

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Қанатқызы Ақтілек

Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

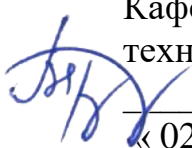
Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова

« 02 » маусым 2021 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру»

Мамандығы 5B070900 – Metallurgy

Орындаған

Қанатқызы А.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор



Г.Ж. Молдабаева

« 02 » маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра мең-
герушісі, техн. ғыл. канд.,
М.Б. Барменшинова
« 01 » ақпан 2021 ж.



Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Қанатқызы Ақтілек

Тақырыбы: «Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру»

Университет Ректорының 2020 жылғы «24» қараша № 2131-б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «18» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: мысты отпен тазарту өндірісінің
мәліметтері, қаралы мыстың, анодты скраптың құрамдары, қосымша
қосылатын шикізаттың мөлшері, анодты мыс бойынша цехтың жылдық
өнімділігі

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) өндірістің технологиялық үдірістері мен шешімдері;

в) технологиялық процестің есептеулері;

г) қорытынды.

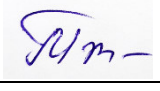
Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): анодты
пештің сызбасы, қосымша жабдықтың сызбасы, цех жоспары мен қимасы

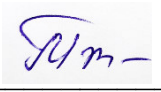
Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	15.02.2021 ж.	
Әдеби шолу	29.03.2021 ж.	
Технологиялық бөлім	12.04.2021 ж.	
Металлургиялық есептеулер	19.04.2021 ж.	
Қорытынды	03.05.2021 ж.	

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	02.06.2021 ж.	
Норма бақылау	С.Қ. Джуманкулова PhD д-ры	02.06.2021 ж.	К. Джуманкулова

Ғылыми жетекші  Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А. Қанатқызы

Күні «01» ақпан 2021 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жоба 44 бет, 14 кесте, 2 сурет, 10 әдеби дереккөздерін қамтиды.

Дипломдық жобаның мақсаты - электролиттік тазартуға жарамды анодты мыс алу. Осыған байланысты қара мыс өндірісінің технологиялық процесінің қысқаша сипаттамасы келтірілген, мысты тазартудың теориялық негіздері кеңінен баяндалған, мысты отпен тазарту практикасы сипатталған.

Жұмыс істеп тұрған кәсіпорын жағдайында қара мысты отпен тазарту технологиясы мен тәжірибесі сипатталған. Құрылыс орнын таңдау; құрылыс ауданының сипаттамасы; ауданның шикізат, отын-энергетика, еңбек ресурстарымен және басқа да инфрақұрылымдық элементтермен қамтамасыз етілуі сияқты жобалау қағидаттарын ескере отырып, кәсіпорынды орналастыру көрсетілген. Технологиялық көрсеткіштердің металлургиялық есептері, негізгі және қосалқы жабдықтардың құрылымдық есептері орындалды.

Жабдықтар мен технологиялық процесс режимін жетілдірудегі негізгі бағыттар баяндалды.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 44 стр., 14 табл., 2 рисунка, 10 литературных источников.

Цель дипломного проекта - получение анодной меди, пригодной для последующего электролитического рафинирования. В этой связи приведено краткое описание технологического процесса производства черновой меди, популярно изложены теоретические основы рафинирования меди, описана практика огневого рафинирования меди.

Описана технология и практика огневого рафинирования черновой меди в условиях действующего предприятия. Показаны выбор места строительства; характеристика района строительства; размещение предприятия с учетом таких принципов проектирования, как обеспеченность района сырьевыми, топливно-энергетическими, трудовыми ресурсами и другими инфраструктурными элементами. Выполнены металлургические расчеты технологических показателей, конструктивные расчеты основного и вспомогательного оборудования.

Излагаются основные направления в совершенствовании оборудования и режима технологического процесса.

ANNOTATION

The diploma project contains 44 pages, 14 tables, 2 figures, 10 literary sources.

The goal of the diploma project is to obtain anodic copper suitable for subsequent electrolytic refining. In this regard, a brief description of the technological process of production of rough copper is given, the theoretical foundations of copper refining are popularly described, and the practice of fire refining of copper is described.

The technology and practice of fire refining of rough copper in the conditions of the operating enterprise is described. The article shows the choice of the construction site; the characteristics of the construction area; the location of the enterprise, taking into account such design principles as the provision of the area with raw materials, fuel and energy, labor resources and other infrastructure elements. Metallurgical calculations of technological parameters, structural calculations of the main and auxiliary equipment were performed.

The main directions in improving the equipment and the mode of the technological process are outlined.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Жалпы түсіндірме қағазы	10
1.1 Кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы	10
1.2 Шикізат базасы, өнімнің номенклатурасы, сапасы және технологиялық ідегей	10
1.3 Энергия ресурстарындағы қажеттілік	13
2 Бас жоспар, көлік және жоба бойынша құрылымдық шешімдер	14
2.1 Бас жоспар	14
2.1.1 Құрылыс алаңының қысқаша сипаттамасы	15
2.1.2 Құрылыс алаңын таңдау және оның сипаттамасы	15
2.2 Ішкі және сыртқы көлік	15
2.3 Санитарлы – гигиеналық шаралар	16
2.4 Бұзылған жерлерді қалпына келтіру	16
3 Зерттелетін жобаның технологиялық шешімдері	18
3.1 Отпен тазарту процесінің теориясы	18
3.1.1 Тотығу кезеңі	19
3.1.2 Отпен тазарту кезіндегі қоспалардың тәртібі	21
3.2 Жезқазған мыс зауытындағы отпен тазарту процесінің технологиясы	23
3.3 Отпен тазарту кезінде қолданылатын жабдықтардың сипаттамасы	24
3.3.1 Анод пешінің сипаттамасы	24
3.4 Технологиялық көрсеткіштерді таңдау және танысу	25
3.5 Технологиялық процесті есептеу	26
3.5.1 Мысты анодты тазартудың бастапқы және соңғы өнімдерін талдау	26
3.5.2 Материалдық балансты есептеу	26
3.5.3 Отынның жануын есептеу	28
3.6 Жылу балансын есептеу	29
3.6.1 Балқу кезеңінің жылу балансын есептеу	29
3.6.2 Тотығу кезеңінің жылу балансын есептеу	31
3.6.3 Тотықсыздандыру кезеңінің жылу балансын есептеу	33
3.6.4 Құю кезеңінің жылу балансы	34
3.7 Қосалқы жабдықты таңдау және есептеу	34
3.7.1 Газ жүретін жүйені есептеу	34
3.7.2 Түтін құбырын есептеу	36
3.8 Құрылымдық есептеу және негізгі технологиялық жабдықты таңдау	37
3.8.1 Пештің геометриялық өлшемдерін есептеу	38
3.9 Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру	40
Қорытынды	43
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары мыс металлургиясының дамуы шикізатты пайдаланудың күрделілігінің жоғарылығымен, механикаландырылған және автоматтандырылған үздіксіз өндірістерді құрумен сипатталады.

Қазіргі уақытта мыс өндіру кезінде шикізаттан он екіден астам құрауыш алынады және өнімнің жиырмадан астам атауы өндіріледі.

Мыс негізінен сульфидті полиметалл кендерінен алынады. Мыстың негізгі мөлшерін шетелде және ТМД елдерінде стандартты пирометаллургиялық схема бойынша алады: балқыту – конвертерлеу-тазарту.

Штейндерді конвертерлеу кезінде алынған қара мыс құрамында 1-1,5% дейін әртүрлі қоспалар бар, олар оның механикалық қасиеттері мен электр өткізгіштігін нашарлатады және металдың әрі қарай техникалық салаларда қолдануын жарамсыз жасайды. Сонымен қатар, қара мыс көптеген жағдайларда асыл металдардың едәуір мөлшерін қамтиды, ал олардың мәні әсерлі болады.

Балқытылған мыстың 95% - дан астамы электролиттік тазартудан өтеді. Бұл процесс әдетте отпен тазарту процестен бұрын жүреді, өйткені таза анодты мыс электролизі тазартылмаған қаралы мыс электролизіне қарағанда бірқатар технологиялық артықшылықтар береді.

Әдеби дереккөздер мен тәжірибе деректері негізінде осы жобада ЖМЗ жағдайында мыс шихталарын электрлік балқыту және штейндерді конвертерлеу нәтижесінде алынған қара мысты отпен тазарту процесі негізделді және таңдалды.

1 Жалпы түсіндірме қағазы

1.1 Кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы

Мысты отпен тазартудың жобаланған цехы жылына 160 мың тонна анодты мыстың өнімділігіне есептелген. Тазарту процесін "Южуралмаш" өндірістік бірлестігі (Орск қ.) орындаған ПА-0-200Б типті цилиндрлі көлбеу пештерде жүргізу көзделіп отыр.

Бұл анодты бөлісінің цехын тікелей конвертерлеу бөліспен технологиялық байланыстыруға мүмкіндік береді, сонда бұл мыс өндірісінің барлық технологиясын үнемді етеді.

Цехтың құрылыс ауданын таңдау мәселесін шешуде бастапқы фактор ретінде өнеркәсіптік нысандарды орналастырудың жалпы ғылыми принциптері болды.

Кәсіпорынның құрылысы шикізат базасын, энергия және сумен жабдықтауды, көлік шаруашылығын, климаттық жағдайларды және еңбек ресурстарын ескере отырып жүзеге асырылуы тиіс.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, цехтың құрылысын Жезқазғанда жүргізуді жоспарлау қажет.

1.2 Шикізат базасы, өнімнің номенклатурасы, сапасы және технологиялық деңгейі

Мыс балқыту зауытының шикізат базасы Жезқазған кен орны болып табылады. Бұл кен орны кен бассейні болып табылады. Кен орнының кендері жер қыртысының жанында орналасқан, кен орны ашық түрде игеріледі, бұл кеннің салыстырмалы түрде төмен құнын анықтайды. Жезқазған тау-кен байыту комбинатының сульфидті мыс концентраттарының (бұдан әрі ЖГОК) құрамы 1.1-кестеде келтірілген.

