темірдің құрамын есептеңіз, егер оның құрамында 25% пирит (FeS_2), 13% пирротин (Fe_7S_8) және 5% халькопирит ($CuFeS_2$) болса.

5.Қорғасын концентратындағы Темірдің құрамын есептеңіз, егер оның құрамында 15% пирит (FeS_2), 13% пирротин (Fe_7S_8) және 9% халькопирит ($CuFeS_2$) болса.

6.Қорғасын концентратындағы темірдің құрамын есептеңіз, егер оның құрамында 20% пирит (FeS_2), 15% пирротин (Fe_7S_8) және 8% халькопирит ($CuFeS_2$) болса.

7.Қорғасын концентратындағы Темірдің құрамын есептеңіз, егер оның құрамында 16% пирит (FeS_2), 14% пирротин (Fe_7S_8) және 3% халькопирит ($CuFeS_2$) болса.

8. Мыс концентраты құрамында 25% мыс бар. Мыс концентратта 4:1 қатынасында халькопирит ($CuFeS_2$) және ковеллин (CuS) түрінде болады. Концентраттағы халькопирит пен халькозиннің құрамын есептеңіз.

9. 170 кг мырыш сульфидін (ZnS сфалерит) тотығу үшін ауаның қанша қажет екенін есептеңіз.

10. Сульфидті мырыш концентратында ZnS сфалерит түріндегі 52,5% мырыш бар. Концентраттағы сфалерит құрамын анықтаңыз.

11. Пентлантидтің пайыздық мөлшерін есептеңіз.

12. Малахиттің пайыздық мөлшерін есептеңіз.

13. Церруситтің пайыздық мөлшерін есептеңіз.

14. Нефелиннің пайыздық құрамын есептеңіз.

15. 70 тонна кеннен 30 тонна металл алынады, оның құрамында 11% қоспалар бар. Кенде қоспалардың қанша пайызы бар?

16. 50 тонна рудадан 13 тонна металл алынады, оның құрамында 16% қоспалар бар. Кенде қоспалардың қанша пайызы бар?

17. Қорғасын концентратындағы күкірт мөлшерін есептеңіз, егер оның құрамында 16% пирит (FeS_2), 11% пирротин (Fe_7S_8) және 7% халькопирит ($CuFeS_2$) болса.

18. Қорғасын минералдарының пайыздық мөлшерін анықтаңыз: PbS ,$PbCO_3$ PbO, $PbO \cdot Fe_2O_3$.

19. Қорғасын концентратында 38,6% Pb галенит түрінде (PbS). Концентраттағы галениттің құрамын анықтаңыз.

20. Қорғасын концентратында $PbCO_3$ түрінде 42,5% Pb бар. Концентраттағы церруситтің құрамын анықтаңыз.

Бақылау сұрақтары

1.Түсті металл кендеріне жататын кендер қандай?

2. "Күрделі шикізат" термині нені білдіреді?

3. Кен сапасы технологиялық бағалаудың кешенді принципі қандай?

4. Мыс кендерінің ең маңызды өнеркәсіптік түрлерін тізімдеңіз.

5. Қорғасын мен мырыш кендерін олардың негізгі және ілеспе құнды компоненттерінің құрамына байланысты жіктеңіз.

6. Рудаларды тотығу дәрежесі бойынша қалай ажыратуға болады?

7. Кен сипаты мен ірілігі бойынша қалай жіктеледі?

8. Кендер қаттылығы бойынша қалай бөлінеді?

9. Кенді бай, кедей және баланстан тыс кендерге бөлу шекарасын не анықтайды?

10. Кен шикізатының сапасына қандай факторлар әсер етеді?

11.Мыс кенінің негізгі минералдары қандай?

12. Мыс концентраттарына қандай техникалық талаптар қойылады?

13.Мыс және мыс-пирит кендерін флотациялау схемаларын анықтаңыз.

14. Сіз қандай мырыш минералдарын білесіз?

15.Мырыш кендерінің флотациялық қасиеттерін анықтаңыз.

16. Қорғасын кендерінің флотациялық қасиеттерін анықтаңыз.

17. Түсті металдардың тотыққан кендері дегеніміз не.

18. Түсті металдардың сульфидті кендері дегеніміз не.

19. Түсті металл кендерін өңдеудің құрғату әдісін сипаттаңыз.

20. Амальгамация дегеніміз не?

Тест тапсырмалары

1.Байыту технологияларының технологиялық операциялары жүргізілетін орта:

A) су

B) құрғақ

C) газды

D) әуе

E) майлы

2. Қатты материалдардың сұйықтықпен механикалық қоспасы

A) қойыртпақ

B) шихта

C) қож

D) концентрат

E) штейн

3.Шығарылатын металдың көп мөлшері бар өнім

A) қойыртпақ

B) шихта

C) қож

D) концентрат

E) штейн

4. Кешенді қайта өңдеу және байыту процесінің қалдықтары

A) қойыртпақ

B) шихта

C) үйінді ұштықтар

D) концентрат

E) өнеркәсіптік өнім

5. Өнім массасының бастапқы кен массасына қатынасы деп аталады:

A) қысқару дәрежесі

B) компоненттің мазмұны

C) алу дәрежесі

D) байыту дәрежесі

E) шығатын өнімнің

6. Сусымалы материалдарды бір немесе бірнеше елек арқылы бөлу процесі:

A) скрининг

B) араластыру

C) ұсақтау

D) ыдырау

E) ұнтақтау

7. Өнімнің шығуына кері мән

A) қысқарту дәрежесі

B) компоненттің мазмұны

C) алу дәрежесі

D) байыту дәрежесі

E) өнім шығару

8.Концентраттағы пайдалы компонент құрамының оның бастапқы шикізаттағы құрамына қатынасы

A) қысқарту дәрежесі

B) компоненттің мазмұны

C) алу дәрежесі

D) байыту дәрежесі

E) өнім шығару

9. Кенді ірілік сыныптарына бөлу:

A) жіктеуіш

B) диірмендер

C) ұсатқыштар

D) сүзгі

E) дауыл

10. Минералды дәндерді сұйықтыққа бөлу процесі әр түрлі жауын-шашын жылдамдығына негізделген:

A) сүзу

B) булау

C) жіктеу

D) домалату

E) агломерация

11. Қатты заттарды механикалық ұнтақтау процестері:

A) ұнтақтау және брикеттеу

B) түйіршіктеу және ұнтақтау

C) брикеттеу және түйіршіктеу

D) ұсақтау және ұнтақтау

E) елеу және түйіршіктеу

12.Өнімдегі компонент массасының бастапқы шикізаттағы сол компоненттің массасына қатынасы

A) қысқарту дәрежесі

B) компоненттің мазмұны

C) алу дәрежесі

D) байыту дәрежесі

E) өнім шығару

13. Гидравликалық жіктеуіштерде фракцияларға бөліну ортасы:

A) су

B) газ

C) май

D) ауа

E) көбік

14. Түсті және сирек кездесетін металл кендеріндегі минералдарды ең алдымен бөлуге болады:

A) оксидті және күрделі

B) күрделі және қарапайым

C) сульфидті және табиғи

D) күрделі және табиғи

E) сульфидті және сульфидті емес

15. Сульфидті минералдарға металдар мен бейметалдардың табиғи қосылыстары болып табылатын минералдар жатады:

A) кварцпен

B) сутегімен

C) күкіртпен

D) оттегімен

E) сумен

16. Көмір қышқылы тұздарының кең таралған минералдар тобы (80-нен астам минералдар) :

A) карбонаттар

B) гидраттар

C) сульфаттар

D) сульфидтер

E) гидраттар

17.Минерал церрусит формуламен белгіленеді:

A) $ZnCO_3$

B) $FeCO_3$

C) $PbCO_3$

D) $CaCO_3$

E) SiO_2

18. Құрамында негізгі металл бар минералдардың минералды құрамы бойынша кендер мыналарға бөлінеді:

A) қайталама, аралас және тотыққан

B) сульфидті, аралас және тотыққан

C) аралас, гидратты және тотыққан

D) аралас, фосфатты және тотыққан

E) аралас, қоңыр және тотыққан

19. Физикалық және химиялық ауа-райының әсерінен бастапқы байырғы кендердің бұзылуы нәтижесінде пайда болған қайталама кен орындары:

A) шашырау

B) шоғырлар

C) каверналар

D) квершлагтар

E) құм

20. Мыс-порфир кендерінде, әдетте, молибден бар, оны өнеркәсіптік масштабта алуға мүмкіндік береді. Кеннің бұл түріне кендер жатады:

A) Қалқаман кен орны

B) Майқайың кен орны

C) Бықыршық кен орны

D) Екібастұз кен орны

E) Қоңырат кен орны

21. Скарндық типтегі кен орындарының көпшілігі:

A) кешенді

B) сульфидті

C) тотықты

D) гидраттық

E) табиғи

22.Молибденнің бір бөлігі кристалды торда орналасқан:

A) сфалерит

B) галенит

C) Карбонат

D) сульфит

E) шеелит

23.Сынап сульфиді:

A) кинабар

B) малахит

C) рубин

D) сфалерит

E) бурсит

24. Алюминий өндіруге арналған кен:

A) боксит

B) малахит

C) галенит

D) сфалерит
E) бурсит
25. Рутил қос тотығы:
A) мыс
B) титан
C) мырыш
D) алюминий
E) қорғасын
26. Ильменит-метатитанат:
A) мыс
B) титан
C) мырыш
D) темір
E) қорғасын
27. Тантал және ниобий кен орындары әдетте байланысты:
A) пегматитті жыныстармен
B) ильменит тұқымдарымен
C) сфалерит жыныстарымен
D) борниттік жыныстармен
E) гематитті жыныстармен
28. Пириттің бетінде тотығу кезінде гидрооксид қабықшасы пайда болады:
A) марганец
B) алюминий
C) мыс
D) сынап
E) темір
29. Мырыш алдамыш-
A) Малахит
B) Боксит
C) Борнит
D) Гематит
E) Сфалерит
30. Теміртас кендері мыс және мырыш сульфидтерінің жұқа өзара қиылысуымен ерекшеленеді
A) пирит
B) боксит
C) борнит
D) гематит
E) сфалерит
31. Галенит -
A) $PbCO_3$
B) $PbMoO_4$
C) $PbSO_4$
D) PbS

E) PbO

32. Порфирлі мыс-молибден кен орындарында молибден халькопиритпен және ... ассоциацияланады

A) пирит

B) халькопиритпен

C) ковелинмен

D) глетом

E) бурсит

33. Мыс-қорғасын концентратын галенитті бихроматпен басқаннан кейін мыс және қорғасын концентраттарына бөледі:

A) калий

B) магний

C) кальций

D) литий

E) мырыш

34. Мыс пен никельдің қатынасы екіден аз болса, ұжымдық концентрат балқытылады:

A) брикеттер

B) агломерат

C) штейн

D) қож

E) файнштейн

35. Атауы $_2co_3(OH)_2$:

A) азурит

B) малахит

C) куприт

D) тенорит

E) хризоколл

36. $Pbco_3$ Атауы:

A) Пироморфит

B) Вульфенит

C) Англезит

D) Церуссит

E) Плумбоярозит

37. Сапалы алтын бағаланады:

A) тесіп өту

B) маркамен

C) талдау

D) қышқылмен

E) сілтімен

38. Алтынды байыту үшін тек:

A) диафрагмалық тұндыру машиналары

B) айналмалы сепараторлар

C) үздіксіз жұмыс істейтін тұндырғыштар

D) мерзімді әрекет ететін флотомашиналар

E) үздіксіз карусельді сүзгілер

39. Алтыннан басқа, драгалардағы шашыранды кендерді байыту нәтижесінде алынған гравитациялық концентраттардың құрамында белгілі бір мөлшер бар:

A) концентрат

B) бос тұқым

C) өнеркәсіп өнімдері

D) кектер мен пектер

E) шламдар мен құмдар

40. Табысты амальгамация үшін таза бет қажет:

A) алтын

B) құм

C) шламдар

D) қара өрік

E) сынап

41. $FeTiO_3$ –

A) ильменит

B) рутил

C) циркон

D) дистен

E) хромит

42. TiO_2

A) ильменит

B) рутил

C) циркон

D) дистен

E) хромит

43. Литий мен бериллий металдар тобына жатады:

A) өкпе

B) ауыр

C) шашыраңқы

D) сирек

E) радиоактивті

44. Минералдардың тығыздығы, мөлшері мен формасындағы айырмашылықты қолдануға негізделген әдіс:

A) гравитациялық

B) флотациялық

C) магниттік

D) қолмен

E) электромагниттік

45. Өндіруге болады суда, ауада және ауыр ортада бөлу минералдар бойынша:

A) тығыздық

B) ірілігі

C) дисперсиялық

D) өлшемдері

E) құрылымы

46. Тік су ағынында бөлшектердің құлау жылдамдығындағы айырмашылыққа негізделген, 25-5 мм ірі қиылысқан кендер үшін қолданылады:

A) тұндыру

B) жуу

C) деканттау

D) жуу

E) бітеу

47. Қалыптасу шарттары бойынша кеннің өнеркәсіптік түрлері мыналарға жіктеледі:

A) байырғы және күрделі

B) байырғы және шашылған

C) қарапайым және шашыранды

D) байырғы және күрделі

E) күрделі және қарапайым

48. Физикалық және химиялық ауа-райының әсерінен бастапқы байырғы кендердің бұзылуы нәтижесінде пайда болған қайталама кен орындары:

A) шашырау

B) нугеттер

C) линзалар

D) соташықтар

E) каверналар

49.Кен орнында суда еритін мыс минералдары болған кезде табиғи активация жүреді:

A) мырыш

B) мыс

C) қорғасын

D) фтор

E) хлор

50. Концентрат сфалеритті мыс сульфатымен белсендіргеннен кейін мыс флотациясының қалдықтарынан алынады:

A) мырыш

B) мыс

C) қорғасын

D) никель

E) алюминий

1.3 Түсті металдарды алу тәсілдері

Металлургиялық өндірістің негізгі міндеті-қайта өңделетін шикізаттан металдарды бос металл күйінде немесе химиялық қосылыс түрінде алу. Іс жүзінде бұл міндет бос жыныстың компоненттерін шикізаттың құнды

компоненттерінен бөлуді қамтамасыз ететін арнайы технологиялық операциялар мен әдістердің көмегімен шешіледі. Бұл операциялар мен әдістер металлургиялық процестер деп аталады.

Қолданылатын металлургиялық процестердің, дайындық және қосалқы операциялардың бүкіл кешені учаскенің, бөлімнің, цехтың немесе тұтастай кәсіпорынның технологиялық схемасында қалыптасады. Түсті металлургияның барлық кәсіпорындары көп сатылы технологиялық схемалармен сипатталады.

Металлургиялық өндіріс практикасында фазалардың жиі кездесетін комбинациясы: г + ж; т + ж; ж + ж; ж+т; г+ж+ж; г+ж+т, мұнда «г», «ж» және «т» әріптері сәйкесінше газ, сұйық және қатты фазаларды білдіреді.

Г+ж және г+т фазаларын бөлу олардың тығыздығының өте үлкен айырмашылығына байланысты қарапайым тұндыру арқылы оңай жүзеге асырылады. Газдағы қатты фазалардың жұқа дисперсиясы жағдайында, тұндыру өте баяу болған кезде, олар бөлудің арнайы әдістеріне – шаңды ұстауға жүгінеді. Ж+ж жүйесінің фазаларын тұндыру немесе центрифугалау арқылы бөлуге болады. Ж + т жүйелері үшін мүмкін болатын әдістер салыстырмалы түрде төмен температурада тұндыру, Центрифугалау немесе сүзу және тек жоғары температурада тұндыру болып табылады. Г+г типті екі фазалы жүйелер химиялық технологияның құзыретіне жатады, ал т+т жүйелері байыту әдістерімен бөлінеді [1].

1.3.1 Мыс металлургиясы

Қазақстанның расталған мыс қорлары 37 млн.т (немесе әлемдік қорлардың 5,5%) бағаланады. Бұл көрсеткіш бойынша республика әлемде Чили, Индонезия және АҚШ-тан кейін 4-ші орында.

Қазақстан Республикасының аумағында 90-нан астам мыс кен орындары барланған. Ең ірілерінің қатарына Жезқазған мыс құмтас кен орны, Ақтоғай және Айдарлы мыс-порфир типіндегі кен орындары жатады.

Қазақстан Республикасының аумағында мыс құрамды кендерді өндіруді «Қазақмыс» АҚ еншілес компаниялары, «Қазмырыш» АҚ еншілес құрылымдары, Ақтөбе Мыс компаниясы, «Майқайыңалтын» жүзеге асырады. Бұл кәсіпорындардың барлығы мыс концентратында мыс өндіру бойынша қуатқа ие. Сондай-ақ мыс концентратын Клинкерді қайта өңдеуді жүзеге асыратын «Текелі тау-кен өңдеу кешені» ЖШС-нің «Қазмырыш» АҚ-та кіретін өнім шығарады.

Өндірілетін мыс концентратының негізгі мөлшері тазартылған мыс шығару үшін пайдаланылады, республикада шығарылған мыс концентратының бір бөлігі экспортталады. Мыс концентраты экспортының көлемі 100-ден 200 мың тоннаға дейін ауытқиды, соңғы жылдары жеткізу негізінен Қытайға, Ресейге және Өзбекстанға жүзеге асырылуда. Қазақстанда тазартылған мыс өндіру қуаттылығы 4 кәсіпорында бар. Оларға, ең алдымен, «Қазақмыс» компаниясының еншілес бөлімшелері – «Жезқазғантүстімет» ӨБ және «Балқаштүстімет» ӨБ жатады. Тазартылған мыстың аздаған мөлшерін

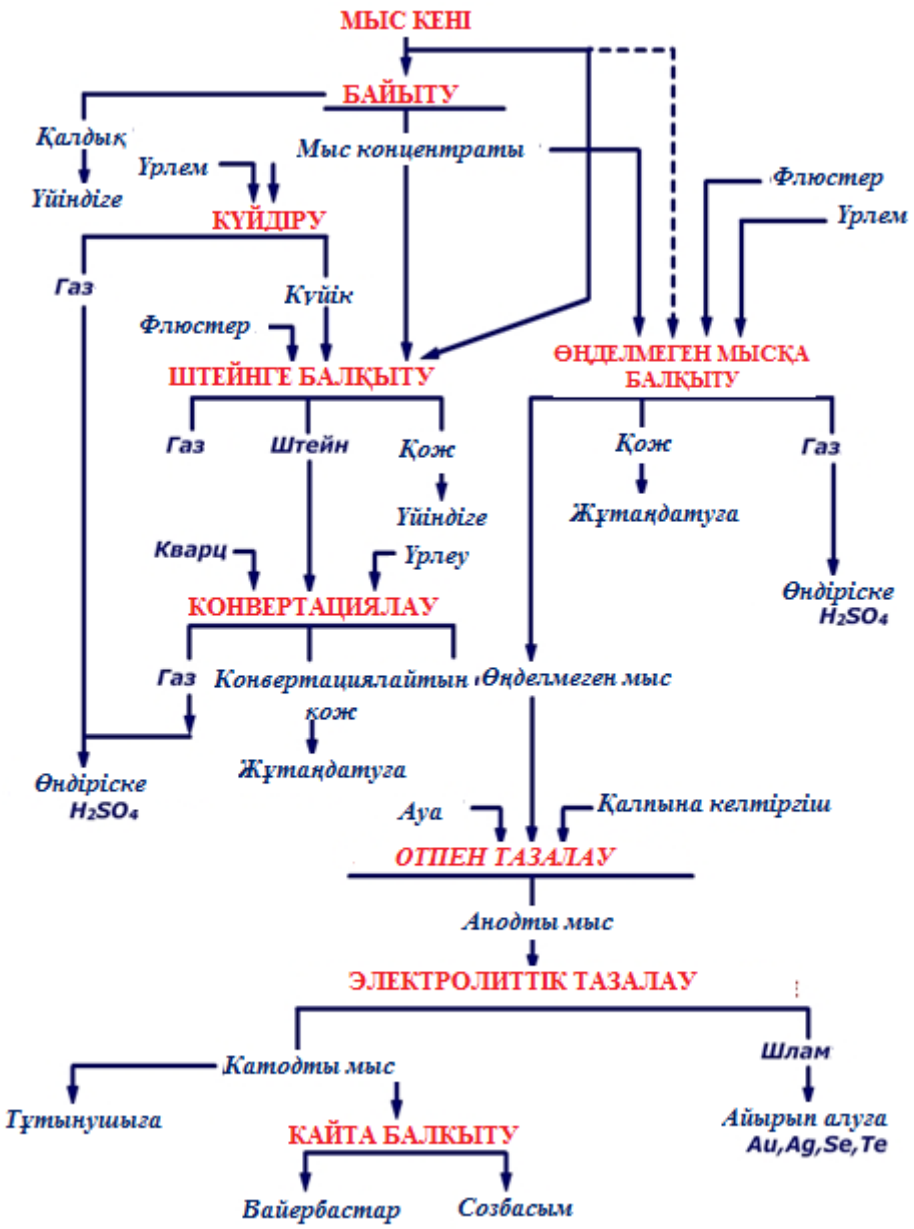
«Қазмырыш» АҚ Өскемен қорғасын – мырыш комбинатының алаңында өндіреді.

Олардың ішіндегі ең бастысы Жезқазған кен орны-мыс құмтас. Негізгі минералдары-халькопирит, борнит, халькозин.

Қазақстандағы мыс кен орындарының екінші маңызды түрі-мыс-порфир кендері болып табылатын Қоңырат кен орны. Негізгі руда минералдары – пирит, халькопирит, халькозин, екінші руда минералдары – борнит, ковеллин.

Шығыс Қазақстанда ірі мыс кен орындары бар, олар кеннің теміртас түрімен ұсынылған. Негізгі минералдары-пирит, халькопирит, екіншілері – пирротин, халькозин, борнит. Мыс кендері мен концентраттарын қайта өңдеу «Қазақмыс» корпорациясына қарасты Жезқазған және Балқаш қалаларындағы зауыттарда жүзеге асырылады. Сульфидті мыс кендерін өңдеудің негізгі технологиялық схемасы 14-суретте көрсетілген. Ол негізгі технологиялық операцияларды қамтиды: мыс кендерін байыту, мыс концентраттарын күйдіру, штейнге балқыту, мыс штейндерін конверсиялау, мысты отпен тазарту және мысты электролиттік тазарту.

Электролиттік тазартылған мыс негізінен электр өнеркәсібі болып табылатын тұтынушыға көп жағдайда жіберіледі. Мыстың бір бөлігі вайербарстарға балқытылады, олар арнайы мыс бұйымдарын жасауға жіберіледі. Штейнге балқытуға тікелей мыс кені (III), мыс концентраты (II) немесе күйдірілген концентрат (I) ұшырауы мүмкін.



14-сурет - Сульфидті мыс кендерін өңдеудің принципті технологиялық схемасы

Кейбір технологиялық процестерде мыс кенінен (V) немесе мыс концентратынан (IV) тікелей мыс алуға болады. Әр түрлі жолмен алынған қара мыс міндетті түрде отқа және электролиттік тазартуға ұшырайды.

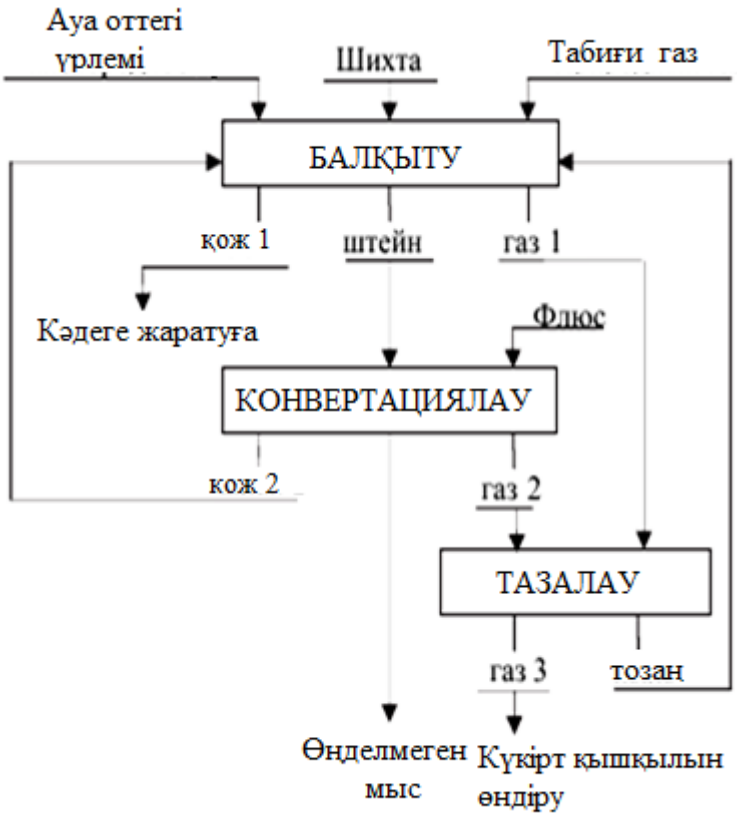
Электролиттік тазарту процесінде пайда болған шламдарда асыл және шашыраңқы металдар бар.

Шихтаны металлургиялық өңдеуге дайындау келесі процестерден тұрады: химиялық және заттық құрамы бойынша орташаландыру; құрамында мыс бар материалдар мен флюстерді гранулометриялық құрамы бойынша дайындау: шахталық пештерде шикізатты өңдеу үшін ұсақ материалдарды тегістеу қолданылады: ал шикізатты жалынды пештерде және балқыту пештерінде тозаң тәрізді күйде өңдеу кезінде - ірі материалдарды ұсақтау және ұсақтау; химиялық, заттық және гранулометриялық құрамы бойынша

біртекті алу мақсатында шихта компоненттерін араластыру: шихтада оның оңтайлы құрамына дейін ылғалды алдын ала].

Штейнді балқыту үшін жергілікті жағдайлар мен шикізаттың құрамына байланысты әртүрлі әдістер, соның ішінде автогендік әдістер қолданылады.

Автогендік процестердің дамуына байланысты оның үлес салмағы төмендегеніне қарамастан, мыс металлургиясында жетекші орынды әлі де шағылыстыру балқымасы алады (15-сурет). Қазіргі уақытта Мыстың 40% - ы оны қолдану арқылы алынады.

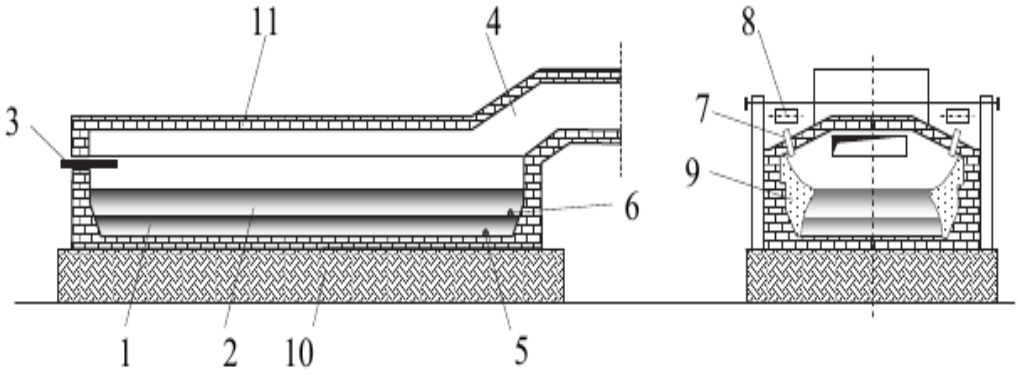


15-сурет - Мыс концентраттарын шағылыстырғыш балқытудың технологиялық схемасы

Құрамында мыс бар шикіқұрамды шағылыстырғыш балқыту. Процестің мәні-зарядты қыздыру және балқыту пештің ыстық қабырғалары мен доғасынан шағылысқан отынды жағудан болатын жылу есебінен жүзеге асырылады. Пеш (16-сурет) көлденең орналасқан жұмыс аймағына ие және түтін газдары балқыманың бетінен еркін өтеді.

Пештің өлшемдері, м: ұзындығы 30-36, ені 8-10, биіктігі 3,3 – 3,8; пештің ауданы 300 м^2 дейін. Шикіқұрам шикі, кептірілген немесе күйдірілген концентратты,флюстерді (кварц, әктас және айналым материалдарын (шаң, Конвертерлік қожды және т.б.) шикіқұрам массасының 25% - на дейін қамтиды.

Зарядтың құрамын таңдау мыс концентрациясы 18-20% болатын штейн алуға байланысты.



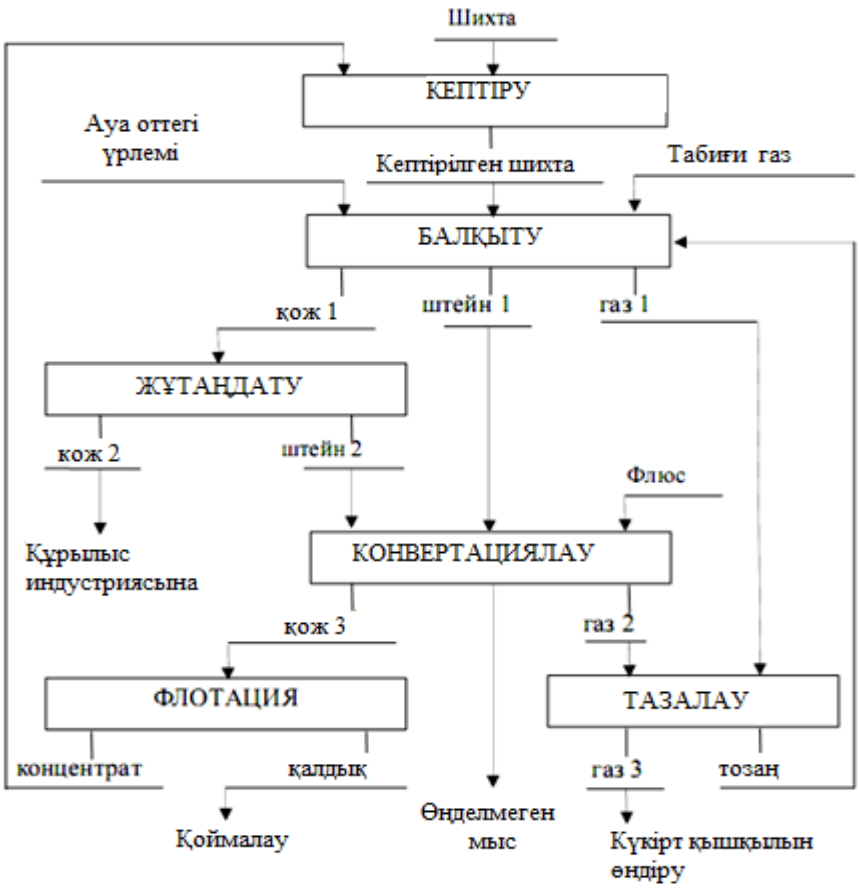
1 – штейн; 2 – қож; 3 – жанарғы; 4 – аптейк; штейнді шығаруға арналған 5-летка;
6-қожды шығаруға арналған тесік; 7-тиеу орны; 8-қырғыш транспортер; 9-шихталық еңіс; 10-іргетас; 11-аспалы жинақ

Сурет 16 - Шағылыстырғыш пеш

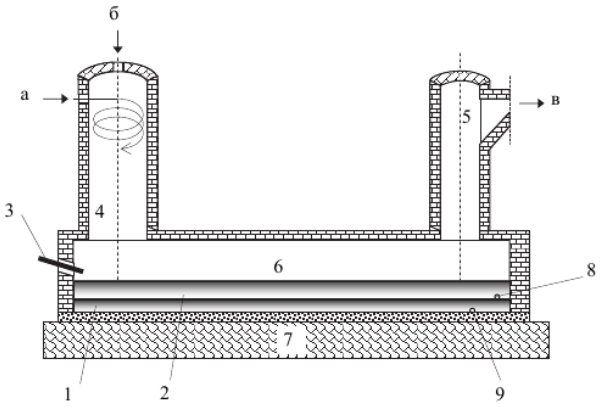
Рефлекторлық балқыту конструкциясы мен техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығымен, сондай-ақ композициялардың кең диапазонындағы шикізатты өңдеу мүмкіндігімен ерекшеленеді. Шағылыстырғыш балқытудың елеулі кемшіліктері төмен үлестік өнімділік, күкірт диоксидінің (2,5-3,0 %) шамалы концентрациясымен ерекшеленетін газдардан күкіртті кәдеге жаратудың күрделілігі және отынның үлкен шығыны болып табылады.

Осыған байланысты "фин балқуы"деп аталатын мыс концентраттарын тоқтатылған күйде автогендік (яғни, зарядтың тотығуының экзотермиялық әсерінен жүзеге асырылатын) балқыту анағұрлым жетілдірілген нұсқа болды.

Өлшенген күйде балқыту. Қазіргі уақытта "Оутокумпу" фирмасының процесі әлемдік практикада барынша кең тараған мыс сульфидті концентраттарын өңдеудің автогенді тәсілдерінің неғұрлым игерілген технологиясы болып табылады (17-сурет). Тоқтатылған күйде балқыту-бұл күйдірумен біріктірілген балқыту, онда заряд пешке қыздырылған ауамен немесе оттегімен үрленеді. Бұл жағдайда сульфидтерді күйдіру бөлшектердің ұшуы кезінде жүреді-тоқтатылған күйде, сондықтан ол 75% жететін жоғары күкіртсізденумен бірге жүреді.Әртүрлі концентраттар (мыс концентрациясы 24-30 %) мен флюс(кварц құмы) қоспасы бункерлерде сақталады және одан әрі барабанды пештерде соңғы ылғалдылығы 1% - дан аспайтын кептіруге беріледі. Кептіру бөлімшесінен шихтаны пневмокөлікпен бункерге жібереді, одан оны пешке береді (сурет. 18).



17-сурет - Мыс концентраттарын өлшенген күйде балқытудың технологиялық схемасы



1-штейн; 2-қож; 3-жанарғы; 4 – реакциялық шахта; 5-аптейк; 6-тұндырғыш; 7-іргетас, 8-футеровка; 9-пеш табаны
а-ұсақталған концентратты беру; б – үрлеуді енгізу; В-газдардың шығуы

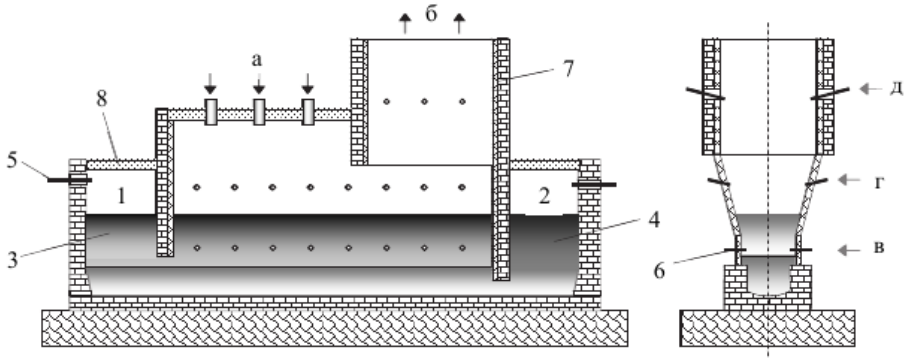
18-сурет - Өлшенген балқыту пеші

Концентраттың орташа ірілігі 0,07 ММ. Ағындар 4-6 мм-ге дейін ұсақталады.

Құрамында алтын бар ағындарды қолданған жөн, олардан асыл металдарды өздігінен алу тиімсіз; балқыту кезінде алтын мен күміс штейнге өтеді. Шихта арнайы оттықтың көмегімен оттегі-ауа қоспасымен үрленеді

(үрлеудегі оттегінің концентрациясы 35-80 об. %) тотықтырғыш ағынында сульфидті бөлшектер тұтанатын және жанатын пештің балқыту шахтасына. Заряд компоненттерінің үрленетін оттегімен әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын жылу мөлшері бөлшектерді балқыту үшін жеткілікті, ал бастапқы балқыманың тамшылары реакциялық шахтаның төменгі бөлігіне түседі. Балқыған шихта бөлшектері пеш тұндырғышында жиналады, онда сульфидтер мен оксидтер арасында өзара әрекеттесу жүреді. Ұшудағы концентрат бөлшектерінің жолы ұзартылып, пештің алдыңғы бөлігінің үстінде цилиндрлік білік орнатылады, ал ауа шығатын газдардың жылуымен 500 °С дейін алдын ала қыздырылады (18-сурет). Зарядты оттегімен үрлеу кезінде балқымаларды балқыту және қызып кету үшін жылу жеткілікті, қосымша отын қажет емес, сондықтан мұндай балқыту автогендік деп аталады. Сұйық ваннада балқыту. Бұл Қазақстандағы және шетелдегі түсті металлургия кәсіпорындарында қолданылатын сульфидті шикізатты балқытудың Ванюков процесін (ВП) автогендік технологиясын –жоғары тиімді отандық әзірлеу. ПВ кешені Балқаш металлургия комбинатының мыс зауытында пайдалануға берілді.

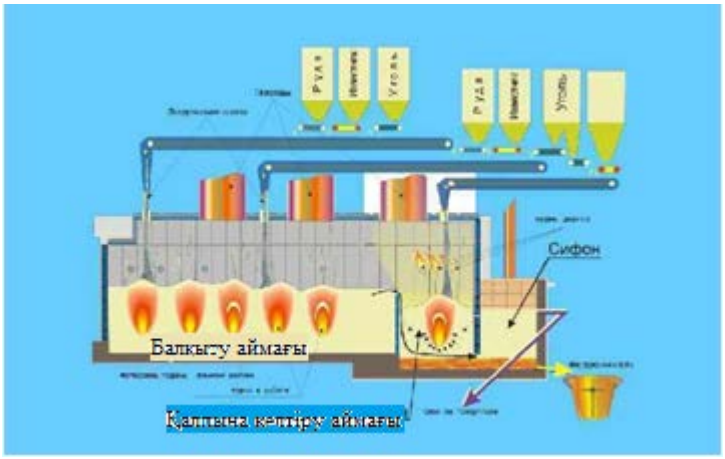
Пешті тиеу жүйесінде (19 – сурет) мыс концентраттарын (70-75% шихта), құрамында алтын бар кварцты кенді және әктасты (20-25 %), айналым материалдарын (клинкер, сынықтар-5% дейін) және басқа компоненттерді жинақтауға арналған бункерлер бар.



1- қож сифоны; 2-штейн сифоны; 3- қож; 4-штейн; 5-жанарғы; 6 – фурма; 7-мыс су салқындататын плита; 8-шойын су салқындататын панель
а-концентрат және флюстер; б-газдар; в, д-оттегі-ауа қоспасы; г-табиғи газ

Сурет 19 - ПВ пеші

Шикіқұрамның химиялық құрамы,%: Cu 10-15; Zn 3,0-4,5; S 25-35; Fe 28-32; SiO_2 13-17. Шихта шығыны 45-85 т/сағ, шихта бойынша өнімділік тәулігіне 1200-2400 т.



20-сурет - Ванюковтың екі аймақтық пешіндегі материалдың қозғалыс сызбасы

Шихта барботацияланатын балқыманың ваннасына 20-суретке сәйкес беріледі, онда балқыту өнімдері – штейн, қож және тозаңданған қалдық газдар түзіле отырып, физикалық-химиялық өзгерістерге ұшырайды. Пеш бүкіл биіктікте кессондалған.

Әр жағынан, кессондардың төменгі қатарында 21 фурма, жоғарғы қатарда – 12 фурма бар. Төменгі қатардағы фурмалар арқылы балқымаға оттегі-ауа қоспасы мен табиғи газ беріледі. Фурмаларды балқымаға батыру тереңдігі 0,3-0,6 м шегінде ұсталады.

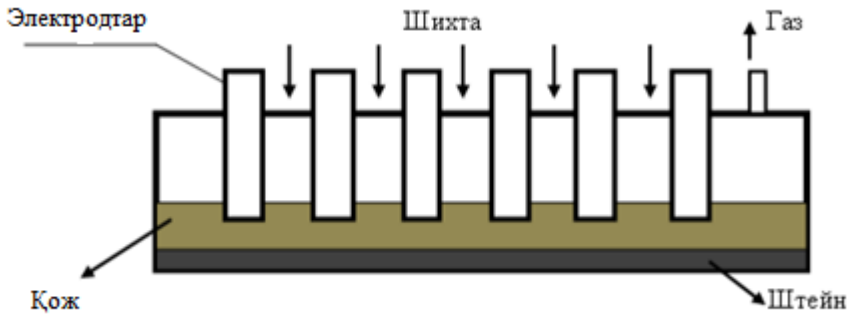
Жоғарғы қатардың фурмалары пешті тоқтату кезеңінде табиғи газбен жылыту үшін, сондай-ақ сульфидті шихтаны балқыту процесінде элементтік күкіртті жағу үшін қолданылады. Пеш үздіксіз жүктеу, балқыту, сұйық балқыту өнімдерін шығару және шығатын газдарды эвакуациялау режимінде жұмыс істейді. Оттегінің тұрақты шығыны кезінде балқыту ваннасының температурасы «оттегі:ауа» қатынасы арқылы реттеледі, ол төменгі қатардағы фурмалар арқылы балқымаға беріледі, «оттегі үрлеу - зарядты жүктеу» қатынасы арқылы реттеледі.

Штейн (40-60% Cu) және қож (0,8-1,0% Cu) миксерлері балқымалардың жинақтауыштары болып табылады және оларды пештен жылытылатын ағын науалары бойынша үздіксіз қабылдауға және шөміштер мен қож таситын ыдыстарға құюға арналған. Ауа үрлеуін байытуға арналған технологиялық оттегі (концентрациясы 95% O_2, қысымы 200 кПа) жиынтық өнімділігі 22 мың $м^3$/сағ екі бөлу блогында өндіріледі. Оттегі-ауа қоспасының шығыны-20 мың $м^3$/сағ дейін, үрлеуді оттегімен байыту-87 айн дейін. % ПВ технологиялық газдары (40 мың $м^3$/сағ дейін, SO_2 концентрациясы 36-42 об. (Бу қысымы 4,5 МПа дейін), қазандыққа кіре берістегі газдардың температурасы-1250 ºС, шығу кезінде – 400 ºС.

Содан кейін газдар электростатикалық шөгінділерде шаңнан тазартылады (тазарту тиімділігі 97,5-98,0%), содан кейін SO_2 концентрациясы 20-25% күкірт қышқылы цехына түседі.

Мыс концентраттарын электрмен балқыту**.** Электр пештерінде кесек және күйдірілмеген шихта қожда қалқып жүреді. Жаңа шихтаны тиеу кезінде

оның едәуір бөлігі балқымаға батырылады, бұл құрамында ылғал бар шихтаны қолдануды толығымен жояды. Суық дымқыл зарядты балқымаға батырған кезде, қождың қыртысы барлық жағынан тез қатады. Зарядтың жабық қуысында қызған сайын су буланып кетеді және оның бу қысымы жарылыс пайда болғанға дейін артады. Мыс шикізатын балқыту үшін алты электродты пештер қолданылады (21-сурет). Диаметрі 1,2 м өздігінен пісетін электродтар. Пештің ішкі ені – 5,5-8,0 м, ұзындығы-20-28 м, биіктігі-4,0-5,5 м. Электр пеш трансформаторының қуаты 32-ден 60 МВт-қа дейін**.** Пештің қуатына байланысты тәулігіне 1 500 т шихтаны ерітуге болады.



21-сурет - Алты электрод кен-жылу пешінің сызбасы

Шикіқұрамды тиеуді пеш күмбезіндегі тесіктер арқылы жүзеге асырады. Стейн пештің қарама-қарсы жағында орналасқан саңылаулар арқылы шығарылады. Қож ваннасының биіктігі 18 м, штейн – 0,6–0,8 м жетеді. Электр пештерінің нақты өнімділігі шағылысатын пештердің өнімділігіне қарағанда жоғары және тәулігіне 13 т/м^2-ге жетеді. Температура: пештің доғасы 550-600 °с, шығатын газдардың көлемі аз. Газдар құрамында 6-8% SO_2 бар және күкірт қышқылы цехында өңдеуге жарамды. Электр пештерінің жылу тиімділігі 70% - дан кем емес; ток жүктемесіне байланысты балқыманың температурасын реттеу оңай, сондықтан минималды ағынды қоспалармен отқа төзімді зарядты өңдеуге болады.

Нәтижесінде, электр плитасы қождың төмен шығымдылығымен және онымен металдардың аз абсолютті жоғалуымен сипатталады. Мыс концентраттарын электрмен балқыту кезінде электр энергиясының шығыны олардың құрамы мен ылғалдылығына байланысты және 380-ден 550 кВт·сағ/т шихтаға дейін ауытқиды. Электр пештерін арзан электр энергиясы бар аудандарда мысқа бай және күкірті нашар баяу балқитын концентраттар үшін қолданған жөн. Мыс өндірісінің жалпы көлеміндегі электр балқымасының үлесі 5% - дан аспайды.

Түсті металлургиядағы шахталық балқыту мыс, никель, қорғасын және т. б. өндірістерде кесу материалдарын (20-100 мм) өңдеу үшін қолданылады.

Пештегі процестің түріне байланысты тотығу, тотықсыздану, тотықсыздану сульфидтері бөлінеді. Балқыту әдісін таңдау шикізат түріне және соңғы өнімдерді өңдеудің кейінгі әдістеріне байланысты.

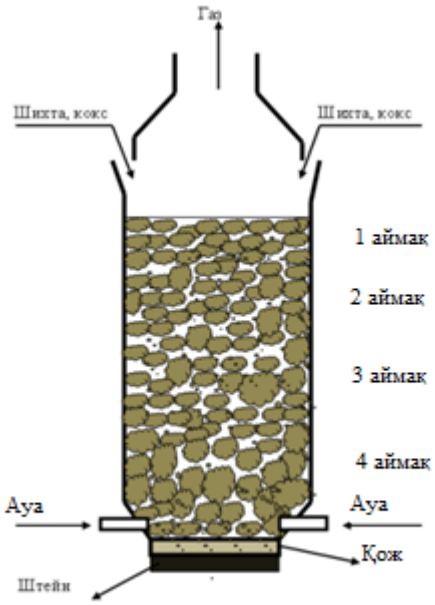
Шахталық балқытудың неғұрлым тән түрлері: мыс металлургиясында – пиритті; жартылай диритті; мыс-күкіртті (жетілдірілген пиритті); никель металлургиясында қалпына келтіретін (тотыққан кендерді, қайталама шикізатты, катодты мысты балқыту үшін) – қалпына келтіретін-сульфидтейтін.

Шахта пештері ағынға қарсы принцип бойынша жұмыс істейді және отын жоғарыдан және төменнен жүктеледі, тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыш ретінде әрекет ететін ыстық газдар зарядты төменнен жоғары қарай өткізеді. Шахта пеші-бұл тік жұмыс кеңістігі бар балқыту қондырғысы (22-сурет). Шихта алатын дайындайды бірі-руда, флюс, айналым және кокс.

Ауа пештің төменгі бөлігіне үрленеді. Жанармай мен сульфидтер фурм аймағында күйіп кетеді және мұнда ең жоғары температура дамиды(1350-1550 °с). Бұл пештің "фокусы".

Пештің "фокусында" бөлінетін жылудың арқасында заряд ериді және балқыту өнімдері – штейн, қож және газдар пайда болады. Штейн мен қож пештің ішкі көрікшесіне, содан кейін тұндыру (бөлу) үшін сыртқы көрікке құйылады. Балқыған сайын зарядтың бағанасы төмендейді, ал оның орнына жаңа бөліктер жүктеледі.

Пештің "фокусында" және одан жоғары пайда болған ыстық газдар зарядтың бағанына еніп, оны жылытады. Газдар мен зарядтар арасындағы жылу алмасу кері ағынмен жүзеге асырылады, бұл жылуды жоғары пайдалануды қамтамасыз етеді (85% дейін).



22-сурет - Шахта пешінің сызбасы

Қазіргі заманғы шахта пеші көлденең қимада тікбұрышты пішінді, ал көлденең қимада – фурм аймағына тарылған. Шахта пешінің ұзындығы кез-келген болуы мүмкін. Мыс балқыту зауыттарының тәжірибесінде ұзындығы

2,5-тен 26,5 м-ге дейін шахталық пештер қолданылды. Көбінесе мыс өнеркәсібінде ұзындығы 4-тен 15 м-ге дейін пештер қолданылады. Шахта пештерінің ұзындығы, фурм аймағындағы қима ауданы, сондай-ақ пештердің саны өндіріс ауқымымен және кәсіпорынның тұрақты жұмысын қамтамасыз ету қажеттілігімен анықталады. Барлық цехты тоқтатпай жөндеуді ұйымдастыру үшін бірнеше пештің болғаны дұрыс. Пештің шамадан тыс ұзындығы пештің ұзындығы бойынша жеке учаскелерде әртүрлі бұзылуларға әкелуі мүмкін. Бұл пештің жұмысын басқаруды едәуір қиындатады және техникалық-экономикалық көрсеткіштерді төмендетеді.

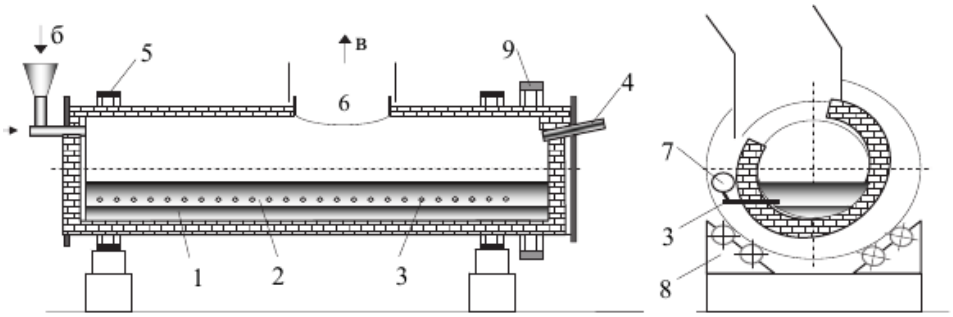
Пештің енін таңдау үрлеу параметрлерімен және шихта материалдарының газ өткізгіштігімен (ірілігімен) анықталады. Әдетте фурм аймағында мыс балқыту пештерінің ені 1,2-1,5 м, ал жүктеме деңгейінде – 1,5-2,0 м құрайды. Өте тар пештерді қолдану (1,0-1,2 м-ден аз) көбінесе зарядтың қатып қалуына және "доғалардың"пайда болуына әкеледі. Кең пештер бүкіл ені бойынша үрленбейді, нәтижесінде пештің ортасында суық ерітілмеген және үрленбейтін зарядтың қабаты бүкіл биіктікте жиналады. Бұл көлем іс жүзінде балқытуға қатыспайды.

Пештер биіктігі нөлден 3-6 м бетон негізіне бекітілген төмен бағандарға (ұяларға) орнатылады. Бұл балқымалардың пештен тұндырғыш көрік арқылы шөміштерде штейн жиналғанға дейін, ал қожды тасымалдау ыдыстарында немесе түйіршіктеуге дейін өздігінен ағып кетуін қамтамасыз етеді. Пештің тірек бағандарына шойын плиталары төселген, онда пештің табаны демалады. Табан мен ішкі көріктің қабырғалары отқа төзімді кірпіштен жасалған. Пештің білігі болттармен байланысқан жеке кессондардан жиналған. Кесікаралық саңылауларды герметизациялау үшін оларға асбест төсемі салынады. Пеш білігінің биіктігі кессондардың биіктігіне сәйкес келеді. Соңғы кессондар тігінен орнатылады, ал бүйірлік кессондар 5-7° с бұрышпен көлбеу орнатылады, сондықтан пештегі пештің ені фурмаға қарағанда 1,2 – 1,3 есе көп болады.

Шахтаны балқыту-қарқынды және салыстырмалы түрде арзан процесс. Пештердің дизайны қарапайым, отқа төзімді шығындар аз, отын шығыны төмен. Шахталық балқытуды қолдану кесекті кен шикізатының болмауымен және оны пайдаланудың кешенділігінің төмен дәрежесімен шектеледі. Мыс штейнін түрлендіру. Штейннің кеннен немесе концентраттан балқыту әдісіне қарамастан, оны одан әрі өңдеу бірдей.

Штейндер құрамы бар,%: 16-25 Cu; 36-49 Fe; 1-2 SiO_2; 0,5-1,0 CaO және негізінен мыс пен темірдің концентрациясымен ерекшеленеді.

Штейндерді қайта өңдеу диаметрі 4 м-ге дейін, ұзындығы 10 м-ге дейін, сыйымдылығы 100 т-ға дейін көлденең үлгідегі конвертерлерде жүзеге асырылады (1 Технологиялық операцияда балқытылады). Конвертер хром-магнезит кірпішімен қапталған. Механикалық беріліс түрлендіргішті екі жаққа да 1 айналымға бұру мүмкіндігін қамтамасыз етеді (23-сурет).



1-штейн; 2- қож; 3-фурма;4-жанарғы; 5 – бандаж; 6-мойын; 7-ауа өткізгіш; 8-тірек; 9-тәждік тісті
а-сығылған ауа; б-шихта (флюстер); в-газдар

23-сурет - Жұмыс жағдайындағы түрлендіргіш

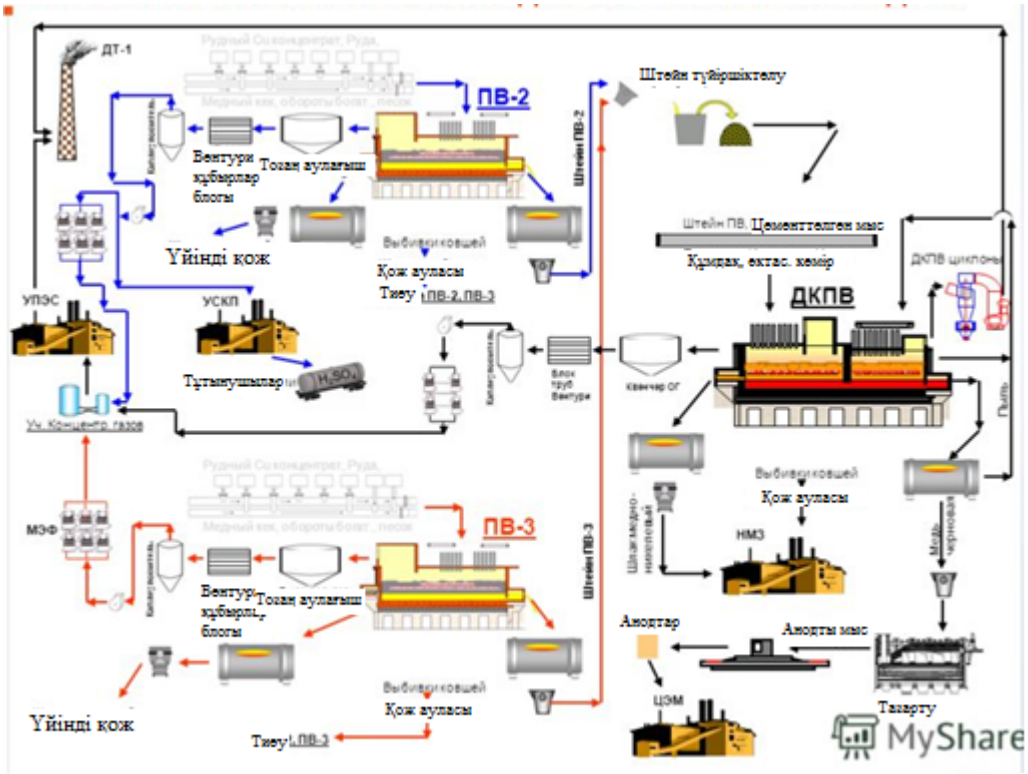
Корпуста конверт екі бағытта да 360°бұрыла алатын электр қозғалтқышының редукторының берілісімен ілінетін тірек және жетек бар. Бүйір бетінде мойын бар, ол арқылы штейн құйылады, қож жүктеледі, мыс құйылады және газдар шығарылады. Жұмыс жағдайында ол жоғарыға бағытталған және шығатын газ құбырларына қосылған шаңның астына орналастырылады. Тозаңтосқының шеттері газдарды атмосфералық ауамен сұйылтуға жол бермей, конвертердің корпусына тығыз жапсырылады.

Қалыптастырушы корпустың біріне сығылған ауа коллекторымен (2,0-1,5 атм) қосылған фурмалар орнатылған. Фурмада шар клапаны бар, оның болат шары жұмыс жағдайында ауаның шығуын жабады, ал сынықпен тазалаған кезде ұяға кетеді. Тозаңтосқы арқылы газдар құрама газ құбырына, одан – шаң камерасына, электр сүзгісіне, содан кейін – күкірт қышқылын өндіруге түседі.

Штейн конверторға фурмаларды толтырмас үшін бөшкелерді алдын ала бұрап, мойын арқылы шөмішпен беріледі. Штейнді конвертерде үрлеу екі кезеңнен тұрады. Конверсиялаудың бірінші кезеңінің мазмұны: темір сульфидінің тотығуы, ақ штейн (ақ Мат) және қож ала отырып, түзілетін темір шала тотығын қосылатын кварцпен қождау.

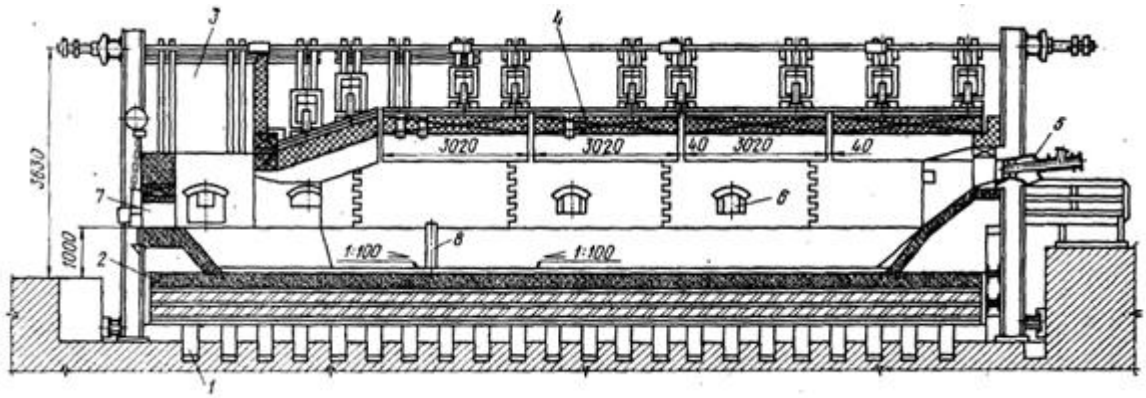
Мысты отпен тазарту. Отты тазартудың мақсаты мысты оттегіге жақындығы жоғары қоспалардан ішінара тазарту және оны кейінгі электролиттік тазартуға дайындау болып табылады.

Отпен тазарту кезінде (24-сурет) мыстан оттегі, күкірт, темір, никель, мырыш, қорғасын, күшән, сүрме және еріген газдарды мүмкіндігінше кетіруге тырысады.



24-сурет - Мыс өндірісінің схемасы

Мысты отпен тазарту үшін пештердің екі түрі қолданылады: стационарлық шағылыстырғыш және көлбеу.(25 сурет)

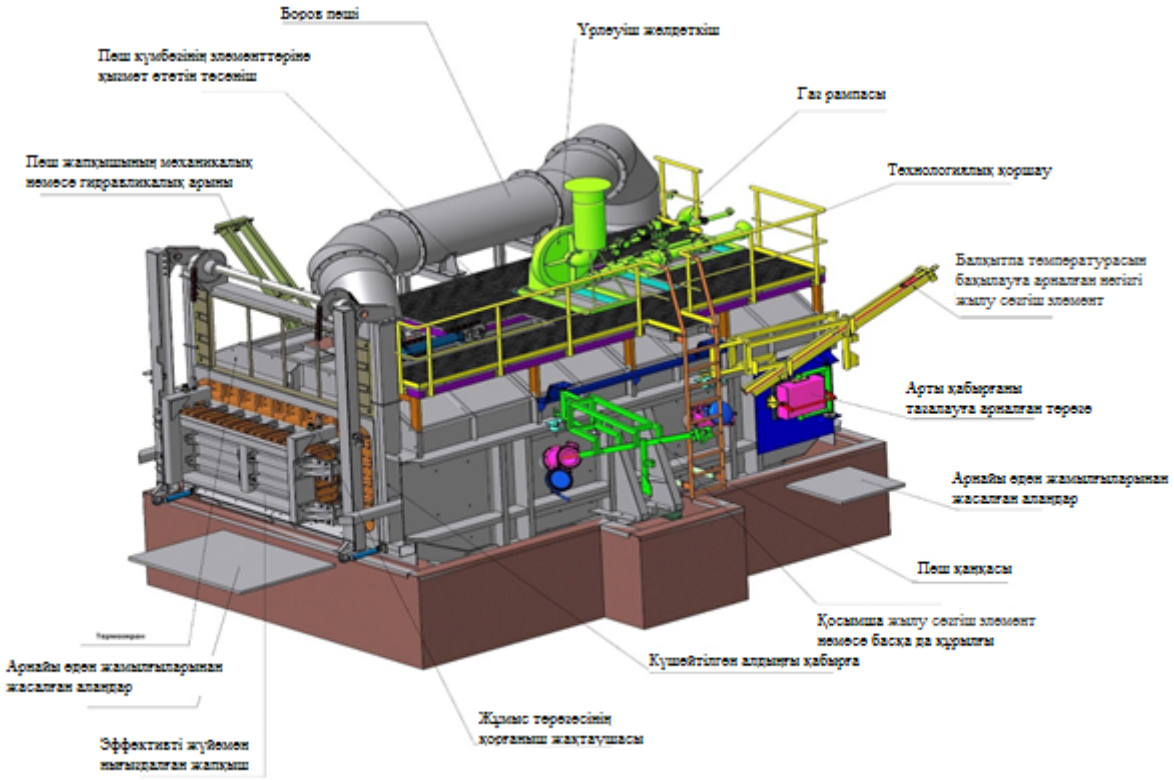


1-бағаналы іргетас; 2-подина; 3-газ жолы; 4-аралық-аспалы Арка; 5-қыздырғыш; 6-жапқышы бар жұмыс терезесі; 7- қож терезесі; 8-Саңылау тесігі

25-сурет - Мысты тазартуға арналған шағылыстырғыш пеш

Тұрақты тазарту пеші (26-сурет) құрылғыда концентраттарды балқытуға арналған шағылысатын пешке ұқсас, бірақ бірқатар дизайн ерекшеліктері бар. Қазіргі анод пештерінің сыйымдылығы 400 тонна сұйық мысқа дейін. Анодты пештер бағаналы іргетаста орналасқан, бұл еденнің беріктігін арттырады. Пештің бойлық қабырғаларының бірінде пешке қатты материалдарды салуға және жұмыс кезінде пешке қызмет көрсетуге арналған

ысырмалары бар жұмыс терезелері бар. Тазартылған пештер тек жоғары сапалы отынмен (табиғи газ немесе мазут) жылытылады. Пештің жану жағында отынның жануы басталатын шанышқы бар. Қожды алуға арналған терезелер пештің бүйір немесе артқы қабырғасының бірінде орналасқан.



26-сурет - Жалпы көрініс. Мысты тазартуға арналған шағылдырғыш пеш

Мысты отпен тазарту - бұл кезеңді процесс және пешті дайындау мен тиеу, мысты балқыту немесе қыздыру, балқыманы тотықтыратын өңдеу және қожды алу, тотықсыздандыратын өңдеу (мазақтау) және дайын мысты құю кезеңдерінен тұрады. Пешті дайындау оны тексеруге, төсеніштегі кемшіліктерді жөндеуге және шығатын түтікті толтыруға дейін азаяды. Бұдан әрі жүргізеді жүктеуді пеш.

Қатты мысты тазарту кезінде массивтік құймалар тұрақты пешке жұмыс терезелері арқылы тиеу машинасының - магистральдары бар топсалы кранның көмегімен тиеледі. Сұйық мыс шелектермен науаға немесе мойын арқылы құйылады; жүктеу ұзақтығы – 2 сағатқа дейін. Мысты балқыту 10 сағатқа дейін созылады. Сұйық мыс пен қатты, негізінен кері материалдардың аз мөлшерін өңдеу кезінде бұл кезеңнің ұзақтығы қысқарады.

Балқыманың балқу және жылыну кезеңі пештің атмосферасында болатын қатты мыс пен балқыманың оттегімен ішінара тотығуымен бірге жүреді.

Электролиз үшін тікбұрышты қима жоспарында қорап түріндегі темірбетон ванналары қолданылады. Күкіртқышқылды электролиттің әсеріне

қарсы ванналардың тоттануға төзімділігін арттыру үшін ішкі бөлігі винипластпен, шыныпластикпен, полипропиленмен, қышқылға төзімді бетонмен және басқа да материалдармен қапталады. Электролиттік ванналар 10-20 ваннадан тұратын блоктарға, содан кейін әдетте екі блоктан тұратын сериялларға топтастырылған. Жеке ванналардағы барлық электродтар, катодтар мен анодтар параллель қосылып, блоктар мен сериялар арқылы ток өтеді. Ванналардың өлшемдері электродтардың мөлшері мен санына байланысты.

Қазіргі заманғы ванналардың ұзындығы 3,5 - 5,5 м, ені 1-1,1 м және тереңдігі 1,2-1,3 м. Анодтар мен катодтар кезекпен тоқтатылады.

Сонымен қатар, ваннадағы катодтардың саны әрқашан анодтарға қарағанда бір-бірден көп және анод тақталарына қарағанда ені мен биіктігі 20-30 мм-ге артады. Қуат көзінен ток тек блоктың экстремалды шиналарына немесе ванналар сериясына жеткізіледі.

Катодты мыс балқытуға жіберіледі, ал ерітінді кейіннен кристалдану арқылы булану арқылы никель сульфатын алуға жіберіледі. Құрамында күкірт қышқылы бар никель бөлінгеннен кейін қалдық ерітінді жаңа электролит дайындау үшін электролиз цехына қайтарылады.

Электролиттік тазарту кезінде алынған шламдар асыл металдарды, селен мен теллурды алу үшін өңделеді. Шлам компоненттерінің құны көп жағдайда мысты тазартуға жұмсалған барлық шығындарды өтейді. Катодты мыс – электролиздің негізгі өнімі - әрдайым тікелей қолдануға жарамайды, әсіресе электр өнеркәсібінде. Сондықтан ол ерітіліп, құймаларға құйылады. Бұрын балқыту шағылыстырғыш пештерде стандартты пішінді құймалар - вайербарстарды ала отырып, өрескел мысты отпен тазартуға жақын әдіс бойынша жүргізілген.

Қазақстандағы мыстың ірі өндірушісі-"Қазақмыс" корпорациясы аз сульфидті мыс кендерінен концентраттарды қайта өңдеу бойынша инновациялық технологияны тәжірибелік-өнеркәсіптік сынауға кірісті. Гидрометаллургияны енгізу құрамында мысы аз кендерді игеруге тартуға мүмкіндік береді, бұл шикізат базасын толықтыруға мүмкіндік береді. Гидрометаллургия қолданыстағы технология-пирометаллургиямен қатар енгізілетін болады. ЖМЗ – ға шикізат неғұрлым перспективалы кен орындары-Жыланды тобы мен Жаман Айбаттың екінші кезегінен түсетін болады.

Мыс гидрометаллургиясы, мысты дымқыл жолмен алу-құрамында мыс бар кендерді және зауыттың жанама өнімдерін әртүрлі химиялық реактивтердің сулы ерітінділерімен өңдеу. Қазіргі уақытта дымқыл кенді өңдеу әдісін қолдана отырып, арзан бағамен мыс алатын бірқатар қуатты кәсіпорындар бар.

Гидрометаллургиялық өңдеудің маңызды сәттері:

- мысты ерітіндіге ауыстыру (шаймалау)
- Мыстың ерітіндіден кейінгі шығарылуы.

Осы операциялардың біріншісі Мыстың салыстырмалы түрде аз мөлшерде, мыс тұздарының сулы ерітінділері түрінде, негізінен қоспалардан айырылған концентрациясына ие.

Іс жүзінде шаймалау кеннің сипатына да, мыс еріту үшін қолданылатын химиялық реагентке де байланысты әртүрлі тәсілдермен жүргізілуі мүмкін.

Кейбір жағдайларда мысты ерітіндіге ауыстыру шикі кенді тікелей сілтісіздендіру арқылы жүзеге асырылуы мүмкін, ал басқаларында – кен (немесе құрамында мыс бар басқа өнім) сілтісіздендіруге дайындалуы керек. Осыған байланысты шаймалау әдістерін қолданылатын реактивтің химиялық сипатына немесе өңделетін материалдың сипатына қарай жіктеуге болады; екінші жіктеудің кейбір практикалық артықшылықтары бар.

Реактивтер бойынша жіктеу. Шаймалау кезінде қолданылатын еріткіштер бейтарап, қышқыл немесе сілтілі болуы мүмкін әртүрлі химиялық реактивтердің сулы ерітінділері болып табылады.

Бейтарап еріткіштер. Оларға мыналар жатады: су және $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_2$, Fe_2Cl_5, $CuCl_2$ және KCN. тұздарының сулы ерітінділері. Су еріткіш ретінде ерекше жағдайларда ғана қолданылады, себебі мыс суда еритін қосылыстар түрінде өте сирек кездеседі. Мұндай қосылыс тек халкантит $CuSO_4*5H_2O$ болып табылады. Бейтарап еріткіштерден ең көп таралуды $Fe_2(SO_4)_3$ пайдаланады, оның сулы ерітінділері реакция бойынша табиғи мысты, оның оттегін, сондай-ақ күкіртті қосылыстарды ерітеді:

$$Cu + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow CuSO_4 + 2\ FeSO_4$$
$$3CuO + Fe_2(SO_4)_3 + 3\ H_2O \rightarrow 3\ CuSO_4 + 2\ Fe(OH)_3$$
$$Cu_2S + 2Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 2\ CuSO_4 + 4\ FeSO_4 + S.$$

Толық қалпына келтіру $Fe_2(SO_4)_3$, шаймалау нәтижесінде пайда болған темір сульфатынан теңдеу бойынша соңғы ауамен және H_2SO_4 өңдеу арқылы жасалуы мүмкін:

$$2\ FeSO_4 + H_2SO_4 + 0{,}5\ O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O.$$

Сонымен қатар, гидраттарды шаймалау кезінде пайда болған темір оксидтері мен негізгі күкірт қышқылы тұздарын ерітіндіге ауыстыру үшін H_2SO_4 қосымша шығыны қажет, бұл жауын-шашын түрінде түсіп, шаймалаудың қалыпты жүруін қиындатады. Осыны ескере отырып, сілтілендіруге кіретін $Fe_2(SO_4)_3$ ерітінділеріне әрдайым дерлік Н қосылады $_2SO_4$.

$FeCl_2$ ерітінділерімен шаймалау құрамында СиО бар кендерді өңдеу үшін Гент-Дуглас (Hunt-Douglas) процесінде қолданылады. Еріту реакция арқылы жүреді:

$$3\ CuO + 2\ FeCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2 + CuCl_2 + Fe_2O_3.$$

Рудада Cu_2O болған жағдайда, соңғысы болуы керек. мүмкін. СиО-ға ауыстырылды. Алынған ерітінді cu_2cl_2 ерітіндісіне(H_2O ерімейтін) ауысу

үшін хлоридтерге бай болуы керек, ол үшін бастапқы ерітіндіге NaCl қосылады.

Deech (Doetsch) процесінде Fe_2Cl_6 ерітіндісі мыс сульфидтерін еріту үшін қолданылады, ал еріту реакцияларға сәйкес жүреді:

$$Cu_2S + Fe_2Cl_6 \rightarrow Cu_2CI_2 + 2\ FeCl_2 + S$$
$$Cu_2S + 2\ Fe_2Cl_6 \rightarrow 2\ CuCl_2 + 4\ FeCl_2 + S.$$

$Cucl_2$ ерітіндісі реакцияларға сәйкес металл Си және Ag, сондай-ақ олардың күкірт қосылыстарын еріту үшін Гепфиер (Ноэрфнер) процесінде қолданылады:

$$Cu + CuCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2$$
$$CuS + CuCl_2 \rightarrow Cu_2Cl_2 + S$$
$$2\ Ag + 2\ CuCl_2 \rightarrow 2\ AgCl + Cu_2Cl_2.$$

Cu_2cl_2 және AgCl түзілетін ерітіндіге ауысу үшін NaCl $Cusl_2$ ерітіндісіне қосылады.

Қышқыл еріткіштер. Іс жүзінде қышқыл еріткіштерді қолдану қышқыл бос жыныспен тотыққан немесе алдын-ала күйдірілген күкірт кендерін өңдеген жағдайда орын алады. Негізгі бос тау жынысы (карбонаттар) жағдайында бұл еріткіштерді қолдану қышқылдың едәуір тұтынылуына байланысты үнемді болмайды.

Шаймалау кезінде ең көп қолданылатыны H_2SO_4. Шаймалаудың қолайлы жағдайларында (әлсіз ерітінділер және төмен температура) ол Fe_2O_3-ке салыстырмалы түрде әлсіз әсер етеді, ол әрдайым тотыққан және күйдірілген кендерде болады, нәтижесінде сілтіленуден алынған ерітінділерде темір тұздарының көп мөлшері болмайды. Сонымен қатар, осы мыс ерітінділерінен электролиттік секрециямен күкірт қышқылы қалпына келеді және қайтадан шаймалауға түседі, сондықтан оны тұтыну шамалы.

Күкірт қышқылы мыс оксидтерін ерітіп, суда еритін күкірт-мыс тұзын түзеді. Соңғысы, мыс оксидінің қатысуымен реакция бойынша біртіндеп өзгеріске ұшырайды:

$$3\ CuSO_3 + CuO \rightarrow Cu_2SO_3 + CuSO_3 + CuSO_4.$$

Алынған тұздардан мыс оксидінің күкірт-мыс тұзы суда аздап ериді, ал күкірт қышқылының қатысуымен оның ерігіштігі артады. Тотыққан немесе күйдірілген мыс кендерін шаймалау үшін күкірт қышқылын қолдану металлургиялық пештердің күкірт газдарын кәдеге жарату мәселесіне байланысты үлкен қызығушылық тудырады. Мұнда екі жол бар:

- ылғалданған кенді күкіртті газдармен өңдеу;
- күкірт қышқылының әлсіз ерітінділерін күкірт газдарын $Fe_2(SO_4)$ ерітіндісі арқылы өткізу арқылы алу тәсілі $_3$.

Кенді шаймалау кезінде тұз қышқылы сирек қолданылады. H_2SO_4 және H_2SO_3 қарағанда күшті қышқыл бола отырып, ол кен құрамындағы темір

қосылыстарына айтарлықтай әсер етеді; нәтижесінде сілтіленуден алынған ерітінділер темір тұздарымен айтарлықтай ластанады. Тұз қышқылын қолданудың одан әрі қолайсыздығы оны қалпына келтірудің практикалық қиындығы болып табылады.

Сілтілік еріткіштер. Оларға тек аммиак пен аммоний карбонатының ерітінділері жатады. Олармен жұмыс қышқыл ерітінділеріне қарағанда аз ыңғайлы, бірақ негізгі Бос жыныспен кенді өңдеу кезінде оларды қолдану сөзсіз. Табиғи мыс, оттегі, көмірқышқыл газы және күкірт қосылыстары бар кендер осы еріткіштермен сілтіленеді. Бұл жағдайда реакциялар болуы мүмкін. келесі теңдеулермен ұсынылған:

$$Cu + 0{,}5O_2 + n\ NH_3 \rightarrow CuO \cdot n\ NH_2$$
$$CuO + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CuCO_3 \cdot 2\ NH_3 + H_2O.$$

1.3.2 Қорғасын металлургиясы

Қазақстанның расталған қорғасын қоры 11,7 млн.т (немесе әлемдік қорлардың 10,1%) деп бағаланады, осы көрсеткіш бойынша Республика Ресей, Австралия, Канада, АҚШ және Қытайдан кейін 6-орында тұр.

Қазақстанның қорғасын қоры 50-ден астам кен орындарында шоғырланған. «Инфомайн» деректері бойынша қорғасыны бар кендерді өндіру 15 кен орнында жүзеге асырылады.

Қазақстан кәсіпорындарында алынатын қорғасын концентратындағы қорғасынның жалпы көлемі мыс пен мырыштың ұқсас деңгейінен едәуір төмен деңгейде - 25-50 мың т шегінде.

Қазақстанда шығарылатын қорғасын концентратындағы қорғасынның негізгі көлемі «Қазмырыш» компаниясының үлесіне келеді (58% - дан астам).

Әлемдік өндірістің жалпы көлеміндегі Қазақстанның металл қорғасынының үлесі шамамен 2% құрайды.

Өндірілген қорғасынның басым бөлігін Қазақстан экспорттайды (соңғы жылдары 88-93%), жеткізілімнің негізгі бағыттары Испания мен Ресей болып табылады.

Қорғасынды екі жолмен алуға болады: пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық. Концентраттарды өңдеудің пирометаллургиялық тәсілі кезінде құрамында қорғасын бар барлық материал балқытылады. Гидрометаллургиялық әдіспен қорғасын қосылыстарын әртүрлі еріткіштерде ерітіп, қорғасынды цементтеу немесе электролиз арқылы ерітіндіден шығарады.

Қорғасын алудың негізгі гидрометаллургиялық тәсілдері: концентраттарды хлорлы темірдің сулы ерітінділерінде ыдырату; нитратты ферритті ашу; автоклавты шаймалау.

Қорғасын бар материалдарды өңдеудің осы әдісінің артықшылықтары:

- баланстан тыс (қиын байытылатын, құрамында қорғасын, полиметалл төмен) шикізаттан металдарды іріктеп алу;

- қалдықсыз, экологиялық ұстамды технологияның негізі ретінде элементтерді жоғары сапалы өнімдерге алудың жоғары дәрежесімен шикізатты кешенді қайта өңдеу;

- ықшам өндіріс, механикаландырылған және автоматтандырылған, аз уақытты қажет етеді және жұмысшылардың денсаулығына қауіпті.

Гидрометаллургиялық әдістер қазіргі уақытта іс жүзінде қолданылмайды, бұл процестің маңызды кемшіліктерімен түсіндіріледі:

- концентратты сульфатизациялайтын немесе хлорлайтын күйдіру арқылы шаймалауға дайындау қажеттілігі-қымбат және күрделі операция;

- шаймалау кезінде ерітінділердің көп мөлшері алынады, сыналған еріткіштерде қорғасын қосылыстарының шектеулі ерігіштігіне байланысты;

- хлоридті ерітінділерден цементтеу және электролиз арқылы тұндыру кезінде қорғасын губка түрінде алынады, оны балқыту кезінде қорғасынның қанағаттанарлық шығымдылығын алу үшін брикеттеу қажет;

- гидрометаллургиялық схема бойынша алынған қорғасын тазартуды қажет етеді.

Қорғасынды алу үшін негізінен реакциялық, шөгінді және шахталық балқытпаларды қолдануға негізделген пирометаллургиялық схемалар қолданылады.

Реакциялық балқыту. Қорғасын сульфидінің ішінара тотығу реакцияларына негізделген автогендік процесс, содан кейін қорғасын оксидінің сульфид пен сульфатпен әрекеттесуі. Балқыту пештерде, электр пештерінде, кивцет және басқа процестерде жүзеге асырылады.

Тауларда балқыту кезінде қорғасын алу 95-98% - ға жетеді, оның ішінде өрескел металда 65-70 %, шаң мен айдау 20-25 %, сұр қожда 10-15 %. Кокс ұнтағының шығыны 1-4%; ауа шығыны 1 т шихтаға 1000-1500 $м^3$.

Қысқа барабанды пештерде (∅×L = 2,42×,4 м, көлемі 10 $м^3$, 1 айн/мин) бір операция үшін шамамен 4 тонна қорғасын алынады. Пеш көмір шаңымен жылытылады, отын шығыны 12-15%.

PBS:PbO: PbSO4 қатынасы бар агломерат балқытуға түседі. Концентраттан қорғасынды тікелей алу 87,5%.

Реакциялық балқыту түрлі металлургиялық пештерде жүзеге асырылуы мүмкін: көрікші, қысқа барабанды, шағылыстырғыш, электрлік және КИВЦЭТ агрегатында (оттекті-салмақты циклонды электротермиялық пеш). Балқытудың бұл түрінің артықшылығы: қорғасынның және басқа спутник металдардың салыстырмалы түрде жоғары алынуы, бір аппаратта жану және балқыту процесін жүзеге асыру мүмкіндігі, Шығыс коксынан әлдеқайда аз.

Процестің кемшілігі-мырыш, мыс және бос жыныстың ең аз мөлшері бар бай шикізатты өңдеу мүмкіндігі. Қазіргі уақытта әлемде қорғасыны бар шикізаттың шамамен 15-20% - ы осы әдіспен өңделеді.

Шөгінді балқыту қорғасынды тікелей шикі сульфидті кеннен алдын-ала күйдірусіз алуға мүмкіндік береді. Шөгінді балқыту принципі-күкіртке үлкен химиялық жақындығы бар металдар қорғасын сульфидінен қорғасынды

ығыстыра алады, ал күкіртпен бірге сульфидтерге айналады. Балқыту процесінде қорғасын, қож және штейн алынады.

Процестің кемшіліктері-металға қорғасынның аз алынуы (75% - дан аспайды) және кокстың көп тұтынылуы және тек бай концентраттарды өңдеу мүмкіндігі.

Сода балқыту 1000-1100°С температурада жүзеге асырылады, кез-келген құрамдағы сульфидті қорғасын концентраты концентрат массасының 10% Кокс пен 100% сода тұтынған кезде электр пешінде ериді. Балқыту нәтижесінде қорғасын мен штейн-қож балқымасы алынады.

Балқытудың артықшылықтары: концентратты күйдіру процесін болдырмау; қара металға қорғасынның тікелей жоғары алынуы; қара қорғасынның құрамында мыс, күшән сияқты қоспалардың аз болуы; шаңның аздығы, қызмет көрсету персоналының біршама жақсы еңбек жағдайлары. Процестің кемшіліктері: қымбат және тапшы кальцийленген соданы көп тұтыну; гидрометаллургиялық өңдеуге жататын қож-штейн балқымасының көп мөлшері. Осылайша, сода құнының жоғары болуы және шикізатты қолданудың төмен күрделілігі қорғасын өндірісінде сода электр есептегішінің енгізілуіне кедергі келтіреді.

Сульфидті қорғасын концентратын сілтілі балқыту 850 °С температурада жүзеге асырылады NaOH қоспасында электр пештерінде сілтілі балқыту кезінде мыс, мырыш, күкірт және барлық бос жыныстар өтетін таза қорғасын мен сілтілі балқыту алынады.

Сілтілік балқыманы кейіннен сілтіні қалпына келтіру және концентраттан өткен басқа да құнды компоненттерді бөлу мақсатында гидрометаллургиялық өңдеуден өткізеді. Сілтілік балқыту кезінде концентрат массасының 80-100% сілті шығыны кезінде металға қорғасынның 98% дейін алуға болады.

Балқытудың артықшылықтары: салыстырмалы түрде төмен температурада жоғары өнімділік (қорғасынның булануынсыз); кез-келген құрамдағы концентратты өңдеу мүмкіндігі; өрескел металға қорғасынның жоғары тікелей алынуы.

Процестің кемшіліктері: қымбат және тапшы сілтінің үлкен шығыны; құнды компоненттерді кешенді алу үшін сілтілік балқыманы өңдеудің күрделілігі; балқытылған сілтінің жоғары агрессивтілігіне байланысты процесті аппараттық өңдеудің қиындықтары. Өскемен қорғасын-мырыш комбинатында қорғасын алудың технологиялық сызбасы 27-суретте көрсетілген. Бұл зауытта полиметалл шикізатынан 18 элемент алынады және тауарлық өнімнің 40-қа жуық түрі шығарылады. Қорғасынның толық шығарылуы 97,4% құрайды.

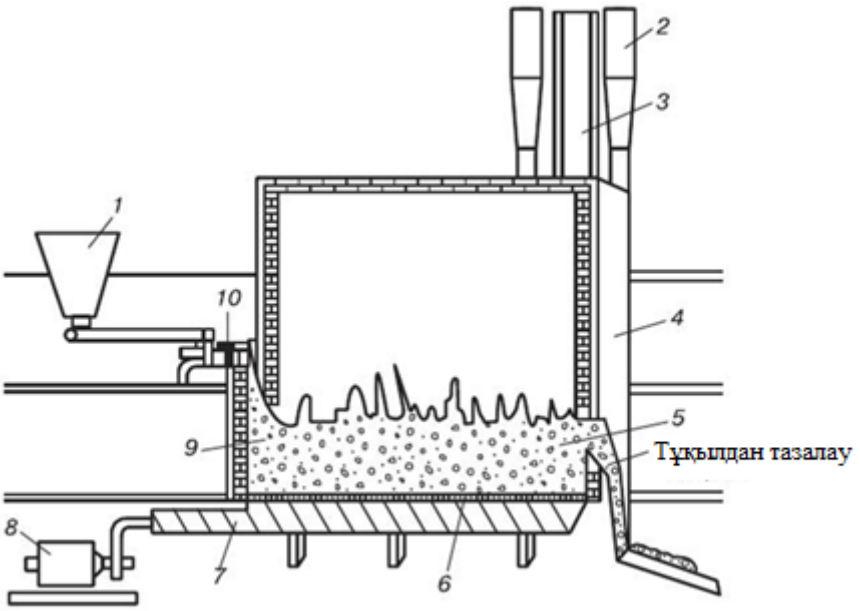
27-сурет - Қорғасын өндірісінің технологиялық схемалары

Схемада селективті концентраттарды қайта өңдеу технологиясы Әр түрлі өнімдер түрінде құнды заттарды алудың көптеген жанама технологиялық тармақтарының пайда болуымен қатар жүретіні көрсетілген.

Күкірттің негізгі бөлігі қайнаған қабаты (ҚС) бар пештерде (28-сурет) мырыш концентратын күйдіру кезінде және қорғасын шикізатын агломерациялау кезінде күкіртті газдар түрінде бөлінеді. Газдардың көп бөлігі зауыт жүйесіне кіретін арнайы цехта күкірт қышқылына өңделеді.

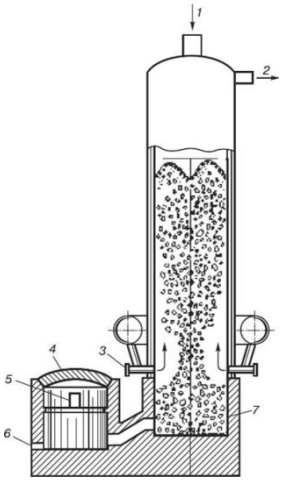
Қорғасын алудың алғашқы пирометаллургиялық операциясы қорғасын сульфидтерін оксидке айналдыру және бір уақытта күйдірілген, кесілген материал алу үшін қажет агломерациялық күйдіру болып табылады.

Күйдіру құрамында концентраттан басқа флюстер (кварц, әктас, темір кені) бар шихтаның қыздырылған қабаты арқылы ауаны сору жолымен арнайы агломерациялық машиналарда жүргізіледі. Сульфидтердің тотығуымен жылу шығады, нәтижесінде зарядтың жартылай балқуы пайда болады. Агломератты балқыту шахта пешінде (29-сурет) Кокс қоспасында 1500 °С температурада жүргізіледі, бұл ретте қорғасын оксидтері металға дейін қатты қалпына келтіріледі.



1-шихтаға арналған бункер; 2-шаң ұстаушы циклон; 3-салқындатылатын газ жолы; 4-пеш; 5-қайнау қабаты; 6-еден; 7-ауа коллекторы; 8-ауа үрлегіш; 9-форкамера; 10-шихта қоректендіргіші

28-сурет - Қайнаған қабатта күйдіруге арналған КС пешінің схемасы



1 - тиеу құрылғысы; 2-газдарды бұру; 3-фурма; 4 - шығару көрігі; 5-қож терезесі; 6-штейн теспесі; 7-Ішкі көрік

Сурет 29 - Шахта пеші

Шахтаны балқыту кезінде құрамында мыс, алтын, күміс, висмут және басқа қоспалар бар қорғасын және мырыш бар металл сульфидтерінің қоспасы алынады.

Қорғасын, ең алдымен, баяу айналудан (қатайтылған қорытпаның гетерогенді құрамына байланысты) және күкіртпен араластыру арқылы тазартылады; мыс сульфид түрінде алынады. Содан кейін тотықтырғыш

тазарту көмегімен күшән, сүрме, қалайы бөлінеді. Ол үшін қорғасын сілтінің балқытылған қоспасы мен нитраты бар ас тұзының қабаты арқылы сорылады.

Қоспалардың тотығуы сілтілі жүзуге ауысатын арсенаттар, антимониттер, натрий станниттерінің пайда болуымен бірге жүреді. Қоспалар кезекпен тотығады: As, Sn, Sb, сондықтан осы металдардың біреуімен байытылған жүзулерді алуға болады, бұл оларды алу үшін әрі қарай өңдеуді жеңілдетеді [4].

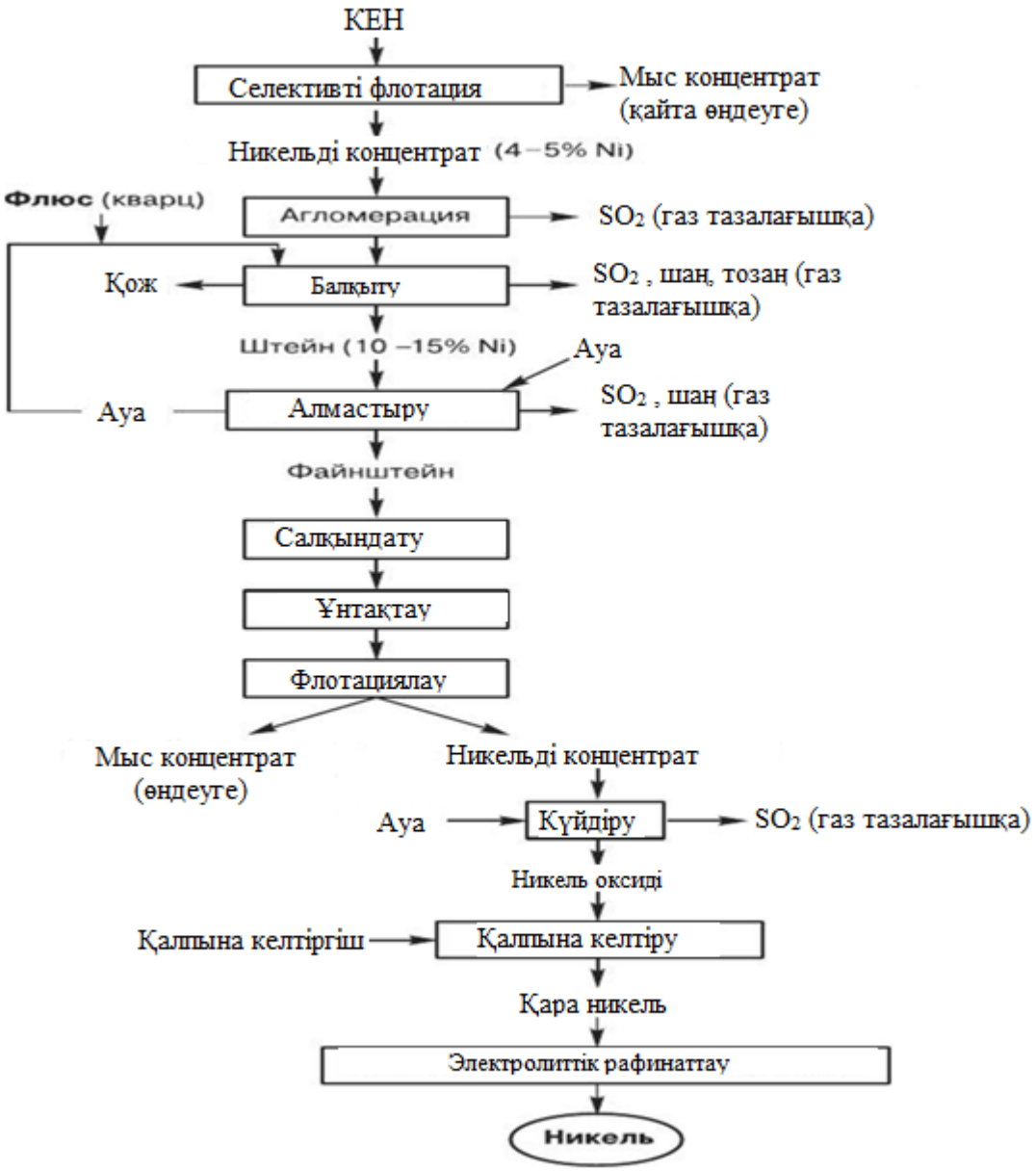
1.3.3 Никель металлургиясы

Қазақстан Республикасының аумағында 30-дан астам никель және кобальт кен орындары бар. Өндірілетін кен өңдеу үшін "Южуралникель" комбинатына және "Буррyктальский металлургический завод" ЖШҚ-ға (Орынбор облысы, Ресей) жеткізілді.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының аумағында никель-кобальт кендерін өндіру және қайта өңдеумен байланысты бірнеше жоба іске асырылуда. Кимперсай кен орындары тобы (Ақтөбе облысы) бойынша жобамен «Қызыл Қайың Мамыт» ЖШС айналысады, оның шеңберінде қуаты жылына 1 млн.т никель-кобальт кендерін байыту бойынша байыту фабрикасын салу көзделеді. «Музбель» ЖШС (Oriel Resourses еншілес кәсіпорны) "Қазақстан никелі ГРК" ЖШС-мен бірлесіп 4 млн.т кен өндіру деңгейімен никель-кобальт кендерінің Шевченков кен орнын (Қостанай облысы) игеру және ферроникель шығаратын никель зауытын салу (никельдің құрамы 22-25% болған кезде қуаты 120 мың т) жөніндегі жобаны іске асырады.

Шығыс Қазақстан облысында «Казникель» компаниясы никель-кобальт кендерінің Горностаев кен орнын игеру жобасын жүзеге асыруды жоспарлап отыр.

Біздің еліміздегі никельдің ең үлкен қоры құрамында мыс, кобальт, асыл металдар, сирек кездесетін және шашыраңқы элементтер бар ең құнды полиметалл шикізаты бар сульфидті мыс-никель кендерінде шоғырланған. Кендерден никель алу - күрделі көп сатылы процесс (30-сурет). Біріншіден, кен мыс және никель концентраттарын (4-5% Ni) шығарумен селективті флотациядан өтеді. Флюстермен қоспадағы никель концентраты бос жыныстың негізгі массасын бөлу және никельді құрамында 10 15% Ni бар сульфидті қорытпаға (штейн) алу мақсатында электрлік, шахталық немесе шағылыстырғыш пештерде балқытылады.



30-сурет - Никель алудың технологиялық схемасы

Электр балқымасының алдында ішінара тотықтырғыш күйдіру және концентратты қышқылдандыру болады агломерация немесе домалату әдісімен. Никельмен қатар темірдің бір бөлігі, кобальт және мыс пен асыл металдар штейнге өтеді. Темірді бөліп алу үшін оны сұйық штейнді конверторлардағы ауамен үрлеу арқылы тотықтырады. Нәтижесінде мыс сульфидтері мен никель фейнштейн қорытпасы алынады, ол баяу салқындағаннан кейін ұсақталып, мыс пен никельді бөлу үшін флотацияға жіберіледі. Алынған никель концентраты күкірт толығымен алынып, NiO алынғанша қайнаған қабатқа жағылады. Металл никель электр доғалы пештерде NiO-ны қалпына келтіру арқылы алынады. Ірі никель анодтарға құйылады және электролиттік тазартуға ұшырайды.

Кобальт өндірісінде оны никельден бөлу өте күрделі операция болып табылады. Әдетте кобальттың тривалентті пішінге көшуге және тұрақты

күрделі қосылыстардың пайда болуына үлкен бейімділігі қолданылады. Осы мақсатта кобальт пен никель ерітіндісі тиісті жағдайларда хлормен, натрий гипохлоритімен, сутегі пероксидімен, қорғасын пероксидімен немесе басқа тотықтырғыштармен өңделеді. Гидрометаллдық кезеңнің соңғы өнімі Co_3O_4 болып табылады. Одан кобальт металын әртүрлі жолдармен алады: көмір, сутегі, көміртегі оксиді, алюминотермия және электролиз арқылы азайту. Кобальтты тазарту үшін оны бор қышқылымен қаныққан сульфат ерітіндісінен электролиттік тұндыру қолданылады [6].

1.3.4 Мырыш металлургиясы

Қазақстан мырышының расталған қорлары 25,7 млн т (әлемдік қорлардың 9,5%) бағаланады, осы көрсеткіш бойынша республика әлемде Австралиядан, АҚШ-тан және Ресейден кейін 4-орында тұр.

Мырыш қоры 50-ден астам кен орындарында шоғырланған, ал полиметалл кендері басым түрі болып табылады.

Металл мырышты шығаруды 3 мырыш зауыты жүзеге асырады, оның 2-уі «Қазмырыш» компаниясының құрамына (Өскемен және Риддер), 1-уі (Балқаш) – «Қазақмыс» компаниясының құрамына кіреді. Бұл ретте «Қазмырыш» АҚ-тың үлесіне Қазақстандағы металл мырыш өндірісінің 87% - дан астамы тиесілі.

31-сурет - Мырыш алудың технологиялық схемасы

Бұдан басқа, қуаты жылына 30 мың т мырыш болатын қорғасын өндірісінің қалдықтарынан мырыш шығару жөніндегі қуаттарды салуды «Южполиметалл» ЖАҚ (Шымкент) жүзеге асырды. Қуаттылығы жылына

100 мың тонна мырыш зауытын салу жөніндегі жобаны «ШалқияЦинк» тау-кен металлургия компаниясы іске асыруды көздейді. 2006 жылы әлемдік өндірістің жалпы көлеміндегі Қазақстанның металл мырышының үлесі 5,5% - ды құрады. Өндірілген мырыштың негізгі көлемін Қазақстан экспорттайды (соңғы жылдары 85-88%), жеткізудің негізгі бағыттары: Нидерланды, Түркия, Италия, Украина және Қытай. Өндірілген мырыштың қалған бөлігі Қазақстан ішінде, негізінен – «Миттал Стил Теміртау» АҚ-та (бұрынғы Қарағанды металлургия комбинаты) мырышпен қапталған прокатты шығару үшін пайдаланылады.

Күйдірілген концентратты (тұқыл) шаймалау кезінде (31-сурет), әдетте, сұйылтылған күкірт қышқылында ерімейтін қалдық (мырыш кек деп аталатын) алынады. Ол мырыш ферриттерінен (ZnO, Fe_2O_3) тұрады. Мырыш торты шикізаттан барлық мырыштың 20 25% - ын, қорғасынды, темірді, Алтынды және күмісті, сонымен қатар 50-60% мыс пен 30% кадмийді, кейбір мөлшерін алады.Үндістан және тау жыныстарын құрайтын минералдар (SiO_2, AI_2O_3). Мырыш торттары мырыш пен басқа да құнды компоненттердің үлкен қосымша көзі болып табылады.

Әлемдік тәжірибеде мырыш кектерін олардағы құнды компоненттерді алу үшін өңдеудің үш негізгі әдісі кең таралған.

- Вельц-С және CO_2 көміртекті тотықсыздандырғыштармен мырыш ферриттерін бұзу процесі (вельцтеу);
- ферриттердің күкірт ангидритімен немесе концентрацияланған күкірт қышқылымен ыдырауы (сульфатизация) .

Жоғары температурада және қышқылдықта күкірт қышқылында кектерді тікелей еріту (автоклавтық әдістер: ярозит-процесс және гетит-процесс).

Вельцтеу кезінде мырыш, қорғасын, кадмий, индий 92-93% - ға айдауға ауысады және сүзгі құрылғыларымен ұсталады. Мыс, темір, асыл металдар, кремний, алюминий клинкерде қалады. Айдау күкірт қышқылының ерітіндісімен шаймаланады, сүзіледі, қорғасын торты бөлінеді, ал алынған ерітінді негізгі мырыш өндірісінің ерітінділеріне қосылады. Клинкер магниттік фракцияны (темір) және магниттік емес (силикаттарды) бөлу үшін магниттік бөлуге ұшырайды.

Вельц-процестің баламасы-қайнаған қабат пештеріндегі күкірт қышқылымен кектерді сулъфаттау схемасы. Сульфаттаудан кейін алынған өнім суда оңай ериді, мырыш, кадмий, мыс ерітіндіге сандық түрде ауысады, ал қорғасын, темір, алтын, күміс, кремний тұнбаға шоғырланады. Үндістан ерітіндіге 91% дейін түседі, оны экстракция арқылы алуға болады.

Атмосфералық қысымда және қайнауға жақын температурада (немесе одан да жоғары, автоклавтарда жоғары қысым мен 140-160°С температурада) күкірт қышқылымен мырыш ферриттерінің ыдырау реакцияларына негізделген мырыш кектерін өңдеудің прогрессивті технологиясын атап өткен жөн. Бұл схемаға сәйкес мырыш, кадмий, мыс және индий мырыш тортынан ғана емес, феррит темірінен де ериді. Ерімейтін қалдық қорғасын, алтын, күмісті шоғырландырады және оны қарапайым қорғасынды қалпына

келтіру арқылы тиімді өңдеуге болады. Жоғары температура мен қышқылдық және ярозит кезінде мырыш кектерін сілтісіздендіру технологиясы-Риддер мырыш зауытында әзірленіп, енгізілді.

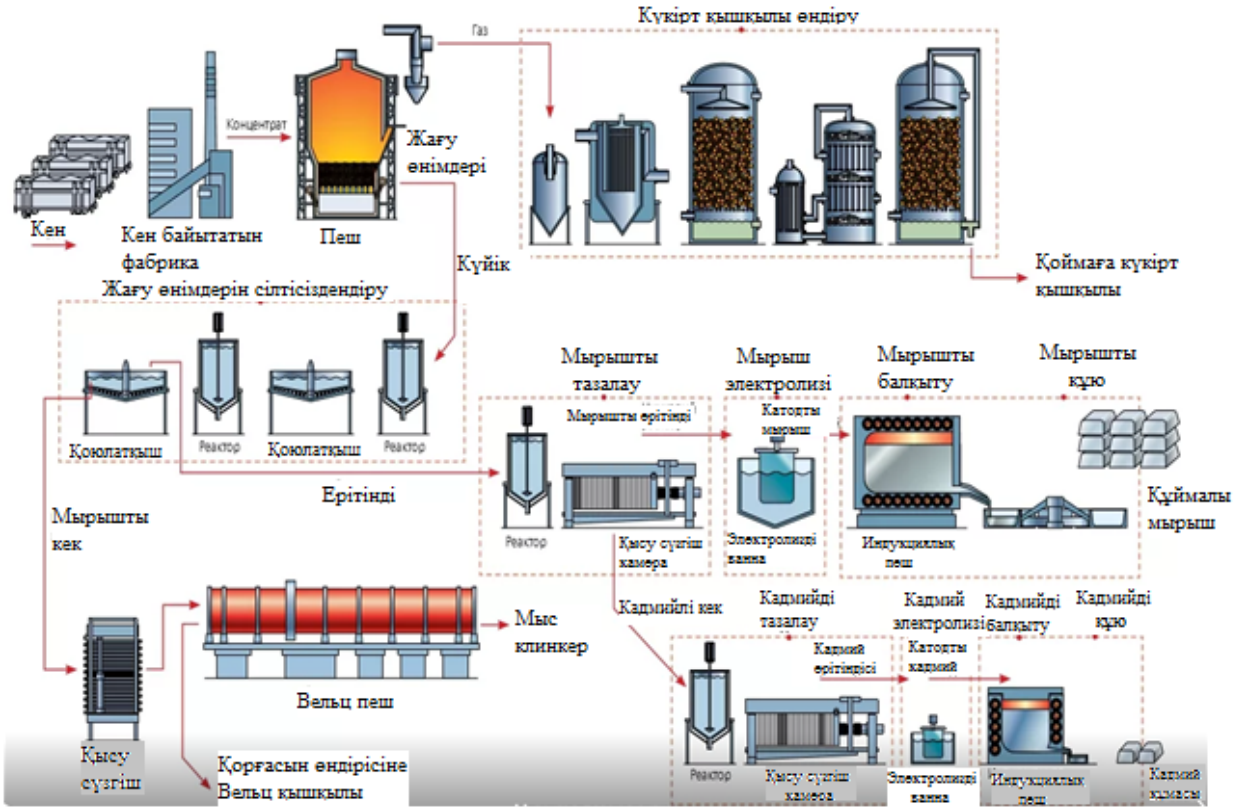
Бұл схема өте перспективалы, себебі Күкірт қышқылы ерітінділерінің технологиясына негізделе отырып, мырыш шикізатын өңдеудің қолданыстағы гидроэлектрометаллургиялық технологиясымен оңай үйлеседі. Бұл салыстырмалы түрде аз жұмыс істейді, қарапайым және күрделіліктің жоғары деңгейімен сипатталады. Бояуларды дайындауда қолданылатын ярозит шөгіндісі де пайдалы.

Мырыш өндірісінің стандартты схемасында ерітінділерді мыс, кадмий, кобальттан тазарту мырыш шаңының көмегімен жүзеге асырылады. Осылайша алынған мыс-мырыш торт елде өндірілген барлық кадмийді *алу көзі болып табылады.* Мыс пен кобальт та кәдеге жаратылады. Қорғасын өндірісін балқытудың пирометаллургиялық процестері (бұл мыс және қалайы балқымаларына тең дәрежеде қатысты) құрамында мырыш (17% дейін), Қорғасын (3% дейін), мыс (0,9% дейін), темір, кремний, алюминий, кальций, магний және т. б. оксидтері бар қождың едәуір мөлшерін қалыптастырумен қатар жүреді.

Қожды кешенді өңдеудің тағы бір әдісі-тегістеу. Мысалы, Өскемен қорғасын-мырыш комбинатында құбырлы пештерде қорғасын балқытудың қатты қождарын кешенді қайта өңдеу технологиясы қолданылады, оған ұсақталған қож пен кокс қоспасы беріледі. Процесс 1000-1100°С температурада жүзеге асырылады.мырыш, қорғасын, кадмий оксидтер және ішінара сульфаттар түрінде сүзгі жүйесі ұстайтын сублимацияларға өтеді. Вельц пештерінің клинкерінде мыс, темір, асыл металдар, кремний және саз топырақ бар (32-сурет).

Вельц оксидтері әлсіз күкірт қышқылының ерітіндісімен немесе пайдаланылған электролитпен сілтіленеді. Ерітінді мырыш өндірісінде, ал қорғасын торты қорғасын өндірісінде қолданылады. Клинкер әдетте магниттік бөлінуге ұшырайды, бұл ондағы мыс, қымбат металдар, темір, сондай-ақ Силикат қалдықтарын (құрылыс материалдары үшін) бөлуге мүмкіндік береді. Шаң құрамындағы бірқатар элементтердің сульфаттарын алудың тиімді әдісі жоғары температурада концентрацияланған күкірт қышқылын қолдану арқылы сульфаттау болып табылады.

Алынған құрғақ сульфат өнімі сумен немесе күкірт қышқылының әлсіз ерітіндісімен оңай сілтіленеді.



32-сурет - Мырыш пен кадмий алудың технологиялық схемасы

1.3.5 Алюминий металлургиясы

Қазақстанда 20-дан астам боксит кен орындары барланған, Республика қорларының негізгі бөлігі (шамамен 90%) Қостанай облысының (батыс Торғай және Орталық Торғай боксит аудандары) аумағындағы кен орындарында шоғырланған. Бұл ретте бокситтің 10 кен орны игерілуде. Торғай боксит кеніші (ТБРУ) Шығыс Торғай тобының бокситтерін (Арқалық, Солтүстік, Төменгі-Ашут, Жоғарғы-Ашут, Үштөбе кен орындары) әзірлейді.

Краснооктябрь боксит кеніші (КБРУ) – Батыс Торғай тобындағы бокситтер (Белинское, Аятское, Краснооктябрьское, Увалин және Красногорское кен орындары). ТБКБ және ҚРБҚ «Қазақстан алюминийі»АҚ құрамына кіреді. Компанияның шикізат базасы тұрақты деп бағаланады, игерілетін және перспективалы кен орындарындағы боксит кендерінің қоры кәсіпорынның кемінде 50 жыл жұмыс істеуі үшін жеткілікті. Өндірілетін бокситтер Павлодар саз топырақ зауытына өңдеуге жіберіледі. Қазіргі уақытта Қазақстанда экспортқа шығарылатын Чушков, қайталама алюминий және сыныктардан жасалған қорытпалар шығарылады.

Саз топырақ **алу әдістерінің жіктелуі.** Қазіргі уақытта саз топырақ гидро -, пиро және пирогидрометаллургиялық әдістер негізінде өндіріледі.

Осы немесе басқа әдісті таңдау алюминий бар минералдар мен боксит құрамындағы қоспалардың физикалық-химиялық қасиеттерімен анықталады.

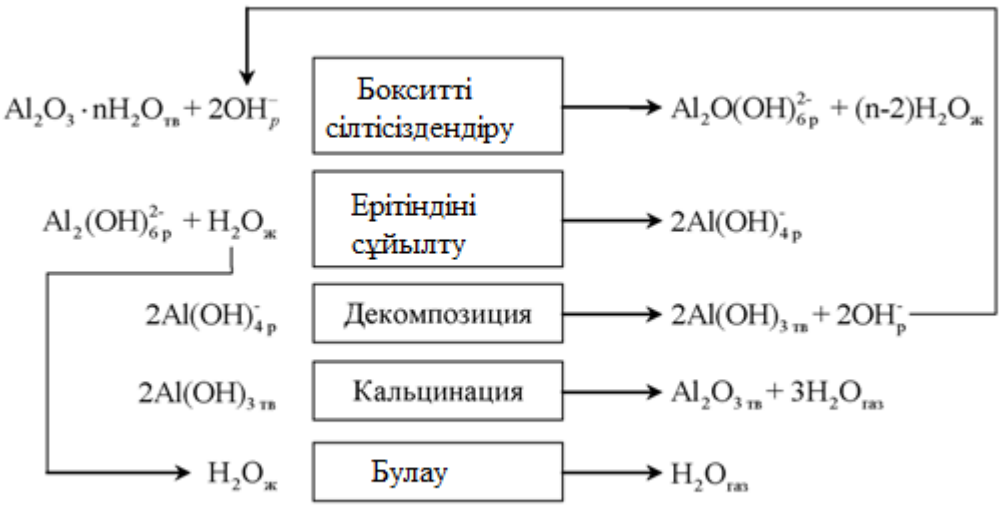
Өңделетін шикізаттың сапасына қарай саз топырақты алудың сілтілік тәсілдері үш топқа бөлінеді:

- гидрометаллургиялық тәсілдер немесе гидрохимиялық: Байер тәсілі (33-сурет); Пономарев-Сажиннің гидрохимиялық тәсілі; шикізатты химиялық байыту тәсілі;

- пирометаллургиялық тәсілдер: 2 - және 3-компоненттік шихта негізінде бокситтерді жентектеу тәсілі; 3 - және 4 компоненттік шихта негізінде Қызыл шламды жентектеу тәсілі; нефелиндерді жентектеу тәсілі; өздігінен шашылатын күйежентекді алу негізінде сілтісіз алюмосиликатты шикізатты жентектеу; шикізатты (бокситтер, алуниттер) алдын ала термиялық өңдеу);

- аралас тәсілдер: Байер-күйдіру тәсілі (параллель нұсқа); Байер-күйдіру тәсілі (бірізді нұсқа) (Қазақстан алюминийі АҚ); Байер-гидрохимиялық тәсілдер.

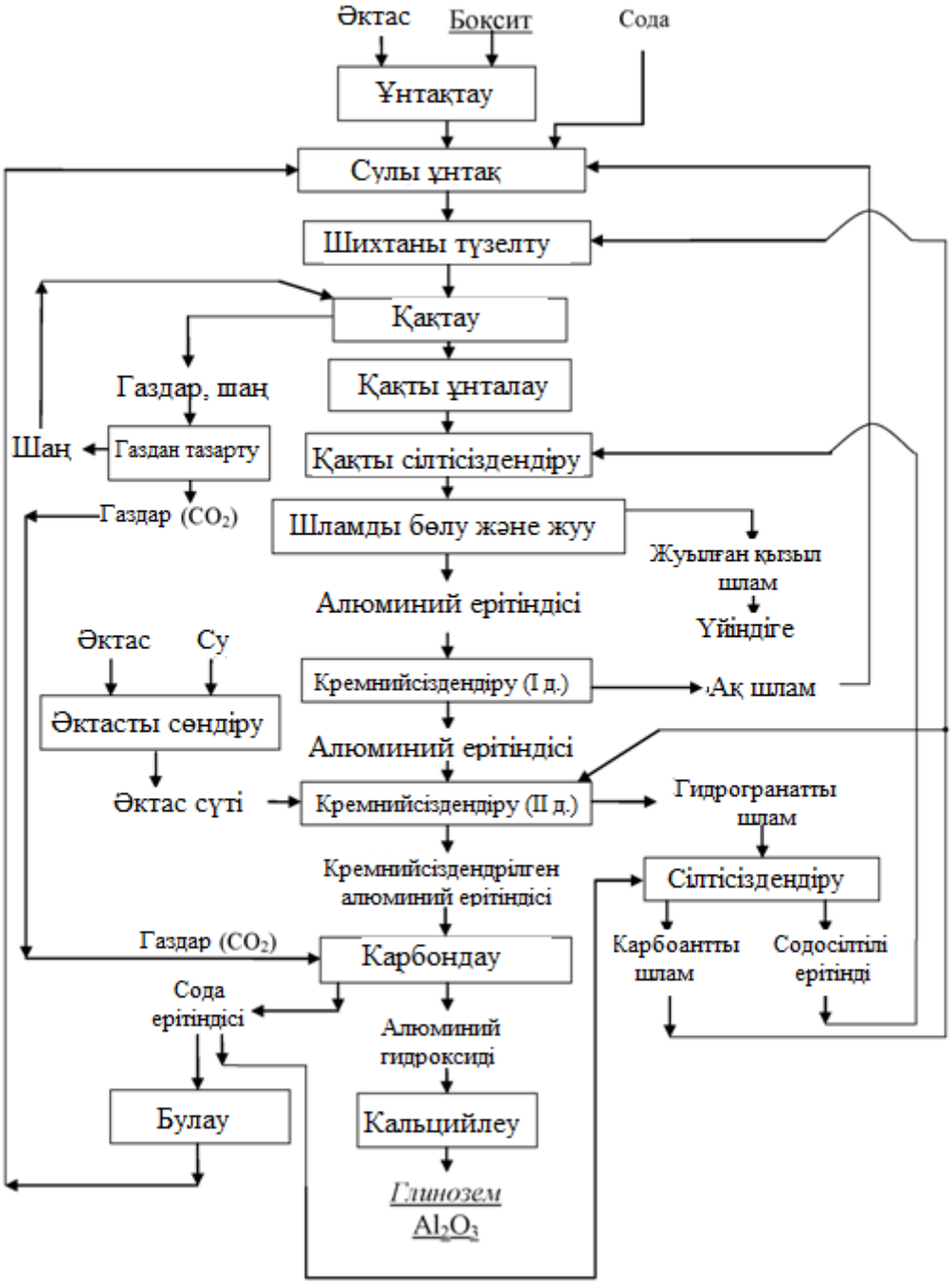
Химиялық белсенділігі бойынша құрамында алюминий бар минералдар рет-ретімен орналасады: гиббсит→ бемитит→, диаспор→ саз топырақ→ корунд.



33-сурет - Байер процесінің схемасы

Байер тәсілі бойынша саз топырақ өндіру кезінде (34-сурет) сілтілі-алюминатты ерітінділер технологиялық циклдің келесі бөліністерінен өтеді:

- шаймалау;
- сұйылту;
- қызыл шламды бөлу және жуу;
- декомпозиция;
- выпарка;
- кальцинация.



34-сурет - Байер әдісі бойынша бокситтерден саз топырақ өндірудің технологиялық схемасы

1931 жылы Ленинград қаласындағы алюминий ғылыми-зерттеу институтында әзірленген дымқыл шикіқұрамды күйдіру әдісі (35-сурет) құрғақ шикіқұрамды күйдіру әдісін ығыстырды. Саз топырақты дымқыл жентектеу әдісі бойынша Өндіру схемасы бойынша ұсақ ұнтақталған боксит, әктас, сода және айналым өнімдері жентектеу үшін мұқият араластырылады. Бұл жағдайда клинкер (күйежентек) пайда болады, онда суда оңай еритін натрий алюминаты, аз еритін екі кальцийлі силикат және гидролизге төзімді емес натрий ферриті болады.

Осы реакцияларға сәйкес боксит пен әктастың химиялық құрамын ескере отырып, зарядтауға арналған бастапқы материалдардың салмақтық қатынасы анықталады. Пештен шыққан күйежентек суды жатыр немесе кері сілтілі ерітіндімен шаймалауға жіберіледі. Белит шламын бөлгеннен кейін алынған алюминий ерітіндісі кремний оксидінің еріген массасын натрий гидроалюмосиликаты түрінде қатты фазаға шығару үшін кремнийден тазартылған алюминий ерітіндісі бақылау сүзгісіне жіберіледі, содан кейін карбонизация технологиясы бойынша көмірқышқыл газымен ыдырауға жіберіледі.

Алюминий ерітіндісі ағынының белгілі бір бөлігі ішінара карбонизацияға ұшырайды және алынған сілтілі ерітінді тұндырылған алюминий гидроксиді бөлінгеннен кейін күйежентекті шаймалауға жіберіледі. Алюминий ерітіндісінің көп бөлігі толық карбонизацияға ұшырайды, содан кейін алынған алюминий гидроксиді мен сода ерітіндісі бөлінеді.

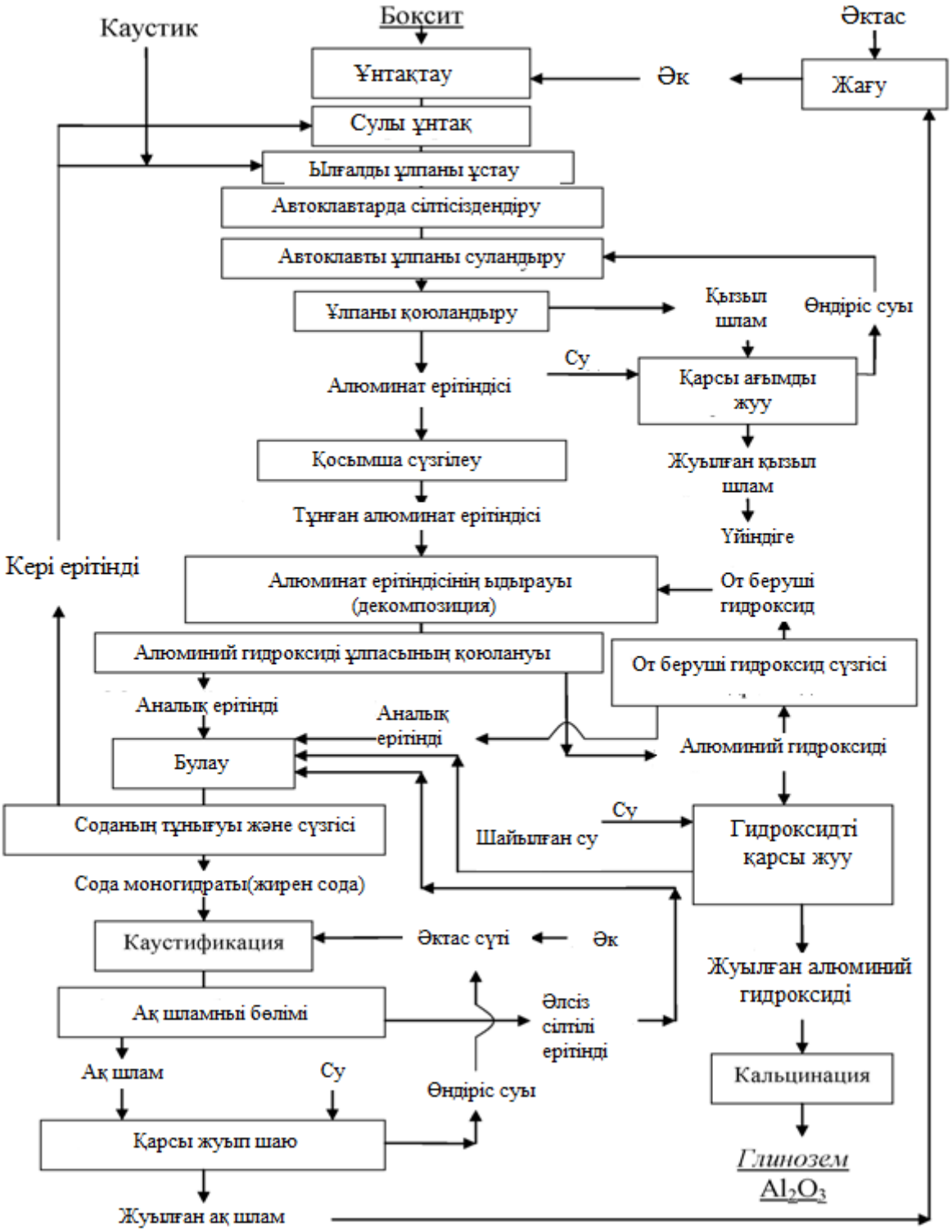
Гидрат кальцийлеуге жіберіледі, ал сода ерітіндісі сода кристалдануы үшін буланады. Сода сусыздандырылып, сілтілік шығындарды толық циклде толтыру үшін жаңа содамен бірге шикіқұрамға жіберіледі. Құрғақ зарядты пісіру әдісіне сәйкес сода ерітіндісі карбонизациядан содаға буланады. Ылғал шихтаны жентектеу құрғақ шихтаны жентектеуге қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие:

- шихтовка жеңілдетіледі, араластыруды қайта бөлу жоғалады;
- құрғақ ұнтақтаудың орнына, әдетте аз өнімді және бокситті кептіруді қажет етеді, дымқыл ұнтақтау қолданылады;
- кристалды сода бөлінгенге дейін жатырдың ерітіндісін буландыру, содан кейін оны сусыздандыру жоғалады;
- пісірумен қатар, зарядтан ылғал алынып тасталады, бұл булану станциясына жүктеменің бір бөлігін (немесе бүкіл жүктемені) алып тастайды;
- пештің жылу тиімділігі артып, шаңды кетіру азаяды;
- ылғал ұнтақтауға (шаңсыз) көшу арқылы еңбек жағдайлары жақсарады, зарядтың механикалық шығындары азаяды; материалдардың қозғалысы жеңілдетіледі: таспалар мен элеваторлар сорғылармен және целлюлоза құбырларымен ауыстырылады.

Бұл әдістің басты кемшілігі-пісіру пештерінің өнімділігін едәуір төмендету, себебі жылу зарядтан ылғалдың буланууына жұмсалады.

Дәйекті нұсқа жоғары кремнийлі бокситтерді өңдеуге жарамды және келесі артықшылықтарға ие:

- каустикалық сілтінің ысырабы соданың баламалы мөлшерімен толық немесе ішінара өтеледі;
- сілтілік ағынның өзгеруі кезінде саз топырақ толығымен алынады;
- бокситті өңдеуге қарағанда агломерация пештері әлдеқайда аз болуы керек, себебі саз топырақнің негізгі бөлігі Байер филиалына шығарылады, бұл агломерацияны бөлудегі материалдардың нақты жүк ағынын айтарлықтай азайтады.



35-сурет - Жентектеу тәсілі бойынша бокситтерден саз топырақ өндірудің технологиялық схемасы.

Олардың кемшіліктері:

- 1 т саз топырақге арналған үлкен күрделі шығындар;

- қызыл шламға айналу кейде одан дайындалған зарядты синтездеуді қиындатады. Бұл жағдайда бокситті тегістеу, тотықсыздандырғыштың қоспасына немесе басқа да белгілі әдістерге қолданылады.

Шикіқұрамды күйдіру кальцинация пештеріне ұқсас құбырлы айналмалы пештерде жүзеге асырылады. Кальцинация пештерінен айырмашылығы келесідей:

- пісіру пешінің диаметрі бүкіл ұзындығы бойынша бірдей, ал пештің калькуляциясында кеңейту аймағы болуы мүмкін;
- кальцийлеу пешіндегі алюминий гидроксиді бұрандалы қоректендіргішпен беріледі, ал пульпа пешке құю немесе целлюлоза саптамалары арқылы түседі.

Саз топырақты өндірудің аралас сілтілі әдісінде Байер әдісі агломерация әдісімен толықтырылады.

Осы нұсқаларды ұтымды пайдалану арқылы сіз төмен сапалы боксит шикізатынан тауарлық саз топырақты алу әдісіне қарағанда арзанырақ, ал кейбір өндірістерде Байер әдісіне қарағанда арзан болады.

Қышқылдық әдістердің кең практикалық қолданысы жоқ, себебі олардың сілтілермен салыстырғанда көптеген кемшіліктері бар, олардың негізгілері келесідей:

Ұқсас мақсаттағы сілтілікке төзімді құрылғыларға қарағанда бірнеше есе қымбат қышқылға төзімді материалдардан жабдық жасау қажеттілігі.

- қышқыл айналымын құруға үлкен шығындар;
- ерітінділерді тазалаудағы қиындықтар;
- тиісті дисперсті композицияның саз топырағын алу қиындықтары;
- электр пештері қолданылатын термиялық әдістер қайталама шикізатты өңдеу үшін қолданылады және пештен аз немесе аз кремнийге бай ферроқорытпа мен қожды бере отырып, шикіқұрамды қалпына келтіретін балқытуға негізделген, одан алюминий оксиді сілтілі әдістермен алынады.

«Байер-жентектеу» жүйелі нұсқасы бойынша саз топырақ өндірісінде (36, 37-сурет) карбонаттарды каустикалық сілтіге кері аудару үшін оларды кері сода түрінде Байер циклынан шығару және жентектеуді қайта бөлуде каустификациялау процесін жүргізу қажет.

Өндірістің осы нұсқасында технологиялық циклдің сілтілік қорын сақтау үшін сілтінің жоғалуын толтыру зарядқа қажетті мөлшерде жаңа кальцийленген сода енгізу арқылы жүзеге асырылады.

Целлюлоза тепе-теңдігі бұзылған жағдайда пирит пен сульфид түріндегі қызыл-қазан бокситіндегі күкірт қосылыстарының жоғарылауы натрий мен калий сульфаттарының балласты ағындарын қалыптастыру үшін сілтінің көбеюіне әкеледі және агломерация технологиясын едәуір қиындатады.

Сонымен қатар, технологиялық циклдегі күкірт қосылыстары фазалық түрлендірулерден өтеді, ал өндірістік ерітінділерде төменгі валенттілік күкірт қосылыстарының жинақталуымен өндірістік ерітінділерден цементтеу әдісімен галлий алу процесі едәуір күрделене түседі.

Краснооктябрь бокситтері, алюминий өндірісі үшін теріс барлық қоспалардан басқа, Торғай, аят және белин бокситтеріне қарағанда органикалық қосылыстардың көп мөлшерін қамтиды.

Органикалық көміртек – $C_{орг}$ Құмай концентрациясы бойынша анықталатын органикалық қоспалар бокситтерде негізінен битум және гуминді заттар түрінде болады. Зерттеулер нәтижесінде анықталған осындай өңдеудің барлық қиындықтарын мұқият зерттегеннен кейін, саз топырақ өндірісінің Байеров филиалында Краснооктябрь кен орнының бокситтерін өңдеу мүмкіндігін жүзеге асыру үшін.

Краснооктябрь бокситімен сульфаттар мен безді қосылыстардың технологиялық цикліне енгізуді азайту үшін бокситті байыту схемасы жасалып, енгізілді – бокситті ұнтақтау сатысында темір құмдарын шығару. Схеманың технологиялық құндылығы үлкен боксит қоспаларының балласты фракциясы жараның үйіндісіне тасталатындығында, олар технологияға зиянды өнімдерді қалыптастыру үшін сілтілі ерітіндіде реакция жасауға уақыт алады. Технологиялық циклге енетін бокситті ұнтақтау кезінде химиялық және минералогиялық құрамы бойынша әртүрлі фракциялар мөлшері бойынша ерекшеленеді.

Саз топырақ өндірісінің өнімдеріндегі fe_2o_3 мөлшері темір құмдардың шығарылуымен төмендейді: қызыл шламда – 20%, күйежентекте – 30%.

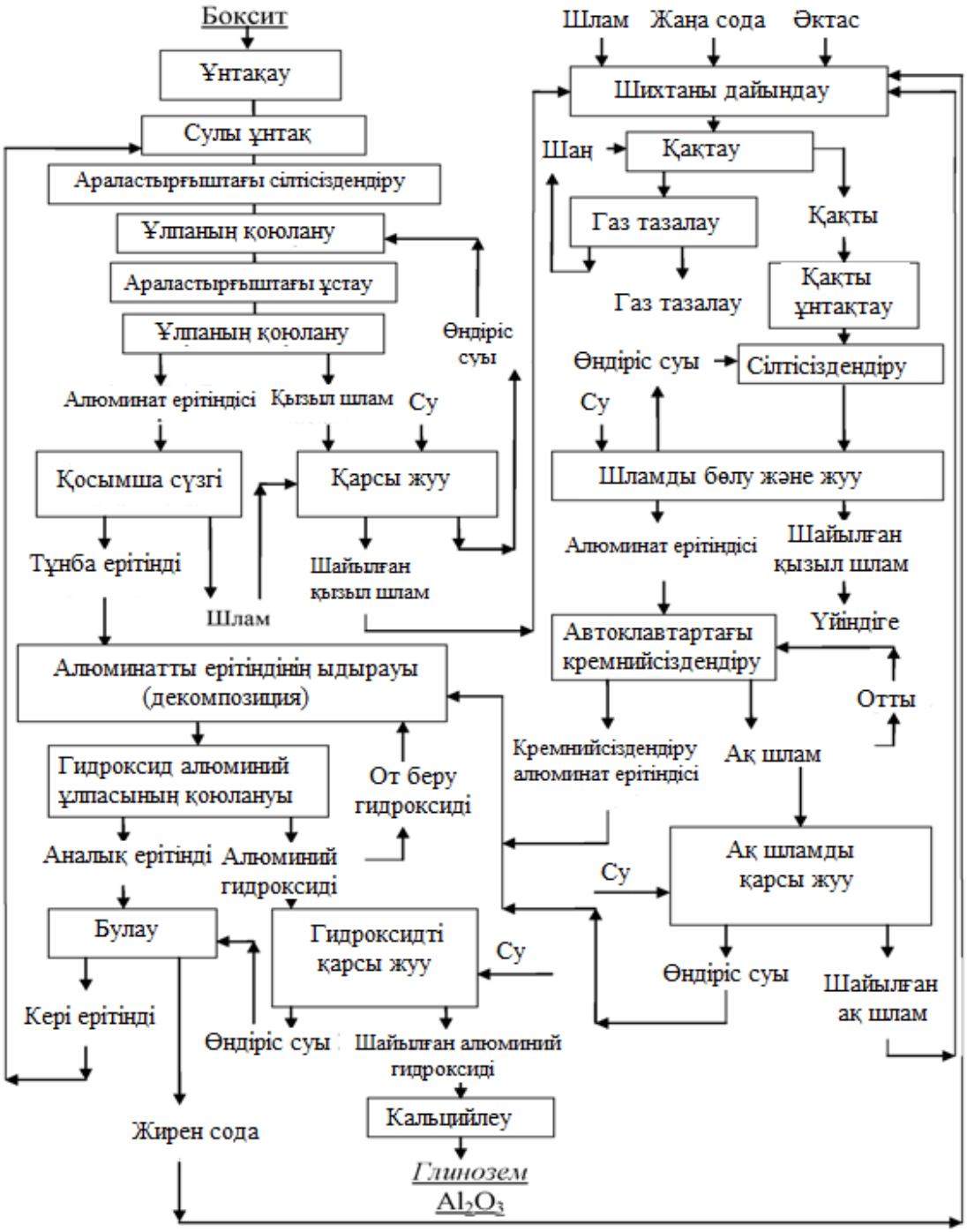
Бұл опцияның негізгі артықшылықтары:

1. Жоғары кремнийлі және аз кремнийлі бокситтердің бір зауытында өңдеу мүмкіндігі (біріншісі агломерация саласына, екіншісі Байер филиалына жіберіледі), бұл үлкен мәнге ие, себебі кез-келген кен орнында әдетте жоғары сапалы да, кремниймен байытылған бокситтер де кездеседі.

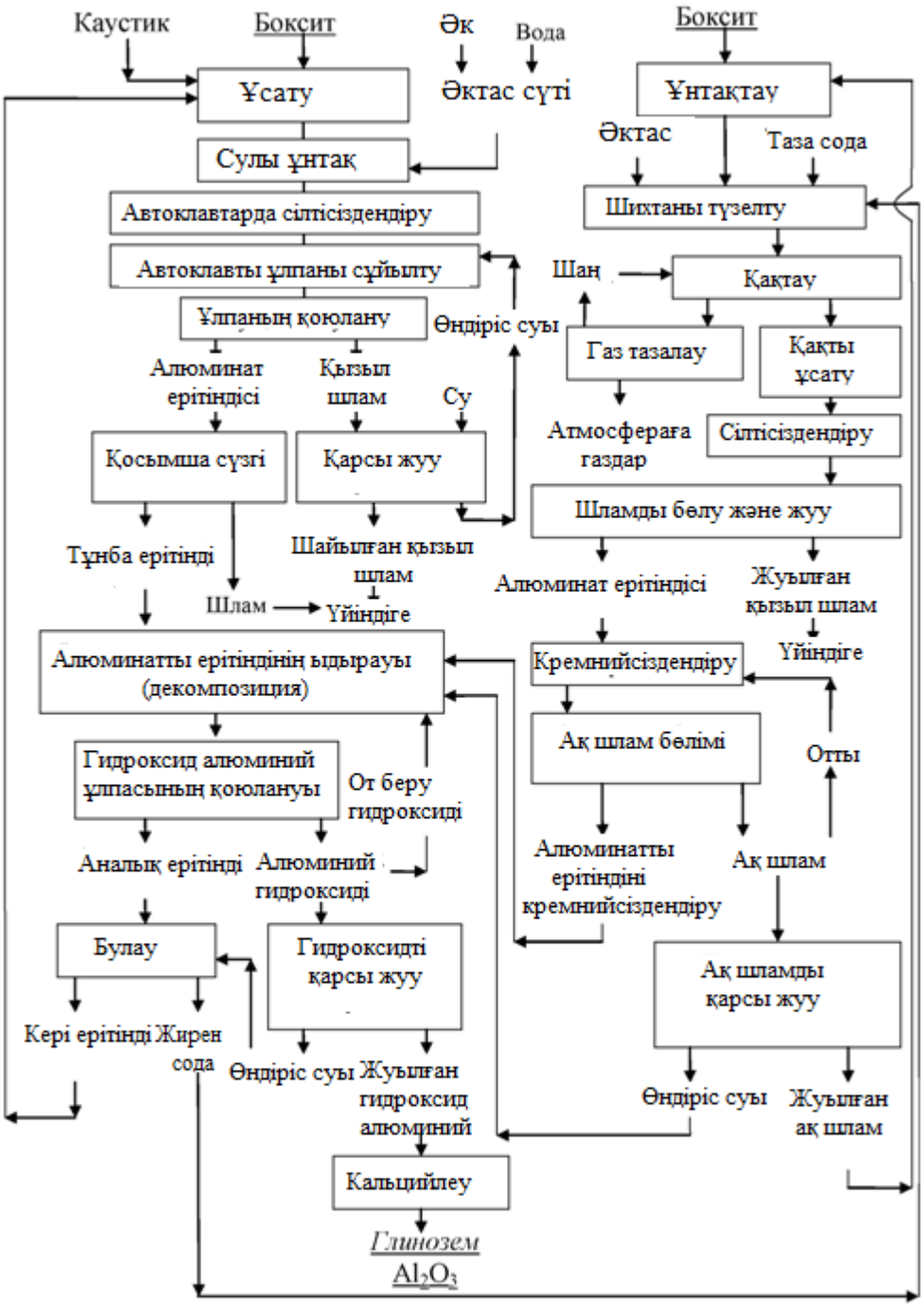
2. Байер циклiндегі сілтінің барлық шығындары сода арқылы өтеледі, ол бокситті синтездеу кезінде каустификацияланады, бұл саз топырақнің құнын төмендетеді.

3. Жатырдың ерітіндісін булау кезінде сода әкімен каустификация қажет емес; бұл карбонаттары бар бокситтерді өңдеу кезінде өте маңызды.

4.Буланған кезде пайда болатын сода моногидраты ("қызыл" сода) көптеген органикалық заттарды сіңіреді, олар пісіру пешінде толығымен күйіп кетеді және Байер бұтақтарының алюминий ерітінділері олардан тазартылады.



36-сурет - Тозаңды жентектеуге қайтара отырып, Байер-жентектеу тәсілі бойынша саз топырақ өндірудің технологиялық схемасы (бірізді нұсқа)



37-сурет - Байер-жентектеу тәсілі бойынша саз топырақ өндірудің технологиялық схемасы (параллель нұсқа)

Темір құмдардың шығарылу үлесінің жоғарылауымен шлам мөлшері азаяды. Құм шығарудың әр пайызы шлам коэффициентінің ~ 2% төмендеуіне тең. Темір құмдардың шығарылуымен агломерацияға түсетін шлам мөлшері азаяды. Осылайша, қоспалардың ~ 60% қоқысқа тастаумен темір құмдарды шығару схемасын енгізу сапасы төмен бокситтерді қайта өңдеу мәселесін шешіп қана қоймай, сонымен қатар байеровский мен спекулятивті қайта бөлудің өткізу қабілетін арттыру арқылы зауыттың қуатын арттыруға

мүмкіндік берді.

Темір құмдарды шығару технологиясы дымқыл боксит ұнтақтау сатысында жүзеге асырылатын келесі операцияларды қамтиды:

- ірі тартылған ұн;
- гидроциклондарда алынған қойыртпақты жіктеу;
- құм фракциясының кейінгі ұсақтау;
- айналымдағы ерітіндідегі құм фракциясын шаймалау.

Схеманың тиімділігін қамтамасыз ету үшін шар диірмендерін қайта құру жүргізілді, оларды темір құмдарды шығару технологиясына ең сәйкес келетін тегістеу денелеріне – шыбықтарға ауыстырды. Темір құмдарды қоқысқа тастамас бұрын жуу үшін шайылатын қабаттың тығыздығының сезімтал датчиктерін қолдана отырып, тік типтегі құрылғылар қолданылады, олар құмдардың баланстық түсірілуін басқарады

Нефелин шикізатының (концентраттар мен кендердің) негізгі құрамдас бөлігі – нефелин (Na, K)2o·Al2O_3·2sio_2.

Нефелиндерден Na_2CO_3, K_2CO_3, Al_2O_3, Ga және цемент алынады. Нефелиннің химиялық формуласынан көрініп тұрғандай, оның құрамына алюминаттар түзуге жеткілікті мөлшерде сілтілі металдар кіреді. Сондықтан, зарядты дайындау кезінде сіз теориялық тұрғыдан бір әктас қосумен шектеле аласыз. Іс жүзінде нефелин қоспасының құрамына нефелин, әктас, айналымдар және сілтілер жетіспеген кезде кері сода ерітіндісі кіреді (38-сурет). Күйежентек айналмалы барабанды немесе торлы тоңазытқыштарда ауамен салқындатылады және айналмалы сілтілі ерітіндіде шаймаланады, оны шарлы немесе өзекті диірмендерде ұнтақтаумен біріктіреді.

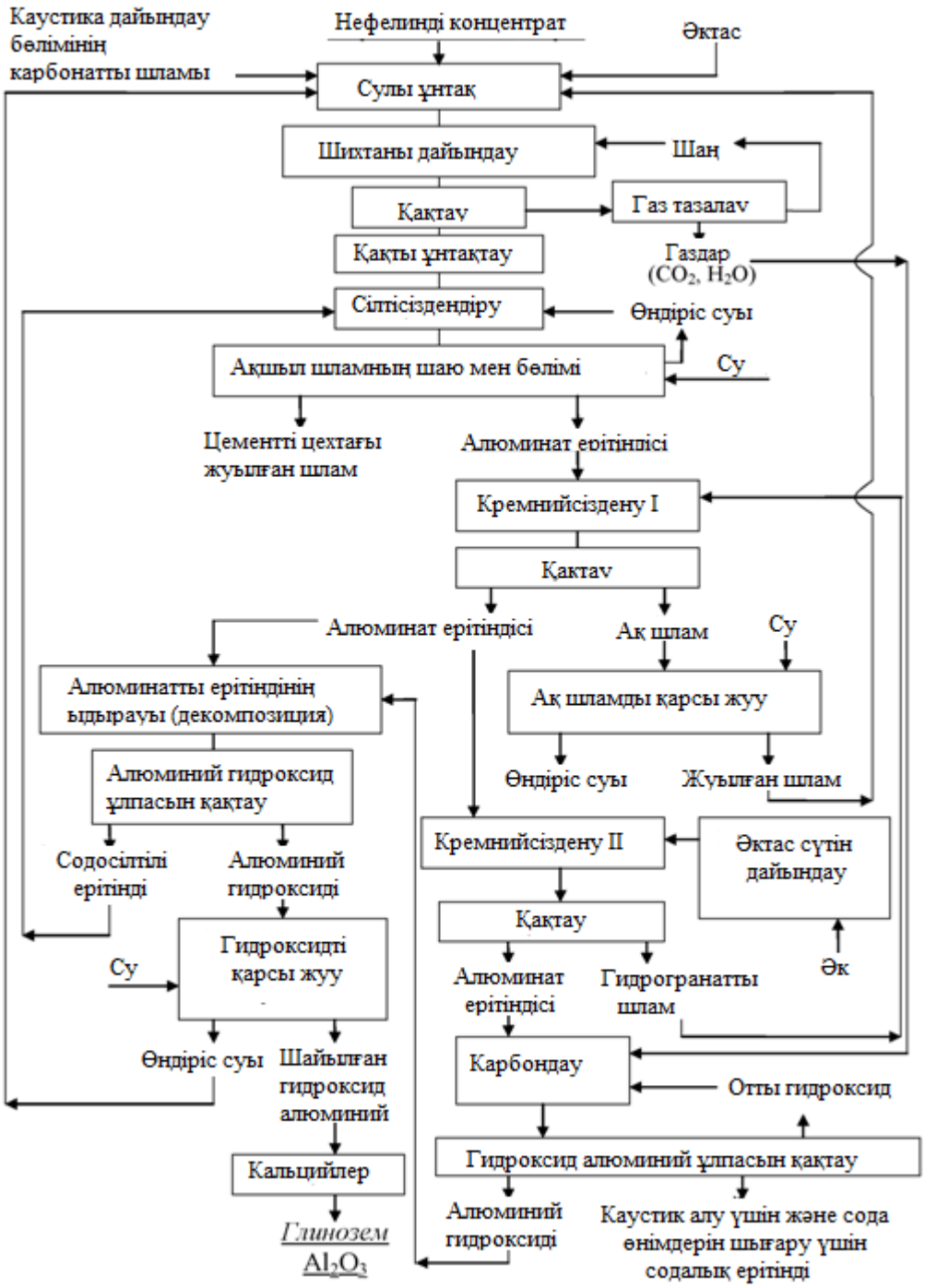
Нефелин шламдары алюминий ерітіндісінен және қалыңдатқыш сүзгілердегі жуу суларынан бөлінеді [20].

Қалғаны-белит шламы, цемент өндірісіне жіберіледі, онда оған Fe_2O_3 қосылады және пісіріледі. Алюминатты ерітінді (90 г/л Al_2O_3, ак = 1,45 / 1,55) бокситті жентектеу жағдайындағыдай қайта өңделеді. Алайда, карбонизациядан кейін жатырдың сода ерітіндісі айналымға алынбайды, бірақ калий (K_2CO_3) және сода күлі (Na_2CO_3) алу үшін сода цехына беріледі.

Нефелиндерден алынған барлық саз топырақ ГА8 және ГА85 маркаларына сәйкес келеді. Нефелиннен 1 тонна саз топырақ алуға арналған материалдар шығыны шамамен келесідей: 4 нефелин, 7 әктас, 0,1 әк, 1,5 шартты отын, 1000 кВт·сағ электр энергиясы. Саз топырақнің әр тоннасы үшін нефелинді өңдеу кезінде шамамен 1 тонна сода және 10 тоннаға дейін цемент алынады.

1.3.6 Магний металлургиясы

Магний шығару бойынша қуаттар сондай-ақ «ӨТМК» АҚ-та (Өскемен) бар. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының Статистика жөніндегі компаниясы мен агенттігі магний, титан шығару көлемін ашпайды.



38-сурет - Нефелинді әктаспен жентектеу тәсілі бойынша саз топырақ өндірудің технологиялық схемасы

Кәсіпорын шығаратын магнийдің негізгі көлемі ӨТМК-де кеуекті титан өндіру үшін қолданылады. Аз мөлшерде сатылатын магний (1-1,5 мың тонна) экспортқа сатылады (негізінен АҚШ-та). Кәсіпорынның есебіне сәйкес, өткізілген магнийден түскен табыс 2,5 млн. $ (2005 жылға 131,4%) немесе ӨТМК өнімін сатудың жалпы көлемінің 2,1% құрады.

Магний өндірісінің негізгі шикізаттары магнезит, доломит, карналлит және бишофит болып табылады. Магнезиттің негізгі компоненті-MgCO3, ал

доломит $CaCO_3$ * $MgCO_3$.

Карналлит-бұл табиғи магний және калий хлориді $MgCl_2 \cdot KCl$ * 6н$_2$о. Бишофит ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) карналлитті өңдеу арқылы алынады немесе тұзды көлдер мен теңіздердің суынан буланады. Қазіргі уақытта магний өндірісінің электролиттік әдісі ең көп таралған, электролиз процесінде Mg электролитке енгізілген $MgCl_2$ хлоридінен алынады. Осы әдіспен магний өндіру технологиясы үш кезеңнен тұрады: сусыз магний хлоридін алу $MgCl_2$, хлоридтен сұйық магний шығаратын электролиз, магнийді тазарту. Магний хлоридін алу үш жолмен жүзеге асырылады.

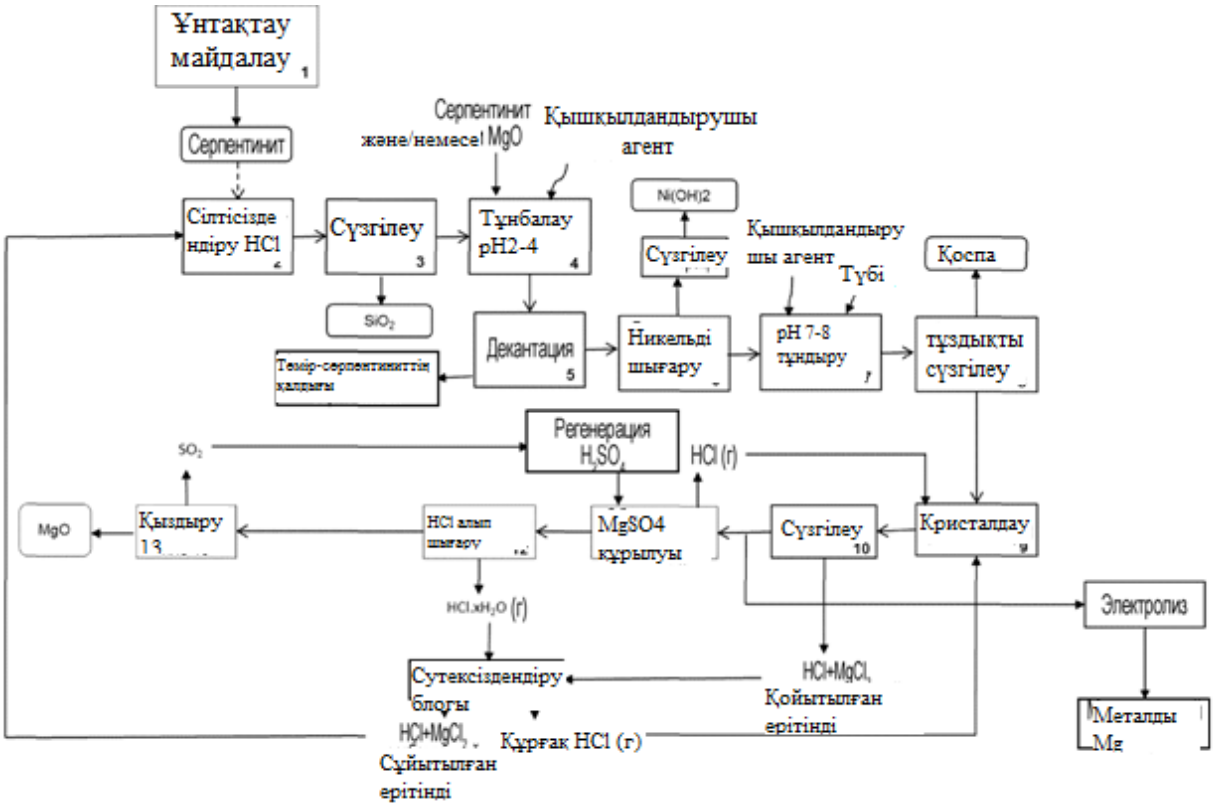
Бірінші әдіс – карналлиттің сусыздануы $MgCl_2$ * KCl * 6н$_2$о. Процесс екі кезеңде жүзеге асырылады. Біріншісі карналлитті құбырлы айналмалы пештерде немесе қайнаған қабат пештерінде қыздыру арқылы жүзеге асырылады. Екіншісі-негізінен балқыту камерасы бар хлоратор пештерінде, онда карналлит 550-600 °С температурада ериді; хлормен үрлеу арқылы қоспалар (MgO) $MgCl_2$ және балқытылған жинағыш (араластырғыш) берілетін екі хлорлау камерасы. Кейбір зауыттарда екінші кезең электрлік кедергі пештерінде жүзеге асырылады, онда карналлит ~500°С температурада ериді және араластырғышқа құйылады. Екі жағдайда да сұйық карналлит араластырғыштардан шелекке құйылады және электролиз цехына жеткізіледі. Сусыздандырылған карналлит құрамында, %: $MgCl_2$ 47-52; KCl 40-46; NaCl 5-8.

Магний хлоридін өндірудің екінші әдісі-магнезитті немесе магний оксидін хлорлау, магнезитті алдын-ала жағу арқылы алынады. Процесс шахталық электр пештерінде жүзеге асырылады. Фурмаларда магний оксиді хлорланады: $MgO + Cl_2 + C = MgCl_2 + CO$. Магний хлориді ериді және шұңқырда жиналады, ол мезгіл-мезгіл шелекке жіберіліп, электролиз цехына тасымалданады.

Үшінші әдіс-$ticl_4$-тен магний титанын қалпына келтіру процесінде жанама өнім ретінде $Mgcl_2$ алу. Бұл сұйық магний хлориді магний өндірісіне жіберіледі (Mg және титан әдетте бір кәсіпорында шығарылады). Магнийдің электролиттік өндірісі электролизерде жүзеге асырылады магнийді тазарту пештерде тұндыру, сублимация немесе электролиз арқылы жүзеге асырылады. Ең көп таралған бірінші әдіс-бұл ағынның қабаты астындағы қарсылық пештерінде магнийдің сақталуы. Бұл жағдайда балқымаға оралған электролит пен шлам бөлшектері тұндырылады (тұнбаға ауысады). Суды тазарту магнийді вакуумда 900 °С температурада буландыру арқылы жүзеге асырылады. Магнийді электролиттік тазарту алюминийді үш қабатты әдіспен тазартудың ұқсас процесіне ұқсас. Анодтың төменгі жағындағы электролизерде тазартылған магний қабаты, жоғары-электролит қабаты, ал оның үстінде катодта таза магний жиналады (39-сурет). Магний өндірудің термиялық әдістері С, Si немесе CaC_2 тотықсыздандырғыш ретінде қолданылады.

Олардың ішінде силикотермиялық әдіс оңайырақ, онда олар газ тәрізді отынмен жылытылатын электр пешіне орналастырылған хромоникельді ыстыққа төзімді болаттан жасалған арнайы реторттарды

қолданады. Шикізат ретінде $MgCO_3$ * $caco_3$ доломитін, ал ферросилиций кремнийін тотықсыздандырғыш ретінде қабылдаған дұрыс. Магний жоғары тазалықтан алынады.



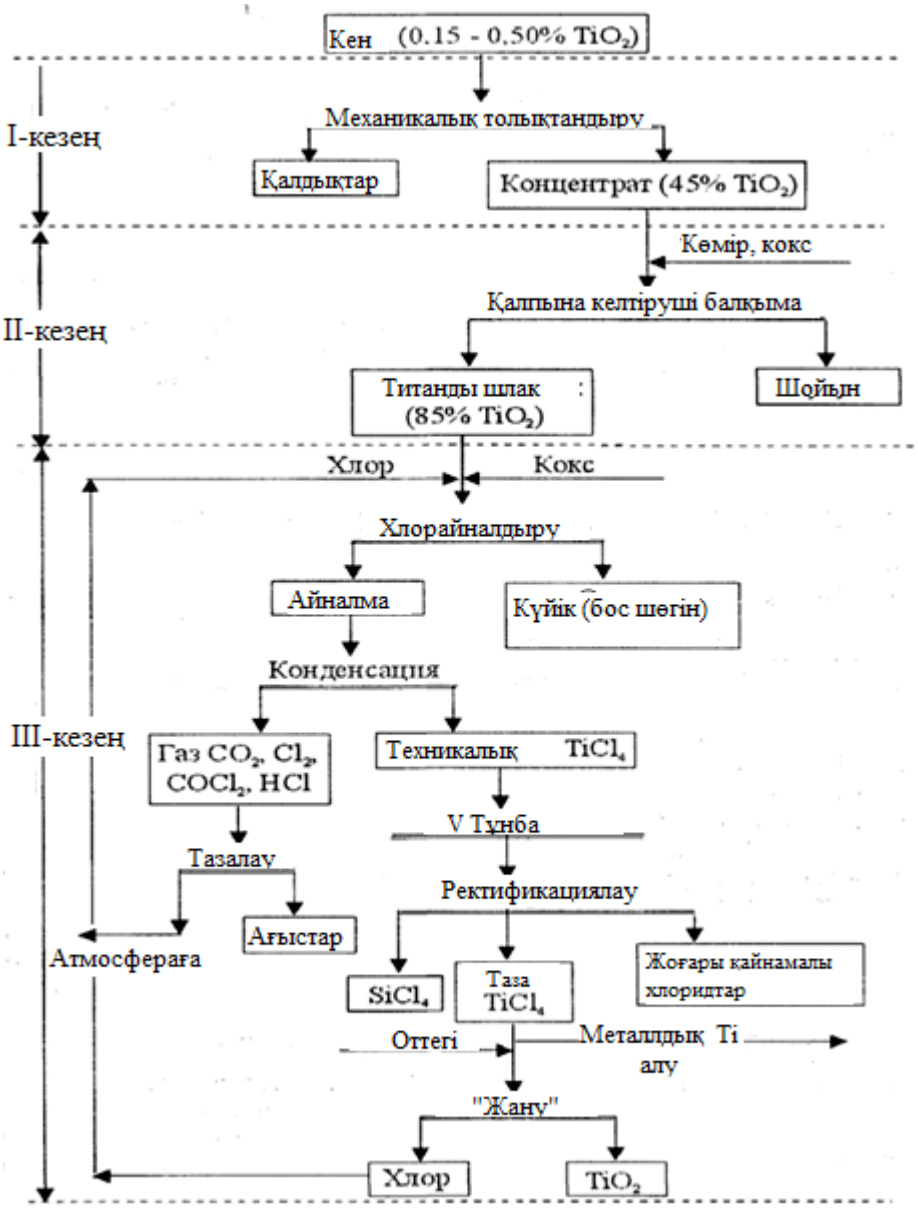
39-сурет - Магний өндірісінің технологиялық схемасы

1.3.7 Титан металлургиясы

Қазақстанда титанның аз қоры бар 7 циркон-рутил-ильменитті шөгінділер барланған. Сәтбаев (бұрынғы Бектеміров) кен орнын игеру басталды (Шығыс Қазақстан облысы), Обухов (Ақмола облысы) және Шоқаш (Ақтөбе облысы) кен орындарында жұмыстар жүргізілуде.

Сәтбаев кен орнында жылына 15 мың тонна ильменит концентратын шығаратын тау-кен байыту комбинатын салу жобасы іске асырылды. Титан губкасын шығару қуаттылығы «Өскемен титан-магний комбинаты» АҚ-та (ӨТМК) бар, оның шамамен 70% - ын Specialty Metals (Бельгия) компаниясы иеленеді.

ӨТМК соңғы уақытқа дейін Украина мен Канададан титан қожын алды, концентраттарды күйдіру цехын пайдалануға бергеннен кейін кәсіпорын украиналық кәсіпорындардың ильменит концентратын және Сәтбаев кен орнынан алынған өз шикізатын пайдаланады.



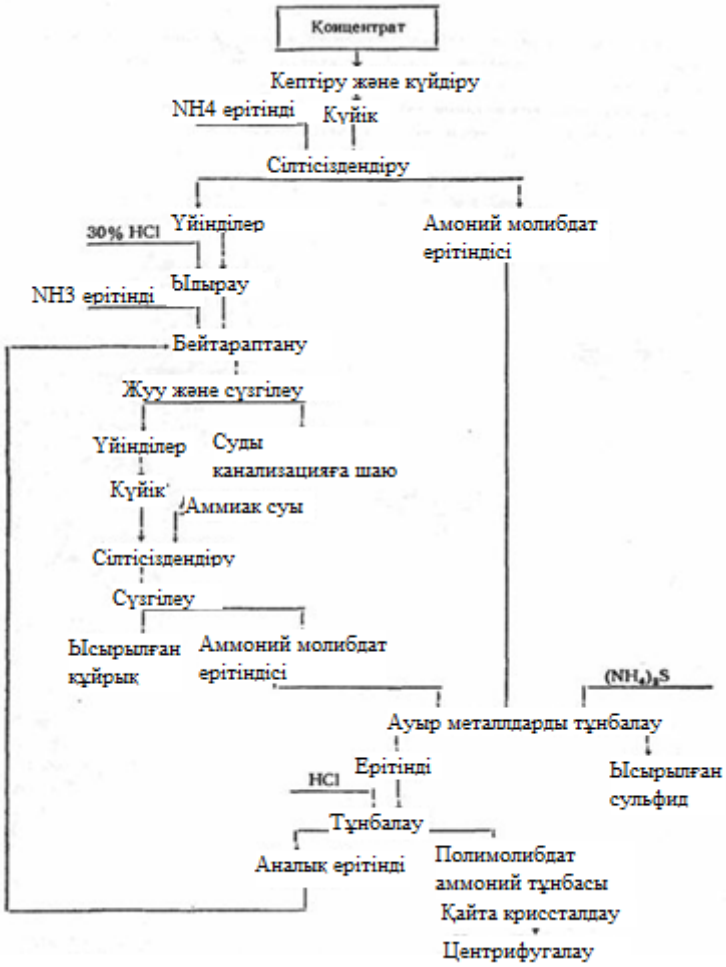
40-сурет - Титан өндірудің технологиялық схемасы

Өндірілген кеуекті титан толық экспортталады (АҚШ, Нидерланды, Ұлыбритания, Жапония және т.б. елдер), бұл ретте комбинат өнімін жөнелту негізінен ұзақ мерзімді шарттар бойынша (атап айтқанда, RMI Titanium Co компаниясымен) жүргізіледі.). UKTMK АҚШ титан губка нарығында 50% және әлемдік нарықта 20% үлесін алады деп бағаланады.

Ильменит концентратынан титан өндірудің технологиялық процесі (40-сурет) мынадай негізгі кезеңдерден тұрады: қалпына келтіру балқытпасымен титан қожын алу, титан қождарын хлорлау арқылы титан тетрахлоридін алу, тетрахлоридтен қалпына келтіру арқылы титан (губка, ұнтақ) өндіру. Ильменит концентратын қалпына келтіретін балқыту TiO_2-ны қожға айналдыруға және темір оксидтерін оларды азайту арқылы бөлуге бағытталған.

1.3.8 Сирек металдар металлургиясы

Молибден. Қазақстанның молибден қоры 30-дан астам кен орындарында шоғырланған, олар шамамен 1 млн т деңгейінде бағаланады. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында молибден кендерінің Шор (Семей облысы) және Қызылту-Сілеті (Ақмола облысы) кен орындарын игеру басталды. Өндірістің технологиялық схемасының мысалы 41-суретте көрсетілген.



41-сурет - Молибден өндірудің технологиялық схемасы

Бұл кен орындарын игеруді 2005 жылғы шілдеде «Қазатомөнеркәсіп» Ұлттық атом компаниясы (ҰАК) мен Eureka Mining (Ұлыбритания) компаниясы құрған «Моликен» ЖШС («Степногорск тау-кен химия комбинаты» ЖШС базасында) жүргізеді. Шор кен орнында компания 750 мың тоннаға дейін, Қызылту-Сілеті кен орнында 500 мың тоннаға дейін кен өндіруді және өңдеуді жоспарлап отыр. «Степногорск тау-кен химиялық комбинаты» ЖШС байыту фабрикасының бірінші кезегі жылына 1 мың т күйдірілген Молибден концентратын (Молибден оксиді) өндіру деңгейіне іске қосылды.

Кәсіпорынның жоспарында – Молибден өнімдерінің номенклатурасын кеңейту - аммоний парамолибдатын, ферромолибден (жылына 1,5 мың т) және металл Молибден шығару.

Сондай-ақ, «Қазақмыс» компаниясы Бозшакөл мыс-молибден кен орнын игеруді көздеп отыр.

Вольфрам Қазақстан вольфрам қоры 12 кен орнында шоғырланған, олар 2 млн. т WO_3 деңгейінде бағаланады. Құрамында вольфрам бар концентратты өндіруді Қараоба және Ақшатау кен орындарын игерген Ақшатау КБК (Қарағанды облысы) жүзеге асырды. Ақшатау КБК қуаттылығы концентраттағы шамамен 1 мың т WO_3 құрады. Құрамында вольфрам бар кенді өндіру кенішімен жүргізілді. Жамбыл. 2010 ж. Ақшатау КБК заңды тұлға ретінде жойылды, вольфрам концентратын өндіру тоқтатылды.

2005 ж. Жамбыл «Қараоба-2005» ЖШС вольфрам концентратын алумен техногендік қалдықтарды байыту бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік қондырғының құрылысын жүзеге асырды. Кәсіпорын құрамында WO_3 – 66,7% вольфрам концентратының аз мөлшерін шығарады. «Солтүстік Қатпар» ЖШС аттас вольфрам кен орнында (Қарағанды облысы) тау-кен байыту кешенін салуды жоспарлап отыр.

Ниобий. 1958 жылы пайдалануға берілген Ертіс химия-металлургия зауыты (ЕХМЗ, Шығыс Қазақстан облысы) металл ниобийін шығару жөніндегі қуатқа ие. Ниобий шығару үшін кәсіпорын импорттық шикізатты (Бразилиядан, Ресейден, Қытайдан) пайдаланады, сондай-ақ Үлбі металлургия зауытынан құрамында ниобий бар қайталама шикізатты қайта өңдейді.

Бағалау бойынша ниобий бойынша ЕХМЗ қуаты (штабиктер, құймалар, ұнтақтар) жылына 120-180 т құрайды. Алынатын ниобий өнімдері экспортқа - Қытайға, АҚШ-қа, Германияға және т.б. елдерге жеткізіледі. «Қазатомөнеркәсіп» ұлттық компаниясының құрамына кіретін «Үлбі металлургия зауыты» АҚ (Өскемен) құрамында 98,8% бар ниобий құймасынан, прокаттан (шыбықтар, табақтар, сымдар және т.б.), чиптерден, титан мен цирконий қосылған ниобий қорытпаларынан, ниобий ұнтағынан түрлі өнімдер шығарады. Соңғы уақытқа дейін феррониобия өндірісі де жүзеге асырылды.

Тантал. Қазақстанда құрамында тантал (Бакенное, Белогорское, Юбилейное және т.б.) бар кешенді кендердің бірнеше ұсақ кен орындары бар. Құрамында тантал бар концентратты (тантал бес тотығының 30%-на дейін) ала отырып, оларды әзірлеуді 90-шы жылдардың ортасына дейін Белогорский КБК жүзеге асырды.

Құрамында тантал бар концентратты тұтынушы Ертіс химия-металлургия зауыты және Үлбі металлургия зауыты болды.

Ертіс химия-металлургия зауыты (Шығыс Қазақстан облысы) калий фтортанталатын шығаратын қуатқа ие. «Үлбі металлургия зауыты» АҚ ТМД аумағындағы металл танталдың басты өндірушісі болып табылады. Соңғы уақытқа дейін ҮМЗ-да құрамында тантал бар өнімдерді өндіру үшін шикізат Ресейден құрамында тантал бар шикізат болып келді, соңғы жылдары ол Африка, АҚШ, Германия елдерінен импортталады.

Кәсіпорын тантал құймаларын (тазалықтың әртүрлі дәрежелері),

сондай – ақ прокаттың әртүрлі түрлерін-тілімдер, таспалар, фольга, табақтар, дискілер, шыбықтар, сымдар шығарады. Сонымен қатар, тантал ұнтақтарының әртүрлі түрлері шығарылады. Вольфрам және иттрийі бар тантал қорытпаларының құймаларын, сондай-ақ олардан жасалған бұйымдарды вакуумдық балқыту әдісімен шығару жолға қойылған. Кәсіпорын жоғары технологиялық өнімдердің (ұнтақтар, сымдар) үлесін ұлғайтуды жоспарлап отыр.

Цирконий. Циркон концентратын шығару бойынша қуаттар жақында «Қазхром» корпорациясының Ақтөбе ферроқорытпа зауытында жасалды. 2004 жылы Шоқаш кен орнының (Ақтөбе облысы) титан-цирконийлі шөгінділерінен Шоқаш тәжірибелік байыту фабрикасында алынатын қара концентратты қайта өңдеу цехы іске қосылды.

Іске қосылған цехтың қуаттылығы жылына шамамен 7 мың тонна циркон концентратын құрайды. Қазақстандағы ЖСМ мен қосылыстардың жалғыз өндірушісі 1999 жылы Ертіс химия-металлургия зауытының (Первомай кенті, Шемонаиха ауданы, Шығыс Қазақстан облысы) сирек жер өндірісі негізінде құрылған «Ертіс сирек жер компаниясы» ЖШС (ИРЗК) болып табылады.

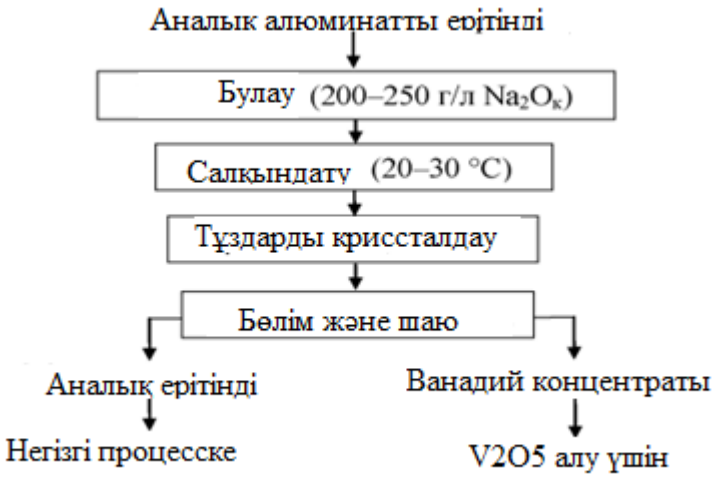
IBS-тің негізгі өнімі-церий мен лантан қосылыстары. Кәсіпорын сирек кездесетін шикізатты Ресей мен Қытайдан импорттайды. Болашақта компания өнімнің едәуір бөлігін Ресейге экспорттайды, жеткізілім көлемі 600-800 тонна деңгейінде. Негізінен Ресейдің мұнай-химия зауыттарында катализатор ретінде қолданылатын RSM нитрат ерітіндісі жеткізіледі.

Рений. Рений өнімдерін ТМД-да негізгі өндіруші «Жезқазғансирекмет» республикалық мемлекеттік кәсіпорны (РМК) болып табылады. Ол «Жезқазғанредмет» АҚ базасында 1995 жылғы қыркүйекте ҚР Үкіметінің қаулысымен сирек кездесетін және асыл металдарды өндіру саласындағы республиканың стратегиялық және экономикалық мүдделерін қорғау мақсатында құрылды. Кәсіпорынның негізгі өнімі-аммоний перренаты. Кәсіпорынның қуаты аммоний перренатында 10-12 т рений деңгейінде бағаланады. Барлық дерлік өнімдер АҚШ, Еуропа және Оңтүстік-Шығыс Азия елдеріне экспортталады. Сондай-ақ аммоний перренатын шығару бойынша «Южполиметалл» АҚ (Шымкент) қуаты аз. 2000 жылдардың басында кәсіпорында қорғасын өндірісінің шаңынан рений алу қондырғысы іске қосылды.

Кәсіпорынның мәліметінше, Южполиметалл ренийді аммоний перренатында 246 кг-ға дейін шығарды.

Галлий. Қазақстандағы металл галлийінің жалғыз өндірушісі "Қазақстан алюминийі"АҚ болып табылады. Кәсіпорын оны жылына 25 тонна шығару бойынша қуатқа ие және осы көрсеткіш бойынша ТМД-да көшбасшы болып табылады. «Қазақстан алюминийі» АҚ есебіне сәйкес өндіріс құрылымында галлийдің үлесі – 3,2% - ды құрады. Кәсіпорын таза галлий (99,9999% – 6N) шығарады, өндірістің барлық көлемі экспортқа шығарылады (негізінен Жапонияға).

Ванадий концентратын Байер тәсілінің ерітінділерінен бөлу (42-сурет)**.**



42-сурет - Ванадий тұзын алу схемасы

Боксит құрамындағы ванадий, фосфор, фтор және т.б. қосылыстарының қоспалары шикізатты сілтісіздендіргеннен кейін алюминий ерітіндісіне ауысады. Ыдырау процесінде осы қоспалардың бір бөлігі сілтілік тұздар түрінде алюминий гидроксидімен қосылып, оны ластайды, содан кейін саз топырақ. Ванадий мен фосфор саз топырақтағі зиянды қоспалар болып табылады және олардың мөлшерін қатаң реттеу керек.

Висмут. Қазақстан Республикасының аумағында металл висмут шығару жөніндегі қуаттар «Южполиметалл» ЖАҚ-та (Шымкент) бар. Кәсіпорынның мәліметтері бойынша, олар жылына 500 тоннаны құрайды, бұл мүмкін 1000 тоннаға дейін артады. Кәсіпорын ви-1 және Ви-2 маркалы металл висмут шығарады, тазалығы жоғары висмут (ви-00, Ви-000, Ви-0000 маркалары), сондай-ақ висмут оксихлориді, тазалығы жоғары висмут тотығы түріндегі висмут тұздарын алу технологиясы әзірленді. Өндірілген металл висмут Бельгия, Германия және АҚШ-қа экспортталады. Бериллий. Бериллий өнімін шығару бойынша қуаттар «Үлбі металлургия зауыты» АҚ-та (Шығыс Қазақстан Облысы) бар.

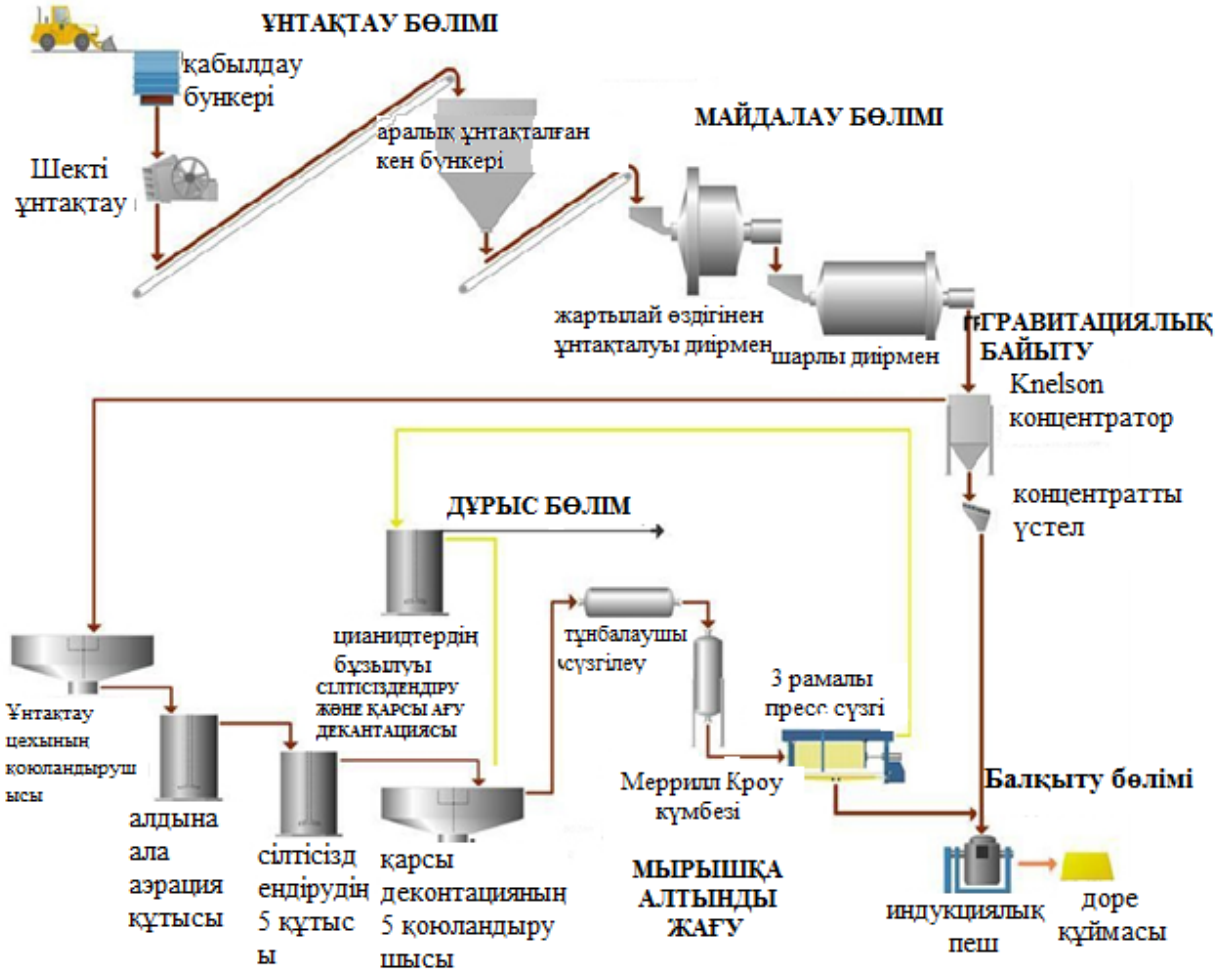
1997 жылдан бастап «ҮМЗ» АҚ «Қазатомөнеркәсіп» ұлттық компаниясының құрамына кіреді. Зауыт бериллий өнімдерін 1950 жылдардың басында шығара бастады. Кәсіпорын түрлі тазалау дәрежесіндегі бериллий металын, бериллий ұнтақтарын, бериллий қоласын, лигатураларды (мыс-бериллий, алюминий-бериллий және т.б.), бериллий оксиді негізіндегі қыш бұйымдарын шығарады. Кәсіпорынның есептеріне сәйкес бериллий өнімін сатудың жалпы көлеміндегі үлесі – 16,7%.

Бериллий өнімі негізінен АҚШ, Еуропа елдері, Қытай, Жапония, Ресейге экспортталады.

1.3.9 Асыл металдар металлургиясы

Алтын. Қазақстанның барланған алтын қорлары 1700 т (әлемдік қорлардың 4%) деңгейінде бағаланады, осы көрсеткіш бойынша республика ОАР, АҚШ, Австралия, Ресей, Канада, Өзбекстан және Индонезиядан кейін әлемде 7-орын алады. Қазіргі уақытта Қазақстанда 199 өнеркәсіптік алтын

кен орындары барланған, іс жүзінде елдің барлық өңірлерінде, оның ішінде 127 байырғы кен орны, 40 кешенді, 32 сусымалы. Қорлардың негізгі үлесі мыс және полиметалл кен орындарының кендеріне тиесілі (68%). Алтын кен орындарының ішіндегі ең ірілері - Васильковское (барланған қоры – 360 т алтын) және Бақыршық (277 т). Қазақстанда алтын өндіру жылына 21,4 тоннаны құрайды. Алтын алу схемасы 43-суретте көрсетілген.



Сурет 43 - Алтын өндіру технологиясы

Күміс. Қазақстанның күміс қоры 100-ден астам кен орындарында барланған, бұл ретте негізгі үлесі (шамамен 60%) полиметалл (мыс-қорғасын-мырыш) кен орындарына тиесілі. Бұл кен орындарының кендеріндегі күміс мөлшері 40-тан 100 г/т-ға дейін.

Республиканың күміс қорының 25%-ға жуығы мыс құмтас кен орындарында (Жезқазған және т. б.) шоғырланған, онда күмістің мөлшері 10-20 г/т құрайды.

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

Полиметалл және мыс кендерін байыту кезінде күміс мыс, мырыш

және қорғасын концентраттарына алынады. «Қазақмыс» компаниясының еншілес ұйымдары – «Жезқазғантүстімет» ӨБ және «Балқаштүстімет» ӨБ металлургиялық циклінде мыс концентраттарын одан әрі қайта өңдеу кезінде күмістің негізгі көлемі мыс еэлектролитті шламдарда шоғырланады. Шламдардан күміс алу 1997 жылы пайдалануға берілген «Балқаштүстімет» ӨБ аффинаж зауытында жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта зауыттың қуаттылығы 1000 тонна күмісті құрайды. Қазақстан Республикасы Статистика агенттігінің деректеріне сәйкес, 2007 жылы тазартылған күміс шығару шамамен 591 тоннаны (өткен жылға қарағанда 88,1%) құрады.

«Қазмырыш» компаниясының Өскемен қорғасын-мырыш комбинатында қорғасын концентраттарын өңдеу кезінде күміс қорғасынды тазарту өнімдерінен алынады. Күмісті аффинаждау 1993 жылы пайдалануға берілген зауытта жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта зауыттың қуаттылығы 1000 тонна күмісті құрайды. Қазақстан Республикасы Статистика агенттігінің деректеріне сәйкес тазартылған күміс шығару шамамен 115 т құрады (өткен жылға қарағанда 91,6%).

1.3.10 Қайталама шикізатты қайта өңдеу әдістері

Қазіргі уақытта құрамында асыл металдар (тұрмыстық және техникалық сынықтар, тегістеу ұнтақтары, металлургиялық қож және т.б.) бар қалдықтардың дәстүрлі түрлерімен қатар органикалық полимерлердің, керамиканың, әйнектің және ауыр түсті металдардың (Ni, Co, Sn, Zn, Cu, Pb және т. б.) өсіп келе жатқан үлесімен сипатталатын қайталама материалдардың едәуір мөлшерін өңдейді [1-2].

Асыл металдарды үнемдеу мақсатында оларды арнайы қорытпаларда басқа металдармен алмастыруды кеңінен қолданады, қаптаманың қалыңдығы азайтылған өнімдер шығарады және электроникада асыл металдарды тұтынуды күрт төмендетеді (электронды блоктардың миниатюралануына байланысты). Осылайша, қайта өңдеуге түсетін қайталама материалдар асыл металдардың құрамы бойынша кедей бола бастайды, ал шикізат құрамының көлемі мен күрделілігі артады [4].

Осыған байланысты қазіргі уақытта қайталама шикізатты байытудың әртүрлі әдістері, сондай - ақ алынған концентраттарды өңдеудің кешенді пиро-және гидрометаллургиялық әдістері тексерілуде және енгізілуде [5-6]. Құрамында асыл металдар бар қайталама шикізат қалдықтарды өңдеудің барлық сатыларында және бұйымдар мен материалдарды қолданудың барлық салаларында жинақталады.

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте барлық тұтынылатын күмістің 96% - ы қолданылады [12-13].