1.1 Кесте – Концентраттың химиялық құрамы

Концентрат	Негізгі және құнды компоненттердің мөлшері (%)									
	Cu	Zn	Fe	Pb	S	S(SO ₄ ²⁻)	Si	As	Au (г/т)	Ag (г/т)
ЖТБК	20,3	5,4	29,4	4,2	37,1	0,56	0,61	0,06	1,48	183
Концентрат	Қоспа компоненттерінің мөлшері (%)									
	C(жалпы)	C(орг)	Na	K	Mg	Ca	Al	Ni	Sn	W
ЖТБК	0,08	0,08	<0,05	0,03	0,14	0,03	0,17	<0,01	<0,01	<0,001

ЖТБК концентраттарында сульфидтердің жоғары мөлшері бар — 95 %. Олардың ішінде халькопирит пен сфалерит негізгі құндылыққа ие, олардың жалпы мөлшері 65% құрайды. Материалдардағы мырыш пен темірдің мөлшері

шамамен бірдей деңгейде. ЖТБК концентратының құрамында мыс, қорғасын, күкірт және күміс бар. Алтынның мөлшері аз және 1,5 г/т құрайды.

ЖТБК концентратының рационалды құрамы төмендегі кестеде келтірілген, ол химиялық құрамы және оның минералогиялық зерттеу нәтижелері негізінде есептелген.

1. 2 Кесте – ЖТБК Концентраттың рационалды құрамы

Минералдар	Компонент мөлшері (%)								Бар-лығы
	Cu	S	Si	Fe	Pb	Zn	As	Басқа-лары	
Халькопирит (CuFeS ₂)	20,0	20,2		17,6					57,7
Сфалерит (ZnS)		2,6				5,4			8,0
Пирит (FeS ₂)		13,5		11,8					25,3
Арсенопирит (FeAsS)		0,03		0,04			0,06		0,13
Галенит (PbS)		0,5			3,4				3,9
Дигенит (Cu _{1,8} S)	0,3	0,1							0,4
Англезит (PbSO ₄)		0,1			0,8			0,3	1,2
Кенді емес материалдар	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	3,3
Барлығы	20,3	37,1	0,6	29,4	4,2	5,4	0,1	2,9	100

Өңдеуге құрамы бойынша аралас орташаланған шихта түседі, %: Cu 14,6, S 38,0, Fe 32,42, SiO₂ 5,52, Al₂O₃ 1,61, CaO 0,83, MgO 0,1, Zn 0,21, басқалары 6,71. Шихтаны дайындау үшін флюстер ретінде келесі құрамдағы материалдар қолданылады: әктас, % : SiO₂ 60-80, CaO 0,8-7, Al₂O₃ 2-12; кварц кені, мас. %: Cu 2-10, SiO₂ 60-80, CaO 0,8-7, Al₂O₃ 2-12. Байыту фабрикаларынан концентраттар темір жол көлігінің дамыған желісі бойынша комбинатқа келіп түседі. Отын ретінде мазут қолданылады, оның құрамы мынадай: C 82,5, H₂ 10,6, N₂ 0,5, S 3,1; A 0,3, W 3,0.

Кварц кені ретінде меншікті кен орнының мыс кені және құрамында алтын бар кварц кені қолданылады. Әктас та өз кен орнынан тасымалданады.

Флюстер белгілі бір қасиеттері, химиялық құрамы, тығыздығы, тұтқырлығы бар, онымен түсті металдардың ең аз шығынын қамтамасыз ететін шлақты алу үшін кен термиялық пешке, сонымен қатар конвертерге жүктеледі. Құрамында кремний бар флюс ретінде негізінен Қоңырат кен орнының қалдықтары мен құрамында алтын бар флюстер қолданылады. Олардың сипаттамасы келесі кестеде келтірілген.

1.3 Кесте – Флюстердің сипаттамасы

Флюс аталуы	Химиялық құрамы, % масс						Сусымалы салмағы, т/м	Қоспалардың мөлшері, %	
	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃		As	Pb
Алтынқұрамды концентрат	-	10-20	10-20	30-40	0,4-4	5,0-7,0	1,67-1,75	-	0,05-0,6
Кварцты кенді елеу қалдықтары	-	5	0,5	60-80	0,8-7	2-12	1,65-1,75	-	-
Әктас	-	-	-	2,5-10	45-53	0,05-15	-	-	-
Қоңырат қалдықтары				70					

Келесі кестелерде қаралы мыс өндірісінде қолданылатын көмекші материалдардың құрамы көрсетілген.

1.4 Кесте – Клинкердің сипаттамасы

Флюс аталуы	Химиялық құрамы, % масс						Сусымалы салмағы, т/м	Қоспалардың мөлшері, %	
	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃		As	Pb
Клинкер	1-8	20-30	4-10	14-16	1,0-3,6	2-4	1,45-1,55	10-30	8-20

Клинкер - мырыш өндірісінің өнімі болып табылады. Ол Өскемен қорғасын-мырыш және Лениногор комбинаттарынан келіп түседі. Клинкер көмір сияқты отын болып табылады. Оның құрамында жоғары мөлшерде көміртегі мен металды темір бар. Сонымен қатар, оның құрамында мыс, мырыш және бір тоннаға бес граммға дейін алтын, бір тоннаға 200 граммға дейін күміс бар.

1.5 Кесте – Флюстердің сипаттамасы

Шикізат аталуы	Химиялық құрамы, % масс							Сусымалы салмағы, т/м
	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	
Құрамында мыс бар айналым материалдары	8-35	2-12	7-30	15-40	2-4	3-13	15-25	3,4-4,0

Айналым материалдары – конвертерлі бөлімшенің шөмішінен алынған қыртыстар, сынықтар, кәдеге жарату қазандығының, шаң камерасының және циклондардың шаңы. Қыртыстар мен сынықтарды минус 10 мм-ге дейін ұсақтау керек.

Кентермиялық пештен алынатын штейндерді конвертерлеуден кейін кара мыстың сапасы МЧ-3 – МЧ-5 маркаларымен анықталады.

Жалпы, ЖМЗ тауарлық өнімдердің кең спектрін шығарады:

- катодты мыс, екі маркасы өндіріледі - М00К және М0К;

- қорғасын шаңы, 3 маркалы: ПФГ-1, ПФГ-3, ПФГ-4 өндіріледі;
- күкірт қышқылы, 2 сорт шығарылады: техникалық 1 сорт (90 %) және техникалық 2 сорт (10 %);
- мыс электролиттік шламы, ол мысты электролиттік тазарту өнімі болып табылады және аффинаж зауытына жіберіледі.

Анод цехына құрамында 98,4% Cu бар қара мыс келіп түседі. Мұндай мыстың құрамында мынадай мөлешред қоспалар бар, %: Fe - 0,0054; S - 0,0054; As – 0,09; Sb – 0,0144 және г/т: Au - 0,82; Ag - 1764,4.

1.3 Энергия ресурстарындағы қажеттілік

Кәсіпорында энергетикалық шаруашылық энергияның барлық түрлерімен қамтамасыз ететін маңызды бөлімше болып табылады: электр, жылу және механикалық.

Кеңгір су қоймасы зауытты өнеркәсіптік және ауыз сумен жабдықтау көзі ретінде қабылданды.

Тұтынушыларға таза ауыз су беру үшін зауыт аумағында магистральдық айналма желі жобаланды. Ластанған суларды ағызу үшін кәріз жүйесі жобаланған.

2 Бас жоспар, көлік және жоба бойынша құрылымдық шешімдер

2.1 Бас жоспар

Жезқазған мыс зауыты Қарағанды облысының батыс жағында орналасқан. Зауыт территориясы солтүстік жағынан ЖЭО, литейді механикалық зауытпен, оңтүстігінде әуежайға кететін жолмен шектелген. Завод қаланың орталығымен жалғыз үлкен автомобильді жолмен және темір жолмен байланысқан. Зауыттың жалпы аумағы 3000 гектарды құрайды. Аумақтың беті біркелкі болу үшін, сазбалшықпен тегістейді.

Жезқазған қаласының ауа райы шұғыл континенттік климаттық белдеуге жатқызылады. Абсолюттік температуралар минимумы -39°C , максимумы $+38^{\circ}\text{C}$. Негізінен желдің бағыты шығысқа және оңтүстік шығысқа қарай бағытталған. Желдің жылдамдығы максималды 38 м/с. Топырақ бетінің тоңазу тереңдігі 2 м. Жер асты суы аз сілтілі, сондықтан қорғануды қажет етпейді.

Берілген ауданда жауын-шашын мөлшері аз болады. Ол шамамен 125-тен 208 мм арасында ауытқиды. Температураның қолайлылығынан және жауын-шашынның аздығынан бұл ауданның ылғалдылығы төмен.

Жезқазған мыс зауытының өнеркәсіптік, сол сияқты ауыз суымен қамтамасыз ететін Кеңгір су қоймасы болып табылады. Зауыттың территориясында орналасқан тұтынушыларды таза өнеркәсіптік сумен қамтамасыз ету үшін диаметрі 600 мм екі су құбырынан қоректенетін магистральді айналым торабы жобаланған. Кір суларды шығару үшін канализация және тазалау жүйесі жобаланған.

Үрдістің жүруіне конвертерде және анодты пештерде отынды жағу үшін, ауамен жұмыс істейтін агрегаттар мен пештердің ауа тасмалдағыштарын ауамен қамтамасыз ету, қысымы 5-6 атмосфера болатын жуық құбыр компрессордан айналым магистраль бойынша зауыттың жылу энергия станциясының құбырына ауаны үрлеу арқылы жүргізіледі.

Металлургиялық цехтың тазаланған және кептірілген ауамен жұмыс істейтін агрегаттары үшін цехтың электропеш бөлімінде компрессорлы ауаны тазалайтын және кептіретін станция орнатылған.