1.3.11 Зертханалық практикум [3]

1.Салмағы 60 кг мыс пен мырыш қорытпасында 40% мыс бар. Қорытпада оның концентрациясы 80% жетуі үшін қанша мырыш қосу керек [3].

Шешім:

60 кг – 100% қорытпа;
X кг-40% мыс;
X (Си)= 60·40/100=24 кг.

60-24=36 кг – мырыштың массасы.

24кг-20% (Си);
Y кг – 100% қорытпа;
Y=100 * 24/20=120 кг – қорытпаның салмағы.

120-24 = 96 кг – мырыштың массасы.
96-36=60 кг – 80% концентрацияға жету үшін қосылған мырыштың массасы

2-ші әдіс:
Иеміз:

(60+x)·0,8=36+x
48+0,8x=36+x
x=60 кг мырыш қосу керек.

Жауап: 60 килограмм мырыш

2. Келесі құрамдағы мыс шыбықтың ұтымды құрамын есептеңіз: Cu – 40% , Fe – 32,68%, S – 24,3 %, O_2-3,02%. Рационалды құрамы штейн Cu_2S, FeS , Fe_3O_4, O_2 [3].

Шешім: біз 100 кг үшін есептеуді жүргіземіз

Cu_2S $\overset{40\ x}{\underset{128\ 32}{}}$ x=32·40/128=10кг анықтаңыз.

Cu_2S-де күкірт 10 кг, содан кейін FeS-те 24,3-10=14,3 кг қалады.

FeS $\overset{X\ 14,3}{\underset{56\ 32}{}}$ x=14,3·56/32=25,025 кг анықтаңыз.

Жалпы темір 32,68 Fe_3O_4 32,68-25,025=7,655 кг дегенді білдіреді.

Fe_3O_4 $\overset{7,655\ x}{\underset{56\cdot3\ 64}{}}$ x=анықтаңыз 7,655·64/56·3=2,92 кг.

Оттегі тек 3,02: Fe_3O_4-те 2,92-0,1 кг қалады.
Есеп айырысу бойынша құрамыз таблицу11.

11-кесте - Мыс Штейннің ұтымды құрамы

Қосылыстар	Cu	Fe	S	O_2	Барлығы
Cu_2S	40		10		50
Fe_3O_4		7,655		2,92	10,575
FeS		25,025	14,3		39,325
O_2				0,1	0,1
Қорытынды	40	32,68	24,3	3,02	100

3. Пеште 15% мыс, 16% күкірт және 23% темір бар отты балқытады, Штейннің қанша және қандай құрамы алынатынын есептеңіз [3].

Берілген: күйік құрамы: Cu -15%, S -16% Fe -23%

Әдеби деректерге сүйенсек, мысты штейннен алу – 94% және Д (күкіртсіздендіру дәрежесі) – 64 %. Есептеулер 100 тоннаға жүргізіледі.
100 тонна тұқылда-15% мыс, содан кейін тұқылдағы мыс массасы 15 т. 94% алуды ескере отырып, біз штейндегі мыс массасын есептейміз

15 т-100%;
X-94 %;
X = 14,1 т.

Күкіртсіздендіру дәрежесі бойынша біз штейндегі күкірт құрамын анықтаймыз: B100t күйік – 16% күкірт, содан кейін күкірт массасы =16 т.
$D=S_{выг}$ формуласы бойынша./ $S_{исх}\cdot 100$ күйдірілген күкіртті есептейміз: 64=x/16·100; x=10,24 т.

Содан кейін штейнде күкірт 16-10,24=5,76 т қалды. Мостовичтің ережесін біле отырып, штейндегі күкірт әрқашан 25% Штейннің массасын есептейді

5,76 – 25%
M дана-100%;
M Дана=5,76 * 100/25=23,04 т.

Есептеулер бойынша біз 12-кестені құрамыз.

12-кесте - Штейннің құрамы мен саны

Құрауыш	Салмағы, кг	%
Мыс	14,1	61,2
Темір	3,02	13,1
Күкірт	5,76	25
Оттегі	0,16	0,7
Қорытынды	23,04	100

4. Екі қорытпа берілген. Біріншісінің салмағы 5 кг және құрамында 70% мырыш бар. Екіншісінің салмағы 3 кг және құрамында 80% мырыш бар. Екі қорытпаны біріктірген кезде мырыштың пайызын анықтаңыз [3].

Шешім: 5kg-100% қорытпасы

Х кг-70% мырыш, сондықтан Х=5·70/100 = 3,5 кг – бірінші қорытпадағы мырыштың салмағы.

3 кг – 100% қорытпа.

Кг-да-мырыштың 80%, сондықтан У=3·80/100=2,4 кг – екінші қорытпадағы мырыштың салмағы.

3,5 + 2,4=5,9 кг – мырыштың жалпы салмағы

5,9 кг Zn – Z % мырыш;
8 кг қорытпа – 100%,
осыдан Z = 5,9 * 100/8 = 73,7% мырыш.

Жауап: екі қорытпаны біріктірген кезде мырыштың пайызы 73,7% құрайды.

5. Мыс-кадмий тазартуға мыс-0,9 г/л, кадмий-0,4 г/л бар мырыш сульфатының тәулігіне 3500 м^3 ерітіндісі түседі. Артық мырыш шаңы-2. Мырыш шаңының шығынын анықтаңыз [19].

Шешім 3500м^3 – 35000000 литр, егер 1 литр мыс 0,9 г/л болса, онда

1л - 0,9 г/л;
35000000 л-х;
х = 35000000·0,9/1=315000000 г=31500 кг.

егер кадмийдің 1 литрі 0,4 г/л болса, онда

1л - 0,4 г/л;
35000000 л-х;
х=35000000·0,4/1=14000000 г=14000 кг.

Алмастыру реакциялары бойынша

31500 x
CuSO4 + Zn=ZnSO4+Cu x=31500·65,4/160=12875 кг.
160 65,4

14000x
CdSO4 + Zn=ZnSO4 + Cd x=14000·65,4/208=4401,9 кг.
208 65,4

Мырыш шаңының қосындысында 12875+4401,9=17277,5 кг қажет болады, 2 есе артық 17277,5·2=34555 кг.

6. Штейннің құрамы мен шығуын есептеу. Құрамында 100 кг мыс концентраты балқытылады делік,%: Cu – 12; Zn – 1,5; Fe – 35,5; S – 43,5; SiO_2 – 5; CaO – 1; басқалары – 1,5 [3].

Штейннің құрамы мен шығымын есептеуді ондағы Мыстың белгілі бір мөлшері немесе күкіртсіздендіру дәрежесі бойынша жүргізуге болады. Есептеуді бірінші нұсқа бойынша бастаймыз.

Штейндегі мыстың мөлшері 40% - ға тең болуы керек екенін қабылдаймыз. Қосымша шарттар: мысты штейннен алу 96%; мырыш штейн мен қож арасында тең бөлінеді; штейндегі оттегінің мөлшері 40% Cu кезінде 3% құрайды (жоғарыдан қараңыз); штейндегі құрамы 2%.

Берілген жағдайларда штейнге өткен мыс мөлшері: 12·0,96=11,52 кг

Мыстың 40% құрамын ескере отырып, Штейннің жалпы санын пропорциядан анықтаймыз:

11,52 кг-40%;

X, кг-100%;

$$\text{Қайдан} X = \frac{11{,}52 \cdot 100}{40} = 28{,}8 \text{ кг}.$$

Штейндегі күкірт мөлшері 25% құрайды (Мостовичтің ережесі бойынша).

Штейнде күкірт болады: 28,8·0,25 =7,2 кг.

Бұл жағдайда күкіртсіздендіру дәрежесі:

$$D = \frac{43{,}5 - 7{,}2}{43{,}5} \cdot 100 = 83{,}5\%,$$

яғни балқыту кезінде газдарға 43,5·0,835=36,3 кг күкірт шығарылады.

Мырыш, оттегі және басқалардың саны сәйкесінше:

1,5: 2=0,75 кг Zn;

28,8 * 0,03=0,87 кг O_2;

28,8 * 0,02 = 0,58 кг басқа.

Айырмашылық бойынша штейндегі темірдің мөлшерін анықтаймыз:
28,8 – (11,52+7,2+0,75+0,87+0,58)=7,88 кг.

Есептеу нәтижелері келесідей:

Компоненттер	кг	%
Cu	11,52	40,0
Zn	0,75	2,6
Fe	7,88	27,4
S	7,2	25,0
O_2	0,87	3,0
Өзгелері	0,58	2,0
Барлығы	28,8	100

Екінші есептеу әдісіне сәйкес біз күкіртсіздендіру дәрежесін береміз. Салыстырмалы деректерді алу үшін D=83,5% аламыз. Содан кейін күкірт штейнге өтеді: 100 – 83,5 = 16,5% немесе 43,5·0,165 = 7,2 кг.

Штейндегі күкірт құрамын 25% - ға тең етіп қабылдап, Штейннің жалпы мөлшерін аламыз: (7,2:25)/100=28,8 кг.

Біз бұдан әрі есептеуді жоғарыда қарастырылғанға ұқсас жүргіземіз.

7. Шикіқұрамды тотығусыз және тотығумен балқыту кезінде Штейннің құрамын есептеу. Есептеу үшін келесі құрамдағы концентратты аламыз, %: 10 Cu; 44 Fe; 36 S; 10 – бос тұқым. Балқыту кезіндегі Мыстың шығынын ескермейміз [3].

Бейтарап атмосферада балқыту кезінде негізінен жоғары сульфидтердің диссоциациясы нәтижесінде пайда болатын күкіртсіздендіру шамамен 50% құрайды.

Содан кейін 100 кг концентраттан күкірт штейнге өтеді: (36·50)/100=18 кг.

Құрамында 25% күкірт бар Штейннің жалпы саны: (18:25)100=72 кг.

Бұл жағдайда штейндегі мыс мөлшері: (10:72)100=14%. Бұл 1,4% - ға тең бастапқы концентратпен салыстырғанда Штейннің мыспен байыту дәрежесіне сәйкес келеді.

Бай штейнді алу үшін күкіртсіздендіру дәрежесін арттыру қажет. 40% мыс бар штейн алу керек делік. Мұндай штейн 100% мыс алу кезінде алынуы керек: (10:40) ·100=6,25 күкірт кг.

Бұл күкіртсіздендіру дәрежесіне сәйкес келеді.

Мұндай күкіртсіздендіру кезінде штейнді мыспен байыту дәрежесі: 40: 10=4.

8. Күйіктің ұтымды құрамын және күкірт темірінің дисульфуризациясын есептеңіз. Бастапқы деректер: мыс пирит концентратының ұтымды құрамы,% 23,05% $CuFeS_2$;6,01% CuS ; 0,74% ZnS; Бос жыныс – 9.0%; 61,2% FeS_2.[3]

Күйдіру қайнаған қабат пешінде жүргізіледі, оны концентраттың берілуін және үрленетін ауа мөлшерін реттей отырып, берілген % күкіртсіздендіруге оңай реттеуге болады. Мысалы, біз 70% күкіртсіздендіруді қабылдаймыз. Есептеуде болжауға болады:

- пириттің, халькопириттің және ковелиннің қыздыру және күйдіру кезінде ыдырауы 100% жүреді%;
- темір сульфиді Fe_3O_4 дейін тотығады, Feo және Fe_2O_3 огаркасында жоқ, себебі қабаттың ішінде жоғары температура және артық оттегі жоқ;
- сфалериттің қажетті мөлшері (ZnS) өзгеріссіз қалады, көп мөлшерде ZnS болса, оның бір бөлігі ZnO-ға дейін тотығады;
- сульфидтердің ыдырауынан бастап барлық күкірт SO_2-ге дейін толық тотығады;
- біз үрленетін ауаның мөлшерін дәл теориялық деңгейге тең қабылдаймыз;

-барлық ұсталған шаң отқа араласады, сондықтан шикізаттың барлық мөлшері сақталады.

Реакцияны есептеу $4CuFeS_2 \rightarrow 2Cu_2S + 4fes + S_2$

Күкірттің төртінші бөлігі бу күйінде бөлінеді, яғни 8,04: 4=2,01 кг S, мұнда 8,04 кг. Күкірт 100 кг-да бар. 100 кг-ға $CuFeS_2$ түрінде концентрат. құрғақ концентрат жартылай түйіршікті мыс (Cu_2S) түзеді)
159,2·23,05/366,8=10 кг мұндағы 366,8 $CuFeS_2$ 2 молекуласының молекулалық салмағы бір Cu_2S молекуласын қалыптастыру үшін 10 кг Cu_2S құрамында Cu бар: 10·127,2/159,2 шамамен 8 кг Cu. Және 10 * 32/159, 2 шамамен 2 кг S. $CuFeS_2$ 1 моль Cu_2S ыдыраған кезде екі Fes молекуласы түзіледі, содан кейін күкірт безі түзіледі: 175,6·23,05/366,8=11,04 кг, оның құрамында: 11,04·55,8/87,8=7,01 кг Fe және 11,04·32/87. 5=4,03 кг S.

Тексеру: 2,01+10+11,04=23.05 $CuFeS_2$ (пирит). Концентраттағы пирит 61,2 кг. Реакция бойынша $2fes_2 \rightarrow 2fes + S_2$.

Күкірттің жартысы бу күйінде шығарылады: 32,71:2=16,36 кг S, мұнда 61,2 кг FeS_2 құрамында 32,71 кг S және 28,49 кг Fe бар; немесе Fes түзіледі: 28,49+16,36=44,84 кг FeS. Ковелин (CuS) ыдырау реакциясы бойынша 6,01 кг концентратта: $4cus \rightarrow 2cu_2s + S_2$ 2,01 бөлінеді:2 =1,01 кг S, ал Cu_2S түзіледі: 6,01–1,01=5 кг Cu_2S. Осылайша қалыптасады:

Cu_2S: 10 + 5 = 15 кг;

FeS: 11.04 + 44.84 = 55.88 кг;

S_2: 2,01 + 16,36 + 1,01 =19,38 кг.

Сульфидті минералдарды қыздыру кезінде күкіртсіздендіру: 19,38:43·100=45%, концентраттағы 43 кг күкірт қайда. Берілген 70% күкіртсіздендіру кезінде күкірттің тек 25%–ы күкірттің тотығуымен алынады , басқаша айтқанда 43·0,7=30,1 кг алынатын күкірттен 30,1-19,38=10,72 кг немесе FeS Тотығу реакциясы арқылы жойылады:$FeS:3FeS+0,5O_2=Fe_3O_4+3SO_2$. 10,72 тотығады: 96·160 = 17,9 кг, где160 молекулалық салмағы $5o_2$.

Реакция нәтижесінде пайда болады, кг:

Fe_3O_4: 10.72: 96·231.4 = 25.9 кг;

SO_2: 10,72: 96·192 = 21,4 кг.

Өзгеріссіз қалады және күкірт теміріне айналады: 55,8-29,4=26,48 кг FeS. Қарапайым күкірттің кеуектері $s+O_2 =SO_2$ реакциясы арқылы толығымен күйіп кетеді, ол үшін пешке оттегі енгізу керек: 17,9+19,38=37,28 кг. Осы оттегімен азот енгізіледі: 37,28: 23·77= 124,8 кг.

13-кесте - Тұқылдың ұтымды құрамы, кг

Элементтер	Мазмұны				бос тұқым	барлығы
	Cu_2S	Fe S	Fe_2O_4	Zn S		
Cu	12					12
Fe		16,32	18,68			35,5
Zn				0,5		0,5
S	3,0	9,66		0,24		12,9
Бос тұқым					9,0	9,0
Жиыны	15,0	26,48	25,9	0,74	9,0	77,12

9. 740 мм атмосфералық қысым кезінде қанша текше метр ауа беру керек екенін есептеңіз.рт. СТ. және Т = 50 °С тәулігіне өңдеу үшін 1000 т. штейн бар: Cu -20%; S -25%; Fe – 49,62%; O_2 – 5,38%. 1 т штейнді өңдеу үшін есептеу[3].

Есептеуді нәтижеге айтарлықтай әсер етпейтін және есептеуді бірінші және екінші кезеңдерге Бөлмей, бірқатар ұсақ бөлшектерді елемей, жеңілдетілген әдіспен жүргізуге болады. Бұл жағдайда конверсиялық қождағы күкірт пен магнетиттің (Fe_3O_4) мөлшері, сондай-ақ шығатын газдардағы SO_3 түзілуін ескерместен, мыс құрамындағы оттегі, күкірт және темір мөлшері ескерілмейді, бірақ темір мен күкірт құрамындағы темір мен күкірттің мөлшері бірден есептеледі. Есептеу 100 кг штейнге жүргізіледі тотығу үшін оттегі қажет:

S SO_2: 25: 32·32 = 25,0 кг O_2;

FeO-да Fe:49.62: 55.8·16 = 14.23 кг O_2;

- 1,43 кг. O_2.

Штейндегі оттегіні қоспағанда: 39,25-5,38 = 33,85 кг O_2.

Оттегін 90% қолданған кезде үрлеуді түрлендіргіштің ішіне фурмалар арқылы енгізу қажет: 33,85/0,9=37,61 кг O_2 немесе 37,61/0,23=163,52 кг ауа немесе 163,52/1,293=126,7 $м^3$ ауа 100 кг штейнге, ал 1 тонна штейнге 1267 $м^3$ ауа қажет болады. Біз ауа шығынын 30% фурмаға дейін қабылдаймыз, демек, үрлеуші беретін әр 100 $м^3$ ауа үшін тек 70 $м^3$ пайдалы, сондықтан үрлеуші 1 тонна штейнмен қамтамасыз етілуі керек: 1267: 0,7=1810 $м^3$ ауа. Атмосфералық жағдайларды ескере отырып, теңдеу бойынша ауа көлемін қайта есептейміз:

$$P \cdot V/T = P^1 \cdot V^1/T^1$$

мұндағы P және P^1-газ қысымы;

V және V^1-газ көлемі;

T және T^1-газдың абсолютті t.

Біздің мысал үшін P =273°K (const); T^1 = 273 + 50 = 323 °K;

Содан кейін V^1 = 1810·760·323/740·273=2199 $м^3$ / т штейн.

Алынған мәліметтерден ауаның сорылуын ескерместен 100 кг штейнді өңдеу кезінде газдардың мөлшері мен орташа құрамын шамамен анықтауға болады .

SO_2= (37,61 – 33,85):64·22,4 = 17,5 $м^3$-21,09%;

O_2= (37,61 – 33,85) : 32 · 22,4 = 2,6 $м^3$-3%;

N_2= (163,52 -37,61) : 28 · 22,4 = 100,4 $м^3$ -75%;

120,5 $м^3$ – 100%.

мұндағы 22,4-көлемі 1 грамм/моль газ (const) немесе 1 тонна штейнге 120,5 $м^3$ газ аламыз.

10. Мырыш тотығын жақсы ерітетін жеңіл балқитын қожды алу үшін флюстердің дозасын есептеу, бастапқы деректер, % құрамның концентраты қабылданады: 50,2% – Pb; 14,5% – SiO2; 7,5 % – Fe; 2,5 % – CaO; 3,0 % – Zn; 1.25% Cu; 15,2% S; флюстер: темір кені – 55,0% Fe; 15,0% SiO_2; әктас – 54,2% CaO; 0,4% SiO_2. Есептеу 100 кг концентратқа жүргізіледі [3].

Штейнді есептеу: 30% балқыту кезінде күкіртсіздендіруді қабылдаймыз, ал штейндегі Cu мөлшері 10% құрайды. Мұндай кедей штейнге Cu-ның едәуір мөлшерін аударуға болады. 80% Cu штейнге ауысады делік: 1,25·0,8=1 кг Си, содан кейін Штейннің шығуы 10 кг (100 кг концентраттан) анықталады. Штейннің құрамы %: 10 Си; 10 Pb; 20 S; 5 Zn; 55 Fe. Күкіртсіздендіруді ескере отырып, 100 кг концентраттан алынған агломератта болуы керек күкірт мөлшерін есептейміз 10·0,2·100/30=2,9 кг S. Агломераттың шикі концентраттан шығымын 90% қабылдап, агломераттағы күкірттің құрамын анықтаймыз: 2,9·100/90=3,2% S, яғни күйдіруді агломераттағы 15,2 S концентратынан 3,2% S дейін жүргізу керек. Күйдіру кезінде күкіртсіздендіру: 15,2 – 2,9/15,2·100 = 81%.

Қожды есептеу: алынған қождың құрамын флюстерсіз есептейміз: қожда SiO_2, CaO, Fe концентратынан штейнге өткен темірді шегергенде толығымен өтеді, яғни 7,5–5,5=2,0 кг Fe, немесе темір шала тотығына (FeO) қайта есептегенде бізде: 2·71,8/55,8=2,6 кг FeO. Концентраттан қождың құрамын аламыз:

Компоненттер	кг	%
SiO_2	14,5	64,8
CaO	3,0	13,5
FeO	2,6	11,7
Жиыны	20,0	90

Флюссіз балқыту кезінде құрамында Feo және CaO мөлшері аз өте қышқыл қож алынады, сондықтан ағындарды қосу керек: темір кені және әктас.

Ағынның мөлшерін есептеу: қож кестесіне сәйкес келесі құрамдағы мырышты жақсы ерітетін аз кальцийлі қожды таңдаймыз: 35% SiO_2; 38%

FeO; 17% CaO. Біз келесі арақатынас негізінде таңдалған шкала түріне сәйкес темір рудасының ағу қабілетін есептейміз:

қождағы 35 кг SiO_2 үшін 38 FeO қажет;
темір рудасында 15 кг SiO_2 – X FeO.
X= 38·15/35 = 16,3 кг FeO.

Демек, FeO 70.7-16.3 = 54.4 кг қалады.
(мұндағы 70,7 FeO Fe = 55% темір рудасында Feo-да) немесе темір рудасының ағу қабілеті 54,4%, содан кейін темір рудасының мөлшері келесідей анықталады:

қождағы 35 кг SiO_2 үшін 38 кг FeO қажет;
концентраттағы 14,5 кг SiO_2 – X кг FeO.

X= 38·14,5/35=15,8 кг FeO немесе темір кені.

2,6 кг FeO концентраттан қожға өтеді, содан кейін темір рудасымен 15,8–2,6 =13,2 кг FeO немесе 13,2·100/54,4=24,3 кг темір рудасын қосу керек. Әктастың ағу қабілетін келесі қатынас бойынша есептейміз: 35 SiO_2 үшін қожда 17 кг CaO 0,4 SiO_2 үшін әктас – X. CaO=17·0,4/ 35 = 0,2 кг CaO. Бос CaO 54,2–0,2=54 кг немесе әктастың ағу қабілеті 54% құрайды.

Концентраттағы SiO_2: 14,5 кг;

SiO_2 темір кені: 24·0,15=3,6 кг;

- 1,43 кг. SiO_2.

Әктастың қажетті мөлшері келесідей анықталады: қождағы 35 кг SiO_2 үшін 17 кг CaO қажет. 18,1 кг SiO_2 темір рудасында және X концентратында. CaO=17·18,1/35=8,8 CaO. Концентраттан қожға ауысатын CaO-ны шегеріп тастағанда мыналарды қосу қажет: 8,8-3,0=5,8 CaO, мұнда 3,0 кг CaO концентраттан қожға ауысады немесе әктасты мөлшерлеу қажет: 5,8·100/54=10,7 кг. Осылайша, 100 кг концентрат үшін ағындарды қосу қажет: темір кені – 24,3 кг; әктас – 10,7 кг.

11. Қара қорғасынды делимитациялауға арналған күкірт шығынын, келесі бастапқы деректер үшін шликерлер құрамының шығымын есептеңіз: тәулігіне 200 тонна қара қорғасын, құрамында 97% Pb, 2% Cu және 1% басқа қоспалар бар [3].

Дистилляция әдісімен деммен жұту кезінде қорғасынның құрамындағы Cu мөлшері 0,1% дейін төмендейді. Одан әрі жұқа демаркация T = 340 °C кезінде күкірт қоспасын қолдану арқылы жүзеге асырылады және CuS түріндегі майлы шлинерлер алынып тасталады.

Қара қорғасыннан Cu қалдықтарын кетіру үшін 200 тонна күкірт қажет: 32·200·0,1/63,6·100 = 0,1 т немесе 100 кг, мұндағы 32-күкірттің атомдық салмағы; 63,6-Мыстың атомдық салмағы. Қорғасын ішінара сульфидтенеді, сонымен қатар қорғасынның сұйық ваннасының бетінде ауаның оттегіне

байланысты ішінара жанатындықтан, біз күкірттің 50% артық мөлшерін аламыз, содан кейін күкірттің жалпы шығыны: 100 кг·1,5 = 150 кг. Мыс шликерлерінің құрамы үлкен шектерде өзгереді , атап айтқанда: 8 -20% Cu; және 65 - 80% Pb; si + Pb қосындысы көбінесе 85% құрайды, ал қалған 15% Fe және S және басқа қоспаларға түседі.

Біз бұл есептеуде шликерлердің орташа есеппен 12% Cu және 73% Pb бар екенін қабылдаймыз, содан кейін шликерлердің шығуы: 200·0,001·100/12 бастапқы (шикізат) қара қорғасыннан=1,67 т, мұнда 0,001 кг немесе бастапқы қара қорғасынның құрамында 0,1% мыс бар. Қорғасын шликерлерге өтеді: 1,67·0,73=1,22 т, бұл қорғасынның қорғасыннан тұрады: 1,22·100/200·0,97 = 0,62% қалған қорғасын үзілген қорғасынға өтеді.

12. Сілтілі тазартуға арналған реагенттердің шығынын, сондай-ақ жүзудің шығымдылығын және олардың құрамын есептеңіз. Сілтілік тазарту реакциялық аппаратты қолдана отырып, 150-ден 250 тоннаға дейін үзіліссіз қорғасын бар қазандықта жүзеге асырылады. Құрамында 150 тонна қорғасын бар: 1,7% Sb; 0,22% Sn; және 0,1% As [3].

150 тонна қорғасынды тазарту кезінде одан қоспалардың келесі мөлшерін алып тастау керек, яғни:

Sb-150·0.017=2.55 т;

Sn – 150·0,0022=0,33 т;

As-150·0,001=0,15 т.

Тазарту операциясына реагенттердің шығынын есептейміз: шығын коэффициенттеріне сүйене отырып:

Қоспалар	1 кг жойылған қоспаларға қажет, кг	
	NaOH	$NaNO_3$
Күшән	1,066	1,10
Қалайы	4,0	0,52
Сүрме	2,5	0,63

Каустикалық натрий (NaOH) қажет, яғни:

- жою үшін Sb = 2,5·2,55=6,375 т;
- жою үшін Sn=4,0·0,33 =1,35 т;
- жою үшін Ag=1,066·0,15=0,16 т.

Барлығы: 7,855 т.

Натрий нитратының шығыны ($NaNO_3$) болады, яғни:

- Sb=0,63·2,55=1,61 т;
- Sn=0,52·0,33=0,171 т;
- Ag=1,1·0,15=0,165 т.

Барлығы: 1,194 т.

Тазарту операциясына реагенттердің жалпы шығысы, т:

- селитралар - 1,945 т;
- каустикалық натрий-7,855 т.

Барлығы: 9,8 т.

Тазарту нәтижесінде станаттар, антимонаттар және натрий арсенаттары пайда болады: Na_3SbO_4, Na_2SnO_3, Na_3AsO_4. Натрий антимонатының na_3sbo_4 (немесе $3na_2o \cdot SbO_3$) мөлшерін есептеу мысалы):

121,8 Sb 254,8 Na_3SbO_4 құрайды;
2,55 Sb x Na_3SbO_4 құрайды;
X=2,55·254,8/121,8 =5,34 г Na_3SbO_4.

5,34 г Na_2O саны ($3na_2o$ * Sb_2O_3) тең: 186·5,34/477,72 барлық химиялық қосылыстар үшін=2,08 т және т.б. (Na_2SnO_3, Na_3AsO_4).

Содан кейін олардың пайда болуы үшін қажет Na_2O жалпы саны есептеледі және Na2O-дағы Na_2O саны $NaNO_3$-дан алынады, ал NaOH қалдықтары еркін күйде болады.

Алынған қоспалармен жүзудің жалпы саны үшін қорғасын мөлшерін есептейміз (5% Pb).

13. Қорғасынды бейтараптандыру кезінде кальций мен магнийдің шығынын, висмут дроссельдерінің шығуы мен құрамын, тазартылған қорғасынға қорғасынды алуды есептеңіз [3].

Тазартуға 150 тонна көлемінде 0,5% Bi бар қорғасын кірді. Бейтараптандыру қорғасынмен бірге Bi_2Ca_3, $Bi_2Mg_{,3,}$ BiCaMg интерметалл қосылыстарын құрайтын қорғасын балқымасына Ca және Mg араластыру арқылы жүзеге асырылады.

Ca және Mg қоспаларының көмегімен Bi-дің көп бөлігі алынып тасталады және қорғасында тек 0,01-0,02% Bi қалады.

Зертханалық тәжірибелердің деректері бойынша Pb-дегі Bi құрамына байланысты реагенттердің шығыны 14-кестеде келтірілген.

14-кесте - Pb-дегі BI реагенттерінің құрамы

Bi мазмұны, % Pb-де	1 т Pb реагент шығыны		Bi мазмұны, % Pb-де	1т Pb реагент шығыны	
	Ca, кг	Mg, кг		Ca, кг	Mg, кг
0,3	0,77	0,77	0,7	1,2	1,2
0,4	0,86	0,86	0,8	1,32	1,32
0,5	0,98	0,98	0,9	1,43	1,43
0,6	1,09	1,09	1,0	1,54	1,54

Бүкіл тазарту операциясына реактивтер қажет болады, яғни 150 т: 0,98·150=147 кг Ca және Mg бірдей.

Кальций ваннаға қорғасын лигатурасы түрінде енгізіледі. 3,5% CA құрамында лигатураның балқымасының мөлшері немесе ваннадағы жалпы саны тең болады: 150+4,2+0,147=154,347 т.

0,417·100/3, 5=4,2 т.

Висмут дрондарының шығуы тәжірибеге сәйкес тазартылған қорғасынның 5%–дан 7% - на дейін өзгереді, біз 6% аламыз, содан кейін дроссалардың жалпы саны: 150·0,06=9 т, ал бейтараптандырылған қорғасын: 154,347-9=145,347 т. Бейтараптандырудан кейін қорғасынның құрамында 0,02% Si; 0,05 CA; 0,04% Mg болады, содан кейін ол дроссельге өтеді:

- Bi=150·0,005–145,347·0,0002=0,72 т-8 %;
- Ca=0,147–145,347·0,00003=0,103 т-1,1 %;
- Mg=0,147–145,347·0,00004=0,089 т-1,0 %;
- Pb = айырмашылық бойынша=8,088 т-89,9%.

Барлығы = 9 т -100%

Тазартылған металға қорғасын алу:

145,347·0,9909·100/((150·0,995) + (4,2 - 0,147))=144,024·100/153,303=94%.

14. Сульфидті қорғасын концентратының ұтымды құрамын есептеңіз а. Концентраттың химиялық құрамы бар; 70% Pb; 4% Fe; 4% Zn; 0,5% Си; 16,5% S; 2,5% SiO_2; 0,4% Al_2O_3, 0,6% CaO; 0,3% MgO және 0,3% Sb [18].

Металдар мен олардың оксидтері концентратта келесі қосылыстар түрінде болады: PbS түріндегі қорғасын; ZnS түріндегі мырыш; $CuFeS_2$ түріндегі мыс; fes_2, Fe_7S_8 және $CuFeS_2$ түріндегі темір, sb_2s_3 түріндегі сүрме, $caco_3$ түріндегі кальций тотығы; $мдco_3$ түріндегі магний тотығы.

Есептеу 100 кг концентрат үшін жасалады.

PbS Саны:

207,2 РБ 32 S қажет;
70,0 Pb – X кг S;
X=32·70,0/207,2=10,8 кг S;
PbS = 70,0+10,8 = 80,8 кг.

ZnS Саны:

65,4 Zn 32 S қажет.
4.0 Zn – X кг S;
X=32·4,0/65,4=1,957 ≤ 2 кг S;
ZnS=4+2 = 6 кг.

$CuFeS_2$ Саны:

63,6 si 64 S қажет;
0,5 Си – X кг S;
X=64·0,5/63,6 =0,5 кг S.
63.6 si 55.8 Fe талап етеді;
0,5 Си – У кг Fe;
У=55,8·0,5/63,6=0,4 кг Fe;
$CuFeS_2$ =0,5+0,5+0,4=1,4 кг.

Sb_2s_3 Саны:

243,6 Sb 96 S қажет;
0,3 Sb-x кг S;
X=96·0,3/243,6=0,1 кг;
Sb_2S_3= 0,3 + 0,1 = 0,4 кг.

Caco Саны $_3$:

56,1 CaO 44co_2 талап етеді;

0,6 CaO – X кг CO_2;

X=44·0,6/56,1 = 0,5 кг CO_2;

$CaCO_3$=0,6+0,5=1,1 кг.

$МдCO_3$ Саны

40.3 MgO 44so_2 талап етеді;

0,3 MgO – X кг CO_2;

X=44·0,3/40,3 = 0,3 кг CO_2;

$МдCO_3$=0,3+0,3=0,6 кг.

Күкірт қалыптастыру үшін қажет, кг: PbS – 10,8; ZnS – 2,0; $CuFeS_2$ – 0,5; Sb_2S_3 – 0,1. Барлығы 10,8+2,0+0,5+0,1=13,4 кг. Қалған күкірт 16,5-13,4=3,1 кг мөлшерінде fes_2 және Fe_7S_8 түрінде темірмен байланысады. Бұл қосылыстар үшін темір қалды: 4,0-0,4=3,6 кг Fe.

Пиритпен байланысты және *a* кг темір, содан кейін пирротинмен (3,6–*a*) кг темір болады. Келесі екі теңдеуді құрамыз:

55,8 Fe 64 S қажет;

A-X кг S;

X=64*a* / 55,8.

7·55,8 Fe 8·32 S қажет;

a-кг s;

У=8·32 * (3,6–a)=3,1–x.

Бірінші дәрежелі осы екі теңдеуді екі белгісізде шеше отырып*a* = 1,5 кг және X=1,7 кг деп табамыз.

Саны FeS_2=1,5+1,7=3,2 кг.

Fe_7S_8 саны=(3,6·1,5)+(3,18·1,7)=3,5 кг.

Қорғасын концентратының ұтымды құрамы жөніндегі деректер 15-кестеде келтірілген.

15-кесте - Қорғасын концентратының ұтымды құрамы

	Pb	Zn	Cu	Sb	Fe	S	CaO	МдО	CO_2	Al_2O_3	SiO_2	П.	∑
PbS	70,0	-	-	-	-	10,8	-	-	-	-	-	-	80,8
ZnS	-	4,0	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	6,0
$CuFeS_2$	-	-	0,5	-	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-	1,4
Sb_2S_3	-	-	-	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,4
$МдCO_3$	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-	-	0,6
$CaCO_3$	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,5	-	-	-	1,1
FeS_2	-	-	-	-	1,5	1,7	-	-	-	-	-	-	3,2
Fe_7S_8	-	-	-	-	2,1	1,4	-	-	-	-	-	-	2,5
Al_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	0,4
SiO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	2,5
өзгелері	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
Жиыны	70,0	4,0	0,5	0,3	4,0	16,5	0,6	0,3	0,8	0,4	2,5	0,1	100

15. Агломерациялайтын күйдіру шихтасының есебі. Күйдіруге мынадай құрамдағы концентрат ұшырайды,%: 38,6 Pb; 10,7 Zn; 10,6 Fe; 23,0 S; 4,9 SiO_2; 1,6 CaO; 4,2 Al_2O_3; 6,4 өзгелері [18].

Шихтаны есептеу агломерациялайтын күйдіруге түсетін материалдардың сандық қатынастарын анықтаудан тұрады. Қорғасын концентраттарын агломерациялайтын күйдіру кезінде көптеген зауыттарда өздігінен балқитын агломерат алынады, яғни Шихтаны есептеу кезінде кейіннен балқыту кезінде таңдап алынған құрамның шлагын алатындай мөлшерде флюстерді қосу көзделеді. Сондықтан агломерация үшін Шихтаны есептеу балқыту үшін Шихтаны есептеу арқылы беріледі. Есептеу 100 кг концентрат үшін жасалады.

Концентраттың өзіндік еруі жағдайында, яғни ағынсыз балқыту кезінде қождың құрамын алдын ала есептейміз. Қожға өтеді: темір (FeO-ға қайта есептегенде)

55,8 Fe – 71,8 FeO;
10,6 Fe-x;
x=13,6 кг.

мырыш (ZnO-ға қайта есептегенде)

65,4 Zn – 81,4 ZnO;
10,7 Zn-x;
x=13,3 кг.

және толығымен SiO_2, CaO және Al_2O_3.

Feo, ZnO, SiO_2, CaO қосындысын 90% негізгі қож түзуші ретінде қабылдай отырып, концентратты флюстерсіз балқыту кезінде құрамның 16 кестесін құрамыз.

16-кесте - Концентратты флюссіз балқыту кезіндегі қождың құрамы

Құрауыш	SiO_2	CaO	FeO	ZnO	Жиыны
кг	4,9	1,6	13,6	13,3	33,4
%	13,5	4,3	36,6	35,6	90,0

Концентраттың өзін-өзі ерітуін Нортон ережесі бойынша тексереміз:

$$\sum ZnO + SiO_2 \leq 42\%;$$
$$\sum ZnO + CaO \leq 30\%.$$

Кестеде келтірілген мәліметтер бойынша, концентрат өздігінен ерімейді және оны қайта өңдеу кезінде барлық түзілген мырыш оксидін қожда еріту үшін барлық үш ағынды: кварц, әктас және темір кендерін тұтыну қажет.

Қож 22% ZnO мазмұнымен алынады деп есептейміз. Қапталған мырыш оксиді бойынша біз қождың шығуын есептейміз:

13,3 ZnO – 22 %;
x – 100 %;
- 1,43 кг.

Қождағы 22% ZnO құрамы кезінде негізгі қож түзуші компоненттер арасындағы арақатынасты өзін-өзі еріту шартына сәйкес қабылдаймыз: 20% SiO_2, 8% CaO және 40% FeO.

60,5 кг қож құрамында болады, кг: SiO_2 – 60,5·0,20=12,1; FeO – 60,5·0,40=24,2; CaO – 60,5·0,08=4,8.

Концентраттан қожға келгендерді шегергенде флюстермен қосу қажет, кг: SiO_2 – 12,1–4,9=7,2; FeO – 24,2–13,6=10,6; CaO – 4,8–1,6= 3,2.

Ағындар келесі құрамға ие, %: Кварц 97,0 SiO_2; әктас 1,4 SiO_2 және 52,4 CaO; темір кені 13,0 SiO_2; 67,0 FeO және 2,9 CaO. Қосылатын ағындардың санын келесідей белгілейік: x – кварц, y – әктас және Z-темір кені. Біз 16 кестесін құрамыз, оның көмегімен сіз келесі теңдеулерді жаза аласыз:

$$0,97x+0,014y+0,13z =7,2;$$
$$0,67z =10,6;$$
$$0,542y+0,029z=3,2.$$

Осы теңдеулер жүйесін шеше отырып, біз x=5,2 кг; y=5,2 кг; z=15,8 кг табамыз.

16-кесте - Қож түзгіштердің құрамы

Материал	Салмағы, кг	SiO_2		FeO		CaO	
		%	кг	%	кг	%	кг
Кварц	x	97,0	0,97x	-	-	-	-
Әктас	y	0 1,4	0,014y	-	-	52,4	0,524 y
Темір кені	z	13,0	0,13z	67,0	67,0z	2,9	0,029z

Осылайша, 100 кг концентрат үшін тек 26,2 кг ағынды қосу керек. Алынған күкірт қоспасында:

126,2 кг-100 %;
23 кг-x;
x=18,1 %.

Күйдіру өткіземіз одноступенчатый қайтара отырып. Соңғы зарядтағы күкірттің мөлшері 7% құрайды. Шихта күкіртін құрамында 1,5% күкірт бар айналым агломератымен сұйылту қажет.

X арқылы айналым агломератының мөлшерін белгілей отырып, біз 7,0= (100–x)0,181+0,015 x табамыз, сол жерден x=66,7 кг, яғни әр 33,3 кг заряд үшін 66,7 кг айналым агломератын енгізу қажет болады, бұл бастапқы зарядтан: 66,7·100/33,3=200 %. Шихтадағы концентрат мөлшері:

126,2 кг-100 кг;

33,3 кг-х;
х=26,4 кг.

Бір сатылы агломерациялаушы күйдіру шихтасының соңғы құрамы 17-кестеде келтірілген.

17-кесте - Бір сатылы агломерациялайтын күйдіру шихтасының құрамы

Материал	Шикіқұрамның соңғы құрамы	
	кг	%
Концентрат	100,0	26,4
Кварц	5,2	1,4
Әктас	5,2	1,4
Темір кені	15,8	4,2
Айналым агломераты	252,7	66,6
Жиыны	378,9	100,0

16. Қорғасын агломератын қалпына келтіретін балқытуға арналған шикіқұрамды есептеу. Балқытуға мынадай құрамдағы қорғасын агломераты түседі,%: 38,4 Pb; 2,0 Cu; 9,0 Zn; 2,5 S; 13,6 Fe; 9,5 SiO_2; 8,5 CaO; 3,0 MgO; 3,0 Al_2O_3 және басқалары. Есептеу жүргізіледі 100 г агломерат [17].

Балқыту процесінде 30% күкіртсіздендіру кезінде штейнге ауысатын күкірт мөлшері 2,5·0,7 = 1,75 г құрайды. Штейндегі күкірт мөлшері 20% құрайды, содан кейін штейн мөлшері 1,75:0,2=8,75 г құрайды. 80% алу кезінде штейндегі мыс мөлшері 2·0,8 = 1,6 г құрайды. Штейндегі Мыстың құрамы 1,6·100/8, 75 =18,3 %. Штейндегі қорғасын мөлшері 12 %, мырыш 9% құрайды. Темір мөлшері айырмашылықпен анықталады 100–(12+18,3+20+9)=40,7 %. Штейнге өтетін темір мөлшері 8,75·0,407 = 3,56 г құрайды. Штейннің құрамы 18-кестеде келтірілген.

18-кесте - Штейннің құрамы

Құрауыш	Штейннің құрамы	
	Г	%
Мыс	1,60	18,3
Күкірт	1,75	20,0
Қорғасын	1,05	12,0
Мырыш	0,79	9,0
Темір	3,56	40,7
Жиыны	8,75	100

Агломераттың өздігінен балқуы жағдайында балқыту шихтасы 100 г агломераттан тұратын болады. Қазіргі зауыттарда Кокс шығынын балқыту зарядының 10% немесе 10 Г құрайды. Кокста 10% күл құрамы: 48 % SiO_2, 37

% Al_2O_3, 12 % Fe_2O_3 (8,4% Fe) и 2 % CaO. Қож агломераттан және Кокс күлінен өтеді, г:

- SiO_2 – 9,5+10·0,1·0,48 = 9,98;
- FeO – (13,6 +10·0,1·0,084)·71,8/55,8=17,25;
- CaO – 8,5+10·0,1·0,02=8,52;
- MgO – 3,0;
- Al_2O_3 – 3,0+10·0,1·0,37=3,37;
- ZnO – 9,0·0,75·8,4/65,4=8,4.

Мырыштың 75% мөлшеріндегі қожға ауысуы практика деректері бойынша қабылданған. Қожды құрайтын негізгі оксидтердің (SiO_2, CaO, FeO, ZnO) қосындысын қождың 85% - ына қабылдап, 19-кестеге сәйкес қождың шығымын есептейміз: (9,98+17,25+8,52+8,4)=51,94 г.

Кесте 19 - Қож құрамы

Құрауыш	Қож құрамы	
	Г	%
SiO_2	9,98	19,2
CaO	8,52	16,4
FeO	8,40	16,2
ZnO	17,25	33,2
өзгелері	7,79	15,0
Жиыны	51,94	90,0

Кестеден көріп отырғанымыздай, қождың құрамы балқыту жағдайларына сәйкес келеді, сондықтан ағынды қоспалар қажет емес. Балқыту өнімдерінің шығуы келесідей есептеледі.

Жоғарыда көрсетілгендей, 100 г агломератты балқыту кезінде 8,75 г штейн және 51,94 г қож түзіледі. Балқыту кезінде агломераттан қорғасын (38,4 г) ішінара штейнге (1,05 г – кесте), қож пен шаңға ауысады. Қождағы қорғасынның құрамын 1% және қорғасынның шаң түрінде ұшып кетуін, оның агломераттағы құрамының 2,5% - ын (балқыту шихтасы) қабылдай отырып, біз 51,94·0,01=0,52 г қожбен және 33,4·0,025=0,96 г шаңымен қорғасынның жоғалуын аламыз. Шаңдағы қорғасын мөлшерін 65% - ға тең етіп, соңғысының шығымы 0,96/0,65=1,48 г құрайды. Өрескел қорғасындағы қорғасын мөлшері 38,4–(1,05 + 0,52 + 0,96)=35,87 г. Өрескел металдағы қорғасын құрамын 98% қабылдаймыз, содан кейін өрескел қорғасын 35,87 болады:0,98=36,60 г. Балқыту өнімдерінің теориялық шығуы төмендегі кестеде келтірілген. Алынған мәліметтер негізінде біз офлюстелген және неофлюстелген агломераттарды балқыту кезінде қождың, Штейннің және өрескел қорғасынның нақты шығымын есептейміз және алынған деректерді 20-кестеге сәйкес есептеулермен салыстырамыз.

20-кесте - Балқыту өнімдерінің құрамы

Балқыту өнімдері	Өнімнің шығуы	
	Г	%
Бастапқы қорғасын	36,6	33,3
Штейн	8,75	8,0
Қож	51,94	47,2
Шаң	1,48	1,3
Газдар (айырмашылығы бойынша 110 г дейін)	11,23	10,2
Жиыны	110,0	100,0

17. Тазарту үшін 97% Pb, 2% Cu және 1% басқа қоспалардан тұратын 200 г қара қорғасын алынды делік. Мыналарды есептеу қажет: 1) межелеуге арналған күкірт шығыны; 2) процестен шығарылатын және дербес өңдеуге жіберілетін құрғақ мыс шликерлерінің шығуы мен құрамы; 3) межелеу кезінде қорғасынның таралуы [18].

Ерітіндіден кейінгі қорғасынның құрамында 0,1% Cu бар екенін ескеріңіз. Қорғасынды тазартуға арналған күкірт мөлшері келесідей есептеледі. Қорғасынның құрамында мыс бар: 200·0,001=0,2 г. Күкірттің теориялық шығыны: $4Cu+S_2=2CuS_2$; 4·63,54–2·32=0,2–x; x =0,05 г. Ваннаның бетінде күкірттің бір бөлігі күйіп кететінін ескере отырып, біз күкірттің 70% артық мөлшерін аламыз. Күкірттің практикалық шығыны 0,05·1,7 = 0,085 г құрайды. Мыс шликерлерінің құрамы үлкен шектерде өзгереді: 8-20% Cu және 80-65% Pb. Cu+Pb қосындысы 85% құрайды, ал қалған 15% оттегі, күкірт, темір және басқа да ластаушы заттарға жатады.

Құрғақ шликерлер орта есеппен 15% Cu және 70% Pb құрайды деп есептейміз. Егер майлы және сульфидті шликерлер дегумация процесіне қайта оралса және қорғасынның мыс мөлшері 2% болса, құрғақ шликерлердің шығымдылығы 48 200-0,02-100·15 = 26,6 г немесе бастапқы қорғасынның 13,3% құрайды. Қорғасын шликерлерге өтеді: 26,6·0,7=18,6 г, бұл қорғасыннан 18,6·100 = 9,6% - ға дейін. 200 * 0,97 қалған қорғасын (100-9,6) 90,4% мөлшерінде межеленбеген металға өтеді.

18. Күйдіруге келесі құрамдағы концентрат жатады делік,%: Zn 51; Pb 2,93; Cd 0,17; Cu 0,94; Fe 7; S 31; SiO_2 4,96; Al_2O_3 0,6; CaO 0,4; CO_2 0,31; өзгелері 0,69. Минералогиялық зерттеуге сәйкес металдар концентратта келесі қосылыстар түрінде болады: Zn түрінде ZnS; Pb – PbS; Cu – $CuFeS_2$; Fe – FeS және FeS_2; Cd – CdS; Ca – $CaCO_3$.CaCO3. Табиғатта FeS формуласына сәйкес келетін минерал жоқ. Мұнда Fes түрінде Темірдің бір бөлігі қабылданады, ол марматит түрінде ZnS-пен изоморфты түрде байланысады. Концентраттың рационалды құрамын есептеу қажет [19].

ZnS Саны:

65,4 Zn 32 S қажет;
51,0-x;
x=51

x=32·51/65, 4 = 25,1 кг;

ZnS = 51+25.1=76.1 кг.

PbS Саны:

207,2 Pb – 32 S;

2,93 – x;

x =2,93·32/207, 2 =0,45 кг;

PbS = 2,93 + 0,45 = 3,38 кг.

CdS Саны:

112,4 Cd – 32 S;

0,17 – x;

x=0,17·32/112, 4=0,05 кг;

CdS=0,17+0,05=0,22 кг.

CuFeS2 Саны:

63,6 Cu – 55,8 Fe;

0,94 – x;

x=0,94·55,8/63,6=0,83 кг.

63,6 Cu – 64 S;

0,94 – x;

x=0,94·64/63, 6=0,95 кг;

$CuFeS_2$=0,94+0,88+0,95=2,72 кг.

Fes және FeS_2 мөлшерін анықтау үшін сіз осы екі қосылыс арасында Темірдің таралуын білуіңіз керек. FeS және FeS_2 үшін күкірт қалды: 31–(25,1+0,45+0,05+0,95)=4,45 кг, темір – 7-0, 83=6,17 кг.

Біз Fes – тегі темірдің мөлшерін *a* кг арқылы белгілейміз, содан кейін fes_2-дегі темірдің мөлшері (6,17-*a*) кг болады.

FeS күкірт мөлшері:

55,8Fe – 32S;

a – x_1 кг S;

x_1=*a*·32/55,8=0,573*a*.

Fes_2 күкірт мөлшері:

55,8 Fe – 64 S;

(6,17–a) – x_2 кг S;

x_2=(6,17 – *a*)·64/55,8 =7,1–1,15*a* кг.

x_1+x_2=4,45 немесе 0,573*a*+7,1–1,15*a*=4,45, мұнда *a*=4,6. FeS=4,6+4,6·0,573=7,24; FeS_2 =1,57+1,81=3,38.

$CaCO_3$ саны:

36,1 CaO – 44 CO_2;

0,4 – x;

x=0,31.

$CaCO_3$ =0,4+0,31=0,71 кг.

Концентраттың ұтымды құрамын есептеу нәтижелері 21-кестеде келтірілген.

21-кесте - Концентраттың ұтымды құрамы

қосылыстар	Pb	Zn	Cu	Cd	Fe	S	CaO	CO_2	Al_2O_3	SiO_2	пр	∑
PbS	2,93	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2,93
ZnS	-	51,0	-	-	-	25,1	-	-	-	-	-	76,1
$CuFeS_2$	-	-	0,94	-	0.83	8,95	-	-	-	-	-	2.72
Cd	-	-	-	0,17	-	0,05	-	-	-	-	-	0,22
$CaCO_3$	-	-	-	-	-		0,40	0,31	-	-	-	071
FeS_2	-	-	-	-	1,57	1,81	-	-	-	-	-	3,38
FeS	-	-	-	-	4,60	2,64	-	-	-	-	-	7,24
Al_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-	-	0,60
SiO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,96	-	4,96
өзгелері	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	0,69
Жиыны	2,93	51,0	0,94	0,17	7,0	31,0	0,40	0,31	0,60	4,96	0,69	100

19. Мырыш концентратын күйдіру үшін қажетті ауа мөлшерін есептеу. Күйдіруге келесі құрамдағы концентрат ұшырайды делік,%: 50 Zn; 3 Pb; 0,2 Cd; 1 Си; 7 Fe; 30 S; 5 SiO_2; 0,5 $A1_2o_3$; 0,5 CaO; өзгелері 2,8 [19].

Есептеу 100 г концентрат үшін жасалады. Есептеуді жеңілдету үшін күйдіру кезінде күкірт толығымен SO_2-ге дейін жанатынын қабылдаймыз. Содан кейін $s+O_2=SO_2$ реакциясы арқылы 30 г күкірт үшін 30 г оттегі қажет болады. Мырыш ZnO-ға дейін тотығады, содан кейін мырыштың тотығуы қажет: 50,0·16/65,4=12,23 г оттегі. Барлығы 30 + 12,23 = 42,23 г оттегі қажет.

Себебі ауада 23% масса бар. оттегінің көмегімен ауаның қажетті мөлшерін анықтауға болады: 42,23·100/23=183,6 г. Көлемдік бірліктерде ауа мөлшері: 183,6:1,293=142,0 $дм^3$ (1,293 $г/дм^3$ – ауа тығыздығы) құрайды.

Зертханалық жағдайда 142·2,5=355 л артық ауа алынады. Егер сіз ату уақытын 20 минут алсаңыз, онда ауа беру жылдамдығы 355·60/20=1065 $дм^3$/сағ болады.

Күйдіру үшін 10 г концентрат алынады, сондықтан ауа шығыны 107 $дм^3$/сағ құрайды. Концентраттың бір тоннасына ауаның үлестік шығыны мынадай формула бойынша айқындалады:

$$Q_{уд} = Q * \tau * 103 / \rho,$$

мұндағы $Q_{уд}$-ауаның меншікті шығыны, $м^3$ / т;

Тәжірибе кезінде Q-ауа шығыны, $дм^3$ / мин;

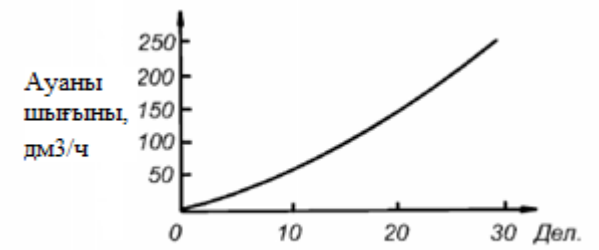
τ-ату уақыты, мин;

ρ-концентраттың ілмегі, г.

Бұл жағдайда ауаның нақты шығыны

$$Q_{уд} = 107·20·103/60/10=3567\ м^3/т.$$

Ауаны жеткізгеннен кейін және ротаметрдің көмегімен оның қажетті шығынын анықтағаннан кейін (градуирлеу 44-суретте көрсетілген), концентрат жүктеу қасықты бұру арқылы реакторға құйылады. Бұл сәт тәжірибенің бастауы болып саналады.



44-сурет - Ротаметрді градуирлеу.

Күйдіру процесінде шығатын газдар 2% сутегі пероксидінің ерітіндісі бар дрексельдер арқылы, әр филиал арқылы кезектесіп өтеді. Әрбір тармақ арқылы шығатын газдың өту уақыты жеке белгіленеді. Күкіртсіздендіру дәрежесін есептеу. Күйдегі күкірт мөлшері 2,5%, ал күйдіргіштің шығымдылығы 8 Г құрайды делік. Сонда күкіртсіздендіру дәрежесі тең болады (10·0,3–8·0,025) ·100/(10·0,3)=93,3 %.

Шығатын газдардың теориялық құрамын анықтау. Тотықтағы сульфидті және сульфатты күкіртті қоспағанда, концентраттың барлық күкірті күйдіру кезінде SO_2-ге ауысады деп болжауға болады. 10 г концентраттағы күкірт мөлшері-3 г. Қалыптасқан SO_2 г саны – 6 Г. 20 мин ішінде күйдіру үшін пешке берілген ауа мөлшері 107 * 20/60 = 35,67 л немесе 35,67 * 1,293=46,12 г, оның ішінде оттегі 46,12·0,23=10,61 г және азот 46,12·0,77=35,51 г. Оттегінің бір бөлігі ZnO түзілуіне кетеді (12,23·0,1=1,22 г); газдарда болады 10,61–3,0–1,22 = 6,39 г оттегі. Шығатын газдардың жалпы массасы 46,12+3,0–1,22= 47,9 ж.

22-кестеде шығатын газдардың құрамы көрсетілген.

22-кесте - Шығатын газдардың құрамы

Құрауыш	Массасы	% масс.	Көлемі, дм^3	көлем %
SO_2	6,0	12,5	6/64·22,4 = 2,10	6,0
O_2	6,39	13,4	6,39/32·22,4 = 4,47	12,8
N_2	35,51	74,1	35,51/28·22,4 = 28,4	81,2
Жиыны	47,9	100,0	34,97	100,0

20.Құрамында күйдірілген мырыш концентраты, %: Zn – 58,0; Pb – 2,0; Fe – 8,0; Cu – 2,0; Cd – 0,2; S – 3,0 (оның ішінде S_S – 0,5 және S_{SO4} – 2,5); CaO – 0,42; SiO_2 – 3,0; Al_2O_3-0,6 шаймалауға ұшырайды. Мыналарды есептеу қажет: 1) мырыш кектерінің шығымын, олардың химиялық және ұтымды құрамын; 2) күйдірілген концентратты сілтілеу кезінде алынатын бейтарап ерітіндінің мөлшерін; 3) сілтілеу кезінде күкірт қышқылының шығынын өтеу үшін сульфатты күкірт жеткілікті ме; 4) тұқылды, пиролюзитті және мырыш тозаңын сілтілеу үшін күкірт қышқылының мөлшерін.

Есептеу 100 кг отқа жүргізіледі. Біз пештің құрамдас бөліктері шаймалау кезінде келесідей әрекет ететінін қабылдаймыз: 1) пеште 92% еритін мырыш; 2) мырыш түрінде ZnS, $ZnS \cdot Fe_2O_3$ кекстерде қалады; 3) Мыстың 50% ерітіндіге, 50% кекстерге өтеді; 4) кадмий толығымен ерітіндіге өтеді; 5) қалған компоненттер толығымен кекке өтеді; 6) кекстерде толық жуудың салдарынан суда еритін мырыштың 2% бар. ZnS-тен кекке мырыш өтеді:

65,4 кг - 32 кг;
х-0,5;
х = 1,02 кг;
1,02 + 0,5 = 1,52 кг.

Тұшпара құрамында ерімейтін Zn бар:

58 кг-100 %;
х-8 %;
- 1,43 кг.

Мырыш $ZnO \cdot Fe_2O_3$ түрінде кекке өтеді: 4,64 – 1,02 = 3,62 кг.
Мырыштың бұл мөлшерімен оттегі байланысты болады:

65,4 кг Zn – 16 кг O_2;
3,62-х;
х = 0,88 кг O_2;
3,62 + 0,88 = 4,5 кг.

2 кг қорғасын $PbSO_4$ түрінде тортқа өтеді.
Күкірт пен оттегі қорғасынның осы мөлшерімен байланысты болады:

207,2 кг Pb-32 кг S;
2-ші;
х = 0,31 кг S.
207,2 кг Pb-64 кг O_2;
2-ші;
х = 0,62 кг O_2.

2 + 0,31 + 0,62 = 2,93 кг. Мыс CuO түрінде тортқа өтеді: 2 кг·0,5=1 кг.
Оттегі байланысты болады:

63,6 кг Cu-16 кг O_2;
1-ші;
х = 0,25 кг O_2;
1 + 0,25 = 1,25 кг CuO.

Кекке 8 кг Fe Fe_2O_3 түрінде өтеді.

Оттегі байланысты болады

111,6 кг Fe-48 кг O_2;
8 – х;
х = 3,4 кг O_2;
8 + 3,4 = 11,4 кг O_2.

CaO толығымен $CaSO_4$ түрінде тортқа ауысады.
Огаркада 0,42 кг CaO.

56,1 кг CaO-32 кг S;
0,42-х;
х = 0,24 кг S.
56,1 кг CaO-48 кг O_2;
0,42-х;
х = 0,36 кг O_2.
0,42 + 0,24 + 0,36 = 1,12 кг.

$CaSO_4$. $ZnSO_4$ түрінде кекстердегі суда еритін мырыштың мөлшерін есептейміз.

Кекке келесі компоненттер кіреді: ZnS+ZnO (ферритте) + $PbSO_4$+CuO+Fe_2O_3+SiO_2+Al_2O_3+$CaSO_4$=1,52+4,50+2,93+1,25+11,4+3,00+0,6+ 1,02=26,22 кг.

Біз қабылдаймыз: $х_1$-кектегі Zn мазмұны (2 %); $х_2$ – кектегі SO_4 мазмұны.

65,4 Zn – 96 SO_4;
2 Zn – $х_2$;
$х_2$=2·96/65,4 = 2,98 %;
$х_1$ + $х_2$ = 4,98 %.
26,22 кг-95,02 %;
$х_1$-2%;
$х_1$ = 0,55 кг Zn;
65,4 кг – 32 кг S;
0,55 – х;
х = 0,27 кг S;
65,4 кг Zn-64 кг O_2;
0,55 – х;
х = 0,54 кг O_2.
0,55 + 0,27 + 0,54 = 1,36 кг $ZnSO_4$.

Есептеу нәтижелерін 23-кестеге келтіреміз. Кекстерде 35% ылғал немесе (27,58/65)·35=14,90 кг бар. Ылғалды кектердің массасы: 27,58+14,90=42,48 кг.

Кесте 23 - Кек құрамы

Минералдар	Элемент, кг											
	Zn	Pb	Cu	Fe	S_S	$S_{орг}$	SiO_2	Al_2O_3	Ca	O_2	Жиыны	
											кг	%
ZnS	1,02	-	-	-	0,5	-	-	-	-		1,52	5,51
$ZnSO_4$	0,55	-	-	-	-	0,27	-	-	-	0,54	1,36	4,92
ZnO	3,62	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	4,50	-16
$PbSO_4$	-	2,0	-	-	-	0,31	-	-	-	0,62	2.93	10,6
CuO	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	0,25	1,25	4,53
Fe_2O_3	-	-	-	8.0	-	-	-	-	-	3,4	11,40	41,4
SiO_2	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	3,0	10,87
Al_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,60	2,18
$CaSO_4$	-	-	-	-	-	0,24	-	-	0,42	0,36	1,02	3,69
жиыны	5,19	2,0	1,0	8,0	0.5	0,82	3,0	0,6	0,42	6,05	27,58	100
%	18,8	2,26	3.36	29,0	1,81	2,97	10,85	2,17	1,52	21,99	-	100

Бейтарап ерітіндінің мөлшері. Мырыштың құрамын қабылдаймыз: бейтарап ерітіндіде 130 г/дм^3 және пайдаланылған электролитте 50 г/дм^3. Сілтілеу кезінде ерітіндінің әр литріне 130-50 = 80 г Zn өтеді.

Жалпы мырыш бейтарап ерітіндіге өтеді 58,00-5,19=52,81 кг = 52810 г. Бейтарап ерітіндінің көлемі 52810/80 = 660 дм^3.

Күйдіргішті, пиролюзитті және мырыш шаңын шаймалауға арналған күкірт қышқылының мөлшері.

Күкірт қышқылы. Шаймалау үшін 25 г тұқы алынды делік. 25 г тұқы құрамында еритін мырыш бар: 25·0,58·0,92=13,3 г. Біз күйік сульфатының 80% мырышпен байланысты деп қабылдаймыз, ол 25 г күйікке қайта есептеледі 25·0,025·0,8 = 0,5 г S_{SO4}.

Тұшпара құрамында сульфатты мырыш бар

65,4 г-32 г;
х-0,5;
х=1,02 г.

13.3-1.02=12.28 г мырыш ерітіндіге ZnO түрінде өтеді.

Мырыштың бұл мөлшерін еріту үшін $ZnO+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2O$ күкірт қышқылы қажет.

65,4 г-98 г;
12,28-х;
х=18,5 г.

Артық күкірт қышқылын 10% - ға тең қабылдаймыз. Содан кейін күкірт қышқылын тұтыну 18,5+18,5·0,1=20,35 Г немесе 20,35/1,84=11,05 см^3, мұндағы 1,84 – концентрацияланған күкірт қышқылының тығыздығы, г/см3.

Мырышты шаймалауға күкірт қышқылының 10% ерітіндісі түседі делік. Мұндай ерітіндіні алу үшін сізге су қажет: 20,35·90/10=183 г.

Пиролюзит. ZnS-ке байланған мырыш 1,52 г мөлшерінде кекке өтеді. Онда мырыш – 1,02. Пештің құрамында ерімейтін мырыш 8 % бар: 58,0·0,08=4,64 г. Кекке $ZnO \cdot Fe_2O_3$ түрінде мырыш өтеді: 4,64 – 1,02 = 3,62 г.

Ферриттегі темір мөлшері: 3,62·11/65, 4=6,2 г. Қалған темір 8,0–6,2=1,8 г мөлшерінде ерітіндіде болады. Бұл темірдің 90% - ы екі валентті күйде: 1,8·0,9=1,62 г немесе $FeSO_4$-ке қайта есептегенде: 156·1,62/56=4,5 г. $2FeSO_4+MnO_2+2H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+MnSO_4+ +2H_2$ реакциясы арқылы MnO_2 қажетті мөлшерін табамыз:

312 $FeSO_4$-87 MnO_2;
4.5 $FeSO_4$-x;
қайдан x=1,26 г.

Мырыш шаңы. Бұрын ерітіндіде 50% СИ бар екендігі қабылданды, яғни 1 г. Мыс цементтеу үшін мырыш шаңының мөлшерін $CuSO_4+Zn=ZnSO_4+Cu$ реакциясы арқылы табамыз.

63,6 Си – 65,4 Zn;
(1,0 * 0,25) Си – x Zn;
2010 ж.

Кадмий толығымен ерітіндіге өтеді. Кадмийді цементтеу үшін мырыш шаңының мөлшерін $CdSO_4+Zn= ZnSO_4 + Cd$ реакциясы арқылы табамыз.

112,4 Cd – 65,4 Zn;
(0,2·0,25) Cd – x Zn;
2010 ж.

Барлығы үш есе артық (0,26+0,03)·3=0,87 г Zn ескере отырып, мырыш шаңы қажет.

21. КС пештерінде сульфидті мырыш концентраттарын күйдіруді есептеу. Құрғақ концентраттың құрамы (100 кг-ға):

Zn = 52, 0 кг; Fe = 8,0 кг; Al_2O_3 = 1,0 кг;
Pb = 1,0 кг; S = 32,0 кг; басқалары = 0,7 кг;
Cu = 0,8 кг; CaO = 1,0 кг; барлығы = 100 кг.
Cd = 0,5 кг; SiO_2 = 3,0 кг;
Концентраттың ылғалдылығы W = 7,0 %.

Концентраттағы металдар келесі қосылыстар түрінде ұсынылған: ZnS, PbS, $CuFeS_2$, CdS, FeS_2, Fe_7S_8. Ауа үрлеуі (O_2-21 об. %). Құрғақ концентрат бойынша жылдық өнімділік 100 000 т.

Өндірістік сынамаларды талдау деректері бойынша күйіктегі негізгі компоненттердің құрамы: мырыш – ZnO, $ZnSO_4$, ZnS, $ZnO \cdot Fe_2O_3$; Pb – 50% PbO және 50% $PbSO_4$; мыс – 70% CuO және 30% $cuo \cdot fe_2o_3$ феррит түрінде;

кадмий – мысқа ұқсас 70% оксидте және 30% ферритте; темір – 90% феррит және 5% FeO және Fe_2O_3; кальций-$CaSO_4$ түрінде. Күйдірілген өнімдердегі мыс пен кадмий тек оксидтер мен ферриттер түрінде болады.

Тұқы құрамында 0,3% S_S (сульфидті күкірт) және 3% S_{SO_4} (сульфатты күкірт) бар. Күйдіру газдарындағы барлық күкірт SO_2 түрінде болады (іс жүзінде SO_3 үлесі 0,1 – 0,3% құрайды).

22. Мырыш концентратының ұтымды құрамын есептеу, (100 кг құрғақ концентратқа кг).

Құрамында мырыш бар минералдардан тек сфалерит бар, біз барлық мырыш құрамында болады деп санаймыз. Сонда

$$Zn(ZnS) = Zn_{кон} = 52{,}0 \text{ кг.}$$
$$ZnS = Zn_{кон} \cdot \frac{M_{ZnS}}{A_{Zn}} = 52{,}0 \cdot \frac{97{,}45}{65{,}39} = 77{,}5028 \text{ кг.}$$
$$S(ZnS) = ZnS - Zn_{кон} = 77{,}5028 - 52{,}0 = 25{,}5028 \text{ кг.}$$

Құрамында қорғасын бар минералдардан тек галенит бар, біз барлық қорғасын құрамында болады деп санаймыз. Сонда

$$Pb(PbS) = Pb_{кон} = 1{,}0 \text{ кг.}$$
$$PbS = Pb_{кон} \cdot \frac{M_{PbS}}{A_{Pb}} = 1{,}0 \cdot \frac{239{,}25}{207{,}19} = 1{,}1547 \text{кг.}$$
$$S(PbS) = PbS - Pb_{кон} = 1{,}1547 - 1{,}0 = 0{,}1547 \text{ кг.}$$

Құрамында мыс бар минералдардан тек халькопирит бар, біз ондағы барлық мыс бар деп санаймыз. Сонда

$$Cu(CuFeS_2) = Cu_{кон} = 0{,}8 \text{ кг.}$$
$$CuFeS_2 = Cu_{кон} \cdot \frac{M_{CuFeS_2}}{A_{Cu}} = 0{,}8 \cdot \frac{183{,}51}{63{,}54} = 2{,}3105 \text{ кг.}$$
$$S(CuFeS_2) = CuFeS_2 \cdot \frac{2A_S}{M_{CuFeS_2}} = 2{,}3105 \cdot \frac{64{,}12}{183{,}51} = 0{,}8073 \text{ кг.}$$
$$Fe(CuFeS_2) = CuFeS_2 - Cu_{кон} - S(CuFeS_2) = 0{,}7032 \quad кг.$$

Кадмий бар минералдардың ішінен тек гринокит бар, біз барлық кадмий құрамында болады деп санаймыз. Сонда

$$Cd(CdS) = Cd_{кон} = 0{,}5 \text{ кг.}$$
$$CdS = Cd_{кон} \cdot \frac{M_{CdS}}{A_{Cd}} = 0{,}5\frac{144{,}46}{112{,}4} = 0{,}6426 \text{ кг.}$$

$$S(CdS) = CdS - Cd_{кон} = 0{,}6426 - 0{,}5 = 0{,}1426 \text{ кг.}$$

Fes_2 пириті мен Fe_7S_8 пирротинінің мөлшерін анықтау үшін темір мен күкірттің қалдық мөлшерін табамыз.

$$S_{ост} = S_{кон} - S(ZnS) - Z(PbS) - S(CuFeS_2) - S(CdS) = 5{,}3926 \text{ кг.}$$
$$Fe_{ост} = Fe_{кон} - Fe(CuFeS_2) = 7{,}2968 \text{ кг.}$$

Біз $Fe(FeS_2)$ санын X үшін аламыз, содан кейін Fe (Fe_7S_8) Fe_{ost} – X-ке тең:

$$Fe(FeS_2) = X,$$
$$Fe(Fe_7S_8) = Fe_{ост} - X = 7{,}2968 - X.$$

Содан кейін пирит пен пирротиндегі күкірт мөлшері тең:

$$S(FeS_2) = \frac{2A_S}{A_{Fe}} X = \frac{64{,}12}{55{,}85} X = 1{,}14807X;$$
$$S(Fe_7S_8) = \frac{8A_S}{7A_{Fe}}(7{,}2968 - X) = \frac{256{,}48}{390{,}95}(7{,}2968 - X) =$$
$$= 0{,}65604 \cdot (7{,}2968 - X) = 4{,}78699 - 0{,}65604X.$$

Бізде теңдеу бар

$$S(FeS_2) + S(Fe_7S_8) = S_{ост}$$
$$1{,}14807X + 4{,}78699 - 0{,}65604X = 5{,}3926$$
$$0{,}49203 \cdot X = 0{,}60561$$
$$X = 1{,}2308 \text{ кг.}$$

X-пириттегі темірдің мөлшері, содан кейін

$$Fe(FeS_2) = 1{,}2308 \text{ кг.}$$
$$Fe(Fe_7S_8) = 7{,}2968 - 1{,}2308 = 6{,}066 \text{ кг.}$$
$$S(FeS_2) = 1{,}14807 \cdot 1{,}2308 = 1{,}4130 \text{ кг.}$$
$$S(Fe_7S_8) = 0{,}65604 \cdot 6{,}066 = 3{,}9796 \text{ кг.}$$
$$FeS_2 = Fe(FeS_2) + S(FeS_2) = 1{,}2308 + 1{,}413 = 2{,}6438 \text{ кг.}$$
$$Fe_7S_8 = Fe(Fe_7S_8) + S(Fe_7S_8) = 6{,}066 + 3{,}9796 = 10{,}0456 \text{ кг.}$$

Тексеру: $S(FeS_2) + S(Fe_7S_8) = 1{,}4130 + 3{,}9796 = 5{,}3926$ кг.

Тұқым құраушылар саны және басқалары:
$CaO = CaO_{КОН} = 1{,}0$ кг.
$SiO_2 = SiO2_{КОН} = 3{,}0$ кг.

$Al_2O_3 = Al_2O_{3КОН}$ = 1,0 кг.
Басқалары = басқалары = 0,7 кг.

23. Өнімділігі жылына 135 мың тонна мырыш болатын цехтағы электролиздер санын анықтау. Бір ваннаның ток жүктемесі 19 кА; мырыш тогы бойынша шығу 0,91; Машина уақытының коэффициенті 0,94; электрохимиялық эквивалент Z_n = 1,219 г/А·сағ.

$$g_2 = g_1/365 = 135000/365 = 369{,}86 \text{ т};$$
$$g_3 = k * i * t * К_м * В_т = 1{,}219 \cdot 19 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}91 = 475{,}5 \text{ кг / тәул.};$$
$$n = g_2/g_3 = 369860/475{,}5 = 777{,}8.$$

Біз 778 электролизерді қабылдаймыз

24. Мыс концентратының ұтымды құрамын есептеу. (100 кг құрғақ концентратқа кг).

1. Халькопириттегі мыс

$$Cu(CuFeS_2) = \frac{3}{3+2+1} Cu_{к-т} = 0{,}5 \cdot 20{,}1 = 10{,}05.$$

2. Халькопирит массасы

$$CuFeS_2 = Cu(CuFeS_2) \frac{183{,}525}{63{,}546} = 10{,}05 \cdot 2{,}888 = 29{,}024.$$

3. Халькопириттегі темір

$$Fe(CuFeS_2) = CuFeS_2 \frac{55{,}847}{183{,}525} = 29{,}024 \cdot 0{,}3043 = 8{,}832.$$

4. Халькопириттегі күкірт

$$S(CuFeS_2) = CuFeS_2 - Cu(CuFeS_2) - Fe(CuFeS_2) =$$
$$= 29{,}024 - 10{,}05 - 8{,}832 = 10{,}142.$$

Ескертпелер: 183,525-$CuFeS_2$ молекулалық массасы;
63,546-Мыстың атомдық массасы.

5. Ковеллиндегі мыс

$$Cu(CuS) = \frac{2}{3+2+1} Cu_{к-т} = \frac{2}{3+2+1} 20{,}1 = 6{,}700.$$

6. Ковеллиннің массасы

$$CuS = Cu(CuS)\frac{95{,}612}{63{,}546} = 6{,}700 \cdot \frac{95{,}612}{63{,}546} = 10{,}081.$$

7. Ковеллиндегі күкірт

$$S(CuS) = CuS - Cu(CuS) = 10{,}081 - 6{,}700 = 3{,}381.$$

8. Халькозиндегі мыс

$$Cu(Cu_2S) = \frac{1}{3+2+1}Cu_{к-т} = \frac{1}{3+2+1}20{,}1 = 3{,}350.$$

9. Халькозин массасы

$$Cu_2S = Cu(Cu_2S)\frac{159{,}158}{(2 \cdot 63{,}546)} = 3{,}350\frac{159{,}158}{(2 \cdot 63{,}546)} = 4{,}195.$$

10. Халькозиндегі күкірт (айырмашылығы бойынша)

$$S(Cu_2S) - Cu(Cu_2S) = 4{,}195 - 3{,}350 = 0{,}845.$$

11. Пириттегі күкірт

$$S(FeS_2) = S_{к-т} - S(CuFeS_2) - S(CuS) - S(Cu_2S) = 40{,}0 - 10{,}142 -$$
$$- 3{,}381 - 0{,}845 = 25{,}632.$$

12. Пирит массасы

$$FeS_2 = S(FeS_2)\frac{119{,}979}{2 \cdot 32{,}066} = 25{,}632\frac{119{,}979}{2 \cdot 32{,}066} = 47{,}953.$$

13. Пириттегі темір

$$Fe(FeS_2) = FeS_2 - S(FeS_2) = 47{,}953 - 25{,}632 = 22{,}321.$$

14. Магнетиттегі темір (айырмашылығы бойынша)

$$Fe(Fe_3O_4) = Fe_{к-т} - Fe(CuFeS_2) - Fe(FeS_2) =$$
$$= 32{,}9 - 8{,}832 - 22{,}321 = 1{,}747.$$

15. Магнетит массасы

$$Fe_3O_4 = Fe(Fe_3O_4)\frac{231{,}539}{3 \cdot 55{,}847} = 1{,}747\frac{231{,}539}{3 \cdot 55{,}847} = 2{,}414.$$

16. Магнетиттегі оттегі

$$O(Fe_3O_4) = Fe_3O_4 - Fe(Fe_3O_4) = 2{,}414 - 1{,}747 = 0{,}667.$$

17. Магнетиттегі оттегін шегергендегі өзгелері

Өзге = Өзге$_{-т}$ - O(Fe_3O_4) = 2,000 – 0,667 = 1,333.

Концентраттың рационалды құрамының 24 кестесін құрамыз:

24-кесте - Концентраттың минералдық (ұтымды) құрамы

Минерал	Cu	Fe	S	O	SiO_2	CaO	Al_2O_3	Өзгелері	Сомасы
$CuFeS_2$	10,05	8,832	10,142	-	-	-	-	-	29,024
CuS	6,700	-	3,380	-	-				10,081
Cu_2S	3,350	-	0,845	-	-	-	-	-	4,195
FeS_2	-	22,321	25,632	-	-	-	-	-	47,953
Fe_3O_4	-	1,747	-	0,667	-	-	-	-	2,414
SiO_2	-	-	-	-	2,50	-	-	-	2,500
CaO	-	-	-	-	-	0,70	-	-	0,700
Al_2O_3	-	-	-	-	-	-	1,80	-	1,800
Т.	-	-	-	-	-	-	-	1,334	1,334
Сомасы	20,10	32,90	40,000	0,667	2,50	0,70	1,80	1,334	100,00

25. Құрамында мыс рудасының ұтымды құрамын есептеңіз:

Химиялық құрамы минералогиялық құрамы

Мыс -1,8% Халькопирит $CuFeS_2$

Күкірт-47,6% Пирротин Fe_7S_8

Темір 41% Кварц SiO_2

Кварц -5,2% Алюминий Al_2O_3

Саз топырақ -2% Әктас $Caco_3$

Кальций оксиді -0,5% сфалерит ZnS

Мырыш-1,4%

Басқалары -0,5%.

1. Халькопириттің массасын анықтаңыз

$$\overset{1,8\ x\ x2}{CuFeS_2}$$
$$63,5\ 55,8\ 64$$

X=1,8·55,8/63,5=1,58 кг; X_2=1,8·64/63, 5=1,81 кг; M=1,8+1,58+1,81=5,19 кг.

2. Сфалерит массасын анықтаңыз

$$\overset{1,4\ x}{ZnS}$$
$$65,4\ 32$$

X=1,4·32/65,4=0,69 кг; M=1,4+0,69=2,09 кг.

3. Пирротиннің массасын анықтаңыз

Пирротиндегі Темірдің массасын анықтау үшін темірдің мөлшерін нақтылау қажет Fe_{ost}=41-1,58=39,42 кг.

39,42 x
Fe_7S_8
390,6 256

X=39,42·256/390,6=25,84 кг; M=39,42+25,84=65,26 кг.

Күкірт бойынша тексеру S=47,6—1,81-0,69=19,26 кг, яғни күкірт артық және ол басқалармен байланысты. $CaCO_3$ әктасының массасын анықтаңыз:

56(CaO) – 44(CO_2);
0,5-x;
X=0,5·44/56=0,39 кг; M=0,39+0,5=0,89.

Өзгелерді нақтылайық: 0,5–0,39+19,26=19,37 кг.
Біз деректерді 25-кестеге жинақтаймыз.

25-кесте - Мыс кенінің ұтымды құрамы

Компоненттер	Cu	Zn	Fe	S	SiO_2	Al_2O_3	CaO	CO_2	Өзгелері	Жиыны
$CuFeS_2$	1,8		1,58	1,81						5,19
ZnS		1,4		0,69						2,09
Fe_7S_8			39,42	25,84						65,26
$CaCO_3$							0,5	0,39		0,89
SiO_2					5,2					5,2
Al_2O_3						2				2
өзгелері									19,37	19,37
Жиыны	1,8	1,4	41	28,34	5,2	2	0,5	0,39	19,37	100

26. Келесі құрамдағы мыс концентратының ұтымды құрамын есептеңіз:

Химиялық құрамы минералогиялық құрамы
Мыс -27% Халькопирит $CuFeS_2$
Никель-1,2% Петландит$NiFeS_2$
Күкірт-32,3% Пирротин $Fe_{12}S_{13}$
Темір 34,5% SiO_2 Кварц
Кварц -0,5% AlO_3 Саз топырақі
Саз топырақ -0,2% Әктас $CaCO_3$
Кальций оксиді -0,4% Магнезит $MgCO_3$
Магний оксиді-0,5%
Басқалары -3,4%
Халькопириттің массасын анықтаңыз

27 x x2
$CuFeS_2$
64 56 64

X=27·56/64=23,63 кг; X_2=27·64/64=27 кг; M=27+23,63+27=77,63 кг.

Петландиттің массасын анықтаңыз

1,2 x x2
$NiFeS_2$
59 56 64

X=1,2·56/59=1,14 кг; X_2=1,2·64/59=1,3 кг; M=1,2+1,14+1,3=3,64 кг.

Пирротиннің массасын анықтаңыз. Пирротиндегі Темірдің массасын анықтау үшін темірдің мөлшерін нақтылау қажет Fe_{ost}=34,5–23,63–1,14=9,73 кг.

9,73 x
$Fe_{12}S_{13}$
672 416

X=9,73·416/672=6,02 кг.

S=бойынша тексереміз 32,3–1,3–27=4 кг, яғни 6,02–4=2,02 кг күкірт жетіспейді. Біз қажетті күкіртті басқалардан аламыз, содан кейін пирротиннің массасы:

M=9,73+6,02=15,93 кг.

$CaCO_3$ әктасының массасын анықтаңыз

56(CaO) – 44(CO_2);
0,4-x;
x=0,4·44/56=0,31 кг; M=0,31+0,4=0,71.

$MgCO_3$ магнезитінің массасын анықтаңыз

40(MgO) – 44(CO_2);
0,5-x;
x=0,5·44/40=0,55 кг; M=1,05+0,5=1,05 кг.

Өзгелерді нақтылайық: 3,4–2,02–0,71–0,55=0,12 кг. деректер кестеге келтірілген26.

26-кесте - Мыс концентратының ұтымды құрамы

Компоненттер	Cu	Ni	Fe	S	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	CO_2	өзгелері	жиыны
$CuFeS_2$	27		23,63	27							77,63
$NiFeS_2$		1,2	1,14	1,3							3,64
$Fe_{12}S_{13}$			9,73	6,02							15,93
$CaCO_3$							0,4		0,31		0,71
$MgCO_3$								0,5	0,55		1,05
SiO_2					0,5						0,5
AlO_3						0,2					0,2
өзгелері										0,12	0,12
Жиыны	27	1,2	34,5	34,32	0,5	0,2	0,4	0,5	1,26	0,12	100

27. Реакцияның жылу әсерін анықтаңыз, сонымен қатар оны 1кг Ag_2S үшін есептеңіз, егер:

$$Ag_2S + O_2 = Ag_2O + SO_2 + AgSO_4.$$

Алдымен реакцияны коэффициенттермен теңестіру керек:

$$4Ag_2S + 7O_2 = 2Ag_2SO_4 + 2SO_2 + 2Ag_2O.$$

Анықтамалықтан заттардың түзілу жылуын жазамыз (H298 кДж / моль):

- Ag_2S үшін (-33,2) кДж/моль құрайды;
- $Ад_2O$ үшін (-30,56) кДж/моль құрайды;
- Ag_2SO_4 үшін (-713,2) кДж/моль құрайды;
- SO_2 үшін (-269,9) кДж/моль құрайды;
- O_2 үшін 0 кДж / моль.

Анықтайық: $H_{прод.}$=-30,56+(-2·713,2)+(-2·269,9)=-2081,12 кДж / моль.

$H_{исх.}$=-4·33,2=-132,8 кДж/моль. H= - 2088,12 - (-132,8)=-1948,32 кДж/моль. Осылайша, 4 моль ag_2s тотығуымен 1948,32 кДж жылу шығарылады.

1кг Ag_2S жылу әсерін анықтаймыз. Mr(Ag_2S)=248Kr. 4 * 248 гр Ag_2S=1948,32 кДж. 1 кг Ag_2S-х кДж. х=1,96 кДж / кг·10^3.

28. Штейндегі Мыстың берілген құрамын алу үшін күйдіру кезінде күкіртсізденудің қажетті дәрежесін есептеу. Күкіртсіздендіру дәрежесі (күкіртсіздендіру) - алынған күкірт массасының бастапқы зарядтағы күкірт массасына қатынасы.

$$Ds = \frac{S_{удал}}{S_{ших}}.$$

1. Тұқыл балқыту кезінде алынатын штейн салмағы, кг

$$G_{шт} = \frac{Cu_{к-т}\varepsilon}{Cu_{шт}} = \frac{20{,}1 \cdot 0{,}98}{0{,}30} = 65{,}66;$$

мұндағыε-мысты өтпелі (күйдіру-балқыту) алу, бірлік үлестері.;

$Cu_{шт}$ -штейндегі Мыстың, үлестің қабылданған құрамы.

2. Штейндегі күкірттің құрамында $S_{шт}$≈25 % болған кездегі массасы (Мостович бойынша), кг

$$G(S_{шт}) = G_{шт}\frac{25}{100} = 65{,}66 \cdot 0{,}25 = 16{,}415.$$

4. Балқыту процесінде күкіртсіздендіру кезінде тұқылдағы күкірттің қажетті массасы 0,1 кг-ға тең

5.

$$G(S_{ог}) = \frac{16,415}{1-0,1} = 18,239 .$$

6. Күйдіру кезінде алынатын күкірттің массасы, кг

7.

$$S_{удал} = S_{к-т} - G(S_{ог}) = 40,0 - 18,239 = 21,761.$$

8. Отқа айналатын күкірт массасы

9.

$$S_{ог} = S_{к-т} - S_{удал} = 40,0 - 21,761 = 18,239 \text{ кг}$$

6. Күйдіру кезінде Десульфуризация, бірлік үлесі

$$Ds = \frac{S_{удал}}{S_{ших}} . = \frac{21,761}{40,0} = 0,544.$$

7. Реакция бойынша сульфидтердің термолизі нәтижесінде бөлінетін элементарлы (элементарлы) күкірт массасы

$$4CuFeS_2 = 2Cu_2S + 4FeS + S_2$$
$$4CuS = 2Cu_2S + S_2$$
$$2FeS_2 = 2FeS + S_2$$
$$S_{эл} = 0,25\, S(CuFeS_2) + 0,5\, S(CuS) + 0,5\, S(FeS_2) = 0,25 \cdot 10,142 +$$
$$+ 0,5 \cdot 3,380 + 0,5 \cdot 25,632 = 17,041.$$

8. Элементарлы күкірттен артық тотығатын күкірттің массасы, кг.

9.

$$S_{ок} = S_{удал} - S_{эл} = 21,761 - 17,041 = 4,72.$$

10. Күкірт ішінара жойылған кезде реакция арқылы Fe_3O_4 түзе отырып, Fes тотығуға ұшырайды деп қабылдаймыз

$$3\ FeS + 5\ O_2 = Fe_3O_4 + 3\ SO_2.$$

Бұл жағдайда Fe_3O_4 пайда болады

$$Fe_3O_4 = S_{ок} \frac{231,539}{3 \cdot 32,066} = 4,72 \frac{231,539}{3 \cdot 32,066} = 11,361.$$

Онда оттегі бар

$$O(Fe_3O_4) = Fe_3O_4 \frac{4 \cdot 16.0}{231,539} = 11,361 \frac{4 \cdot 16.0}{231,539} = 3,140.$$

11. 100 кг концентратқа арналған тұқыл шығымы
12.

$$G_{ог} = 100 - S_{удал} + O(Fe_3O_4) = 100 - 21,761 + 3,140 = 81,379.$$

29. Каустикалық және жалпы сілтілі модульдерді есептеңіз. Жалпы сілтінің концентрациясын есептейміз, ол сілтілердің қосындысынан тұрады:

$$Na_2O_{\text{жалпы}} = Na_2O_к + Na_2O_у$$

Каустикалық модульді анықтау. Бұл каустикалық сілтінің алюминий ерітіндісіндегі алюминий тотығына молярлық қатынасына тең. Мысалы: Al_2O_3 = 120 г/л; $Na_2O_к$ =115 г/л.

$$L_к = 115 \cdot 102/120 \cdot 62 \cdot 1,645 = 1,58.$$

Жалпы сілтілі модульді анықтау: Na_2O = 14 г/л

$$L_к = (115 + 14)/120 \cdot 1,645 = 1,77.$$

30. Алюминатты ерітінді компоненттерінің концентрациясын қайта есептеу, t=100 °С кезінде ерітіндінің үлес салмағын анықтау.

Есептеу әдісі: алюминий ерітіндісі компоненттерінің концентрациясы % немесе г/л түрінде көрсетілуі мүмкін. Бір жүйеден екіншісіне ауысу ерітіндінің нақты салмағын білуді қажет етеді.

$$n = \frac{\%Na_2O_{\text{общ}} d * 1000}{100} = \frac{\text{г}}{\text{л}} Na_2O;$$

$$\alpha = \frac{\%Al_2O_3 d * 1000}{100} = \frac{\text{г}}{\text{л}} Al_2O_3;$$

мұндағы *n* - Na_2O мазмұны, $_{\text{Жалпы}}$. г / л;
α - құрамы Al_2O_3 г / л;
d-ерітіндінің меншікті салмағы.

Егер ерітіндінің нақты ауырлығы белгісіз болса, оны практикалық есептеулер үшін жеткілікті дәл эмпирикалық формула бойынша есептеуге болады:

$$d = d_N + 0,009A + 0,00425N_n,$$

мұндағы d_N-жалпы $Na_2O_{\text{жалпы}}$ ерітіндісінің меншікті салмағы%;
A-Al_2O_3 концентрациясы%;
N_n-Na_2O концентрациясы, $_{\text{жалпы}}$%.

$$N_n = N_K + N_y$$

Сілтілік ерітіндінің үлес салмағы t °с-қа байланысты 27-кестеде көрсетілген.

27-кесте - Сулы ерітіндідегі NaOH тығыздығы, кг/м^3

NaOH	Температура						
	0°	-20	+40	60°	80°	+100	120°
-50	1540	1520	1511	1497	1483	1469	1454
40%	1443	1430	1416	1403	1389	1375	1360
-30	1340	1328	1316	1303	1289	1276	1261
20%	1230	1219	1208	1196	1183	1170	1150
-10	1117	1109	1100	1089	1077	1064	1049

1. Жалпы г/л Al_2O_3 және Na_2O концентрациясын анықтау ерітіндінің үлес салмағын анықтағаннан кейін анықталады;

2. Құрамында 11% Al_2O_3 және 12% Na_2O $_{жалпы}$ бар ерітіндінің үлес салмағын есептеу:

3.

$$d=1126,22+0,009\cdot 11+0,00425\cdot 12=1126,37 \text{ кг / м}^3.$$

мұнда 1126,22 кг/м^3– құрамында 12% Na_2o $_{жалпы}$ (немесе 15,87% NaOH) бар сілті ерітіндісінің тығыздығы 100% және 20% аралығындағы 100 °С интерполяциямен анықталады:

$$d_N = \frac{1170-1064}{10} * 15,87 + 1064 = 1126,22 \text{ кг / м}^3.$$

Al_2O_3 концентрациясын анықтаймыз, г / л:

$$Q = \frac{11\cdot 1126,22\cdot 1000}{10} = 123,88 \text{ г/л}.$$

31. Саз топырақнің теориялық шығуын есептеңіз, сілтінің теориялық жоғалуын есептеңіз. Al_2O_3 және Na_2O шығындары натрий гидроалюмосиликаты – $Na_2O\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2\cdot 2H_2O$. шаймалау және сусыздандыру кезінде пайда болуымен байланысты. Боксит құрамындағы титан TiO_2 с NaOH ерімейтін натрий метатитанатын$_3$ құрайды.

1. Саз топырақнің теориялық шығымы мына формула бойынша анықталады:

$$B_{теор.} = (A–0,85S)/(A\cdot 100)$$

Al_2O_3 және SiO_2 бокситіндегі А және S – % құрамы қандай;

0,85-натрий гидроалюмосиликатындағы бір Al_2O_3 молекуласының 2 SiO_2 молекуласына молярлық қатынасы, $Al_2O_3/2sio_2=102/120=0,85$, яғни бокситтегі әрбір SiO_2 кг 0,85 кг Al_2O_3 байланыстырады.

2.Сілтінің теориялық шығыны-Na_2O келесі формула бойынша анықталады:

$$N_{теор} = (0{,}516\ S + 0{,}387\ T)\cdot 1000/(A–0{,}85\ S)\ кг\ /\ т$$

мұндағы A, S, T – Al_2O_3, SiO_2, TiO_2 бокситіндегі мазмұн;

0,516-натрий гидроалюмосиликатындағы Na_2O-ның SiO_2-ге молярлық қатынасы Na_2O / $2sio_2$=62/120 = 0,516;

0,387-натрий метатитанатының түзілуі кезіндегі Na_2O тұтынудың TiO_2 молярлық қатынасы;

1000 кг – саз топырақ.

Мысал: боксит құрамында: Al_2O_3 – 40%; SiO_2 – 10%; TiO_2 –2,5%.

$$B_{теор} =(40\text{-}0{,}85\cdot 10)\cdot 100\ /40=78{,}75\ \%;$$
$$N_{теор.}=(0{,}516\cdot 10+0{,}387\cdot 2{,}5)\cdot 1000/(40\text{-}0{,}85\ S)=194{,}52\ кг/т.$$

32. Бокситтің бір тоннасына кері ерітіндінің мөлшерін есептеңіз.

Құрамындағы алюминий тотығының гидратын бокситтен алу үшін кері ерітіндінің мөлшерін анықтау үшін кері ерітіндідегі Na_2O_K шығынын ескеру қажет.

1. Al_2O_3 * nH_2O натрий алюминатына L_C алюминий ерітіндісімен байланыстыру үшін.
2. Ондағы SiO_2 және TiO_2 байланыстыру үшін Na_2o_k шығынын ескеріңіз.
3. Боксит құрамындағы CO_2-ны декаустификациялау үшін $na_2o_к$ шығынын ескеріңіз.

Айналмалы ерітіндінің дозасы теориялық тұрғыдан бір тонна боксит формуласы бойынша есептеледі:

$$V_{теор.}=(0{,}608Аб\cdot B\cdot L_\alpha+1{,}4C+0{,}516S+0{,}387\ T)/0{,}608\cdot A_\alpha(L_o–L_\alpha),\ м^3/т$$

мұндағы Аб, S, T, C – сәйкесінше Al_2O_3, SiO_2, TiO_2, CO_2, кг/т боксит компоненттері;

B-Al_2O_3-тің теориялық шығарылуы саз топырақта, бірлік фракцияларында;

0,608-натрий алюминатын қалыптастыру үшін Na_2o_k-тің Al_2O_3-ке молярлық қатынасы;

0,516 және 0,387 – na_2o_k-тің TiO_2 , SiO_2-ге молярлық қатынасы;

Каустификация үшін Na_2O-ның CO_2-ге 1,4 молярлық қатынасы.

Ал $_\alpha$-алюминатты ерітіндідегі Al_2O_3 мөлшері, кг / $м^3$.

Мысал: құрамында Al_2O_3 – 40%, SiO_2 – 10%, TiO_2 – 2%, CO_2 – 1,0% , l_α=1,6 және Al_2O_3=120 г/л алюминий ерітіндісін алу үшін l_o= 2,8 бар қайтымды ерітіндінің 1 т бокситке мөлшерін есептеңіз.

$$V_{теор.}=(0,608\cdot400\cdot0,7875\cdot1,6+1,4\cdot10+0,516\cdot100+0,387\cdot20)/$$
$$/0,608\cdot120(2,8–1,6)=4,34\ м^3\ /\ т,$$

мұндағы=(40– 0,85·10)/40=0,7875 немесе 78,75%.

33. Қайнатылған целлюлозаны сұйылту үшін алғашқы өнеркәсіптік судың мөлшерін есептеңіз. Ерітінділердің сұйылтылуын есептеу крест ережесіне сәйкес жүзеге асырылады.

Қайнатылған пульпадағы $Na_2O_к$ концентрациясы 147,5 г/л-ге тең, алюминатты ерітіндідегі $Na_2O_к$ құрамы 114,1 г/л-ге тең, модуль бойынша бірінші өнеркәсіптік судың концентрациясы 56,4 г/л-ге тең:

147,5 ↘↙ 114,1 - 56,4 = 57,7$м^3$ қайнатылған целлюлоза
114,1
46,4 ↗↖ 147,5-114,1 = 33,4 $м^3$ I пром. су

33,4 / 57,7=0,58 $м^3$, яғни 1 $м^3$ қайнатылған целлюлозаға бірінші өнеркәсіптік судың 0,58 $м^3$ берілуі керек.

34. Алюминий ерітіндісінің кремний модулін есептеу.

Алюминий ерітіндісінің кремний модулі алюминий ерітіндісіндегі Al_2O_3-тің SiO_2-ге қатынасына тең

$$L_{крем.}= Al_2O_3/SiO_2,$$

алюминий ерітіндісінде 120 г / л Al_2O_3 және 0,25 г/л SiO_2 бар, $L_{крем}$ анықтаңыз.

$$L_{крем.} =120/0,25=480$$

35. Жабдықты есептеу мысалдары.

Үздіксіз тасымалдау құрылғыларын және материалдарды мөлшерлеуді есептеу. Үздіксіз тасымалдау құрылғыларының өнімділігі. Өнімділікті анықтау кезінде келесі жағдайлар бөлінеді. Есептеу көзі бойынша жүргізіледі [2].

Материал үздіксіз ағын түрінде қозғалады (мысалы, таспалы, тілімшелі, қырғыш және бұрандалы тасымалдаушылардағы сусымалы материалдардың қозғалысы). Егер тасымалдаушы органның көлденең қимасы, мысалы, плитаның немесе бұрандалы конвейердің ойығы S $м^2$ болса, ал оның қозғалыс жылдамдығы ω м/сек болса, онда қозғалатын материалдың көлемі Sω $м^3$/сек болады. Тасымалдағыштың сағаттық өнімділігі Q т/с формула бойынша табамыз:

$$Q=3600s\omega_р\varphi, \qquad (1)$$

мұндағы $р_н$ - материалдың үйілген массасы (сусымалы материалдың көлемі бірлігінің массасы), т / $м^3$;

φ-тасымалдаушы органның материалмен толық жүктелмеуін ескеретін толтыру коэффициенті;

Sω - тасымалданатын материалдың көлемі, м / сек.

Таспалы транспортерлер үшін таспада жатқан S $м^2$ материалдың көлденең қимасының ауданы жазық таспада болады:

$$S=\frac{1}{18}(0,9\ B-0,05)^{2}, \quad (2)$$

мұндағы B-таспаның ені, м.

Шұңқырлы таспада S мәні шамамен 2 есе көп. S мәнін формулаға алмастыра отырып, φ=1 аламыз:

$$Q=c\ (0,9\ B-0,05)^{2}\omega_{р}n, \quad (3)$$

Жазық таспа үшін C коэффициенті 200, ойық таспа үшін C=400. Тілімшелі транспортерлер(пластиналардың жанында борттары бар), қырғыш дірілді транспортерлер үшін, $м^2$:

$$S = Bh, \quad (4)$$

мұндағы в-пластиналардың немесе науалардың ені, м;

h-тілімшелердегі немесе науадағы борттардың биіктігі (діріл тасымалдағыштар үшін h – науадағы материал қабатының биіктігі), м.

Бұрандалы транспортерлер үшін, S $м^2$:

$$S= \pi D^2/4, \quad (5)$$

мұндағы D-бұранданың диаметрі, м.

Формулаға S т/сағ мәнін, сондай-ақ ω м/с мәнін алмастыра отырып, формула бойынша:

$$Q= 60\ \frac{\pi D^2}{4}Sпр_{н}ф, \quad (6)$$

мұндағы D-бұранданың диаметрі, м;

S – материалдың көлденең қимасының ауданы, $м^2$;

$р_н$-материалдың сусымалы массасы, сусымалы материалдың көлем бірлігі), т / $м^3$;

φ-тасымалдаушы органның материалмен толық жүктелмеуін ескеретін толтыру коэффициенті.

Шөміштерде орын ауыстыру материалы (элеваторлармен орын ауыстыру). Өнімділік Q т / сағ, мынадай формула бойынша анықталады:

$$Q= 3,6\frac{\upsilon}{a}\omega_p n\ , \qquad (7)$$

мұндағы υ – шөміштің сыйымдылығы, л;

а-шөміштер арасындағы қашықтық(қадам), м;

φ-Шөміштерді толтыру коэффициенті (ұнтақ тәрізді материалдар үшін – 0,75-0,95, кесек материалдар үшін – 0,4-0,8).

Материал бөлшектер түрінде тасымалданады. Егер әрбір жүктің массасы *M* кг және жүк арасындағы қашықтық А м болса, онда ω м/с жылдамдықпен Q Т/с өнімділігі

$$Q = 3,6\,\frac{M}{a}\,\omega, \qquad (8)$$

Есептеу коэффициенттерінің мәні әдістемелік құралдың 1-2 [2] кестелері бойынша анықталады.

Материалдың өлшемі 40 мм, конвейердің ұзындығы 100 м, өнімділігі 25 т/сағ болатын көлденең бұрандалы конвейерді есептеңіз.

Шешімі. Ауыстырылатын материалдың бөліктерінің өлшемдеріне сәйкес біз бұранданың диаметрін D=600 мм және *S*=1,06 d=1,06·600=636 ММ аламыз. Толтыру коэффициентін алу φ = 0,4 формула бойынша материалдың сусымалы массасы бұрандасының қажетті айналу санын анықтаймыз $р_н$=2,0 м/м^3, айн / мин:

$$n = \frac{Q}{60*0,785*D^2 S p_i \varphi}, \qquad (9)$$

мұндағы *Q* – конвейердің өнімділігі, т / сағ;

D-бұранданың диаметрі, мм;

S-бұранданың қадамы, мм;

p_i -материалдың сусымалы массасы, т/м^3;

φ-толтыру коэффициенті.

$$n = \frac{Q}{60*0,785*0,6^2 0,636\cdot 2\cdot 0,4} = 2,898.$$

Айналымдардың максималды санын формула бойынша анықтаймыз, а=45 айн/мин

$$n_{max} = \frac{a}{\sqrt{D}}, \qquad -10$$

мұндағы D-бұранданың диаметрі.

$$n_{max} = \frac{45}{\sqrt{0,6}} = 58,065.$$

Осылайша, қажетті революциялар саны максимумнан аз.

K_1 = 1,2 қабылдай отырып, N_2 кВт қуатын формула бойынша табамыз:

$$N_2 = K_1 QL/367, \quad (11)$$

мұндағы Q – конвейердің өнімділігі, т / сағ;

L-конвейердің ұзындығы, м;

K_1-қарсылық коэффициенті.

$$N_2 = 1,2 \cdot 25 \cdot 100/367 = 8,174.$$

$N_1=N_3=N_4=0$ және $K_3=1$ болғандықтан, жетек білігіндегі қуат $N_0=N_2=8,174$ кВт құрайды. К=1,1 және η = 0,85 кезінде электр қозғалтқышының қуатын формула бойынша анықтаймыз, кВт

$$N=N_0K/\eta, \quad (12)$$

мұндағы η-к.;

К-транспортердің жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент

$$N = 8,174 \cdot 1,1/0,85 = 10,578.$$

Фосфорлы ұнды жылжыту үшін көлбеу таспалы конвейерді есептеңіз. Бастапқы деректер өнімділігі Q=460 т/сағ; фосфорлы ұнның массасы $р_н$=1,95 т/м^3; таспаның жылдамдығы ω 0,5 м/сек; көтеру биіктігі Н=15м; конвейердің ұзындығы L=120 м; таспаның қозғалыс жылдамдығы ω=0,4 м/сек; аммоний сульфатының массасы $р_н$=1,95 т/м^3; η=0,85 – к.п. д. жетек; К=1,3; $К_1$=0,054; $К_2$=10,4; $К_3$=1 – қарсылық коэффициенттері. 1-2 кестелер [2].

Біз ойық таспаны таңдаймыз және М-ге қатысты теңдеуді шешіп, таспаның қажетті енін табамыз:

$$B = 0,056\sqrt{\frac{Q}{\omega р_н}} + 0,05, \quad -13$$

мұндағы А-таспаның ені, м;

ω-таспаның жылдамдығы, м / сек;

$р_н$-сусымалы масса, т / м^3.

$$B = 0,056\sqrt{\frac{460}{0,5 \times 1,95}}\sqrt{\frac{460}{0,5 * 1,95}} + 0,05 = 1,25.$$

Біз таспаның енін=1250 мм қабылдаймыз. N_1 кВт материалды көтеруге жұмсалатын қуат мына формула бойынша анықталады:

$$N_1=QH/367, \quad (14)$$

мұндағы Q-өнімділік, т / сағ;

H – көтеру биіктігі, м.

$$N_1=460\cdot15/367=18,8.$$

Материалды жылжыту кезінде зиянды кедергілерді жеңуге жұмсалған N_2 кВт қуатты формула бойынша табамыз:

$$N_2=K_1QL/367 \quad (15)$$

мұндағы K_1-1-2 [2] кестенің анықтамалығы бойынша анықталатын кедергі коэффициенті];

Q-өнімділік, т / сағ;

L-транспортердің ұзындығы, м.

$$N_2= 0,054\cdot460\cdot120/367=8,12.$$

Бос жүріс кезінде таспаның кедергісін еңсеруге жұмсалатын N_3 кВт қуаты мынадай формула бойынша анықталады::

$$N_3=K_2\omega L/367, \quad (16)$$

мұндағы K_2-анықтамалық бойынша анықталатын кедергі коэффициенті;

ω-таспаның жылдамдығы, м / сек;

L-транспортердің ұзындығы, м.

$$N_3=10,4\cdot0,5\cdot120/367 \frac{10,4*0,5*120}{367}=1,70\text{кВт} =1,7.$$

Төгетін пышақтың жұмысына жұмсалатын қуат, N_4 кВт:

$$N_4= 0,01\ QB, \quad (17)$$

мұндағы в-таспаның ені, м;

Q-өнімділік, т / сағ.

$$N_4= 0,01\cdot460\cdot0,6=2,76.$$

Жетек білігіндегі қуаты n_0 кВт:

$$N_0 = (N_1 +N_2+N_3)K_3N_4, \quad (18)$$

мұндағы K_3-есепке алынбаған кедергілерге арналған қор коэффициенті;

N_1-материалды көтеруге жұмсалатын қуат, кВт;

N_2-кедергіні жеңуге жұмсалатын қуат, кВт;

N_3-тарту органының кедергісін жеңуге жұмсалатын қуат, кВт;
N_4-түсіру құрылғысының жұмысына жұмсалатын қуат, кВт.

$$N_0=(18,8+ 8,12+1,70)\cdot 1+2,76=32,38.$$

Электр қозғалтқышының қуаты N кВт формула бойынша есептеледі:

$$N=N_0K/n, \quad (19)$$

мұндағы К-транспортердің жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент;
η – к. п. д. жетек.

$$N=32,38\cdot 1,3/0,85=49.$$

Формула бойынша тасымалдағыштың өнімділігі Q т/сағ құрайды

$$Q=c\ (0,9\ B-0,05)\ ^2\omega_p n, \quad (20)$$

мұндағы Q-өнімділік, т / сағ;
B-таспаның ені, м;
$p_н$-материалдың үйілген массасы (сусымалы материалдың көлемі бірлігінің массасы), т / $м^3$;
ω – қозғалыс жылдамдығы, м/сек.

$$Q= 200\cdot(0,9\cdot 0,6–0,05)^2\cdot 0,4\cdot 0,74=14,2.$$

Формулаға сәйкес конвейердің өнімділігі таспаның жылдамдығына пропорционал; сондықтан өнімділікті 30 т/сағ дейін арттыру үшін ω m/c таспасының келесі жылдамдығы қажет:

$$\omega= 0,4\cdot\frac{30}{11,8}=1,27\ м\backslash сек.$$

Материалды жылжыту үшін көлденең бұрандалы конвейерді 40 мм өлшемімен есептеңіз; конвейердің ұзындығы 100 м, өнімділігі 25 т/сағ. Ауыстырылатын материалдың бөліктерінің өлшемдеріне сәйкес біз бұранданың диаметрін D=600 мм және S=1,06 d=1,06·600=636 ММ аламыз. Материалдың сусымалы массасының бұранда айналымдарының қажетті саны $p_н$=2,0 м/$м^3$. Біз толтыру коэффициентін қабылдаймыз φ=0,4.

Шешімі. N айн/мин бұранданың айналу жылдамдығын формула бойынша анықтаймыз:

$$n=\frac{Q}{60\cdot 0,785\cdot D^2 S p_i \varphi}, \quad (21)$$

мұндағы Q – конвейердің өнімділігі, т / сағ;

D-бұранданың диаметрі, мм;
S-бұранданың қадамы, мм;
p_i -материалдың сусымалы массасы, т/м^3;
φ-толтыру коэффициенті.

$$n = \frac{25}{60 \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}6^2 \cdot 0{,}636 \cdot 2 \cdot 0{,}4} = 2{,}898$$

A=45 кезінде $_{max}$ rbp/min ең көп санын анықтаңыз:

$$n_{max} = \frac{a}{\sqrt{D}}, \quad (22)$$

мұндағы D-бұранданың диаметрі;
а-ауыр абразивтік материалдарды есептеу үшін есептеу коэффициенті.

$$n_{max} = \frac{45}{\sqrt{0,6}} = 58{,}065.$$

Осылайша, қажетті революциялар саны максимумнан аз. K_1 = 1,2 қабылдай отырып, N_2 кВт қуатын формула бойынша табамыз:

$$N_2 = K_1 QL/367, \quad (23)$$

мұндағы Q – конвейердің өнімділігі, т / сағ;
L-конвейердің ұзындығы, м;
K_1 -қарсылық коэффициенті;
367-қоқыс туралы материалдың үйкеліс коэффициенті.

$$N_2 = 1{,}2 \cdot 25 \cdot 100/367 = 8{,}174.$$

N_1= N_3=N_4=0 және K_3=1 болғандықтан, жетек білігіндегі қуат N_0=N_2= 8,174 кВт. құрайды. K=1,1 және η = 0,85 кезінде электр қозғалтқышының N кВт қуатын формула бойынша анықтаймыз:

$$N = N_0 K/\eta, \quad (24)$$

мұндағы η-к.;
К-транспортердің жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент.

$$N = 8{,}174 \cdot 1{,}1/0{,}85 = 10{,}578.$$

Таспалы диспенсерді есептеу. Материалды жылжыту үшін көлбеу таспалы диспенсер таспасының енін және электр қозғалтқышының қуатын анықтаңыз.

Бастапқы деректер:

- өнімділік Q = 250 т / сағ;
- материалдың сусымалы массасы $\rho_н$=1,5 т/м^3;
- науалы таспаның жылдамдығы ϖ =0,3 м / сек;
- транспортердің ұзындығы L=12 м;
- көтеру биіктігі H=10 м;
- кедергі коэффициенттері K_1=0,054;
- K_2=10,4 анықтамалығы бойынша анықталатын кедергі коэффициенті;
- есепке алынбаған кедергілерге қор коэффициенті K_3=1.

N_0 жетек білігіндегі қажетті қуат, кВт 1-2[2] кестеге сәйкес формула бойынша анықталады.]

$$N_0=(N_1+N_2+N_3)K_3+N_4, \quad (25)$$

мұндағы K_3-есепке алынбаған кедергілерге арналған қор коэффициенті 2-кесте бойынша анықталады [2];

N_1-материалды көтеруге жұмсалатын қуат, кВт;

N_2-кедергіні жеңуге жұмсалатын қуат, кВт;

N_3-тарту органының кедергісін жеңуге жұмсалатын қуат, кВт;

N_4-түсіру құрылғысының жұмысына жұмсалатын қуат, кВт.

$$N_0=(66,82+85,01+0,1)\cdot 1+2=153,93.$$

Материалды көтеруге жұмсалған қуат, N_1 кВт тең болады:

$$N_1=\frac{QgH}{3600}, \quad (26)$$

мұндағы Q-өнімділік, т / сағ;

H-көтеру биіктігі, м;

g-ауырлық күшінің үдеуі; м / сек^2;

3600-секундтарға аударылған сағат.

$$N_1=250\cdot 9,81\cdot 10/3600=6,81.$$

N_2 кВт қуаты материалды жылжыту кезінде кедергілерді жеңуге жұмсалған қоқыс туралы үйкеліс:

$$N_2=K_1QL/367, \quad (27)$$

мұндағы L-тасымалдағыштың ұзындығы, м;

K_1-кедергі коэффициенті, 2-кесте бойынша анықталады [2];

367-есептік коэффициент [2].

$$N_2 = 10,4 \cdot 250 \cdot 12/367 = 85,01.$$

N_3 қуаты, бос жүріс кезінде таспаның немесе шынжырдың тарту органының кедергісін еңсеруге жұмсалатын кВт

$$N_3 = K_2 \omega l / 367, \quad (28)$$

мұндағы K_2-кедергі коэффициенті, 2-кесте бойынша анықталады [2];

ω – қозғалыс жылдамдығы, м / сек;

L-транспортердің ұзындығы, м.

$$N_3 = 10,4 \cdot 0,3 \cdot 12/367 = 0,1.$$

Үйкеліске төзімділік коэффициенттері K_1=0,054, K_2 коэффициенті бар таспалы транспортерлер үшін конвейердің ені 800 мм, содан кейін қуаты, N_4 кВт түсіру пышағының жұмысына жұмсалады:

$$N_4 = 0,01QB, \quad (29)$$

мұндағы B-таспаның Ені, мм;

Q-өнімділік, т / сағ.

$$N_4 = 0,01 \cdot 250 \cdot 0,8 = 2.$$

N кВт электр қозғалтқышының қуаты мынадай формула бойынша анықталады::

$$N = N_0 K/\eta, \quad (30)$$

мұндағы К-транспортердің жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент, К=1,2, 2-кесте бойынша анықталады [2];

η - к. п. д. жетек, η=0,6;

N_0-жетек білігіндегі қажетті қуат, кВт.

$$N = 153,93 \cdot 1,2/0,6 = 307,86.$$

Теміртасы пешке біркелкі беру үшін орнатылған диаметрі D=2000 мм болатын табақшалы қоректендіргіштің айналу санын және өнімділігін анықтаңыз. Теміртастың сусымалы массасы p=2250 кг / м^3. Теміртастың $F \cong 0,5$ тәрелкеге үйкелу коэффициенті, теміртастың табиғи еңіс бұрышы $\varphi \cong 45^0$. Плитаның үстіндегі қоректендіргіш манжеттің h көтеру биіктігі 90 мм болуы керек.

Шешімі. Орталықтан тепкіш күш әсерінен пластинадан материалды тастамау үшін келесі шартты сақтау керек:

$$n < 30\sqrt{\frac{f}{R}}, \tag{31}$$

мұндағы *n*-табақша айналымдарының саны, айн / мин;

R-табақша радиусы, м;

f-теміртастың пластинадағы үйкеліс коэффициенті.

$$n < 30\sqrt{\frac{0.5}{1}} \cong 4{,}24$$

Пластинаның айналу санын алыңыз n=6 айн/мин. Қоректендіргіштің өнімділігі Q , т/сағ, мынадай формула бойынша анықталады::\

$$Q = 0{,}06\frac{h^2 n\rho}{tg\varphi}\left(\pi R + \frac{h}{3tg\varphi}\right), \tag{32}$$

мұндағы h-қоректендіргіш манжетін көтеру биіктігі, мм;

n-табақша айналымдарының саны, айн / мин;

p-материалдың сусымалы массасы, кг/м^3;

φ - материалдың табиғи еңіс бұрышы;

R-табақшаның радиусы, М.

$$Q = 0{,}06 \cdot \frac{0{,}09^2 \cdot 6 \cdot 2250}{0{,}014}\left(3.14 \cdot 1 + \frac{0.09}{3 \cdot 0{,}014}\right) \cong 23$$

Фосфорлы ұнды жылжыту үшін элеваторды есептеңіз, элеватордың өнімділігі Q=50 т/сағ , сыйымдылығы υ=4,5 л ,көтеру биіктігі H=15м. Таспаның жылдамдығы ω=1,25 м/сек, толтыру коэффициенті φ=0,8. материалдың сусымалы массасы кезінде $р_н$=1,6 т/м^3; К – тасымалдағыштың жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент, 1,2-ге тең; η-к.п. д. жетек, 0,8-ге тең.

Шешімі. Таспалы элеваторды таңдаңыз. А м шелектер арасындағы қашықтықты формула бойынша анықтаймыз:

$$a = \frac{3{,}6 \times \upsilon \times \omega \times \rho_н \times \varphi}{Q}, \tag{33}$$

Q

мұндағы - элеватордың өнімділігі т / сағ;

υ-шөміштің сыйымдылығы, л (2-кесте бойынша анықталады[2]);

H – көтеру биіктігі, м;

ω - таспаның жылдамдығы, м / сек;

φ-толтыру коэффициенті;

$p_н$-материалдың сусымалы массасы, т / м^3.

$$a = \frac{3,6 \times 4,5 \times 1,25 \times 1,6 \times 0,8}{50} = 0,52.$$

Беріктік қорының коэффициенті k=0,63, қайдан табамыз K_2-белгілі бір жағдайларда элеватордың өнімділігі:

$$K_2 = kQ, \quad (34)$$

мұндағы Q - элеватордың өнімділігі т / сағ;

k-беріктік қорының коэффициенті 2-кесте бойынша анықталады[2].

$$K_2 = 0,63 \cdot 50 = 31,5.$$

Содан кейін материалды көтеруге жұмсалған N_1 кВт қуат тең болады:

$$N_1 = \frac{QH}{367}, \quad (35)$$

мұндағы *Q*-элеватордың өнімділігі, т / сағ;
H-элеватордың биіктігі, м.

$$N_1 = \frac{50 \cdot 15}{367} = 2,04.$$

Бос кезде тарту органының (таспаның немесе тізбектің) кедергісін жеңуге жұмсалған қуат, N_3 кВт, біз формула бойынша табамыз:

$$N_3 = \frac{K_2 \omega L}{367}, \quad (36)$$

мұндағы *L*-тэлеватордың ұзындығы, м;
ω – қозғалыс жылдамдығы, м / сек;
K_2-қарсылық коэффициенттері.

$$N_3 = \frac{31,5 \cdot 1,25 \cdot 15}{367} = 1,6.$$

Қуаты N_0кВт, жетек білігінде $N_2=N_4=0$ және $K_3 = 1,15$ кезінде құрайды:

$$N_0 = (N_1+N_3)K_3, \quad (37)$$

мұндағы K_3-есепке алынбаған кедергілерге арналған қор коэффициенті;

N_1-материалды көтеруге жұмсалатын қуат көзі бойынша анықталады[2];

N_3-тарту органының кедергісін жеңуге жұмсалатын қуат көзі бойынша анықталады [2].

$$N_0 = (2{,}04 + 1{,}6) \cdot\ 1{,}15\ \cong 4{,}2$$

Электр қозғалтқышының қуаты N, кВт k = 1,2 және η = 0,8 тең болады:

$$N = \frac{N_0 K}{\eta}, \qquad (38)$$

мұндағы *К*-транспортердің жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент [2];

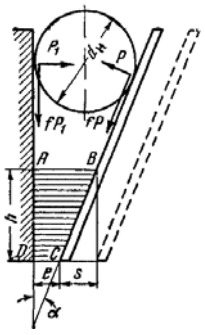
η – к. п. д. жетек.

$$N = \frac{4{,}2 \cdot 1{,}2}{0{,}8} = 6{,}3.$$

2 Ұсақтау және жіктеу үшін жабдықтарды есептеу

Ұнтақтау және ұсақтау-бұл қатты заттарды механикалық ұнтақтау процестері. Ұнтақтау нәтижесінде өңделген материалдың беті едәуір артады. Ұсақ кесектерге (ұсақтау арқылы) немесе ұнтаққа (ұнтақтау арқылы) ұсақталған қатты материалдарды қолдану ерітуді, күйдіруді, химиялық әрекеттесуді едәуір жылдамдатуға мүмкіндік береді, яғни әртүрлі процестер тезірек жүреді, оларға қатысатын қатты заттың беті соғұрлым көп болады.

Бет ұсатқыштарды есептеу. Бет ұсатқыштың жұмысын сипаттайтын негізгі параметрлер қатарына бет бұрышы деп аталатын жақ арасындағы α бұрышы жатады, схема 45-суретте көрсетілген. Тегістеу дәрежесі ұстап алу бұрышының мөлшеріне байланысты, ол α ұлғаюымен артады.



d_H-ұсақталған материал кесектерінің бастапқы диаметрі, e-шығару саңылауының ең аз ені, s-жақ соққысының ұзындығы, h-ұсақталған материалдың түсетін қабатының биіктігі

Сурет 45- Бет ұсатқышты есептеу схемасы

Алайда, ұсатқышқа түсетін материал кесектері одан жақ қысымымен итерілмеуі үшін, ұстау бұрышы материалдың үйкеліс бұрышынан 2φ – екі есе аспауы керек, яғни α<2φ жағдайы сақталуы керек.

Бұл позиция күштердің материалға әсерін қарастыру арқылы оңай дәлелденеді, ұсатқыштың жақтары арасында қысылған P_1 және P_2

жақтарының қысымы, сондай-ақ FP_1 және FP үйкеліс күштері материалға әсер етеді. Көлденең және тік осьтерге күштердің проекциясы

$$P_1 - P\cos\alpha - fP\sin\alpha = 0, \quad (39)$$

мұндағы f-үйкеліс коэффициенті.

$$P\sin\alpha - f\,P\cos\alpha - fP_1 = 0, \quad (40)$$

39 теңдеуінен P_1 мәнін анықтап, оны 40 теңдеуіне алмастыра отырып, біз түрлендіруден кейін аламыз:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2f}{1-f^2}, \quad (41)$$

Механикадан белгілі, үйкеліс коэффициенті F = $\operatorname{tg}\varphi$ үйкеліс бұрышының тангенсіне тең, сондықтан

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1-\operatorname{tg}\varphi} \quad (42)$$

Әдетте α≤15-22° көзге сәйкес қабылданады [2].

Оңтайлы жылдамдық. Жылжымалы жақ қозғалмайтын бетінен өз салмағының әсерінен ұсатқыштан алыстаған кезде биіктігі бар АВСД призмасы түріндегі материал қабаты түседі:

$$h = s \cdot \operatorname{tg}\alpha, , \quad (43)$$

мұндағы s-жақ соққысының ұзындығы, яғни. жылжымалы жақ өзіне параллель қозғалатын көлденең қашықтық.

Егер жылжымалы жақ минутына N толық тербеліс жасаса, ұсақтағыш білігінің айналу санына тең болса, онда жақтың τкету уақыты с оңға және солға бір толық тербелістің жартысына тең болады:

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{n} = \frac{30}{n}, , \quad (44)$$

қайдаτ -жақтың кету уақыты, с;

N-минутына толық тербелістер саны.

Еркін құлау Заңына сәйкес, ұсатқыштан материалдың түсуіτ , c келесі жағдайда еркін жүреді:

$$\frac{s}{\operatorname{tg}\alpha} \le \frac{450g}{n^2}, \quad (45)$$

мұндағы g-ауырлық үдеуі, см / сек^2

Ұсатқыштың ең жоғары өнімділігіне сәйкес келетін толық жақ тербелістерінің саны n айн/мин қайдан келеді:

$$n \le \sqrt{\frac{450gtg\alpha}{s}} или n \le 665\sqrt{\frac{tg\alpha}{s}}, \quad (46)$$

мұндағы *s*-жақ соққысының ұзындығы, см;

g-ауырлық үдеуі, см / сек^2.

Өнімділік. А= 22° (t$g\,\alpha \sim 0{,}4$) қабылдай отырып, жақ ұсатқыштың Q т/сағ теориялық өнімділігін формула бойынша анықтауға болады:

$$Q_1 = 0{,}15 \cdot \mu \cdot d_{cp} \cdot s \cdot b \cdot n \cdot \rho, \ , \quad (47)$$

мұндағы μ-ұсақталған материалдың қопсыту коэффициенті (μ=0,2-0,65);

d_{cp}-ұсақталған материал кесектерінің орташа диаметрі, см;

s-жақ соққысының ұзындығы, см;

b-шығару саңылауының ұзындығы, см;

n-айналымдар саны 1 мин;

p-материалдың тығыздығы, кг/см^3.

Содан кейін D_{SR} ММ ұсақталған материал бөліктерінің орташа диаметрі формула бойынша есептеледі:

$$d_{ср}=\frac{(e+s)+e}{2} = \frac{2e+s}{2}, \quad (48)$$

мұндағы е-шығару саңылауының минималды Ені, мм.

Энергия шығыны. Ұсақтауға жұмсалатын қуат, N кВт шамамен мынадай формула бойынша есептелуі мүмкін:

$$N=\frac{\sigma^2 nb(d_н^2-d_к^2)}{2\ 340\ 000 \cdot E}, , \quad (49)$$

мұндағы σ – қысу кезіндегі материалдың беріктік шегі, кг/см^2;

b-шығару саңылауының ұзындығы, см;

$d_н$ және $d_к$-бастапқы материал мен ұсақтау өнімі кесектерінің диаметрлері, см;

Е-бірінші түрдегі серпімділік модулі, кгс / см^2.

Q=30 т/сағ кезінде қарапайым теміртасы ұсақтау үшін жақ ұсатқыштарының қажетті санын анықтаңыз. Ұсақталған материал кесектерінің орташа диаметрі d_cp=40 мм, материалды қопсыту коэффициенті

μ=0,25, материалдың тығыздығы p=5,2 * 10^{-3} кг/см^3. Ұсатқыштың шығару саңылауының ұзындығы b=400 мм, ұсатқыштың жылжымалы беті жүрісінің ұзындығы s=25 мм. Ұнтақтағыштарға орнатылуы керек Электр қозғалтқыштарының қуатын анықтаңыз. Сығылу кезіндегі қатардағы теміртас беріктігінің шегі σ = 1250 кгс/см^2, ал оның серпімділік модулі E=350 000 кгс / см^2. Ұсақталатын материалдың ең үлкен кесектерінің диаметрі $d_н$=200 мм.

Шешімі. Үгіткіш білігінің оңтайлы айналу саны N айн / мин, біз формула бойынша табамыз:

$$n= 665\sqrt{\frac{\operatorname{tg}\alpha}{s}}, , \quad (50)$$

мұндағы$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg} 22^0$=0,4.

$$n=665\cdot\sqrt{\frac{0,4}{2,5}} =226.$$

Біліктің айналу санын қабылдаймыз N=260 айн/мин. Q_1 Т/сағ ұсатқыштың өнімділігі формула бойынша есептеледі:

$$Q_1 = 0,15\mu d_{cp} sbn\rho, , \quad (51)$$

мұндағы μ-ұсақталған материалды босату коэффициенті;

$d_{ср}$-ұсақталған материал кесектерінің орташа диаметрі, см;

s-жақ соққысының ұзындығы, см;

b-шығару саңылауының ұзындығы, см;

n-айналымдар саны 1 мин;

p - материалдың тығыздығы, кг/см^3.

$$Q_1= 0,15\cdot0,25\cdot0,4\cdot2,5\cdot40\cdot260\cdot5,2\cdot10^{-3}=20,2.$$

Қажетті саны m, дана ұсақтағыш:

$$m=\frac{Q}{Q_1}, , \quad (52)$$

мұндағы Q-берілген өнімділік, т / сағ;

Q_1-есептік өнімділік, т / сағ.

$$m=\frac{30}{20,2} = 1,4.$$

Екі ұсақтағышты орнатыңыз. Ұнтақтағыш тұтынатын қуат N, кВт формула бойынша табылған

$$N=\frac{\sigma^2 nb(d_н^2 - d_к^2)}{2\ 340\ 000E}, , \quad (53)$$

мұндағы σ – қысу кезіндегі материалдың беріктік шегі, кг/см^2;

b-шығару саңылауының ұзындығы, см;

$d_н$ және $d_к$-бастапқы материал мен ұсақтау өнімі кесектерінің диаметрлері, см;

Е-бірінші түрдегі серпімділік модулі, кгс / см^2.

$$N=\frac{1250^2\cdot 260\cdot 40\cdot(20^2-4^2)}{2\ 340\ 000\cdot 350\ 000}=9{,}5.$$

Біз 25% - ға тең қуат қорын қабылдаймыз, содан кейін n_d кВт электр қозғалтқышының қуаты болады:

$$N_{СЭҚ}=1{,}25\ N,\ , \qquad (54)$$

мұндағы 1,25-беріктік қорының коэффициенті;

N-ұнтақтағыштың тұтынатын қуаты, кВт.

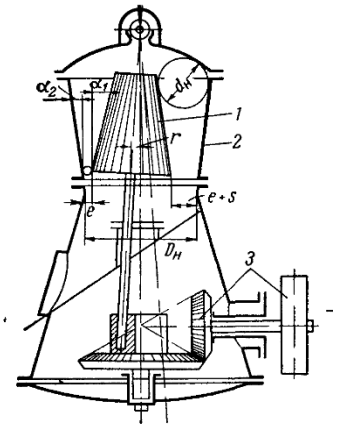
$$N_{эд}=1{,}25\cdot 9{,}5\cong 12$$

Конустық ұсатқышты есептеу. Түсіру бұрышы. 45-суретке сәйкес тік конусты ұсатқыштар үшін, мысалы, бет жағы үшін, ұстап алу бұрышы $\alpha=\alpha_1+\alpha_2\leq 2\varphi$, мұндағы φ – материалдың үйкеліс бұрышы. Әдетте α= 21-23°қабылданады.

Оңтайлы жылдамдық. Ұсатқыштың ең жоғары өнімділігіне сәйкес келетін айналымдар саны, N айн / мин мынадай формула бойынша айқындалады::

$$n=470\sqrt{\frac{tg\alpha_1+tg\alpha_2}{r}}, \qquad (55)$$

мұндағы *r*-ұсақтайтын конустың төменгі деңгейіндегі негізгі біліктің эксцентриктілігі.



1-ұсақтау басы, 2-ұсақтағыштың корпусы($D_н$-оның төменгі диаметрі), 3-жетек; r-басты түрдің Эксцентриситеті

46-сурет - Конус үгіткішін есептеу схемасы

Өнімділік. Жоғарыда көрсетілген түсіру бұрышының мәніне сүйене отырып, жеткілікті дәлдікпен, содан кейін ұсатқыштың өнімділігін қабылдауғаtg $\alpha_1 + \text{tg}\,\alpha_2 = 0{,}45.$ болады Q т / сағ, біз формула бойынша табамыз:

$$Q = 0{,}775\mu\rho nD_H rd_{cp} \tag{56}$$

мұндағы μ-материалды босату коэффициенті;

ρ-материалдың тығыздығы, кг/см^3;

$D_н$-ұсатқыштың конустық корпусының төменгі диаметрі, см;

R-негізгі біліктің эксцентриситеті, см;

$d_{ср}$-ұсақталған материал кесектерінің диаметрі, см.

N кВт ұнтақтағыштың қуаты формула бойынша есептеледі:

$$N = \frac{\sigma^2 nD_H(d_H^2 + d_K^2)}{746000E} \tag{57}$$

мұндағы σ-беріктік шегі, кгс / см^2;

N-ұнтақтағыштың негізгі білігінің айналу саны, айн / мин;

$D_н$-ұсатқыш корпусының төменгі диаметрі, мм;

$d_н$-бастапқы материал кесектерінің ең үлкен диаметрі, мм;

E-серпімділік модулі, кгс / см^2.

Келесі бастапқы мәліметтер бойынша ұсақтау үшін тік конусты ұсатқышты есептеңіз: өнімділігі 500 т/сағ әктас; бастапқы материал кесектерінің максималды диаметрі $d_н$=400 мм; ұсақталған материал кесектерінің орташа диаметрі $d_{ср}$=40 мм.

Ұсақталған материалдың сипаттамасы: тығыздығы р=2,6·10^{-3} кг/см^3; қопсыту дәрежесі μ=0,6; беріктік шегі σ≅ 1000 кгс/см^2; серпімділік модулі Е=300 000 кгс/см^2; корпус пен ұсақтағыш конустың көлбеу бұрышы B_1= B_2=12°40'; корпус пен ұсақтағыш конустың көлбеу бұрышы $\alpha_1 = \alpha_2$ =12°40'; tg $\text{tan}\,\alpha_1 + \text{tan}\,\alpha_2 = 0{,}45.$ tg$\text{tan}\,\alpha_1 + \text{tan}\,\alpha_2 = 0{,}45.$ tg=45°; конустың төменгі ұшындағы эксцентриция r=20 мм; ұсатқыш корпусының төменгі диаметрі $d_н$=1200 мм.

Шешімі. Ұнтақтағыштың негізгі білігінің айналу санын N айн/мин формула бойынша табамыз:

$$n = 470\sqrt{\frac{tg\alpha_1 + tg\alpha_2}{r}}, \tag{58}$$

мұндағы n-ұнтақтағыштың негізгі білігінің айналу саны, айн / мин;

$\alpha_1 = \alpha_2$ - корпустың және ұсақтайтын конустың көлбеу бұрышы;

R-төменгі конустың эксцентриктілігі, қараңыз

$$n = 470\sqrt{\frac{0{,}45}{2}} = 223.$$ $$470\sqrt{\frac{0{,}45}{2}} = 223\ об\backslash мин$$ $$\sqrt{\frac{0{,}45}{2}} = 223\ об\backslash мин$$

Біз дөңгелек *N*=220 айн/мин қабылдаймыз. Біз D_N=1200 мм ұсақтағыш корпусының төменгі диаметрін қабылдаймыз. Содан кейін ұсатқыштың өнімділігі *Q* т / сағ болады:

$$Q = 0{,}775\mu\rho nD_H rd_{cp}, \tag{59}$$

мұндағы μ-материалды босату коэффициенті;

ρ-материалдың тығыздығы, кг/см^3;

N-ұнтақтағыштың негізгі білігінің айналу саны, айн / мин;

$D_н$-ұсатқыштың конустық корпусының төменгі диаметрі, см;

R-негізгі біліктің эксцентриситеті, см;

$d_{ср}$-ұсақталған материал кесектерінің диаметрі, см.

$$Q = 0{,}775 \cdot 0{,}6 \cdot 2{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 223 \cdot 1200 \cdot 20 \cdot 40 = 252.$$

N кВт тұтынылатын қуат мына формула бойынша есептеледі:

$$N = \frac{\sigma^2 nD_H(d_H^2 + d_K^2)}{746000E}, \tag{60}$$

мұндағы σ-беріктік шегі, кгс / см^2;

N-ұнтақтағыштың негізгі білігінің айналу саны, айн / мин;

$D_н$-ұсатқыш корпусының төменгі диаметрі, мм;

$d_н$-бастапқы материал кесектерінің ең үлкен диаметрі, мм;

E-серпімділік модулі, кгс / см^2.

$$N = \frac{1000^2 \cdot 223 \cdot 120 \cdot (30^2 - 6^2)}{746000 \cdot 300000} = 127.$$

Есептелген *Q* және *N* мәндеріне сәйкес біз KMD-2200 маркасының ұнтақтағышын таңдаймыз.

Роликті ұсатқыштарды есептеу. Түсіру бұрышы. Орамдардың арасындағы 47-суретке сәйкес а материалының бір бөлігіне р орамының қысым күші әсер етеді, оны $P\sin\alpha$ (тігінен) және $P\cos\alpha$ (көлденеңінен) компоненттеріне бөлуге болады. Р күші FP үйкеліс күшін тудырады, мұндағы f – бөлік пен орам арасындағы жылжымалы үйкеліс коэффициенті. Бұл күшті суретте көрсетілгендей көлденең және тік компоненттерге де бөлуге болады.

Орамдардың арасындағы бөлікті тарту және оны ұсақтау үшін екі орамды бұру кезінде $2frcos\alpha$ тарту күштері $2Psin\alpha$ итергіш күштерден көп болуы керек, яғни. шартты сақтау керек:

$$2fPcos\alpha \geq 2Psin\alpha,$$

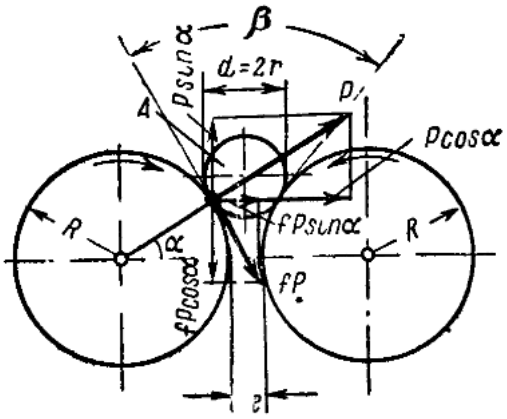
қайдан

$$tg\alpha \leq f,$$

немесе

$$tg\alpha \leq tg\varphi,$$

мұндағы φ-үйкеліс бұрышы



47-сурет-роликті ұсатқышты есептеу схемасы

Соңғы өрнектен материалдың бөліктерін тегіс орамдармен ұстау үшін α бұрышы материалдың үйкеліс бұрышынан φ аз болуы керек

$$\alpha \leq \varphi.$$

Бұрыш β=2α екенін ескере отырып, материалды ұнтақтау шарты келесі түрде ұсынылуы мүмкін

$$\beta \leq 2\varphi.$$

Роликті ұнтақтағыштарда α түсіру бұрышы әдетте 18° - қа тең болады.

Алынатын бөліктердің ең үлкен мөлшері. Схема бойынша Сіз d=2R кесектерінің ең үлкен диаметрін анықтай аласыз, оларды орамдармен тартуға болады. Схемаға сәйкес

$$R + e=(R+ r)cos\alpha,$$

мұндағы R-орам радиусы;

e-орамдар арасындағы бос орынның жартысы.

Теңдіктің екі бөлігін 2-ге көбейтіп, оны 2R-ге қатысты шеше отырып, біз бөліктердің ең үлкен диаметрін табамыз, ММ.

$$2r = \frac{2R(1-\cos\alpha)+2e}{\cos\alpha} \quad (61)$$

Немесе тығыз жылжытылған орамдарда $2E = 0$.

$$2r = \frac{2R(1-\cos\alpha)}{\cos\alpha}.$$

А=18° Алып, 61$\cos\alpha$ = 0,951 формуласына алмастырып, аламыз:

$$2r \approx \frac{1}{20} \cdot 2R + 2e\ . \quad (62)$$

Іс жүзінде бөліктердің ең үлкен диаметрі орамдардың диаметрінен 20-25 есе аз.

Орамдардың жылдамдығы. N айн/мин орамдардың айналымдарының шекті саны ұсатқыштың өнімділігінің төмендеуіне әкелетін орамдардың бетінен материалды тұндыруға жол бермеу негізінде анықталады:

$$n=616\sqrt{\frac{f}{pd_нD}}\ , \quad (63)$$

мұндағы f-орам туралы материалдың үйкеліс коэффициенті, $f\approx$ 0,2;

p-материалдың тығыздығы, кг/ м^3;

$d_н$-бастапқы материал кесектерінің диаметрі, м;

D-орамның диаметрі, м.

Әдетте орамдардың айналмалы жылдамдығы 3-6 м / сек аралығында болады.

Өнімділік. Роликті ұсатқыштардың Q т/сағ теориялық өнімділігі мынадай формула бойынша анықталады:

$$Q = 0.235\ \mu pldd_kn, \quad (64)$$

мұндағы μ-ұсақталған материалдың қопсыту коэффициенті, μ =0,2-0,3;

L-орамның ұзындығы, см;

$d_к$-ұсақталған материал кесектерінің диаметрі, см;

D-орамдардың диаметрі, см;

n-орам айналымдарының шекті саны, айн / мин;

p-материалдың тығыздығы, кг/см^3

Энергия шығыны. Роликті ұсақтағыш тұтынатын қуат ұсақтау жұмысына, орамдағы материалдың үйкелуіне және мойынтіректердегі үйкеліске жұмсалатын энергия шығынынан тұрады. Білік ұсатқыштардың қуаты N кВт, орташа шарттар үшін (σ =1250 кгс/см^2, Е=200 000 кгс/см^2) мына формула бойынша шамамен анықтауға болады:

$$N = \frac{LDn}{35\,300}\left(\frac{d_н}{2} + \frac{D^2}{24\,000}\right), \quad (65)$$

мұндағы *L*-орамдардың ұзындығы, см;

D-орамдардың диаметрі, см;

n-орам айналымдарының саны, айн / мин;

$d_н$-бастапқы материал кесектерінің мөлшері, см.

Роликті ұсақтағышты есептеңіз, егер 60 т/сағ кесек материал ұнтақтауға түссе, айналу санын және қуат шығынын анықтаңыз (тығыздығы $p=2,7\cdot10^{-3}$ кг/см^3). Бастапқы материал кесектерінің максималды мөлшері $d_н=30$ мм, материалды босату коэффициенті μ= 0,23. Ұсақталған материал кесектерінің талап етілетін мөлшері $d_к=10$ мм. Орамдардың минималды диаметрі d·d = 20-25 шартынан анықталады; бұл жағдайда орамдардың d диаметрі кемінде 20·40 = 800 мм болуы қажет. Бастапқы деректерден орамдардың диаметрі D=1000 мм, орамдардың ұзындығы L= 400 мм. Орамдар арасындағы алшақтық: $e=D_K=10$ мм болуы керек.

Шешімі. N,айн/мин айналымдар санын, орамдарды формула бойынша анықтаймыз:

$$n = Q / (0,235\ \mu p l d d_k)\ n = \frac{Q}{0,235*\mu*p*L*D*dк}, \quad (66)$$

мұндағы Q-орам ұсатқыштың өнімділігі, т / сағ;

μ-материалды босату коэффициенті;

p-материалдың тығыздығы, кг/см^3;

L-орамдардың ұзындығы, см;

D-орамдардың диаметрі, см;

D_K-бастапқы материал бөліктерінің мөлшері, см.

$$n = 60/(0,235\cdot0,23\cdot2,7\cdot10^{-3}\cdot40\cdot100\cdot1)=102.\ n = \frac{Q}{0,235*\mu*p*L*D*dк}$$

Формула бойынша орамдардың айналу жылдамдығы ω м / сек

$$\omega = \frac{\pi Dn}{60}\omega = \frac{\pi Dn}{60}, \quad (67)$$

мұндағы *D*-орамдардың диаметрі, м;

n-орам айналымдарының саны, айн / мин;

60-минуттарды секундқа аудару.

$$\omega = \frac{3,14\cdot1\cdot102}{60} = 5,33.$$

Ұнтақтағыш тұтынатын N кВт қуатын формула бойынша анықтаймыз:

$$N = \frac{LDn}{35300}\left(\frac{d_н}{2} + \frac{D^2}{24000}\right), \quad (68)$$

мұндағы *L*-орамдардың ұзындығы, см;

D-орамдардың диаметрі, см;

n-орам айналымдарының саны/мин;

$d_н$-бастапқы материал кесектерінің мөлшері, см.

$$N = \frac{40 \cdot 100 \cdot 102}{35300}\left(\frac{3}{2} + \frac{100^2}{24000}\right) = 22{,}13.$$

Балғамен үгіткішті есептеу. Балғалы ұсатқыштар d диаметрінің L ротордың ұзындығына көбейтіндісімен сипатталады. Бұл өлшемдер ұсақтағыш маркасының белгілеуінде көрсетілген, мысалы, m-6-4 маркасының ұсатқышында диаметрі D=600 мм және ұзындығы L=400 мм ротор бар.

МЕМСТ 7090-54 бойынша бір роторлы балғалы ұсатқыштардың ротордың мынадай өлшемдері бар (диаметрі, ұзындығы): 300×200, 400×300, 800×600, 1000×800, 1000×1200, 1300×1600, 2000×1800 және 2000×3000 мм.

Балғалы ұсатқыштардың өнімділігі Q т / сағ, мынадай формула бойынша анықталады:

$$Q = \frac{kD^2L}{3600\,(i-1)}, \quad (69)$$

мұндағы *D*-ротордың диаметрі, м;

L-ротордың ұзындығы, м;

I-ұнтақтау дәрежесі;

k-тәжірибелік коэффициент, оның мәні ұнтақтағыштың дизайнына және ұсақталған материалдың қаттылығына байланысты (k=4.0-6.2).

N кВт балғалы үгіткішпен тұтынылатын қуат формула бойынша шамамен анықталуы мүмкін:

$$N = (0{,}1 \div 0{,}15)iQ, \quad (70)$$

мұндағы Q-балғалы ұсатқыштардың өнімділігі, т / сағ;

і-ұнтақтау дәрежесі.

Балғамен үгіткішті есептеңіз. Оның роторының диаметрі D=800 мм, ұзындығы L=400 мм, тор торының тесіктерінің ені 13 мм, ротордың айналу саны n=950 айн/мин. Ұнтақтағыштың электр қозғалтқышының қуаты 20 кВт. Бұл ұнтақтағыштың орташа қаттылықтың 25 т/сағ өнімін ұсақтауға жарамды екенін тексеріңіз, оның кесектерінің мөлшері 100 мм. Ұсақталған өнім кесектерінің диаметрі 10 мм болуы тиіс.

Шешімі. Өнімнің ұнтақтау дәрежесі:

$$i=d_н /\frac{d_н}{d_к}\ d_к, \quad (71)$$

мұндағы I-ұнтақтау дәрежесі;

$D_К$-ұсақталғаннан кейін кен кесектерінің диаметрі;

$d_н$-ұсақталғанға дейінгі кен кесектерінің диаметрі.

$$i=\frac{100}{10}=10.$$

Ұсатқыштың өнімділігі Q т / сағ, формула бойынша анықтаймыз:

$$Q=\frac{kD^2Ln^2}{3600\ (i-1)}, \quad (72)$$

мұндағы *D*-ротордың диаметрі, м;

L-ротордың ұзындығы, м;

I-ұнтақтау дәрежесі;

n-ротор айналымдарының саны, айн / мин ;

k-тәжірибелік коэффициент, оның мәні ұнтақтағыштың дизайнына және ұсақталған материалдың қаттылығына байланысты 3-кесте бойынша анықталады [2].

$$Q=\frac{4\cdot 0{,}8^2\cdot 0{,}4\cdot 950^2}{3600\cdot(10-1)}=28{,}5.$$

N кВт тұтынатын қуатты формула бойынша табамыз:

$$N=(0{,}1\div 0{,}15)iQ, \quad (73)$$

мұндағы Q-балғалы ұсатқыштардың өнімділігі, т / сағ;

i-ұнтақтау дәрежесі.

$$N=0{,}1\cdot 10\cdot 28{,}5=28{,}5.$$

Диірмен жабдықтарын есептеу. Ұсақтау үшін энергия шығыны өте маңызды және диірменнің айналу жылдамдығына (айналу санына), ұсақтайтын денелердің салмағына, сондай-ақ дымқыл ұнтақтау кезінде суспензияның концентрациясына байланысты. Айналымдар саны. Үйкеліс салдарынан қабырға бойымен көтерілетін 47-суретке сәйкес диірмендегі допқа P центрден тепкіш күш және G шарының салмағы әсер етеді. Доптың массасы m, оның айналу радиусы R, бұрыштық жылдамдық ω, барабанның айналу саны n шарға әсер ететін центрифугалық күш P құрайды:

$$P=m\omega^2R=m\left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 R, \quad (74)$$

мұндағы m-шардың массасы, кг;

R-оның айналу радиусы барабанның радиусына тең, мм;

ω^2 - бұрыштық жылдамдық, м / сек;

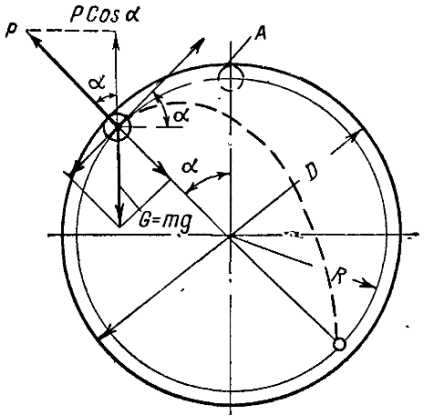
N-барабан айналымдарының саны, айн / мин

Бұл жағдайда доп пен барабанның қозғалыс жылдамдығы тең, ал R барабанның ішкі радиусына тең болады, себебі доптың диаметрі барабанның диаметрімен салыстырғанда шамалы.

Доптың G, т (салмағы) ауырлық күші мына формула бойынша есептеледі:

$$G = mg, \quad (75)$$

мұндағы g-ауырлық күшінің үдеуі, м / сек ^{2}.



48-сурет - Шар диірменін есептеу схемасы

48-суретте шар диірменнің қабырғасында Ең үлкен көтерілу сәтінде бейнеленген, содан кейін ол қабырғадан шығып, көкжиекке α бұрышпен барабанның жылдамдығына тең жылдамдықпен лақтырылған дене сияқты еркін түсуі керек. Осы сәтке сәйкес келетін α шарының көтерілу бұрышы күштердің тік оське проекциясынан анықталады:

$$\cos\alpha \cong \frac{1800}{n^2 D}, \quad (76)$$

мұндағы D-барабанның ішкі диаметрі, м;

n-барабан айналымының саны, айн/мин.

Доптың қабырғаға айнала бастайтын шекті немесе тұрақсыз жылдамдығын табыңыз. Доп қабырғадан шыға алмайтыны анық, егер ол жоғары қарай қозғалса, ол барабандағы ең жоғары А нүктесіне жетеді, ол үшін α= 0 немесе $\cos\alpha$= 1. Бұл жағдайда

$$1 = \frac{1800}{n_{кр.}^2 D}. \quad (77)$$

Сол жерден біз барабанның айналу жылдамдығы P_{KR}, айн/мин жылдамдығын есептейміз:

$$п_{кр}=\sqrt{\frac{1800}{D}}=\frac{42,4}{\sqrt{D}}. \quad (78)$$

Сондықтан, 78 формуласымен анықталған $п_{кр}$, айн/мин, диірменнің ең көп айналу санын білдіретін шартты шама деп саналуы керек.

Әдетте диірменнің ең тиімді айналым саны $р_{кр}$/мин-нің 75% - ына тең болады және формула бойынша анықталады:

$$n=\frac{32}{\sqrt{D}}, \quad (79)$$

мұндағы *D*-барабанның ішкі диаметрі, м.

Шарларды жүктеу. Қысқа диірмендер, оларды түсіру әдісіне қарамастан, барабан көлемінің шамамен 40-45% шарлармен толтырылады. Барабанға салынған шарлардың мөлшері D_N ММ қуат бөліктерінің ең үлкен мөлшеріне және D_K мм ұсақталған өнім бөлшектерінің мөлшеріне байланысты және оны формула бойынша анықтауға болады:

$$D_ш = 6(\log dк)\sqrt{d_н}, \quad (80)$$

мұндағы $d_к$-кесектердің ең кіші мөлшері, мм;

$d_н$-кесектердің ең үлкен мөлшері, мм.

Өнімділік және энергия шығыны. Диірмендердің өнімділігі Q т / сағ белгілі бір мөлшердегі бөлшектердің шығысына есептеледі және формула бойынша шамамен анықталуы мүмкін:

$$Q=KVD^{0,6}, \quad (81)$$

мұндағы К-пропорционалдылық коэффициенті (0,2-0,75-тен диафрагма арқылы түсірген кезде К келтірілген мәндерін 1,22-ге көбейту керек) 3-кесте бойынша анықталады [2];

V-барабан көлемі, $м^3$;

D-барабанның диаметрі, $м^3$.

Өнімділік көптеген факторларға байланысты:

- материалдың қасиеттерінен;
- оның ірілігі, ұсақтау дәрежесі:
- допты жүктеу салмағы;
- мөлшерін диірмендер.

Сондықтан диірменнің өнімділігі тек эмпирикалық жолмен анықталуы мүмкін. Ұнтақтауға арналған N кВт энергия шығыны теориялық формула бойынша шамамен есептеледі:

$$N = 6{,}1\ м_ш\sqrt{D}, \quad (82)$$

мұндағы $м_ш$-шарлардың массасы, т;

D-барабанның ішкі диаметрі, м;

(82) формуласынан тұтынылатын қуат шар жүктемесінің массасымен және барабанның диаметрімен анықталатынын көруге болады.

Бұл энергия негізінен диірмендегі шарларды көтеруге жұмсалатындығына байланысты. Диірменнің бос кезінде тұтынылатын қуат жүктememен жұмыс істеу кезіндегі қуат шығындарынан айтарлықтай ерекшеленбейтіні анық. Сондықтан үнемді ұнтақтаудың қажетті шарты-толық жүктеме кезіндегі барабан диірмені.

Бір камералы және көп камералы диірмендерде N кВт ұнтақтауға жұмсалатын энергия шығыны эмпирикалық формула бойынша анықталады:

$$N=(C_1 m_1+ C_2 m_2+ .....)\sqrt{D}, \quad (83)$$

мұндағы m_1, m_2 ... - әр камераға жүктелген шарлардың массасы, т;

D-барабанның диаметрі, м;

C_1, C_2 ... – ұсақтайтын дененің коэффициенті 4-кесте бойынша анықталады [2].

Барабанның өлшемдері D×L=1500×3000 мм болатын орталық түсіргіші бар шар диірменін есептеңіз, егер бастапқы материал бөліктерінің 85% диаметрі D_N=25 мм болса, ал ұсақталған өнім түйірлерінің 85% мөлшері 150 мк-ден аз болса, болат шарлардың массасы $p_ш$=4100 кг/м^3.

Шешімі. Диірменнің айналу санын N айн/мин формула бойынша табамыз:

$$n=\frac{32}{\sqrt{D}}, \quad (84)$$

мұндағы D-барабанның диаметрі, мм.

$$n = \frac{32}{\sqrt{1{,}5}} = 26.$$

Диірмен барабанының көлемі $v_б$ м^3 формула бойынша есептеледі:

$$V_б = \frac{\pi D^2}{4} L, \quad (85)$$

мұндағы *D*-барабанның диаметрі, мм;

L-барабанның ұзындығы, мм.

$$Vб = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}5^2 \cdot 3}{4} = 5{,}3.$$

Диаметрі $d_ш$ мм, жүктелген шарларды формула бойынша табамыз

$$D_ш = 6 \cdot (\log dк)\sqrt{d_н}, \quad (86)$$

мұндағы $d_к$-кесектердің ең кіші мөлшері, мм;
$d_н$-кесектердің ең үлкен мөлшері, мм.

$$D_ш = 6 \cdot (\lg 150)\sqrt{25} = 65{,}3.$$

Біз $d_ш$=70 мм қабылдаймыз. Содан кейін жүктелген шарлардың массасы $m_ш$ болады:

$$m_ш = \varphi V_б \rho_ш, \quad (87)$$

мұндағы φ-барабанды шарлармен толтыру дәрежесі;
$V_б$-барабан көлемі, м^3;
$р_ш$-шарлардың үйілген массасы, кг / м^3.

$$m_ш = 0{,}4 \cdot 5{,}3 \cdot 4100 = 8700.$$

Ұнтақталған өнімді санай отырып, өнімділік Q т/сағ формула бойынша есептеледі:

$$Q = KVD^{0,6}, \quad (88)$$

мұндағы К-пропорционалдылық коэффициенті, 3-кесте бойынша [2];
V-барабан көлемі, м^3;
D-барабанның диаметрі, м.

$$Q = 0{,}95 \cdot 5{,}3 \cdot 1{,}5^{0,6} = 6{,}42.$$

Тұтынатын қуаты N кВт, формула бойынша (89) құрайды

$$N = 6{,}1 \, м_ш \sqrt{D}, \quad (89)$$

мұндағы $м_ш$-шарлардың массасы, т;
D-барабанның диаметрі, м.

$$N = 6{,}1 \cdot 8{,}7\sqrt{1{,}5} = 65.$$

Жіктеуге арналған жабдықты есептеу. Айналу саны N айн / мин, барабан экрандары R барабанының радиусына байланысты және әдетте диапазонда өзгереді:

$$n=\frac{8}{\sqrt{R}}\div\frac{14}{\sqrt{R}}. \quad (90)$$

Барабан экранының өнімділігі Q, т / сағ, формула бойынша анықталады:

$$Q=0{,}72\ \mu p_{н} n t g(2\alpha)\sqrt{r^3 h^3}, \quad (91)$$

мұндағы μ - материалды босату коэффициенті (0,6-0,8)[2];

$p_{н}$ - материалдың сусымалы массасы, кг/ м^3;

α – барабанның көкжиекке еңкею бұрышы, град;

h-барабандағы материал қабатының биіктігі, м.

Найзағай тұтынатын N қуаты

$$N=\frac{R_n*(G_б+13G_м)}{29200}, \quad (92)$$

мұндағы $G_б$-барабанның және тиелген материалдың массасы, кг;

$G_М$-барабан мен жүктелген материалдың массасы, кг.

Барабан өлшемі D=1000 мм және L=3000 мм болатын барабан экранының электр қозғалтқышының айналу санын, өнімділігі мен қуатын есептеңіз. Экран көкжиекке $\alpha\cong 7°$ бұрышпен орнатылады, барабанның массасы $G_б$=3200 кг, барабандағы материалдың массасы $G_м$=84 кг. Материалдың сусымалы массасы $p_н$=1400 кг / м^3. Материалдың қопсыту коэффициенті μ=0,7.

Шешімі. Барабанның радиусын есептейміз R, м:

$$R=\frac{D}{2}, \quad (93)$$

мұндағы D-барабанның диаметрі, м

$$R=\frac{10}{2}=0{,}5$$

Барабанның радиусы кезіндегі айналу саны n, айн / мин

$$n=\frac{14}{\sqrt{\square}}, \quad (94)$$

мұндағы r-барабанның радиусы, М.

$$n=\frac{14}{\sqrt{0,5}}=20.$$

Барабандағы материал қабатының биіктігін h=50 мм қабылдаймыз. Q т/сағ, экранның өнімділігі келесі формула бойынша анықталады:

$$Q=0,72\mu p_{н}\text{nt}g(2\alpha)\sqrt{r^3h^3},$$

мұндағы μ-материалды босату коэффициенті;

$p_н$-материалдың сусымалы массасы, кг/м^3;

r-радиусы, м;

h-барабандағы материал қабатының биіктігі, м.

$$Q=0,72*0,7*1400*2\text{tg}(2*7)*\sqrt{0,5^3+0,05^3}=13,9.$$

N, кВт елек тұтынатын қуаты, тең

$$N=\frac{R_n(G_б+13G_м)}{29200}, \quad (96)$$

мұндағы $G_б$-барабанның және тиелген материалдың массасы, кг;

$G_М$-барабан мен жүктелген материалдың массасы, кг.

$$N=\frac{0,5\cdot 20\cdot(3200+13\cdot 84)}{29200}=1,5.$$

Электр қозғалтқышының қуаты $n_д$, кВт құрайды:

$$N_д=\frac{N}{\eta}, \quad (97)$$

мұндағы N-найзағай тұтынатын қуат, кВт.

$$N_д=\frac{1,5}{0,75}=2.$$

Ең үлкен диаметрі D=40 мм болатын 20 т/сағ материалды сұрыптау үшін жалпақ тербелетін (гирациялық) экранның өлшемдерін есептеңіз. Материалдың сусымалы массасы $p_н$=1,54 т/м3. Елек туралы материалдың үйкеліс коэффициенті f=0,3. Материалдың қопсыту коэффициенті μ=0,45. Елек саңылауларының диаметрі d=3 мм, елек серіппелерінің вертикальға еңкею бұрышы α=200. Жетек білігінің эксцентриктілігі r=15 мм.

Шешімі. Эксцентрлік біліктің айналу жылдамдығы N, айн/мин формула бойынша есептеледі:

$$n_{max}=30/\sqrt{r\,tg\,\alpha}, \quad (98)$$

мұндағы r-жетек білігінің эксцентриктілігі, ММ.

$$n_{max}=\frac{30}{\sqrt{0,015+tg20}}=407.$$

Ω м/сек жылдамдығы, материалдың Елек бойымен қозғалысы формула бойынша анықталады:

$$\omega= 0,23nrf\cdot tg\alpha, \quad (99)$$

мұндағы n-эксцентрлік біліктің айналу жылдамдығы, айн / мин;

R-жетек білігінің эксцентриситеті, мм;

f - Елек туралы материалдың үйкеліс коэффициенті, көзі бойынша [2].

$$\omega=0,23*407*0,015*0,3*tg20=0,153.$$

Экрандағы материалдың h қабатының биіктігі 1,5 D, мм тең қабылданады

$$h=1,5*40=60.$$

Берілген өнімділік үшін теңдеуден экрандағы материалдың S, $М^2$ қимасының ауданын анықтаймыз

$$S = \frac{Q}{3600\omega\rho H\mu}, \quad (100)$$

мұндағы Q-экранның өнімділігі, т / сағ;

ω - материалдың қозғалу жылдамдығы м / сек;

Н-материал қабатының биіктігі, мм;

μ-материалды босату коэффициенті.

$$S = \frac{20}{3600 * 0,153 * 1,54 * 0,45} = 0,0525. \quad (101)$$

Экранның қажетті ені

$$B=\frac{S}{h}, \quad (102)$$

мұндағы S-електегі материалдың қима ауданы, $м^2$;

h-экрандағы материал қабатының биіктігі, мм.

$$B=\frac{0,0525}{0,06}=0,875.$$

Практикалық мәліметтерге сәйкес, жалпақ экрандардың нақты өнімділігі (D=3 мм) ~ 7 $м^3 / м^2 ч$, содан кейін F ауданы, $м^2$ Елек тең болады:

$$F=\frac{Q}{q\rho H}, \quad (103)$$

мұндағы Q-экранның өнімділігі, т / сағ;

ρ-материалдың сусымалы массасы, т/$м^3$;

H-материал қабатының биіктігі, мм

$$F=\frac{20000}{7\cdot 1,54\cdot 1000}=1,86.$$

ал Електің ұзындығы L құрайды:

$$L=\frac{F}{B}, \quad (104)$$

мұндағы F-Елек алаңы, м;

B-экранның қажетті ені, м.

$$L=\frac{1,86}{1}\cong 1.9$$

Біз l = 2,5 м маржамен қабылдаймыз.

Q жоғары жылдамдықты діріл (инерциялық) экрандарының өнімділігі эмпирикалық формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$Q = Af(55+A)(60+b)\sqrt{d}, \quad (105)$$

мұндағы A-коэффициент 4-кесте бойынша анықталады [2];

F-елек ауданы, $м^3$;

A-бастапқы материалдағы төменгі өнімнің мазмұны, %;

b - төменгі өнімдегі түйіршіктердің мөлшері елек саңылауының жартысынан аз, %;

d-тесік мөлшері, мм.

Ұсақталған материалды құрғақ елеу кезінде A коэффициенті көлденең елек үшін 0,00047 және көлбеу елек үшін 0,00029-ға тең [2].

Инерциялық экрандардың өнімділігі т/$м^2$ сағ електің меншікті өнімділігі бойынша тірек деректер негізінде де анықталады.

1250×2500 мм елек өлшемдері, 7×7 мм тесік өлшемдері бар көлденең бір биттік діріл (Инерция) экранының өнімділігін анықтаңыз. Бастапқы материалдағы төменгі өнімнің мазмұны α=40%, төменгі өнімдегі дәндердің мөлшері елек саңылауының жартысынан аз b=15% құрайды.

Елек ауданы F, м^2 құрайды

$$F = a \cdot в, \tag{106}$$

мұндағы A * B - елек өлшемдері, М.

$$F=1,25 \cdot 1,25 = 3,12.$$

Q экранының өнімділігін формула бойынша табамыз:

$$Q=AF(55+a)(60+b)\sqrt{d}, \tag{107}$$

мұндағы A-коэффициент 4-кесте бойынша анықталады [2];

F-елек ауданы, м^2;

A-бастапқы материалдағы төменгі өнімнің мазмұны, %;

b - төменгі өнімдегі түйіршіктердің мөлшері елек саңылауының жартысынан аз, %;

d-тесік мөлшері, мм.

$$Q=4,7 \cdot 10^{-4} \cdot 3,12(55+40)(60+15)\sqrt{7} = 27,7.$$

.90 т/сағ көмірді келесі сыныптарға бөлу үшін қажет екі биттік діріл экрандарының санын анықтаңыз (әр Електің ауданы F=3,75 м^2): 13-50; 6-13; 0-6 ММ. Бастапқы α-75% көміріндегі 0-15 мм сынып мазмұны.

Тәжірибелік деректер бойынша жоғарғы електің меншікті өнімділігі $q_в$=1,07 $d_в$ т/м^2*сағ ($D_В$=13 мм кезінде), төменгі електің өнімділігі $q_н$ = 1,38 $d_н$ т / м^2 * сағ ($d_н$=6 мм кезінде). К.п. д. жоғарғы елек $\eta_в$=68%. Экранның біркелкі емес жүктеме коэффициенті k=1,1. Жоғарғы елек үшін экранның өнімділігі Q шамамен формула бойынша анықталуы мүмкін

$$Q_b \frac{1}{k} qbF, \tag{108}$$

мұндағы k-экранның біркелкі жүктелмеу коэффициенті, 4-Кесте [2];

q-жоғарғы електің меншікті өнімділігі, т / м^2 * сағ;

b - төменгі өнімдегі түйіршіктердің мөлшері елек саңылауының жартысынан аз, %;

F-елек ауданы, м^2.

$$Q_b = \frac{1}{1,1} \cdot 1,07 \cdot 13 \cdot 3,75 = 47,5.$$

Бастапқы көмірге сәйкес төменгі елек үшін Q экранының өнімділігі формула бойынша есептеледі:

$$Q_{\text{Н}} = \frac{1}{k} \cdot \frac{q\text{H}F}{a\eta_B}, \quad (109)$$

мұндағы k – экранның біркелкі жүктелмеу коэффициенті 4-кесте бойынша анықталады [2];

q-төменгі електің өнімділігі, т / м^2 * сағ;

a - төменгі өнімдегі түйіршіктердің мөлшері елек саңылауының жартысынан аз, %;

F-елек ауданы, м^2;

$\eta_{\text{в}}$-к. п. д жоғарғы елек, %;

Н-материал қабатының биіктігі, мм.

$$Q_{\text{Н}} = \frac{1}{1{,}1} \cdot \frac{1{,}38 \cdot 6 \cdot 3{,}75}{0{,}75 \cdot 0{,}68} = 55{,}3.$$

Електердің талап етілетін санын ең аз өнімділік бойынша анықтаймыз (жоғарғы елек үшін), дана:

$$n = \frac{Q}{Q_{\text{Н}}}, \quad (110)$$

мұндағы Q-жоғарғы елекке арналған экранның өнімділігі, т / сағ;

$Q_{\text{Н}}$-төменгі елекке арналған экранның өнімділігі, т / сағ.

$$n = \frac{90}{47{,}5} = 1{,}89$$

Екі экран орнату керек.

Тірек классификаторын есептеу. Рельсті жіктеуіштерде құмдар кері қозғалыстар жасайтын және жоталармен жабдықталған рамалардың көмегімен жойылады.

Рельстермен салыстырғанда, спиральды жіктеуіштер құрылымы жағынан қарапайым және жұмыс істеу сенімдірек, сонымен қатар қатты құрамы көп біртекті ағызуды шығара алады. Сондықтан спиральды жіктеуіштер тіректерді, әсіресе ірі өндірістерде ығыстырады.

Спиральды Q жіктеуішінің құм бойынша өнімділігі формула бойынша анықталады:

$$Q = 2{,}08mD^3np, \quad (111)$$

мұндағы m-спиральдардың саны (m=1 немесе 2), дана;

D-спиральдардың диаметрі, м;

n-спираль айналымдарының саны, айн / мин;

р-бастапқы материалдың тығыздығы, т / м^3.

Гидроциклонды есептеу. V гидроциклонның көлемдік өнімділігі (суспензия бойынша) эмпирикалық формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$V \cong 0{,}94 d_{вх} d_{ш} \sqrt{P}\,, \qquad (112)$$

мұндағы $d_{вх}$ - кіріс келте құбырының ең кіші диаметрі (немесе тік бұрышты қима жағдайындағы баламалы диаметр), см;

$d_{ш}$-шлам келте құбырының диаметрі, см;

P - кіріс келте құбырлары алдындағы артық қысым, атм.

Гидроциклондардың цилиндрлік бөлігінің диаметрі $d=(5\text{-}6)d_{вх}$ қатынасынан анықталады. Классификатор гидроциклондарының конустық бөлігінің орталық бұрышы α=20°болады. Құм саптамасының диаметрі $d_{п}:d_{п}:d_{ш}$=0,3-0,43 қатынасынан бірінші жуықтауда анықталуы мүмкін және гидроциклонды реттеу кезінде түпкілікті орнатылуы тиіс.

Гидроциклонға кірудегі артық қысым жиынтық қалдығы 5% құрайтын D_K елегі саңылауларының мөлшеріне сәйкес келетін бөлудің есептік ірілігіне байланысты. D_K мк шамасы мынадай формула бойынша есептелуі мүмкін:

$$D_K = 74\left(\frac{1{,}301}{\log\frac{100}{R_{74}}}\right)^{5/4}, \qquad (113)$$

мұндағы R_{74}-саңылаулары 74 мм елеуіштегі қалдық, % [2];

Суспензияны жіктеуге арналған гидроциклонды Q=60 т/сағ мөлшерінде таңдау. Суспензияның тығыздығы ρ = 1250 кг / м^3. Диаметрі 74 мк-ден аз қатты бөлшектердің мөлшері қара өрікте β_{74}=75% болуы керек.

Шешімі. 74 мм тесіктері бар електен қажетті қалдықты анықтаймыз:

$$R_{74} = 100 - \beta_{74}, \qquad (114)$$

$$R_{74} = 100 - 75 = 25.$$

Жалпы қалдық 5% болатын елек d_k, саңылауларының мөлшеріне сәйкес келетін бөлудің қажетті мөлшері формула бойынша есептеледі:

$$D_K = 74\left(\frac{1{,}301}{\log\frac{100}{R_{74}}}\right)^{5/4}, \qquad (115)$$

$$d_k = 74 \cdot \left(\frac{1.301}{\lg \frac{100}{25}} \right)^{5/4} = 74 \cdot 2{,}63 = 195.$$

Суспензия бойынша V гидроциклонның берілген көлемдік өнімділігі:

$$V = \frac{Q}{\rho}, \tag{116}$$

мұндағы Q-өнімділік, т / сағ;

ρ-суспензияның тығыздығы, кг/м^3.

$$V = \frac{60000}{1250} = 48.$$

Бөлінудің есептелген мөлшері және 74 мм класс түйірлерінің $\beta_{74} = 75\%$ белгіленген мазмұны бойынша біз шамамен (жоғарыда келтірілген мәліметтердің интерполяциясы) Р =1,1 атм табамыз.

Көлемдік өнімділікті біліп, артық қысым мөлшерін таңдап, формуладан (117) кіріс және шлам түтіктерінің диаметрлерінің $d_{\text{ВХ}} d_ш$ көбейтіндісін анықтаймыз:

$$d_{\text{ВХ}} d_ш = \frac{V}{0{,}94\sqrt{P}}, \tag{117}$$

мұндағы V-берілген көлемдік өнімділік, м^3 / сағ;

Р-артық қысымның шамасы, атм [2].

$$d_{\text{ВХ}} d_ш = \frac{48}{0{,}94\sqrt{1{,}1}} = 48{,}6.$$

Кіріс құбырының $d_{\text{ВХ}} = 50$ диаметрі мм таңдаңыз. Сонда гидроциклонның d диаметрі:

$$D \cong 5 d_{\text{ВХ}}, \tag{118}$$

$$D \cong 5 \cdot 50 = 250.$$

$D_ш$ диаметрі, см шлам келте құбырының формуласы бойынша:

$$d_{ш} = \frac{48,6}{d_{\text{ВХ}}}, \tag{119}$$

$$d_{ш} = \frac{48,6}{5} = 9,74.$$

Біз дөңгелек $d_{ш} = 100$ мм қабылдаймыз.

3 Сұйықтықтар мен газдарды жылжытуға арналған жабдықты есептеу

Химиялық технологияның процестері мен аппараттарын зерттеу кезінде гидродинамика заңдары негізінен сұйықтықтардың (газдардың, будың) жылдамдығы мен шығынын алдын – ала белгілі қозғаушы күш – қысымның төмендеуі арқылы есептеу үшін немесе кері есепті шешу үшін-берілген қозғалыс жылдамдығы немесе сұйықтық шығыны үшін қажетті қозғаушы күшті анықтау үшін қолданылады.

Тығыздық және нақты ауырлық. Оның көлемінің бірлігінде орналасқан сұйықтықтың массасы тығыздық деп аталады және ρ арқылы белгіленеді:

$$p = \frac{m}{V}\left[\frac{кг}{м^3}\right], \tag{120}$$

мұндағы m-сұйықтықтың массасы, кг;

V-сұйықтық көлемі, м^3.

МКГСС бірліктер жүйесінде кгс·с^2/м массасының өлшемі, сәйкесінше осы бірліктер жүйесіндегі тығыздық өлшемі:

$$[p] = \left[\frac{кгс*сек^2}{м*м^3}\right] = \left[\frac{кгс*сек^2}{м^4}\right] \tag{121}$$

Нақты салмақ-бұл сұйықтық көлемінің бірлігінің салмағы:

$$\Upsilon = \frac{G}{V}\left[\frac{н}{м^3}\right], \tag{122}$$

мұндағы G-сұйықтықтың салмағы, Н.

МКГСС бірліктер жүйесінде салмақ кгс-да көрсетіледі, сәйкесінше осы бірліктер жүйесіндегі үлес салмағының өлшемі

$$[\Upsilon] = \left[\frac{кгс}{м^3}\right]. \tag{123}$$

(120) мәнін$m = G/g$ формулаға ауыстыру және ϒ арқылы ауыстыруG/V арқылы белгілі бір ауырлық келесі арақатынастың тығыздығымен байланысты екеніне көз жеткізу оңай:

$$\Upsilon = pg, \tag{124}$$

мұндағы g-ауырлық күшінің үдеуі, м / сек ^{2}.

Кг/м^3 көрсетілген СИ жүйесіндегі тығыздық кгс/м^3 көрсетілген МКГСС жүйесіндегі меншікті салмаққа санмен тең. Алайда, бұл теңдік g=9,81 м/с^2 кезінде ғана сақталады, себебі ауырлық күшінің үдеуінің G шамасына байланысты белгілі бір ауырлық күші өзгереді, ал тығыздық-бұл ауырлық күшіне тәуелсіз заттың қасиеті.

Тамшы сұйықтықтарының тығыздығы қысымның жоғарылауымен аздап артады және температураның жоғарылауымен аздап төмендейді.

Газдардың тығыздығы температура мен қысымға байланысты айтарлықтай өзгереді. Газдардың температурасы мен көлемі арасындағы байланыс күй теңдеуімен анықталады:

$$\rho V = \frac{mRT}{M}. \tag{125}$$

Формула (125) мынаны білдіреді

$$\rho = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M} = \frac{\rho RT}{M}, \tag{126}$$

мұндағы ρ-қысым, Н / м^2;

V-газ көлемі, м^3;

m-газдың салмағы, кг;

R-әмбебап газ тұрақтысы, Дж / кмоль * град;

Т-температура, °К;

М-газдың молекулалық массасы.

Дене массасының бірлігі алатын көлем нақты көлем деп аталады. Сонымен, егер сұйықтықтың массасы m болса, онда нақты көлем:

$$\upsilon = \frac{V}{m}\left[\frac{м^3}{кг}\right]. \tag{127}$$

Нақты көлем - кері тығыздық, яғни$\upsilon = 1/\rho$. Тиісінше, формула (125) келесі түрде жазылуы мүмкін:

$$\rho\upsilon = \frac{RT}{M}. \tag{128}$$

Әмбебап газ тұрақтысы R, қысым бірліктеріне байланысты, 28-кестеде келтірілген келесі мәндерге ие.

28-кесте - Газ тұрақтысының өлшем бірліктерін түрлендіру

Қысым	R
Н/м^3	8314 дж/(кмоль · град)
кгс / м^3	848(кгс · м)/(кмоль · град)

Газдардың көлемі көбінесе қалыпты жағдайда көлемге әкеледі (температура 0 °С, қысым 101 300 Н/м^3). Қалыпты жағдайлардағы газдардың көлемі (V_0) олардың физикалық жағдайлардағы көлемімен формуладан шығаруға болатын келесі арақатынаспен байланысты (125):

$$V_0 = V\ \frac{273\rho}{101300T}, \qquad (129)$$

мұндағы ρ-қысым, Н / м^2;

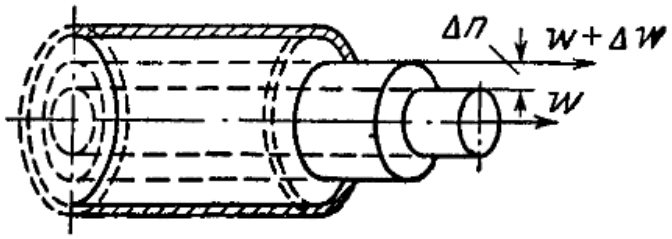
V-газ көлемі, м^3;

273-Кельвин градусын Цельсий градусына ауыстыру;

101300-Н/м^2 760 мм.

Сұйықтықтардың тұтқырлығы мен қысымы. Нақты сұйықтық қозғалған кезде қозғалысқа кедергі келтіретін ішкі үйкеліс күштері пайда болады.

Сұйықтықтың қозғалысқа қарсы тұру қасиеті тұтқырлық деп аталады. Сұйықтық құбыр арқылы параллель концентрлік қабаттармен 49-суретке сәйкес қозғалады делік. Егер кейбір қабатта ω жылдамдығы болса, онда оған іргелес ω+Δω жылдамдығы болады.



49-сурет - Сұйықтықтың тұтқырлығын есептеу схемасы

Сондықтан қабаттар салыстырмалы жылдамдықпен қозғалады $\Delta\omega$. Тәжірибе көрсеткендей, қабаттардың жылдамдығы осьтен құбыр қабырғаларына дейін төмендейді, ал қабырғаларға жақын сұйықтық бөлшектері қабырғаларға жабысып қалады, яғни.сұйықтықтың жылдамдығы нөлге тең болады. Әр қабатты басқасына қатысты жылжыту үшін қабаттардың жанасу бетіне пропорционалды күш қолдану керек. F бетінің бірлігіне тағайындалған бұл t күші ішкі үйкеліс кернеуі деп аталады:

$$\tau = \frac{T}{F}. \qquad (130)$$

Ньютон заңына сәйкес

$$\tau = \mu \frac{\Delta\omega}{\Delta n}, \qquad (131)$$

мұндағы$\Delta\omega/\Delta n$-қалыпты жылдамдық градиенті, яғни сұйықтықтың ағу бағытына перпендикуляр бағытта қабаттар арасындағы қашықтықтың бірлігіне жылдамдықтың салыстырмалы өзгерісі.

(131) формуласына кіретін пропорционалдылық μ коэффициенті сұйықтықтың физикалық қасиеттеріне байланысты және тұтқырлықтың динамикалық коэффициенті немесе жай тұтқырлық деп аталады.