Зауыттың сыртқы транспорттық байланысы кең темір жолдар көмегімен жүзеге асырылады. Тұрақты әрекет жасайтын құрылыс ұйымы «Жезқазғанпролстрой» болып табылалады. Өнеркәсіптік қондырғыларды монтаждау және жөндеуді «Казцветмет» басқармасы және зауыттың өз құрылыс–монтаждау басқармасы жүргізеді.

Процеске керекті ауаны, яғни пештегі отынның жануына, шаңдар мен басқа агрегаттарға, пневматикада жұмыс істейтіндерге ауа өндірісін қысымы 5-6 атмосфера, құбырлы компрессорлардан құбырлы ауа өткізгіш станцияға дейін зауытта құбырлар орналасқан.

Мыс балқытатын цехтың агрегаттарында тазаланған ауа жұмыскерлерге беріледі, анод бөлімінің цехында кептіру мен ауаны тазарту агрегаттары бар.

Жезқазған қаласы Қарағанды–энерго жүйесінен энергия алады. Қосымша

энергия көзі ретінде Жезқазған ЖЭС болып табылады.

Зауыттың сыртқы транспорты жерасты теміржол сапарымен байланысты. Өндірістік қорларды жөндеу «Казцветметремонт» басқаруымен жүргізіледі.

2.1.1 Құрылыс алаңының қысқаша сипаттамасы

Аумақ біртекті сазбалшықтан салынған. Бұл жер бірқалыпты құрамда жасалған, үстінен төменге дейін 40-30 метрде саздың (суглинка) кептірілген пластинасы жатыр, оның астында құмның (гравия) жұқа жайылған қабаты болады, ол да аз көлемді суглинкамен араласқан. Бұл қойылымның қалыңдығы 0,8 метр. 14-17 м тереңдікте бірқалыпты тығыз топырақ жатыр. Бұл топырақ құмды-топырақты және су құрамды. Топырақ суы жер бетінен 14-17 м тереңдікте орналасқан. Топырақтың қату тереңдігі 1,9 м, оған түсетін күш көлемін 3 г/м^2 тең деп алуға болады. Бұл жер, құрылыс үшін ыңғайлы түзу рельефті жер, себебі ол қосымша жұмысты қажет етпейді.

Бұл ауданның ауа райы күрт өзгертін континенталды температуралы, қыстан көктемгі кезеңге және жазғы кезеңге өтуі аз мөлшердегі жауын-шашынмен өтеді. Құрылыс ауданындағы жел жылдамдығы оңтүстік-шығыс, ал заут қаланың солтүстік-батысында орналасқан, яғни бөлініп шығатын газдардың әсері қалаға тимейді.

Зауыт іргетасы жер бетінен 6 м тереңдікте салынған. Топырақ сулары 6 метрден төмен орналасқан, олар іргетасқа әсерін тигізбейді.

2.1.2 Құрылыс алаңын таңдау және оның сипаттамасы

Құрылыс шикізат қорын, энергия және сумен қамтамасыз етуді, сонымен бірге көлік шаруашылығын, климат жағдайларын және жұмыс күшін есепке алынып салынады. Құрылыс алаңының артықшылығы – қосымша жер жұмыстарын жоспарлауды қажет етпейтін түзу рельеф. Цех салынатын құрылыс алаңы шикізат қоры маңайында орналасады.

2.2 Ішкі және сыртқы көлік

Өндірісті процестерге шикізат пен материалдарды жеткізуге, оларды тиеуге, қоймаларға таратуға, жұмыс орнынан цехтардан цехтарға жеткізу үшін, дайын өнімді апаруға көлік қажет. Зауыттың сыртқы көлік желісі жерасты темір жолдарымен байланысты.

Жезқазғандағы мыс балқыту зауытында келесідей құрамдағы көлік түрлері болады:

- тепловоз ТПМ-2, салмағы - 70 тонна;
- аккумулятор электртасығыштар, салмағы - 2 тонна;

- анодты таситын вагонеткалар.

Сонымен бірге, зауытта автокөліктер бар, олар зауыттың ішкі көлігінің қызметін атқарады.

Пункт орналасқан нүктелер: аймақты күзету, авто көлікті қадағалау, сақтау камерасын күзету, кірісті қадағалау және тағы басқа КГШ жоспары бойынша 12х12 м, бір қабатты биіктігі 4,2 м қақпалары механикалық түрде жабдықталған.

2.3 Санитарлы – гигиеналық шаралар

Мыстың металлургиялық өндірісі басқа да өндірілетін шикізаттар сияқты қоршаған ортаны ластайды. Оның қоршаған ортаға әсері жағдайында өндіріс орындарындағы технологиялық жүйелердің жоғалуына әкеліп соғады.

Жезқазған қаласы үшін зиянды қоспалардың ауа атмосферасының және цехтың жұмыс аумағының ауасының құрамдары көбеюіне себепкер болатын қолайсыз жағдайлар:

- қалада жиі болатын штильдер, шығыс және оңтүстік-шығыс желдері;
- температураның және атмосфералық қысымның күрт өзгеруі;
- жер маңындағы инверсиялардың болуы;
- күрт түсетін жауын-шашындар;
- ұзақ уақыт тұратын тұмандар.

Анод бөлімінде бу-мазут эмульсиясы мен құрамындағы мыс тотығын тотықсыздандыру жүреді. Процесс ПА-0-200 Б типті төрт анодтық пеште жүргізіледі. Пеш газдары бүйірлік ұшырумен жабдықталған. Олар пеш көмейінен биіктігі 35 м болатын түтін мұржасына кетеді. Әр пештің өз мұржасы бар. Жергілікті жердің ауа-райы және зиянды заттардың шығу көздерін ескере отырып, өнеркәсіптің өндіріс алаңдарында санитарлы қорғаныс зоналары бар. Онда ауа атмосферасындағы зиянды заттардың күкіртті ангидритке күнделікті бақылау жүргізіледі. Қоршаған ортаны зиянды заттардан қорғау мәселесінде қазіргі кездегі өнеркәсіпке өндірістің жаңа прогрессивті әдістерін енгізу орын алады.

2.4 Бұзылған жерлерді қалпына келтіру

Жобаланатын қара мысты отпен тазарту цехы Жезқазған мыс зауыты құрамына кіретін болғандықтан және оның өндіріс алаңында орналасқандықтан, цехтың бұзылған жерлерін қалпына келтіру жалпы бағдарламасына қатысуы болжамдалуда. Технологиялық процестің аз уақытқа бұзылу салдарынан анодты өңдеуден шығатын газдар, газ фазасын құраушылар, сонымен қатар құрамында қорғасын және мышьяк тәрізді зиян ауыр металдар болатын тұнатын, толық ұсталынбаған шаңдар цех орналасқан аймақта жер қыртысының физика–химиялық құрылымының бұзылуын және

тұздалуын тудыруы және де жер қыртысының өсінді бетіне әсер етуі мүмкін. Сондықтан берілген жобада, технологиялық процесс барысында бұзылған жерді қалпына келтіру бағдарламасы қарастырылуда. Берілген бағдарламаның жүзеге асуының негізгі бағыттар келесідей:

- өсінді бетті қайта қалпына келтіру мен техногенді әсер орталығында топыратқты қопсыту;
- цех орналасқан аймақта орман қорғаушы пункттер құру.

3 Зерттелетін жобаның технологиялық шешімдері

3.1 Отпен тазарту процесінің теориясы

Қара мыстың құрамында 97,5-99,2 % негізгі металл және 4,0 %-ке дейін қоспалар болады, олардың ішінде ең негізгі қоспалар – Fe, S, Ni, Bi, Sb, Au, Ag, Se, Te және еріген газдар. Көптеген қоспалар, соның ішінде газдар да мыстың механикалық қасиеттерін, әсіресе созылғыштығын төмендетеді. Барлық қоспалар (асыл металдардан басқалары) мыстың электрөткізгіштігін нашарлатады. Қара мыстың құрамында 400 г/т дейін Au және 3000 г/т дейін Ag болады, анағұрлым бағалы болғандықтан бұл металдарды тазарту кезінде бөліп алу қажет.

Мысты тазартудың екі белгілі әдістері бар – отпен тазарту және электролитті тазарту. Бірінші әдіспен тазарту кезінде құрамында асыл металдары бар М2, М3 және М4 маркалы мысты алуға болады. Электролиз әдісімен тазарту кезінде осындай мыстан Au және Ag-ті бөліп алып, тазалығы анағұрлым металл алады.

Қазіргі уақытта мыстың тазалығына жоғары талаптар қойылады, сондықтан оның барлығын электролиз әдісімен тазартады. Алдын-ала қоспалардың негізгі массасын отпен тазарту арқылы бөліп алса, тазартылған мыстың сапасы артып, келесі өңдеуге керекті шығындар азаяды. Сондықтан мысты электролиттік жолмен тазарту алдында әдеттегідей отпен тазартуды қолданылады.

Сонымен, отпен тазартудың мақсаты – қоспаларды жою және мыстың электролитті тазарту процесі үшін тығыз анодтарды алу. Отпен тазарту процесі келесі операциялардан тұрады: тиеу, балқыту, қоспаларды тотықтыру, шлақты бөліп алу, мысты тотықсыздандыру және құю. Қатты мыспен жұмыс істегенде бұл процестің жалпы ұзақтылығы 12-24 сағатқа созылады.

Қара мысты қоспалардан отпен тазарту әдісі металдардың оттегіге әртүрлі ұқсастығында және сұйық мыста тотыққан қоспалардың көпшілігінің аз еруінде негізделген. 1200 °C-та оттегіге ұқсастығы бойынша қоспаларды келесідей орналастыруға болады: Zn, Fe, Sn, As, Ni, Sb, Pb, Bi, S, Cu, Te, Se, Ag, Au. Мыспен салыстырғанда бірінші тоғыз элементтердің оттегіге ұқсастығы жоғары.

Отпен тазарту мыс пен оның Cu_2O тотығының келесі қасиеттеріне негізделген:

- Cu_2O тотығы балқытылған мыста жақсы ериді (12 % дейін);
- Cu_2O тотығы асыл емес қоспаларға қатысты тотықтырғыш болып табылады;
- тотығу нәтижесінде пайда болатын қоспалар тотықтарының басым бөлігі сұйық мыста ерімейді;
- тотыққан қоспаларды алып тастағаннан кейін Cu_2O тотығы жеңіл және жылдам қалпына келтіріледі.

Отпен тазарту процесі келесі негізгі жүктемелерден, қатты мысты

ерітуден, балқыманы қыздырудан, қоспаларды тотықтырудан, қожды алып тастаудан, мысты дезоксидтеуден (дразнения) және мысты анодтарға құюдан тұрады.

Отпен тазарту кезінде әртүрлі пештер қолданылады:

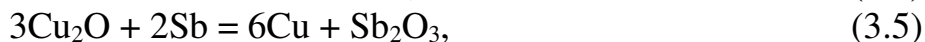
- сұйық мыспен бірге жоғары мөлшерде қатты мысты өңдейтін өнімділігі жоғары стационарлы шарпу пештері;
- сұйық қара мысты өңдейтін, конструкциялары конвертерге ұқсас еңкеймелі пештер;
- сұйық мысты өңдейтін барабанды айналмалы пештер.

3.1.1 Тотығу кезеңі

Тотығу кезеңі балқытылған ваннаны ауамен үрлеуден басталады. Бұл жағдайда мыс біртіндеп оттегімен қанығып, қоспалардың тотығуы орын алады. Оттегіге ұқсастығына байланысты бірінші болып асыл емес қоспалар тотығуы керек. Алайда, олардың балқымадағы төмен концентрациясының нәтижесінде, ең алдымен мына реакция арқылы мыстың тотығуы жүреді:



Cu_2O ерігіштігі 1150°C температурада шамамен 8,3% ($1,04\% \text{O}_2$) және 1200°C температурада 12,4% ($1,56\% \text{O}_2$) құрайды. Мыстағы артық Cu_2O ерімейді және балқыманың бетінде тәуелсіз қатты немесе сұйық (1200°C -тан жоғары) фаза түзеді. Диффузия мен конвекцияның арқасында мыс тотығы бүкіл көлемде таралады және мысқа қарағанда оттегіге үлкен жақындығы бар қоспаларды тотықтыратын оттегінің таратқышы қызметін атқарады. Сонда қоспалардың тотығуы төмендегі реакциялар арқылы жүреді:



Қоспалардың түзілетін тотықтары кремнеземмен (SiO_2) байланысып, шлакқа өтеді. Ваннаның бетінен шлак түрінде тотықтардың жойылуы мыс қоспаларын тереңірек кетіруге көмектеседі. Отпен тазарту кезінде қоспаларды кетіру реті қоспалардың оттегіге жақындығымен анықталады және келесідей ұсынылуы мүмкін. Шамамен бірдей мөлшерде алдымен мырыш тотығады, содан кейін қалайы, темір, никель, сурьма, қорғасын, мышьяк, висмут және соңында күкірт. Алайда, бұл тәртіп қоспалардың концентрациясына және

ваннадағы масса алмасу жағдайларына байланысты өзгеруі мүмкін. Қоспаларды кетіру тереңдігі қоспалар тотықтарының диссоциациясының серпімділік қатынасына байланысты.

Берілген температурада



яғни мыс тотығының диссоциациясының серпімділігі оның металл ваннадағы концентрациясының жоғарылауымен жоғарылайды.

Қоспалар тотықтарының диссоциациясының серпімділігі мыс құрамындағы осы қоспалардың концентрациясының төмендеуімен артады:



Осылайша, отты тазарту кезінде қоспаларды тереңірек кетіру үшін металл ваннасын мыс тотығымен қанықтыруға тырысу керек, яғни мысты тереңірек тотықтыру қажет. Сонымен қатар, қоспалар жойылған сайын олардың тотықтарының диссоциациясының серпімділігі артады, қоспаларды жою қиынға соғады және (3.11) теңдік кезінде тоқтайды:



Металл қоспаларын тотықтырып, мысты оттегімен жеткілікті қанықтырғаннан кейін мыс тотығы мен сульфидінің өзара әрекеттесу реакциясы басталады (3.8). Түзілетін күкірт газы алдымен сұйық металда қаныққанға дейін ериді, содан кейін ваннадан бөлініп, соңғысының қайнауына әкеледі.

Қышқылдандыру (тотықсыздандыру) операциясы екі дәйекті кезеңнен тұрады - тығыздықты және икемділікті арттыру. Тығыздықты арттырудың негізгі мақсаты – мыстан еріген газдарды, негізінен SO_2 газын шығару. Ол үшін балқытылған мыс газбен араластырылады, бұл ең алдымен (3.8) реакция үшін қолайлы жағдай жасайды. Салыстырмалы түрде жақында тығыздықты арттыруға қажетті араластыратын газды алу үшін балқымаға шикі бөренелерді батыратын. Бұл жағдайда ағаштың құрғақ дистилляциясы орын алып, SO_2 газын ығыстыратын су буы мен көмірсутектердің тез бөлінуі жүреді. Қазіргі уақытта табиғи газ немесе бу-мазутты қоспасы қолданылады, мысалы, Жезқазған мыс қорыту зауытында. Сұйық мыста төмендегі реакциялар бойынша мыс тотығын тотықсыздандыру процесі ішінара басталады:



Тығыздықты арттыру кезінде, мыс оксидінің терең қалпына келуіне жол

бермеу керек және пеште қатты қалпына келтіретін атмосфера құру керек емес, өйткені бұл SO_2 -нің қалпына келуіне және күкірттің мысқа кері ауысуына әкелуі мүмкін. Басқаша айтқанда, осы кезеңдегі мыс құрамында еріген оттегінің жеткілікті мөлшері болуы керек. Тығыздықты арттыру операция аяқталғаннан кейін икемділікті арттыру операциясына кіріседі. Бұл операцияның мақсаты (3.12-3.14) реакциялар бойынша қалған Cu_2O тотығын металға дейін қалпына келтіру Тығыздықты арттыру операциямен салыстырғанда икемділікті арттыру кезінде процесті жоғары қалпына келтіретін атмосферада жүзеге асырады. Тотықсыздандырғыш ретінде ағаш, көмір, аммиак, газ және мазут қолданылады.

Газ көпіршіктерінің белсенді көпіршігі процесін жеделдету үшін өте маңызды. Осы операцияларды жүзеге асыру барысында мыс еріген сутегімен ластануы мүмкін.

Қатайған кезде сутектің ерігіштігі күрт төмендейді және ол қатайған мыста көптеген көпіршіктер түзеді, мұндай көпіршікті мысты кейінгі электролиттік тазарту кезінде қолдану өте қолайлы емес. Мыстың сутегімен қанығуына жол бермеу үшін Cu_2O , мыс оксидін толығымен қалпына келтіру қажет емес, өйткені ол болған кезде сіңірілген сутегі тез тотығады, ол оңай шығарылатын су буын түзеді. Іс жүзінде әдетте дайын мыста 0,05 - 0,10 % оттегіні қалдырады.

3.1.2 Отпен тазарту кезіндегі қоспалардың тәртібі

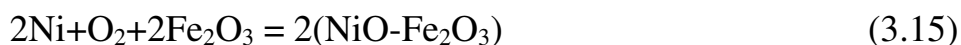
Мырыш балқу кезеңінде тотығады және тазартылған кезде іздерге дейін жойылады, қалайы балқу кезеңінде тотыға бастайды және тотығу кезеңінде қарқынды түрде жойылады, алайда қалайы терең шығарылмайды (мыста 0,1-0,15 %-ға дейін қалады). Қалайының бұл әрекеті мыс құрамындағы қалайы тотығының (SnO_2) жартылай ерігіштігімен және қалайы тотығының силикаттар түзбейтіндігімен байланысты. Сода немесе әк қосылған кезде қалайы мыстан тереңірек алынып тасталуы мүмкін.

Темір балқу кезеңінде тотыға бастайды және тотығу кезеңінде пайыздың мыңнан бір бөлігіне дейін терең жойылады.

Никель нашар алынып тасталады, тотығудан кейін мыс құрамындағы оның мөлшері 0,3-0,6 % болады. Бұл оттегі, мыс және никельді ұқсастығының аз айырмашылығына байланысты. Мышьяк пен сурьма болған жағдайда никельді кетіру әсіресе қиын болады. Бұл мыста оңай еритін және $(\text{Cu}_2\text{O})_6 \cdot (\text{NiO})_8$, $(\text{Sb}_2\text{O}_5)_2$ сияқты қиын тотықсызданатын қосылыстардың түзілуіне байланысты.

Никельден мысты тазарту феррит шлактарын алуға ықпал етеді, ол үшін темір тотығы Fe_2O_3 тотығу сатысында тазартылған пешке енгізілуі керек.

Сонда келесі реакция орын алып



сұйық мыста ерімейтін никель ферриті пайда болады, бұл мышьяк слюдаларының пайда болуына жол бермейді.

Мышьяк пен сурьма – ең қиын жойылатын қоспаларға жатады. Оларды тазарту кезінде жою негізінен ұшпа төменгі тотықтардың (As_2O_3 және Sb_2O_3) булануына байланысты.

Сондықтан тотығудың бастапқы кезеңінде бұл тотықтар өте қарқынды түрде жойылады. Мыстың едәуір тотығуымен олар өрескел мыста еритін ұшпайтын As_2O_5 және Sb_2O_5 тотықтарына өтеді. Тотығу және тотықсыздану процестерін бірнеше рет ауыстыру арқылы мышьяк пен сурьманы тереңірек жоюға болады. Қатты тотыққан мысты қалпына келтірген кезде мышьяк пен сурьма қайтадан үш валентті күйге ауысады және қарқынды сублимацияланады. Алайда, іс жүзінде бұл әдіс әрдайым қолайлы бола бермейді, өйткені тазарту операциясы ұзаққа созылып, пештердің өнімділігі төмендейді. Мышьяқтың сублимациясын күшейту үшін мыс ваннасын бейтарап газбен (азотпен) үрлеу ұсынылады. Мышьяк пен сурьманы кетірудің тағы бір бағыты – олардың бесвалентті тотықтарын мыста ерімейтін арсенаттар мен антимонаттарға байланыстыру:



Осы мақсатпен жеткілікті жоғары тотыққан мыс ваннасына әк немесе сода араластырып қосылады. Бұл операция өте күрделі, бұл флюстердің үлкен шашырауымен, натрий тұздарының булануымен және отқа төзімді қалаудың коррозиясымен байланысты. Сондықтан, көрінетін қарапайымдылығына қарамастан, ол өнеркәсіпте сирек қолданылады.