(131)$\tau = T/F$теңдеуді алмастыра отырып, біз SI бірліктер жүйесіндегі тұтқырлық мөлшерін аламыз.

$$[\mu] = \left[\frac{T}{F \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta n}}\right] = \left[\frac{\text{н}}{\text{м}^3 \cdot \frac{\text{м/с}}{\text{м}}}\right] = \left[\frac{\text{н·с}}{\text{м}^3}\right] \qquad (132)$$

Ньютонның өлшемі [Н]=[(кг · м)/с^2] екенін ескере отырып, өлшемді μбасқа түрде алуға болады

$$[\mu] = \left[\frac{\frac{\text{кг·м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}}{\text{м}^3}\right] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{м·с}}\right]. \qquad (133)$$

СГС бірліктерінің жүйесінде тұтқырлық бірлігі ретінде пуаз (пз) – сұйықтықтың тұтқырлығы қабылданады, онда 1 дин шамасындағы күш сұйықтық қабаттарын бір-бірінен 1 см қашықтықта орналасқан әрқайсысы 1 см^2 бетімен жылжытады, салыстырмалы жылдамдығы 1 см/сек, яғни:

$$[\text{пз}] = \left[\frac{\text{дин*с}}{\text{см}^2}\right] = \left[\frac{\text{г*см}}{\text{с}^2} * \frac{\text{с}}{\text{см}^2}\right] = \left[\frac{\text{г}}{\text{см*с}}\right]. \qquad (134)$$

0,01 пз-ға тең тұтқырлық бірлігі сантипуаз (спз) деп аталады. Анықтамалықтарда тұтқырлық мәндері әдетте АҚҚ-пен келтіріледі. МКГСС жүйесінде тұтқырлық өлшемі:

$$[\mu] = \left[\frac{\text{кгс}}{\text{м}^3 \cdot \frac{\text{м/с}}{\text{м}}}\right] = \left[\frac{\text{кгс·с}}{\text{м}^3}\right] \qquad (135)$$

1 (кгс · сек)/м^2-ге тең тұтқырлық техникалық тұтқырлық бірлігі деп аталады.

Әр түрлі өлшем жүйелерінің бірліктерінде көрсетілген тұтқырлықты SI жүйесінің бірліктеріне қайта есептеу үшін 29-кестеге сәйкес тиісті тұтқырлық мәндерін келесі аудару факторларына көбейту керек.

29-кесте - Ауыспалы көбейткіштер және тұтқырлықты өлшеу бірліктері

Өлшем жүйесі	Көбейткіштер	Өлшем бірліктері
спз (сантипуаз)	·10^{-3}	(Н · с)/м^2
пз (пуаз)	·0,1	(Н · с)/м^2
кгс · с/м^3	·9,81	(Н · с)/м^2
кг/(м · ч)	1/3600	(Н · с)/м^2

Сонымен, 20 °С кезінде судың тұтқырлығы:

$$\mu = 1\text{спз} = 0{,}01\text{пз} = 1{,}02 \cdot 10^{-4}\,\frac{\text{кгс}\cdot\text{с}}{\text{м}^2} = 3{,}6\,\frac{\text{кг}}{\text{м}\cdot\text{ч}} = 10^{-3}\,\frac{\text{н}\cdot\text{с}}{\text{м}^2}. \quad (136)$$

Тұтқырлықтыңμ сұйықтықтың тығыздығынаρ қатынасы кинематикалық тұтқырлық коэффициенті ν немесе жай кинематикалық тұтқырлық деп аталады және формуламен өрнектеледі:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad (137)$$

мұндағыμ -сұйықтықтың тұтқырлығы, спз;

ρ-сұйықтықтың тығыздығы, кг/м^3.

СИ бірліктері жүйесіндегі кинематикалық тұтқырлықтың өлшемі:

$$[\nu] = \left[\frac{\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2}{\text{кг}/\text{м}^3}\right] = \left[\frac{\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}^2}\cdot\frac{\text{с}}{\text{м}^2}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}\right] = \left[\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right]. \quad (138)$$

МКГСС бірліктер жүйесінде кинематикалық тұтқырлық бірдей өлшемге ие:

$$[\nu] = \left[\frac{\frac{\text{кгс}\cdot\text{с}/\text{м}^3}{\text{кгс}\cdot\text{с}^2}}{\text{м}^4}\right] = \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}}\right] \quad (139)$$

Тиісінше, ГГС бірліктер жүйесіндегі тұтқырлық мөлшері:

$$[\nu] = \left[\frac{\text{см}^2}{\text{с}}\right]. \quad (140)$$

Кинематикалық тұтқырлық бірлігі – стокс (ст) - 1 см^2 / с. кинематикалық тұтқырлық бірлігі стокстан 100 есе аз, сантистокс (st) деп аталады.

Тамшы сұйықтықтардың тұтқырлығы температураның жоғарылауымен төмендейді, газдардың тұтқырлығы артады. Қысымға байланысты тұтқырлықтың өзгеруі шамалы және әдетте өте жоғары қысым аймағын қоспағанда ескерілмейді.

Сұйықтық оған батырылған дененің бетіне, сондай-ақ ол қоршалған ыдыстың түбіне және қабырғаларына қысым жасайды.

Бір бетіндегі сұйықтықтың қысымы гидростатикалық қысыммен немесе жай қысыммен жүктеледі. Гидростатикалық қысым р қатынасы болып табылады:

$$p = \frac{\text{P}}{F}, \quad (141)$$

мұндағы Р-сұйықтық қысымының күші;

F-беті.

Егер сұйықтық ыдысқа құйылса, онда оның түбіне әсер ететін қысым күші ыдыстағы сұйықтықтың салмағына тең болады:

$$P= FHpg, \quad (142)$$

мұндағы F-ыдыс түбінің ауданы, $м^2$;
H-сұйықтық бағанының биіктігі, м;
ρ-сұйықтықтың тығыздығы, $кг/м^3$;
g-ауырлық күшінің үдеуі, м/с.

Демек, түбіндегі қысым күші ыдыстың пішіні мен көлеміне байланысты емес, ал берілген сұйықтық үшін ол тек түбінің ауданы мен ыдыстағы сұйықтық бағанының биіктігімен анықталады.

(133) формулаға сәйкес Р ыдысының түбіне қысым:

$$p = \frac{FHpg}{F} = Hpg, \quad (143)$$

(143) формуладан ыдыстың түбіндегі сұйықтықтың қысымы негіздің ауданы F=1 бірлігіне тең болатын Н биіктіктегі сұйықтық бағанының салмағына тең болады.

$$\rho = \rho_0 + Hpg. \quad (144)$$

Кеменің тік немесе көлбеу қабырғаларына қысым қабырғаның бүкіл биіктігінде тұрақты болмайды. Сондықтан қабырғаның әр нүктесіндегі гидростатикалық қысым$\Delta\rho$ қысым күшінің элементар алаңғаΔF (ол әрекет ететін) қатынасының шегіΔF (lim) ретінде қарастырылады.:

$$\rho = lim\left[\frac{\Delta P}{\Delta F}\right]_{\Delta F\to 0}. \quad (145)$$

Қысым қалыпты [2] бойынша ол әрекет ететін алаңға бағытталған. Әйтпесе, қысым Күшін компоненттерге бөлуге болады , олардың бірі сұйықтықтың қозғалуына әкелуі мүмкін , бұл мүмкін емес, себебі сұйықтық тыныштықта болады. Сонымен қатар, сұйықтықтағы қысым барлық бағытта бірдей, сондықтан жоғарыда аталған позициялар қолданылатын элементар аймақтардың шексіз көп саны осы нүктеден өтуі мүмкін.

СИ – ($Н/м^2$) жүйесіндегі қысым өлшемі, МКГСС – ($кгс/м^2$) жүйесінде. Сондай-ақ қысымның мынадай жүйеден тыс бірліктерін қолдануға жол беріледі: бар (бар), техникалық атмосфера (ат, немесе $кгс/см^2$), сынап бағанасының миллиметрі (мм рт.) және миллиметр су бағанасы (мм су.-құжат).

Бұрын физикалық атмосфера (атм) қысым бірлігі ретінде қолданылған, ол биіктігі 760 мм бағанның қысымына немесе биіктігі 760·13,6= 10330 мм су

бағанының қысымына тең, себебі судың тығыздығы сынаптың тығыздығынан 13,6 есе аз. Су бағанының салмағы биіктігі 1033 см және ауданы 1 $см^2$, судың меншікті салмағы 0,001 $кг/см^3$ тең 1033·1·0,001= 1,033 $кгс/см^2$. Сондықтан физикалық атмосфера 1,033 $кгс/см^2$ қысымына сәйкес келеді. Техникалық атмосфера (ат) 1 $кгс/см^2$ қысымға тең, бұл биіктігі 735,6 мм сынап бағанасының қысымына сәйкес келеді.

Әр түрлі бірліктер жүйелеріндегі қысым бірліктерінің арақатынасы келесідей:

$$1\ Н/м^2 = 0{,}102\ кгс/м^2 = 10{,}2\cdot10^{-6}\ ат\ (кгс/см^2) = 10^{-5}\ бар = 7{,}5\cdot10^{-3}\ мм\ рт.\ ст.$$

$$1\ бар = 10{,}2\cdot10^{3}\ кгс/м^2 = 1{,}02\ ат\ (кгс/см^2) = 10^{5}\ Н/м^2 = 750\ мм\ рт.ст.$$

$$1\ ат = 10\ 000\ кгс/м^2 = 98{,}1\cdot10^{3}\ Н/м^2 = 0{,}981\ бар = 735{,}6\ мм\ рт.ст.$$

Айта кету керек, мм Суда көрсетілген қысым. $кгс/м^2$ қысымына сандық тең. Егер сұйықтықтың үстіндегі қысым атмосферадан жоғары болса, онда сұйықтық r_{isb} артық қысымымен тең болады:

$$p_{изб.} = p_{абс.} - B, \qquad (146)$$

$p_{абс}$ қайда. - абсолютті қысым, бар;

B-атмосфералық немесе барометрлік қысым, бар.

Егер сұйықтық үстіндегі қысым атмосфералықтан төмен болса, онда сұйықтық $p_{вак}$-тың жұқаруы кезінде (вакуумда) болады және мынадай формула бойынша есептеледі:

$$p_{вак.} = B - p_{абс}, \qquad (147)$$

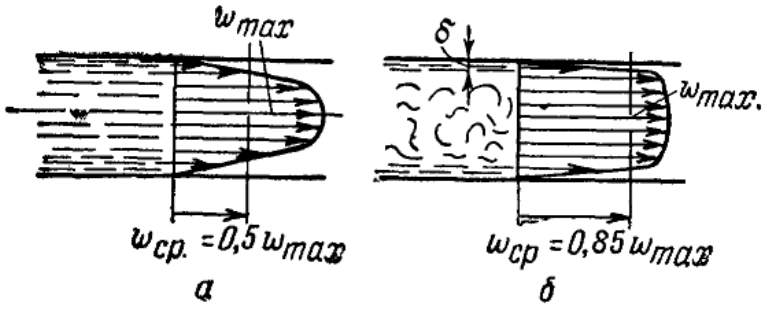
$p_{абс}$ қайда. - абсолютті қысым, бар;

B-атмосфералық немесе барометрлік қысым, бар.

Бұрын техникалық атмосферада көрсетілген қысым ата (абсолютті қысым) және ати (артық қысым) деп белгіленген.

Сұйықтықтардың қозғалыс режимдері. Сұйықтық ағымында оның сипаты немесе режимі ламинарлы немесе турбулентті болуы мүмкін. Төмен жылдамдықта немесе сұйықтықтың едәуір тұтқырлығында байқалатын ламинарлық режимде ол бір-бірімен араласпайтын параллель ағындармен қозғалады.

50 - а суретіне сәйкес ламинарлық қозғалыс ағындары құбырдың көлденең қимасындағы бөлшектердің жылдамдығы параболада құбырдың қабырғаларында нөлден оның осіне дейін өзгереді. Бұл жағдайда сұйықтықтың орташа жылдамдығы максималды $\omega_{ср}$ жартысына тең.= 0,5 $\omega_{макс}$.. Мұндай жылдамдықты бөлу сұйықтықтың құбырға шығуынан белгілі бір қашықтықта орнатылады.



а-ламинарлық қозғалыс; б-турбуленттік қозғалыс

50-сурет - Ламинарлық және турбуленттік режим кезінде сұйықтық жылдамдығының таралуы

Бірақ турбулентті қозғалыс кезінде, құбыр қабырғаларының жанындағы өте жұқа шекара қабатындағы 50 - в үлгісіне сәйкес, қозғалыс ламинарлық сипатқа ие. Қалыңдығы δ болатын бұл қабат ламинарлы шекара қабаты деп аталады. Ағынның қалған бөлігінде (ядросында) сұйықтықтың араласуына байланысты жылдамдықтың таралуы ламинарлық қозғалысқа қарағанда біркелкі болады, сонымен қатар $\omega_{ср} \cong .0{,}85\ \omega$.

Рейнольдс өлшемі өлшемсіз. Әр түрлі қатынастар негізінде [2] қатынастар техникалық есептеулерде қолданылатын Рейнольдс критерийінің әртүрлі өрнектерін алуға болады:

$$Re = \frac{\omega d}{\nu} = \frac{\omega dp}{\mu} = \frac{Wd}{\mu}. , \qquad (148)$$

мұндағы ν-кинематикалық тұтқырлық, SPZ;
p-тығыздығы, кг / м^3;
μ-динамикалық тұтқырлығы, SPZ;
W-массалық жылдамдық, м/с.

Осы өрнектерден турбулентті қозғалыс құбырдың диаметрінің жоғарылауымен, сұйықтықтың жылдамдығы мен тығыздығымен немесе сұйықтықтың тұтқырлығының төмендеуімен жүреді.

Re шамасы (30-кесте) қозғалыстың бір түрінің екіншісіне ауысуына сәйкес Рейнольдс критерийінің критикалық мәні деп аталады, ал $Re_{kr} \cong 2300$ түзу құбырлары үшін. Re <2300 кезінде тікелей құбырлардағы сұйықтықтың қозғалысы тұрақты ламинарлы болып табылады. Re>2300 кезінде қозғалыс турбулентті, бірақ Re >10 000 кезінде тұрақты (дамыған) турбулентті сипатқа ие болады.

Re шегінде 2300-ден 10 000-ға дейін турбулентті қозғалыс жеткілікті тұрақты емес (өтпелі аймақ) [2].

30-кесте - Гидромеханикалық процестердің ұқсастық критерийлері

Өлшем	Критерий өрнегі	Өлшемнің физикалық мәні
Кинематикалық Өлшем (Рейнольдс өлшемі)	$Re = \frac{\omega \imath p}{\mu}$	Мұндай ағындардағы үйкеліс күштерінің әсерімен сипатталады және сұйықтықтың қозғалыс режимін анықтайды
Гравитациялық Өлшем (Фрунд өлшемі)	$Fr = \frac{\omega^2}{g\imath}$	Мұндай ағындардағы ауырлық күшінің әсерін сипаттайды
Гидравликалық кедергі критерийі (Эйлер критерийі)	$Eu = \frac{\Delta_\rho}{\rho\omega^2}$	Мұндай ағындардағы қысым күштерінің әрекетін сипаттайды

Барлық өлшемдер өлшемсіз шамалар болғандықтан, оларға кіретін физикалық шамаларды кез-келген, бірақ бірдей өлшем бірліктерінде білдіруге болады. SI және МКГСС бірліктерінің жүйелерінде [2] келесі өлшем бірліктері қолданылады:

- ω м / с;
- L м-де;
- g м/с^2 жылы;
- p – кг/м^3 немесе кгс·с^2/м^4;
-μ – Н·с/м^2 немесе кгс·с/м^2;

– Δp-Н/м^2, кг/м·с немесе кгс/м^2.

Re және Fr критерийлері ағындағы жылдамдықтың таралуын анықтайтын шамалардан тұрады (ω, l, p және μ), сондықтан гидродинамикалық ұқсастықтың негізгі немесе анықтайтын өлшемдері болып табылады.

Егер бұл өлшемдер табиғатта және модельде тең болса, онда табиғат пен ұқсастық өлшемдеріне кіретін кез-келген физикалық шамалардың моделіндегі айырмашылыққа қарамастан, әрекет етуші ағындардың күштері арасында бірдей байланыс бар. Re критерийлері, сондай-ақ FR критерийлері тең болған кезде, еі өлшемдерінің теңдігі өздігінен алынады, себебі қысымның төмендеуі ағындағы жылдамдықтың таралуының салдары болып табылады.

Re және Fr негізгі критерийлері кейде Галилей (Ga) және Архимед (AG) критерийлерімен алмастырылады , олар алынған және негізгі критерийлерді біріктіреді:

- Галилей Өлшемі

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr} = \frac{g\imath^3 p^2}{\mu^2} = \frac{g\imath^3}{\nu^2}, \quad (149)$$

- Архимед өлшемі

$$Ar = Ga \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho} = \frac{g\imath^3 p(\rho_1 - \rho_2)}{\mu^2} = \frac{g\imath^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho} \quad (150)$$

мұндағы p және p_1-екі түрлі нүктедегі сұйықтықтың тығыздығы.

GA критерийлерінде сұйықтықтың жылдамдығы алынып тасталады, сондықтан ағынның жылдамдығын анықтау қиын болған жағдайда оны пайдалану ыңғайлы. Аг критерийі ағынның әртүрлі нүктелеріндегі әртүрлі тығыздыққа байланысты сұйықтықтың қозғалысындағы ұқсастықты сипаттайды, яғни.табиғи конвекция жағдайында.

Жергілікті қарсыласу коэффициенттері көп жағдайда эмпирикалық жолмен анықталады. Есептеу кезінде оларды шамамен 6-кесте бойынша қабылдауға болады [2].

Мағынасы $\zeta_{м.с.}$ кеңейтулер мен тарылуларда тар қимадағы жылдамдық қысымына жатады, яғни қысымның жоғалуы формула бойынша анықталады:

$$h_n = \zeta_{м.с.} \cdot \frac{\omega^2}{2g}, \quad (151)$$

мұндағы ω - тар қимадағы жылдамдық, м / сек.

Үштіктегі кедергі коэффициенттері $V_{Товв}$ тармақтарындағы сұйықтық ағынының жалпы $V_{жалпы}$ ағынға қатынасына байланысты анықталады. негізгі құбыр желісі 7 және 8-кестелерде келтірілген[2].

Мағынасы $\zeta_{м.с.}$ ($\zeta_м$ және $\zeta_{отв.}$) магистральдағы жылдамдық қысымына жатады, яғни қысымның жоғалуы

$$h_n = \zeta_{м.с.} \cdot \frac{\omega^2}{2g}., \quad (152)$$

мұндағы $\omega_м$-тармақталғанға дейінгі сұйықтықтың жиынтық шығысы бойынша (ағындарды бөлу кезінде) немесе үштікте ағындарды біріктіру кезіндегі жиынтық Шығыс бойынша айқындалатын магистральдағы сұйықтықтың жылдамдығы, м/сек.

Құбырларды есептеу. Құбырдың диаметріV көлемдік бірліктердегі Шығыс теңдеуі бойынша анықталады:

$$V = 3600S\omega = 3600\frac{\pi d^2}{4}\omega, \quad (153)$$

немесе масса бірлігінде, кг / сағ

$$G = 3600S\omega\rho = 3600\frac{\pi d^2}{4}\omega\rho\,. \quad (154)$$

мұндағы S-құбырдың көлденең қимасының ауданы, $м^2$;

d-құбыр диаметрі, м;

ω – сұйықтықтың (газдың) жылдамдығы, м / с;

ρ-сұйықтықтың (газдың) тығыздығы, $кг/м^3$.

Формулалардан құбырдың диаметрін анықтау үшін қажетті ағын белгілі болуы керек және сұйықтықтың немесе газдың қозғалыс жылдамдығы таңдалуы керек. Жылдамдықтың жоғарылауымен берілген ағынға қажет құбырдың диаметрі азаяды, бірақ қысымның жоғалуы және, демек, сұйықтықтың (газдың) қозғалысына энергия шығыны артады. Жылдамдықтың төмендеуімен энергия шығыны азаяды, бірақ құбырдың диаметрі артып, оның құны артады.

Кейбір оңтайлы жылдамдық пайдалану шығындарының минимумына, яғни энергия, амортизация және жөндеу құнының сомасына сәйкес келеді. Алайда, Оңтайлы жылдамдықты анықтау қиын және әдетте жылдамдық 9 [2] кестеден алынған практикалық мәліметтерге сәйкес таңдалады.

Орталықтан тепкіш сорғыны есептеу. Кез-келген сорғының жұмысын сипаттайтын негізгі параметрлер-өнімділік, қысым және қуат.

Q өнімділігі уақыт бірлігіне сорғымен берілетін сұйықтық көлемімен анықталады және $м^3/с$, $м^3/мин$, $м^3/сағ$, кейде л/с немесе л/мин түрінде көрсетіледі.

Н қысымы Бернулли теңдеуімен анықталатын артық энергияны$l = gH$ (сорғыдағы 1 кг сұйықтық) сипаттайды [2].

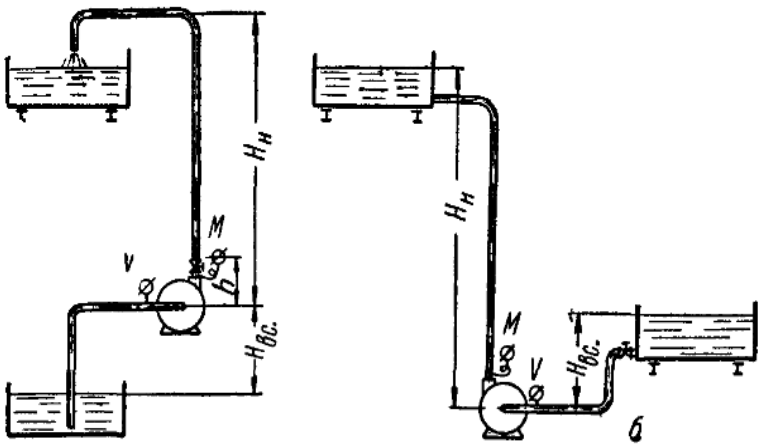
Сорғы қондырғысының схемасынан 51-суретке сәйкес, бірақ сұйықтықтың геометриялық көтерілу биіктігі $H_г = z_2 - z_1$ болатындығын көруге болады:

$$H_г = H_{вс.} + H_н,$$

мұндағы $H_г$-сұйықтықты көтерудің геометриялық биіктігі, м;

$H_{св}$-сұйықтықты сіңірудің геометриялық биіктігі, м;

$H_н$-сұйықтықты айдаудың геометриялық қысымы, М.



а-төменгі деңгейден сору; б-сору жағында тіреумен сору
М-манометр; V-вакуумметр; h-м және V арасындағы тігінен арақашықтық

6-сурет - Орнату схемасы

Демек, сұйықтықтың көтерілуінің геометриялық биіктігі сору мен айдау биіктіктерінің қосындысына тең. Тиісінше, қысымның жоғалуы сору және айдау құбырларындағы қысымның жоғалуынан тұрады:

$$h_п = h_{вс.} + h_н. \quad (156)$$

Бұл құбырлардағы жылдамдық қысымының айырмашылығын елемеуге болады. Содан кейін ағынның үздіксіздігі теңдеуіне сәйкес [2] сорғының қажетті қысымы теңдікпен анықталады:

$$\text{Н} = \text{Н}_\text{г} + \frac{\text{p}_2 - \text{p}_1}{\text{p}g} + h_{\text{вс.}} + h_{\text{н}}. \quad (157)$$

Демек, жалпы жағдайда қысым сұйықтықты $н_г$ биіктігіне көтеруге, $h_{вс}$ құбырларындағы кедергілерді жеңуге жұмсалады.+ $h_н$ және қысымды және төменгі (қабылдау) резервуарлардағы қысым$(p_2 - p_1)/pg$ айырмасы.

Егер қабылдау және қысым резервуарларындағы қысым тең болса, онда$p_2 = p_1$және $(p_2 - p_1)/\text{p}g$ =0. Сорғыны 50-суретке сәйкес төменгі резервуардағы сұйықтық деңгейінен төмен соруға болады, б. бұл жағдайда сору биіктігі теріс $N_{VS}<$ болады. 0, себебі сорғы сору жағында тірекпен жұмыс істейді.

Қысым айдалатын сұйықтықтың бағанының метрімен көрсетіледі. Жұмыс істейтін сорғылардағы қысым манометр мен вакуумметрдің қосылу нүктесі арасындағы тігінен h қашықтығымен бүктелген М манометр мен V вакуумметр көрсеткіштерінің қосындысымен анықталады.

Сұйықтыққа берілетін пайдалы қуат 1 кг сұйықтықпен (DN) берілген энергияға тең N_P сұйықтықтың массалық ағынына көбейтілген Q_p, формула бойынша есептеледі:

$$N_\text{п} = Q\rho g\text{Н}, \quad (158)$$

мұндағы Q-сорғының көлемдік өнімділігі, м^3 / с;

ρ-сұйықтықтың тығыздығы, кг/м^3;

g-ауырлық күшінің үдеуі, м / с^2.

Сорғы тұтынатын қуат шығындар үшін пайдалы қуаттан көп. Сорғының пайдалы қуатының тұтынылғанға қатынасы сорғының толық тиімділігі (к. п. д.) деп аталады

$$\eta = \frac{N_\text{п}}{N}. \quad (159)$$

Демек, сорғы тұтынатын N қуаты:

$$N = \frac{N_\text{п}}{\eta} = \frac{Q\rho g\text{Н}}{\eta}. \quad (160)$$

немесе n, кВт

$$N = \frac{Q\rho g\text{Н}}{1000\eta}. \quad (161)$$

МКГСС жүйесінде N сорғымен тұтынылатын қуат мына формула бойынша анықталады:

$$N = \frac{Q\gamma \mathrm{H}}{102\,\eta}, \tag{162}$$

мұндағы γ-газдың меншікті салмағы, кгс / м^3.

Толық K. P. D. сорғының жұмысының тиімділігін анықтайтын маңызды сипаттама болып табылады. Толық к. п. д. - сорғының саңылаулары мен тығыздағыштары арқылы сұйықтықтың ағып кетуін ескеретін көлемді к. п. д. (η_0), гидравликалық кедергілерге байланысты қысымның төмендеуін ескеретін гидравликалық к. п. д. (η_0) және сорғыдағы үйкеліс шығынын ескеретін механикалық к. п. д. ($\eta_{\text{мех}}$).:

$$\eta = \eta_0 \eta_{\text{г}} \eta_{\text{мех}}. \tag{163}$$

Н мөлшері сорғының дизайны мен күйіне байланысты және орташа жағдайлар үшін келесі шектерде өзгереді:

- η піспекті сорғылар 0,7-0,9;
- η центрифугалық сорғылар 0,6-0,8;
- к. п. д. жасалған ең ірі сорғылар жетеді 0,93-0,95 [2].

Сорғыштарға сұйықтық сору қабылдау резервуарындағы ρ_0 сыртқы қысым айырмашылығының және сорғының кіреберісіндегі ρ_1 қысымының немесе қысым айырмашылығының әсерінен болады$\frac{\mathrm{p_0}}{\rho g} - \frac{\mathrm{p_1}}{\rho g}$. Бернулли теңдеуіне сәйкес қысымның$\frac{\mathrm{p_0}}{\rho g} - \frac{\mathrm{p_1}}{\rho g}$айырмашылығы сұйықтықты $\mathrm{H_{вс}}$ сору биіктігіне көтеруге, сұйықтықтың ω жылдамдығымен қозғалуына, яғни жылдамдық қысымын$\frac{\omega^2}{2g}$ құруға және $\mathrm{H_{VS}}$ сору құбырындағы гидравликалық ысыраптарды жеңуге жұмсалады. Егер сұйықтық ашық сұйық қоймадан сорылса, онда сыртқы қысым атмосфералық қысымға тең (ρ_0=$\mathrm{p_a}$) және теңдік жазуға болады

$$\frac{\mathrm{p_a}}{\rho g} - \frac{\mathrm{p_1}}{\rho g} = \mathrm{H_{вс.}} + \frac{\omega^2}{2g} + h_{\text{вс.}} \tag{164}$$

Сору үшін ρ_1 қысымы берілген температурада сұйықтықтың қаныққан буларының ρ_t қысымынан үлкен болуы керек. Содан кейін, жоғарыда келтірілген теңдікті ескере отырып, сорғының қалыпты жұмыс жағдайы келесідей көрінеді

$$\frac{\mathrm{p_a}}{\rho g} = \frac{\mathrm{p_1}}{\rho g} - \left(\mathrm{H_{вс.}} + \frac{\omega^2}{2g} + h_{\text{вс.}}\right) \geq \frac{\mathrm{p_t}}{\rho g}, \tag{165}$$

қайдан

$$\mathrm{H_{вс.}} \leq \frac{\mathrm{p_a}}{\rho g} - \left(\frac{\mathrm{p_t}}{\rho g} + \frac{\omega^2}{2g} + h_{\text{вс.}}\right). \tag{166}$$

Бұдан шығатын нәрсе, сорғының сору биіктігі p_a барометрлік қысымының төмендеуімен және ρ_t бу қысымының жоғарылауымен төмендейді. P_t шамасы температураның жоғарылауымен жоғарылайды, сондықтан сұйықтық температурасының жоғарылауымен рұқсат етілген сору биіктігі төмендейді. P_1 қысымы ρ_t-ге тең болған кезде, бу мен ондағы еріген газдар сұйықтықтан қарқынды босатыла бастайды. Сонымен қатар, қысымның әсерінен ρ_t булар мен газдар сору биіктігі төмендейді және нөлге жетуі мүмкін.

Сору құбырындағы сұйықтық жылдамдығының жоғарылауымен және $h_{вс}$ шығынының тиісті өсуімен сору биіктігі де төмендейді. Әдетте, қыздырылған сұйықтықтарды сорған кезде сору биіктігі әлдеқайда аз болуы мүмкін. Сондықтан ыстық, сондай-ақ тұтқыр сұйықтықтар сорғыға кейбір артық қысыммен немесе бүйірдегі тірекпен жеткізіледі. Тәуелділік (166) барлық сорғыларға ортақ, дегенмен сору және айдау процестері әртүрлі типтегі сорғылар үшін айтарлықтай ерекшеленеді.

Мысалы: Күкірт қышқылы сорғымен p=2,45 бар артық қысыммен жұмыс істейтін аппаратқа айдалады. Q=150 $м^3$/сағ мөлшерінде қышқыл беру үшін сорғыны таңдап, электр қозғалтқышының сорғыға қуатын анықтаңыз. Қышқылды көтерудің геометриялық биіктігі $Н_г$=15 м, сору құбырының гидравликалық кедергісі $h_{вс}$=1,0 м қышқыл бағанасы, жылыту құбырының $h_н$=4 м қышқыл бағанасы.

Шешімі. Формула бойынша сорғы жасаған Н қысымын анықтаймыз:

$$\mathrm{H} = \mathrm{H_г} + \frac{\mathrm{p_2} - \mathrm{p_1}}{\mathrm{p}g} + h_{\mathrm{вс.}} + h_{\mathrm{н}}, \qquad (167)$$

мұндағы $Н_г$-сорғының геометриялық қысымы, м;

p-артық қысым, бар;

$h_{вс.}$+ $h_н$-құбырлардағы кедергіні еңсеруге арналған биіктік, м;

p_2-p_1-қысымды және қабылдау резервуарларындағы қысым айырмасы, бар.

$$H = 15 + \frac{2{,}45 \cdot 10^5}{1850 \cdot 9{,}81} + 1 + 4 = 33{,}5.$$

Сорғы сорғылардың сипаттамаларын қолдана отырып, берілген өнімділік Q және қысым Н бойынша таңдалады [2]. Біз 6kxs-8 маркалы қышқылға төзімді орталықтан тепкіш сорғыны таңдаймыз.

K. P. D. кезінде. η = 0,65 сорғының білігіндегі қуатты табыңыз N формула бойынша:

$$N = \frac{Q\rho g\mathrm{H}}{1000\eta}, \qquad (168)$$

мұндағы Q-сорғының көлемдік өнімділігі, $м^3$ / с;

ρ-сұйықтықтың тығыздығы, кг/$м^3$;

g-ауырлық күшінің үдеуі, м / $с^2$.

Н-қышқылды көтеру биіктігі, м;

η – к. п. д. сорғы.

$$N = \frac{150 \cdot 1850 \cdot 9{,}81 \cdot 33{,}5}{3600 \cdot 1000 \cdot 0{,}65} = 39.$$

Біз электр қозғалтқышының қуатын 25% маржамен қабылдаймыз. Содан кейін оның қажетті қуаты

$$N_{дв.} = 1{,}25N, \tag{169}$$

$$N_{дв.} = 1.25 \cdot 39 \cong 49$$

Вакуумдық сорғының қысымын және К. п. д. есептеңіз. Бастапқы деректер: тығыздығы р=1100 кг/м^3; өнімділігі Q = 46,5 м^3 / сағ; артық қысым $р_м$=3,34 бар; вакуумметрдің көрсеткіші $Р_В$ = 0,45 бар; манометр мен вакуумметр арасындағы қашықтық $h_{пр}$=300 мм; электр қозғалтқыш білігінің қуаты N=7 кВт.

Н сорғысының қысымын формула бойынша анықтаймыз:

$$H = \frac{p_м + p_B}{\rho g} + h_{пр}, \tag{170}$$

мұндағы $р_м$-айдау келте құбырындағы манометр бойынша қысым, бар;

$Р_В$-сору келте құбырындағы вакуумметрдің көрсеткіші, бар;

$h_{пр}$-манометр мен вакуумметр арасындағы қашықтық, мм;

ρ-сұйықтықтың тығыздығы, кг/м^3;

g-ауырлық күшінің үдеуі, м / с^2.

$$\text{Н} = \frac{(3{,}34 + 0{,}45) \cdot 10^5}{1100 \cdot 9{,}81} + 0{,}3 = 35{,}3$$

$N_п$ сорғының пайдалы қуаты мына формула бойынша есептеледі:

$$\text{N} = \frac{Q\rho gH}{1000\tau}, \tag{171}$$

мұндағы Q – сорғының өнімділігі, м^3 / сағ;

ρ-тығыздық, кг/м^3;

H-сорғының қысымы, м;

τ-уақыт, Б.

$$N_п = \frac{46{,}5 \cdot 1100 \cdot 9{,}81 \cdot 35{,}3}{3600 \cdot 1000} \cong 4{,}9$$

H сорғысының тиімділік коэффициентін формула бойынша табамыз:

$$\eta = \frac{N_n}{N} \tag{172}$$

мұндағы η-сорғының тиімділігі;

N_P-пайдалы сорғы қуаты;

N-электр қозғалтқыш білігінің қуаты

$$\eta = \frac{4.9}{7} = 0{,}7.$$

Есептелген мәліметтерге сәйкес h сорғысының қысымы және η сорғының тиімділігі, біз VVN 2-50 маркалы вакуумдық сорғыны таңдаймыз.

Піспектік сорғыны есептеу. Піспектік сорғылар әрекет сипаты бойынша қарапайым, қос, үш және төртінші әрекет сорғыларына, ал жетек түрі бойынша – жетек және тікелей әрекет ететін сорғыларға бөлінеді. Піспектің дизайнына байланысты піспектік сорғылардың өзі ерекшеленеді, ал соңғысында піспек сұйықтықпен тікелей байланыста болады немесе одан серпімді өткізбейтін бөліммен (диафрагмалық сорғылар) бөлінеді. Негізгі сипаттамалары:

Өнімділік**.** Піспектік сорғыда сұйықтық босатылған көлемді алып, піспекті үздіксіз қадағалайды. Сондықтан, теориялық тұрғыдан, сорғының ішіндегі ағып кетуді ескерместен, піспектік сорғының өнімділігі піспекпен сипатталған көлемге тең.

Қарапайым әрекет ететін сорғыда піспектің бір жүрісінде (оңға немесе жоғарыға) піспектің жүрісінің ұзындығына көбейтілген піспек қимасының ауданына тең сұйықтық көлемі F $м^3$ сорылады, бірақ беру болмайды. Піспектің кері соққысы кезінде теориялық тұрғыдан Fs $м^3$ мөлшеріндегі барлық сорылған сұйықтық айдау құбырына жіберіледі. Осылайша, піспектің екі соққысы немесе біліктің бір айналымы үшін берілетін сұйықтықтың көлемі Fs $м^3$ құрайды.

N, біліктің минутына айналу кезінде қарапайым жұмыс істейтін сорғының теориялық өнімділігі Q, $м^3/с$ сәйкесінше тең болады

$$Q_т = \frac{Fsn}{60}, \tag{173}$$

мұндағы$F = \pi D^2/4$-өзек қимасының ауданы, $м^2$;

D-піспектің диаметрі, м.

Қос әрекетті сорғыда піспектің бір жүрісінде оның бір жағынан FS $м^3$ сұйықтық көлемі сорылады, ал екінші жағынан, F $м^2$ қимасы бар өзек орналасқан жерде (F – f)S, $м^3$ сұйықтық шығарылады. Сору піспегінің кері

жүрісі кезінде сұйықтықтың сондай көлемі айдалады, бірақ кері тәртіппен – сору орын алған жақтан сұйықтық Fs мөлшерінде айдалады, ал піспектің екінші жағынан (F – f)s, $м^3$ [2] сіңеді. Осылайша, біліктің бір айналымында қос әрекетті сорғының берілуі:

$$(F - f)s + Fs = (2F - f)s. \quad (174)$$

Сондықтан мұндай сорғының q_t теориялық өнімділігі *n*-ге тең:

$$Q_т = \frac{(2F-f)sn}{60}. \quad (175)$$

Яғни қарапайым жұмыс істейтін сорғының өнімділігінен екі есе көп. Піспектік сорғының нақты өнімділігі клапандар, піспектер, тығыздағыштар мен қақпақтардағы тығыздық арқылы сұйықтықтың ағып кетуіне байланысты теориялық тұрғыдан аз. Барлық осы шығындар көлемдік к. η_0

Сорғының нақты өнімділігі, Q, $м^3$ / с, тең:

$$Q = Q_т\eta_0, \quad (176)$$

мұндағы η_0-к.;

$Q_т$-сорғының теориялық өнімділігі, $м^3$ / с.

Суық суды соратын піспекті сорғылар үшін η_0=0,9 (орташа); өте тұтқыр сұйықтықтарды сорған кезде көлемдік к.п. д. айтарлықтай төмендейді (η_0=0,3 және одан аз).

Піспек диаметрі D=160 мм, өзек диаметрі d=60 мм, піспек соққысының ұзындығы s=200 мм болатын қос әрекетті піспекті сорғы білігінің айналу санын анықтаңыз. Сорғының өнімділігі Q=27,2 $м^2$ / сағ.

Бастапқы деректер: Піспектік сорғының өнімділігі Q_1 = 55 $м^3$/сағ; қысым H = 24 м; піспек қозғалыстарының саны n_1=1200 айн/мин; сорғымен тұтынылатын қуат 30 кВт; к.п. д. сорғы N_0=0,85. n_1-сорғы білігінің айналу саны.

Егер сіз N_2=750 айн/мин айналу саны бар Электр қозғалтқышын орнатсаңыз, Q өнімділігі мен H сорғысының қысымы қалай өзгереді.

Формула бойынша Q_2, $М^3$/сағ сорғының максималды өнімділігін есептейміз

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}, \quad (177)$$

мұндағы Q_1-сорғының өнімділігі, $м^3$ / сағ;

n_1-Q_1 кезіндегі айналымдар саны, айн / мин;

n_2-айналымдар саны, айн/мин.

$$Q_2 = 55 \cdot \frac{750}{1200} = 34{,}8.$$

H_2 сорғы қысымының максималды мәнін есептейміз:

$$H_2 = H_1 \cdot (\frac{n_2}{n_1})^2, \quad (178)$$

Мұндағы H_1-сорғының арыны, м;
$n1$-Q_1 кезіндегі айналымдар саны, Q_1, айн/мин;
N_2-айналымдар саны, айн/мин

$$H_2 = 24 \cdot (\frac{750}{1200})^2 = 9{,}36.$$

Формула бойынша Q_S сорғысының екінші өнімділігін есептейміз:

$$Q_c=Q/3600. \quad (179)$$

мұндағы Q – сорғының өнімділігі, $м^2$ / сағ;
1 сағатта 3600 секунд.

$$Q_c=27{,}2/3600=0{,}007.$$

Піспектің көлденең қимасын F формула бойынша есептейміз:

$$F= \pi D^2/4, \quad (180)$$

мұндағы D-піспектің диаметрі, м;
π-3,14-ке тең тұрақты шама.

$$F= 3{,}14 \cdot 0{,}16^2/4=0{,}0201.$$

F өзегінің көлденең қимасын формула бойынша есептейміз:

$$f= \pi d^2/4, \quad (181)$$

мұндағы d-соташықтың диаметрі, м.

$$f= 3{,}14 \cdot 0{,}06^2/4=0{,}00282.$$

Піспектік сорғыдағы N білігінің айналу санын есептейміз.

$$n = \frac{60Q}{(2F-f)s\eta_0}, \quad (182)$$

мұндағы *s*-піспек жүрісінің ұзындығы, мм;

η_0-к.;

F-піспек қимасының ауданы, м^2;

f-өзек қимасының ауданы, м^2.

$$n = \frac{60 \cdot 0{,}007}{(2 \cdot 0{,}0201 - 0{,}00282)0{,}2 \cdot 0{,}85} = 66.$$

Компрессорларды есептеу. Компрессорлық машиналар қысым мөлшері бойынша келесі топтарға бөлінеді:

- төмен қысым (0,1 ат дейін артық қысым) – желдеткіштер;
- салқындатусыз-газ үрлегішсіз орташа қысым (артық қысым 0,1-3 ат);
- салқындатумен жоғары қысым (3 ат және одан жоғары артық қысым) – компрессорлар;
- вакуумдық– вакуум-сорғылар.

Машиналардың әр тобындағы құрылымдық айырмашылықтарға қарамастан, олардың жұмыс принципі бірдей. Сондықтан газ үрлегіштерді, желдеткіштерді және вакуумды сорғыларды компрессорлардың түрлері ретінде қарастыруға болады.

Компрессорлар піспектік, айналмалы, центрифугалық, осьтік және сиялы болып бөлінеді; орталықтан тепкіш компрессорлар турбокомпрессорлар және турбогенераторлар деп аталады.

Желдеткіштер орталықтан тепкіш және осьтік компрессорларға жатқызылуы мүмкін. Вакуумдық сорғылар-бұл компрессорлар, онда газ жұқарған кезде егіліп, атмосферадан біршама жоғары қысыммен шығарылады.

Компрессорлардың қуаты. N_T компрессорында жұмсалған теориялық қуат газдың сығылу жұмысына өнімділігінің көбейтіндісіне тең

$$N_т = \frac{lQ\rho}{60 \cdot 1000}, \quad (183)$$

немесе

$$N_т = \frac{Gl}{1000}. \quad (184)$$

мұндағы l-сығудың теориялық жұмысы, Дж / кг;

Q-компрессордың өнімділігі, м^3 / мин;

ρ-газдың тығыздығы, кг/м^3;

G-сорылатын газдың мөлшері, кг/с.

Егер газды сығудың теориялық жұмысы МКГСС бірліктер жүйесінде (кгс·М/кг) көрсетілсе, онда компрессор жұмсайтын теориялық қуат

$$N_т = GAl/860, \quad (185)$$

мұндағы А – 1/427 ккал / кгс * м;

G-газдардың мөлшері, кг / сағ.

Компрессор тұтынатын теориялық қуатты есептеу үшін T-s-диаграммасы бойынша l шамасын анықтаудың орнына келесі формулаларды қолдануға болады [2].

- $n_т$ газын изотермиялық сығу кезінде:

$$N_т = \frac{p_1 V_1}{1000} \ln \frac{p_2}{p_1}. \quad (186)$$

- адиабатикалық немесе политропикалық $n_т$ газ қысымында:

$$N_т = \frac{m}{m-1} * \frac{p_1 V_1}{1000} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right], \quad (187)$$

мұндағы p_2 / p_1-компрессордағы газдың сығылу дәрежесі, айдау қысымының P_2 (в Н/м^2) сору қысымына p_1 (в Н/м^2) қатынасына тең);

V-сорылатын газдың көлемі, м^3 / с;

m-адиабатаның немесе политроптың көрсеткіші (газды сығу процесінің сипатына байланысты).

Газдың изотермиялық қысылуымен ең аз жұмыс жұмсалады. Изотермиялық сығымдау кезіндегі қуат қатынасы $N_{из}$. индикаторлық қуатқа $N_{инд}$. (индикаторлық диаграмма бойынша анықталады)газды салқындатумен жұмыс істейтін компрессордағы жылу процесінің жетілуін сипаттайды және изотермиялық к. п. д. ($п_{из.}$). Сондықтан n_{inds} индикаторлық қуаты:

$$N_{инд.} = \frac{N_{из.}}{\eta_{из.}}, \quad (188)$$

мұндағы $n_{из}$-изотермиялық сығылу кезіндегі қуат, кВт;

$п_{из}$-изотермиялық к.

Газды салқындатпай жұмыс істейтін компрессорлар үшін адиабатикалық сығымдау кезіндегі қуаттың индикаторлық қуатқа қатынасы анықталады. Бұл қатынас адиабатикалық к. п. д. ($п_{ад.}$). Осылайша, n_{inds} индикаторлық қуаты:

$$N_{инд.} = \frac{N_{ад.}}{\eta_{ад.}}, \quad (189)$$

мұндағы $n_{ад}$-адиабатикалық сығылу кезіндегі қуат, кВт;

$п_{ад}$-адиабатикалық к.

Осылайша, егер сіз өзектің көлденең қимасын ескермесеңіз, компрессордың нақты өнімділігі Q $м^3$ / мин болады:

$$Q = \lambda zFsn, \tag{190}$$

мұндағы *z*-піспектің сору жақтарының саны (қарапайым әрекет ететін компрессорлар үшін z=1), дана;

F-піспек қимасының ауданы, $м^2$;

s-піспек соққысы, м;

n-компрессор білігінің айналу саны 1 мин.

Көп цилиндрлі компрессорлар үшін алынған Q мәнін цилиндрлер санына көбейту керек. Көп сатылы компрессорлар үшін F-бірінші сатыдағы піспектің көлденең қимасы (төмен қысым). Адиабатикалық к. п. д. шамасы ($п_{ад.}$) 0,93-0,97 аралығында ауытқиды. Ол изотермиялық к. п. д. ($п_{из.}$), оның мәні сору және айдау кезіндегі сығылу және жоғалу дәрежесіне байланысты 0,64-0,78 құрайды.

Компрессордағы механикалық шығындар механикалық к. п .д. ($п_{мех.}$), бұл n_{inds} индикаторлық қуатының қатынасын білдіреді. $n_{эф}$ компрессор білігіндегі қуатқа., және $п_{мех.}$=0,85-0,9. Білікке қуат (тиімді қуат) тең:

$$N_{эф.} = \frac{N_{инд.}}{\eta_{мех.}} \tag{191}$$

Есептеу мысалы: Қосарланған бір сатылы бір цилиндрлі компрессор цилиндрдің ішкі диаметріне ие D=500 мм, піспек соққысы s=500 мм, компрессор білігінің айналу саны n=165 айн/мин. Зиянды кеңістіктің шамасы c=1,17 кг / $м^3$.

Шешімі. Біз политропты $m = 1{,}2$ индикаторды қабылдаймыз және көлемді к. п. д. λ_0формула бойынша анықтаймыз:

$$\lambda_0 = 1 - c\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{m}} - 1\right], \tag{192}$$

мұндағы c-7-тараудың кестелері бойынша зиянды кеңістік көлемінің піспекпен (c≅0, 03-0, 08) сипатталған көлемге қатынасымен көрсетілетін зиянды кеңістіктің шамасы [2];

p_2/p_1 - газдың сығылу дәрежесі;

m – көрсеткіш политропы (m=1,2-1,4) [2].

$$\lambda_0 = 1 - 0{,}04\left[\left(\frac{4}{1}\right)^{\frac{1}{1{,}2}} - 1\right] \cong 0{,}915.$$

Компрессордың берілу коэффициентін анықтаңыз Q:

$$Q = \lambda zFsn, \tag{193}$$

мұндағы *z*-піспектің сору жақтарының саны (қарапайым әрекет ететін компрессорлар үшін z=1), дана;

F-піспек қимасының ауданы, м^2;

s-піспек соққысы, м;

n-компрессор білігінің айналу саны 1 мин;

λ – компрессордың берілу коэффициенті [2].

$$Q = 0{,}85 \cdot 2 \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}5 \cdot 165 = 27{,}5.$$

Ауа үшін T-s-диаграммасына сәйкес [2] сығылған ауаның $i_2 = 79.3ккал/кг = 3{,}32 \cdot 10^5 дж/кг,$ энтальпиясы, бастапқы (атмосфералық) ауаның $i_2 = 42.5ккал/кг = 1{,}78 \cdot 10^5 дж/кг$ энтальпиясы . Ауаны адиабатикалық сығу жұмысы, l дж / кг

$$l = i_2 - i_1. \tag{194}$$

$$l = 3{,}32 \cdot 10^5 - 1{,}78 \cdot 10^5 = 1{,}54 \cdot 10^5.$$

Формула бойынша адиабатикалық сығылу кезіндегі $n_{ад}$ теориялық қуаты:

$$N_m = \frac{GlQ\rho}{60 \cdot 1000}, \tag{195}$$

мұндағы *l*-сығудың теориялық жұмысы, Дж / кг;

Q-компрессордың өнімділігі, м^3 / мин;

ρ-газдың тығыздығы, кг/м^3;

G-сорылатын газдың мөлшері, кг/с.

$$N_{ад} = \frac{1{,}54 \cdot 10^5 \cdot 27{,}5 \cdot 1{,}17}{60 \cdot 1000} = 82{,}5.$$

Компрессор тұтынатын N қуатын анықтаңыз:

$$N = \frac{N_{ад}}{\eta_{ад} \cdot \eta_{мех}}, \tag{196}$$

мұндағы $n_{ад}$-адиабатикалық кеңейту кезіндегі қуат, кВт.

$$N = \frac{82,5}{0,8 \cdot 0,9} = 115.$$

Орталықтан тепкіш компрессорды есептеу. Желдеткіш жасаған қысымның қысымы $p_{ст}$ статикалық қысымының қосындысы болып табылады. және динамикалық қысым.. Статикалық қысым сору және айдау желілерінде газ қозғалатын құбыр өткізгіштер мен аппараттардағы қысымның жоғалуына тең. Динамикалық қысым желдеткіштің шығатын тесігіндегі ω газдың жылдамдығы бойынша анықталады, Н/м^2

$$p_{дин.} = \frac{p\omega^2}{2}. \quad (197)$$

Осылайша, желдеткіш жасаған толық қысым:

$$p = p_{ст.} + \frac{p\omega^2}{2}, \quad (198)$$

мұндағы *p*-газдың тығыздығы, кг/м^3.

Желдеткіштер, центрифугалық сорғылар сияқты, p, n және η шамаларының тұрақты айналу саны (n=const) және газдың тұрақты тығыздығы (p=const) кезінде Q көлемдік өнімділігіне тәуелділігін білдіретін жұмыс сипаттамасына ие. Сипаттама эмпирикалық жолмен белгіленеді, ал сынақ нәтижелері әдетте рст ауасының тұрақты тығыздығына жатады.$p_{ст.}$=1,2 кг/м^3, себебі жанкүйерлер стандартты жағдайларға, яғни қысымы 760 мм болатын ауаға сүйенеді.рт.температура 20 °C және салыстырмалы ылғалдылық 50% [2]. Сондықтан желдеткішпен басқа газды беру кезінде $p_{ст}$ мөлшері. және $N_{ст}$. келесі қатынастар негізінде қайта есептеледі

$$\text{Н} = \text{p}_{\text{ст.}} \frac{\text{p}}{\text{p}_{\text{ст.}}} \text{и} N = N_{\text{ст.}} \frac{\text{p}}{\text{p}_{\text{ст.}}}. \quad (199)$$

Бұл жағдайда желдеткіштің өнімділігі өзгеріссіз қалады (*Q*=const). Жанкүйерлер үшін *Q, P* және *N*-нің айналым санына тәуелділігі (7-22), (7-23) және (7-24) қатынасы арқылы да көрінеді [2].

Желдеткіштің жұмыс режимі оның сипаттамасының құбырдың сипаттамасымен қиылысуының жұмыс нүктесі бойынша анықталады [2]. Желдеткіштерді реттеу *n*=const кезінде ысырманың немесе бұрылмалы жапқыштың көмегімен құбырдың кедергісін өзгерту арқылы жүргізіледі. Сипаттамасы, p қысымының желдеткіштен газ шығуының ω жылдамдығына тәуелділігін көрсетеді, дөңгелектің u айналу жылдамдығының әртүрлі мәндерінде біз 10-кестеге сәйкес таңдаймыз [2]. Сипаттамада тұрақты к. п. д. η сызықтары және r_{din} динамикалық қысым сызықтары қолданылады.. Берілген қысым бойынша P максималды к. п. д. - ға жақын аймақта ω және u

таңдалады, содан кейін желдеткіштің шығатын тесігінің қимасы формула бойынша анықталады$S_{вых.}$:

$$S_{вых.} = Q/\omega, \quad (200)$$

мұндағы Q-желдеткіш арқылы өтетін газдың көлемі, м^3 / с.

10-кестеге сәйкес [2] доңғалақтың d диаметрін табыңыз, содан кейін формула бойынша тұтынылатын қуат N, кВт желдеткіштің$(n = 60u/\pi D)$ u айналу санын есептеңіз:

$$N = \frac{QP}{1000\eta}, \quad (201)$$

мұндағы P-желдеткіш жасаған толық қысым, Н/м^3.

Егер желінің кедергісі Δр=637,6 Н/м^2 болса, Q=8000 м^3/сағ мөлшерінде газды соруға арналған желдеткішті таңдаңыз. Анықтау сондай-ақ, қуат, тұтынылатын желдеткішпен.

Шешімі. Шарт бойынша $\Delta p < 100 мм.вод.ст.$; сондықтан бұл жағдайда төмен қысымды желдеткішті қолдануға болады. Төменгі қысымды желдеткіштер үшін к. п. д. $\eta = 0{,}57$ максималды мәнін ала отырып, біз А Жұмыс нүктесін табамыз:

$$S_{вых} = \frac{Q}{3600 \cdot \omega}, \quad (202)$$

мұндағы Q – желдеткіштің өнімділігі, м^3 / сағ;

ω – желдеткіштен газдың шығу жылдамдығы, м / с.

$$S_{вых} = \frac{8000}{3600 \cdot 15} = 0{,}148.$$

10-кестеге сәйкес [2] Біз төмен қысымды №5 "Сирокко" желдеткішін таңдаймыз (дөңгелектің диаметрі D=500 мм), ол шығатын тесіктің $\left(S_{вых} = 0{,}16 м^2\right)$ ең жақын қимасы бар . Таңдалған желдеткіштің шығатын тесігіндегі ω газ жылдамдығы:

$$\omega = \frac{Q}{3600 S_{вых}}, \quad (203)$$

мұндағы Q – желдеткіштің өнімділігі, м^3 / сағ;

$S_{вых}$-шығу тесігінің қимасы, м^2.

$$\omega = \frac{8000}{3600 \cdot 0{,}16} = 13{,}9.$$

Біз көздің сипаттамасынан табамыз [2] A^1 жұмыс нүктесі желдеткіш дөңгелегінің айналу жылдамдығына сәйкес келеді u=23,5 м / сек және К.п. д. η= 0,557. Желдеткіштің айналу санын анықтаңыз n:

$$n = \frac{60 \cdot u}{\pi D}, \tag{204}$$

мұндағы *U*-Желдеткіш дөңгелегінің айналма жылдамдығы, м / с;

D-желдеткіш дөңгелегінің диаметрі, м.

$$n = \frac{60 \cdot 23,5}{3,14 \cdot 0,5} = 900.$$

Желдеткіш жасаған толық қысымды формула бойынша табамыз:

$$P = p_{ст} + \frac{\rho w^2}{2}, \tag{205}$$

мұндағы *w*-газ жылдамдығы, м / с;

$p_{ст}$-желінің кедергісі, Н / м^2.

$$P = 637,6 + \frac{1,75 \cdot 13,9^2}{2} = 806,6.$$

Ауаны беру кезінде желдеткіш тұтынатын $N_в$ қуатын формула бойынша анықтаймыз:

$$N = \frac{QP}{1000\eta}, \tag{206}$$

мұнда η-к. п. д. желдеткіш;

Q-желдеткіштің өнімділігі, м^3 / сағ;

Р-желдеткіш жасаған толық қысым, Н / м^2.

$$N_B = \frac{8000 \cdot 806,6}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,557} = 3,22.$$

Біз ауаның тығыздығын қабылдаймыз $р_{ст}$=1,25 кг / м^3 және формула бойынша қайта есептейміз желдеткіш тұтынатын қуат N:

$$N = N_B \frac{\rho}{p_{ст.}}, \tag{207}$$

$$N = 3{,}22 \cdot \frac{1{,}75}{1{,}25} = 4{,}7.$$

4 сұйық гетерогенді жүйелерді бөлуге арналған жабдықты есептеу

Суспензиялар мен эмульсияларды бөлу. Суспензиялар сұйық фазалардың салмақтық қатынасымен сипатталады (Ж : Т). Бұл арақатынас суспензиядағы қатты фазаның х салмақтық үлесі арқылы көрсетілуі мүмкін

$$n = (Ж: Т) = \frac{1-x}{x} \qquad (208)$$

M_C және $р_{тв}$ арқылы белгілеу. Суспензияның және оның құрамындағы қатты фазаның тығыздығы суспензиядан қатты бөлшектердің көлемдік үлесінің келесі өрнегін аламыз

$$q = \frac{\frac{x}{p_{тв.}}}{\frac{1}{p_{с.}}} = \frac{xp_c}{p_{тв.}} \qquad (209)$$

M_C тығыздығы суспензияның нақты көлемі оны құрайтын қатты және сұйық фазалар көлемінің қосындысына тең болатындығына байланысты анықталады

$$\frac{1}{p_c} = \frac{x}{p_{тв.}} + \frac{1-x}{p_ж} \qquad (210)$$

қайдан

$$p_c = \frac{1}{\frac{x}{p_{тв.}} + \frac{1-x}{p_ж}}, \qquad (211)$$

мұндағы $p_ж$-сұйық фазаның тығыздығы, кг/м^3;

x-суспензиядағы қатты бөлшектердің салмақтық үлесі;

$p_{тв}$ - қатты фазаның тығыздығы, кг/м^3.

Бөлу нәтижесінде алынған ылғалды тұнба сұйық және қатты фазалардың қатынасымен де сипатталады:

$$n_{ос.} = (Ж: Т)_{ос.} = \frac{\omega}{1-\omega}, \qquad (212)$$

мұндағы ω-тұнбадағы сұйық фазаның салмақтық үлесі.

Ұқсас тәуелділіктер екі сұйық L_1 және L_2 фазаларынан тұратын эмульсияларға қолданылады және сәйкесінше:

$$n_{эм.} = Ж_1: Ж_2.$$

Суспензиялар мен эмульсиялардың тұтқырлығы тұтас фазаның μ_0 тұтқырлығына және дисперсті фазаның Q көлемдік концентрациясына байланысты анықталады.

Сұйылтылған суспензиялардың тұтқырлығы қатты фазаның концентрациясына байланысты, бірақ қатты бөлшектердің мөлшеріне байланысты емес және А.И. Бачинский формуласымен анықталады. [2]:

$$\mu = \mu_0(1 + 4{,}5q). \quad (213)$$

мұндағы μ_0 - тұтас фазаның тұтқырлығы, Н·с/м^2;

q-дисперсті фазаның көлемдік концентрациясының үлесі,%.

Эмульсиялардың тұтқырлығы μ, н·с/м^2 формуласы бойынша анықталады.

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{\sqrt[3]{\frac{1}{q}}}{\sqrt[3]{\frac{1}{q}-1}}, \quad (214)$$

Бөлудің материалдық балансы. Сұйық гетерогенді жүйелерді бөлудің ең көп таралған процесі ретінде суспензияны бөлудің материалдық тепе-теңдігін қарастырыңыз.

G_C – бөлінетін суспензияның мөлшері (кг – да), x_1-суспензиядағы қатты фазаның салмақтық үлесі болсын. Бөлу нәтижесінде $g_{ос}$ мөлшерінде тұнба пайда болады. қатты фазаның құрамы X_2 және ылғалдылығы ω=1–x_2 болатын кг және мөлшері G_H болатын сұйықтық. Сонда материалдық тепе-теңдік теңдеулері келесі формада болады:

- бүкіл жүйе үшін:

$$G_c = G_{ос.} + G_{ж}; \quad (215)$$

- қатты фаза үшін:

$$G_c x_1 = G_{ос.} x_2; \quad (216)$$

немесе

$$G_c x_1 = G_{ос.}(1 - \omega). \quad (217)$$

Мысалы: Егер суспензиядағы сұйық және қатты фазалардың салмақтық қатынасы Ж:Т=6,7 болса, қатты фазаның көлемдік үлесін, суспензияның тығыздығы мен тұтқырлығын анықтаңыз. Қатты фазаның тығыздығы $\rho_{тв}$=3200 кг/м^3, сұйық фазаның тығыздығы $\rho_ж$=1000 кг / м^3. Сұйық фазаның μ тұтқырлығы $_0$=0,001 Н·с/м^2.

Шешімі. Суспензиядағы қатты фазаның х. салмақтық үлесін шарт бойынша анықтаймыз:

$$n_c = Ж : Т = \frac{1-x}{x} = 6{,}7,$$

қайдан x=0,13.

Формула бойынша M_c суспензиясының тығыздығы:

$$p_c = \frac{1}{\frac{x}{p_{тв.}} + \frac{1-x}{p_{ж}}}, \quad (218)$$

мұндағы $p_{ж}$-сұйық фазаның тығыздығы, кг/м^3;
x-суспензиядағы қатты бөлшектердің салмақтық үлесі;
$p_{тв}$ - қатты фазаның тығыздығы, кг/м^3.

$$\rho_c = \frac{1}{\frac{0,13}{3200} + \frac{1-0,13}{1000}} = 1100.$$

Демек, формула бойынша суспензиядағы қатты фазаның Q көлемдік үлесі:

$$q = \frac{q\rho_C}{\rho_{TB}}, \quad (219)$$

$$q = \frac{0,13 \cdot 1100}{3200} = 0,0447.$$

Формула бойынша суспензияның тұтқырлығын μ [2]:

$$\mu = \mu_0(1 + 4,5q), \quad (220)$$

$$\mu = 0,001 \cdot (1 + 4,5 \cdot 0,0447) \cong 0,0012 н \cdot сек / м^2 = 1,2.$$

Суспензиядағы сұйықтықтың көлемдік үлесі

$$\varepsilon = \frac{V_{ж}}{V_{ж} + V_{тв.}}, \quad (221)$$

мұндағы $V_ж$-суспензиядағы сұйықтықтың көлемі, м^3;
$V_{тв.}$ - суспензиядағы қатты бөлшектердің көлемі, м^3.

Концентрацияланған суспензияларда сұйықтық қатты бөлшектер арасындағы орамалы каналдар арқылы қозғалады және ортаның кедергісі F(ε) деп аталатын ε функция болып табылады. Сонымен қатар, ауырлық күшінің әсерінен қатты бөлшектердің қозғалысы (тұндыру кезінде) көп жағдайда ламинарлы болады.

Сондықтан, орта кедергісінің жалпы формуласына коэффициент мәнін қою [2]

$$\psi = 3\pi / Re = 3\pi\mu / (\omega dp), \quad (222)$$

мұндағы *re*-Рейнольдс өлшемі;

d-бөлшектің диаметрі, мм;
p-сұйықтықтың тығыздығы, кг/м^3
ω – жылдамдық, м / с;
μ - қатты фазаның тұтқырлығы, Н·с/м^2.

Ламинарлық аймақ үшін R ортасының кедергісі немесе Стокс заңы деп аталады:

$$R = 3\pi d\mu\omega. \quad (223)$$

Тиісінше, тығыз жауын-шашын жағдайында қоршаған ортаның кедергісі келесідей көрінуі мүмкін:

$$R_{ст.} = \frac{R}{\phi(\varepsilon)} = \frac{3\pi d\mu\omega}{\Phi(\varepsilon)}. \quad (224)$$

P_mв қатты фазасының тығыздығы кезінде $p_ж$ сұйық фазасының тығыздығын және суспензияның тығыздығын мына формула бойынша анықтауға болады:

$$p_c = \varepsilon p_ж + (1-\varepsilon)p_{тв.}. \quad (225)$$

Қатты фаза мен суспензия тығыздығының айырмашылығы $\Delta\rho$тең болады

$$\Delta\rho = p_{тв.} - p_c = p_{тв.} - \left[\varepsilon p_ж + (1-\varepsilon)p_{тв.}\right] = \left(p_{тв.} - p_ж\right)\varepsilon. \quad (226)$$

Р ауырлық күшінің өрнегіндегі мәнді$\Delta\rho$ алмастыра отырып және Р ортаның кедергісін R-ге теңестіре отырып, біз аламыз:

$$\frac{\pi d^3}{6} g\left(p_{тв.} - p_ж\right)\varepsilon = \frac{3\pi d\mu\omega}{\Phi(\varepsilon)}. \quad (227)$$

Қысқарғаннан кейін қатты бөлшектерге қатысты сұйықтықтың жылдамдығын қайдан табамыз. Ол сұйықтыққа қатысты қатты заттардың қозғалыс жылдамдығына тең:

$$\omega = \frac{d^2 g\left(p_{тв.} - p_ж\right)}{18\mu}\varepsilon\Phi(\varepsilon). \quad (228)$$

Алайда, тұндыру процесін есептеу үшін қатты бөлшектердің сұйықтыққа емес, аппараттың қабырғаларына (тұндырғышқа) қатысты қозғалыс жылдамдығын анықтау қажет. Жауын-шашын кезінде екі фазаның да көлемдік жылдамдығы тең екенін атап өткен жөн , себебі төмен түсетін қатты бөлшектердің көлемі сұйықтықтың тең көлемін ауыстырады.

Құрылғыдағы суспензия қабатының негізгі ауданы F және биіктігі H болсын, сұйықтықтың өтуіне қол жетімді суспензия қабатының көлденең қимасының үлесі Fε-ге тең. Бір уақытта өтетін жол сұйықтықпен жоғары қарай жылжиды немесе сұйықтықтың көтерілу жылдамдығы:

$$\frac{F\varepsilon\omega}{F} = \varepsilon\omega. \quad (229)$$

Бұл жылдамдық ω_0 қатты бөлшектердің қажетті тұндыру жылдамдығына тең:

$$\omega_0 = \varepsilon\omega. \quad (230)$$

Осы өрнекте ω мәнін формуладан (217) алмастыра отырып, біз соңғы формуланы аламыз.

$$\omega_0 = \frac{d^2 g(p_{тв.} - p_{ж})}{18\mu}\varepsilon^2\Phi(\varepsilon). \quad (231)$$

Шар тәрізді қатты бөлшектер үшін тәжірибелік деректер бойынша ε> 0,7 кезіндегі F(ε) шамасы мына теңдеу бойынша анықталады:

$$\Phi(\varepsilon) = 10^{-1,82(1-\varepsilon)}. \quad (232)$$

Е≤ 0,7 кезінде сфералық пішіндегі қатты бөлшектері бар жоғары концентрацияланған суспензиялар үшін.

$$\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\Phi(\varepsilon) = 0{,}123 \quad (233)$$

Жалпы нысанда, яғни кез-келген тұндыру аймағы үшін (233) теңдеу келесідей өрнектелуі мүмкін:

$$\omega_0 = \omega_{св.}\varepsilon^2\Phi(\varepsilon), \quad (234)$$

мұндағы $\omega_{св.}$ - осы аймақтағы еркін жауын-шашын жылдамдығы.

Тиісінше, (230) өрнекті ескере отырып, ε ≤0,7 кезінде суспензиялар үшін жауын-шашын жылдамдығы:

$$\omega_0 = \omega_{св.}\frac{0{,}123\varepsilon^3}{1-\varepsilon}. \quad (235)$$

Қалыңдатқышты есептеу. Суспензияның қатты сфералық бөлшектерінің тұндыру жылдамдығын анықтаңыз. Бастапқы деректер: d=25 мк; $\rho_{тв}$=2750 кг/м^3; ρ=1200 кг/м^3; μ=2,4·10^{-3} Н·с/м^2

Архимед өлшемін формула бойынша анықтаймыз:

$$\mathrm{Ar} = \frac{g \times l^3 \times p(p_1 - p_2)}{\mu^2}, \qquad (236)$$

мұндағы p_1-қатты сфералық бөлшектердің тығыздығы, кг/м^3;

p_2-сұйық фазалардың тығыздығы, кг/м^3;

μ-сұйық фазаның тұтқырлығы, Н·с/м^2.

$$\mathrm{Ar} = \frac{\left(25 \times 10^{-6}\right)^3 \times 9{,}81(2750 - 1200)1200}{\left(2{,}4 \times 10^{-3}\right)^2} = 0{,}0497$$

Бұл жағдайда Аг<36, сондықтан тұндыру ламинарлық қозғалыс аймағында жүреді. Формула бойынша Рейнольдс критерийінің мәнін анықтаймыз [2].

$$\mathrm{Re} = 0{,}056\mathrm{Ar}, \qquad (237)$$

мұндағы Ar-Архимед өлшемі

$$\mathrm{Re} = 0{,}056 \cdot 0{,}0497 = 0{,}00278.$$

Содан кейін формула бойынша сфералық қатты бөлшектердің тұндыру жылдамдығы, м / сағ:

$$\omega_0 = \frac{\mu \mathrm{Re}}{d\rho}, \qquad (238)$$

мұндағы d-қатты сфералық бөлшектің диаметрі, мк;

ρ-сұйық фазаның тығыздығы, кг/м^3.

$$\omega_0 = \frac{2{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}00278}{25 \cdot 10^{-6} \cdot 1200} = 2{,}22 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 = 0{,}8.$$

Суспензияның тығыз тұндыру жылдамдығын анықтаймыз. Бастапқы деректер: х = 30%; $р_с$ = 1440 кг/м^3; $р_{тв}$ = 2750 кг/м^3.

$$q = 1 - \varepsilon = \frac{x\rho_C}{\rho_{тв}}, \qquad (239)$$

мұндағы x-суспензиядағы қатты фаза құрамының пайызы, %;

P_C-суспензияның тығыздығы, кг / м^3;

$p_{тв}$ - қатты фазаның тығыздығы, кг/м^3.

$$q = \frac{0{,}3 \cdot 1440}{2750} = 0{,}157.$$

Сфералық қатты бөлшектердің мөлшерін анықтаймыз

$$\Phi(\varepsilon) = 10^{-1{,}82(1-\varepsilon)}, \quad (240)$$

$$\varepsilon = 1 - 0{,}157 = 0{,}843,$$

мұндағы ε-жоғары концентрацияланған суспензиялардың тәжірибелік коэффициенті.

$$\Phi(\varepsilon) = 10^{-1{,}82 \cdot 0{,}157} = 10^{-0{,}286} \cong 0{,}52.$$

Еркін тұндыру жылдамдығы ω_0=0,8 м / сағ, сондықтан суспензияның тығыз тұндыру жылдамдығы, м/сағ тең болады.

$$\omega_0 = \omega_{св} \varepsilon^3 \Phi(\varepsilon). \quad (241)$$

$$\omega_0 = 0{,}8 \cdot 0{,}843^2 \cdot 0{,}52 = 0{,}3.$$

Суспензияны жеңілдету үшін үздіксіз жұмыс істейтін саңырауқұлақ тұндырғышының өнімділігін, бетін және диаметрін анықтаңыз. Бастапқы деректер: G_c = 120000 кг/сағ; x_1 = 20%; x_2 = 50%; w_0 = 0,3 м/сағ; р = 1050 кг/м^3.

Тұндырғыштың өнімділігін қатты фаза бойынша анықтаймыз, $G_{тв}$ кг / сағ:

$$G_{тв} = G_c \cdot x_1, \quad (242)$$

мұндағы G_c-ағартылған суспензия мөлшері, кг / сағ;

суспензиядағы қатты фазаның x_1-пайыздық концентрациясы,%.

$$G_{тв} = 120000 \cdot 0.20 = 24000.$$

$G_{сг}$ қоюландырылған суспензия бойынша тұндырғыштың өнімділігі:

$$G_{сг} = \frac{G_{тв}}{x_2}, \quad (243)$$

мұндағы $g_{тв}$-қатты фаза бойынша тұндырғыштың өнімділігі, кг / сағ;

x_2-қоюландырылған суспензияның пайыздық концентрациясы,%.

$$G_{сг} = \frac{24000}{0,5} = 48000.$$

Тиісінше, тұндырғыштың тазартылған сұйықтықтағы өнімділігі:

$$G_ж = G_с - G_{сг}, \quad (244)$$

мұндағы $G_с$-ағартылған суспензия мөлшері, кг / сағ;

$G_{сг}$-қоюландырылған суспензия бойынша тұндырғыштың өнімділігі, кг / сағ.

$$G_ж = 120000\text{-}48000 = 72000.$$

В қатынасын, суспензия мен тұнбадағы құрғақ зат қосылыстарын табамыз:

$$\beta = \frac{x_1}{x_2}, \quad (245)$$

мұндағы x_1-суспензиядағы қатты фазаның концентрациясы, %;

x_2-қоюландырылған суспензияның пайыздық концентрациясы,%.

$$\beta = \frac{20}{50} = 0,4.$$

Тұндырғыштың бетін формула бойынша анықтаймыз:

$$F = \frac{1,3 \cdot G_с}{\rho_ж \omega_0} \cdot (1 - \beta), \quad (246)$$

мұнда 1,3-біркелкі емес тұндырудың әсерін ескеретін коэффициент [2];

G_C-ағартылған суспензия мөлшері, кг / сағ;

$\rho_ж$ - сұйық фазаның тығыздығы, кг/м^3;

ω_0-суспензияның тығыз тұндыру жылдамдығы, м / сағ.

$$F = \frac{1,3 \cdot 120000}{1050 \cdot 0,3} \cdot (1 - 0,4) = 297.$$

Үздіксіз жұмыс істейтін жуғышты есептеу. Ауырлық күшінің әсерінен тұндыру процесі тұндыру деп аталады. Жуғыштың өнімділігін қатты фазада, қоюландырылған суспензияда, тазартылған сұйықтықтың өнімділігін, суспензия мен шөгіндідегі құрғақ заттардың қатынасын есептеңіз.

Бастапқы деректер: Саны $G_с$=15000кг / сағ; суспензиядағы қатты фазаның концентрациясы x_1=30%; қоюландырылған суспензияның

концентрациясы x_2=60%; суспензияның тұндыру жылдамдығы W_0=0,3 м/сағ; суспензияның сұйық фазасының тығыздығы р = 1550 кг/м^3.

Қатты фазада жуғыштың $g_{тв}$ өнімділігін анықтаймыз:

$$C_{тв} = C_c x_1, \tag{247}$$

мұндағыC_c-жуғыштың өнімділігі, т / сағ;

x_1 - суспензиядағы қатты фазаның концентрациясы,%.

$$C_{тв} = 15000 \cdot 0{,}30 = 4500.$$

Қоюландырылған суспензия бойынша $g_{сг}$ жуғыштың өнімділігі:

$$C_{сг} = \frac{C_{тв}}{x_2}, \tag{248}$$

мұндағы$C_{тв}$-қатты фаза бойынша жуғыштың өнімділігі, т / сағ;

x_2 - қоюландырылған суспензияның концентрациясы,%.

$$C_{сг} = \frac{4500}{0{,}6} = 7500.$$

Тиісінше, $G_Н$ тұндырғышының тазартылған сұйықтық бойынша өнімділігі:

$$C_{ж} = C_c - C_{сг}, \tag{249}$$

мұндағыC_c-жуғыштың өнімділігі, т / сағ.

$$C_{ж} = 15000 - 7500 = 7500.$$

В қатынасын, суспензия мен тұнбадағы құрғақ зат қосылыстарын табамыз

$$\beta = \frac{x_1}{x_2}, \tag{250}$$

мұндағы x_1-суспензиядағы қатты фазаның концентрациясы, %;

x_2-қоюландырылған суспензияның пайыздық концентрациясы,%.

$$\beta = \frac{30}{60} = 0{,}5.$$

Тұндырғыштың бетін формула бойынша анықтаймыз:

$$F = \frac{1{,}3 \cdot \mathrm{G_c}}{\mathrm{p_ж}\omega_0} \cdot (1-\beta), \tag{251}$$

$$F = \frac{1.3 \cdot 15000}{1550 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}3} \cdot (1 - 0{,}5) = 70.$$

D тұндырғышының диаметрі қайдан сәйкес келеді

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \tag{252}$$

мұндағы F-тұндырғыштың беті, м^2.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 70}{3{,}14}} = 9{,}4.$$

Біз d = 10 м маржамен қабылдаймыз.

Сүзу жабдықтарын есептеу. Сүзу теориясы. Сүзу кезінде сүзінді тұнба қабаты мен сүзгі бөлімі арқылы қозғалады. Сұйықтық қабатында ол тері тесігі арқылы қозғалады – ауыспалы қиманың капиллярлық арналары және әртүрлі қисықтық. Қабат арқылы сұйықтықтың мұндай қозғалысы үшін [2] теңдеу дұрыс келтірілген. Осы теңдеуден көрініп тұрғандай, сүзгіге R кедергісі шөгінділердің кеуектілігінің жоғарылауымен және фильтраттың тұтқырлығының төмендеуімен азаяды.

R мәні $r_{ос}$ тұнбасының кедергісінен және r_{per} сүзгі бөлімінен тұрады..

$$R = R_{ос.} + R_{пер.} \tag{253}$$

Жауын-шашынның кедергісі оның қалыңдығына пропорционал:

$$R_{ос.} = r\delta, \tag{254}$$

мұндағы *r*-тұнбаның кедергісі деп аталатын пропорционалдылық коэффициенті.

Жауын-шашынның нақты кедергісі-1 м^2 алаңға жиналған биіктігі 1 м болатын тұнба көлемінің бірлігіне төзімділік және оны эмпирикалық жолмен анықтауға болады.

Өрнектен сүзгіге қарсылықтың өлшемін табамыз:

$$[R] = \left[\frac{\Delta \rho F \tau}{V}\right] = \left[\frac{\text{Н}м^2 c}{м^2 * м^3}\right] = \left[\frac{Hc}{м^3}\right]. \tag{255}$$

Тиісінше, тұнбаның нақты кедергісінің өлшемі:

$$[r] = \left[\frac{R_{ос.}}{\delta}\right] = \left[\frac{\text{Нс}/м^3}{м}\right] = \left[\frac{Нс}{м^4}\right].$$

Сүзгіге қойылған шөгіндінің көлемін сүзгінің F аймағының шөгіндінің δ қалыңдығына көбейтіндісі ретінде білдіруге болады. Егер u арқылы сүзінді 1 м^3-ге келетін тұнба көлемін (м^3-де) белгілесек, онда V м^3 сүзінді түзілгеннен кейін тұнба көлемі uV-ге тең болады. Демек:

$$F\delta = uV, \qquad (256)$$

мұндағы F-сүзгі ауданы, м^2;
δ-тұнба қалыңдығы, мм;
V-сүзінді су көлемі, м^3;
u-тұнба көлемі (в м^3), 1м^3 фильтратқа келетін, м^3/м^3.

Осыдан шөгінді қабатының δ қалыңдығы:

$$\delta = u\frac{V}{F} = uq. \qquad (257)$$

Сүзу кезінде сүзгі бетінің бірлігінен алынған Q сүзгісініτ көлемі сүзгінің нақты өнімділігі деп аталады:

$$q = \frac{V}{F}, \qquad (258)$$

Δ мәнін формулаға (243) алмастыра отырып, тұнбаның кедергісін, R_{OS} табамыз., Нс / м^3

$$R_{ос.} = rug, \qquad (259)$$

мұндағы r-пропорционалдылық коэффициенті;
u-1м^3 сүзгіге келетін тұнба көлемі (м^3), м^3/м^3;
q-сүзінді көлемі, м^3 / м^2.

Біз R сүзгісіне қарсы тұру үшін келесі өрнекті аламыз:

$$R = R_{ос.} + R_{пер.} = ruq + R_{пер.} \qquad (260)$$

Жалпы заңнан [2] қабат арқылы қозғалыс, осы теңдеудің екі бөлігін де Fτ-ге бөлу арқылы сұйықтықтың қозғалыс жылдамдығын ω қабат арқылы табуға болады:

$$\omega = \frac{V}{F\tau} = \frac{q}{\tau} = \frac{\Delta\rho}{R}. \qquad (261)$$

Формулалардан көрініп тұрғандай, R кедергісі тұнба түзіліп, оның қалыңдығы жоғарылаған сайын жоғарылайды және сүзу жылдамдығы төмендейді. Формуланы (250) дифференциалды түрде қайта жазамыз және R орнына оның мәнін (249) формула бойынша алмастырамыз. Сонда

$$\omega = \frac{dq}{d\tau} = \frac{\Delta\rho}{ru g + R_{пер.}}. \quad (262)$$

қайдан

$$d\tau = \frac{ruq + R_{пер.}}{\Delta\rho} dq.$$

Бұл өрнекті τ0-ден 0-ге дейін және q-ге дейін біріктіре отырып, сүзу τұзақтығын табамыз :

$$\tau = \int_0^q \left(\frac{rug}{\Delta\rho} + \frac{R_{пер.}}{\Delta\rho}\right) dq. \quad (263)$$

Интеграциядан кейін біз аламыз:

$$\tau = \frac{ruq^2}{2\Delta\rho} + \frac{R_{пер.}q}{\Delta\rho}. \quad (264)$$

Q-ге қатысты (253) теңдеуді шеше отырып, сүзгінің нақты өнімділігін анықтаймыз:

$$q = \sqrt{\left(\frac{R_{пер.}}{ru}\right)^2 + \frac{2\Delta\rho}{ru} \cdot \tau} - \left(\frac{R_{пер.}}{ru}\right) \quad (265)$$

Теңдеулерден сүзу процесі жүріп жатқан сайын q мәні артып, ω процесінің жылдамдығы сәйкесінше төмендейді.

Тұнбаны жуу сүзгі қалқасындағы тұнба қабатының тұрақты биіктігінде сүзуге сәйкес келеді.

Жуу жылдамдығы $\omega_{пр.}$ теңдеуге ұқсас теңдеумен анықталады (252) және тұрақты. Демек:

$$\omega_{пр.} = \frac{\Delta\rho_{пр.}}{r_{пр.}uq + R_{пер.}}, \quad (266)$$

$\Delta\rho_{пр.}$жуу кезіндегі қысымның төмендеуі, атм;

$r_{пр.}$ - жуу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^4.

$\Gamma_{пр}$ шамасы. формула бойынша анықталады:

$$r_{пр.} = \frac{\mu_{пр.}}{\mu} r, \quad (267)$$

мұндағы μ және $\mu_{пр.}$ - сүзіндінің тұтқырлығы және сұйықтықты жуу, Н·с/м^2;

r-сүзу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^4.

Егер дымқыл тұнбаның 1 м^3-дегі жуу суының шығыны L арқылы белгіленсе, онда V_{PR} көлемі. сүзгі бетінің бірлігінен алынған жуу сұйықтығы:

$$V_{пр.} = Luq. \tag{268}$$

Жуу сұйықтығының меншікті көлемі бойынша $V_{пр.}$ және жууτ жылдамдығы $\omega_{пр.}$ жуу ұзақтығын анықтауға болады:

$$\tau_{пр.} = \frac{V_{пр.}}{\omega_{пр.}} = \frac{Luq(r_{пр.}uq+R_{пер.})}{\Delta p_{пр.}}, \tag{269}$$

$\Delta\rho_{пр.}$жуу кезіндегі қысымның төмендеуі, атм;

$r_{пр.}$ - жуу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^4;

$\omega_{пр.}$- қабат арқылы сұйықтықтың қозғалу жылдамдығы, м^3 / м^2·сек;

u-1 м^3 сүзгіге келетін тұнба көлемі (м^3), м^3/м^3;

q-сүзінді көлемі, м^3/м^2;

L-1 м^3 ылғалды тұнбаға шайынды су шығыны, м^3 / м^3.

Сүзу процесі циклдармен жүзеге асырылады. Әрбір цикл нақты сүзгілеуден, шламды жуудан және қосалқы операциялардан тұрады (шламды түсіру, сүзгіні келесі циклге дайындау және т.б.).

Сүзу циклінің ұзақтығы:

$$T = \tau + \tau_{пр.} + \tau_{всп.}, \tag{270}$$

мұнда $\tau, \tau_{прю}, \tau_{всп.}$ −сүзудің, тұнбаны жуудың және қосалқы операциялардың ұзақтығы.

Егер сүзгінің беті F болса және оның нақты өнімділігі q болса, онда бір циклде алынған сүзгі мөлшері qF болады және сүзгінің Сағаттық өнімділігі (сүзгі бойынша) тең $Q_ф$болады:

$$Q_ф = \frac{3600qF}{T}, \tag{271}$$

мұндағы F-сүзгі беті, м^2;

q-сүзінді көлемі, м^3 / м^2.

(260) өрнегінен F сүзгісінің қажетті беті анықталады:

$$F = \frac{Q_ф T}{3600q}. \tag{272}$$

Егер q сүзгісінің меншікті өнімділігінің шамасы берілген (немесе қабылданған) болса, онда теңдеулер бойынша t сүзудің жалпы ұзақтығын τ(270) және теңдеу$\tau_{пр.}$ (272) бойынша f сүзгісінің қажетті бетін табады және анықтайды.

Алайда, F формула бойынша анықталатын q_{opt} оңтайлы мәні үшін ең аз мән алатындығын көрсетуге болады:

$$q_{опт.} = \sqrt{\frac{\tau_{всп.}}{\frac{ru}{2\Delta\rho}\left(1+2Lu\frac{\mu_{пр.}}{\mu}\cdot\frac{\Delta\rho}{\Delta p_{пр.}}\right)}}, \qquad (273)$$

мұндағы μ және $\mu_{пр.}$ - сүзгі мен жуу сұйықтығының тұтқырлығы, Н·с/м^2;

$\Delta\rho u\Delta p_{пр.}$ - сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі арақабырғасының екі жағы бойынша қысым айырмасы, атм;

L-1 м^3 ылғалды тұнбаға шайынды су шығыны, м^3/м^3;

u-тұнба көлемі 1 м^3 сүзінді, м^3/м^3.

$Q_{опт}$ мәні. бұл сүзгі бетінің 1 м^2-ден алынған фильтраттың ең үлкен көлемі, яғни.сүзгінің максималды өнімділігіне сәйкес келеді.

Көптеген жағдайларда сүзгі бөлімінің кедергісін елемеуге болады, яғни.$R_{пер.}$=0; содан кейін (253) және (258) формулалардың сол және оң жақтарын бүктеп, біз келесі өрнекті аламызτ_p – сүзу циклінің жұмыс уақытының ұзақтығы (нақты сүзу және жуу):

$$\tau_p = \tau + \tau_{пр.} = \frac{ruq^2}{2\Delta\rho} + L\cdot\frac{r_{пр.}u^2q^2}{\Delta p_{пр.}} \qquad (274)$$

Бұл өрнекте q_{opt} ауыстыру. формула бойынша (273), біз табамызτ, :

$$\tau + \tau_{пр.} = \tau_{всп.} \qquad (275)$$

Мерзімді әрекет сүзгісінің өнімділігі нақты сүзу мен жуу уақытының қосындысы көмекші операциялардың ұзақтығына тең болған кезде максималды болады.

Мерзімді әрекет ететін сүзгілерде сүзгілеу кезінде қосалқы операциялардың (қолмен орындалатын) құны сүзгілеу мен жуудың өзіндік құнынан жоғары болады. Сондықтан (275) арақатынасымен анықталатын сүзу мен қосалқы операциялардың жиі ауысуы экономикалық тұрғыдан тиімсіз. Сүзгінің оңтайлы жұмыс жағдайын тек техникалық-экономикалық есептеулер арқылы табуға болады. Алғашқы жуықтауда қатынасты оңтайлы деп санауға болады:

$$\tau_p : \tau_{всп.} = 5 : 6.$$

Онда сүзгінің өнімділігі максимумға қарағанда тек 25-30% төмендейді, ал көмекші операциялар өте сирек болады.

Үздіксіз сүзгілерде, керісінше, сүзгілеу мен көмекші операцияларды жиі ауыстырған жөн, яғни. қысқа циклдармен жұмыс істеу.

Формуладан (254) көріп отырғанымыздай, сүзу бетінің бірлігіне келетін Q фильтратының көлемі шамамен пропорционалды $\sqrt{\tau}$(егер сіз шаманы болжасаңыз $R(nep.)/ru$). Сондықтан сүзгінің өнімділігі пропорционалды $\sqrt{\tau}/\tau = 1/\sqrt{\tau}$.

Алайда, төңкерістер санының жоғарылауымен Q-мен қатар шөгінді қабатының қалыңдығы δ=ug [2] ретінде төмендейді. Сондықтан сүзгінің айналу санын белгілі бір шекке дейін көбейтуге болады, себебі қабаттың қалыңдығы аз болған кезде тұнбаны алу қиынға соғады. Тұнба қабатының қалыңдығы δ, мм:

$$q = \frac{V}{F} = \frac{\delta}{u}, \qquad (276)$$

мұндағы *F*-сүзгі беті, м^2;

q-сүзінді көлемі, м^3/м^2

δ-тұнба қабатының қалыңдығы, мм;

u-тұнба көлемі 1 м^3 сүзінді, м^3/м^3.

Формуладан (254) көріп отырғаныңыздай, *r* кедергісі жоғары сүзгіден өту қиын жауын-шашын үшін *q* мәні жақсы сүзгіленгенге қарағанда аз болады. Шөгінді қабатының формуласына сәйкес δ. Нәтижесінде, мұндай жауын-шашынның пайда болуымен сүзгі айналымының саны аз болуы керек; сәйкесінше Q_F сүзгісінің өнімділігі төмен болады.

Үздіксіз әрекет ететін ұяшықты сүзгіде T, сек сүзудің толық циклінің ұзақтығы:

$$T = \frac{(\tau+\tau_{пр.})m}{m_ф+m_{пр.}}, \qquad (277)$$

мұнда *m, M_F* және *$M_{PR.}$* - ұяшықтардың жалпы саны, сүзу аймағы мен жуу аймағы ұяшықтарының саны, дана.