Қорғасыннан пайыздың жүздік үлестеріне дейін тазартуға мүмкін. Қорғасынды мыстан терең шығарудың міндетті шарты – қорғасын тотығын шлакқа байланыстыру үшін кремнийдің жеткілікті мөлшері. Сонда келесідей реакция жүреді:



Кремний жетіспеген кезде тығыздығы жоғары ($9,2 \text{ г/см}^3$) қорғасын тотығы пештің табанында жиналып, мыстан алынбайды. Осылайша, қорғасыннан мысты тазарту үшін қорғасынды силикат шлактарымен байланыстыру қажет болады.

Күкірт өте оңай жойылып, оның мөлшері пайыздың мыңнан біріне дейін азаяды. Жартылай күкірт тотығу сатысында жойылады, оның біраз бөлігі тығыздығын арттыру операциясын жүргізген кезде алынады.

Висмут жойылмайды, бұл висмут тотығының және оның мыспен басқа қосылыстарының металды мыстағы жақсы ерігіштігіне байланысты.

Селен мен теллур іс жүзінде жойылмайды. Селен мен теллурдың аз мөлшері мыс селенидтері мен теллуридтері түрінде буланып кетеді.

Күміс пен алтын тотықпайды және жойылмайды. Бұл металдардың аз мөлшері басқа ұшпа қоспалармен бірге ұшып кетуі мүмкін.

3.2 Жезқазған мыс зауытындағы отпен тазарту процесінің технологиясы

Анодты бөлім екі карусельді машиналармен комплексті жұмыс істейтін төрт еңкеймелі пешпен жабдықталған. Пеш білігінің ұзындығы 9200 мм, диаметрі 3950 мм. Пеш білігі қалыңдығы 30 мм болатты жаймалардан жасалған және отқа төзімді кірпішпен шегенделген. Анод пешінің айналуы конвертердің айналуына ұқсас болып келеді. Тотығу процесіне ауа беру үшін білік ішінде ішкі диаметрі 29 мм, екі мыстан жасалған фурма орнатылған.

Шихтаны тиеу және шлакты төгу қақпағы жабылатын мойындық арқылы жүргізіледі. Шлакты түсіріп алу үшін металды қырғыштар қолданылады. Пешті қыздыру алдыңғы бүйір қабырғада орналасқан мазутты қырғышпен іске асады. Мазутты жаққанда пайда болатын газдар пештің қарама-қарсы бүйірінде орналасқан газ шығатын жерінен шығарылады, сонымен қатар табиғи түтін тартатын құбырдан ($h=65$ м) атмосфераға лақтырылады. Тотықсыздану процесіне жұмыс терезесі арқылы жанарғы қондырғысы жағынан енгізілген құбырдан булы мазутты эмульсияны жібереді. Қоспаны алуға арналған бу әрбір пешке 0,5-0,6 атмосфералық қысыммен берілетін бөлек су желісі арқылы түседі.

Араластырғышқа мазутты жалпы мазут желісінен 0,3-0,5 атмосфералық қысымда және 70-90°C температураға дейін жылытылатын күйінде беріледі. Анодтарға анодты мысты құю карусель диаметрі 10 метр және мыс мыс құйма қалыптарының саны 25 болатын карусель машинасы арқылы жүргізіледі.

Тотығу процесін шлакты алдын ала түсірмей-ақ бастай береді, көп жағдайларда ваннаның 2/3 бөлігі толғаннан кейін. Тотығу процесін бақылауды шлакты түсіргеннен соң, орташа есеппен фурмаларды қосқаннан кейін 40 минуттан соң және содан кейін әрбір 5-10 минут сайын жүргізеді. Төгінді «сулы шлактың» мөлшері 10,0-40 тонна аралығында өзгеріп тұрады, орташа есеппен алғанда 25 тонна. Шлакты түсіріп алғаннан соң металл ваннасының бетінде 1/4 – 1/3 дейін (2,5-3т) шөміш шлак қалады, операция ұзақтығы 1,0-1,5 сағат, орташа алғанда 1,2 сағат. Тотығу соңында мыс құрамындағы оттегі мөлшері 0,5-0,6% болады. Жезқазған мыс зауытының анодты пештерінен түсетін шлактың мөлшерінің көп болуының себебі пешке мыспен бірге екінші периодтағы конвертердің шлагінің құюлуы болып табылады. Екінші периодтың процеске қайта берілуіне байланысты металл беті экрандалады, сондықтан берілген температураны ұстап тұру үшін берілетін мазуттың көп мөлшері шығындалады, сонымен қатар мыстан қорғасынды жою үшін қосылатын зауытта тәжірибеден өткізілген кварц құмының (700 кг балқытуға) әсерін күрт

төмендетеді. Бұл себепті, сонымен бірге шлақтың толық түсірілмеуінен Жезқазған мыс зауытында оттық тазартуды жүргізгенде қорғасынды жою дәрежесі орташа есеппегенде 35-40% аспайды. Металлургия зертханасының мәліметтері бойынша мыстан мышьяқтың (күшәла) жоюлуы 67% (46% газға және 21% анодты шлаққа өтеді). 1 т әктасты мысты мышьяктан тереңірек тазарту үшін балқытуға қосу сынағы ешқандай нәтижелер бермеді.

Отпен тазарту кезінде әртүрлі пештер қолданылады:

- сұйық мыспен бірге жоғары мөлшерде қатты мысты өңдейтін өнімділігі жоғары стационарлы шарпу пештері;

- сұйық кара мысты өңдейтін, конструкциялары конвертерге ұқсас еңкеймелі пештер;

- сұйық мысты өңдейтін барабанды айналмалы пештер.

Қара мысты тазарту процесі және мыстық анодты алу келесі негізгі операцияға байланысты: летканы бөлу, жасау және кептіру; пешті жүктеу; балқыту; шлақты түсіру; тотықтыру; тотықсыздандыру; мысты құю; анодты өңдеу, сорттау және өлшеу.

3.3 Отпен тазарту кезінде қолданылатын жабдықтардың сипаттамасы

3.3.1 Анод пешінің сипаттамасы

Тазалаушы анодты пештер, сыйымдылығы 180-250 т мыс болатын пештер типіне жатады. Қабырғалар, күмбез және пештабан хроммагнетитті кірпіштен жасалған. Қабырғалар қалыңдығы ванна деңгейінен 460 мм жоғары, ваннаның бірінші қатарынан 920мм, кейін 40 мм ден 460 мм дейін қиылады. Әрбір пеш көмей арқылы өзінің түтін құбырымен қосылған. Шамотпен футерленген, металды құбырлар ұзындығы 40м. 1Ч23 пешінің құбырлары хроммагнетитті кірпішпен футерленген. Пеш аралығында анодты пештерді және гранпештерді жөндеу үшін, әрқайсысының жүк көтергіштігі 5 т болатын екі шаржирный кран және 5 тонналы бір көпірлі кран қондырылған. Қатты мысты МПС вагондарынан тиеп алу үшін және қоймаға апару үшін, цехтың артында оның шеті бойымен жүккөтергіштігі 10т болатын көпір краны бар ашық эстакада орналастырылған. Пеш аралығынан басқа жақта, әрбір пеш маңайында карусель типті бір тарата құю машинадан құралған, тарата құю аралығы орналасқан. Әрбір машинада анодтарды суытуға арналған кілтті ванналарымен автоматты машина бар. Тарата құю аралығын жөндеу үшін жүккөтергіштігі 12,5т болатын үш көпірлі кран орнатылған. Бұл крандар көмегімен анодтарды кілтті ванналардан электролит цехына немесе бөлікшенің қойма аралығына жіберу үшін арнайы вагонеткаларға тиеледі. Электролит цехына таратақұю аралығы бойымен салынған жіңішке линиялы жолмен, ал қойма аралығына арқансымы бар электршығыры көмегімен екі спаренный вагонеткаларда. Қойма аралығы тарата құю аралығынан вагонеткалармен қайта тиелетін немесе

коймадан электролит цехына жиберу үшін анодтардың тиелуі, жүккөтергіштігі 12,5т көпірлі кранмен қызмет етіледі. Бөлікшеден шығар жолда анодтармен толтырылған вагонеткаларды өлшеуге арналған 15т таразылар орнатылған.

3.1 Кесте - Анод пешінің сипаттамасы

Көрсеткішер атауы	Өлшем бірліктері	Мөлшері
Ұзындығы	м	15,75
Ені	м	5,0
Сыйымдылығы	т	180 – 200
Мазут шығыны	т/сағ	1 – 3
Технологиялық цикл ұзақтығы	сағ	18 дейін

Жөндеу мерзімі мен ұзақтығы: ағымды сегіз айда бір рет (96 сағат), капиталды – 16 айда бір рет (240 сағат), капиталды – қалпына келтіру – 32 айда бір рет (360 сағат).

Пештің тез тозатын бөліктері:

- тиегіш терезенің сумен суыту аркасы;
- сұйық газ фазаларын бөлу зонасында пештің бүйір қалауы;
- пеш көмейінің сумен суытылатын сырма қақпағы;
- ағын өзек саңылауының қалауы;
- тиегіш терезенің аркаларының және бағаналарының қалауы;
- пеш көмейінің заносы.