M, M_F және *M_{PR}* шамалары. - оларды конструктивті мәліметтер бойынша орнатыңыз немесе алыңыз. Сүзудің ұзақтығыτ барабанның батыру дәрежесін анықтайды:

$$\varphi = \frac{\tau}{T}, \qquad (278)$$

мұндағы T-сүзудің толық циклінің ұзақтығы, с;

τ – süre өзіндік сүзу, с.

Барабанның айналу саны *N* құрайды:

$$n = \frac{1}{T} \cdot 60. \qquad (279)$$

Суспензия G_c=3500 кг мөлшерінде жүктелген фильтраттың көлемдік өнімділігін есептеңіз, оның құрамындағы қатты фаза x=10%. Алынған тұнбаның ылғалдылығы w=60%, сүзінді тығыздығы $p_ф$=1020 кг/м^3.

Шешімі. Суспензиямен келетін $g_{тв}$, кг қатты фазасының мөлшерін анықтаймыз

$$G_{TB} = G_C x, \tag{280}$$

мұндағы $G_{тв}$-суспензиямен келіп түсетін қатты фазаның мөлшері, кг;

G_c-тиелетін суспензия мөлшері, кг;

x-суспензиядағы қатты фазаның құрамы,%.

$$G_{TB} = 3500 \cdot 0{,}1 = 350.$$

Алынған ылғалды тұнба мөлшері $g_{ос}$ формула бойынша анықталады

$$G_{OC} = \frac{G_{TB}}{1-\omega}, \tag{281}$$

мұндағы $G_{ос}$-алынатын ылғалды тұнбаның мөлшері, кг;

$G_{тв}$-суспензиямен түсетін қатты фазаның мөлшері, кг;

ω-алынған тұнбаның ылғалдылығы,%.

$$G_{OC} = \frac{350}{1-0{,}6} = 875.$$

Алынатын $g_{ос}$ сүзгісінің мөлшері:

$$G_Ф = G_C - G_{OC}, \tag{282}$$

мұндағы $G_ф$-алынатын сүзінді мөлшері, кг;

G_c-тиелетін суспензия мөлшері, кг;

$G_{ос}$-алынған ылғалды тұнба мөлшері, кг.

$$G_Ф = 3500 - 875 = 2625$$

$V_ф$ фильтратының көлемі:

$$V_Ф = \frac{G_Ф}{\rho_Ф}, \tag{283}$$

мұндағы $V_ф$-сүзгінің көлемі, м^3;

$G_ф$-алынатын сүзгі саны, кг;

$p_ф$-сүзінді су тығыздығы, кг/м^3.

$$V_{\Phi} = \frac{2625}{1020} = 2{,}573.$$

Егер жауын-шашынның меншікті кедергісі r=13,24*10^9 Н·с/М^4, сүзгі бөлімінің меншікті кедергісі r_{per}=56,9*10^6 Н·с/м^3, жауын-шашынның тығыздығы $p_{ос}$=1100 кг/м^3 болса, алдыңғы мысал жағдайында жұмыс істейтін тік автоматтандырылған сұйықтық сүзгісінің сүзгі бетін анықтаңыз.

Тұнбаны жууға арналған су шығыны l = 1,75 м^3 1 м^3 ылғалды тұнбаға, сүзінді тығыздығы $p_{ф}$=1040 кг / м^3, оның тұтқырлығы $\mu_{ф}$=1,1 спз. Жуу кезінде алынған фильтраттың тұтқырлығы, $\mu_{пр}$=1 спз. ΔР=$\Delta P_{ПР}$=1,96 бар (2 атм) сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағындағы қысымның ауытқуы.

Шешімі. 1 м^3 сүзгіге u ылғалды тұнба көлемін анықтаймыз:

$$u = \frac{G_{OC}}{\rho_{OC} V_{\Phi}}, \qquad (284)$$

мұндағы u-сүзіндінің 1 м^3-ге тұнба көлемі, м^3/м^3;

$G_{ос}$-алынатын ылғалды тұнба мөлшері, кг;

$p_{ос}$-тұнба тығыздығы, кг / м^3;

$V_{ф}$-сүзіндінің көлемі, м^3.

$$u = \frac{625}{1100 \cdot 1{,}8} = 0{,}316.$$

Сүзгінің нақты өнімділігін табыңыз:

$$q_{опт.} = \sqrt{\frac{\tau_{всп.}}{\frac{ru}{2\Delta\rho}\left(1+2Lu\frac{\mu_{пр.}}{\mu}\cdot\frac{\Delta\rho}{\Delta p_{пр.}}\right)}}, \qquad (285)$$

мұндағы μ және $\mu_{пр.}$ - сүзгі мен жуу сұйықтығының тұтқырлығы, Н·с/м^2;

$\Delta\rho u \Delta p_{пр.}$ - сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі арақабырғасының екі жағы бойынша қысым айырмасы, атм;

L-1 м^3 ылғалды тұнбаға шайынды су шығыны, м^3/м^3;

u-тұнба көлемі 1 м^3 сүзінді, м^3/м^3.

$$q_{опт} = \sqrt{\frac{20 \cdot 60}{\frac{13{,}24 \cdot 10^9 \cdot 0{,}316}{2 \cdot 1{,}96 \cdot 10^5}\left(1 + 2 \cdot 1{,}75 \cdot 0{,}316\frac{1{,}0}{1{,}1}\right)}} = 0{,}236$$

Сүзуτ ұзақтығы формула бойынша:

$$\tau = \frac{ruq^2}{2\Delta\rho} + \frac{R_{пер.}q}{\Delta\rho}, \quad (286)$$

мұндағыτ -сүзу ұзақтығы, с;

r-тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^4;

и-ылғалды тұнба көлемі, м^3/м^3;

q-сүзгінің меншікті өнімділігі, м^3/м^2;

Δр – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н*с/м^3.

$$\tau = \frac{13{,}24 \cdot 10^9 \cdot 0{,}316 \cdot 0{,}236^2}{2 \cdot 1{,}96 \cdot 10^5} + \frac{56{,}9 \cdot 10^6 \cdot 0{,}236}{1{,}96 \cdot 10^5} = 595 + 69 \cong 665$$

Жуу кезінде *r,* Н*с/М^4 тұнбасының меншікті кедергісін анықтаймыз:

$$r_{пр.} = \frac{\mu_{пр.}}{\mu} r, \quad (287)$$

мұндағы$r_{пр.}$-жуу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н*с/м^4;

μ және $\mu_{pr.}$ - сүзінді мен жуу сұйықтығының тұтқырлығы, АҚҚ;

R-сүзу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^4

$$r_{пр} = \frac{1{,}0}{1{,}1} \cdot 13{,}24 \cdot 10^9 = 12{,}05 \cdot 10^9.$$

Шөгінділерді τжуу ұзақтығын формула бойынша есептейміз:

$$\tau_{пр.} = \frac{V_{пр.}}{\omega_{пр.}} = \frac{Luq(r_{пр.}uq + R_{пер.})}{\Delta p_{пр.}}, \quad (288)$$

мұндағы$\tau_{пр.}$-тұнбаны жуу ұзақтығы, с;

L-1 м^3 тұнбаға шайынды су шығыны, м^3;

и-ылғалды тұнба көлемі 1 м^3, м^3/м^3;

q-сүзгінің меншікті өнімділігі, м^3/м^2;

$г_{пр}$-тұнбаның меншікті кедергісі, н*сек / м^3;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н*с/м^3;

$\Delta P_{ПР}$ – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар.

$$\tau_{пр} = \frac{1{,}75 \cdot 0{,}316 \cdot 0{,}236\left(12{,}05 \cdot 10^9 \cdot 0{,}316 \cdot 0{,}236 + 56{,}9 \cdot 10^6\right)}{1{,}96 \cdot 10^5} = 640.$$

$\tau_Р$ сүзу циклінің жұмыс бөлігінің ұзақтығын формула бойынша есептейміз:

$$\tau_р=\tau+\tau_{пр,} \quad (289)$$

мұндағы$\tau_р$-циклдің жұмыс бөлігінің ұзақтығы, с;/
τ-сүзу ұзақтығы, с;
$\tau_{пр}$-тұнбаны жуу ұзақтығы, с.

$$\tau_p = 665 + 640 = 1305.$$

Сүзгінің оңтайлы жұмыс істеу жағдайларына қол жеткізу үшін оның өнімділігін τ_p 4,6 есеге арттырып, яғни $\tau_р$=130584,6=6000 с қабылдай отырып, біршама төмендетуге мүмкіндік береміз.:

$$T = \tau + \tau_{пр} \cdot \tau_{всп}, \quad (290)$$

мұндағы *m*-сүзу циклінің жалпы ұзақтығы, с.

$$T = 6000 + 20 \cdot 60 = 7200 сек = 2 часа.$$

Нақты сүзу жұмысының ұзақтығын ұлғайтуға пропорционалды түрде арттырамыз τ_p

$$\tau = 665 \cdot \frac{6000}{1305} = 3060.$$

Q сүзгісінің өнімділігі:

$$Q_ф = \frac{V_ф}{T}, \quad (291)$$

мұндағы $Q_ф$ – сүзгінің өнімділігі, м^3 / сағ;
$V_ф$-сүзінді су көлемі, м^3;
T-сүзу циклінің жалпы ұзақтығы, сағ.

$$Q_ф = \frac{1,8}{2} = 0,9.$$

Тиісінше, бір цикл үшін *q* сүзгісінің нақты өнімділігі формула бойынша болады:

$$q = \sqrt{\left(\frac{R_{пер.}}{ru}\right)^2 + \frac{2\Delta\rho}{ru} \cdot \tau} - \left(\frac{R_{пер.}}{ru}\right), \quad (292)$$

мұндағы *q*-бір цикл үшін сүзгінің нақты өнімділігі, м^3/м^2;
$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н·с/м^3;
R-сүзу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^3;

и-ылғалды тұнба көлемі, $м^3/м^3$;

Δp – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар;

$\tau_{пр}$-сүзу ұзақтығы, с.

$$q = \sqrt{\left(\frac{56{,}9 \cdot 10^6}{13{,}24 \cdot 10^9 \cdot 0{,}316}\right)^2 + \frac{2 \cdot 1{,}96 \cdot 10^5 \cdot 3060}{13{,}24 \cdot 10^9 \cdot 0{,}316}} - \frac{56{,}9 \cdot 10^6}{13{,}24 \cdot 10^9 \cdot 0{,}316} = 0{,}522.$$

F сүзгісінің беті формула бойынша анықталады:

$$F = \frac{Q_ф T}{3600 q}, \tag{293}$$

мұндағы $Q_ф$ – сүзгінің өнімділігі, $м^3$ / сағ;

q-бір цикл үшін сүзгінің меншікті өнімділігі, $м^3/м^2$;

3600-сағатты секундқа аудару;

T-сүзу циклінің жалпы ұзақтығы, сағ.

$$F = \frac{0{,}9 \cdot 7200}{3600 \cdot 0{,}522} \cong 3{,}5.$$

Вакуум астындағы сүзгіні есептеу. Егер тұнбаның меншікті кедергісі $r=13{,}24*10^9$ $Н \cdot с/М^4$, сүзгі қалқасының меншікті кедергісі $R_{пер}=56{,}9*10^6$ $Н \cdot с/м^3$, тұнбаның тығыздығы артқан $р_{ос}=1100$ $кг/м^3$ болса, сүзгінің сүзгі бетін анықтаңыз. Тұнбаны жууға арналған су шығыны l = 1,95 $м^3$ 1 $м^3$ ылғалды тұнбаға, сүзінді тығыздығы $р_ф=1000$ $кг/м^3$, оның тұтқырлығы $\mu_ф=1{,}1$ спз. Жуу кезінде алынған фильтраттың тұтқырлығы, $\mu_{пр}=1$ спз. $\Delta Р=\Delta Р_{ПР}=1{,}96$ бар (2 ат) сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағындағы қысымның ауытқуы.

1 $м^3$ сүзгіге ылғалды тұнба көлемін анықтаймыз:

$$u = \frac{G_{ОС}}{\rho_{ОС} V_Ф}, \tag{294}$$

мұндағы $G_{ос}$-алынатын ылғалды тұнба мөлшері, кг;

$р_{ос}$-тұнба тығыздығы, кг / $м^3$;

$V_ф$-сүзіндінің көлемі, $м^3$.

$$и = \frac{700}{1100 \cdot 2{,}8} = 0{,}227.$$

Формула бойынша q_{opt} сүзгісінің нақты өнімділігін табыңыз:

$$q_{опт.} = \sqrt{\frac{\tau_{всп.}}{\frac{ru}{2\Delta\rho}\left(1+2Lu\frac{\mu_{пр.}}{\mu}\cdot\frac{\Delta\rho}{\Delta p_{пр.}}\right)}}, \quad (295)$$

мұндағы μ және $\mu_{пр.}$ - сүзінді мен жуу сұйықтығының тұтқырлығы, АҚҚ;

$\Delta\rho$и$\Delta p_{пр.}$ - сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі арақабырғасының екі жағы бойынша қысым айырмасы, бар;

L-1 $м^3$ тұнбаға шайынды су шығыны, $м^3$;

u-ылғалды тұнба көлемі 1 $м^3$, $м^3/м^3$.

$$q_{опт} = \sqrt{\frac{20\cdot 60}{\frac{13{,}24\cdot 10^9\cdot 0{,}227}{2\cdot 1{,}96\cdot 10^5}\left(1+2\cdot 1{,}95\cdot 0{,}227\frac{1{,}0}{1{,}1}\right)}} = 0{,}173.$$

Формула бойынша сүзу ұзақтығы

$$\tau = \frac{ruq^2}{2\Delta\rho} + \frac{R_{пер.}q}{\Delta\rho}, \quad (296)$$

мұндағы r-тұнбаның меншікті кедергісі, Н*с/$м^4$;

u-ылғалды шөгу көлемі 1$м^3$, $м^3/м^3$;

q-сүзгінің меншікті өнімділігі, $м^3/м^2$;

Δр – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н*с/$м^3$.

$$\tau = \frac{13{,}24\cdot 10^9\cdot 0{,}227\cdot 0{,}173^2}{2\cdot 1{,}96\cdot 10^5} + \frac{56{,}9\cdot 10^6\cdot 0{,}173}{1{,}96\cdot 10^5} = 229{,}46 + 50{,}22 \cong 279{,}68.$$

Анықтаймыз меншікті кедергісі тұнбаның$r_{пр.}$ формуласы бойынша:

$$r_{пр.} = \frac{\mu_{пр.}}{\mu} r\ , \quad (297)$$

мұндағы μ және $\mu_{пр}$. - фильтраттың тұтқырлығы және сұйықтықты жуу, спз;

r-сүзу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н*с/$м^4$.

$$r_{пр} = \frac{1{,}0}{1{,}1}\cdot 13{,}24\cdot 10^9 = 12{,}05\cdot 10^9.$$

Шөгінділерді жуу ұзақтығын $\tau_{пр.}$формула бойынша есептейміз:

$$\tau_{\text{пр.}} = \frac{V_{\text{пр.}}}{\omega_{\text{пр.}}} = \frac{Luq\left(r_{\text{пр.}}uq + R_{\text{пер.}}\right)}{\Delta p_{\text{пр.}}}, \quad (298)$$

мұндағы L-1 м^3 тұнбаға шайынды судың шығыны, м^3;

u-1 м^3 сүзіндіге шөгу көлемі, м^3;

q-сүзгінің меншікті өнімділігі, м^3/м^3;

$г_{пр}$-тұнбаның меншікті кедергісі, Н*с/м^4;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н*с/м^3;

$\Delta P_{ПР}$ – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар.

$$\tau_{пр} = \frac{1{,}95 \cdot 0{,}227 \cdot 0{,}173\left(12{,}05 \cdot 10^9 \cdot 0{,}227 \cdot 0{,}173 + 56{,}9 \cdot 10^6\right)}{1{,}96 \cdot 10^5} = 207{,}12.$$

Сүзу циклінің жұмыс бөлігінің ұзақтығы τ:

$$\tau_р = \tau + \tau_{пр}, \quad (299)$$

мұндағы τ-сүзу ұзақтығы, с;

$\tau_{пр}$-тұнбаны жуу ұзақтығы, с.ττ

$$\tau_р = 279{,}68 + 207{,}12 = 486{,}8.$$

Сүзгінің оңтайлы жұмыс істеу жағдайларына қол жеткізу үшін оның өнімділігін 4,6 есе арттырып $\tau_р$, яғни қабылдау арқылы біршама төмендетуге мүмкіндік береміз:

$$\tau_р = 486{,}8 \cdot 4{,}6 = 2239{,}28.$$

Содан кейін t сүзу циклінің жалпы ұзақтығы:

$$T = \tau + \tau_{пр} + \tau_{всп}, \quad (300)$$

мұндағы τ-сүзу ұзақтығы, с;

$\tau_{пр}$-тұнбаны жуу ұзақтығы, с.

τ

$$T = 2239{,}25 + 20 \cdot 60 = 3439{,}28с = 0{,}57ч.$$

Нақты сүзу жұмысының ұзақтығын ұлғайтуға пропорционалды түрде арттырамыз $\tau_р$

$$\tau = 279{,}68 \cdot \frac{2239{,}28}{486{,}8} = 1286{,}528.$$

Q сүзгісінің өнімділігін формула бойынша табамыз:

$$Q_ф = \frac{V_ф}{T}, \quad (301)$$

мұндағы $V_ф$-сүзіндінің көлемі, м^3;

Т-сүзу циклінің жалпы ұзақтығы, сағ.

$$Q_ф = \frac{2,8}{0,57} = 5.$$

Тиісінше, бір цикл үшін q сүзгісінің нақты өнімділігі формула бойынша болады:

$$q = \sqrt{\left(\frac{R_{пер.}}{ru}\right)^2 + \frac{2\Delta\rho}{ru} \cdot \tau} - \left(\frac{R_{пер.}}{ru}\right), \quad (302)$$

мұндағы q-бір цикл үшін сүзгінің нақты өнімділігі, м^3/м^2;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н·с/м^3;

R-сүзу кезіндегі тұнбаның меншікті кедергісі, Н·с/м^3;

u-ылғалды тұнба көлемі, м^3/м^3;

Δp – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар;

$\tau_{пр}$-сүзу ұзақтығы, с.

$$q = \sqrt{\left(\frac{56,9 \cdot 10^6}{13,24 \cdot 10^9 \cdot 0,227}\right)^2 + \frac{2 \cdot 1,96 \cdot 10^5 \cdot 1286,528}{13,24 \cdot 10^9 \cdot 0,227}} - \frac{56,9 \cdot 10^6}{13,24 \cdot 10^9 \cdot 0,227} = 1,938.$$

Сүзгі беті формула бойынша анықталады

$$F = \frac{Q_ф T}{3600q}, \quad (303)$$

мұндағы $Q_ф$ – сүзгінің өнімділігі, м^3 / сағ;

q-бір цикл үшін сүзгінің нақты өнімділігі, м^3 / м^2.

$$F = \frac{5 \cdot 3439,28}{3600 \cdot 1,938} \cong 2,56.$$

Суспензия G_c=3600 кг мөлшерінде жүктелген фильтраттың көлемдік өнімділігін есептеңіз, оның құрамындағы қатты фаза x=10%. Алынған тұнбаның ылғалдылығы w=60%, сүзінді тығыздығы $р_ф$=1050 кг/м^3. Сүзгіге қалыңдығы δ=30 мм тұнба қабаты құйылады. Шаюға арналған су шығыны 1 м^3 ылғалды тұнбаға L=1,85 м^3 құрайды. Алынған фильтраттың тығыздығы $р_ф$=1070 кг / м^3, оның тұтқырлығы μ=1,1 спз. Жуу кезіндегі фильтраттың

тұтқырлығыμ $\mu_{пр}$=1 спз. ΔР=1,96 бар (2 ат) сүзу және жуу кезіндегі қысымның төмендеуі. Шөгінді тығыздығы $р_{ос}$=1200кг/м^3. Тұнбаның меншікті кедергісі r=2,35*10^9 Н*с/м^4, сүзгі арақабырғасы $R_{пер}$=4,32*10^6 Н*с/м^3. Сүзгі сүзгісінің тұнба бойынша $V_ф = 6{,}7 м^3/ч$, өнімділігі $G_{ос} \cong 2360 кг/ч.$

Біз күніне 20 жұмыс сүзгісін қабылдаймыз, матаны жөндеуге, өзгертуге және тазартуға 4 сағат кетеді. Дереккөзге сәйкес [2] суспензия сүзгісінің G_{C_1} өнімділігі:

$$G_{C_1} = \frac{G_C \cdot 1000}{X}, \qquad (304)$$

мұндағы G_c-тиелетін суспензияның саны, кг;

X - Қатты фазаның мазмұны,%.

$$G_C = \frac{3600 \cdot 1000}{10} = 360000.$$

Шөгудің $р_{ос}$ о тығыздығын формула бойынша анықтаймыз:

$$\rho_{OC} = \rho_{TB}(1-\omega) + \rho_{Ж}\omega, \qquad (305)$$

мұндағы $p_ж$-сұйық фазаның (судың) тығыздығы $1000 кг/м^3$;

$p_{ос}$-тұнба тығыздығы, кг / м^3;

ω-алынған тұнбаның ылғалдылығы,%.

$$\rho_{OC} = 1200(1-0{,}60) + 1000 \cdot 0{,}60 = 1080.$$

Формула бойынша 1 м^3 фильтраттан алынған u ылғалды тұнба мөлшерін есептейміз

$$u = \frac{G_{OC}}{\rho_{OC} V_ф}, \qquad (306)$$

мұндағы $G_{ос}$-алынатын ылғалды тұнба мөлшері, кг;

$p_{ос}$-тұнба тығыздығы, кг / м^3;

$V_ф$-сүзінді су көлемі, м^3;

u-ылғалды тұнба көлемі 1м^3, м^3/м^3.

$$u = \frac{2360}{1080 \cdot 6{,}7} = 0{,}326.$$

Цикл үшін Q сүзгісінің нақты өнімділігін формула бойынша анықтаймыз:

$$q = \frac{\delta}{u}, \tag{307}$$

мұндағы q-бір цикл үшін сүзгінің нақты өнімділігі, м^3/м^2;

u-ылғалды шөгу көлемі 1м^3, м^3/м^3;

δ-шөгінді қабатының қалыңдығы, мм.

$$q = \frac{0{,}03}{0{,}326} = 0{,}092.$$

Біз сүзу ұзақтығын анықтаймыз τ, формула бойынша сек

$$\tau = \frac{ruq^2}{2\Delta\rho} + \frac{R_{пер.}q}{\Delta\rho}, \tag{308}$$

мұндағыτ -сүзу ұзақтығы, с;

r-тұнбаның меншікті кедергісі, Н*с/м^4;

u-ылғалды тұнба көлемі, м^3/м^3;

q-сүзгінің меншікті өнімділігі, м^3/м^2;

Δр – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н*с/м^3.

$$\tau = \frac{2{,}35\cdot10^9\cdot0{,}177\cdot0{,}169^2}{2\cdot0{,}466\cdot10^5} + \frac{4{,}32\cdot10^6\cdot0{,}169}{0{,}466\cdot10^5} = 16{,}54 + 2{,}02 \cong 18{,}56$$

Жуу кезінде G_{PR} тұнбасының нақты кедергісін формула бойынша анықтаймыз:

$$r_{пр} = \frac{\mu_{пр}}{\mu}\cdot r, \tag{309}$$

мұндағы μ және $\mu_{пр}$. - фильтраттың тұтқырлығы және сұйықтықты жуу, АҚҚ.

$$r_{пр} = \frac{1}{1{,}1}\cdot 2{,}35\cdot10^9 = 2{,}13\cdot10^9.$$

Жуу ұзақтығын анықтаймыз $\tau_{пр}$ формула бойынша:

$$\tau_{пр.} = \frac{V_{пр.}}{\omega_{пр.}} = \frac{Luq\left(r_{пр.}uq + R_{пер.}\right)}{\Delta p_{пр.}}, \tag{310}$$

мұндағы L-1 м^3 тұнбаға шайынды судың шығыны, м^3;

u-1 м^3 сүзіндіге шөгу көлемі, м^3;

q-сүзгінің меншікті өнімділігі, м^3/м^3;

$г_{пр}$-тұнбаның меншікті кедергісі, Н*с/м^4;

$R_{пер}$ - сүзгі бөлімінің кедергісі, Н*с/м^3;

$\Delta P_{ПР}$ – сүзгілеу және жуу кезінде сүзгі қалқасының екі жағы бойынша қысымның ауытқуы, бар.

$$\tau_{пр} = \frac{1{,}85 \cdot 0{,}326 \cdot 0{,}092\left(2{,}13 \cdot 10^9 \cdot 0{,}326 \cdot 0{,}092 + 4{,}32 \cdot 10^6\right)}{1{,}96 \cdot 10^5} = 20{,}65.$$

Біз барабан $m = 18$ жасушаларының жалпы санын қабылдаймыз, олардың ішінде сүзу аймағында $m_ф$ = 6 ұяшық және жуу $m_{пр}$ = аймағында 3 ұяшық бар. Содан кейін t сүзудің толық циклінің ұзақтығын формула бойынша есептейміз:

$$T = \frac{(\tau + \tau_{пр})}{m_ф + m_{пр}}, \tag{311}$$

мұндағы τ-сүзу ұзақтығы, с;

$\tau_{пр}$-тұнбаны жуу ұзақтығы, с;

$m_ф$ және $m_{пр}$ – ұяшықтардың жалпы саны, сүзу аймағының және жуу аймағының ұяшықтарының саны.

$$T = \frac{(18{,}56 + 20{,}65) \cdot 18}{6 + 3} = 78{,}42 = 0{,}0217.$$

F сүзгісінің бетін формула бойынша анықтаймыз:

$$F = \frac{Q_ф \mathrm{T}}{3600 + q}, \tag{312}$$

мұндағы $Q_ф$ – сүзгінің өнімділігі, м^3 / сағ;

q-бір цикл үшін сүзгінің нақты өнімділігі, м^3 / м^2.

$$F = \frac{6{,}7 \cdot 78{,}42}{3600 + 0{,}092} = 0{,}146.$$

ҒЗИ стандарттарына сәйкес біз В5-1,75/09 (F=5 м^2) маркалы барабан вакуум сүзгісін таңдаймыз. Таңдалған сүзгі үшін барабанның N айналу санын формула бойынша анықтаймыз:

$$n = \frac{1}{\mathrm{T}}, \tag{313}$$

мұндағы n-дискілердің айналу жиілігі, мин;

Т-сүзу циклінің жалпы ұзақтығы, сағ.

$$n = \frac{1}{78,42} \cong 0,013.$$

Барабан φ батыру дәрежесін формула бойынша анықтаймыз:

$$\varphi = \frac{\tau}{\mathrm{T}}, \tag{314}$$

мұндағы Т-сүзу циклінің жалпы ұзақтығы, сағ;

τ-сүзу ұзақтығы, сағ.

$$\varphi = \frac{18,56}{78,42} = 0,237.$$

5 Жылу алмасу аппараттарын есептеу

Есептеу кезінде жылу алмасудың қажетті беті, қыздыру немесе салқындату агенттерінің шығыны, жылу алмастырғыштардың құрылымдық өлшемдері мен гидравликалық кедергісі анықталады. Қыздыру немесе салқындату агенттерінің шығынын анықтау үшін жылу балансының келтірілген теңдеуі қолданылады $Q_{\text{гор.}} = Q_{\text{хол.}}$:. Егер құрылғы қыздыруға арналған болса, онда жылу жүктемесі теңдеумен анықталады:

$$\mathrm{Q_{гор} = GC(T_1 – T_2) = W\Delta T.} \tag{315}$$

Сол сияқты, суық салқындатқышты жылыту кезінде

$$\mathrm{Q_{хол.} = g * c\ (t_2 – t_1) = w\Delta t,} \tag{316}$$

мұндағы с-суық салқындатқыштың меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град;

$T_1–T_2$ және $t_2–t_1$ -аппаратқа кіре берістегі және одан шығатын жылу тасығыштардың температурасы, град;

ΔТ және Δt-температураның өзгеруі;

W=GC-ыстық салқындатқыштың су баламасы;

W=gc-суық салқындатқыштың су баламасы.

Ал қыздыру агентінің шығыны-теңдеу бойынша (315). Егер қыздыру агенті бу болса, онда оны тұтыну (бу қаныққан жағдайда және конденсат қанықтыру температурасында аппараттан шығарылады). Егер құрылғы салқындатуға арналған болса, онда жылу жүктемесін есептеу кезінде (316) теңдеу қолданылады, ал салқындатқыш агенттің шығыны (316) теңдеу бойынша есептеледі . Салқындатқыш немесе қыздырғыш агенттің шығынын

анықтау кезінде оның бастапқы (ол берілген) және соңғы (олар әдетте берілген) күйлерін білу қажет. Шын мәнінде, жылу алмастырғыштарда екі салқындатқыштың да мөлшері белгілі, бірақ олардың бастапқы және соңғы күйін сипаттайтын төрт температураның (T1, T2, t1, t2) үшеуі ғана берілген; төртінші, белгісіз температура теңдеулердің оң жағын теңестіру арқылы анықталады (315) және (316).

Спиральды жылу алмастырғышты есептеу. 8 т/сағ бензолды қайнау температурасынан 25 ℃-ке дейін бастапқы температурасы 15℃ және соңғы 60℃ болатын сумен салқындату үшін спиральды жылу алмастырғышты есептеңіз . Арналардың мөлшерін, жылу алмасу бетін, спираль ұзындығын, спираль бұрылыстарының санын және құрылғының диаметрін есептеңіз.

Бастапқы деректер: бензолдың массалық шығыны G_1 = 2,22 кг/с; бензолдың тығыздығы ρ_1=842 кг/м^3; бензолдың қозғалыс жылдамдығы w_1=1 м/с; аппараттың жылу жүктемесі Q= 230·10-^{3} Вт; таспаның биіктігі h=0,4 м; жылу беру коэффициенті K=428 Вт/(м^2·К); ΔT_{SR} орташа қозғаушы күші.=14,4℃; орам радиусы r = 0,2 м; спираль қадамы t=0,0155 м; парақтың қалыңдығы δ=0,0035 М.

Арналардың мөлшері формула бойынша есептеледі:

$$S_1 = \frac{G_1}{\rho_1 w_1}, \qquad (317)$$

мұндағыG_1-бензолдың массалық шығыны, кг/с;

ρ_1- бензолдың тығыздығы, кг / м^3;

w_1- бензолдың қозғалыс жылдамдығы, м/с.

$$S_1 = \frac{2,22}{842 \cdot 1} = 0,002.$$

Біз жылу алмасу бетін формула бойынша есептейміз:

$$F = \frac{Q}{K\Delta t_{ср}}, \qquad (318)$$

мұндағы Q-аппараттың жылу жүктемесі, Вт;

К-жылу беру коэффициенті, Вт/(М^{2}к);

$\Delta t_{ср}$ - орташа қозғаушы күш℃ .

$$F = \frac{230 \cdot 10^3}{428 \cdot 14,4} = 37,3.$$

Спиральдың ұзындығы мына формула бойынша анықталады

$$l = \frac{F}{2h}, \qquad (319)$$

мұндағы F-жылу алмасу беті, м^2;

h-таспаның биіктігі, м.

$$l = \frac{37,3}{2 \cdot 0,4} = 46,6.$$

Бұрылыстар саны формула бойынша анықталады

$$n = \left(\frac{r}{t}\right) + \sqrt{\left(\frac{r}{t}\right)^2 + \frac{2l}{\pi t}}, \quad (320)$$

мұндағы r-орам радиусы, м;

t-спираль қадам, м;

l-спиральдың ұзындығы, м.

$$n = \left(\frac{0,2}{0,0155}\right) + \sqrt{\left(\frac{0,2}{0,0155}\right)^2 + \frac{2 \cdot 46,6}{3,14 \cdot 0,0155}} = 58,52 \approx 59.$$

Аппараттың диаметрі мына формула бойынша анықталады:

$$D = 2[r + (n + l) - t] + 2\delta, \quad (321)$$

мұндағы r-орам радиусы, м;

n-орам саны, дана;

l-спираль ұзындығы, м;

t-спираль қадамы, м;

δ - парақтың қалыңдығы, М.

$$D = 2[0,2 + (58,52 + 46,6) - 0,0155] + 2 \cdot 0,0035 = 210,69.$$

Корпустың құбырлы жылу алмастырғышын есептеу. Газдардың жылу жүктемесін және соңғы температурасын анықтаңыз, газдарды жылыту үшін бір реттік сөрелік жылу алмастырғышты есептеңіз. Есептеу көзі бойынша жүргізіледі

Бастапқы деректер: G=122000 кг / сағ көлеміндегі пеш газдары; нитрозды газдардың бастапқы температурасы T_1=800 ºС; ауаның мөлшері g=19000 кг / сағ; бастапқы температура t_1=18 ºС; соңғы температура t_2=650 ºС; меншікті жылу сыйымдылығы c = 1030 Дж/кг·град (0,245 ккал/кг·град); газдардың абсолютті қысымы 6,5 атм; ауаның абсолютті қысымы 7 атм.

Формула бойынша жылу жүктемесін есептейміз Q:

$$Q = \frac{g}{3600} \cdot c(t_1 - t_2), \quad (322)$$

мұндағы g-ауа мөлшері;

с-меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град;

T_1-бастапқы температура, ºС;

t_2-соңғы температура, ºС.

$$Q = \frac{19000}{3600} \cdot 1030(650 - 18) = 3435622.$$

Газдардың орташа меншікті жылу сыйымдылығымен с=1130 $\text{дж/кг} \cdot \text{град}\ (0{,}27 \text{ккал/кг} \cdot \text{град})$формула бойынша табамыз:

$$Q = \frac{G}{3600} \cdot c(T_1 - T_2), \qquad (323)$$

мұндағы G-пеш газдарының саны, кг / сағ;

с-газдардың орташа меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град;

T_1-нитрозды газдардың бастапқы температурасы, ºС;

T_2-нитрозды газдардың соңғы температурасы, ºС

$$3435622 = \frac{122000}{3600} \cdot 1130(800 - T_2),$$

қайдан $T_2 = 710°C$.

Орташа температура қысымы 421 °С [2]. $О_{ТК}$ газдарының орташа температурасы:

$$T_{ср} = \frac{T_1 + T_2}{2}, \qquad (324)$$

мұндағы T_1-нитрозды газдардың бастапқы температурасы, ºС;

T_2-нитрозды газдардың соңғы температурасы, ºС.

$$T_{ср} = \frac{800 + 710}{2} = 755.$$

Ауаның орташа температурасы T_{SR} ºС, формула бойынша табамыз:

$$t_{ср} = T_{ср} - 0_{ср}, \qquad (325)$$

мұндағы $О_{ТК}$-газдардың орташа температурасы, ºС;

$0_{ср}$-қарсы ағындағы орташа температура қысымы, ºС.

$$t_{ср} = 755 - 421 = 334.$$

Біз нитрозды газдарды сөрелерден өткіземіз және қысымға сәйкес олардың массалық жылдамдығын аламыз W = 65 кг/м^2 * с, содан кейін сөрелердің қажетті қимасын табамыз $S_{тр}$ формула бойынша [2]:

$$S_{тр} = \frac{G}{3600 \cdot W}, \quad (326)$$

мұндағы G-пеш газдарының саны, кг / сағ;

W-газдардың массалық жылдамдығы, кг / м^2 * с.

$$S_{тр} = \frac{122000}{3600 \cdot 65} = 0{,}521.$$

Біз диаметрі 33 мм хромды болаттан жасалған сөрелерді таңдаймыз; бір сөренің көлденең қимасы $0{,}785 \cdot 0{,}033^2 = 0{,}000855$ м^2, ал сөрелер саны n:

$$n = \frac{S_{тр}}{S}, \quad (327)$$

мұндағы $S_{тр}$-сөрелердің қажетті қимасы, м^2;

S-Бір сөренің қимасы, м^2.

$$n = \frac{0{,}521}{0{,}000855} = 609.$$

Сөрелердің санын алыңыз n=121, содан кейін сөрелердің $S_{ТР} = 121 \cdot 0{,}000855 = 0{,}103 м^2$ көлденең қимасы және масса жылдамдығы, W

$$W = \frac{G}{3600 \cdot S_{тр}}, \quad (328)$$

$$W = \frac{122000}{3600 \cdot 0{,}103} = 329{,}018.$$

Re және Pr өлшемдерін формулалар бойынша табамыз [2]:

$$Re = \frac{W \cdot 0{,}033}{\mu}, \quad (329)$$

мұндағы W-газдардың массалық жылдамдығы, кг/м^2 * с;

μ-тұтқырлығы, Н·с/м^2

$$Re = \frac{329{,}018 \cdot 0{,}033}{0{,}403 \cdot 10^{-4}} \cong 269419.$$

$$Pr = \frac{\mu \cdot c}{\lambda}, \tag{330}$$

мұндағы μ-тұтқырлығы, Н·с/м^2;

с-меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град;

λ-жылу өткізгіштік, Вт / м·бұршақ.

$$Pr = \frac{0{,}403 \cdot 10^{-4} \cdot 1130}{0{,}065} \cong 0{,}7.$$

Теңдеуден Нуссельт критерийін аламыз

$$Nu = 0{,}023 \cdot Re^{0{,}8} \cdot Pr^{0{,}4}, \tag{331}$$

мұндағы Nu-Нуссельттің критерийі;

Re-Рейнольдс критерийі;

Pr- Прандтля критерийі.

$$Nu = 0{,}023 \cdot 269419^{0{,}8} \cdot 0{,}7^{0{,}4} = 441.$$

Формула бойынша α_1 жылу беру коэффициентін қайдан табамыз:

$$\alpha_1 = \frac{\lambda}{0{,}033} \cdot Nu, \tag{332}$$

$$\alpha_1 = \frac{0{,}065}{0{,}033} \cdot 441 = 869.$$

Сөрелердің қабылданған саны үшін құрылғының ішкі диаметрі D=600 мм. Жынысаралық кеңістіктің қимасы $S_{мтр}$ = 0,146 м^2. Ауаның массалық жылдамдығы W:

$$W = \frac{g}{3600 \cdot S_{мтр}}, \tag{333}$$

мұндағы g-ауа мөлшері;

$S_{мтр}$-жоларалық кеңістіктің қимасы, м^2.

$$W = \frac{19000}{3600 \cdot 0{,}146} = 36{,}1.$$

Осы жағдайларда ауа үшін жылу беру коэффициенті $\alpha_2 = 96{,}5 вт/м^2 \cdot град$. Жылу беру коэффициенті, $R\delta = 0{,}0025 м$ кезінде және $\lambda = 17 вт/м \cdot град (15 ккал/м \cdot ч \cdot град)$:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (334)$$

мұндағы α_1-жылу беру коэффициенті;

α_2-ауа үшін жылу беру коэффициенті.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{869} + \frac{0,0025}{17} + \frac{1}{96,5}} = 86.$$

Жылу алмасу беті F:

$$F = \frac{Q}{R \cdot 0_{ср}}, \quad (335)$$

мұндағы Q-жылу жүктемесі, Вт;

R-жылу беру коэффициенті, вт / м^2*град;

$0_{ср}$-қарсы ағындағы орташа температура қысымы, ºС.

$$F = \frac{3435622}{86 \cdot 421} = 94,9 м^2.$$

Сөрелердің орташа диаметрі бойынша f есептеу кезінде *l* сөрелерінің ұзындығы

$$l = \frac{F}{\pi \cdot 0,0355 \cdot n}, \quad (336)$$

мұндағы F-жылу алмасу беті, м^2;

π-тұрақты шама;

n-құбырлар саны.

$$l = \frac{94,9}{3,14 \cdot 0,0355 \cdot 121} = 7.$$

Қабылдаймыз $l = 7 м.$

Буландыру аппаратын есептеу. Ерітінділердің үстіндегі еріткіштің Бу қысымы әрдайым таза еріткіштің қысымынан төмен болады. Нәтижесінде ерітіндінің қайнау температурасы сол қысымдағы таза еріткіштің қайнау температурасынан жоғары болады. Мысалы, су атмосфералық қысыммен 100 °С температурада қайнайды, себебі оның осы температурадағы Бу қысымы 1 атм; 30% Na ерітіндісі үшін ерітіндінің үстіндегі су буының қысымы 1 атм-ден 100 °С-қа дейін болады, ал ерітінді жоғары температурада (117 °с) қайнатылады, олардың үстіндегі Бу қысымы 1 атм-ге жетеді.

Ерітіндінің қайнау температурасы (t) мен таза еріткіш (ϑ) арасындағы айырмашылық температуралық тоқырау деп аталады:

$$\Delta' = t - \vartheta, \quad (337)$$

мұндағы t-ерітіндінің қайнау температурасы, °С;
ϑ - еріткіштің қайнау температурасы, °С.

Температураның тоқыраусы ерітінді мен еріткіштің қасиеттеріне байланысты; ол Ерітінді концентрациясы мен қысымның әсерінен жоғарылайды. Температуралық тоқырау эмпирикалық жолмен анықталады (тәжірибелік деректердің көпшілігі атмосфералық қысымдағы температуралық тоқырауға жатады).

Егер атмосфералық қысым кезінде температуралық тоқырау белгілі болса, шамамен Δ [атм]формула бойынша басқа қысым кезінде тоқырауны табуға болады:

$$\Delta' = 16{,}2\ \frac{T^2}{r}\Delta^{\text{атм.}}, \quad (338)$$

мұндағы Т және r-берілген қысымдағы су үшін абсолютті қайнау температурасы (в К) және булану жылуы (в Дж/кг).

K арқылы мәнді белгілеу$16{,}2\ \frac{T^2}{r}$ арқылы біз аламыз:

$$\Delta' = k\Delta^{\text{атм.}}. \quad (339)$$

Қысымға байланысты k мәндері 31-кестеде келтірілген.

31-кесте - Тәуелділік коэффициенттері

Көрсеткіші	Шамасы						
Абсолютті қысым, атм	0,06	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
k	0,64	0,665	0,69	0,73	0,81	0,85	0,88
Абсолютті қысым, атм	0,6	0,8	1	1,5	2.5	3	4
k	0,91	0,95	1	1,07	1,19	1,23	1,32

Ерітіндінің қайнау температурасының жоғарылауы тек температуралық тоқыраумен ғана емес, сонымен қатар гидростатикалық және гидравликалық тоқыраумен де анықталады.

Гидростатикалық тоқырауΔ'' аппараттағы сұйықтықтың төменгі қабаттары жоғарғы қабаттарға қарағанда жоғары температурада қайнайды (жоғарғы қабаттардың гидрастатикалық қысымына байланысты). Егер, мысалы, атмосфералық қысым кезінде суды 10 м биіктіктегі құбырдағы қайнау температурасына дейін қыздырса, онда судың жоғарғы қабаты 100 °С температурада, ал 2 атм қысымындағы төменгі қабат 120 ° С температурада

қайнайды. бұл жағдайда гидрастатикалық тоқырау құбырдың биіктігі бойынша 0 °С-тан (жоғарыда) 20°С-қа дейін (төменде) өлшенеді және орташа есеппен 10 °С құрайды.қозғалыста. Аппараттағы сұйықтық деңгейінің жоғарылауымен гидрастатикалық тоқырау артады. Орташа алғанда, ол 1-3 °С құрайды.

Гидравликалық тоқырау Δ'''екінші будың тұзақ пен Шығыс құбырынан өтуі кезінде гидравликалық шығындар салдарынан аппараттағы қысымның жоғарылауын ескереді. Есептеулерде 1 °С Δ'''тең қабылданады.

Таза суды қайнатқан кезде температура қысымы қыздыру буының температурасы мен қайнаған судың температурасының айырмашылығына тең болады, бұл жағдайда қайталама будың қанығу температурасына тең болады. Ерітінді қайнаған кезде аппараттағы қысымға сәйкес келетін екінші будың қанықтыру температурасы өлшенбейді, ал ерітіндінің қайнау температурасы тоқырау мөлшеріне көтеріледі. Сондықтан температураның қысымы тоқырауның бірдей мөлшеріне азаяды. Осылайша, тоқырау температуралық қысымның жоғалуына әкеледі, нәтижесінде ол температуралық жоғалту деп аталады. Толық тоқырау Δтемпература, гидростатикалық және гидравликалық тоқырауның қосындысына тең:

$$\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta'''. \tag{340}$$

Т ерітіндісінің қайнау температурасы екінші будың ϑқанығу температурасына байланысты келесі формула бойынша анықталады:

$$t = \vartheta + \Delta. \tag{341}$$

Буландыру аппаратының материалдық балансы. G_1 және G_2 арқылы ерітіндінің бастапқы (буланғанға дейін) және соңғы (буланғаннан кейін) мөлшерін (кг-да) А*1* және A_2a_2арқылы бастапқы және соңғы концентрациясын (салмақта) және буланған судың мөлшерін (кг-да) *W арқылы белгілейміз.* Сонда жазуға болады теңдеу материалдық баланс бойынша бүкіл заттар саны

$$G_1 = G_2 + W, \tag{342}$$

және еріген зат бойынша

$$G_1 a_1 = G_2 a_2. \tag{343}$$

Өндірілген теңдеулерге бес шама кіреді; үш шаманы анықтау керек, ал қалған екеуін осы теңдеулерден анықтауға болады. Әдетте G_1, a_1 және A_2 белгілі болады, содан кейін (342) және (343) теңдеулерді бірге шеше отырып, біз табамыз:

$$G_2 = \frac{G_1 a_1}{a_2}, \tag{344}$$

$$W = G_1 - G_2 = G_1(1 - \frac{a_1}{a_2}). \quad (345)$$

(345) теңдеу буланған судың мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді. Кейде G_1, W және a_1 орнатылады, содан кейін (342) және (343) теңдеулерден ерітіндінің соңғы концентрациясын есептеңіз:

$$a_2 = \frac{G_1 a_1}{G_1 - W}. \quad (346)$$

Ал (399) теңдеуінен G_2 табады.

Буландыру аппаратының жылу балансы. 32 кестеге сәйкес буланған ерітінді үшін буланған аппараттың жылу балансының теңдеуін құрамыз.

32-кесте - Буландыру аппаратының жылу балансының компоненттері

Жылудың келуі	Жылу шығыны
Қыздыру агенті Q береді	Екінші бу,Wi
$G_1c_1t_0$ кіріс ерітіндісімен	Шығыс ерітінділерімен, G_2c_2t
	Сусыздандыру, $Q_{дег.}$
	Қоршаған ортаға шығындар $Q_п$.

Осылайша:

$$Q + G_1c_1t_0 = Wi + G_2c_2t + Q_{дег.} + Q_п, \quad (347)$$

мұндағы c_1 және c_2-түсетін және кететін ерітіндінің меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град;

T_0 және t-кіріс және шығыс ерітінділерінің температурасы, град;

і-екінші жұптың энтальпиясы, Дж / кг.

Дегенерацияның жылуы-бұл ерітіндінің концентрациясының жоғарылау шығыны;ол ерітіндінің сұйылту жылуының белгісіне тең және кері.

Осылайша, егер ерітіндіні сумен сұйылту кезінде жылу шығарылса, онда ол концентрацияланған кезде жылу сіңеді. Әдетте дегидратацияның жылуы аз, сондықтан ескерілмейді.

Кіріс ерітіндісін буланған ерітінді мен буланған судың қоспасы ретінде қарастыра отырып, формуланы жазуға болады:

$$G_1c_1t = G_2c_2t + Wc_вt, \quad (348)$$

қайдан

$$G_2c_2 = G_1c_1 - Wc_в, \quad (349)$$

мұндағы S_V-судың нақты жылу сыйымдылығы, Дж / кг * бұршақ·

G_2c_2 мәнін теңдеуге алмастыра отырып, біз аламыз:

$$Q = G_1c_1(t - t_0) + W(i - c_в t) + Q_{дег.} + Q_п. \quad (350)$$

Егер сіз сусыздану жылуын және жылу жоғалуын елемейтін болсаңыз, онда алдыңғы теңдеу келесі түрде жазылады:

$$Q = G_1c_1(t - t_0) + W(i - c_в t). \quad (351)$$

Бұл теңдеуде $g_1c_1(t\text{-}t_0)$ мәні-кіріс ерітіндісін қайнау температурасына дейін қыздыру үшін жылу шығыны, ал $w(i - S_VT)$ мәні-судың буланууы үшін жылу шығыны.

Жылу балансының теңдеуіне кіретін ерітіндінің меншікті жылу сыйымдылығын оның концентрациясына байланысты және шамамен формула бойынша есептеуге болады:

$$c = c_{тв.}a + c_в(1 - a), \quad (352)$$

қайда $c_{тв.}$ - сусыз қатты ерітіндінің меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град.

I екінші будың энтальпиясы аппараттағы қысым кезінде қанықкан будың энтальпиясына тең қабылданады және анықтамалық кестелерде болады.

Буландыруға арналған жылу шығынын (құрылғының жылу жүктемесін) теңдеуден анықтай отырып, қыздыру буының шығынын әдеттегідей есептеңіз.

Алғашқы жақындауда ерітіндіні жылытуға арналған жылу шығынын елемей, айырмашылықты $(i\text{-}S_VT)$ булану жылуымен теңестіре отырып, қыздыру буының шығыны буланған судың мөлшеріне тең екенін табуға болады, яғни 1 кг жылыту буының көмегімен 1 кг су буланады. Шын мәнінде, ерітіндіні жылытуға арналған жылу шығынын ескере отырып, жылыту буының шығыны жоғары және 1,1-1,2 кг құрайды.

Мысалы: NaOH ерітіндісін буландыру үшін жылу мен жылу буының шығынын анықтаңыз.

Бастапқы деректер: кіріс ерітіндісінің мөлшері G_1=35 000 кг/сағ; бастапқы концентрациясы A_1=28 салмағы. % ; соңғы концентрациясы A_2=40 салмағы. % ; кіріс ерітіндісінің температурасы t_0=70 ^oC; аппараттағы абсолютті қысым 0,196 бар (0,2 ат); жылыту буының абсолютті қысымы 1,37 бар (1,4 атм); жылыту буының температурасы T=110,7 ^oC; судың қайнау температурасы ϑ=59,7 ^oC; атмосфералық қысым кезіндегі ерітінді үшін температуралық тоқырау $Д^{атм}$=28 ^oC; түзету коэффициенті k=0,76; гидростатикалық тоқырау Δ''=3 ^oC; гидравликалық тоқырау Δ''' =1^o C; ерітіндінің концентрациясы a_1=28; ерітіндінің концентрациясы A_2=40; 28%

ерітіндінің меншікті жылу сыйымдылығы NaOH C_1=3560 Дж/кг·град 0,2 атм екінші бу энтальпиясы кезінде і = $2610 \cdot 10^3$ Дж/кг; судың $C_в = 4190$ меншікті жылу сыйымдылығы Дж/кг·град; булану жылуы R = $2240 \cdot 10^3$ Дж/кг.

Температура тоқыраусын Δ' , ^{O}C формуласын анықтаңыз:

$$\Delta' = \Delta^{атм} k , \tag{353}$$

мұндағы $\Delta^{атм}$ -атмосфералық қысым кезіндегі ерітінді үшін температуралық тоқырау;

k-түзету коэффициенті.

$$\Delta' = 28 \cdot 0,76 = 21,3.$$

Толық температуралық тоқырауны Δ, ^{O}C формула бойынша анықтаймыз:

$$\Delta = \Delta' + \Delta'' + \Delta''', \tag{354}$$

мұндағы Δ'-температуралық тоқырау;

Δ'' - гидростатикалық тоқырау;

Δ''' - гидравликалық тоқырау.

$$\Delta = 21,3 + 3 + 1 = 25,3.$$

Т ерітіндісінің қайнау температурасын соңғы концентрацияда анықтаймыз:

$$t = \vartheta + \Delta \tag{355}$$

толық тоқырау қайда Δ;

ϑ-судың қайнау температурасы, °С.

$$t = 59,7 + 25,3 = 85.$$

Буланған судың мөлшерін W формула бойынша анықтаймыз:

$$W = G\left(1 - \frac{a_1}{a_2}\right), \tag{356}$$

мұндағы G-келіп түсетін ерітіндінің мөлшері, кг / сағ;

a_1 - Ерітінді концентрациясы, г / л;

a_2 - Ерітінді концентрациясы, г / л.

$$W = 35000\left(1 - \frac{28}{40}\right) = 10500.$$

Q жылу шығынын формула бойынша анықтаймыз:

$$Q = G_1 C_1 (t - t_0) + W(i - C_в t), \tag{357}$$

мұндағы G_1-келіп түсетін ерітіндінің мөлшері, кг / сағ;

C_1-28% NaOH ерітіндісінің меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град;

t - соңғы концентрациядағы ерітіндінің қайнау температурасы, °С;

t_0-кіріс ерітіндісінің температурасы, °С;

W-буланған судың мөлшері, кг;

I-екінші жұптың энтальпиясы;

$C_в$-судың меншікті жылу сыйымдылығы, Дж / кг * град.

$$Q = \frac{35000}{3600} \cdot 3560(85 - 70) + \frac{10500}{3600}\left(2610 \cdot 10^3 - 4190 \cdot 85\right) = 75611229{,}17.$$

D қыздыру буының шығынын формула бойынша анықтаймыз:

$$D = \frac{Q}{r}, \tag{358}$$

мұндағы Q-жылу шығыны, Ккал / сағ;

r-булану жылуы, Дж / кг.

$$D = \frac{75611229{,}17}{2240 \cdot 10^3} = 33{,}7.$$

Өздігінен шешуге арналған міндеттер

1. Екі қорытпа берілген. Біріншісінің салмағы 5 кг және құрамында 80% күміс бар. Екіншісінің салмағы 2 кг және құрамында 70% күміс бар. Екі қорытпаны біріктірген кезде күмістің пайызын анықтаңыз.

2. Мыс – кадмий тазартуға тәулігіне 2800 м^3 құрамында мыс бар мырыш сульфатының ерітіндісі – 0,6 г/л, кадмий-0,3 г/л түседі. Артық мырыш шаңы -3. Мырыш шаңының шығынын анықтаңыз.

3.Пеште 18% қорғасын, 13% күкірт және 21% темір бар отты балқытады, Штейн қанша және қандай құрамды алатындығын есептеңіз.

4. Келесі құрамдағы мыс шыбықтың ұтымды құрамын есептеңіз: Cu - 50% , Fe - 26,68%, S-20,3 %, O_2-3,02%. Штейннің рационалды құрамы Cu_2S , FeS, Fe_3O_4, O_2.

5. Тазарту үшін 96% Pb, 2.5% Cu және 1,5% басқа қоспалардан тұратын 150 г қара қорғасын алынды делік. Мыналарды есептеу қажет: 1) межелеуге

арналған күкірт шығыны; 2) процестен шығарылатын және дербес өңдеуге жіберілетін құрғақ мыс шликерлерінің шығуы мен құрамы; 3) межелеу кезінде қорғасынның таралуы.

6. Қорғасын агломератын қалпына келтіретін балқытуға арналған шикіқұрамды есептеу. Балқытуға мынадай құрамдағы қорғасын агломераты түседі,%: 37,4 Pb; 3,0 Cu; 9,0 Zn; 2,6 S; 13,5 Fe; 8,4 SiO_2; 9,6 CaO; 2,8 MgO; 3,2 Al_2O_3 және басқалары. Есеп 100 г агломератқа жүргізіледі.

7. Екі қорытпа берілген. Біріншісінің салмағы 4 кг және құрамында 90% күміс бар. Екіншісінің салмағы 3 кг және құрамында 80% күміс бар. Екі қорытпаны біріктірген кезде күмістің пайызын анықтаңыз.

8. Екі қорытпа берілген. Біріншісінің салмағы 3 кг және құрамында 80% мыс бар. Екіншісінің салмағы 2 кг және құрамында 70% мыс бар. Екі қорытпаны біріктірген кезде мыстың пайызын анықтаңыз.

9. Екі қорытпа берілген. Біріншісінің салмағы 8 кг және құрамында 50% алтын бар. Екіншісінің салмағы 2 кг және құрамында 30% алтын бар. Екі қорытпаны біріктірген кезде алтынның пайызын анықтаңыз.

10. Мыс – кадмий тазалауға мыс – 0,7 г/л, кадмий-0,4 г/л бар мырыш сульфатының тәулігіне 2300 $м^3$ ерітіндісі түседі. Артық мырыш шаңы - 4. Мырыш шаңының шығынын анықтаңыз.

11. Пеште 19% қорғасын, 19% күкірт және 16% темір бар оттық балқытылады. Штейннің қанша және қандай құрамға ие болатындығын есептеңіз.

12. Келесі құрамдағы мыс шыбықтың ұтымды құрамын есептеңіз: Cu – 51%, Fe – 25,68%, S – 20,0 %, O_2 – 3,32%. Штейннің рационалды құрамы Cu_2S , FeS, Fe_3O_4, O_2.

13. Мырыш концентратын күйдіру үшін қажетті ауа мөлшерін есептеу. Күйдіруге келесі құрамдағы концентрат ұшырайды делік,%: 52 Zn; 2 Pb; 0,2 Cd; 1 Си; 7 Fe; 29 S; 5 SiO_2; 0,5 $A1_2o_3$; 0,3 CaO; басқалары 3,0.

14.Күйдіруге келесі құрамдағы концентрат жатады делік,%: Zn 50; Pb 3,93; Cd 0,16; Cu 0,95; Fe 6; S 32; SiO_2 4,96; Al_2O_3 0,5; CaO 0,5; CO2 0,33; өзгелері 0,67. Минералогиялық зерттеуге сәйкес металдар концентратта келесі қосылыстар түрінде болады: Zn түрінде ZnS; Pb – PbS; Cu – $CuFeS_2$; Fe – FeS және FeS_2; Cd – CdS; Ca – $CaCO_3$.Концентраттың ұтымды құрамын есептеу қажет.

15. Құрамында күйдірілген мырыш концентраты, %: Zn – 57,0; Pb – 3,0; Fe – 7,0; Cu – 3,0; Cd – 0,3; S – 2,9 (оның ішінде S_S – 0,5 және S_{SO4} – 2,5); CaO – 0,42; SiO_2 – 3,0; Al_2O_3-0,6 сілтісіздендіруге жатады. Мыналарды есептеу қажет: 1) мырыш кектерінің шығымын, олардың химиялық және ұтымды құрамын; 2) күйдірілген концентратты сілтілеу кезінде алынатын бейтарап ерітіндінің мөлшерін; 3) сілтілеу кезінде күкірт қышқылының шығынын өтеу үшін сульфатты күкірт жеткілікті ме; 4) тұқылды, пиролюзитті және мырыш тозаңын сілтілеу үшін күкірт қышқылының мөлшерін.

16.Өнімділігі жылына 125 мың тонна мырыш болатын цехтағы электролизерлер санын анықтау. Бір ваннаның ағымдағы жүктемесі 20 кА;

мырыш тогы бойынша шығу 0,93; Машина уақытының коэффициенті 0,93; электрохимиялық эквиваленті Zn = 1,219 г/А·сағ.

17. Мыс-пирит концентратының ұтымды құрамын есептеу. Zn – 0,8, Cu – 1,2, Fe – 35,5, S – 43,3, CaO – 2,0 SiO_2 – 4,0, қалғаны-басқалар (13,2%). Минералогиялық құрамы: ковеллин түріндегі 1/3 мыс (CuS); халькопирит түріндегі 2/3 ($CuSFe_2$); пирит түріндегі темір (FeS_2). Бос жыныста әктас пен кварц бар ($CaCO_3$, SiO_2).

18. Бейтарап атмосферада және тотығу жағдайында балқыту кезінде алынған Штейннің мөлшері мен құрамын есептеу. Мыс концентратының химиялық құрамы,%: Cu – 16,6; Zn – 0,40; Fe – 31,3; S – 34,0; SiO_2 – 6,80; CaO – 0,42; Al_2O_3 – 2,05; MgO – 0,30; өзгелері – 8,13.

19. Бейтарап атмосферада және тотығу жағдайында балқыту кезінде алынған Штейннің мөлшері мен құрамын есептеу. Мыс концентратының химиялық құрамы, Cu,% – 16,5; Zn,% – 0,41; Fe,% -30,3; S,% – 35,0; SiO_2,% – 6,7; CaO,% – 0,52; Al_2O_3,% – 2,00; MgO,% – 0,35; басқалары,% – 8,49.

20.Тазарту үшін 94% Pb, 4.5% Cu және 1,5% басқа қоспалардан тұратын 180 г қара қорғасын алынды делік. Мыналарды есептеу қажет: 1) межелеуге арналған күкірт шығыны; 2) процестен шығарылатын және дербес өңдеуге жіберілетін құрғақ мыс шликерлерінің шығуы мен құрамы; 3) межелеу кезінде қорғасынның таралуы.

21.Қорғасын агломератын қалпына келтіретін балқытуға арналған шикіқұрамды есептеу. Балқытуға мынадай құрамдағы қорғасын агломераты түседі, %: 36,4 Pb; 4,0 Cu; 8,0 Zn; 3,6 S; 13,0 Fe; 8,9 SiO_2; 9,6 CaO; 2,8 MgO; 3,2 Al_2O_3 және басқалары. Есеп 100 г агломератқа жүргізіледі.

22.Екі қорытпа берілген. Біріншісінің салмағы 6 кг және құрамында 80% мырыш бар. Екіншісінің салмағы 2 кг және құрамында 40% мырыш бар. Екі қорытпаның қосылысы үшін мырыштың пайыздық мөлшерін анықтаңыз.

23.Қорғасын концентратын күйдіру үшін қажетті ауа мөлшерін есептеу. Күйдіруге келесі құрамдағы концентрат ұшырайды делік,%: 2 Zn; 51 Pb; 0,2 Cd; 2 Си; 6 Fe; 29 S; 6 SiO_2; 0,5 $A1_2O_3$; 0,3 CaO; басқалары 3,0.

24.Күйдіруге келесі құрамдағы концентрат жатады делік,%: Zn 53; Pb 3,93; Cd 0,16; Cu 0,90; Fe 6,5; S 32; SiO_2 1,96; Al_2O_3 0,3; CaO 0,7; CO2 0,33; өзгелері 0,67. Минералогиялық зерттеуге сәйкес металдар концентратта келесі қосылыстар түрінде болады: Zn түрінде ZnS; Pb – PbS; Cu – CuFeS2; Fe – FeS және FeS2; Cd – CdS; Ca – $CaCO_3$.Концентраттың ұтымды құрамын есептеу қажет.

25.Құрамында күйдірілген мырыш концентраты, %: Zn – 59,0; Pb – 2,0; Fe – 6,0; Cu – 2,0; Cd – 1,3; S – 2,9 (оның ішінде SS – 0,5 және SSO4 – 2,5); CaO – 0,42; SiO2 – 2,0; Al2O3-1,6 сілтісіздендіруге жатады. Мыналарды есептеу қажет: 1) мырыш кектерінің шығымын, олардың химиялық және ұтымды құрамын; 2) күйдірілген концентратты сілтілеу кезінде алынатын бейтарап ерітіндінің мөлшерін; 3) сілтілеу кезінде күкірт қышқылының шығынын өтеу үшін сульфатты күкірт жеткілікті ме; 4) тұқылды, пиролюзитті және мырыш тозаңын сілтілеу үшін күкірт қышқылының мөлшерін.

26. Мыс-никель штейнін түрлендіруді есептеңіз. Есептеу үшін бастапқы деректер: концентраттағы Ni құрамы-8 %; концентраттағы Си құрамы – 4%; есептеу 100 кг концентратқа жүргізіледі. Концентраттың химиялық құрамы: Cu – 4 %; Ni – 8 %; Fe – 46 %; S – 30 %; SiO2 – 3,5 %; CaO – 2,3 % ; MgO – 2 %; Al2O3 – 1,38 %; басқалары – 2,82 %. Минералогиялық құрамы бойынша мыс шамамен 60% кубанитте, 40% халькопиритте, никель пентландитте болады.

27. Шикізаттың элементарлық құрамына сүйене отырып, бейорганикалық химияда белгіленген ережелерге сәйкес осы минералға кіретін элементтер бойынша әр минералдың мөлшерін есептеңіз.

Қорғасын ... PbS түрінде

Мырыш ... ZnS түрінде

Мыс ... түрінде $CuFeS_2$

Темір ... түрінде fes_2; Fe_7S_8, және $CuFeS_2$

Сүрме ... sb_2s_3 түрінде

Са тотығы... в видеCaCO$_3$

Mg оксиді... видеМдCO$_3$-те

28. Вельц оксидінің ұтымды құрамын және қорғасын тортының шығымы мен құрамын есептеңіз. Zn – 52,96%; Pb – 9,08%; Cu – 0,48%; Fe – 4,8%; Cd – 0,43%; S_{so4} – 0,6%; S_s – 0,79%; SiO_2 – 0,57%. Басқалары, оның ішінде O_2-30,29%.

Барлық S_s Zn ретінде Zn, ал қалған Zn ZnO ретінде Zn-мен байланысты; барлық S_{so4} $ZnSO_4$ ретінде Zn-мен байланысты; қорғасын PbO түрінде қосылған; темір FeO, Fe_2O_3 түрінде қосылған; мыс CuO түрінде қосылған; кадмий CdO түрінде қосылған. Есептеу 100 тонна вельц-оксидке жүргізіледі.

29. Қорғасын тортының шығу құрамын есептеу.

Тәжірибеге сәйкес, компоненттердің қорғасын тортына шығуы: Zn – 3%; Pb – 100%; Cu – 5.5%; Fe – 90%; Cd – 5.5%; SiO_2 – 90%.

Есептеу үшін біз мынаны қабылдаймыз: барлық Zn ZnS түрінде; кадмий CdO түрінде; қорғасын $PbSO_4$ түрінде; мыс CuO түрінде; темір 90% кекте, 50% FeO түрінде және 50% Fe_2O_3 түрінде.

30. Мыс-халькопирит концентратының ұтымды құрамын композициямен есептеңіз:

– химиялық құрамы,%: Zn – 6, Cu – 18, Fe – 33, S – 37, Al_2O_3 – 1, SiO_2 – 4, Басқалары-1. Минералогиялық құрамы: халькопирит, пирит, пирротин, сфалерит.

31. Мыс-пирит концентратының ұтымды құрамын құрамы бойынша есептеңіз, % Zn – 0,8; Cu – 1,2; Fe – 35,5; S – 43,3; CaO – 2; SiO_2 – 4; басқалары – айырмашылық бойынша. Минералогиялық құрамы ковелин түріндегі Мыстың 1/3, халькопирит түріндегі 2/3, пирит түріндегі темір, бос жыныста әктас пен кварц бар.

32. Қорғасын агломератының ұтымды құрамын есептеңіз. Агломераттың ұтымды құрамы – Pb – 38,46%, Cu – 2,1%, Zn – 9%, S_S – 2,1%, Fe – 13,6%, SiO_2 – 0,95%, Al_2O_3 – 3%, CaO – 0,8%, басқалары – 29,99%. 50% S ZnS сульфидін құрайды, ⅓S Pb сульфидтерін құрайды, қалған күкірт мыспен байланысты.

33. Мыс-никель штейнінің ұтымды құрамын химиялық құрамы бойынша есептеңіз: никель – 9%, мыс – 5,5%, кобальт – 0,43%, темір -50%, күкірт – 26 %. Қалғаны – 9,07%.

34. Келесі құрамдағы никель штейнінің ұтымды құрамын есептеңіз,%: Ni – 18; Fe – 56; Co – 0,6; Cu – 0,2; S – 24; басқалары – 0,2; 85% Ni Ni_3S_2 түрінде, қалған металл, Co CoS түрінде, Fes түрінде, қалғаны металл, Cu түрінде Cu_2S.

35. Конверторда келесі құрамдағы 100 тонна штейн өңделеді: мыс – 25,3%, күкірт – 24,9%, темір – 45,2%, оттегі – 4,6%. Егер өрескел мысқа мыс алу 99,2% болса, өрескел Мыстың массасын анықтаңыз.

36. Тотыққан никель рудасының шахталық балқуын есептеңіз. Агломерат құрамына кіреді: ni – 1,2%; SiO_2 – 46%; Al_2O_3 – 7%; Fe_3O_4 – 27%; MgO – 10%; CaO – 2,5%; басқалары – 6,3%. 25% дейін оттегімен байытылған үрлеу. Кокс шығыны агломерат массасының 21% құрайды. Сульфидизатор ретінде біз гипсті қабылдаймыз. Есептеу-штейннің құрамы мен шығысы, гипс шығыны, ағынды тұтыну.

37. Мыс пен кадмийден тазарту үшін мырыш сульфатының 120 $м^3$ ерітіндісі алынады. Мыс құрамы – 2,5 г/л, кадмий 0,75 г / л. 2 есе артық мырыш шаңын орнатқаннан кейін, мырыш тортының шығымдылығы мен құрамын анықтаңыз.

38. Келесі химиялық құрамдағы алюминат ерітіндісінің тығыздығын есептеңіз: $а_к$=1,7; $_{ащ}$ = 1,876; $Na_2o_{бщ}$ = 140 г / л.

39. Келесі химиялық құрамдағы алюминий ерітіндісінің тығыздығын есептеңіз: $а_к$=1,6; $_{ащ}$ = 1,846; $Na_{2общ}$ = 110 г / л.

1.2.12 Бақылау сұрақтары

1. Өндіріс процесі дегеніміз не? Пирометаллургиялық процестің негізгі кезеңдері

2. Гидрометаллургиялық технологиямен шикізатты қайта өңдеу. Гидрометаллургиялық процестің негізгі кезеңдері.

3.Алюминийдің физикалық-химиялық қасиеттерін көрсетіңіз.

4. Алюминий өндіру үшін қандай шикізат қолданылады?

5. Саз топырақты өндіру үшін қандай әдістер қолданылады?

6. Байер әдісінің мәні неде?

7. Саз топырақты агломерация әдісімен өндірудің мәні неде?

8. Электролиз арқылы алюминий өндірісінің технологиялық ерекшеліктері.

9. Алюминий негізіндегі қорытпалар электр доғалы балқыту арқылы алынады?

10 .Магний өндіру үшін қандай шикізат қолданылады?

11. Мәнін өндіру магнийді электролизбен?

12. Магний өндірудің жылу әдісінің мәні неде?

13. Магний өндірудің силикотермиялық әдісінің мәні неде?

14. Бериллий алудың металлотермиялық әдістерінің мәні неде?

15. Бериллий фторидінің магнийтермиялық қалпына келуі неге негізделген?

17. Бериллийдің электролиттік өндірісі қалай жүзеге асырылады?

16..Титан тетрахлоридін өндірудің қандай ерекшеліктері бар?

18. Титан өндірудің магний термиялық әдісінің мәні неде?

19. Титан өндірудің натрийтермиялық әдісінің мәні неде?

20. Титан өндірісінің кальцийтермиялық әдісінің мәні неде?

21.Қазақстан аумағында Pb және Zn бар негізгі кен орындары қай жерде орналасқан?

22.Неліктен металл сульфаттарын жағу кезінде қабылдау қажет емес?

23. Агломерациялық атыс кезінде қандай өнімдер алынады?

24. Агломерацияның мақсаты қандай?

25. Агломерациялайтын күйдірудің шикіқұрамына не кіреді? Әр компоненттің рөлі.

26.Агломерация кезінде негізгі цементтеу агенті қандай?

27. Агломерациялық атыс кезінде қандай процестер жүреді және олар қандай ретпен жүреді?

28. Агломерациялық жану кезінде отын дегеніміз не?

29. Екі сатылы атысты қолдану немен түсіндіріледі?

30. Күйдіру дәрежесі, күкіртсіздену, сульфидтердің тұтану температурасы не деп аталады?

31. Қорғасын мыс, қорғасын-мырыш-мыс концентраттарын күйдірген кезде штейн алу үшін агломератта сульфидті күкіртті күйдірген кезде қалдырасыз ба және неге?

32. Зертханалық Тәжірибені жүргізу тәртібі қандай?

33. Зертханалық тәжірибеде сіз қандай шамаларды және оларды қалай анықтайсыз

Балқыту кезінде штейн қандай жағдайларда алынады?

34. Шахталық балқыту кезінде қандай өнімдер алынады?

35. Шахталық балқыту өнімдері қайда жіберіледі?

36. Металл оксидтерін азайту механизмі қандай?

37. Балқыту кезінде қорғасын қандай реакцияларға байланысты қалпына келтірілуі мүмкін?

38. Шахталық балқыту кезінде күкіртсіздендіру не есебінен жүреді және оның дәрежесі қандай?

39.Реакциялық балқыту қандай температурада жүзеге асырылады және бұл немен түсіндіріледі?

40 реакциялық балқыту кезінде кокс қандай рөл атқарады?

41. Қоспалар реакциялық балқытуға қандай әсер етеді?

42. Реакция балқымасының зарядына әктас не үшін қосылады?

43.Қорғасынды делимитациялау іс жүзінде қалай жүзеге асырылады?

44. Теллур қара қорғасыннан қалай шығарылады?

45. Қара қорғасыннан сүрме, күшән, қалайы қалай алынады?

46. Қорғасыннан асыл металдар қалай алынады?

47. Мырыштың қорғасынға араласуы кезінде металдар қалай әрекет етеді?

48. Қара қорғасыннан мырыш қалай алынады?

49. Қара қорғасынды залалсыздандыру қалай жүзеге асырылады?

50.Күйдіру кезінде қандай жағдайларда сульфаттар мен металл оксидтерінің пайда болуы мүмкін?

51. Металл сульфидінің тұтану температурасы деп нені айтамыз?

52. Металл сульфидтерін күйдіру процесінің көрсеткіштеріне не әсер етеді?

53. Жану газдарының құрамы қандай және олар қалай қолданылады?

54. Ферриттер мен мырыш силикаттарының күйігінде не зиянды?

55. Мырыш концентраттарын қай пештерде күйдіреді?

56.Мырыштың құрамында қандай қосылыстар бар?

57. Отты шаймалаудың мақсаты қандай?

58. Күкірт қышқылының ерітіндісімен қопсытқышты шаймалау жылдамдығы неге байланысты?

59. Бейтарап шаймалау не үшін жүргізіледі?

60. Қышқыл шаймалау не үшін жүргізілді?

62. Неліктен күйген кезде сульфатты күкірт ішінара қалады?

63. Мыс, кадмий, күшән, сүрме, кобальт, қорғасын қосылыстарын сілтісіздендіру кезінде олар қалай әрекет етеді?

64. Неліктен мырыш сульфатының ерітінділерін қоспалардан тазарту қажет?

65. Мырыш сульфаты ерітінділерін темірден, күшәннан, сүрмеден, кремний қышқылынан қалай тазартуға болады?

66. Мырыш сульфаты ерітінділерін мыс, кадмий, кобальттан қалай тазартуға болады?

67. Тұқы шаймалау кезінде қандай өнімдер алынады?

68. Мырыш концентраттарын күйдіру не үшін жүргізіледі?

69. Мырышты айдау процесі қандай кезеңдерден тұрады?

70. Мыс, қорғасын, темір, кадмий, күшән, сүрме қосылыстары мырышты айдау кезінде өзін қалай ұстайды?

71. Шық нүктесі деп не аталады?

72. Конденсацияның басталу және аяқталу температурасы неге байланысты?

73. Неліктен барлық Zn бу конденсациясы кезінде сұйықтыққа айналмайды?

74. Алтын өндірудің қандай тәсілдерін білесіз?

75. Күміс өндіру әдістері?

1.3.13 Тест тапсырмалары

1.Металдарды өндірудің негізгі шикізаты:

A) қож

B) кен

C) штейн

D) отын

E) қайталама шикізат

2. Алюминатты ерітіндінің сапасын анықтайтын химиялық қосылыс:

A) SiO_2

B) Al_2O_3

C) Na_2O

D) Fe_2O_3

E) NaCl

3. Негізгі ауыр түсті металдар:

A) алюминий, сүрме, кадмий, сынап және кобальт

D) висмут, күшән, сүрме және литий

E) калий, барий, кальций, стронций

D) темір, кадмий, сынап және кобальт

E) мыс, никель, қорғасын, мырыш және қалайы

4. Қайта өңделетін шикізаттың минералогиялық және химиялық құрамын өзгерту мақсатында жоғары температуралар кезінде жүргізілетін металлургиялық процесс:

A) балқыту

B) гидролиз

C) күйдіру

D) электролиз

E) флотация

5. Көп жағдайда өңделетін материалдың толық еруін қамтамасыз ететін температура кезінде жүргізілетін пирометаллургиялық процесс:

A) балқыту

B) гидролиз

C) күйдіру

D) электролиз

E) флотация

6. Негізгі металмен салыстырғанда қоспаның оттегіге жоғары жақындығына негізделген Процесс:

A) штейнге балқыту

B) реакциялық балқыту

C) күйдіру

D) тотықтырғыш (отты) тазарту

E) металл термиялық балқыту

7. Еріткіш қайта өңделетін материалға әсер еткен кезде алынатын металды ерітіндіге айналдыру процесі:

A) шаймалау

B) гидролиз

C) декомпозиция

D) дистилляция

E) цементтеу

8. Екі өзара ерімейтін фазалардың түзілу процесі және олардың тығыздығы бойынша стратификациясы:

A) хлорлы тазарту

B) сульфидті тазарту

C) ликвациялық тазарту

D) отты тазарту

E) тотықтырғыш тазарту

9. Заттың қайнау температурасынан біршама жоғары температурада булану процесі, бұл өңделетін материалдың компоненттерін олардың құбылмалылығына қарай бөлуге мүмкіндік береді:

A) электролиз

B) гидролиз

C) декомпозиция

D) дистилляция

E) цементтеу

10.байыту өнімдері:

A) тікелей металлургиялық өңдеуге жарамсыз қож.

B) тікелей металлургиялық өңдеуге жарамсыз шламдар мен қож

C) тікелей металлургиялық өңдеуге жарамсыз штейндер мен қож

D) тікелей металлургиялық өңдеуге жарамсыз кедей кендер

E) концентраттар мен қалдықтар

11. Минералдың атауы CuS

A) бемит

B) малахит

C) пирротин

D) халькопирит

E) ковелин

12. Материал одан әрі өңдеу кезінде өзінің пішіні мен көлемін сақтайтын шар тәрізді түйіршіктерге домаланатын кендер, концентраттар мен ұнтақтардың ұсақ фракцияларын ірілендіру процесі:

A) қождау

B) цементтеу

C) престеу

D) домалату

E) брикеттеу

13. Халькопириттің химиялық формуласы:

A) CuO

B) $2Cu(OH)_2$

C) CuS

D) $CuSiO_3$

E) CuFe

14.Тұрақты ток әсерінен оксидтерден немесе хлоридтерден тұратын балқытылған ортаға жүргізілетін балқыту. Процесс келесі схемамен сипатталады: $MeO \rightarrow Me^{2} + + O^{2-}$; $Me^{2+}+2e = Me^{0}$ Катодында; анодта $O^{2} - - 2e = O_2\uparrow$

A) Металл термиялық балқыту

B) Электротермиялық балқыту

C) Қалпына келтіру балқымасы

D) тазартылған балқыту

E) реакциялық балқыту

[15] Кен орны деп аталады:

A) осы металдың концентрациясы төмен тау жыныстары бар жер учаскесі;

B) таза металдың бірнеше жыныстарынан тұратын жер қыртысының учаскесі;

C) осы металдың жоғары концентрациясы бар тау жыныстарын қамтитын жер қыртысының учаскесі;

D) әртүрлі кендер шоғыры бар жер учаскесі;

E) темір кендері кездесетін жер.

16. Оксидтерді немесе сульфидтерді суда еритін немесе Ұшпа хлоридтерге аудару:

A) хлорлы күйдіру

B) тотықтырғыш күйдіру

C) қалпына келтіру күйдіруі

D) фторлы күйдіру

E) күкіртсіздендіру

17. Айырбастау процесінің негізгі мақсаты:

A) сульфидті масса жиынтығы

B) темір мен күкіртті тотықтыру есебінен қара мысты алу

C) күкірт қышқылының түзілуі

D) жоғары оксидтердің диссоциациясы

E) мыс сульфидінің кристалдануы

18. Жылу энергиясы көздерін жұмсамай, ішкі энергия ресурстарының есебінен толығымен жүзеге асырылатын технологиялық процесс деп аталады:

A) біртекті

B) гетерогенді

C) техногендік

D) автогендік

E) автоклав

19. Кешеннің схемасы сәйкес келеді:

A) айырбастау кешені

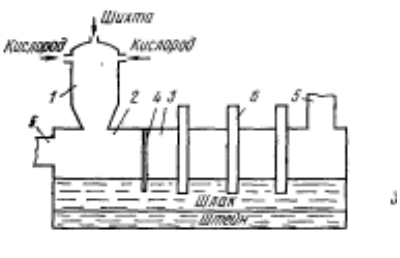
B) агломерациялайтын кешенге

C) оттекті - өлшенген балқыту кешеніне

D) электронды-сәулелі қондырғы кешеніне

E) автоклавты сілтісіздендіру кешені

20. Ванюковты өнеркәсіптік балқыту үшін:



1 — циклонная камера; 2 — разделительная камера; 3 — электрообогреваемый отстойник; 4 — перегородка; 5 — газоход; 6 — электроды

A) шахта пеші

B) домна пеші

C) құбырлы пеш

D) конвертер

E) цилиндрлік пеш

21. Келесі бөлшектерден тұрады:

A) Ванюков пеші агрегатының схемасы

B) КИВЦЕТ агрегатының схемасы
C) шахталық үлгідегі агрегаттың схемасы
D) "Митцубиси" орнату схемасы
E) цилиндрлік пешті орнату схемасы
22. Флюстер қолданатын кезінде ізбесті тұқым кен:
A) кремний және кварц
B) әктас
C) доломит
D) әк
E) плавикті шпат
(23) Тотыққан никель кендерін штейнге балқыту арқылы өңдеудің ең көп таралған әдісі айырмашылыққа негізделген:
A) темір мен никельдің оттегі мен хлорға жақындығы;
B) темір мен никельдің оттегі мен фторға жақындығы;
C) темір мен никельдің оттегі мен күкіртке жақындығы;
D) темір мен никельдің оттегі мен сутекке жақындығы;
E) темір мен никельдің оттегі мен азотқа жақындығы;
24. Шахталық балқытуға арналған Шихта:
A) балқытылған
B) құмды
C) газтәріздес
D) кесекті
E) сұйық
25. Металлургияда отынды не үшін пайдаланады:
A) технологиялық процесті жақсарту үшін ағын ретінде
B) жақсы тотығу үшін қож ретінде
C) химиялық реакцияны сақтау үшін концентрат ретінде
D) химиялық реакцияны сақтау үшін катализатор ретінде
E) оны жағу кезінде алынатын жылу көзі ретінде
26. Сирек отқа төзімді металдарға мыналар жатады:
A) вольфрам, молибден, тантал, ниобий, цирконий және ванадий
B) литий, бериллий рубидий және цезий
C) алюминий. темір, ниобий, цирконий және ванадий
D) литий, бериллий, ниобий, цирконий және ванадий
E) литий, бериллий, вольфрам, молибден және ванадий
27.Жоғары температура мен үлкен қысым кезінде жер бетінен едәуір тереңдікте жүретін процестер:
A) метаморфты
B) эндогендік
C) автоклав
D) ядролық
E) экзогендік
28.Кальциленген күйдірудің мақсаты:
A) тұрақсыз химиялық қосылыстарды қыздыру арқылы ыдырату
B) оксидтерді немесе сульфидтерді суда еритін хлоридтерге ауыстыру

C) оның оксидті қосылыстарын қалпына келтіру есебінен металдарды алу

D) алынатын металды кейіннен кристалдану арқылы Жартылай өнімге ауыстыру

E) алынатын металдарды ерітіндіге ауыстыру

29. Күкіртке жоғары жақындығы бар қоспаларды жою үшін қолданылатын Процесс:

A) адсорбциялық тазарту

B) электролиттік тазарту

C) сульфидті тазарту

D) карбидті тазарту

E) кальцийлейтін тазарту

30. Металдардың ерітілген химиялық қосылыстарын Сулы ерітіндіден сумен араластырылмайтын сұйық органикалық фазаға алу процесі:

A) адсорбция

B) абсорбция

C) электролиз

D) экстракция

E) гидролиз

31. Куприттің химиялық формуласы:

A) CuO

B) $2Cu(OH)_2$

C) CuS

D) $CuSiO_3$

E) $CuFeS_2$

32. Катодты мыс алу схемасын атаңыз

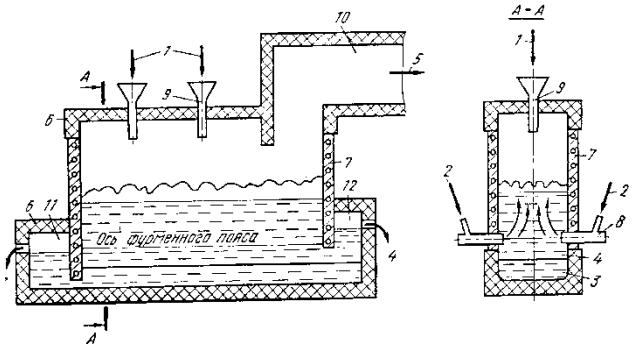
A) бал - күкірт балқытуға арналған шахта пешінің схемасы

B) "Митцубиси" процесінің сызбасы»

C) сұйық ваннада балқытуға арналған пештің схемасы

D) қайнаған қабат пешінің схемасы

E) камералық пештің схемасы



1-шихта; 2-үрлеу; 3-штейн; 4-қож; 5-газдар; 6-пеш қалау; 7-мыс құйылған кессондар; 8-фурмалар; 9 тиеу құйғышы;
10-аптейк; 11-штейн сифоны; 12 қож сифоны

33. Бұл балқытудың негізінде бір металды оның қосылысынан (оксид, хлорид және т.б.) басқасына, неғұрлым белсенді: ме 'O(ме' $C1_2$) +Ме →Ме" +Ме"O(Ме"$C1_2$) ығыстыру принципі жатыр.

A) Металл термиялық балқыту

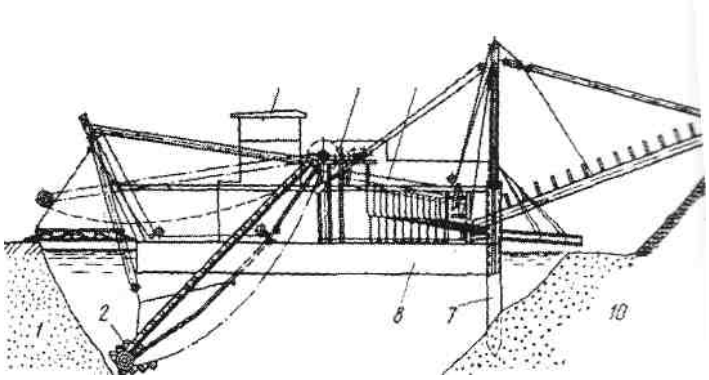
B) Электротермиялық балқыту
C) Қалпына келтіру балқымасы
D) Рафинадты балқыту
E) Реакциялық балқыту
34. Штейнге балқыту қайда қолданылады:
A) қалайы және қорғасын металлургиясында
B) мыс және никель металлургиясында
C) алтын және никель металлургиясында
D) мыс және платина металлургиясында
E) мыс және марганец металлургиясында
35. Алынған металлургиялық қождың құрамын түзету үшін көптеген қорытпалардың зарядына енгізілген минералды қоспалар деп аталады:
A) қож
B) Штейн
C) кокс
D) фугат
E) флюс:
36. Пирометаллургиялық процесс көп жағдайда өңделетін материалдың толық еруін қамтамасыз ететін температурада жүзеге асырылады.
A) электролиз
B) тотықтырғыш күйдіру
C) қалпына келтіру күйдіруі
D) балқыту
E) күкіртсіздендіру
37. Тазарту келесі кезеңдерден тұрады:
A) қоспаларды балқыту, тотықтыру және қожды алу, ерітілген газдарды шығару мысты залалсыздандыру және құю;
B) қоспаларды балқыту, тотықтыру және қожды алу, брикеттеу, көміртек оксидін, мыс шала тотығын жою және құю;
C) брикеттеу, көміртек оксидін, мыс шала тотығын алу, қожды алу, ерітілген газдарды шығару және құю;
D) қоспаларды тотықтыру, қожды және тотықтырғышты алу, ерітілген газдарды шығару, мысты дезоксидтеу және құю;
E) қоспаларды балқыту, тотықтыру және қожды алу, ерітілген газдарды шығару, мысты, мыс шала тотығын залалсыздандыру және құю.
38. Оксид компоненттерін шоғырландыратын балқыту өнімі:
A) кен
B) концентрат
C) флюс
D) Штейн
E) қож
39. Металдар күкірт қосылыстары түрінде болатын кендер деп аталады:
A) сульфидті
B) сульфатты

C) тотыққан

D) құрамында металл мөлшері бар

E) карбидті

40.Құрылғы және жұмыс схемасы:



A) Экскаваторлар

B) Шығырлар

C) драгалар

D) бульдозер

E) скрепер

41. Терең жатқан кен орындарын игеру:

A) жерасты (жабық) тәсілмен

B) шахталық (ашық) тәсілмен

C) гидрохимиялық (ашық) тәсілмен

D) пирометаллургиялық (ашық) тәсілмен

E) пирометаллургиялық (жабық) тәсілмен

42.Шикізат кен минералдарын қышқылдар мен сілтілерде немесе басқа химиялық реагенттердің ерітінділерінде селективті еріту

A) шаймалау

B) пиролиз

C) залалсыздандыру

D) ұйықтамау

E) күкіртсіздендіру

43. Мыс штейндерін алу үшін:

A) конвертерлер

B) диффузорлар

C) автоклавтар

D) перколяторлар

E) кептірілген

-44 Қажетті тазалықтағы мыс алу үшін қара мыс қолданылады:

A) отпен және электрмен тазарту

B) балқытылған тұздардың электролизі

C) күкіртсіздендіру

D) күйдіру

E) кальцинация

-45 Балқыту кезінде қолдану сульфидтеуді тездетеді:

A) пирит

B) метеорит

C) сфалерит

D) сульфат

E) сульфид

46. Мыс пирометаллургиясындағы тотықтырғыш күйдірудің мақсаты:

A) оксидті қосылыстарды күкіртсіздендіру және сульфидтерді фторидтерге ауыстыру

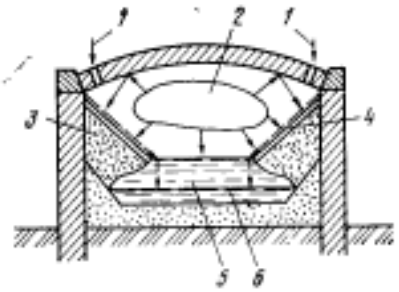
B) қоспаларды сұйық фазаға ауыстыру және оларды балқымадан сатылы Дистилляция жолымен жою

C) оксидті қосылыстарды штейнге аудару. Мыс сульфаттарының түзілуі және оларды балқымадан шығару

D) отынды толық еріту, газ тәрізді фазаны айдау және балқымадан күкіртті толық жою

E) күкіртті ішінара жою және кейіннен оксидтерді балқыту кезінде сульфидтердің бір бөлігін қожға айналдыру

47. Берілген схема сәйкес келеді:



A) шахталық пеште балқыту схемасы

B) шағылыстырғыш пештегі балқыту схемасы

C) муфельді пеште балқыту схемасы

D) тигельді пеште балқыту схемасы

E) қайнаған қабат пешінде балқыту схемасы

48. Автогенді шахталық балқытуды жүргізу үшін қайта өңделетін шикіқұрамда сульфидтер жеткіліксіз болған жағдайда жылудың болмауы өтеледі:

A) мазутты жағу арқылы

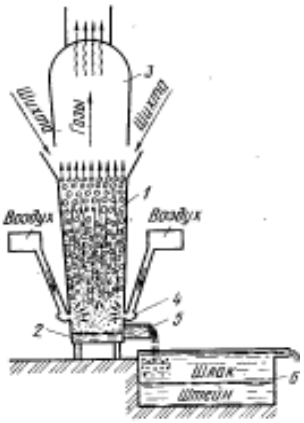
B) флюс қоспаларын енгізу арқылы

C) көміртекті отынды жағу арқылы

D) мыс концентратын енгізу арқылы

E) балқу температурасының өзгеруі

49. Ұсынылған схема сәйкес келеді:



A) шахта пешінің жұмыс сызбасы

B) шағылыстырғыш пештің жұмыс сызбасы

C) муфельді пештегі жұмыс схемасы

D) тигель пешінің жұмыс схемасы

E) қайнаған қабат пешінің жұмыс схемасы

50. Шығарылатын жылу мөлшері жанған сульфидті материалдың бүкіл массасын қарқынды жағуды бастау үшін жеткілікті болатын Температура

A) салқындату температурасы

B) тұтану температурасы

D) қайнау температурасы

D) кристалдану температурасы

E) балқу температурасы

51. Күкірт мысының химиялық формуласы:

A) $CuFeS_2$

B) CuP_5S_2

C) Cu_2S

D) Cu_2S0_4

E) $Cu_2(S0_4)_3$

52. Бірқатар металлургиялық процестерде көміртекті материалдар отын функцияларымен бір уақытта рөл атқарады:

A) қалпына келтіруші

B) активатор

C) депрессант

D) катализатор

E) көбіктендіргіш

53. Түсті металдар өндірісінде пайдаланылатын процестер:

A) тотықсыздандырғыш және тотықтырғыш

B) қалпына келтіру және гидрометаллургиялық

C) пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық

D) пирометаллургиялық және сульфидтендіргіш

E) қалпына келтіру және пирометаллургиялық

54. Химиялық қосылыстардың – сульфидтердің салыстырмалы беріктігін не анықтайды:

A) металдардың хлорға жақындығы

B) Штейннің құрамы

C) металдардың күкіртке жақындығы

D) фугат құрамы

E) флюстеу қабілеті

55. Мыс шикізатын штейнге концентрациялық (тотықтырғыш) балқыту схемасы

A) $(CuFeS_2, FeS_2, SiO_2, CaO) + (SiO_2. CaO) + (O_2, N_2) \rightarrow (Cu_2S, FeS) + (SiO_2, CaO, FeO) + (SO_2\ N_2)$

B) $(MeO, SiO_2, CaO, Fe_2O_3) + CO \rightarrow Me + (SiO_2, CaO, Feo) + CO_2$

C) Me 'O(Me' $C1_2$) +Me" → Me '+Me"O (Me"$C1_2$).