3.2 Кесте - Анодты құю машинасының сипаттамасы

Көрсеткіштер атауы	Өлшем бірлігі	Мөлшері
Карусель диаметрі	м	10
Құймақалып саны	дана	20
Өнімділігі	т / сағ	30 – 35
Анод салмағы	кг	220 – 280
Құймақалып салмағы	т	2

Жөндеу ұзақтығы мен мерзімі: ағымды сегіз айда бір рет (96 сағат), капиталды – 16 айда бір рет (240 сағат).

Машинаның тез тозатын бөліктері:

- итергіш істіктер;
- анод байланыс құлақшасының «сухари»;
- құймақалып және оның бөлшектерінің құйма бұйымы үшін табандық;
- анод түсіргіш машинаның пневмоцилиндрі.

3.4 Технологиялық көрсеткіштерді таңдау және танысу

Ғылыми-технологиялық әдебиет және мыс өндірісінде тәжірибеде

қолданылып жүрген технологиялық сұлбаларды шолу кезінде, қара мысты отпен тазалау цехын жобалау орынды болады.

Таза мысқа тән механикалық және электрлі қасиеттері, қоспалармен ластанған қара мыста өте төмен. Көптеген қоспалар нәзіктігін арттырады және созылғыштығын төмендетеді. Дерліктей барлық қоспалар, мыс электрөткізгіштігіне кері әсер етеді, көбінесе асыл металдар мөлшерінің жоғарылығынан оның техникада қолданылуын жояды. Оттық тазарту, мыс электролизі процесінің экономикалық көрсеткіштерін жақсартады.

Қара мысты оттық тазалау технологиялық процесінің негізі, қоспаларды тотықтыру және қара мыс балқымасында түзілген тотықтарды ликвациямен және айдаумен бөліп алу болып табылады, кейіннен мыс шала тотығын тотықсыздандырып, балқыма ваннасын газсыздандыру.

3.5 Технологиялық процесті есептеу

3.5.1 Мысты анодты тазартудың бастапқы және соңғы өнімдерін талдау

Отпен тазартуға келесі құрамдағы сұйық қара мыс кіреді, %: Cu – 98,5; Fe - 0,03; S - 0,08; As - 0,07; Sb - 0,02; Pb - 0,50; басқалары - 0,8.

Тазарту пештерінің шихтасы анодтық скраптан және анодтық өндірістің айналымдарынан тұрады. Біз анод пешіне қаралы мыстың жалпы көлемінен, мынадай материалдар жүктеледі деп қабылдаймыз, мас. %:

Анодты қалдықтар (скрап) - 12,0;

Ақаулар - 2,0;

Ескі қалыптар - 2,0;

Барлығы: 16,0

Отпен тазарту кезінде шығарылатын негізгі қоспалар: темір, күкірт, мышьяк, сурьма, қорғасын, оттегі. Осы элементтердің төмен мөлшеріне байланысты біз процесте жүретін реакциялар үшін арнайы есептеулер жүргізбейміз, ал қажетті есептеулер үшін біз ЖМЗ практикалық деректерін қолданамыз.

Сұйық қаралы мысты өңдеу үшін біз көлбеу анодты пешті таңдаймыз.

Анодты пеште түзіледі қаралы мыстың массасынан, %: анодты шлактар – 2; күйе – 0,1. Анодтағы мыстың мөлшерін 99,4 %, ал шлактағы мыстың мөлшерін 40 % деп қабылдаймыз.

3.5.2 Материалдық балансты есептеу

Материалдық балансты құрастыру үшін есепте 100 т қаралы мыс тазартуға ұшыратылады деп қабылдаймыз.

Практикалық деректерді талдау негізінде материалдық балансты

қарапайым есептеу негізінде пешке тиелген мыстың массасын анықтаймыз (3.3 кесте).

Есептеу нәтижесінде жүктелген өнімдері бар мыстың жалпы массасы 114,4 т құрады, осы массада біз айналмалы жартылай өнімдердегі мыстың массасын аламыз (анодтардың, металл қалыптарының, шлақтың және күйенің ақауы):

$$114,4 - (1,99 + 1,99 + 0,80 + 0,10) = 109,52 \text{ т.}$$

Алынған мыс массасы 99,4 % мыс бар анодтардың құрамына кіреді. Демек, анодты мыстың массасы мынадай болады:

$$M(\text{Cu})_{\text{анод}} = 109,52 : 0,994 = 110,69 \text{ т.}$$

Мыстың еңістерінен шлаққа өтетін материалдардың массасын тиелетін өнімдерді шегере отырып, алынатын өнімдерді қосу жолымен анықтаймыз.

Балқыту уақытын 15 сағат деп алайық, оның ішінде, сағ: скрапты балқыту - 2; сұйық мысты жүктеу - 4; шлақты тотықтыру және алу - 2; тотықсыздандыру - 2; мысты құю - 5.

$$116,79 - (100,0 + 12,0 + 2,0 + 2,0) = 0,79 \text{ т.}$$

Қабылданған бастапқы деректер негізінде отты тазарту процесінің материалдық теңгерімінің кестесін жасаймыз (3.3 кесте).

3.3 Кесте – Қара мысты отпен тазарту процесінің материалдық балансы

Баланс статьялары	Барлығы, т	Оның ішінде мыс	
		%	т
Тиелді:			
Қаралы мыс	100,0	98,5	98,5
Анодты скрап	12,0	99,4	11,92
Ақаулар және скрап	2,0	99,4	1,99
Ескі қалыптар	2,0	99,4	1,99
Кварц	0,79	-	-
Барлығы	116,79		114,4
Алынды:			
Анодты мыс	110,69	99,4	109,5202
Анод ақаулары	2,00	99,4	1,99
Қалыптар	2,00	99,4	1,99
Шлак	2,00	40,0	0,80
Күйе	0,10	-	0,10
Барлығы	116,79		114,4

3.5.3 Отынның жануын есептеу

Пештен шығатын газдардың температурасы 125 0°С. Отын ретінде біз келесі құрамдағы мазутты қолданамыз, мас. %: 2W^p; 0,3 A^p; 1,9 S^p; 83,3 C^p; 11,5H^p;0,5O^p;0,5N^p.

Паспорт бойынша отынның жылу шығару қабілеті:

$$Q_f^D = 9370 \text{ ккал/сағ} = 39260 \text{ кДж/сағ.}$$

Мазуттың жануының соңғы реакцияларын қарастыру керек:



Қабылданған мазут құрамы негізінде 100 кг мазутты жағу үшін оттегінің теориялық шығынын анықтаймыз, кг:

$$(3.21) \text{ реакция бойынша: } 83,3 \cdot 32 : 12 = 222,1;$$

$$(3.22) \text{ реакция бойынша: } 11,5 \cdot 32 : 4 = 92,0;$$

$$(3.23 \text{ реакция бойынша:}) \quad 1,9 \cdot 32 : 32 = 1,9.$$

$$\text{Барлығы: } 316,0$$

Оттегімен түсетін азот мөлшері, кг:

$$316 \cdot 77 : 23 = 1058.$$

Ауаның шығыны құрайды:

$$316 + 1058 = 1374 \text{ кг.}$$

Мазуттың жануы нәтижесінде түтін газдары пайда болады, олардың құрамы мен көлемі 3.4-кестеде келтірілген.

3.4 Кесте – Түтін газдарының құрамы

Газдар	Масса, кг	Көлемі, м ³	Мөлшері	
			мас.	көл. %
CO ₂	83,3·44:12 = 305,4	305,4·22,4:44 =155	20,8	13,7
H ₂ O	11,5· 364 =103,5	103,5·22,4:18 =128,8	7,0	11,4
SO ₂	1,9·64:32= 3,8	3,8·22,4:64 =1,3	0,3	0,1
N ₂	1058	1058·22,4:28 =8464	71,09	74,8
Барлығы	1470,7	11318	100,0	100,0

Мазутты жағу үшін ауаның артық коэффициенті, $a=1,15$, сонда ауа шығыны болады:

$1374 \cdot 1,15 = 1580$ кг, оның ішінде:

оттегі: $1580 \cdot 0,23 = 363,4$ кг;

азот: $1580 \cdot 0,77 = 1217$ кг.

Ауамен шығарылатын газдарды ескере отырып, түтін газдарының соңғы құрамы 3.5 кестеде келтірілген

3.5 Кесте – Ауамен шығарылатын газдарды ескергендегі түтін газдарының соңғы құрамы

Газдар	Масса, кг	Көлемі, м ³	Мөлшері	
			мас. %	көл. %
CO ₂	$83,3 \cdot 44 : 12 = 305,4$	155,3	18,2	11,9
H ₂ O	$11,5 \cdot 36 : 4 = 103,5$	$128,8 + 7,6 = 136,4$	6,2	10,6
SO ₂	$1,9 \cdot 64 : 32 = 3,8$	1,3	0,2	0,1
N ₂	1217	$1217 \cdot 22,4 : 28 = 973,3$	72,6	74,8
O ₂	$363,4 - 316,0 = 47,4$	$47,4 \cdot 22,4 : 32 = 33,8$	2,8	2,6
Барлығы	1677,1	1300,1	100,0	100,0

Ылғалды анықтау кезінде біз мазутты жағуға келетін 1 м³ ауаның құрамында 5 г ылғал бар деп қабылдаймыз немесе:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1580 : 1,293 \cdot 5 \cdot 2,24 : 18 = 7,6 \text{ м}^3.$$

Осыдан мазуттың нақты жылуы анықталады:

$$Q_i^p = 6747,3 + 2829 + 10,4 - 12 = (9570,7 \text{ ккал/кг}) = 40110,23 \text{ кДж/кг}.$$

3.6 Жылу балансын есептеу

3.6.1 Балқу кезеңінің жылу балансын есептеу

Есепті 200 т сұйық мысқа орындаймыз. Қатты мысты балқу ұзақтылығы 2 сағат құрайды.

I Жылудың келуі:

отынмен $Q = 40110,23x$ кДж;

мұнда x – отынның шығыны.