D) 2ме $(OH)_3$ → (T°c) Me_2O_2 + CO $MeCO_3$→ (T°C) MeO + CO_2

E) $2Fe_2O_3 + Co \rightarrow 2fe_3p_4 + CO_2$.

-56 Никель фейнштейнінің тотығуы реакция арқылы жүреді:

A) $2Fe\ (SO_4)_3 + 6ni\ Ato_2 = 6nio + 2fe_2o_4 + Ato_2$

B) $2Fe_2O + 6nio + 4so_2 = 2Fe\ (SO_4)_3 + 6Ni$

C) $2Ni_3S_2 + Ato_2 = 6nio + 4atso_2$

D) $A1_20_3 + 2ni_3s_2 = 2nio + 2A1SO_4$

E) $2ni_3s_2 + 7o_2 = 6nio + 4SO_2$

57.Тотыққан никель кендерін балқыту кезінде алынған Штейн:

A) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір сульфидтерінің қорытпасы

B) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір хлоридтерінің қорытпасы

C) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір нитраттарының қорытпасы

D) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір оксидтерінің қорытпасы

E) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір карбидтерінің қорытпасы

58. Оксидтерді немесе сульфидтерді суда еритін немесе Ұшпа хлоридтерге аудару:

A) хлорлы күйдіру
B) тотықтырғыш күйдіру
C) қалпына келтіру күйдіруі
D) фторлы күйдіру
E) күкіртсіздендіру

59. Металлургиялық өндірістің негізгі түпкі мақсаты:
A) қайта өңделетін шикізаттан жартылай өнімдер алу
B) агломерация арқылы жартылай өнімдерді алу
C) отынның жану жылуын алу
D) қайта өңделетін шикізаттан металдарды бос металл күйінде немесе химиялық қосылыс түрінде алу.
E) күкірттің ағу қабілетін анықтау

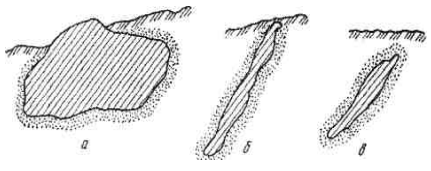
60. Металл сульфидтерінің қорытпасы:
A) қож
B) штейн
C) шпат
D) шихта
E) шлам

61. Борпылдақ және шаң тәрізді материалдарды дұрыс және монотонды пішінді бөліктерге басу процесі:
A) қождау
B) цементтеу
C) кептіру
D) домалату
E) брикеттеу

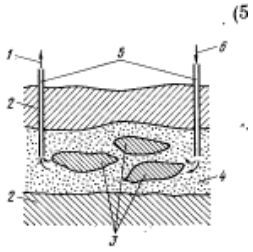
62) Шикізатты қайта өңдеу әдетте үш негізгі кезеңнен тұрады:
A) концентратты ыдырату, таза химиялық қосылыстар алу және металл алу.
B) концентратты ыдырату, оны өңдеу және шикізат алу
C) таза химиялық қосылыстар алу және жартылай өнім мен қож алу
D) металл, қож және кен алу
E) концентратты ыдырату, газдар мен отынды тазарту

+63 Қара металдарға мыналар жатады
A) темір және оның қорытпалары, марганец және хром,
B) никель және оның қорытпалары, марганец және хром,
C) темір және оның қорытпалары, марганец және алюминий
D) темір және оның қорытпалары, марганец және қалайы
E) никель және оның қорытпалары, марганец және темір

+64 Кен денелерінің негізгі формалары:
A) а-соташық; б - қабат; в-линза
B) А-блок; Б-қабат; в-линза



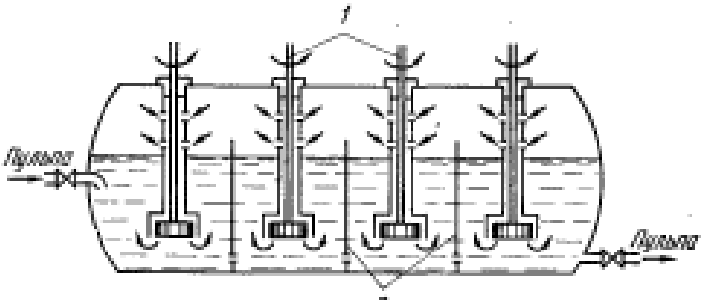
C) а-ұялар; б-түтік; в-линза
D) а-өзек; б-қабат; в-түтік
E) А - блок; б - қабат; в-түтік



65. Ұсынылған схема сәйкес келеді
A) үймелеп шаймалау схемасы
B) үгіт-насихат сілтісіздендіру схемасы
C) автоклавты сілтісіздендіру схемасы
D) жерасты шаймалау схемасы
E) карьерлік шаймалау сызбасы

66. Түтікшелі айналмалы пештерде 1100-1200 °С температурада жүргізілетін Қатты түйіршіктелген қожды толық балқымай қалпына келтіріп өңдеу процесі:
A) түрлендіру
B) фюминг
C) кальцинация
D) аффинаж
E) вельцтеу

67. Ұсынылған схема сәйкес келеді:
A) никель концентратын сілтісіздендіруге арналған көлденең автоклавтың схемасы
B) қорғасын концентратын сілтісіздендіруге арналған көлденең цементатор сұлбасы
C) мырыш концентратын сілтісіздендіруге арналған көлденең перколятор сұлбасы
D) никель концентратын сілтісіздендіруге арналған көлденең перколятор сұлбасы
E) мырыш концентратын сілтісіздендіруге арналған көлденең диффузор сызбасы



68. Электролиттік тұндыру арқылы алынған мырыштың сапасы байланысты:
A) ерітіндінің тазалығынан
B) электролит құрамынан
C) процестің температурасы
D) газ фазасының санынан
E) ток тығыздығынан

69. Сульфидті концентраттардан қорғасынды балқытудың үш әдісі
A) шағылыстыру, Тұндыру және қалпына келтіру балқымасы
B) тотықтырғыш, тотықсыздандырғыш және реакциялық балқыту

C) реакциялық, шөгінді және шағылыстырғыш балқыту

D) тотықтырғыш, тотықсыздандырғыш және шағылыстырғыш балқыту

E) реакциялық, Тұндыру және қалпына келтіру балқымасы

70. Сұйық қожды қалпына келтіргішпен ауа қоспасымен үрлеу арқылы қалпына келтіру процесі:

A) түрлендіру

B) вельцтеу

C) фьюмингтеу

D) аффинаж

E) мазақ ету

71.Сынаптың металл бөлшектерін ылғалдандыру, оларға ену және сынаппен металл қосылысын қалыптастыру мүмкіндігі:

A) цементтеу

B) вельцтеу

C) фьюмингтеу

D) аффинаж

E) амальгамация

72.Асыл металдарды қоспалардан тазарту технологиясы және оларды бір-бірінен бөлу:

A) цементтеу

B) циандау

C) фьюмингтеу

D) аффинаж

E) амальгамация

73. $MgCO_3$ химиялық формуласы сәйкес келетін Минерал:

A) бишофит

B) доломит

C) магнезит

D) корунд

E) галенит

74.TiO_2 химиялық формуласына сәйкес келетін Минерал:

A) бишофит

B) рутил

C) магнезит

D) ильменит

E) галенит

75. Тотыққан никель кендерін балқыту кезінде алынған Штейн:

A)бос темір мен никель ерітілген никель мен темір сульфидтерінің қорытпасы

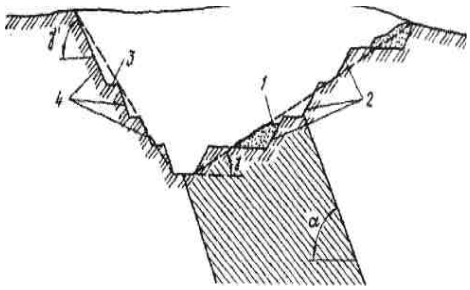
B)бос темір мен никель ерітілген никель мен темір хлоридтерінің қорытпасы

C)бос темір мен никель ерітілген никель мен темір нитраттарының қорытпасы

D) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір оксидтерінің қорытпасы

E) бос темір мен никель ерітілген никель мен темір карбидтерінің қорытпасы

76. Оксид компоненттерін шоғырландыратын балқыту өнімі:
A) кен
B) концентрат
C) флюс
D) штейн
E) қож
77. Кейбір сульфидті кендер мен концентраттарды өңдеу кезінде түсті металлургияда не қолданылады:
A) сульфидтердің өздері жану жылуы
B) табиғи отын
C) отынның жану жылуы
D) табиғи отын
E) күкірттің флюстеу қабілеті
78. Металдар күкірт қосылыстары түрінде болатын кендер деп аталады:
A) сульфидті
B) сульфатты
C) тотыққан
D) құрамындағы металл мөлшері
E) карбиді
79. Дамудың бұл әдісі деп аталады
A) Аралас
B) карьералық (жабық)
C) мансап (ашық)
D) шахталық (жабық)
E) карбидті (шахталы ашық)



80. Құрамында металл бар табиғи минералды шикізат:
A) агломерат
B) руда
C) шихта
D) әк
E) плавикті шпат
81. Сұрыптауға қиын өнеркәсіптік және тұрмыстық қалдықтар:
A) металдар мен кен;
B) қож мен штейн;
C) шихта және штейн ;
D) қайталама шикізат;
E) плавикті шпат және минералдар
82. Түрлендіргішті қайта бөлудің мақсаты:
A) мыс-никель фейнштейнін отпен және электрмен тазарту
B) мыс-никель файнштейнінің электролизі
C) мыс-никель фейнштейнін күкіртсіздендіру
D) мыс-никель фейнштейнін айдау және айдау
E) мыс-никель файнштейнін алу үшін темірді тотықтыру және қождау

83. Сульфид кендерін және концентраттарды сульфидтерді $2mes + 3o_2 \rightarrow 2meo + 2so_2$ оксидтеріне толық немесе ішінара аудару мақсатында дайындау үшін:

A) отпен және электрмен тазарту

B) балқытылған тұздардың электролизі

C) күкіртсіздендіру

D) тотықтырғыш күйдіру

E) қалпына келтіру атыс

84. Оның оксиді мен сульфидінің өзара әрекеттесу реакциясы арқылы металды алуға негізделген балқыту: $2MeO + MeS \rightarrow Zme + SO_2$.

A) Металл термиялық балқыту

B) Тотықтырғыш балқыту

C) Қалпына келтіру балқымасы

D) тазартылған балқыту

E) реакциялық балқыту

85. Флюстер металлургиялық балқытуға енгізіледі:

A) кенді байыту үшін;

B) шихтаның химиялық құрамын өзгерту үшін;

C) кеннің бос жынысын аудару үшін;

Б) металл сапасын жақсарту үшін;

E) зиянды қоспаларды жою үшін.

86. Домна балқытуда қолданылатын қож:

A) қышқыл;

B) Негізгі

C) болат балқыту өндірісі;

D) Құю өндірісі;

E) Карбид

87. Никель Конвертер өндірісінің негізгі өнімі

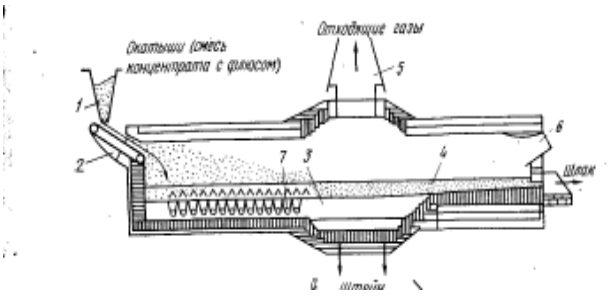
A) никель ағыны

B) никель шламы

C) никель қожы

D) никель агломераты

E) никель фейнштейн



88. Ұсынылған схема сәйкес келеді

A) "НОРАНДА" процесі пешінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

B) "КИВЦЕТ" процессінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

C) "МИЦУБИСИ" процесі пешінің балқыту пешінің жұмыс схемасы»

D) "ВАНЮКОВА" процесс пешінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

E) " КВП " процесс пешінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

89. Мыс кендері мен концентраттарын тотықтыру процесі келесі кезеңдерден тұрады:

A) шикіқұрамды қыздыру және кептіру, термиялық диссоциация, жоғары оксидтердің ыдырауы, қыздыру және салқындату.

B) шихтаны қыздыру және кептіру, жоғары сульфидтердің термиялық диссоциациясы, сульфидтердің тұтануы және жануы.

C) шихтаны кептіру, жоғары сульфидтердің термиялық диссоциациясы, жоғары оксидтердің диссоциациясы, көміртектің ыдырауы, балқыманың пайда болуы

D) көміртектің ыдырауы, балқыманың пайда болуы, салқындату, металдың кристалдануы

E) термиялық диссоциация жоғары оксидтердің ыдырауы, кальцийлеу, тазарту, сульфидтің кристалдануы.

90. Әдетте оларды азайту мақсатында Конвертер қождары:

A) процестен шығарылады

B) штейнге балқытуға қайтарады

C) қышқыл өндіруге жіберіледі

D) ликвацияға ұшырайды

E) тазартылған

91.Айырбастаудың бірінші кезеңі мыналарды қамтиды:

A) сульфидті масса жиынтығы

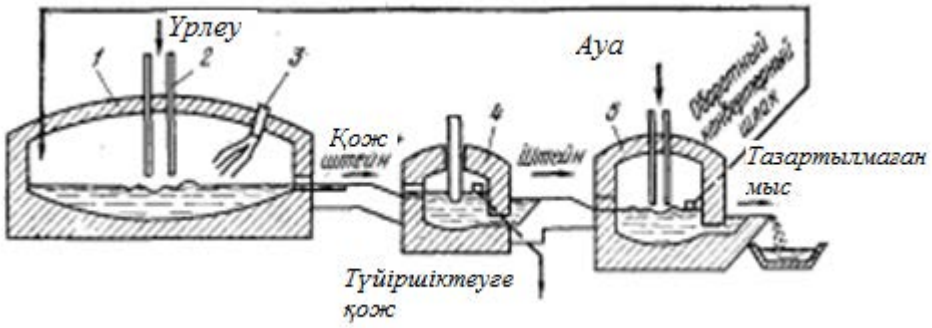
B) көміртектің ыдырауы және балқыманың пайда болуы

C) күкірт қышқылының түзілуі

D) жоғары оксидтердің диссоциациясы

E) сульфидтің кристалдануы.

92. Ұсынылған схема сәйкес келеді



A) «НОРАНДА» процесі пешінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

B) «КИВЦЕТ» процессінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

C) «МИЦУБИСИ» процесі пешінің балқыту пешінің жұмыс схемасы»

D) «ВАНЮКОВА» процесс пешінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

E) «КВП» процесс пешінің балқыту пешінің жұмыс сызбасы»

93. Вельцтеу процесі жүзеге асырылады:

A) бір рет

B) мерзімді түрде

C) үздіксіз

D) бірнеше рет

E) циклдік

94. Қорғасынды құю процесі көп жағдайда жүзеге асырылады

A) бір рет

B) мерзімді түрде

C) үздіксіз
D) бірнеше рет
E) циклдік
95.$Al_{2O}2 * H_2O$ химиялық формуласы сәйкес келетін Минерал:
A) кианит
B) бемит
C) алунит
D) ильменит
E) галенит
96. Саз топырақ алу үшін күйежентектің негізгі қосылыстары
A) натрий алюминаты және ферриті, кальций силикаты
B) натрий ферриті, кальций силикаты және алюминий сульфиді
C) алюминат және кремний ферриті, натрий сульфаты
D) алюминий және калий ферриті, алюминий силикаты
E) алюминат және кремний ферриті, галлий силикаты
97. Кез-келген гидрометаллургиялық әдістің екі негізгі кезеңі:
A) кен шикізатын еріткішпен өңдеу және металды ерітіндіден тұндыру
B) металды цементтеу және оны ерітіндіде ыдырату
C) кен шикізатын еріткішпен өңдеу, оның ерітіндіде ыдырауы
D) металды ерітіндіден Тұндыру және оның кристалдануы
E) кен шикізатын еріткішпен өңдеу және оның кристалдануы
98. Көкшіл реңді ашық сұр металл:
A) алюминий
B) кадмий
C) темір
D) марганец
E) мырыш
99.Қорғасынды балқытудың үш әдісі:
A) шахталық, шөгінді және қалпына келтіруші балқыту
B) Домна, Тұндыру және қалпына келтіру балқымасы
C) агломерациялық, шөгінді және қалпына келтіруші балқыту
D) реакциялық, Тұндыру және қалпына келтіру балқымасы
E) кальцийлейтін, тұндыратын және қалпына келтіретін балқыту
100. Бір металды екінші, одан да көп электронегативті ығыстыру процесі:
A) гидролиз
B) цементтеу
C) шаймалау
D) жауын-шашын
E) ыдырау

2 БӨЛІМ. ТҮСТІ МЕТАЛДАР ӨНДІРІСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ

2.1 Өндірістік және технологиялық процестерді ұйымдастыру тәсілдері

Өндіріс процесі-бұл кәсіпорында өнім өндіруге қажетті адамдар мен құралдардың барлық әрекеттерінің жиынтығы. Өндірістік процесті ұйымдастыру арқылы тиімді пайдалануға қол жеткізу үшін оның элементтерін кеңістікте және уақытта біріктірудің әртүрлі әдістері түсініледі.

Технологиялық процесс-бұл еңбек объектісінің күйін өзгерту және анықтау әрекеттерін қамтитын өндірістік процестің бөлігі. Технологиялық процестерді орындау нәтижесінде материалдардың физикалық-химиялық қасиеттері, геометриялық пішіні, өлшемдері, бетінің сапасы, өндіріс объектісінің сыртқы түрі және т. б. өзгереді. Технологиялық процесс бөлшектерді өңдеумен тікелей байланысты. Технологиялық процестегі өңдеудің реттілігі мен әдістері Өндірістік бағдарламаға байланысты, оның мөлшері өндіріс ауқымын анықтайды.

2.1.1 Материалдық-техникалық, еңбек және қаржы ресурстары

Ресурстар-бұл қаражат, құндылықтар, қорлар, мүмкіндіктер, сондай-ақ қаражат, кіріс көздері. Қоғамның ресурстары арасында тауарлар мен қызметтерді өндірудің ең жоғары деңгейін қамтамасыз етуге қабілетті экономикалық әлеуетін құрайтын экономикалық ресурстар ерекше орын алады. Олар материалдық-техникалық, Еңбек және қаржылық болып бөлінеді.

Материалдық-техникалық ресурстар-негізгі және қосалқы өндірісте пайдаланылатын еңбек заттарын білдіретін ұжымдық термин.

Өндіріс процесін жүзеге асыру үшін кәсіпорынға әртүрлі ресурстар қажет. Өндіріс құралдары өндіріс процесіне жағдай жасайды. Кәсіпорын өндірісте және кәсіпорынды басқаруда әртүрлі жұмыстарды орындау үшін кәсіпорынға жұмыс күші қажет. Өндіріс үшін материалдық негіз дайын өнімдер тікелей өндірілетін Еңбек заттары болып табылады. Өндірістегі еңбек объектілері материалдық ресурстар түрінде болады: шикізат, материалдар, отын, энергия және т. б. Өндірісте ақаулардың болмауы үшін материалдық ресурстарды жеткізу үздіксіз және жүйелі түрде жүргізілуі керек, сондықтан кәсіпорынды материалдық ресурстармен қамтамасыз ету бойынша барлық жұмыстарды басқару қажет. Жалпы, кәсіпорын қызметінің бұл саласы "өндірісті материалдық-техникалық қамтамасыз ету"деп аталды.

Өндірісті материалдық-техникалық қамтамасыз ету процесі өндірістік жоспарға сәйкес талап етілетін материалдық-техникалық ресурстарды кәсіпорынның қоймаларына немесе бірден жұмыс орындарына уақтылы жеткізуге бағытталған.

Өндірісті материалдық-техникалық қамтамасыз етудің негізгі мақсаттары:

- кәсіпорын бөлімшелерін қажетті мөлшерде және тиісті сапада ресурстардың қажетті түрлерімен уақтылы қамтамасыз ету;
- ресурстарды пайдалануды жақсарту, оның ішінде еңбек өнімділігін арттыру, қорларды қайтару, өндірістік циклдердің ұзақтығын қысқарту, процестердің ырғағын қамтамасыз ету, айналым қаражаттарының айналымын азайту, қайталама ресурстарды толық пайдалану, инвестициялардың тиімділігін арттыру және т. б.;
- өндірістің ұйымдастырушылық-техникалық деңгейін және бәсекелестерде автокөлік қызметтерін көрсету сапасын талдау және бәсекеге қабілеттілікті арттыру немесе ресурстың нақты түрін жеткізушіні ауыстыру бойынша ұсыныстар дайындау.

Кәсіпорында аталған мақсаттарға жету үшін үнемі келесі жұмыстарды орындау қажет:

- ресурстардың нақты түрлері бойынша нарыққа маркетингтік зерттеулер жүргізу. Жеткізушілерді таңдауды мынадай талаптарға сүйене отырып жүзеге асыру ұсынылады: жеткізушіде лицензияның және осы салада жеткілікті жұмыс тәжірибесінің болуы, өндірістің жоғары ұйымдастырушылық-техникалық деңгейі, жұмыстың сенімділігі мен пайдалылығы, шығарылатын тауарлардың бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету, олардың қолайлы бағасы, жеткізу схемасының қарапайымдылығы және олардың тұрақтылығы;
- ресурстардың нақты түрлеріне қажеттілікті нормалау;
- ресурстарды жұмсау нормалары мен нормативтерін төмендету бойынша ұйымдастырушылық-техникалық іс-шараларды әзірлеу;
- өндірісті материалдық-техникалық қамтамасыз ету арналары мен нысандарын іздеуді жүзеге асыру;
- материалдық баланстарды әзірлеу;
- өндірісті ресурстармен материалдық-техникалық қамтамасыз етуді жоспарлауды жүргізу;
- ресурстарды жеткізуді, сақтауды және өндіріске дайындауды ұйымдастыру;
- жұмыс орындарын ресурстармен қамтамасыз ету;
- ресурстарды пайдалануды есепке алуды және осы процесті бақылауды жүзеге асыру;
- Өндіріс қалдықтарын жинауды және қайта өңдеуді ұйымдастыру;
- ресурстарды жұмсау тиімділігіне талдау жүргізу;
- ресурстарды пайдалануды жақсартуға ынталандыру.

Кәсіпорында бұл міндеттерді әртүрлі бөлімшелер мен қызметтер орындай алады.

Еңбек ресурстары-қоғамдық пайдалы еңбекпен айналысу үшін қажетті дене бітімі, ақыл-ой қабілеті, жалпы және кәсіби білімі, практикалық тәжірибесі бар халықтың бір бөлігі.

Кәсіпорынның кадрлары немесе еңбек ресурстары-бұл кәсіпорында жұмыс істейтін және оның тізімдік құрамына кіретін әртүрлі кәсіби және біліктілік топтарының қызметкерлерінің жиынтығы.

Кәсіпорынның кадрлық құрамы немесе персоналы және оның өзгерістері белгілі бір сандық, сапалық және құрылымдық сипаттамаларға ие, олар сенімділіктің аз немесе көп дәрежесімен өлшенеді және келесі абсолютті және салыстырмалы көрсеткіштермен көрсетіледі:

- кәсіпорын және оның ішкі бөлімшелері, жекелеген санаттар мен топтар қызметкерлерінің белгілі бір күнгі тізімдік және келу саны;
- белгілі бір кезеңдегі кәсіпорын және оның ішкі бөлімшелері қызметкерлерінің орташа тізімдік саны;
- кәсіпорын қызметкерлерінің жалпы санындағы жекелеген бөлімшелер қызметкерлерінің үлес салмағы;
- белгілі бір кезеңдегі кәсіпорын қызметкерлері санының өсу қарқыны;
- кәсіпорын жұмысшыларының орташа разряды;
- кәсіпорын қызметкерлері мен қызметкерлерінің жалпы санында жоғары немесе арнайы орта білімі бар қызметшілердің үлес салмағы;
- кәсіпорын басшылары мен мамандарының мамандығы бойынша орташа жұмыс өтілі;
- қызметкерлерді жұмысқа қабылдау және жұмыстан босату бойынша кадрлардың тұрақтамауы;
- кәсіпорындағы жұмысшылар мен жұмысшылар еңбегінің қормен жарақтандырылуы.

Қормен жарақтандырылу-материалдық өндіріс саласындағы кәсіпорындар қызметкерлерінің негізгі өндірістік құралдармен жарақтандырылуын сипаттайтын көрсеткіш

Еңбек ресурстарын басқару келесі кезеңдерді қамтиды:

1. Ресурстарды жоспарлау: адам ресурстарының болашақ қажеттіліктерін қанағаттандыру жоспарын жасау. Жоспарлау процесі үш кезеңнен тұрады:
   - қолма-қол ресурстарды бағалау;
   - болашақ қажеттіліктерді бағалау;
   - болашақ қажеттіліктерді қанағаттандыру бағдарламасын әзірлеу.
2. Қызметкерлерді қабылдау. Жұмысқа қабылдау барлық лауазымдар мен мамандықтарға кандидаттардың қажетті резервін құрудан тұрады, оның ішінен ұйым оған ең қолайлы қызметкерлерді таңдайды. Бұл ретте зейнетке шығу, ауысымдылық, жалдау шарты мерзімінің аяқталуына байланысты жұмыстан босату, ұйым қызметінің аясын кеңейту сияқты факторлар ескеріледі. Жинақ әдетте сыртқы және ішкі көздерден алынады.
3. Іріктеу. Таңдау туралы объективті шешім, жағдайларға байланысты, үміткердің біліміне, оның кәсіби дағдыларының деңгейіне, алдыңғы жұмыс тәжірибесіне, жеке қасиеттеріне негізделуі мүмкін.
4. Жалақы мен жеңілдіктерді анықтау: қызметкерлерді тарту, жалдау және сақтау мақсатында жалақы мен жеңілдіктер құрылымын дамыту.
5. Кәсіптік бағдарлау және бейімдеу: жалданған қызметкерлерді ұйымға және оның бөлімшелеріне енгізу, қызметкерлердің ұйым одан не күтетінін және ондағы қандай жұмыс лайықты баға алатындығын түсінуін дамыту.

6. Оқыту. Дайындық дегеніміз-қызметкерлерді олардың еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретін дағдыларға үйрету. Оқытудың түпкі мақсаты-өз ұйымын ұйымның мақсаттарына жету үшін қажетті дағдылар мен қабілеттерге ие адамдармен қамтамасыз ету.

7. Еңбек қызметін бағалау: еңбек қызметін бағалау әдістемесін әзірлеу және оны қызметкерге жеткізу. Негізінен, қызмет нәтижелерін бағалау үш мақсатқа қызмет етеді: әкімшілік, ақпараттық және мотивациялық. Әкімшілік функциялары: жоғарылату, төмендету, ауыстыру, еңбек шартын тоқтату.

Ақпараттық функциялар. Қызмет нәтижелерін бағалау адамдарға олардың жұмысының салыстырмалы деңгейі туралы хабарлау үшін қажет. Кезінде тиісті қою осы істі қызметкер біледі ғана емес, жеткілікті әрі тиісті және ол жақсы немесе ол жұмыс істейді, бірақ бұл нақты болып табылады, оны күшпен немесе әлсіздік және ол қандай бағытта болуы мүмкін жетілдірілетін болады.

8. Көтеру, төмендету, ауыстыру, жұмыстан шығару.

9. Басшы кадрларды даярлау, қызметтегі жоғарылатуды басқару: басшы кадрлардың қабілеттерін дамытуға және еңбек тиімділігін арттыруға бағытталған бағдарламаларды әзірлеу.

Кәсіпорындардың қаржылық ресурстары-бұл кәсіпорынның қаржылық міндеттемелерін орындауға, ағымдағы шығындар мен өндірісті дамытуға байланысты шығындарды қаржыландыруға арналған жеке ақшалай кірістер мен сыртқы кірістердің жиынтығы.

Капитал-өндіріске салынған және айналым аяқталғаннан кейін кіріс әкелетін қаржы ресурстарының бір бөлігі. Әйтпесе, капитал қаржы ресурстарының түрлендірілген нысаны ретінде әрекет етеді.

Кәсіпорындар үшін жалпы өнімнің қандай бағамен өндірілетінін, оны құруға қанша қаражат, оның ішінде негізгі қорлар қатысқанын білу маңызды. Жауапты келесі экономикалық көрсеткіштерді анықтау арқылы алуға болады:

- Қор беру-өндірілген өнім құнының өндірістік қорлардың бастапқы орташа жылдық құнына қатынасы;
- Қор сыйымдылығы-бұл қор шығарудың кері көрсеткіші. Өнімнің бір бірлігін өндіру үшін қанша қаражат жұмсалғанын көрсетеді.

Қаржы ресурстарын қалыптастыру көздері:

а) меншікті (ішкі):

- кірістер;
- негізгі қызметтен түсетін пайда;
- басқа қызметтен түсетін пайда;
- кеткен мүлікті сатудан түскен түсім, оны өткізу бойынша шығыстарды шегергенде;
- амортизациялық аударымдар;

б) әртүрлі шарттарда тартылған (сыртқы):

- меншікті тартылған;
- қарыз тартылған;
- қайта бөлу тәртібімен түсетіндер;

- бюджеттік қаржы бөлу.

Қаржылық ресурстарды кәсіпорын өндірістік және инвестициялық қызмет процесінде пайдаланады. Олар тұрақты қозғалыста және ақшалай түрде тек коммерциялық банктегі және кәсіпорынның кассасындағы есеп айырысу шотындағы ақша қалдықтары түрінде келеді.

2.1.2 Жұмыс орнында еңбекті экономикалық тиімді ұйымдастыру

Еңбекті ұйымдастырудың мәні. Нарықтық қатынастардың дамуы қалыпты бәсекелестік ортаның қалыптасуына ықпал етеді, онда өндіріс тиімділігіне үлкен әсер ететін Еңбек өнімділігі маңызды болады. Тиімділік көптеген факторларға байланысты, олардың қатарына жаңа техниканы және өндірістің прогрессивті технологиясын қолдану, қызметкерлердің кәсіби дайындық деңгейі, олардың тәртіптілігі мен бастамашылдығы кіреді. Еңбекті ұйымдастыру-бұл еңбек өнімділігін арттыру және қызметкерлерді ынталандыру үшін материалдық және еңбек ресурстарын тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін шаралар жүйесі. Еңбекті ұйымдастыру қызметтің бірқатар бағыттарын қамтиды:

- қызметкерлерді белгілі бір жүйеге біріктірілген еңбек функциялары мен жұмыс орындарына бөлуді, сондай-ақ қызметкерлерді өндірістік топтарға біріктіруді қамтитын еңбек бөлінісі мен кооперациясының ұтымды нысандарын әзірлеу;
- Еңбекті нормалау деңгейін басқару, Еңбек саны мен сапасын ескере отырып, оны моральдық және материалдық ынталандыру, сондай-ақ белгілі бір жұмыс көлемін орындау үшін қажетті жұмыс уақыты шығындарының мөлшерін белгілеу;
- жұмыс уақытын жоғалтуды жоюға, қолайлы еңбек жағдайларын және еңбек пен тынығудың ұтымды режимдерін жасауға мүмкіндік беретін жұмыс орындарын ұйымдастыру мен оларға қызмет көрсетуді қамтамасыз ететін еңбек процесін ұйымдастыру;
- еңбек процестерін ұтымды ету, еңбектің оңтайлы тәсілдері мен әдістерін енгізу;
- қызметкерлердің мотивтерінің, ынталандыруларының және қажеттіліктерінің құрылымына сәйкес келетін заманауи өтемақы пакеттерін қалыптастыруды қамтитын қызметкерлерді ынталандыру мен еңбекақы төлеудің тиімді жүйесін құру.

Кәсіпорын деңгейінде еңбекті ұйымдастыру жұмысшылардың өндіріс құралдарымен ұтымды өзара әрекеттесу жүйесін және еңбек процестерін жобалаудың белгілі бір тәртібіне негізделген және жоғары әлеуметтік-экономикалық нәтижелерге бағытталған еңбек бөлінісі негізінде оларды өндірісте дұрыс орналастыру жүйесін білдіреді. Жеке жұмыс орнында еңбек процесін ұтымды ұйымдастыруға және орындауға байланысты мәселелер бірінші орынға шығады: жұмыс орнын жоспарлау, жабдықтау және техникалық қызмет көрсету, Еңбектің прогрессивті әдістері мен әдістерін енгізу, еңбек процесін жұмысқа қажетті барлық заттармен біркелкі және үздіксіз қамтамасыз ету, қалыпты санитарлық-гигиеналық жағдайлар жасау.

Жоғарыда аталған барлық міндеттер кешенді түрде шешіледі және технологияны, технологияны, өндірісті ұйымдастыру мен басқаруды жетілдірумен байланысты.

Еңбекті ұйымдастыру принциптері. Еңбекті ұйымдастыру саласындағы қызмет жалпы, жеке және нақты болып бөлінетін белгілі бір принциптер негізінде жүзеге асырылады. Жалпы принциптерге күрделілік, жүйелілік, ғылыми, еңбекті ізгілендіру, тиімділік жатады. Еңбекті ұйымдастыру мәселелерін шешудегі күрделілік оның проблемалары бір уақытта әртүрлі ғылыми пәндермен (еңбекті ұйымдастыру, Еңбек экономикасы, еңбек әлеуметтануы, еңбек психофизиологиясы, Әлеуметтік психология, эгрономия, еңбек гигиенасы және т.б.) шешілуі керек.

Жүйелілік еңбекті ұйымдастырудың технология мен өндіріс технологиясының деңгейімен, сондай-ақ басқа ұйымдастырушылық ішкі жүйелермен өзара байланысында көрінеді. Ғылым жүйелілік пен шығындардың күрделілігі принциптері арқылы жүзеге асырылады. Еңбекті ғылыми ұйымдастыру еңбек шығындарын, жалақы қорын үнемдеуді қамтамасыз етеді және өнімнің өзіндік құнын төмендетуге ықпал етеді. Еңбекті ізгілендіру еңбекті ұйымдастыруда адам факторын ескеруден тұрады. Бұл принцип, сайып келгенде, жоғары өнімділік пен еңбек тәртібін қамтамасыз етеді, бұл айтарлықтай экономикалық нәтиже береді. Үнемділік принципі-еңбекті ұйымдастырудың бірдей мәселелерін әртүрлі тәсілдермен, ресурстардың әртүрлі шығындарымен шешуге болады.

Қамтылған сұрақтар шеңберіне байланысты *жеке принциптер* мен нақты мәселелер ажыратылады. Кәсіпорындардағы жеке принциптер еңбекті ұйымдастырудың жеке элементтері мен бағыттарына жатады. Олардың ішінде келесі принциптер ерекшеленеді:

- еңбекті бөлу және кооперациялау принципі-міндеттерді қарастыру кезінде өндірістік тапсырмалардың пропорционалдылығы және тең кернеуі, байланысты жұмысшылар арасындағы әрекеттердің үйлесімділігі, жұмыстың оңтайлы мамандануы, жұмыс күшінің өзгеруі мен оның мазмұнының өсуіне жағдай жасау, Орындаушының біліктілігі мен жеке қасиеттерінің орындалатын жұмыс талаптарына сәйкестігі;
- жұмыс орнын ұйымдастыру-жұмыс орнын кешенді жабдықтау және ұтымды жоспарлау;
- жұмыс орындарына қызмет көрсетуді ұйымдастыру – жоспарлануы, сенімділігі, жеделдігі және т. б.;
- жұмыстың ұтымды әдістері мен әдістерін орнату-қозғалыстарды, бұлшықет және жүйке энергиясын үнемдеу, қозғалыс ырғағы;
- еңбек жағдайларын жасау – сыртқы ортаның қолайсыз факторларының қызметкерге әсерін жою, еңбек қауіпсіздігі, Еңбек және демалыс режимдерін оңтайландыру және т. б.;
- персоналды іріктеу және біліктілігін арттыру – бос лауазымдарға орналасуға үміткерлерді тестілеу және басқа да тексеру негізінде кадрларды кәсіби іріктеу, біліктілікті арттырудың жүйелілігі және т. б.;
- жоғары еңбек тәртібін сақтау.

Ерекше қағидаттар жекелеген салалар, қызмет салалары немесе жекелеген жұмыс орындары үшін қолданылады.

Кәсіпорындағы еңбекті ұйымдастыру келесі міндеттер тобын шешеді:

- экономикалық – еңбек өнімділігінің өсуі, еңбек және жұмыс уақытының ресурстарын пайдалануды жақсарту, ресурстардың барлық түрлерін үнемдеу, өнімнің сапасы мен бәсекеге қабілеттілігін және өндіріс тиімділігін арттыру;
- ұйымдастырушылық-жұмыс тәртібі мен дәйектілігін анықтау, еңбек процесінің үздіксіздігін және жұмысшылардың біркелкі жүктемесін қамтамасыз ету, қызметкерлердің еңбек нәтижелері үшін жауапкершілік және ынталандыру жүйесін, сондай-ақ оны нормалау жүйесін құру;
- психофизиологиялық-еңбек шығындарын азайту, қызметкерлердің психологиялық үйлесімділігін қамтамасыз ету, сондай-ақ адамның психофизиологиялық сипаттамаларының еңбек қызметінің ерекшеліктеріне сәйкестігі;
- әлеуметтік-еңбектің мазмұны мен тартымдылығын арттыру, қызметкерлердің дамуына, олардың біліктілігін арттыруға, еңбек мансабын іске асыруға және олардың әл-ауқатының өсуіне жағдай жасау.

Кәсіпорынның мақсаттарына жету үшін оңтайлы және тиімді формалар мен тәсілдерді іздеуді көздейтін еңбекті ұйымдастырудың ғылыми тәсілі қажет.

Еңбекті ұйымдастыру формалары. Кәсіпорындағы еңбекті ұйымдастыру жүйесіне келесі элементтер кіреді: еңбек бөлінісі және кооперациясы, жұмыс орындарын ұйымдастыру, еңбек әдістері мен әдістері, еңбек нормалары, еңбекті жоспарлау және есепке алу, қолайлы еңбек жағдайларын жасау. Еңбек бөлінісі-бұл әр түрлі еңбек түрлерін бөлу және оларды өндіріс процесіне қатысушыларға бекіту. Еңбекті бөлудің мақсаты еңбек пен материалдық ресурстардың ең аз шығындарымен жоғары сапалы өнімді белгіленген мерзімде шығару болып табылады. Еңбек кооперациясы-бұл бір немесе әртүрлі, бірақ бір-бірімен байланысты еңбек процестеріне жүйелі және бірлесіп қатысу үшін көптеген орындаушылардың бірлестігі. Бұл әр түрлі еңбек функцияларын орындайтын жеке жұмысшылардың немесе жұмысшылар тобының әрекеттері арасындағы үлкен үйлесімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Еңбек кооперациясы оның бөлінуімен тығыз байланысты. Еңбек кооперациясының бірнеше формалары бар: аумақтық белгілері бойынша (цехаралық, цехішілік немесе учаске аралық, учаскеішілік немесе бригада аралық, колледжішілік ынтымақтастық); түрлер негізінде (функционалды, кәсіби, технологиялық және біліктілік).

Функционалды еңбек бөлінісі-бұл бүкіл жұмыс кешенін жұмысшылардың әртүрлі санаттары арасында олардың өндіріс процесіне қатысу сипатына және атқаратын функцияларына байланысты бөлу. Кәсіптік еңбек бөлінісі қызметкерлердің мамандығы және олар орындайтын жұмыстың күрделілігі ескеріле отырып жүргізіледі. Қызметкерлердің еңбегін кәсіби бөлу кезінде "лауазым" ұғымын "қызметкердің мамандығы"ұғымынан ажырату қажет. Лауазым қызметкердің құзыреттілігімен, оның

құқықтарымен, міндеттерімен және жауапкершілігімен айқындалады. Мамандық-бұл белгілі бір білім мен еңбек дағдыларын қажет ететін жұмыс түрі.

Технологиялық еңбек бөлінісі-бұл қолданылатын технологиялардың ерекшеліктеріне байланысты жұмыс түрлері мен өндірістік процестің кезеңдерін бөлу. Технологиялық еңбек бөлінісінің төрт түрі бар: пәндік, егжей-тегжейлі, операциялық және жұмыс түрлері. Еңбекті заттық бөлу кезінде Орындаушыға бүкіл бұйымды дайындаумен байланысты жұмыстарды орындау бекітіледі. Егжей – тегжейлі еңбек бөлінісі өнімнің дайын бөлігін-бөлшектерін дайындау үшін жұмысшыларға бекітуден тұрады. Операциялық еңбек бөлінісі-бұл қызметкердің бір немесе бірнеше технологиялық операцияларды орындауы. Бұл технологиялық еңбек бөлінісінің ең көп таралған түрі. Еңбек біліктілігінің бөлінуі қызметкерлердің белгілі бір білімі мен тәжірибесін қажет ететін жұмыстың әр түрлі күрделілігімен анықталады. Персоналдың біліктілігін сандық бағалау үшін шкалалау, саралау, тарифтеу және т. б. әдістері пайдаланылады.

Жұмыс орындарын ұйымдастыру оны өндірістің барлық қажетті құралдарымен жабдықтауды және жұмыс орнындағы барлық жабдықтардың ұтымды орналасуын қамтиды.

Еңбек әдістері мен әдістері – бұл барлық ресурстардың, соның ішінде адамның күш-жігерінің ең аз шығындарымен операциялар мен функциялардың орындалуын қамтамасыз етуге арналған әртүрлі жұмыстарды орындау тәсілдері. Олардың прогрессивтілігі өндіріс технологиясымен және ғылым мен техниканың жетістіктерін өндіріске енгізу деңгейімен анықталады.

Еңбек нормалары нақты еңбек жағдайлары үшін белгіленеді. Осы жағдайлардың өзгеруіне байланысты еңбек шығындары мен оның нәтижелерін оңтайландыру мақсатында еңбек нормалары да қайта қаралуға тиіс. Сонымен қатар, еңбек нормалары өндірісті жоспарлауды тиімді ұйымдастырудың негізі болып табылады.

Еңбекті жоспарлау және есепке алу қажетті жалпы еңбек шығындарын, персоналдың оңтайлы саны мен оның серпінін, жалақы қорын есептеу мақсатында, сондай-ақ еңбек шығындарындағы дұрыс пропорцияларды айқындау үшін жүргізіледі.

Қолайлы еңбек жағдайларын жасау-бұл қызметкердің жұмыс қабілеттілігі мен денсаулығына жағымды әсер ететін өндірістік орта мен еңбек процесі факторларының жиынтығы.

Еңбек кооперациясының маңызды нысандарының бірі-бригада. Өндірістік бригада деп жоспарлы тапсырманы бірлесіп орындайтын және еңбек нәтижелері үшін ұжымдық және жеке жауаптылықта болатын бірдей немесе әртүрлі кәсіптер, мамандықтар, біліктіліктер жұмысшыларының бастапқы еңбек ұжымы түсініледі. Кәсіби және біліктілік құрамына байланысты бригадалық Нысандар бөлінеді: мамандандырылған, олар біртекті технологиялық операцияны орындайтын бір кәсіптің жұмысшыларынан тұрады; күрделі бригадалар – технологиялық гетерогенді

жұмыстарды орындайтын, бірақ өзара байланысты әр түрлі кәсіптер мен мамандықтардың жұмысшыларынан тұрады. Бұл бригадалар негізінен пәндік мамандандырылған аудандарда құрылады, онда ең жоғары еңбек тиімділігіне қол жеткізу әр түрлі мамандықтағы жұмысшылардың әрекеттерін үйлестіруді талап етеді. Еңбекті ұйымдастырудың бригадалық формасының прогрессивтілігі ұжымдық материалдық қызығушылық, бригада мүшелерінің бірлігін нығайту, оларды бірлескен жұмыс тәжірибесімен байыту негізінде еңбек өнімділігінің өсуінен көрінеді.

Еңбек бөлінісінің формасын таңдау өндіріс түріне, өнім көлеміне, оның күрделілігіне байланысты. Еңбек бөлінісін жетілдірудің негізгі бағыттары кәсіптер мен лауазымдарды біріктіру, қызмет көрсету аймақтары мен жекелеген қызметкерлердің функцияларын кеңейту болып табылады. Жұмыстың аталған бағыттары жұмысшылардың кең өндірістік профилін қалыптастыруға әкеледі, жұмыс уақытын тиімді пайдалануға, жұмыстың біржақтылығы мен монотондылығын жеңуге, оның мазмұны мен өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Кәсіптерді біріктіру-бұл сабақ уақытында негізгі кәсіптегі жұмыстармен қатар бір немесе бірнеше басқа кәсіптер немесе мамандықтар бойынша жұмыс істейтін қызметкердің жұмысын ұйымдастырудың бір түрі. Кәсіптерді біріктіруді қоса атқаратын жұмыспен шатастырмау керек. Сырттай-бұл сабақтан тыс уақыттағы жұмыс, яғни негізгі жұмыс уақыты аяқталғаннан кейін.

2.1.3 Практикум

Мысал 1. Жұмысшылардың орташа саны *N* адам. Табыстардың жылдық сомасы Д, МӨЗ-дің орташа жылдық құны (негізгі өндірістік қорлар) $C_{срОПФ}$. 33-кестеде келтірілген бастапқы деректер бойынша негізгі құралдарды пайдалану көрсеткіштерін (қор қайтарымы, қор сыйымдылығы, қор жарақталуы) айқындау.

33-кесте - Тапсырма нұсқаларының кестесі

Бастапқы деректер	нұсқа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д, млн. тг	3,82	3,45	4,01	4,45	3,92	3,76	4,22	3,58	3,68	4,12
$C_{срОПФ}$, млн. тг	1,61	1,72	1,65	1,78	1,58	1,89	1,83	1,66	1,73	1,85
N, адам	507	452	548	602	558	489	523	588	497	610

Шешім бойынша нұсқаулар:

1.Негізгі құралдарды пайдалану көрсеткіштерін есептеуді негізгі қорлардың құнын және кіріс сомасын (қор беру, қор сыйымдылығы) пайдалана отырып жүзеге асырған жөн):

$$ФО = \frac{Д}{C_{срОПФ}}, \text{ опф құнының 1 теңгесіне тг. (359)}$$

мұндағы *Д*-кірістердің жылдық сомасы, тг;

$C_{срОПФ}$ - МӨЗ орташа жылдық құны, тг.

$$ФЕ = \frac{C_{срОПФ}}{Д}, \text{ тг.} \quad (360)$$

2. Қормен жарақтану көрсеткішін есептеу негізгі құралдардың орташа жылдық құнын және жұмыс істеушілер санының көрсеткішін пайдалана отырып жүзеге асырылуы тиіс:

$$ФВ = \frac{C_{срОПФ}}{N}, \text{ 1 қызметкерге тг.} \quad (361)$$

мұндағы *N*-жұмысшылардың орташа саны, адам.

3.Негізгі құралдарды пайдалану көрсеткіштеріне талдау жасаңыз.

Мысал 2. Бір жыл ішінде шахта *Q* тонна көмір сатты. Орташа көтерме бағасы 1 т көмір *ц*, тг. Сатылған көмірдің өзіндік құны *С* тг.
34-кестенің бастапқы деректері бар: көмірді сатудан Шахтаның жылдық пайдасы және 1 тонна көмірді сатудан түскен пайда.

34-кесте - Тапсырма нұсқаларының кестесі

Бастапқы деректер	нұсқа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q, мың т	750	760	770	780	790	750	760	770	780	790
Ц, тг	16,6	16,8	17,0	16,2	16,4	17,0	16,8	16,6	16,4	16,2
С, млн. тг	9,85	9,45	9,35	9,25	9,15	9,25	9,35	9,45	9,55	9,65

Шешім бойынша нұсқаулар:
1. Көмірді сатудан шахтаның $n_р$ жылдық табысын есептеу үшін 1 т көмірдің құнын шахта сатқан көмірдің жылдық көлеміне көбейту және бір жыл ішінде өткізілген көмірдің өзіндік құнының сомасын алып тастау қажет:

$$П_р = В\text{-}С; \quad (362)$$

мұндағы *В*-түсім, тг;
С-өзіндік құн, тг.

2. 1 тонна көмірді сатудан түскен пайданы есептеу үшін көмірді сатудан түскен жылдық пайданың сомасын алып, көмірді тоннамен сатудың жалпы көлеміне бөлеміз:

$$П_{1т} = П_р/Q, \quad (363)$$

мұндағы $П_р$-жылдық пайда, тг;
Q-көмірді сатудың жалпы көлемі, т.

Мысал 3. Тау-кен өндіру өнеркәсібінің кіші салаларының бірін дамытуға өндірістік мақсаттағы объектілер бойынша күрделі салымдар көлемі *КВ*.тг құрайды. Жоспар бойынша қарастырылып отырған кезеңде пайда өсімі *Т*.тг құрауы тиіс.

35-кестенің бастапқы деректерін пайдаланып анықтаңыз:

- күрделі салымдардың жалпы экономикалық тиімділігі;
- күрделі салымдардың жалпы тиімділігінің нормативтен ауытқуы;
- жалпы күрделі салымдардың өтелу мерзімі.

35-кесте - Тапсырма нұсқаларының кестесі

Бастапқы деректер	нұсқа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
П. млрд. тг	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Шаршы, млрд. тг	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8

Шешім бойынша нұсқаулар:

1. Формула бойынша жалпы экономикалық тиімділікті анықтаңыз:

$$Э_{П} = P / КВ \qquad (364)$$

мұндағы *П*-жылдық пайданың өсімі немесе экономикалық тиімділік, тг;
КВ-пайданың өсуіне себеп болған күрделі салымдар, тг.

2. Капитал салымдарының жалпы тиімділігінің нормадан ауытқуын есептеңіз:

$$А = Э_{П} - Е_{н} \qquad (365)$$

мұндағы $Е_{н}$ - тиімділіктің нормативтік коэффициенті ($Е_{н}$=0,15).

3. Формула бойынша өтелу мерзімін анықтаңыз:

$$Т_{п} = КВ/П \qquad (366)$$

4. Алынған жалпы экономикалық тиімділік көрсеткіштерін теңсіздікке ауыстыру арқылы мәселенің шешімін тексеріңіз:

$$Э_{П} \geq Е_{н.} \qquad (367)$$

2.1.4 Бақылау сұрақтары

1. Өндірістік және технологиялық процестер дегеніміз не?
2. Өндірісті материалдық-техникалық қамтамасыз етудің негізгі мақсаттары қандай?
3. Еңбек ресурстары дегеніміз не және еңбек ресурстарының құрылымы қандай?
4. Кәсіпорынның кадрлық құрамын сипаттайтын көрсеткіштер қандай?

5. Еңбек ресурстарын басқару кезеңдерін атаңыз.

6. Кәсіптік бағдарлау және бейімделу дегеніміз не?

5. Қаржы ресурстары дегеніміз не?

6. Қаржы ресурстары неден құралады?

7. Еңбек қызметін бағалау не үшін жүргізіледі?

8. Еңбекті ұйымдастыруды анықтаңыз?

9. Еңбекті ұйымдастыру қызметінің бағыттарын атаңыз.

10. Еңбекті ұйымдастырудың принциптері қандай?

11. Кәсіпорындағы еңбекті ұйымдастырудағы экономикалық міндеттерге не жатады?

12. Кәсіпорындағы еңбек бөлінісі дегеніміз не?

13. Еңбек кооперациясының қандай формалары бар.

14. Қормен қарулану қалай анықталады?

15. Кәсіптерді біріктіру дегеніміз не?

2.1.5 Тест тапсырмалары

1. Осы кәсіпорында өнім өндіруге қажетті адамдар мен құралдардың барлық әрекеттерінің жиынтығы.

D) технологиялық процесс

B) технологиялық операция

C) өнімді бақылау

D) өндірістік

E) өндірісті жоспарлау

2. Материалдық - техникалық байланысты ресурстар.

A) бюджеттік қаражат

B) персонал

C) капитал

D) жұмысшылар

E) шикізат

3. Әлеуметтік пайдалы еңбекпен айналысу үшін қажетті физикалық дамуы, ақыл-ой қабілеттері, жалпы және кәсіби білімі, практикалық тәжірибесі бар халықтың бір бөлігі.

A) еңбек ресурстары

B) материалдық-техникалық ресурстар

C) қаржылық ресурстар

D) капитал

E) Табиғи ресурстар

4. Еңбек ресурстарын басқару кезеңі.

A) оқыту

B) кадрлардың тұрақтамауы

C) қызметкерлер еңбегінің қормен жарақтандырылуы

D) амортизация

E) бюджеттік жоспарлау

5. Өндіріске салынған және айналым аяқталғаннан кейін кіріс әкелетін қаржы ресурстарының бір бөлігі.

A) пайда
B) капитал
C) өтелімділік
D) несие
E) амортизация

6. Еңбек өнімділігін арттыру және қызметкерлерді ынталандыру үшін материалдық және еңбек ресурстарын неғұрлым тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін шаралар жүйесі.

A) еңбек кооперациясы
B) еңбекті ұйымдастыру
C) еңбек бөлінісі
D) кәсіптерді біріктіру
E) амортизациялық аударымдар

7. Негізгі құралдардың орташа жылдық құнының жұмысшылар санының көрсеткішіне қатынасы.

A) экономикалық тиімділік
B) өтелімділік
C) қормен қарулану
D) өзіндік құн
E) күрделі қаржы

8. Еңбектің мазмұны мен тартымдылығын арттыруды қамтитын еңбекті ұйымдастыру міндеті.

A) экономикалық
B) ұйымдастыру
C) әлеуметтік
D) психофизиологиялық
E) материалдық

9. Қызметкер бір немесе бірнеше технологиялық операцияларды орындайтын еңбек бөлінісі.

A) пәндік
B) толық
C) сағаттық
D) операция бойынша
E) біліктілік

10. Пайданың күрделі салымдарға қатынасы.

A) өтелімділік
B) амортизация
C) қормен қарулану
D) экономикалық тиімділік
E) өндірістік өзіндік құн

2.2 Қоршаған ортаны қорғау және металлургия өндірісінің экологиялық аспектілері

2.2.1 Өндірісте қауіпсіз және салауатты еңбек жағдайларын ұйымдастыру. Саладағы еңбекті қорғауды басқару жүйесі

Қалыпты еңбек жағдайларын қамтамасыз ету тұрғысынан кәсіпорындағы еңбекті қорғауды басқару жүйесін еңбекті қорғау туралы заңнамаға сәйкес қызметкерлер мен лауазымды тұлғалардың міндеттерін орындауын қамтамасыз ету шаралары ретінде қарастыруға болады. Осы тұрғыдан алғанда, төменде келтірілген жұмысшылар мен лауазымды тұлғалардың міндеттері ерекше қызығушылық тудырады, олар кәсіпорын қызметкерлері үшін негіз бола алады.

Жұмысшы (қызметкер):

- жұмыс басталар алдында жеке қорғану құралдарының жарамдылығын, жабдықтардың, құрылғылардың, құрал-саймандардың жай-күйін, құралдардың болуын және т. б. тексереді.;
- егер оны орындау шарттары еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нұсқаулыққа қайшы келсе, сондай-ақ негізгі жұмыс бойынша да, басқа жұмысқа ауысқан немесе негізгі емес жұмысты орындаған жағдайда да еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нұсқамалықсыз жұмысты бастамайды;
- ол тек жұмыс жетекшісіне жүктелген жұмысты орындайды.
- жұмыс басшысына онымен немесе қызметтестерімен болған жазатайым оқиғалар туралы хабарлайды, жазатайым оқиғалар кезінде алғашқы көмек көрсетеді;
- ұжымдық еңбекті қорғау шартына ұсыныстар береді;
- жұмыскер еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нұсқаулықты бұзғаны үшін, заңнама талаптарына сәйкес еңбекті қорғау жөніндегі өз міндеттерін сақтамағаны үшін жауапты болады.

Шебер:

А) қамтамасыз етеді:

- машиналарды, механизмдерді, көлік құралдарын жарақтандыруды қауіпсіз пайдалану (техникалық ақаулы жарақтандыру тоқтатылуға тиіс), қалыпты санитариялық-гигиеналық еңбек жағдайларын сақтау, уландырғыш, тез тұтанатын заттармен қауіпсіз жұмыс істеу;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі бойынша анықталған бұзушылықтарды жою;
- бөлшектерді дұрыс жинау, өндірістік процестерді қауіпсіз жүргізу, жеке және ұжымдық қорғану құралдарын қолдану және олардың жарамды жай-күйі;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі жедел жоспарлар мен міндеттерді орындау, қызметкерлердің еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нұсқаулықтарды орындау.

б) ұйымдастырады:

- жұмысқа қабылданған жұмысшылардың тағылымдамасы;

- ашық ауада жұмыстарды орындау кезінде қысқа мерзімді демалуға арналған орындар;

- жазатайым оқиғалардан зардап шеккендерге алғашқы көмек көрсету;

- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері бойынша насихаттау, сигналдық түстер мен қауіпсіздік белгілерін енгізу.

- еңбек қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нормативтік актілердің талаптарын бұзған және бұзған адамдар қаралатын рапорттарды, ауысымдық – қарсы жиналысты өткізу жұмысшыларға еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері жөніндегі бұйрықтар, өкімдер және басқа да нормативтік құжаттар жеткізіледі. Нәтижелерді ауысымдық – қарсы жиналыс журналында және еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі бойынша профилактикалық жұмысты есепке алу күнделігінде (осы кәсіпорын үшін белгіленген нысан бойынша) ресімдейді);

- нұсқама журналдарына белгі қоя отырып, еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері бойынша жұмысшылардың білімін тексеруді және нұсқаманы уақтылы жүргізеді;

- қауіптілігі жоғары жұмыстардың орындалуына басшылық етеді;

- бағыныстықызметкерлерге еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері бойынша ауызша және жазбаша өкімдер береді;

- өзіне сеніп тапсырылған учаскеде еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі іс-шаралардың орындалуын бақылайды, оларды орындау мерзімдерінің бұзылғаны туралы бөлімше басшысына баяндайды.

- еңбекті қорғау жөніндегі уәкілетті өкілмен бірге жұмыс орындарының жай-күйіне тексеру жүргізеді және еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері бойынша бұзушылықтарды тіркеу журналына белгі қоя отырып, келтірілген кемшіліктерді жою жөнінде шаралар қабылдайды;

- қолданыстағы заңнамаға сәйкес алкогольдік немесе есірткілік масаң күйдегі адамдарды жұмыстан шеттетеді;

- жұмысшылардың өміріне немесе денсаулығына қауіп төнген жағдайда жұмысты тоқтатады.

Құрылымдық бөлімшенің басшысы:

А) қамтамасыз етеді:

- ғимараттардың, құрылыстардың, жарақтардың, құрылғылардың, құрал-саймандардың, желдеткіш құрылғылардың, цехтық көлік құралдарының жарамды және қауіпсіз жай-күйі.

- жұмыс орындарын қоршау қорғау құрылғыларымен, блоктау жүйелерімен және құрылғыларымен, сигнализациямен және басқа да ұжымдық қорғау құралдарымен жарақтандыру; еңбекті қорғау талаптарына жауап бермейтін өндіріс құралдарының жұмысын тоқтатады;

- жеке қорғану құралдарымен жұмыс істейтін;

- жұмыскерлерге қолданыстағы нормаларға сәйкес емдік-профилактикалық тағам, сүт, сабын беру;

- жұмыс орындары нұсқаулықтармен, жадынамалармен, плакаттармен, қауіпсіздік белгілерімен және т. б.;

- бөлімшедегі жұмысшылардың еңбек және демалуының оңтайлы режимі, қызметкерлерді медициналық тексеру;
- еңбек қауіпсіздігін арттыру мақсатында ғылым мен техника жетістіктерін енгізу;
- жазатайым оқиғалардың, кәсіби аурулардың, өрттердің, жарылыстардың алдын алу;
- еңбекті қорғау, өрт қауіпсіздігі және қазандық қадағалау мәселелері бойынша нормативтік-техникалық және басқа да құжаттаманың болуы;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі бөлімшенің перспективалық және ағымдағы жұмыс жоспарларын әзірлеу .

б) ұйымдастырады:
- қолданыстағы стандартқа сәйкес жұмыс орындарын еңбек жағдайлары бойынша аттестаттау;
- бөлімшені өрт сөндіру және сигнал беру құралдарымен жарақтандыру;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі іс-шаралар жоспарларын, мемлекеттік қадағалау, ведомстволық және өңірлік бақылау қызметтерінің бұйрықтарын, нұсқамаларын орындау;
- бөлімшедегі учаскелерде "Еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі" бұрыштарын ресімдеу»;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі нұсқаулықтарды әзірлеуді, есепке алуды және уақтылы қарауды және олармен қызметкерлерді нормативтік талаптарға сәйкес қамтамасыз етеді;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері бойынша нұсқамаларды уақтылы өткізу және білімдерін тексеру. Білімді тексеру нәтижелерін нұсқамаларды тіркеу журналдарында ресімдейді;
- жазбаша рұқсаттарды ресімдеу (жасақ жіберу-) және қауіптілігі жоғары жұмыстардың және уақытша отпен жүргізілетін жұмыстардың қауіпсіз орындалуын ұйымдастырады;
- бөлімшеде болған авариялады, өрттерді, жазатайым оқиғаларды, кәсіптік аурулар мен улануларды тексеруге қатысады және олардың алдын алу жөніндегі іс-шаралардың орындалуын қамтамасыз етеді;
- жұмыс орнында нұсқамадан өткеннен кейін қызметкерлерді өз бетінше жұмысқа жіберуге жазбаша рұқсат (бөлімше бойынша өкім) береді;
- еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі мәселелері бойынша әкімшілік-қоғамдық бақылау жұмысын ұйымдастырады;
- қызметкерлерді еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі, авариялардың, жазатайым оқиғалардың және кәсіптік аурулардың алдын алу жөніндегі жұмыстарды орындағаны үшін ынталандырады;
- кәсіпорында еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігінің бірыңғай күні айына кемінде екі рет еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігінің жай-күйін тексеру жөніндегі комиссияны басқарады. Тексеру нәтижелері бойынша бөлімше бойынша өкім шығарады, онда көрсетілген мерзімде кемшіліктерді жою жөніндегі іс-шаралар және оларды орындау жөніндегі жауапты адамдар белгіленеді;

- айына бір рет бөлімше жұмысшыларымен жұмыс жиналысын және басшылармен, мамандармен және еңбекті қорғау мәселелері жөніндегі уәкілетті өкілдермен кеңес өткізеді, онда еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жай-күйін қарайды, еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі профилактикалық жұмысты жетілдіру жөніндегі іс-шаралар қабылданады, басшылар мен мамандардың жұмысына баға береді. Жиналыстың (кеңестің) шешімін және жұмысты бағалауды хаттамамен және еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жөніндегі жұмысты есепке алу күнделігінде ресімдейді;

- ай сайын өндірістік жарақаттанудың, жалпы және кәсіптік аурулардың жай-күйіне, еңбек жағдайлары мен өрт қауіпсіздігінің жай-күйіне талдау жүргізеді;

- ай сайын еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі басқармасына еңбекті қорғау және өрт қауіпсіздігі жағдайы, еңбек жағдайларын жақсарту жөніндегі кешенді іс-шаралардың, Ұжымдық шарттың "еңбекті қорғау" бөлімінің іс-шараларының орындалуы, мемлекеттік қадағалау және ведомстволық бақылау органдарының нұсқамалары туралы анықтама ұсынады .

2.2.2 Өндірістік санитария

Өндірістік санитария-бұл зиянды өндірістік факторлардың жұмыс істейтіндерге әсерін жол берілгеннен аспайтын мәндерге дейін болдырмайтын немесе төмендететін ұйымдастырушылық, санитарлық-гигиеналық шаралар, техникалық құралдар мен әдістер жүйесі.

Зиянды өндірістік фактор-қоршаған орта мен еңбек процесінің факторы, оның белгілі бір жағдайларда (қарқындылығы, ұзақтығы) жұмысшыға әсер етуі кәсіби ауруды, жұмыс қабілетінің уақытша немесе тұрақты төмендеуін тудыруы, соматикалық және жұқпалы аурулардың жиілігін арттыруы мүмкін.

Шу-бұл пайдалы сигналдарды қабылдауға кедергі келтіретін әртүрлі күш пен жиіліктегі дыбыстардың хаотикалық жиынтығы. Шу адамға теріс әсер етеді және ауырсыну жағдайына, соның ішінде саңыраулыққа әкелуі мүмкін. Шудың әсерінен адамның импульсі мен тынысы тездетіледі. Ұзақ Шу орталық жүйке және жүрек-тамыр жүйесіне әсер етеді: шамадан тыс жұмыс белгілері пайда болады, назар әлсірейді, жүйке қозғыштығы жоғарылайды, жұмыс қабілеті төмендейді, шлунк-ішек жолдарының жұмысы бұзылады.

Жиілігі бойынша дыбыстық тербелістер үш диапазонға бөлінеді: жиілігі 20 Гц - тен аз инфрадыбыстық, жиілігі 20-дан 20000 Гц-ке дейінгі дыбыстық және ультрадыбыстық тербелістер 20 000 Гц-тен астам.

Адамның есту мүшелері 20-дан 20000 Гц-ке дейінгі жиілік диапазонында дыбыстық тербелістерді қабылдайды және 1 дБ көлемінде өзгерістерді сезінеді. Адамның құлағы 130 дБ дейін шу шығарады. 150 дБ-де адам үшін Шу шыдамсыз. 180 дБ кезінде металдың шаршауы пайда болады, нәтижесінде тойтармалар құрылымнан шығуы мүмкін.

Өндірістік шудың нормасы-дыбыс деңгейі 85 дБ дейін. Егер деңгей 20 дБ болса, онда мұндай шу тілдің анықтығына кедергі келтірмейді. 70 дБ және одан жоғары деңгейге көтерілгенде, тіл түсініксіз болады.

Шуды Машиналар, механизмдер, жұмыс істемейтін дизайн құралдары жасайды.

Шуылмен күресудің ең тиімді құралы-оны құру көзінде азайту: шулы технологиялық процестерді өзгерту және ауыстыру немесе шу деңгейі төмен жабдықтар: дыбыстық және дыбыстық оқшаулау; экрандау, шуды өшіргіштерді пайдалану; шуылдан қорғаудың жеке құралдары.

Діріл-бұл қатты заттардың механикалық тербелісі. Шу мен діріл арасында физикалық тұрғыдан ешқандай айырмашылық жоқ, бірақ оларды адамның қабылдауы басқаша: дірілді вестибулярлық аппарат пен жанасу арқылы, ал шуды есту органы қабылдайды. Діріл көзі механикалық, пневматикалық және электрлік соққы немесе айналмалы құралдар, жеткілікті амортизациясыз және дірілсіз орнатылған жабдықтар, сондай-ақ көлік және ауылшаруашылық машиналары болып табылады. Денеге әсер ету сипаты бойынша діріл адамның бүкіл денесіне, ал жергілікті діріл жұмысшының қолына өтеді. Жергілікті діріл жеке органдардың қанмен қамтамасыз етілуінің нашарлауына әкеледі, жалпы діріл жүрек пен орталық жүйке жүйесінің жұмысын бұзады. Дірілдің ұзақ және қарқынды әрекеті кезінде ауыр ауру пайда болуы мүмкін — діріл ауруы.

Дірілдің әсері оның жиілігіне байланысты. 6 Гц жиіліктегі тербелістер бүкіл организм үшін резонанстық болып табылады. Сонымен қатар, адам вестибулярлық аппаратқа және орталық жүйке жүйесіне әсер ететін тербелісті сезінеді. Мұндай діріл жиілігінің әрекеті кезінде "теңіз ауруы"деп аталатын ауру пайда болуы мүмкін.

Іш қуысы мүшелері үшін резонанстық жиілік (асқазан, бауыр, бірақ т.б.) 7 Гц, Бас үшін – 17-27 Гц. Осыған байланысты 5-8 Гц жиіліктегі тербеліс іштегі діріл сезімін тудырады; 17 - 25 Гц – тістердегі діріл сезімі; 40 Гц – аяқтардағы діріл сезімі.

Дірілмен күрес шаралары ұжымдық және жеке болып бөлінеді. Ұжымдық әдістер-бұл қозу көзіне әсер ету арқылы дірілді азайту әдістері және оның таралу жолындағы дірілді азайту әдістері.

Дірілден қорғаудың жоғарыда аталған әдістерін жүзеге асыру кезінде қолданылатын құралдар мыналарға бөлінеді:

- қоршау (қорғаныс);
- вибро оқшаулағыш;
- дірілді басатын және дірілді басатын;
- автоматты бақылау, дабыл және қашықтан басқару құралдары;
- дірілдейтін беттерді белгімен немесе бояумен белгілеу.

Қорғаныс құралдары адамның діріл әсер ететін аймаққа кіруіне жол бермейді. Құрылымдық жағынан олар металдан, ағаштан және басқалардан жасалған торлы, торлы және мөлдір емес кедергілер түрінде жасалуы мүмкін. Діріл тосқауылы көзден жұмысшының денесіне берілетін діріл деңгейін төмендетеді. Ол діріл көзі мен жұмыс істеп тұрған аралық серіппелі

байланыс арасындағы енгізу арқылы жүзеге асырылады, мысалы, серпімді тығыздағыштарға салынған машиналардың негізі.

Діріл сіңіру дегеніміз-механикалық тербелістердің (дірілдің) энергиясын энергияның басқа түрлеріне (жылу) айналдыру. Дірілді сіңіру жүзеге асырылуы мүмкін: үлкен ішкі үйкелісі бар құрылымдық материалдарды қолдану; өнімнің бетіне үлкен ішкі үйкелісі бар серіппелі тұтқыр материалдар қабатын қолдану.

Дірілді сіңіру машиналарды тұтқыр материалдармен (мастикат) жабу, тісті іліністерге арналған май ванналарын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Қашықтан басқару адамның зиянды діріл аймағында тұрақты болуын болдырмауға мүмкіндік береді.

Дірілден жеке қорғаныс құралдары:

- арнайы дірілден қорғайтын аяқ киім;
- жұмсақ төсеніштері бар қолғаптар мен қолғаптар;
- тербелмелі тұтқалар мен бөлшектерді ұстауға арналған серіппелі демпферлік төсемдер мен пластиналар.

Иондаушы сәуле. Иондаушы сәулелену-бұл қоршаған ортамен өзара әрекеттесуі әртүрлі белгілердің электр зарядтарының пайда болуына әкелетін сәулеленудің кез-келген түрі. Иондаушы сәулелерге α-, β - және γ-сәулелер, нейтрондар мен басқа ядролық бөліктердің ағындары жатады. Иондаушы сәулелену адам ағзасына еніп, биологиялық ұлпадан өтіп, онда зарядталған бөліктердің, бос электрондардың пайда болуына әкеледі. Жасушаның биохимиялық құрамындағы және метаболизмдегі өзгерістер орталық жүйке жүйесінің функцияларын бұзады, бұл өз кезегінде эндокриндік бездердің функциясының бұзылуына, тамыр өткізгіштігінің өзгеруіне әкеледі. Радиоактивті заттардың ағзаға мезгіл-мезгіл енуі олардың жиналуына және тірі Ұлпаның атомдары мен молекулаларының ионизациясының жоғарылауына әкеледі. Өзгерістер нәтижесінде биохимиялық процестердің қалыпты ағымы және метаболизм бұзылады, бұл радиациялық ауруға әкеледі. Теріге әсер ету, иондаушы сәуле күйікке немесе құрғақтыққа, шаштың түсуіне, көзге әсер ету кезінде катарактаға әкеледі. Тұқым қуалайтын ауруларға әкелетін генетикалық салдар да бар.

Ультракүлгін сәуле. Өндірістік жағдайларда ультракүлгін сәулелену көздері: электр доғалы дәнекерлеу, плазмалық жабдық, газ разрядты шамдар және т.б. болып табылады. Ультракүлгін сәулеленудің биологиялық әсері оны сіңіретін тірі жасушалар молекулаларының химиялық өзгеруіне байланысты және жасушалардың бөлінуі мен өлімінің бұзылуына әкеледі. Сәулеленудің үлкен дозаларының әсер ету ұзақтығы терінің және көру органдарының зақымдалуына әкелуі мүмкін. Ультракүлгін сәулеленуден қорғаудың тиімді әдісі-сәулелену көздерін экрандау. Жұмыс орындары қалқандармен, қалқандармен қоршалады, кабиналар жабдықталады. Жеке қорғаныс құралдары ретінде арнайы киім, аяқ киім, қолғап, көзілдірік және жарық сүзгілері бар қалқандар қолданылады.

Электромагниттік сәуле. Электромагниттік сәулелену көздері қуатты теледидар және радио тарату станциялары, жоғары жиілікті қыздырудың

өнеркәсіптік қондырғылары, өлшеу құралдары, сондай-ақ жоғары жиілікті желіге қосылған кез келген элементтер болып табылады. Электромагниттік өрістердің адам ағзасына әсері орталық жүйке жүйесінің функционалды бұзылуында. Бұл жағдайда субъективті сезімдер-шаршаудың жоғарылауы, бас ауруы, жұмыс қозғалыстарының дәлдігін төмендету, летаргия.

Қорғаудың негізгі түрлері:

- тікелей көзге жақын сәулелену азайту;
- экрандалған үй-жайда қашықтықтан бақылау және басқару;
- ұйымдастыру іс-шаралары (дозиметриялық бақылау жүргізу, медициналық қарап-тексеру, қосымша демалыс, қысқартылған жұмыс күндері));
- жеке қорғаныс құралдарын қолдану (Арнайы киім, қорғаныс көзілдірігі).

Лазерлік сәуле. Лазерлер техникада, медицинада қолданылады. Лазерлік сәулеленуге ең сезімтал орган-бұл көздер. Көз торының зақымдануы салыстырмалы түрде аз қарқындылықта да пайда болуы мүмкін. Лазерлік сәулеленуден қорғау құралдары ұжымдық және жеке болуы мүмкін.

Қарай ұжымдық тиесілі:

- технологиялық процесті бақылайтын телевизиялық жүйелерді қолдану, Қорғаныс экрандары;
- блоктау және сигнал беру жүйелері;
- лазерлік қауіпті аймақты қоршау.

Жеке:

- арнайы лазерге қарсы көзілдірік;
- қалқандар, маскалар;
- технологиялық халаттар мен қолғаптар.

Зиянды заттардың әсері. Физиологиялық әсерге сәйкес зиянды заттар 5 топқа бөлінеді:

- тыныс алу жолдарына, теріге, шырышты қабықтарға (қышқылдар, сілтілер, күкірт қосылыстары, аммиак және т. б.) әсер ететін тітіркендіргіш);
- тұншықтырғыш (инертті газдар, көмірқышқыл газы, метан, азот және т. б.));
- ішкі ағзаларға, қан тамырлары мен жүйке жүйесіне зақым келтіретін улар (спирттер, эфирлер, бензол, фенол, қалайы, қорғасын, сынап, марганец сияқты улы металдардың шаңы);
- ықпал ететін Ұшпа дәрілер есірткі әсері (ацетилен, ұшпа көмірсулар);
- шаң (инертті немесе аллергиялық реакциялар тудырады).

Адам ағзасына әсер ету дәрежесі бойынша зиянды заттар 4 қауіптілік класына бөлінеді:

1-өте зиянды;

2-жоғары орта;

3-орташа зиянды;

4-Төмен дәрежелі.

Шаңды ауа жағдайында жұмыс істеу терінің әртүрлі ауруларына, көздің қабынуына (конъюнктивит), мұрын және бронх демікпесіне,

бронхитке, тыныс алу жолдарының катарына және т.б., сондай-ақ ауыр кәсіби ауруларға (силикозға) және созылмалы улануға әкеледі.

Өндірістік үй-жайларда пайда болатын зиянды булар мен газдар ағзаның қалыпты жұмыс істеуінің бұзылуына әкеліп соғады және жедел және созылмалы улануларға әкелуі мүмкін.

Жұмысшыларды өнеркәсіптік газдардың, будың және шаңның әсерінен қорғау осындай негізгі шаралардың көмегімен жүзеге асырылады:

- зиянды секрециялармен бірге жүретін процестерді автоматтандыру және механикаландыру;
- технологиялық процестерді жетілдіру;
- жабдық конструкциясын жетілдіру (герметизациялау және сол сияқтылар);
- улы заттарды тікелей олардың пайда болған жерінен соруға арналған жергілікті желдету құрылғысымен;
- жеке құралдарды пайдалану (жалпы қорғаныс құралдарына қосымша арнайы киім, антисептикалық пасталар, көзілдірік, дулыға, маскалар, газ маскалары және респираторлар қолданылады).

2.2.3 Өрт қауіпсіздігі

Жану процесі туралы жалпы мәліметтер. Жану-заттардың күрделі, жылдам химиялық түрленуі, ол жылудың едәуір мөлшерін шығарумен және жарқын жарқылмен (жалынмен) бірге жүреді.

Өрт-бұл материалдық зиян келтіретін арнайы өрт ошағынан тыс бақыланбайтын жану процесі. Жану кезінде жану фронтының таралу жылдамдығы секундына миллиметрмен өлшенеді. Жанудың пайда болуы үшін бір уақытта үш фактордың болуы қажет: жанғыш зат, жеткілікті оттегі немесе басқа тотықтырғыш, жану реакциясын тудыратын жылу импульсі (жану көзі).

Егер жанғыш емес зат ауада тұрақты температурада қыздырылса, онда белгілі бір уақыт өткеннен кейін заттың температурасы t_0 қыздыру температурасына жетеді. Бұл температураға жетудегі кешіктіру кезеңі тек массаға, жылу сыйымдылығына, жылу өткізгіштікке, материалдың конфигурациясына және ауа мен материалдың бастапқы температуралық айырмашылығына байланысты.

Салыстырмалы түрде төмен ауа температурасында тұтанғыш заттар да әрекет етеді. Алайда, белгілі бір *t* температурасына жеткенде, бұл заттар ыдырай бастайды және тотығады, қолайлы жағдайларда заттың өздігінен қызуына әкелетін жылу шығарады. Тотығуды тездететін қоспалар болмаған жағдайда, *t* температурасын өздігінен қыздыру температурасы деп аталатын жанғыш материалдың тотығуының басталу температурасы ретінде алуға болады.

Өздігінен қыздыру процесінде температураның өздігінен көтерілуі жылу шығару жылдамдығы оның шашырау жылдамдығынан асқанға дейін созылуы мүмкін. Егер қандай да бір сәтте бұл жылдамдықтар теңестірілсе,

онда заттың температурасы белгілі бір максимумға жетеді, содан кейін түсе бастайды.

Егер жылу шығару жылдамдығы жылу шығару жылдамдығынан үнемі жоғары болып қалса, онда заттың температурасы үздіксіз көтеріліп, T_2 температурасына жетеді, онда заттың ыдырау өнімдерінің өздігінен тотығуы басталады, бұл жануға әкеледі. Жану өздігінен қызудың салдарынан пайда болғандықтан, бұл сыни температураны өздігінен жану температурасы деп атауға болады.

Пайда болу сипатына байланысты жану процесі жану немесе өздігінен жану деп аталады.

Өрттің себептері мен жіктелуі. Талдау көрсеткендей, өрттің негізгі себептері:

- жылу агрегаттарының ақаулығы және оларды пайдалану кезінде қауіпсіздік қағидаларын бұзу;
- отты абайсыз және абайсыз қолдану;
- технологиялық жабдықтың ақаулығы;
- Электр қондырғыларының-желілердің, аспаптардың, қозғалтқыштардың ақаулығы;
- газ және шаң-ауа қоспаларының жарылыстары;
- статикалық және атмосфералық электр тогының разрядтары.

Өрттер бес сыныпқа бөлінеді:

- А класы. Жануы салдарынан бықсыған күл (қағаз, ағаш, резеңке және т. б.) пайда болатын қарапайым қатты тұтанатын материалдардың өрттері);
- В класы. Тұтанатын сұйықтықтар мен қатты заттардың өрттері, олар жанған кезде ериді және күл пайда болмай, сұйықтық ретінде жанады;
- с сыныбы, тұтанатын газдардың өрттері;
- d класы. Төмен және орташа балқу температурасы бар металдардың, сондай-ақ баяу балқитын металдардың өрттері;
- сынып Е. Электр жабдықтарының өрттері.

Жарылыс және өрт қауіптілігі бойынша өндірісті жіктеу.

Газдар мен булардың жарылыс және өрт қауіптілігінің маңызды көрсеткіші сыртқы тұтану көзінен тұтанатын ауадағы олардың концентрациясымен анықталатын тұтану (тұтану) шекарасы болып табылады. Бұл аймақтағы шекті концентрациялар жанғыштықтың жоғарғы және төменгі шегі ретінде анықталады.

Тұтанатын сұйықтықтардың өрт қауіптілігі температуралық жағдайлармен анықталады.

Төменгі температура шекарасы сұйықтықтың температурасы деп аталады, онда бекітілген көлемдегі ауаның қаныққан буларының концентрациясы, егер оған от көзі ұсынылса, қоспасы жасай алатын мөлшерге жетеді.

Жоғарғы температура шекарасы сұйықтықтың температурасы деп аталады, онда қоспасы оған тұтану көзі қосылған кезде де жұмыс істей алады. Төменгі және жоғарғы температура шекарасындағы сұйықтық

буының концентрациясы жанғыштықтың төменгі және жоғарғы концентрациялық шекарасына сәйкес келеді.

Шаңның жарылу қаупі өздігінен тұтану температурасымен және эксперименттік стандартты аспаптармен анықталатын тұтанудың төменгі концентрациялық шекарасымен сипатталады.

Жанғыш заттардың бұл бөлігі әдетте ұшпа деп аталады. Ұшпа заттардың жану процестерін түсіндіру үшін газдар мен булардың жануына тән заңдылықтар қолайлы.

Өндірістік құрылыстардың, үйлер мен үй-жайлардың өрт және жарылыс қауіптілігі өрттің туындау ықтималдығы мен мөлшерін анықтайтын технологиялық процестің сипатына байланысты.

"Өнеркәсіптік кәсіпорындардың өндірістік құрылыстары" ҚНжЕ 2.09.02-85 сәйкес өндіріс пен құрылыстарды жарылыс және өрт қауіптілігі бойынша бес санатқа бөледі (36 - кесте).

Тиісінше өндірістік үй-жайлар және жарылыс пен өрттің қауіптілігіне қатысты аулалық қондырғылар келесі сыныптарға бөлінеді:

- в-I класына тек апаттар кезінде ғана емес, сонымен қатар қалыпты қысқа жұмыс режимінде де бу мен газдардың қоспалары пайда болатын бөлмелер жатады. Осы сыныптың үй-жайларында электр жабдықтары мен электр желілерін жобалауға және пайдалануға қойылатын талаптар әсіресе жоғары болуы керек;
- в-Iа сыныбына тұтанғыштықтың төменгі шоғырлану шекарасы (15% және одан жоғары) булар мен газдардың жарылыс қауіпті қоспалары бар және жарылыс қауіпті концентрациялар жекелеген өндірістік учаскелерде, сондай-ақ жұмыс сору шкафтарында немесе сору шатырларының астында жүргізілетін, аз мөлшерде от қауіпті газдар мен сұйықтық булары бар үй-жайлар жатады;
- В-Iг класына газдар мен булар бар аулалық қондырғылар, сондай-ақ жанғыш сұйықтықтар, мысалы, жеке тұрған ыдыстар, газгольдерлер жатады;
- В-II және В-IIа сыныптарына шаң мен ыстық талшықтардың жарылысына қатысты қауіпті үй-жайлар жатады. В-II класты үй-жайларда шаң мен талшықтардың жарылыс қаупі бар қоспалары тек авария кезінде ғана емес, сондай-ақ қалыпты жұмыс режимдерінде де түзілуі мүмкін. В-IIа сыныбының үй-жайларында бу мен газдардың жарылыс қаупі бар қоспалары тек авария немесе ақаулық кезінде ғана түзілуі мүмкін.

36-кесте - Өндірістің жарылыс және өрт қауіпті санаттары

Өндіріс санаты	Өндірістегі заттар мен материалдардың сипаттамасы
А Жарылыс өрт қауіпті	Төменгі концентрациялық шекарасы бар тұтанғыш газдар (тұтанғыштық) ауа көлемінен 10% және одан аз, тұтану температурасы 28^0С дейінгі сұйықтықтар, егер осы газдар мен сұйықтықтардан үй-жайдағы ауа көлемінің 5% - нан асатын көлемде жарылыс қаупі бар қоспалар пайда болса; сумен, ауа оттегімен немесе біреуімен өзара әрекеттескенде жарылуға және жануға қабілетті заттар.
Б Жарылыс өрт қауіпті	Төменгі шоғырлану шегінің жарылғыштығы ауа көлемінің 10% жоғары тұтанғыш газдар, тұтану температурасы 28-ден 61^0с қоса алғанда жоғары сұйықтықтар, өндіріс жағдайында тұтану температурасына және одан жоғары қыздырылған сұйықтықтар, тұтану температурасы 65 г/м^3 және одан төмен болатын тұтанғыш аралар немесе талшықтар, егер осы газдардан, Сұйықтықтар мен шаңдардан үй-жайдағы ауа көлемінің 5% асатын көлемде жарылыс қаупі бар қоспалар түзілуі мүмкін болса
В Өрт қаупі бар	Тұтану температурасы 61^0с-тан жоғары сұйықтықтар; тұтанғыш аралар немесе төменгі жарылғыш шекарасы 65 г/м^3-ден жоғары талшықтар, қатты жанғыш заттар мен материалдар; сумен, ауамен өзара әрекеттескенде немесе басқаларының біреуі ғана жануға қабілетті заттар
Г	Ыстық, қызған немесе балқытылған күйдегі жанбайтын заттар мен материалдар, оларды өңдеу процесі сәулелі жылу, ұшқын және Жалын шығарумен сүйемелденеді; отын ретінде жағылатын немесе кәдеге жаратылатын қатты заттар, сұйықтықтар және газдар
Д	Суық күйдегі жанбайтын заттар мен материалдар

Өрт қауіптілігі мен отқа төзімділігіне қатысты материалдар мен құрылымдардың жіктелуі. Жануы мүмкін барлық сұйықтықтар екі сыныпқа бөлінеді: I сынып – тұтану температурасы 61°С – тан төмен сұйықтықтар (бензин, спирт, эфир); II сынып-тұтану температурасы 61°С-тан жоғары сұйықтықтар (майлар, мазуттар). Біріншісі жанғыш, екіншісі жанғыш сұйықтықтарға жатады.

Жануға қатысты барлық материалдар мен конструкциялар үш топқа бөлінеді: жанбайтын, жануы қиын және жанғыш (немесе дәл: тұтанбайтын, жануы қиын және тұтанғыш).