Ауамен түседі:

$$15,11x \cdot 0,25 \cdot 0,31 \cdot 4,19 = 4,9x \text{ кДж.}$$

Келетін жылудың жиынтық мөлшері:

$$\Sigma Q_{\text{келу}} = 40110,23x + 4,9 = 40105,842 \text{ кДж.}$$

II Жылудың шығуы:

Қатты мысты жылытуға арналған жылу шығыны (15 % деп қабылдаймыз):

$$30000 \text{ кг} \cdot 0,094 (1083 - 24) \cdot 4,19 = 12512932,2 \text{ кДж}$$

немесе 6256466,1 кДж/сағ.

2) Мысты балқыту үшін қажетті жылу мөлшері:

$$30000 \cdot 43 = (1290000 \text{ ккал}) = 5405100 \text{ кДж немесе } 2702550 \text{ кДж/сағ.}$$

3) Мысты 1200 °С температураға дейін қыздыруға қажетті жылу мөлшері:

$$30000 \cdot 0,1318 (200-1083) \cdot 4,19 = 1938369,42 \text{ кДж}$$

немесе 969184,71 кДж/сағ.

Жалпы қатты мысты балқытуға шығындалатын жылу мөлшері:

$$969184,71 + 6256466,10 + 2702550 = 629318344,71 \text{ кДж.}$$

Сұйық қаралы мысты 1150 °С- тан 1200 °С-қа дейін қыздыру:

$$170000 \cdot 0,1318 (1200-1150) \cdot 4,19 = 4694057,0 \text{ кДж}$$

немесе 1173514,25 кДж.

Жалпы мысты қыздыруға қажетті жылу мөлшері: 630401858,96 кДж.

5) Шығатын газдармен жылу шығындары және отын шығыны:

$$\text{CO}_2: 1,55 \cdot 683,7 = 1059,7x;$$

$$\text{H}_2\text{O}: 1,36x \cdot 530,85 = 721,9x;$$

$$\text{SO}_2: 0,01x \cdot 684,65 = 8,9x;$$

$$\text{N}_2: 9,73x \cdot 426,945 = 4149,4x;$$

$$\text{O}_2: 0,34x \cdot 450,5 = 153,2x.$$

$$\text{Жалпы } (6093,1x \text{ ккал/сағ}) \text{ немесе } 25530,09x \text{ кДж/сағ.}$$

6) Пеш қалауы арқылы жылудың жоғалуы:

хромомангнетит кірпішінің қалыңдығы 0,46 м-ге тең.

Сұйық мысты қуяға арналған мойындықтың алаңы: $1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м.}$

Анодты пештің өлшемі: $L = 9,12 \text{ м; } D = 3,96 \text{ м.}$

Жоғалулар:

$$120,1 \cdot 1,3 \cdot 350 = (561600 \text{ ккал/ч}) = 2353104 \text{ кДж.}$$

Жалпы жылудың шығыны мынаған тең болады:

$$630491858,96 + 2353104 + 2553566,1 + 25530,09x.$$

3.6. Кесте – Қаралы мысты жүктеу, балқыту және құю кезеңінің жылу балансы

Баланс статьялары	кДж/сағ	%
Жылудың келуі:		
Отынмен	44035332,0	99,98
Ауамен	5382,7	0,02
Барлығы	44040714,7	100
Жылудың шығуы:		
Қатты мысты қыздыруға	625646610,0	14,2
Қытты мысты балқытуға	2702550,0	6,1
Сұйық мысты қыздыруға	969184,71	2,2
Түзілетін газдармен шығындар	28032034	63,6
Жылусәулелену арқылы шығындар	2555566,1	5,8
Пеш қалауы арқылы шығындар	2353104,0	5,3
Барлығы	44040838,0	100

Осыдан отынның шығынын анықтаймыз:

$$40105,842x = 635398529,96 + 25530,09x$$

$$x = 1093 \text{ кг/сағ.}$$

Нәтижелерді 3.6 қаралы мысты жүктеу, балқыту және құю кезеңінің жылу балансының кестесіне толтырамыз.

3.6.2 Тотығу кезеңінің жылу балансын есептеу

I Жылудың келуі:

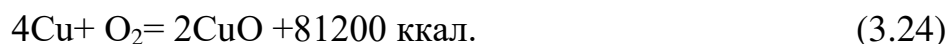
1) Отынмен келетін жылу:

$$Q = 40110,23x \text{ кДж/сағ.}$$

2) Ауаның тотығуы арқылы шығарылатын жылу:

$$Q = 6805,2 \cdot 0,24 \cdot 50 = (81662,4 \text{ ккал/сағ}) = 342165,45 \text{ кДж.}$$

3) Экзотермиялық реакциялардың жылуы:



Осы реакция арқылы мыс 14209 кг тотығады, осыдан бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_{\text{в.т}} = \frac{14209 \cdot 81200}{254} = (4542,657 \text{ ккал}) = 19033,703 \text{ кДж.}$$

II Жылу шығыны:

1) Шығатын газдармен жылу шығыны:

$$Q = (6093,1 \times \text{ккал/ч}) = 25530,1 \text{ кДж/сағ.}$$

Пеш қалауы арқылы жылудың жоғалуы:

$$Q = 235310400 \text{ кДж/ч} \backslash \text{сағ.}$$

Жылусәулелену арқылы шығындар:

$$\Phi = 0,87; F = 0,8 \text{ м}^2, \\ Q = 4,96 \cdot 0,87 \cdot 0,86 \cdot (1443 : 100)^4 = 74283056 \text{ кДж.}$$

Осыдан жылу шығыны:

$$40110,23x + 4,9 - 40105,8x = 235310400 + 74283056 - 34216545 - 1903370,3 \\ x = 187,6 \text{ кг/сағ.}$$

Есептің нәтижелерін төмендегі кестеге толтырамыз.

3.7 Кесте – Тотықтыру мерзімінің жылу балансы

Баланс статьялары	кДж/сағ	%
Жылудың келуі:		
Отынмен	75253950,0	95,4
Тотығу кезінде	342165,45	4,39
Ауамен	919,96	0,04
Экзотермиялық реакциялардың жылуы	19033,7	0,259
Барлығы	7887515,7	100
Жылу шығыны:		
Шығатын газдармен	479097630,0	60,7
Пеш қалауы арқылы	2353104,0	29,8
Жылусәулелену арқылы	7482830,5	9,4
Барлығы	7887515,7	100

3.6.3 Тотықсыздандыру кезеңінің жылу балансын есептеу

I Жылудың келуі:

1) Отынмен келетін жылу:

$$Q = 40110,23 \cdot x \text{ кДж},$$

мұндағы x – ауа шығыны;

ауамен түсетін жылудың мөлшері:

$$4,9 \cdot x \text{ кДж};$$

тотықсыздандырғышпен енгізілетін жылу мөлшері:

$$Q = 3182,6 \cdot 80 \cdot 0,8 = (103686,9 \text{ ккал}) = 853445,17 \text{ кДж}.$$

II Жылу шығыны:

Отынды жағу кезіндегі түзілетін газдармен шығатын жылу мөлшері: $Q = 25530,1 \cdot x \text{ кДж}$.

Пеш қалауы арқылы жылудың жоғалуы: $Q = 2353104 \text{ кДж}$.

3) Жылусәулелену арқылы шығындар: $Q = 29115,05 \text{ кДж}$.

4) Тотықсыздандырғыштың жануынан газдармен жылу шығыны:

$$Q = 1481976,6 \text{ кДж}.$$

Осыдан ауа шығынын анықтаймыз:

$$40110,23x + 4,9x - 40105,8x - 2353104 + 29115,05 + 1481976,6 - 853445,7 \\ x = 206,6 \text{ кг/сағ}.$$

Алынған нәтижелерді кестеге енгіземіз.

3.8 Кесте – Тотықсыздандыру мерзімінің жылу балансы

Баланс статьялары	кДж/сағ	%
Жылудың келуі:		
Отынмен	8284914,6	90,6
Ауамен	1012,8	0,01
Тотықсыздандырғышпен	853445,17	9,36
Барлығы	9138711,7	100
Жылу шығыны		
Шығатын газдармен	5274514,8	57,7
Жылусәулелену арқылы	29115,05	0,3
Пеш қалауы арқылы	2353104	25,7
Тотықсыздандырғыштың жану есебінен	1481976,6	16,7
Барлығы	9138711,7	100

3.6.4 Құю кезеңінің жылу балансы

Жылудың келуі:

I Жылудың келуі:

Отынмен келетін жылу: $Q = 40110,23x$ кДж.

Ауамен келетін жылу: $Q = 4,9x$ кДж.

II Жылу шығыны:

түзілетін газдармен шығатын жылу мөлшері:

$Q = 25530,1x$ кДж.

Пеш қалауы мен мойындық арқылы жылудың жоғалуы:

$Q = 4906670,17$ кДж.

Құю кезеңінің жылу балансын басқару:

$$25530,1x + 4906670,17 = 40110,23x + 4,9x$$
$$x = 337 \text{ кг/сағ.}$$

Есептің нәтижелерін кестеге толтырамыз.

3.8 Кесте – Құю мерзімінің жылу балансы

Баланс статьялары	кДж/сағ	%
Жылудың келуі:	13514115,9	99,08
Отынмен	1652,1	0,02
Ауамен	13515766,8	100
Барлығы	8603637,8	63,68
Жылудың шығыны	4906638,17	36,32
Шығатын газдармен	13510303,27	100
Қалау және мойындық арқылы		
Барлығы		

3.7 Қосалқы жабдықты таңдау және есептеу

3.7.1 Газ жүретін жүйені есептеу

Газ көлемі отын шығынынан анықталады. Отынның орташа шығыны 310 кг/сағ немесе:

$$V_o = \frac{310 \cdot 10,6}{3600} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$$

Ауаның 10% немесе 0,1 м³/с сорылуын ескере отырып, пеш көмейіндегі отынның келтірілген газ шығынын 1,1 м³/с деп қабылдаймыз.