Отқа төзімді материалдар оттың немесе жоғары температураның әсерінен жұмыс істемейтін, шірімейтін және күйіп кетпейтін материалдарға жатады (асбест, гранит, бетон). Жануы қиын-оттың немесе жоғары температураның әсерінен олар қатты жағылады, бықсып, күйіп кетеді және от көзі болған кезде жануды немесе бықсуды жалғастырады.

Оттың немесе жоғары температураның әсерінен жанғыш материалдар өрт көзін алып тастағаннан кейін жағылады, айналысады және жануды жалғастырады.

Үйлер мен құрылыстардың тораптарының, конструкцияларының өрт жағдайында жоғары температурада беріктігін сақтау қабілеті отқа төзімділік деп аталады, ол сандық түрде отқа төзімділік шекарасымен сипатталады. Сонымен қатар, негізгі Құрылыс құрылымдары эксперименталды түрде анықталған немесе есептелген өрттің таралу шекараларымен сипатталады.

Отқа төзімділік шекарасы-бұл құрылыс құрылымын отқа төзімділікке сынау басталғаннан бастап келесі белгілердің біріне дейінгі уақыт:

- құрылымда жану өнімдері немесе жалын өтетін жарықтар немесе клапандар арқылы пайда болады;
- құрылымның отқа қатысты кері бетіндегі температураның орташа 140 °С-тан астам немесе осы беттің кез келген нүктесінде 180 °С-тан астам жоғарылауы;
- конструкцияның көтергіш қабілетінің жоғалуы, яғни құрылымның құлауы.

Өрт сөндіру тәсілдері мен құралдары. Тиімді сөндіру үшін өрт сөндіру қоспасын беру әдісі мен тактикалық ерекшеліктері үлкен маңызға ие. Бұл үшін қолданылатын өрт сөндіру қоспасы мен аппараттың қарқындылығы, жылдамдығы, берілу бағыты. Олар келесідей жіктеледі:

- отқа берілетін су негізінен салқындатқыш әсер береді;
- химиялық және ауа-механикалық көбік, оқшаулағыш әсер етеді;
- инертті газдар, тотықтырғышты сұйылтады;
- галоид-көміртегі қоспалары-химиялық ингибиторлардың қасиеттеріне ие;
- ұнтақ қоспалары әмбебап отқа төзімді қасиеттерге ие;
- аралас қоспалар (ұнтақты және көбікті қоспаларды біріктіру, су-галоидоугл көмірсутекті эмульсиялар және т.б.).

От сөндіргіш қоспалар жалынға сөндірудің стационарлық және жылжымалы қондырғыларының көмегімен, сондай-ақ қол өрт сөндіргіштердің көмегімен берілуі мүмкін.

Газ беру трактілеріндегі өртті сөндіруге болады: судың, будың, сығылған ауаның немесе азоттың күшті ағынымен жалынның үзілуі; газдың жарылу орнын саздың қалың ерітіндісімен бітеу; газды өткізетін тесікке тығынды бітеу және тесікті асбестпен нақыштау; сумен бір мезгілде қатты сулай отырып, асбест кенепінен бұласыр салу; газ қысымын 500 Па дейін төмендету; газ құбырын бумен толтыру.

Химиялық көбік қалыптастыру үшін PGP және PGP көбік ұнтақтары (көбік ұнтақтары) қолданылады, олар екі бөліктен тұрады – қышқыл және сілтілі.

Көбік генераторлық ұнтақтар стационарлық жылжымалы немесе портативті көбік генераторларында қолданылады. Олардың әрекет ету принципі қысыммен су ағыны бункерден көбік ұнтақтарын ұстап, онымен араласып, пайда болған көбік өрт орнына жеткізілетіндігіне негізделген.

37-кесте - Өрттердің жіктемесі және от сөндіргіш құралдар

Сынып өрт	Тұтанғыш ортаның немесе объектінің сипаттамасы	Ұсынылған от сөндіргіштер мен қоспалар
A	Кәдімгі қатты жанғыш материалдар (ағаш, көмір, қағаз, резеңке, тоқыма материалдары және т. б.).)	Өрт сөндіргіштердің барлық түрлері (ең алдымен су)
B	Қызған кезде тұтанатын сұйықтықтар мен балқитын материалдар (мазут, бензин, лактар, майлау майлары, спирт, стеарин, каучук, кейбір синтетикалық материалдар және т. б.))	Су, көбіктің барлық түрлері, галоидоалкилдер негізіндегі қоспалар, ұнтақтар
C	Тұтанғыш газдар (сутегі, ацетилен, көмірсулар және т.)	Газ қоспалары: инертті сұйылтқыштар (N_2, CO_2), галоид-көмірсутекті, ұнтақтар, су (салқындату үшін)
E	Кернеуде тұрған электр қондырғылары	Галоид-көмірсутекті, көміртегінің қос тотығы, ұнтақтар
D	Металдар және олардың қорытпалары (калий, натрий, алюминий, магний және т. б.))	Ұнтақтар (жану бетіне тыныш қызмет көрсету кезінде).

Ауа көбігі-бұл ауаның, судың және көбік түзгіштің механикалық қоспасы (PU-I, PU-6, PU-ia, PU-ID).

Көбікті қарапайым және жоғары көбейтіндімен ажыратыңыз. Көбіктің еселігі деп түзілген көбіктің литріндегі көлемнің жұмсалған компоненттердің литріндегі көлемнің қосындысына қатынасын түсіну керек. Қазір ауа-механикалық көбік 50-200 немесе одан да көп еселенеді.

Жану аймағына инертті газдарды (азот, көміртегі диоксиді, түтін және пайдаланылған газдар, сондай-ақ су буы) беру кезінде тотықтырғыштың концентрациясы төмендейді, жану жылдамдығы төмендейді және инертті газдардың белгілі бір концентрациясы кезінде жану процесі тоқтайды.

Инертті газдарды көлемді сөндіру үшін, сондай-ақ тұтанатын сұйықтықтардың, Іштен жану қозғалтқыштарының, Электр қозғалтқыштарының және басқа да электр техникалық қондырғылардың шағын беттерін сөндіру үшін пайдаланады.

Көлемдік сөндіру кезінде инертті газдардың от сөндіргіш концентрациялары жанып жатқан заттардың қасиеттеріне және үй-жайлардың өрт қауіптілігіне байланысты және азот үшін 32-40% құрайды (об.), көміртегі диоксиді 25-30% (об.), су буы 35% (об.).

Жану аймағына химиялық тотығу реакциясын тежейтін заттар енгізілгенде, олар ыстық зат иондарымен әрекеттесетін және жануды тежейтін иондарға ыдырайды. Олардың басқа өрт сөндіргіш заттардан негізгі артықшылығы-шағын отсөндіргіш концентрация. Осылайша, шартты түрде аталатын ең көп қолданылатын отқа төзімді қоспалар үшін: 3,5 (70% бромды этил және 30% көмірқышқыл газы) және УНД (97% бромды этил және 3% көмірқышқыл газы), отқа төзімді концентрация шамамен 4,5-6% құрайды.

Қоспаның тиімділігі 3,5, көміртегі диоксидімен сөндірудің тиімділігінен 3,5 есе жоғары, демек, шартты атау.

Қатты ұнтақтар түріндегі от сөндіргіш заттар әртүрлі заттар мен материалдардың, сондай-ақ сөндіру кезінде басқа от сөндіргіш құралдарды қолдануға болмайтын материалдардың аз жануы жағдайында қолданылады. Ол үшін PS-1, PS-2, Хіа-2, PSB арнайы қоспалары жасалды. СИИ-2 ұнтағының құрамына тетрафтордиброметанмен қанықкан силикагель, ал ПСБ ұнтағының құрамына натрий немесе калий бикарбонаты кіреді.

Өрт сөндіргіштер. Жануды сөндіру жағдайларына байланысты өрт сөндіргіштердің әртүрлі түрлері жасалды, олар от сөндіргіш заттың түріне және оны ығыстыру тәсілдеріне қарай жіктеледі.

Сұйық өрт сөндіргіштерде таза су, беттік-белсенді заттар қосылған су немесе әртүрлі химиялық қосылыстардың сулы ерітінділері қолданылады.

Химиялық көбікті өрт сөндіргіштер өрт сөндіргіштің Болат корпусына құйылған сілтілік масса ($NaHCO_3$ негізінде) мен корпустың жоғарғы бөлігіне орналастырылған полиэтилен стаканға құйылған қышқыл ($H_2SO_4 + Fe(SO_4)_3$ негізінде) арасындағы реакция салдарынан өрт сөндіргіштің ішінде алынатын химиялық көбікпен сөндіруге арналған. Химиялық көбікті өрт сөндіргішті іске қосу үшін қышқыл стақан клапанын ашатын тұтқаны көтеріп, өрт сөндіргішті басымен төмен лақтыру керек. Әйнектен ағып жатқан қышқыл мен сілтілік массалар арасындағы реакцияға байланысты саптамаларға кірер алдында көмірқышқыл газы пайда болады, ол корпус ішінде 1,4 МПа (14 кгс/см^2) қысым жасайды, ол көбікті ағынмен шығарады.

Көбіктің шығу жиілігі, яғни оның көлемінің ерітінді көлеміне қатынасы 4-6 құрайды.

Ауа-көбікті өрт сөндіргіштер Сілтілік металдар мен кернеудегі электр қондырғыларын, сондай-ақ ауаға қол жеткізбей жанатын заттарды қоспағанда, әртүрлі заттар мен материалдардың жануын сөндіруге арналған. Ауа-механикалық көбік саңылаулар арқылы беттік белсенді заттың 5-6% сулы ерітіндісінің өтуімен алынады. Бүріккіш-саптамада ерітінді тамшыларға ұсақталады, олардың ағыны ауа саптамасына ауысып, 6-8 еселік көбік түзеді. Торы бар саптамада көбік тордағы көпіршіктерді үрлеу нәтижесінде пайда болады, көбік жиілігі 50-70. Ағынның ұзындығы 3-6 г.

Ауа-көбікті өрт сөндіргіш Болат корпусынан, бекіту-іске қосу құрылғысы бар қақпақтан, баллоннан (көмірқышқылдан) және ауа-механикалық көбік қалыптастыру үшін саптамасы бар сифонды түтіктен жиналады. Ауа-көбікті өрт сөндіргішті оқтай отырып, корпусты көбік түзгіштің ерітіндісімен толтырады және газ баллонын өрт сөндіргіштің қақпағына қояды. Ерітінді 15-20 °С су температурасында бөлек контейнерде дайындалады.

Ұнтақты өрт сөндіргіштер жанғыш және жанғыш сұйықтықтардың, сілтілі жер металдарының, кернеулі электр қондырғыларының жануын сөндіруге, сондай - ақ үлкен материалдық құндылықтары бар объектілердегі (зертханалар, мұражайлар, сурет галереялары және т.б.) өрттерге қарсы арналған.

Ұнтақты өрт сөндіргіштердің от сөндіргіш заты-бұл қосымша бүріккіште орналасқан артық газ қысымымен сөндіргіш корпусынан шығарылатын ұнтақ қоспалары.

Көмірқышқыл газын өрт сөндіргіштер ауаға қол жеткізбестен жануы мүмкін заттарды қоспағанда, әртүрлі заттар мен материалдардың жануын сөндіруге арналған. Көмірқышқыл өрт сөндіргіштерімен 1000 В аспайтын кернеуде тұрған электр қондырғыларын сөндіруге болады.

Найзағайдан қорғау. Найзағай-бұл атмосфералық электр энергиясының қарқынды разряды, яғни электрлік зарядталған бұлт пен жер арасындағы немесе екі бұлттың әр түрлі зарядталған шеттері арасындағы разряд. Найзағай бұлттарының электростатикалық электрленуі қуатты ауа ағындарының қозғалысына және олардағы су буының конденсациясына байланысты. Найзағайдың үйлер мен құрылыстарға әсері тікелей соққы, электростатикалық немесе электромагниттік индукция түрінде және жоғары электрлік потенциалдарды енгізу түрінде болуы мүмкін.

Найзағайдың бұл түрлерінің ішіндегі ең қауіптісі-тікелей соққы, себебі найзағайдың объектімен тікелей байланысы жүреді, ол арқылы найзағайдың қысқа мерзімді (импульстік) тогы өтеді.

Найзағайдың тікелей соққысы кезінде найзағай арнасы арқылы 20-50 кА ток өтіп, оны 3000 °С дейін қыздыратыны анықталды.

Найзағайдың зақымдану қаупін болдырмау үшін олар қорғаныс жабдықтарымен жабдықталған, бұл адамдарды, үйлер мен құрылыстарды, жабдықтар мен материалдарды найзағайдың әсерінен пайда болатын жарылыстардан, жанудан және жойылудан қорғауға арналған қорғаныс құралдарының кешені, ал ауылшаруашылық кәсіпорындарының үйлерінде жануарлар мен құстардың қауіпсіздігі үшін.

Найзағайдың электр разрядын алуға арналған құрылғылар оның тогын жерге жібереді және найзағай деп аталады.

Найзағайдың қорғаныс аймағы-бұл найзағайға жақын орналасқан және құрылымды жеткілікті сенімділік деңгейімен (99%) найзағайдың тікелей соққыларынан қорғайтын кеңістіктің бөлігі. Қорғаныс аймағының радиусы бір немесе басқа найзағай үшін нақты параметрлер бойынша есептеледі. Қажетті қорғаныс шараларының сипатына байланысты барлық үйлер мен құрылымдар үш санатқа бөлінеді. I санатқа Украина аумағының кез келген жерінде орналасқан в-I және В-2 кластарының жарылыс қаупі бар аймақтары бар өнеркәсіптік үйлер мен құрылыстар, II санатқа – жылына 10 және одан да көп сағат орташа найзағай қызметі бар жерлерде орналасқан в-Іа, в-Іб және В-IIа кластары бар өнеркәсіптік үйлер мен құрылыстар жатады. Осы категорияға сәйкес, осы объектілердің Украина аумағында орналасқан жеріне қарамастан, В-Іг класына жататын ішкі технологиялық қондырғылар мен ашық қоймалар қоршалуы керек. Осы санаттар (I және II) бойынша үйлер мен құрылыстарды найзағайдың тікелей түсуінен, электростатикалық және электромагнитті индукциядан қорғау және жерүсті және жерасты металл конструкциялары мен коммуникациялары арқылы жоғары әлеуеттерді енгізу көзделеді.

III санатқа көптеген басқа өндірістік, ауылшаруашылық, тұрғын үй және қоғамдық ғимараттар, құрылыстар мен қоймалар, түтін құбырлары, су және сүрлем мұнаралары, өрт мұнаралары және осындай жағдайларда П-1, П-II және П-IIа класты басқа да объектілер жатады:

- Нысандар жылына 20 және одан да көп күн күркірейтін жерлерде орналасқан;
- отқа төзімділігі I және II дәрежелі ғимараттар мен құрылыстар үшін кемінде жылына 0-0,5 зақымданудың күтілетін саны;
- отқа төзімділігі III, IV және V дәрежелі ғимараттар мен құрылыстар үшін кемінде жылына 0-0,1 зақымданудың күтілетін саны;
- найзағайдан қорғаумен жабдықталмаған ғимараттар мен құрылыстардың бір жылға арналған зақымдануының күтілетін саны (*N*)

$$N = (B + 6\,h_x)\,(L + 6\,h_x)\,N \cdot 10^{-6}, \qquad (368)$$

мұндағы *B* және *L*-сәйкесінше үйдің ені мен ұзындығы, м;

h_x-үйдің бүйіріндегі ең үлкен биіктігі;

n-ғимараттың орналасқан жеріндегі 1 км^2 найзағаймен зақымданудың орташа саны найзағай әрекетіне байланысты алынады.

Сенімділік дәрежесіне қатысты жайтартқыштардың қорғау аймақтары екі түрге бөлінеді: А – сенімділік дәрежесі 99,5% және одан жоғары; Б-95% және одан жоғары.

Қорғаудың бірінші санатына жататын объектілер үшін тек А типті қорғау аймақтары бар жайтартқыштар көзделеді.

II және III санаттағы объектілер үшін жайтартқыштарды қорғау аймағының түрі қорғанышы жоқ ғимараттар мен құрылыстардың бір жылдағы зақымдануының күтілетін санына байланысты (*N*). II санаттағы үйлер мен құрылыстар үшін $N>1$ көрсеткіш кезінде А типті аймақ, ал $N\square 1$ типті Б типті үйлер мен құрылыстар үшін II санатқа жатқызылған В – I класты аулалық технологиялық қондырғылар найзағайдың тікелей соққыларынан қорғалуға жатады, ал жайтартқыштар Б типті қорғау аймақтарымен көзделеді, III санаттағы объектілер үшін А типті жайтартқыштардың қорғау аймағын $N>2$ кезінде, ал Б типті-$N< 2$ кезінде құрылыс конструкцияларының отқа төзімділік дәрежесін ескере отырып алады.

Ең қиыны-I санатты қорғаныс құрылысы. Жайтартқыштар міндетті түрде қорғалатын құрылыстан оқшауланады немесе жеке орналастырылады. Қорғаныстың II санаты кезінде жеке орналастырылған немесе үйлерде орнатылған оқшауланған жайтартқыштардан басқа, шатырға салынған жайтартқыш торды пайдалануға жол беріледі. Жайтартқыштардың жерге тұйықтағыштарын жүру және жаяу жүргіншілер жолдарынан 5 м және одан да көп қашықтықта сирек баратын орындарға орналастыру қажет. Жерге тұйықтағыштың кедергісі 10 Ом-нан аспауы керек.

Найзағай қабылдағыштар дайындалуы (мырышталған немесе боялған) тиіс: өзекті – қимасы 10 мм^2 кем емес және ұзындығы 200 мм кем емес, тросты (көп сымды мырышталған трос) – қимасы 35 мм^2 кем емес.

2.2.4 Электр қауіпсіздігі

Барлық өндірістік үй-жайларда электр машиналары және электр энергиясының басқа да тұтынушылары негізгі және қосалқы жабдықтардың ажырамас бөлігі болып табылады. Тәжірибе көрсеткендей, электр қондырғыларын дұрыс пайдаланбау арқылы жұмысшылардың электр тогымен зақымдануы және электр доғасының күйіп қалуы, сондай-ақ металдандыру түрінде терінің зақымдануы мүмкін.

Еңбек қауіпсіздігі мәселелерін қарастыру кезінде жұмыс тогының зақымдануы оны электр желісіне қосқан кезде және Ток организмнен өткен кезде пайда болады, бұл, әдетте, адам электр тізбегінің оқшауланбаған бөліктерімен байланысқан кезде пайда болады. Адам үшін қауіпті ток күші оның түріне, өткізгіштер тізбегіндегі кернеуге, адам ағзасының кедергісіне, токтың өту жолына (ток циклі),адам ағзасының күйіне және қоршаған орта жағдайына байланысты. Организмнен өтіп, ток термиялық, электролиттік және биологиялық түрде әрекет етеді. Осы әрекеттердің кез-келгені токтың немесе доғаның жарақатына әкелуі мүмкін. Электр жарақаттары шартты түрде екі түрге бөлінеді: жергілікті электр жарақаттары және электрлік соққылар.

Жарақаттың тән түрлері (дененің тұтастығының айқын жергілікті бұзылуы) – электрлік күйіктер, электрлік белгілер, терінің металдануы, электроофтальмия.

Электрлік күйік-ең көп таралған жарақат (зардап шеккендердің 60-65%). Ағымдағы күйіктер мен доғалар бар. Ағымдағы күйіктер, әдетте, 1000-2000 В кернеуде, доғалар – ағымдағы бөлік пен адам денесі арасында доғаның пайда болуы нәтижесінде үлкен кернеулерде болады.

Күйіктің төрт дәрежесі бар: I-терінің қызаруы, II-көпіршіктердің пайда болуы; III – тері аймағының некрозы; IУ – терінің қышуы. Әдетте, күйіктің ауырлығы дененің күйіп қалған бетінің аймағымен бірдей дәрежеде анықталмайды.

Металдандыру-электр доғасының әсерінен буланған немесе еріген металдың ең кішкентай бөліктерінің терінің жоғарғы қабаттарына енуі. Металдандыру токтан зардап шеккендердің шамамен 10% - ында байқалады.

Электроофтальмия-бұл электр доғасынан пайда болатын ультракүлгін сәуленің әсерінен көздің сыртқы мембраналарының қабынуы. Электрофтальмия токтан зардап шеккендердің 1-2% байқалады.

Электр соққысы-бұл дененің тірі тіндерін электр тогымен қоздыру, бұлшықет жиырылуымен бірге жүреді.

Денедегі әрекеттің нәтижесіне байланысты соққылар төрт дәрежеге бөлінеді:

- I-есін жоғалтпай бұлшықеттің жиырылуы;

- II-есін жоғалтқан, бірақ тыныс алуы мен жүрек жұмысы сақталған бұлшық еттердің жиырылуы;

- III-клиникалық өлім, яғни тыныс алу мен қан айналымының болмауы;

- IV-биологиялық өлім.

Клиникалық өлімнің ұзақтығын жүрек қызметі мен тыныс алу тоқтатылған сәттен бастап ми қыртысы жасушаларының өлуіне дейін анықтайды. Бұл уақыт 4-8 минут, кейде 15 минутқа дейін.

Электр жарақатының ауырлығы мыналарға байланысты:

- адам денесі арқылы өтетін ток параметрлері;
- адамның ішкі қарсылығын;
- адам ағзасындағы ток жолдары;
- ағзаның физиологиялық жағдайы;
- өндірістік жағдайлар (Қоршаған орта факторлары).

Адам денесі арқылы өтетін токтың мәні зақымданудың нәтижесін анықтайтын негізгі фактор болып табылады. 38-кестеде токтың әсер ету сипатының оның күшіне тәуелділігі көрсетілген. Ток күшінің жоғарылауымен дененің үш сапалы реакциясы айқын анықталады: сезім, бұлшықеттің конвульсиялық жиырылуы (неотпускание – айнымалы ток үшін және ауырсыну әсері – тұрақты) және ақыр соңында жүрек фибриляциясы – жүрек бұлшықетінің (фибриль) талшықтарының ретсіз тез және әр түрлі жиырылуы, онда жүрек сорғы ретінде жұмысын тоқтатады, яғни ол тамырлар арқылы қанның қозғалысын қамтамасыз ете алмайды. Тиісті реакцияны тудыратын токтар сезілгенге, босатылмағандарға және фибрилляцияға бөлінеді, ал олардың минималды мәні шекті деп аталады. Тізбекте өтетін токтың мөлшері тізбектің кедергісіне байланысты болады. Адам тізбегінің кедергісі $R_C p_л$ тұрады: $p_{од}$ адам денесінің кедергісі, $p_о$ жыл киімінің кедергісі, аяқ киімнің кедергісі және $G_{ОР}$ тірек бетінің кедергісі, яғни

$$R_ч = г_ч + ж_{ыл} + г_о + г_{оп}, \qquad (369)$$

$R_{Нг}$к терісінің кедергісінен және *ішкі* г$_{во}$мүшелерінің кедергісінен тұрады. Азаматтық кодекс $m_е$, $г_{во}$ да белсенді сыйымдылықты сипатқа ие және негізінен кернеуге байланысты.

38-кесте - Электр тогының адам ағзасына әсер ету сипаты

Мәні	Әрекет сипаты	
Ток, мА	Айнымалы ток 50 Гц	Тұрақты ток (DC1).
0,6-1,6	Сезімнің басталуы-аздап қышу, электродтардың астындағы теріні қысу	Сезілмейді
2-4	Ағымдағы сезім қолдың білегіне таралады, қолды аздап азайтады	Сезілмейді
5-7	Ауырсыну қолдың бүкіл бойында күшейеді, конвульсиямен бірге жүреді. Бүкіл қолдағы әлсіз ауырсыну, иыққа дейін. Қолдар, әдетте, электродтардан жыртылуы мүмкін.	Сезімнің басталуы. Электродтың астындағы тері қызады деген әсер
8-10	Қатты ауыруы және құрысулар бойынша барлық қолда қоса алғанда, білек. Қиын, бірақ көбінесе сіз қолыңызды электродтардан жыртып тастай аласыз	Қыздыру сезімі күшейеді
10-15	Іштің барлық қолында, мүмкін емес, оны улайтындарға. Жиі қолды жыртуға болмайды. Токтың ұзақтығының жоғарылауымен ауырсыну күшейеді-босатылмайтын токтың мөлшері.	Тағы көбірек күшейту сезім қыздыру қалай электродтардың астында, сондай-ақ жақын маңдағы учаскелерде тері
20-25	Қолдар бірден паралич болады, электродтардан шығу мүмкін емес. Қатты ауырсыну, тыныс алу қиын	Теріні жылыту сезімін одан да күшейтеді, ішінде жылу сезімі пайда болады. Қол бұлшықеттерінің шамалы жиырылуы
25-50	Қол мен кеудеде өте қатты ауырсыну. Тыныс алу өте қиын, тыныс алу параличі немесе есін жоғалтумен жүректің әлсіреуі мүмкін.	Қатты қызып кету сезімі, ауырсыну және қолдардағы құрысулар. Қолды электродтардан ажыратқан кезде бұлшықеттің конвульсиялық жиырылуына байланысты төзбейтін ауырсыну
50-80	Тыныс алу бірнеше секундтан кейін паралич болады, жүрек жұмысы жеделдейді. Токтың ұзақ өтуімен жүрек фибрилляциясы пайда болуы мүмкін	Өте күшті беткі және ішкі жылу сезімі, қолдың және кеуденің қатты ауыруы. Тыныс алу қиын, қатты ауырсыну арқылы қолыңызды электродтардан жұлып алу мүмкін емес
100	2-3 С арқылы жүрек фибрилляциясы, тағы бірнеше секундтан кейін-жүрек сал ауруы	Токтың ұзақ өтуімен тыныс алу параличі
300	Аз уақыт ішінде бірдей әрекет	2-3 С арқылы жүрек фибрилляциясы, тағы бірнеше секундтан кейін – тыныс алу сал ауруы
Астам 500	Тыныс дереу параличке айналады-бірнеше секундтан кейін. Жүрек фибрилляциясы әдетте пайда болмайды; токтың өтуі кезінде уақытша жүрек ұстамасы мүмкін. Токтың ұзақ өтуімен (бірнеше секунд) ауыр күйіктер, тіндердің бұзылуы	

Адам денесінің токқа кедергісі сызықты емес және тұрақты емес болғандықтан және мұндай қарсылықтармен есептеулер жүргізу қиын болғандықтан, адам денесінің кедергісі тұрақты және 1000 Ом құрайды деп болжаймыз.

Токтың организм арқылы өту ұзақтығы зақымданудың нәтижесіне айтарлықтай әсер етеді: токтың әсері неғұрлым ұзақ болса, ауыр немесе өлім ықтималдығы соғұрлым жоғары болады. 50 Гц жиіліктегі синусоидалы токтың адам үшін рұқсат етілген шамалары мен осы токтың әсер ету ұзақтығы арасындағы байланыс анықталды, себебі бұл мән 250 мА – да 0,2 с, ал 1 ма-да 30 С-тан асады.

Токтың адам арқылы өту жолы зақымдану нәтижесіне айтарлықтай әсер етеді. Зақымдану қаупі әсіресе өмірлік маңызды органдар – жүрек, өкпе, ми арқылы өтетін ток оларға тікелей әсер етсе үлкен болады.

Адам ағзасындағы ток жолдары ток ілмектері деп аталады. Ауыр және өлімге әкелетін жағдайлардың ішінде ең көп тарағандары: қол – қол (20%), Қол – аяқ (20%), аяқ – аяқ (қадам кернеуі – 8%).

Зақымданудың ауырлығы жанасу схемасына байланысты болады. Адамның кернеу астындағы өткізгіш бөліктерге жанасуының мұндай схемалары бар: бір фазалы жанасу (үш фазалы желінің бір фазасына тию), бір полюсті жанасу (бір фазалы желінің немесе тұрақты токтың бір полюсіне дейін), екі фазалы жанасу (желінің екі фазасына бір уақытта тию) және қос полюсті жанасу (электр қондырғысының екі полюсіне бір уақытта тию).

Адам денесі арқылы өтетін токтың тегі мен жиілігі зақымдану нәтижесіне үлкен әсер етеді. Тұрақты ток 50 Гц жиіліктегі айнымалы токтан шамамен 4-5 есе қауіпсіз (адамдар үшін ең қауіпті). Жиіліктің жоғарылауымен (50 Гц-тен жоғары) шығарылмайтын токтың мәні артады. Жиіліктің 50 Гц-тен 0-ге дейін төмендеуімен, шығарылмайтын токтың мәні де артады және нөлге тең жиілікте (тұрақты ток) шамамен үш есе артады. 50-100 Гц жиіліктегі фибрилационды токтың мәні тең. Жиіліктің 200 Гц – ке көтерілуімен фибриляциялық токтың күші шамамен екі есе, ал 400 Гц-ке үш жарым есе артады.

Адамның жеке ерекшеліктері электр жарақаттарының зақымдану нәтижесіне айтарлықтай әсер етеді. Әйелдер үшін токтың шекті мәні ерлерге қарағанда шамамен 1,5 есе төмен. Жүйке жүйесінің, тоқырауның, аурудың (әсіресе тері ауруы, жүрек-тамыр жүйесі) және мас күйінде адамдар токтың өтуіне аса сезімтал. Егер адам электр соққысына дайын болса, онда қауіп деңгейі күрт төмендейді, ал күтпеген соққы ауыр зардаптарға әкеледі.

Қауіпсіздік техникасы қағидалары қолданыстағы электр қондырғыларына қызмет көрсету үшін персоналдың денсаулық жағдайы бойынша іріктеуді көздейді.

Жарақаттың ауырлық дәрежесі көбінесе электр қондырғысының түріне және бөлменің қоршаған орта факторларының жағдайына байланысты.

Электр қондырғылары мен үй-жайлардың жіктелуі. Электр қондырғыларын орнату ережелеріне сәйкес қауіпсіздік тұрғысынан электр қондырғылары бөлінеді:

- кернеуі 1000 В дейін жерге тұйықталған бейтарабы бар қондырғылар;

- оқшауланған бейтарабы бар кернеуі 1000 В дейінгі қондырғылар;

- кернеуі 1000-нан жоғары жерге тұйықталған бейтарабы бар қондырғылар (жерге тұйықталудың үлкен токтары бар);

- оқшауланған бейтарабы бар кернеуі 1000 В жоғары қондырғылар.

Қауіпсіздікке ылғалдылық, ауа температурасы, ондағы химиялық элементтердің және өткізгіш шаңның болуы және т. б. айтарлықтай әсер етеді.

Осы белгілерді ескере отырып, ПУЭ-ге сәйкес бөлмелер электр тогының зақымдану дәрежесіне қатысты үш санатқа бөлінеді:

- жоғары қауіптіліксіз (үй-жайда жоғары немесе ерекше қауіп үшін жағдайлар жоқ);

- қауіптілігі жоғары (үй – жайлар үшін осындай жағдайлардың бірі тән: дымқылдық, ток өткізгіш аралар-металл, жер, тас; жоғары температура; адамның жермен байланысы бар металл бөліктеріне және оқшаулау зақымданған кезде кернеуде болуы мүмкін металл бөлшектерге, электр жабдығының корпустарына бір мезгілде жанасу мүмкіндігі);

- аса қауіпті (шарттардың бірімен сипатталады: ерекше ылғалдылық, химиялық белсенді орта, газдану, бір мезгілде екі немесе одан да көп жоғары қауіптілік факторлары).

Электр жарақаттарының техникалық және ұйымдастырушылық себептерін ажыратыңыз.

Негізгі техникалық себептерге мыналар жатады: электр қондырғылары мен қорғаныс құралдары құрылғыларының ақаулығы мен ақаулары, пайдалануға қабылданбаған электр қондырғыларын және сынақ мерзімі өткен қорғаныс құралдарын пайдалану.

Ұйымдастырушылық себептерге мыналар жатады: қызметкерлердің жеткіліксіз оқытылуы, дұрыс жұмыс істемеуі, жұмыс кезінде сапасыз қадағалау және т. б.

Электр жабдықтарына қойылатын қауіпсіздік талаптары. Жабдықты қауіпсіз пайдалануға персоналдың біліктілігі, қағидалар мен нормаларды мінсіз орындау есебінен қол жеткізіледі.

Сондай-ақ, персоналды уақтылы оқыту және оның білімін мерзімді бақылау. Кернеуі 1000 В дейінгі қондырғыларда жұмыстар жоғары тұрған тұлғаның өкімі бойынша жүргізіледі. Кернеуі 1000 В жоғары қондырғыларда жұмыс тек жасақ-рұқсатпен орындалады. Бұл ретте қондырғылар бір мезгілде кемінде екі адамға қызмет көрсетеді.

Сондай – ақ кернеуі 1000 В жоғары қондырғыларды қарау кезінде зақымдану орнына жабық қондырғыларда 4 м және ашық қондырғыларда 8 м жақын қашықтыққа жақындауға рұқсат етілмейді.

Ажыратылған кернеуі 1000 В жоғары қондырғылардағы Ажыратқышты, егер жетек ажыратқыштан қабырғамен немесе металл қалқанмен қорғалған жағдайда ғана қосуға болады. Барлық басқа жағдайларда оны тек қашықтан қосуға болады.

Электр энергиясын аумақ бойынша және өндірістік үй – жайларда беру және стационарлық қондырғылармен (күш және жарық беретін) қоректендіру үшін қорғасын немесе алюминий қабықшасы бар брондалған кабельдер, ал жылжымалы қондырғылар мен электрлендірілген құралдарды қоректендіру үшін резеңке қабықшасы бар иілгіш кабельдер пайдаланылады. Қуат кабельдері жер астындағы металл құбырларға салынған. Өндірістік үй-жайларда кабельдер қабырғаларға немесе металл конструкцияларға ашық төселеді.

Электр тоғынан қорғау. Кейбір жұмыс түрлерін орындау кезінде портативті жарықтандыру құрылғылары мен қолмен электрлендірілген құрал қажет. Сондықтан, портативті шамдар мен электр құралдарын пайдалану кезінде қауіпсіздік үшін төмен кернеу қолданылады (мысалы , 12, 36 және 42 В). Әдеттегі жағдайларда 42 В және одан төмен кернеу электр қондырғыларын орнату қағидаларына сәйкес шағын (қауіпсіз) кернеулерге жатқызылады.

Ток қабылдағыш корпусының шағын кернеу жерге қосу (нөлдеу бойынша) керек. Бірақ жарылғыш бөлмелерде кернеуге қарамастан барлық электр жабдықтарын жерге қосу немесе нөлге келтіру керек. Төмен кернеу көздері (42 В дейін) гальваникалық элементтердің батареялары, аккумуляторлар, түзеткіш және түрлендіргіш қондырғылар болып табылады.

42 В кернеуі қауіпсіз деп саналғанымен, белгілі бір жағдайларда ол қауіпті болуы мүмкін. Бұл жағдайда трансформатордың қайталама орамасында сенімді оқшауланған сымдарды, ал портативті ток коллекторлары үшін шланг сымдарын қолдану қажет.

Қондырғыларды оқшаулау жағдайы және оны бақылау. Оқшаулау ПУЭ, қоршаған орта жағдайларына, желінің немесе қондырғының номиналды кернеуіне дәл сәйкес келуі керек. Қондырғылардағы оқшаулау, егер оның сақтандырғыштар арасындағы желі учаскесіндегі кедергісі 0,5 мОм кем болмаса, қанағаттанарлық деп есептеледі.

Оқшаулағыш материал ретінде кедергісі бар әртүрлі диэлектриктер қолданылады (10^{10} – 10^{22} Ом·м). Сондықтан, арнайы құрылғылар жұмыс кернеуінде тұрған электр қондырғыларының оқшаулау кедергісін оның бүкіл жұмыс уақытында өлшейді.

Қос оқшаулау дегеніміз-бір-біріне тәуелсіз екі оқшаулау дәрежесімен жабдықтау. Сонымен қатар, бір оқшаулаудың тұтастығын бұзу қауіпті жағдайға әкелмейді, себебі екінші оқшаулау жабдықтың металл бөліктерінде кернеудің пайда болуына жол бермейді. Қос оқшаулау кез-келген кішігірім жабдықтың жұмысын қамтамасыз ете алады.

Екі қабатты оқшауланған жабдықтың корпусына тану белгісі – шаршы қолданылады.

Қорғаныс жерге қосу. Кернеу түскен өткізгіш емес бөліктерге тию, өткізгіш бөліктерге тікелей тию сияқты ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Токтың зақымдануынан қорғау үшін электр қондырғыларының ток өткізбейтін металл бөліктері жерге тұйықталады.

Қорғаныс жерге қосу-бұл электр жабдықтары зақымдалған кезде кездейсоқ қуатталуы мүмкін бөліктердің тогын өткізуге арналмаған жермен немесе оның металл баламасымен әдейі Электрлік байланыс . Оны арнайы салынған жасанды және табиғи жерлендіргіштердің көмегімен жасауға болады. Жерге қосқыш-бұл жерге тікелей қосылған өткізгіш немесе өткізгіштер тобы. Жасанды жерге тұйықтағыштар, егер жақын жерде табиғи болмаса немесе оларды қолдану мүмкін болмаса ғана қолданылады.

Табиғи жерлендіргіштер-жер асты кабельдері, жерге сенімді қосылған металл құрылымдар.

Қауіптілігі жоғары немесе В аса қауіпті үй – жайларда ауыспалы токтың 36 В жоғары және тұрақты токтың 110 В жоғары қондырғылары кернеуде, ал қауіптілігі жоғары емес үй-жайларда-500 В және одан жоғары кернеуде жерге тұйықтау міндетті болып табылады. Жарылыс қаупі бар үй-жайларда жерге тұйықтау кернеуінің шамасына қарамастан жүргізіледі.

ЭҚЕ анықталған жерге тұйықтағыштың кедергісінің рұқсат етілген мәндері:

- 100 кв·А және одан аз генераторлар мен трансформаторлардың қуаты кезінде кернеуі 1000 В және 10 Ом дейінгі қондырғылар үшін барлық жағдайларда 4 Ом;

- 0,5 Ом жерге тұйықталудың үлкен токтары кезінде (500 А жоғары) кернеуі 1000 В жоғары қондырғылар үшін және жерге тұйықталудың аз токтары кезінде 10 Ом.

Әрбір қорғаныстық жерге тұйықтау кедергісін арнайы аспаптармен мезгіл-мезгіл өлшейді, сыртқы жерге тұйықтау өткізгіштерінің бүтіндігін, жерге тұйықтағыштардың қосылу сенімділігін тексереді.

Нөлдеу. Зақымдалған қондырғыны желіден тез ажырату үшін нөлдеу қолданылады – кернеуде болуы мүмкін металл өткізгіш емес бөліктердің нөлдік қорғаныс өткізгіші бар әдейі электр байланысы.

Нөлдік жұмыс принципі-бұл қорғаныс іске қосылатын және қондырғы қуат желісінен автоматты түрде ажыратылатын шаманың тогын жасау үшін корпусқа бір фазалы қысқа тұйықталуды түрлендіру. Нөлдеу кернеуі 1000 В дейін Жерге тұйықталған бейтарабы бар үш фазалы төртсымды желілерде қолданылады. Әдетте, бұл 380, 220 және 127 в кернеуі бар желілер.

Зақымдалған денеге тиген адам осы шиеленістің астына түседі. Нөлдік сымның кедергісі неғұрлым аз болса, адамның кернеуі соғұрлым аз болады. Нөлдік немесе нөлдік сым үзілген кезде жабдық корпусы фазалық кернеуге ұшырайды. Бұған жол бермеу үшін нөлдік сым бірнеше жерде жерге қосылады. Монтаждаудан кейін және пайдалану процесінде ұдайы – кемінде бес жылда бір рет нөлденуді бақылайды.

Қорғауды өшіру. Бұл-тез әрекет ететін қорғаныс, онда токпен зақымдану қаупі пайда болған кезде қондырғыны автоматты түрде ажыратуды қамтамасыз етеді. Қорғауды өшіру-жабдықтың құрылымдық бөліктерін қауіпті кернеудің пайда болуынан қорғаудың ең жақсы тәсілі; ажыратқыштар немесе арнайы ажырату релесі бар контакторлар арқылы

ажыратылады. Қорғаныстық ажырату оқшауланған және Жерге тұйықталған бейтарабы бар қондырғыларда қолданылуы мүмкін.

Электр қауіпсіздігінің ұйымдастырушылық-техникалық іс-шаралары. Токпен күйіп қалуды және зақымдануды болдырмау үшін, ең алдымен, электр қондырғыларын орнату ережелерін және жабдықты пайдалану кезінде қауіпсіздік ережелерін қатаң сақтау қажет. Сонымен қатар, әр өндірістік бөлмеде жергілікті жағдайларды ескере отырып, жабдықты пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шараларының бүкіл жүйесі болуы мүмкін.

Негізгі іс-шаралар:

- қалыпты кернеуде болатын өткізгіш бөліктерді оқшаулау;
- айнымалы токтың 40 В аспайтын және тұрақты токтың электр тізбектеріндегі аз кернеу – 110 В жоғары емес;
- кездейсоқ кернеуге түсуі мүмкін металл, өткізгіш емес бөліктерді қорғайтын жерге қосу элементтері (оқшаулау, робот режимі және т. б. бұзылған кезде).);
- егер адамның жанасуы үшін қол жетімді бөліктер кернеуге түссе, электр тұтынушыларын желіден ажырататын автоматты құрылғылар;
- Электр қондырғыларының ток өткізетін, жылжымалы немесе қыздырғыш бөліктеріне кездейсоқ жанасуын болдырмауға арналған қорғаныс қаптамалары;
- қате операциялар мен қызметкерлердің іс-әрекеттеріне қарсы бұғаттау;
- оқшаулауды бақылау құралдары және олардың зақымданғаны туралы, сондай-ақ оқшаулау кедергісі рұқсат етілген деңгейден төмендеген кезде қондырғыны ажыратуға арналған дабыл;
- ескерту жазбалары, белгілер, ток өткізгіш бөліктерді сигналдық түстерге және қауіптілік туралы сигнал берудің өзге де құралдарына бояу.

Электр техникалық жабдықты жөндеу, техникалық қызмет көрсету, пайдалану, тоқтату және іске қосу кезінде қызмет көрсетуші персонал жұмысты кәсіпорынның бас инженері бекіткен нұсқаулыққа сәйкес жүргізе алады. Мұндай жағдайда мемстандарттың немесе бекітілген техникалық шарттардың талаптарына жауап беретін электротехникалық жабдықты, қозғалтқыштарды, трансформаторларды, өлшеу аспаптарын, қорғау аппараттарын, кабельдерді, сымдарды және т.б. ғана қолдануға рұқсат етіледі.

Қозғалтқыш корпусындағы терминалдық түйреуіштер сақтандырғыш қораптармен жабылады. Қозғалтқыштардың корпустары сенімді жерге тұйықталады (нөлдендіріледі). Ажыратқыштардың, контакторлардың, магниттік іске қосқыштардың, ажыратқыштардың және басқа да іске қосу құрылғыларының, сондай-ақ топтық қалқандарға орнатылған сақтандырғыштардың жанында олардың қандай қозғалтқышқа жататындығы туралы жазба мен көрсеткіш болуы тиіс. Қозғалтқыштардың іске қосу құрылғыларын қолмен диэлектрлік қолғаптармен басқарады, ал егер іске қосу құрылғысы дымқыл жерде болса, онда диэлектрлік қолғаптардан басқа оқшаулағыш тұғырықтар пайдаланылады.

Ажыратқыштарға қызмет көрсету кезіндегі бақытсыздықтардың едәуір саны ажыратқыштардың қорғалмаған ток өткізгіш бөліктеріне жанасу арқылы және ажыратқыштарды ажырату кезінде электр доғасының пайда болуынан болады. Қауіпсіздік үшін ажыратқыштар тұтқаны жылжыту үшін саңылаусыз тығыз қабықпен жабылған. Ажыратқыштарды жоғарыдан төменге қарай ажырататындай етіп орнатады, бұл ажыратқыштың өз жетегінің қозғалмалы бөліктерінің массасының әсерінен өздігінен қосылуына жол бермейді. Өндірістік жабдықтар үшін ток коллекторларын қашықтан басқару үшін іске қосу түймесі бар магниттік стартерлер қолданылады.

Ажыратқыштар ажыратылады және тиелмейтін электр тізбектерін қосады. Авариялар мен жазатайым оқиғаларға әкеп соқтыратын тиеу астындағы айырғыштарды қате қосуды немесе ажыратуды болдырмау үшін бұғаттағыштар орнатылады.

Электр тізбектерін шамадан тыс токтардан және қысқа тұйықталудан қорғау үшін сақтандырғыштар қолданылады. Электр тұтынушысының түріне байланысты сақтандырғыштар тығын, түтік, пластина және басқа түрлер болуы мүмкін.

Сақтандырғыштардың әртүрлі манипуляцияларынан қауіп оларды алып тастау және орнату кезінде пайда болады. Кез келген түрдегі сақтандырғыштардағы балқымалы кірістірулерді кернеу алынған кезде өзгерту керек. Ерекшелік ретінде кернеуді түсірмей, бірақ жүктемені міндетті түрде ажыратқан кезде және қорғаныс көзілдіріктерін, диэлектрлік қолғаптарды және боттарды пайдаланған кезде ауыстыруға жол беріледі. Кернеуі 500 В және одан да көп желідегі түтік түріндегі сақтандырғыштарды ауыстыру кезінде жоғарыда аталған қорғаныс құралдарынан басқа оқшаулағыш камераларды қолдану қажет.

Өндірістік үй-жайлардың қызметкерлері жұмыс барысында электр жарықтандыру жабдықтарымен жиі байланыста болады, бұл белгілі бір дәрежеде электр тогының соғу қаупін тудырады. Шамдар еден деңгейінен немесе жұмыс алаңдарынан 2,5 м төмен орналасқан кезде шамның арматурасына тию қаупі бар. Бұл жағдайда кернеуі 110 В-тан асатын арматураны жерге қосу керек, ал қауіптілігі жоғары бөлмелерде және аса қауіпті бөлмелерде кернеу 36 В-тан аспауы керек. Тасымалды электр жарығы да 36 В-тан аспайтын кернеуде болуы тиіс, ал ерекше қолайсыз жағдайларда, мысалы, металл резервуарларда, барабандардың, ұнтақтағыштардың ішінде және т. б. жұмыс істеген кезде 12 В-тан аспайтын кернеу қолданылады. Тасымалданатын шамдар қауіпсіз арматурада болуы тиіс, ал ток өткізгіш сым сенімді оқшауланған болуы тиіс.

2.2.5 Металлургиялық кәсіпорындағы қауіпсіздік техникасы

Қысыммен жұмыс істейтін ыдыстарға қойылатын қауіпсіздік талаптары.Қысыммен жұмыс істейтін ыдыстар-бұл химиялық және жылу процестеріне, сондай-ақ артық қысыммен сығылған, сұйытылған және газдар мен сұйықтықтарды сақтауға және тасымалдауға арналған герметикалық жабық контейнерлер.

Қысыммен жұмыс істейтін ыдыстарды жабдықтауға, өндіруге, орнатуға, жөндеуге және пайдалануға қойылатын қауіпсіздік талаптарын анықтайтын ережелер мыналарға қолданылады:

- гидростатикалық қысымды есепке алмағанда, 0,07 МПа жоғары қысыммен жұмыс істейтін ыдыстар;

- 50 °с дейінгі температурада бу қысымы 0,07 МПа асатын сұйытылған газдарды тасымалдауға арналған цистерналар мен бөшкелер;

- температурасы 115 °С-тан жоғары су қысымымен жұмыс істейтін ыдыстар және температурасы 0,07 МПа-да қайнау температурасынан жоғары басқа сұйықтықтардың қысымымен жұмыс істейтін ыдыстар;

Ереже:

- бу және су жылыту аспаптары;

- сыйымдылығы 25 л-ден кем ыдыстар мен баллондар, онда ыдыстың литрмен атмосферадағы жұмыс қысымына көбейтіндісі 200 л-ден аспайды;

- дербес ыдыстар болып табылмайтын машиналардың бөліктері;

- металл емес материалдардан жасалған ыдыстар;

- құбыр диаметріне қарамастан құбырлы пештер;

- ішкі диаметрі 150 мм аспайтын құбырлардан тұратын ыдыстар;

- Көлік құралдарын тежегіш жарақтандырудың әуе резервуарлары;

- температурасы 115 °С жоғары емес су қысымымен жұмыс істейтін ыдыстар және температурасы 0,07 МПа қысым кезінде қайнау температурасынан жоғары емес басқа сұйықтықтардың қысымымен жұмыс істейтін ыдыстар;

- әскери ведомстволық арнайы мақсаттағы ыдыстары.

Жоба бойынша дайындалған әрбір ыдысты дайындаушы зауыт Тапсырыс берушіге паспорты және оны монтаждау мен қауіпсіз пайдалануға қатысты нұсқаулығы бар жеткізеді.

Қысыммен жұмыс істейтін барлық ыдыстар дәнекерлеудің жоғары тығыздығы мен беріктігін қамтамасыз ететін технологиямен жасалуы керек. Дәнекерленген қосылыстар ультрадыбыстық дефектоскопиямен және рентген немесе гамма-сәулелердің жарқырауымен бақыланады.

Мемгортехнадзор органдарында тіркеуге жатпайтын ыдыстарды пайдалануға рұқсатты кәсіпорын бойынша бұйрықпен ыдыстарды техникалық қарау нәтижелері негізінде қадағалау үшін тағайындалған адам береді.

Газ баллондарын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы. Металлургия баллондардағы әртүрлі газдардың маңызды тұтынушысы болып табылады. Газы бар баллондарды жылыту радиаторлары мен басқа да жылыту аспаптарынан кемінде 1 м, ашық отты көздерден кемінде 5 м қашықтықта орналастыру керек. Дәнекерлеуге арналған үй-жайда 10-нан аспайтын дәнекерлеу бекеттері болған кезде әрбір бекет үшін оттегі және ацетилен бар бір қосалқы баллоннан болуға жол беріледі. Толтырылған қосалқы баллондар оларға тік күйінде орнатылған табандықтармен қоршалады және арнайы үй-жайларда сақталады. Цилиндрлердің сыртқы беті цилиндрдегі газға тағайындалған түстермен боялған.

Газ толтыру және тұтыну пункттеріндегі баллондарды осы үшін арнайы бейімделген арбалармен немесе серіппелі көліктегі немесе автокарлардағы басқа құрылғылардың көмегімен баллондар арасындағы төсемдермен міндетті түрде көлденең қалыпта жылжыту керек.

Жүк көтергіш механизмдерге қойылатын қауіпсіздік талаптары, оларды қарау және жөндеу. Тиеу-түсіру жұмыстары көтеру-тасымалдау жабдығы мен шағын механикаландыру құралдарының көмегімен механикаландырылған тәсілмен орындалады. Механикаландырылған тәсіл салмағы 50 кг жоғары жүктер үшін, сондай-ақ жүктерді 3 м жоғары биіктікке көтерген кезде міндетті болып табылады.

Салмағы 20 кг-нан асатын жүктер технологиялық процесте көтергіш-көлік құралдарының немесе механикаландыру құралдарының көмегімен тасымалданады. Сондай-ақ технологиялық процесте жүктердің 25 м-ден астам қашықтыққа механикаландырылған орын ауыстыруы болуы тиіс.

Жүк көтергіш крандар мен түсіру жүк қармауыш құралдарын жарамды, ал олардың жұмыс жағдайлары қауіпсіз болуы үшін ұйым әкімшілігі әрбір жүк көтергіш кранды биіктігіне, ұзындығына және басқа да параметрлеріне байланысты оның ең жоғары жүк көтергіштігі туралы тақтайшамен, қауіпсіздік белгілерімен, «жебенің астында тұрмаңыз», «жүктің астында тұрмаңыз» деген жазулармен, ал мұнара крандарын-жүк массасын шектегіштің жұмысын мүкәммалдық жүккөрғау құрылғыларымен тексеру үшін бақылау жүктерімен қамтамасыз етуге міндетті инженерлік – техникалық қызметкерлер арасынан жауаптыларды бұйрықпен тағайындайды.

Жүк көтергіш кранды кезектен тыс толық техникалық тексеру кранды жаңа орынға ауыстырудан туындаған монтаждаудан кейін, металл конструкцияларын жөндеуден кейін, жаңа ауыстырмалы жебелі жабдықты орнатқаннан кейін, ілгекті ауыстырғаннан кейін жүргізіледі.

Алмалы – салмалы жүк қармау құрылғыларын пайдалану процесінде: траверстерді – әрбір 6 ай сайын; кенелерді және өзге де керек – жарақтарды-бір айдан кейін, ілмектерді-әрбір 10 тәулік сайын мерзімді қарап тексереді. Сирек пайдаланылатын алмалы-салмалы жүк қармау құрылғылары жұмысқа шығар алдында тексеріледі.

Жүк қармау құрылғыларының ілгектері соғылған немесе дайындаушы зауыттың рұқсат етілген жүк көтергіштігі туралы таңбасы бар штампыланған болуы тиіс.

Жарықтар мен Бұдырлары бар бекіту бөлшектері жұмысқа жіберілмейді, ал олардағы ақауларды дәнекерлеуге тыйым салынады.

Кран мен кран асты жолтабандары жауапты адамның басшылығымен арнайы жазбаша жасақтар бойынша ғана жөнделеді және олар тоқтағаннан кейін ғана рұқсат етіледі.

2.2.6 Қоршаған ортаны қорғау және табиғатты ұтымды пайдалану

Табиғатты ұтымды пайдалану қоршаған ортаға ең аз зиян келтірген кезде табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға бағытталған, бұл халықтың

өмір сүруі үшін қолайлы экологиялық жағдайларды қамтамасыз етеді. Бұған өндірілген шикізатты толық пайдалану, қалдықсыз өндіріс және қайталама шикізатты пайдалану (жабық цикл өндірісі), табиғатқа ұқыпты қарау жатады.

Табиғатты ұтымды пайдалану қоршаған ортаны қорғаудың қазіргі заманғы қағидаттарына сәйкес келеді.

Қоршаған ортаны қорғаудың және табиғатты ұтымды пайдаланудың негізгі бағыттары:

- қалдықтарды кейіннен кәдеге жарата отырып, өндірістің зиянды шығарындылары мен қалдықтарын шектеу жөніндегі іс-шаралар кешені-(сарқынды суларды қоспалардан тазарту, газ шығарындыларын зиянды заттардан тазарту, атмосферадағы зиянды шығарындыларды тарату, уытты және радиоактивті қалдықтарды көму);

- қалдықсыз өндірісті қамтамасыз ететін технологиялық процестерді әзірлеу. Қалдықсыз технологияны әзірлеудің негізгі кезеңдері: өндірістің барлық қалдықтарын (шығатын газдар мен шаңды қоса алғанда) өңдеуге арналған тәсілдер мен жабдықтарды әзірлеу; су айналымы циклын пайдалануды қамтамасыз ететін технологияларды әзірлеу; сарқынды сулардың болмауы; шикізаттың, жартылай өнімдердің және қалдықтардың материалдық көздерінің тұйық құрылымы бар аумақтық-өндірістік кешендерді құру.

Металлургияда қазіргі уақытта үшінші бағыт – аз қалдықты технологияларды әзірлеу іске асырылуда. Аз қалдықты өндіріс деп көбінесе қоршаған ортаға зиянды әсері санитарлық нормалармен рұқсат етілген деңгейден аспайтын өндіріс түсініледі, бірақ қалдықтардың пайда болуы әлі де орын алады (сәйкесінше қоқыстар, қалдықтарды көму және т.б.).

2.2.7 Практикум

Мысал 1. Келесі бастапқы мәліметтер бойынша визуалды жұмыс санаты мен еңбек қауіпсіздігі нормаларына сүйене отырып, цехтың жалпы люминесцентті жарықтандыруын есептеңіз:

- цех биіктігі H = 6 м;
- цех өлшемдері а×Б м;
- жарықтандыру желісінің кернеуі 220 В;
- төбенің шағылысу коэффициенттері $S_П$ = 70%, қабырғалар S_C = 50 %;
-LV-20-4 флуоресцентті лампалары бар шам, F = 1180 LM жарық ағыны бар. Есептеу нұсқалары 38-кестеде келтірілген.

38-кесте - Есептеу нұсқалары

Бастапқы деректер	Нұсқа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А×b, м	10-15	25-15	50×30	70×50	100×70	110×18	50×30	70×35	100×80	25-15
Жұмыстың разряды мен кіші тобы	IIа	IIIб	IVг	IIа	III	IVа	IIг	IIIг	Ivг	IIв

Шешім бойынша нұсқау:
1. Шамның суспензиясының есептелген биіктігін анықтаңыз:

$$h = H - h_P - h_C, \quad (370)$$

мұндағы h_P = 0,8 м, еденнен жұмыс бетінің биіктігі;
h_C = 0,5 м шамның жарық орталығының төбеден қашықтығы.

2. Көп қатарлы орналасуы бар шамдар арасындағы оңтайлы қашықтық / анықталады: L = 1,5 h, М.
3. Үй-жай ауданының индексін анықтау:

$$i = (A \times B) / (H \times (A+B)). \quad (371)$$

4. Шамдардың қажетті саны

$$n = \frac{E*S*Z*K_z}{\eta\Phi}, \quad (372)$$

мұндағы E-жұмыстың разряды және кіші разряды бойынша анықталады 1-Кесте [10];
K_z-3-кесте бойынша қабылдау [10];
$S = A \times Б$-цех ауданы, м^2;
Z=1,5-біркелкі емес жарықтандыру коэффициенті;
η - жарық ағынын пайдалану коэффициенті (кесте 7.1 [21]).

Мысал 2. Бөлмедегі су көмірқышқыл газымен өртті сөндіруге арналған қондырғыны есептеңіз. Бастапқы деректер:
А) $W_П$-қорғалатын үй-жайдың көлемі, м^3;
б) K_y-қорғалатын үй-жайдың саңылаулары мен саңылаулары арқылы көмірқышқыл газының ағып кетуінің газ алмасу процесінің ерекшеліктерін ескеретін коэффициент;
в) L-қондырғыдан тұтануды сөндіру орнына дейінгі құбырдың ұзындығы, м.
Есептеу нұсқалары 39-кестеде келтірілген.

Кесте 39 - Есептеу нұсқалары

Бастапқы деректер	нұсқа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$W_П$, м^3	450	600	900	750	500	850	750	850	1000	550
K_y	1,0	1,5	1,1	1,4	2	1,6	1,2	1,5	1,2	1,3
L, м	75	40	25	60	90	100	65	85	90	80
d, мм	26	40	52	67	67	40	52	26	40	52

Шешім бойынша нұсқаулар:
1. Санын анықтау от сөндіргіш затты құрамын мына формула бойынша

$$G_Г = G_В W_Н K_y + G_0, \quad (373)$$

мұндағы$G_{\text{В}} = 0{,}7$кг / м^3-көмір қышқылына арналған газ құрамының от сөндіргіш концентрациясы;

$G_0 = 0{,}2$ - жұмыс аяқталғаннан кейін қондырғыда қалған көмірқышқыл газының мөлшері, кг.

2. Көмірқышқыл газы бар жұмыс баллондарының қажетті саны:

$$N_0 = \frac{G_{\text{Г}}}{V_0 \rho \alpha_{\text{н}}}, \quad (374)$$

мұндағы$V_0 = 25$ л-баллонның көлемі, 25 л баллонның құрамында 15,6 кг көмір қышқылы ρ = 0,625 кг / л – көмір қышқылының тығыздығы;

$\alpha_{\text{н}}$ = 1 – толтыру коэффициенті.

3. Резервтік баллондардың санын жұмыс баллондарының санына тең қабылдау:

$$G = 0{,}1\sqrt{P\gamma/(2AL)}, \quad (375)$$

мұндағы $P = 49 \cdot 10^5$ Н / м^2-құбырдың басындағы көмірқышқыл газының меншікті қысымы (баллондарда);

γ = 2900 Н/м^3-құбырдың басындағы көмір қышқылының тығыздығы (баллондарда);

A-құбырдың нақты кедергісі.

Мысал 3. Оқшауланған бейтарабы бар үш фазалы желіден электр қозғалтқышын жерге қосу үшін жерге қосу құрылғысын есептеңіз.

Бастапқы деректер:

1. Қоректендіруші трансформатордың қуаты N, кВ * а.

2. Жерге тұйықтағыштар ретінде тігінен орналасқан және дәнекерлеуде 40х4 мм болат жолақпен жалғанған диаметрі d=42 мм және ұзындығы l, м болат құбырларды қолдану қажет.

3. Топырақтың меншікті кедергісі ρ, Ом·М. Есептеу нұсқалары 40-кестеде келтірілген.

Кесте 40 - Есептеудің нұсқалары

Бастапқы деректер	нұсқа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N, кВ * А	100	120	150	90	100	150	150	200	150	100
l, м	5	4	6	8	5	3	2,5	7	4	4,1
$\rho \cdot 10^2$, ОМ·м	1-4 (құм)	1,5-4 (құмдақ)	0,4-1,5 (саздақ)	0,08-0,7 (саз)	0,09-5,3 (қара топырақ)	1-4 (құм)	1,5-4 (құмдақ)	0,4-1,5 (саздақ)	1-4 (құм)	1,5-4 (құмдақ)
a, м	2l	3l	1	2l	3l	1	2l	3l	1	2l
	Бірқатар					Контур бойынша				

Шешім бойынша нұсқаулар:

1. Бір тік жерге тұйықтағыштың кедергісін анықтаңыз:

$$R_{\text{В}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi l}\left(\ln\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4h+l}{4h-l}\right), \quad (376)$$

мұндағы$h = h_0 + 0{,}5l$-жерлендіргіштің ортасынан топырақ бетіне дейінгі арақашықтық (, $h_0 = 0{,}5$)м;

$\rho_{\text{расч}} = \rho\psi$ - маусымдық коэффициент (ψ = 1,7).

2. Формула бойынша бір өзекті жерге тұйықтағыштардың болжамды санын анықтаңыз:

$$n = \frac{R_{\text{В}}}{R_{\text{доп}}\eta_{\text{с}}}, \quad (377)$$

мұндағы$R_{\text{доп}}$-жерге қосу кедергісі, Ом.

$\eta_{\text{с}}$ - тік жерге тұйықтағыштарды пайдалану коэффициенті (шамамен есептеу үшін 1-ге тең деп қабылданады).$\eta_{\text{с}}$

3. Жер жинағыштарды олар орналасқан кезде байланыстыратын жолақтың ұзындығын анықтаңыз:

- l = 1,05 *an* контур бойынша, м;
- қатар l=1,05 a(n-1), м;

мұндағы *a*-өзектер арасындағы қашықтық, М.

4. Өзекті жерлендіргіштерді қосатын болат жолақтың кедергісін анықтаңыз:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi l}\ln\frac{l^2}{B*H_{\text{п}}}, \quad (378)$$

мұндағы *B*=30-50 мм – жолақ ені;

$H_{\text{п}}$ - жер бетінен төсеу тереңдігі (кемінде 0,7 м).

5. Жерге тұйықтағыштың жалпы кедергісін есептеңіз

$$R = \frac{R_{\text{В}} R_{\text{Г}}}{(R_{\text{В}}\eta_{\text{по}} + R_{\text{Г}}\eta_{\text{с}} n)}, \quad (379)$$

мұнда $\eta_{\text{по}}$-көлденең байланыстырушы жолақты пайдалану коэффициенті [21].

6. Дұрыс есептелген жерге қосу құрылғысы $r \leq$ жағдайына сәйкес келуі керек $.R_{\text{доп}}$

2.2.8 Бақылау сұрақтары

1 Еңбек гигиенасы дегеніміз не?

2 Өндірістік санитария дегеніміз не?

3 Шудың зияны неде?

4 Шудан қорғау құралдары қандай?

5 Дірілдің зияндылығы неде және одан қандай қорғану құралдары бар?

6 Иондаушы сәулеленудің зияндылығы неде және одан қандай қорғаныс құралдары бар?

7 Электромагниттік сәулеленудің зияндылығы неде және одан қандай қорғаныс құралдары бар?

8 Ультракүлгін сәулеленудің зияндылығы неде және одан қандай қорғаныс құралдары бар?

9 Шекті рұқсат етілген концентрация дегеніміз не?

10 Ауадағы зиянды газдардың (будың) құрамын бақылау үшін қолданылатын аспаптар.

11 Ауа ортасының газдануын анықтау кезінде УГ-2 газ анализаторының жұмыс принципі.

12 Дірілді нормалау принциптерін сипаттаңыз.

13 Дірілмен күресудің негізгі әдістерін атаңыз.

14 Дірілді оқшаулаудың мәні. Дірілдің берілу коэффициентінің физикалық мәні, оны есептеу формулалары.

15 Дірілді өлшеуге арналған аспаптар.

2.2.9 Тест тапсырмалары

1. Бөлмедегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығын анықтауға арналған аспап

A) анемометр

B) термометр

C) термограф

D) психрометр

E) барометр

2. Жарықтық өлшем бірлігі

A) люкс

B) кандела

C) люмен
D) НИТ
E) ватт
3. Жүк көтергіш механизмдер мен жүк қармау құрылғыларына қойылатын қауіпсіздік талаптарына сәйкес ілмектерді қарау кезеңділігі
A) әрбір 10 тәулік
B) айына бір рет
C) тоқсан сайын
D) әр жарты жыл сайын
E) әр 30 күн сайын
4. Жарықтандырудың сапалық көрсеткіші
A) жарық ағыны
B) жарық күші
C) фон
D) жарықтандыру
E) кернеу
5. Жарықтандырудың өлшем бірлігі
A) люкс
B) кандела
C) люмен
D) НИТ
E) ватт
6. Адамның қорқыныш сезімін тудыратын фактор, айналуы, өнімділікті төмендетеді және т. б.
A) ультрадыбыстық
B) Шу
C) электромагниттік өрістер
D) инфрадыбыс
E) діріл
7. Жоғары қауіпті зиянды заттардың ШРК шамасы
A) 0,1 мг/м^3 кем
B) 0,1-1,0 мг / м^3
C) 1,1-5,0 мг/м^3
D) 10,0 мг/м^3 артық
E) 5,0-10,0 мг / м^3
8. Ауа қозғалысының жылдамдығын өлшеуге арналған аспап
A) анемометр
B) термометр
C) термограф
D) психрометр
E) барометр
9. Өндірістік үй-жайлардағы табиғи жарықтандыру көрсеткіші
A) жарық ағыны
B) КЕО
C) жарықтық

D) шағылысу қабілеті
E) сәулелену
10. Ең жоғары ену қабілеті бар Сәуле
A) α – сәулелер
B) γ-сәулелер
C) β – сәулелер
D) нейтрондар
E) протондар

ГЛОССАРИЙ

Автоклав. Атмосферадан жоғары қысыммен жылытуды қажет ететін әртүрлі операцияларға арналған герметикалық құрылғы.

Автогенді металлургиялық процесс. Жылу энергиясының сыртқы көздерін – отынды немесе электр тогын жұмсамай, ішкі энергия ресурстарының есебінен толығымен жүзеге асырылатын технологиялық процесс.

Агрегат (лат. aggrego-қосылу). Металлургиялық пеш сияқты бірнеше машиналар бірге жұмыс істейді.

Агломерациялық машина.Шихтаны зиянды қоспалардан ішінара босата отырып, тор торында жатқан шихта қабаты арқылы ауаны сору әдісімен кенді ұсақ заттар мен концентраттарды жентектеу жолымен агломерат алуға арналған машина.

Агломерат. Агломерация процесінде алынған кесектелген кен концентраты.

Ағын.Металдарды балқыту кезінде оның балқу температурасын төмендету және металды бос жыныстардан бөлуді жеңілдету үшін кенге қосылатын бейорганикалық зат.

Азеотропная қоспасы. Екі немесе одан да көп сұйықтықтардың қоспасы қайнаған кезде өзгермейтін құрамы бар, яғни сұйық және бу фазаларының тепе-теңдік құрамы сәйкес келеді.

Анион. Теріс зарядталған ион.

Амальгамация. Кеннен металды алу әдісі сынапты балқытумен алу әдісі.

Аралық өнім. Құнды компоненттің массалық үлесінің шамасы бойынша концентрат пен ұштықтар арасындағы аралық мәнді алады және одан әрі байытылуға тиіс.

Боксит. Алюминий оксиді гидраттарынан, темір және кремний оксидтерінен тұратын алюминий кені, алюминий тотығын және құрамында алюминий бар отқа төзімді заттарды өндіруге арналған шикізат.

Балқыту Металл бөлу үшін кенді термиялық өңдеу.

Бейтараптандыру (лат. neuter-біреуі де, екіншісі де емес). Тұз және әлсіз ыдырайтын зат (су) түзумен қышқыл мен негіздің өзара әрекеттесу реакциясы.

Булау. Бу түріндегі сұйық ұшпа еріткішті ондағы ерітілген жас заттан көп концентрацияланған ерітінділерді немесе құрамында іс жүзінде еріткіш жоқ заттарды алу мақсатында жылу беру жолымен бөлу.

Бу тосқауылы. Жылу оқшаулағыш материалдар мен құрылыс конструкцияларын будың енуінен және нәтижесінде конденсаттың (Шықтың) түсуінен және сіңуінен қорғаудың әртүрлі әдістерінің жиынтығы.

Бөлу (қаз. қайта жасаңыз-қайта жасаңыз, басқаша). Түсті металлургиядаметалды алу немесе өңдеу сатыларының бірі.

Бөлектеу. Судың тік ағысында бөлшектердің құлау жылдамдығындағы айырмашылыққа негізделген байыту әдісі үлкен қиылысқан кендер үшін қолданылады.

Вельцтеу (нем. wälzen-домалату). Қорғасын, мыс және қалайы өндірістерінің полиметалл қалдықтарын айналмалы пеште қыздырған кезде айдау арқылы металдарды алу процесі (Zn, Pb, Cd және т.б.).

Гарнисаж (фр. garnissage-төсеу). Металлургияда шихта, футерлеу материалы мен газдардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде кейбір металлургиялық агрегаттардың жұмыс кеңістігі қабырғаларының жұмыс бетіндегі температура айырмашылығынан пайда болатын шихта материалдарынан немесе қождан қорғаныс қабаты.

Гидрометаллургия. Белгілі бір заттардың (химиялық реагенттердің) сулы ерітінділерінің көмегімен кендерден, концентраттардан және өндіріс қалдықтарынан металдардың бөлінуі.

Гидролиз. Кез-келген зат пен су арасындағы химиялық реакция.

Гидроциклондау. Тоқтатылған бөлшектерді бөлу арқылы механикалық қалдықтардың көлемін азайту әдісі.

Гравитация. Минералдардың тығыздығы, мөлшері мен формасындағы айырмашылықты қолдануға негізделген байыту әдісі.

Драга. Жүзбелі платформаға орнатылған көп шөмішті шынжырлы экскаватор қағидаты бойынша жұмыс істейтін кешенді-механикаландырылған тау-кен байыту агрегаты.

Депрессор. Флотация процесіне енгізілген Реагент белгілі бір минералдардың шығарылуын азайтады.

Ерітінді. Екі немесе одан да көп типтегі молекулаларды (атомдар, иондар гомогенді) қамтитын біртекті (біртекті) жүйе, әр типтегі бөлшектердің үлесі белгілі бір шектерде үздіксіз өзгеруі мүмкін.

Еден. Сұйық металл, қож, штейн және т. б. үшін ваннаны құрайтын балқыту пешінің ыстық қоршауының төменгі бөлігі.

Жинағыш. Алынатын минералдардың бетіне бекітуге қабілетті органикалық қосылыс минералдардың сумен суланuын азайтады, бөлшектердің көпіршікке жабысу жылдамдығын арттырады, яғни олардың флотациялануын арттырады.

Жентек. Құрамында темір бар кендерді байыту және кейіннен майсыздандыру және күйдіру өнімі.

Кальцинация. Заттарды кальцийлеу немесе күйдіру, әдетте ауаға қол жеткізгенде, оларды ыдырату немесе тотығу мақсатында жүргізіледі.

Карбонизация. Кез-келген ерітіндіні көмірқышқыл газымен қанықтыру.

Карьер (фр. carrière). Ашық әдіспен пайдалы қазбаларды өндіру кезінде пайда болған тау-кен қазбаларының жиынтығы.
Кек. 12-18% сұйық фазасы (ылғал) бар целлюлозаны сүзгеннен кейінгі қатты қалдық концентратты немесе өндіріс қалдықтарын білдіруі мүмкін.
Қышқыл.Сутегі катионын беруге қабілетті химиялық қосылыс немесе коваленттік байланыс жасау үшін электронды жұп қабылдауға қабілетті қосылыс.
Клинкер (нем. klinker). Жоғары берік, аязға төзімді қоспа, арнайы тақтатас отқа төзімді саздардан алынатын және 1200°с дейінгі температурада күйдірілетін экологиялық таза өнім.
Конвертер. (ағыл. converter, лат. convertere-айналдыру). Өңделген балқытылған шойыннан және шикі құрамнан ауа немесе техникалық таза оттегімен үрлеу арқылы болат алуға арналған аппарат (пеш түрі).
Концентрат. Құрамында бір немесе бірнеше бағалы компоненттері, сондай-ақ оның жалпы минералогиялық құрамы бар кенді байыту өнімі осы компоненттерді алу мақсатында одан әрі металлургиялық немесе өзге де қайта өңдеу талаптарына жауап береді.
Кремний модулі. Бокситтердің сапасын сипаттайтын Параметр Al_2O_3/SiO_2 (мас. %).
Кристалл (грек. көне грекше: κρύσταλλος бастапқыда - "мұз", кейіннен - "тау хрусталі; кристалл"). Қатты заттар, онда бөлшектер (атомдар мен молекулалар) тұрақты түрде орналасады, үш өлшемді-периодтық кеңістіктік сәндеуді – кристалды торды құрайды.
Кристалл торы.Аудару тобының әсерінен жеке кездейсоқ таңдалған Кристалл нүктесінен пайда болатын нүктелер жиынтығы.
Кокстау. Сұйық немесе қатты отынды оттегісіз қыздыру арқылы өңдеу процесі.
Конденсат. Бу немесе газ конденсациясы кезінде пайда болатын сұйықтық.
Кен орны. Жер бетінде немесе жер қойнауында минералды заттардың (пайдалы қазбалардың) табиғи жиналуы.
Күйдіру. Материалдарды немесе бұйымдарды олардың фазалық және химиялық құрамын өзгерту (тұрақтандыру) және/немесе беріктігін және айқын тығыздығын арттыру, кеуектілігін төмендету мақсатында жылумен өңдеу.
Кенді байыту. Физикалық және/немесе химиялық қасиеттерінің айырмашылығы бойынша минералдарды бір-бірінен бөлу әдістерінің жиынтығы.
Күйік. Құрамында бағалы металл концентраты немесе металлургиялық өндірістің аралық өнімі бар күйдіру өнімі.
Көбіктендіргіш. Ж-Ж және Т-Ж интерфейсінде адсорбцияланатын гетерополярлы органикалық қосылыс осылайша көпіршіктердің коалесценциясына кедергі жасай отырып, ханым бөлігінің бетін сақтайды және көбіктің беріктігін арттырады.
Кен. Пайдалы қазбалардың түрі, құрамында пайдалы компоненттердің (минералдардың, металдардың, Органикалық заттардың) қосындылары бар,

осы компоненттердің алынуын экономикалық тұрғыдан орынды етуге мүмкіндік беретін табиғи минералдық түзілім.

Құймақалып. Құйманы алу үшін балқытылған металмен толтырылған қалып.

Құнды компонентті алу. Байыту өніміндегі пайдалы компонент массасының бастапқы Кендегі пайдалы компонент массасына пайызбен көрсетілген қатынасы.

Қалдықтарды қайта өңдеу.Қалдықтарды халық шаруашылығында қайта пайдалануды қамтамасыз ету және шикізат, энергия,бұйымдар мен материалдар алу мақсатында оларды пайдаланудан тұратын қызмет.

Қойыртпақ. Шикіқұрам мен ерітіндінің механикалық қоспасы.

Қорытпа.Металл компоненттері басым екі немесе одан да көп химиялық элементтердің қоспасынан тұратын макроскопиялық біртекті металл материалы.

Құрылымды. Материалды құрайтын элементтердің басым бағыты.

Қож. Жанама өнім немесе металл өндірісінен қалдық, құнды компоненттердің қалдықтарынан тазартылғаннан кейін қоқысқа жіберіледі.

Лигатура. Сұйық металға баяу балқитын элементтерді енгізуге арналған екі немесе одан да көп компоненттерден тұратын қорытпа.

Магматикалық тау-кен жынысы. Табиғи балқыманың (магма, лава) қатаюы нәтижесінде пайда болған магмалық қызметтің соңғы өнімі.

Металлургия. Кендерден немесе шикізаттың басқа түрлерінен металдарды алу процестерін, сондай-ақ металл қорытпаларының химиялық құрамының, құрылымы мен қасиеттерінің өзгеруіне және әртүрлі металл бұйымдарын өндіруге байланысты процестерді қамтитын ғылым мен техника саласы.

Минерал.Геологиялық процестердің табиғи өнімі болып табылатын және химиялық қосылыс немесе химиялық элемент болып табылатын тау жыныстарының,кендердің, метеориттердің құрамы мен құрылымы бойынша біртекті бөлігі.

Негізі.Протонмен немесе басқа химиялық қосылыстың бос орбитальымен коваленттік байланыс түзуге қабілетті химиялық қосылыс.

Оксид. Химиялық элементтің оттегімен екілік қосылуы, онда оттегінің өзі аз электронегативті элементпен байланысады.

Палета. Агломерат өндіру кезінде агломерациялық шихта қабаты немесе күйдірілген шекемтастарды өндіру кезінде шикі шекемтастар тиелетін жаппай арба түріндегі күйдіру немесе агломерациялық машинаның бір бөлігі.
Перколяция. Арнайы аппараттарда – перколаторларда еріткішті сорып, қозғалмайтын қабатта ұсақталған кенді шаймалау әдісі.
Петрография. Тау жыныстарының құрылымы мен пайда болуы туралы ғылым.
Пирометаллургия. Жоғары температурада жүретін металлургиялық процестердің жиынтығы.
Пайдалы қазбалар. Химиялық құрамы мен физикалық қасиеттері оларды материалдық өндіріс саласында тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін жер қыртысының минералды және органикалық түзілімдері.
Пісіру. Жоғары температура және/немесе жоғары қысым кезінде ұсақ ұнтақ тәрізді немесе шаң тәрізді материалдардан қатты және кеуекті материалдарды (бұйымдарды) алу процесі.
Пештабан. Шахта пешінің төменгі (төменгі) бөлігі.

Рафинадтау (нем. raffinieren, фр. raffiner "тазалау"). Қажетсіз қоспалардан бір нәрсені тазарту.
Реагент. Технологиялық процесті жүргізуді жақсарту үшін қажетті зат.
Ректификация. Сұйық қоспаларды сұйықтықтың бірнеше рет буланuы және будың конденсациясы арқылы қайнау температурасымен ерекшеленетін таза компоненттерге бөлу.

Сепаратор. Өнімді әртүрлі сипаттамалары бар фракцияларға бөлетін құрылғы.
Саз топырақ. Al_2O_3 α - және γ-модификациясынан 98% - ға дейін тұратын және каучук өндіру кезінде Al металын, керамиканың арнайы түрлерін, ақ электрокорундты, отқа төзімділікті, электр оқшаулағыш бұйымдарды және катализаторларды алу үшін бастапқы шикізат болып табылатын Ақ кристалды ұнтақ.
Созылу. Кен денесінің көлденең бағыттағы ұзындығы.
Сольватация (лат. solvo "еріту"). Ерітінді мен еріткіштің бөлшектері (иондар, молекулалар) арасындағы электростатикалық әсерлесу.
Сопло. Сұйықтықтарды немесе газдарды белгілі бір жылдамдыққа тездетуге және ағынға қажетті бағыт беруге арналған ауыспалы көлденең арна.
Сульфат. Минерал, күкірт қышқылының тұзы H_2SO_4.
Сульфид. MeS формуласы бар бейорганикалық екілік химиялық қосылыс.
Стейн. Сульфидті кендерден кейбір түсті металдарды (Cu, Ni, Pb және басқалары) алу кезіндегі аралық өнім.
Сілтілік балқыту. Сульфотопты хош иісті сульфоқышқылдардағы гидрокси тобымен алмастыру процесі.

Тау-кен өндіру. Жер қойнауында немесе жер бетінде жасалған жасанды қуыс.

Тау-кен жынысы. Табиғи процестердің өнімі болып табылатын бір немесе бірнеше минералды түрлердің немесе органикалық заттардың массасы.

Тұз.Металл катиондары мен қышқыл қалдықтарының аниондарынан тұратын күрделі зат.

Тесік.Балқытылған металды, штейнді немесе қожды шығаруға арналған металлургиялық балқыту пештеріндегі тесік.

Тұндыру.Химиялық реакция процесінде ерітіндіде қатты тұнба пайда болады, мысалы, тиісті реактивтер қосылған кезде.

Ұштық. Негізінен бос жыныстардан тұратын пайдалы қазбаларды байыту қалдықтары, яғни пайдалы компоненттің ең аз мөлшері бар.

Ұсақтау. Қатты денені белгілі бір мөлшерге дейін ұсақтау.

Ұнтақтау. Қатты материалдың жұқа ұсақтауы (5 мм-ден аз бөлшектерге дейін).

Ұйықтамау. Сұйық металдан кремнийді алу процесі.

Файнштейн. Никель (Ni_3S_2) немесе мыс (Cu_2S) алудың пирометаллургиялық фазасындағы аралық өнім.

Флотация. Пайдалы қазбаларды байыту әдістерінің бірі, минералдардың белгілі бір беттік энергиядағы айырмашылыққа байланысты интерфаза бетінде қалу қабілетінің айырмашылығына негізделген.

Фракциялық айдау. Екі шексіз еритін сұйық заттарды бөлу процесі, олардың қайнау температурасындағы айырмашылықтарға байланысты бу фазасы қайнау компонентімен байытылатындығына негізделген.

Фурма. Газды металлургиялық пешке немесе шөмішке үрлеуге арналған құрылғы.

Футерлеу (нем. futter "астар, нығыздағыш"). Отқа төзімді, химиялық төзімді, тозуға төзімді, сондай-ақ металлургиялық пештердің, ожаулардың, қазандық оттықтарының және басқа да жабдықтардың ішкі бетін жабатын жылу оқшаулағыш материалдармен қаптау.

Цементтеу. Металлдарды ерітінділерден химиялық қалпына келтіру арқылы көп электронегативті металдармен алудың гидрометаллургиялық процесі.

Центрифугалау. Біртекті емес жүйелерді орталықтан тепкіш күштердің көмегімен тығыздығы бойынша фракцияларға бөлу.

Шахта (нем. schacht). Жер асты тау-кен жүйесінің көмегімен пайдалы қазбаларды өндіруді жүзеге асыратын өнеркәсіптік кәсіпорын.

Шихта. Бастапқы материалдардың қоспасы, ал кейбір жағдайларда белгілі бір пропорцияда отын, металлургиялық, химиялық және басқа агрегаттарда өңделуі керек.

Шығу. Байыту өнімі массасының бастапқы кен массасына пайызбен көрсетілген қатынасы.

Шаймалау.Ерітіндіге аудару, әдетте, қатты материалдың бір немесе бірнеше компоненттерін сулы етеді.

Шлам (нем. schlamm-балшық). Қандай да бір кен материалын жуу кезінде тұнба түрінде алынатын тау-кен өнімін инженерлік әзірлеу кезіндегі шаң және оның ұсақ бөліктерін құрайтын қалдықтар.

Шөгінді тау жынысы. Жер қыртысының беткі бөлігіне тән термодинамикалық жағдайларда болатын және ауа-райының өзгеруі және әртүрлі тау жыныстарының бұзылуы, судан химиялық және механикалық жауын-шашын нәтижесінде пайда болатын тау жынысы.

Электролиз. Электр тогының ерітінді арқылы өтуі немесе электролиттің балқуы кезінде пайда болатын электродтардағы қайталама реакциялардың нәтижесі болып табылатын ерітінділердің немесе басқа заттардың құрамдас бөліктерін электродтардан шығарудан тұратын физикалық-химиялық процесс.

Электролиттік диссоциация. Еріген немесе еріген кезде молекулалардың иондарға ыдырау процесі.

Эндотермиялық реакция (грек. ἔνδον - ішінде және θέρμη-жылы). Жылу сіңірумен бірге жүретін химиялық реакция.

Ярозит процесі. Zn-тұқылданғаннан кейін алынған кектерді гидрометаллургиялық өңдеу.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Уткин Н.Я. Түсті металдар өндірісі. – М.: Интермет Инжиринг, 2002. – 442 б.: Уткин Н.Я. Түсті металлургия. Сала технологиясы. М.: Металлургия, 1990. – 447с.:

2. А. Н. Плановский, Химиялық технологияның процестері мен аппараттары М.,. Металлургия. 1981

3. Ф.М. Лоскутов. А.А. Зейдлер. Ауыр түсті металдар металлургиясы бойынша есептеулер. Металлургия, 1968. – 592с.:

4. Түсті металдар металлургиясы: / Колобов Г. А., Бредихин В. Н., Маняк Н. А., Шевелев А. И. ДонНТУ – Д.: «Кальмиус» баспа үйі, 2007. -873 Б.

5. Пожидаев Ю. В., Кривошеина Н. Г. Минералды шикізатты дайындау және өңдеу: Оқу құралы / СибГИУ. - Новокузнецк, 2005-187 б.

6. В.В. Ванюков, Н. И. Уткин. Мыс және никель шикізатын кешенді өңдеу. - М.: Металлургия, 1988. – 320 б.

7. Шилаев В.П. Пайдалы қазбаларды байыту негіздері. – М.: Жер қойнауы, 1986.- 296 б.

8. Абрамов А. А. Қатты пайдалы қазбаларды өңдеу, байыту және кешенді пайдалану. Көлемі 3. «Түсті металл кендерін өңдеу және байыту технологиясы». Мәскеу, ММТУ, 2006.

9. Кендерді байыту анықтамалығы. Кен байыту фабрикалары / под ред. О. С. Богданова. – М.: Жер Қойнауы, 1984.

10. Наумчик А. Н., Дубовиков О. А., Швачко Г. И. Төмен сапалы бокситтерді байыту түсті металдар. 1996 № 8 Б. 34-36.

11. Жоғары кремнийлі бокситтерді өңдеу әдістері В. М. Сисяков, О. А. Дубовиков, Сенімділік және т. б. кендерді байыту. 2012 № 3 Б.10-15.

12. Полкин С. Сирек және асыл металдардың кендері мен шашырауларын байыту— М.: Жер қойнауы, 1987.

13. Ванюков В. А., Уткин Н. И. «Мыс және никель шикізатын кешенді өңдеу». М: Металлургия. 1988. - 431с.

14. Воскобойников В.Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. «Жалпы металлургия». М: Металлургия. 1985. - 476с.

15. Мыс, никель және кобальт металлургиясы: оқу құралы/И. Ф. Худяков, А. И. Тихонов, В. И. Деув, С. С. Набойченко. - М.: Металлургия, 1977. – 259 б.

16. Қорғасын металлургиясы: оқу құралы / Ю. П. Романтеев, А.Н. Федоров, С. В. Быстров, А. А. Комков. М.: МИСиС, 2005.

17. Зайцев В. Я., Маргулис Е.В. Қорғасын және мырыш металлургиясы. М.: Металлургия, 1985.

18. Романтеев Ю. П., Федоров А. Н., Быстров С. В. Мырыш және кадмий металлургиясы: оқ құралы. М.: МИСиС, 2006.

19. Қорғасын, мырыш, кадмий металлургиясындағы есептеулер: оқу. құралы / Романтеев Ю. П., А. А. Комков, А. Н. Федоров, С. В. Быстров. М.: МИСиС, 2006.

20. Ибрагимов А. Т., Будон С. В. Қазақстан бокситтерінен саз топырақ техниологиясы мен өндірісін дамыту, Павлодар, 2010ж. 366с.

21. Қайталама түсті металдар технологиясы И. Ф. Худяков, А. Дорошкевич, А. Кляйн, И. Т. Гүлдин, Б. Фомин Металлургия, 1991. 280 б.

21. Е. Г. Непомнящий Экономика және кәсіпорынды басқару: дәріс конкүйежентектісі / Е. Г . Непомнящий. – Таганрог: ТРТУ баспасы, 1997. 374 Б.

22. Генкин Б. М. Еңбек экономикасы және әлеуметтануы: оқу. жоғары оқу орындары үшін / Б. М. Генкин. – 7-ші басылым., Қос. - М.: Норма, 2007. 448 б.

23. Новашина Т. С. кәсіпорынның экономикасы және қаржысы: оқулық / Т. С. Новашина, В. И. Карпунин, В. Леднев. – 2-ші басылым., қайта өңд. және қосымша – -М.: «Синергия» Мәскеу қаржы-өнеркәсіптік университеті, 2014. 205 Б.

24. Гершанок А. Еңбекті ұйымдастыру негіздері: оқу құралы / А. А. Гершанок. – Перм. мем. ұлт. зерт. ун-ті. - Пермь, 2019. 227 б.

25. А. А. Челноков Еңбекті қорғау: технологиялық мамандықтар студенттеріне арналған оқу құралы / А. А. Шеллоков. – Мн. : BGTU, 2006. 294 б.

26. Винерский С. Н. Еңбекті қорғау. Зертханалық семинар: Оқу құралы / С.Н. Винерский және т. б. – Мн.: Технопринт, 2002.

27. Лазаренков А.М. Еңбекті қорғау. Практикалық сабақтарға арналған оқу-әдістемелік құрал / А. М. Лазаренков, И.Н. Ушакова. - Минск: БНТУ, 2011. 205 Б.

28. Л.С. Стрижко Металлургиядағы өмір қауіпсіздігі. Металлургия мамандықтарының студенттері үшін / Л. С. Стрижко, Е. П. Потоцкий, И.В. Бабайцев және т.б. - М.: Металлургия, 1996. 416 б.

29. Колбасенко Т. Электр Қауіпсіздігі / Т. Колбасенко. - Новосибирск: СибГУТИ, 2012. 120 б.

30. Глебова Е. В. өндірістік санитария және еңбек гигиенасы: жоғары оқу орындарына арналған оқу құралы. 2-ші басылым., қайта өңд. және қосымша. / Е. В. Глебов. – М.: Жоғары Мектеп, 2007.