Демек, газдардың нақты шығыны:

$$V_t = V_o(t + \frac{1200}{273}) = 1,1 (1 + \frac{1200}{273}) = 5,95 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Пеш көмейінің қимасының ауданы мына формула бойынша анықталады:

$$S\delta = \frac{V_t}{\omega};$$

мұндағы $\omega = 7 \text{ м/с}$ – пеш көмейіндегі газдардың орташа жылдамдығы.

$$S\delta = \frac{5,95}{7} = 0,85 \text{ м}^2.$$

Утилизатор қазандығына дейінгі пеш көмейінің жалпы ұзындығы 20 метрден аз. Практикалық деректер бойынша жылу шығыны 1 сызықтық метрге 10 %-ды құрайды, онда утилизатор қазандығына дейінгі жылу шығыны:

$$10 \cdot 20 = 200^\circ\text{C}.$$

Утилизатор қазанына газдар $t = 500^\circ\text{C}$ темепратурада шығады. Ауаны сору 20 % немесе $10,2 = 0,04 \text{ м}^3/\text{с}$ құрайды.

Газдардың келтірілген шығыны $1,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Құбырға дейінгі газ құбырының ұзындығы 50 м.

Жылу шығыны бір сызықтық метрге 7 % құрайды.

Газ жолындағы жылудың жоғалуы:

$$7 \cdot 50 = 350^\circ\text{C}.$$

Құбырдағы газдардың температурасы:

$$t_r = 500 - 350 = 150^\circ\text{C}.$$

Газ жолындағы газдардың орташа температурасы:

$$T_{cp} = \frac{500 + 150}{2} = 325^\circ\text{C}.$$

Газдардың нақты шығыны:

$$V_t = V_o(t + \frac{t_{cc}}{273}) = 1,2 (1 + \frac{325}{273}) = 3,5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Түтін құбыры көмейінің көлденең қимасы келесі формула бойынша анықталады:

$$S = \frac{Vt}{10} = \frac{3,5}{10} = 0,35 \text{ м}^3.$$

Сонымен, газ құбырындағы газ қысымын жоғалту сомасы болады:

$$h_{\text{пот}} = (40,873 \text{ мм сын. бағ.}) = 5380,6 \text{ Па.}$$

Қысым қорын 50 % деп ескеретін болсақ:

$$\Sigma h_{\text{пот}} = (61,21 \text{ мм сын. бағ.}) = 8053,9 \text{ Па.}$$

Құбыр алдындағы газдар мөлшері 1,45 м³/сағ.

Біз жоғары қысымды ВД-11 желдеткішті таңдаймыз, оның көлемдік шығыны 6000 м³/сағ, $h_{\text{жог}} = 60 \text{ Па}$ кезінде.

3.7.2 Түтін құбырын есептеу

325°C температурада құбырға кіре берістегі газдардың шығыны:

$$V_0 = 3,5 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$t = 350 \text{ }^\circ\text{C}$ кезінде құбырдағы газдардың нақты көлемі:

$$V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) = 8,6 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$\omega = 7 \text{ м/с}$ деп қабылдаймыз, сонда:

$$D_{\text{кiry}} = 1,13 \sqrt{\frac{V_P}{\omega}} = 1,25.$$

Құбырдың биіктігін анықтаймыз:

$$1,5 \Sigma h_{\text{жог}} = H(\gamma_B - \gamma_a^1) - \left(1 + \mu \frac{H}{D_{\text{устья}}}\right) \frac{\omega^2 t}{2g} \gamma_a^1$$

$$\gamma_B = 1,29 \text{ кг/м}^3; \gamma_a^1 = 0,98 \text{ кг/м}^3.$$

Осыдан $H = 261 \text{ м.}$ Сонда Түтін қысым мәні мынадан төмен емес сорғыштарды қою керек:

$$1,3 \cdot 40,873 = (53 \text{ мм.сын. бағ.}) = 6973,7 \text{ Па.}$$

Оның көлемдік шығыны болады:

$$8,6 \cdot 3600 = 31000 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

ВД-13,5x2 типті екі түтін сорғышын таңдаймыз, олардың көлемдік шығындары $50000 \text{ м}^3/\text{сағ.}$, максималды қысым 80 мм сын. бағ. Сонымен қатар бір резервтік түтін сорғышын қабылдаймыз, қозғалтқыш қуаты 17 кВт және құбыр биіктігі 35 м болады.

3.8 Құрылымдық есептеу және негізгі технологиялық жабдықты таңдау

ЖМЗ тәжірибесі негізінде отпен тазарту пешінің жұмыс күндерінің санын (жылына бір күрделі жөндеуді ескере отырып - 30 тәулік және әрқайсысы 5 тәуліктен үш ағымдағы жөндеуді ескере отырып - 15 тәулік) анықтаймыз:

$$n = 365 - (30 + 15) = 320 \text{ тәулік.}$$

Цехтың тәуліктік өнімділігі келесідей анықталады:

$$Q_{\text{тәулік}} = Q_{\text{жыл}} : n$$

мұндағы $Q_{\text{жыл}} = 160000 \text{ т}$, анодты мыс цехының жылдық өнімділігі.

$$Q_{\text{тәулік}} = 160000 : 320 = 500 \text{ т/тәулік.}$$

Қазіргі уақытта сұйық қара мысты отпен тазарту үшін конвертерлерге ұқсас анодты пештер қолданылады. Пештің бөшкесі қалыңдығы 30 мм болаттан жасалған. Пештің қабырғалары бөшкеге болттармен және болат арқалықтармен бекітілген. Бөшкеде төрт жұп роликке негізделген екі жиек және пештің айналуын қамтамасыз ететін редуктор бар.

Бір пештің өнімділігін $q = 180 \text{ т/тәулігіне}$ тең қабылдаймыз, сонда пештердің қажетті саны мынаған тең болады:

$$n_{\text{пеш}} = Q_{\text{тәулік}} : q_{\text{пеш}},$$

$$n_{\text{пеш}} = 500 : 180 = 2,78.$$

Жылына 160000 т анодты мыс өндіруді қамтамасыз ету үшін бір резервтік пешті ескере отырып, 4 пешті орнатамыз.

3.8.1 Пештің геометриялық өлшемдерін есептеу

Материалдық баланс негізінде жүктеудегі қара мыстың массалық үлесін табамыз:

$$\omega(\text{Cu}) = 100 \cdot 100 : 115,79 = 86,4 \%$$

Өнімділігі тәулігіне 180 т типтік пешті пайдаланған кезде тәулігіне тиелген өнімдердің салмағы құрайды:

$$Q_{\text{тәулік}} = 180 \cdot 100 : 86,4 = 208,3 \text{ т/тәулік.}$$

Сонда отпен тазарту кезінде алынады, т:

Анодты мыс (скрап, қалыптар):	$208,3 \cdot 113,69 : 115,79 = 204,5;$
шлак:	$208,3 \cdot 2 : 115,79 = 3,6;$
күйе:	$208,3 \cdot 0,1 : 115,79 = 0,2;$
	Барлығы: 208,3.

Балқытылған түрінде алынған анодты мыс көлемі, м³:

$$V(\text{Cu})_{\text{анод}} = m(\text{Cu}) : \rho(\text{Cu})$$

мұндағы $\rho(\text{Cu}) = 8,3 \text{ т/м}^3$, мыстың тығыздығы.

$$V(\text{Cu})_{\text{анод}} = 208,3 : 8,3 = 25,1 \text{ м}^3.$$

Шлак тығыздығы $\rho_{\text{шл}} = 5,2 \text{ т/м}^3$ болған жағдайда, оның көлемі мынадай болады:

$$V_{\text{шл}} = 3,6 : 5,3 = 0,68 \text{ м}^3.$$

Пештің ішкі диаметрін 3,5 м деп қабылдаймыз, балқытылған ваннадағы температураның біркелкі таралуын қамтамасыз ету үшін оның тереңдігін $h_{\text{балк}} = 1,4 \text{ м}$ деп қабылдаймыз.

Пештің ішкі кеңістігінің ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$I_{\text{пеш}} = (V(\text{Cu})_{\text{а}} + V_{\text{шл}}) : F$$

мұндағы F - балқыту ваннасының көлденең қимасының ауданы, м²:

$$F = V_2[rI - I_1(r-h_0)]$$

мұндағы r - пештің ішкі кеңістігінің радиусы, м;

I – балқыма ваннасымен түзілетін сегмент доғасының ұзындығы, м;

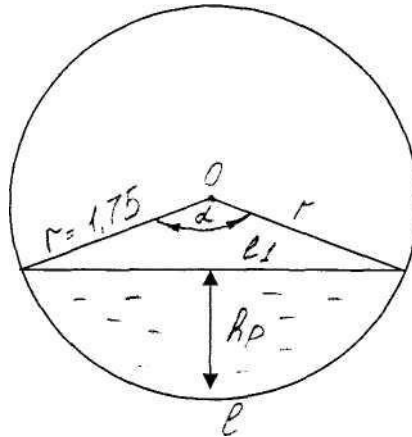
I_1 - сегментті құрайтын түзудің ұзындығы, м;

h_6 – пеш балқымасының тереңдігі, м.

Анод пешінің көлденең қимасы төмендегі суретте көрсетілген.

Сегментті құрайтын түзудің (хорданың) ұзындығы (I_1) мынадай формула бойынша айқындалады:

$$I_1 = \sqrt{8h_p \cdot r - 4h_p^2} = \sqrt{8 \cdot 1,4 \cdot 1,75 - 4 \cdot (1,4)^2} = 3,43 \text{ м.}$$



3.1 Сурет – Анод пешінің көлденең қимасы

Доғаның ұзындығын анықтау үшін келесі формула бойынша α (АОС) орталық бұрышты анықтау қажет:

$$\begin{aligned} \sin \alpha/2 &= I_1 : 2r, \\ \sin \alpha/2 &= 3,43 : 3,5 = 0,98, \\ \alpha &= 80 \cdot 2 = 160^\circ. \end{aligned}$$

Доғаның ұзындығын анықтаймыз:

$$I = \pi \cdot r \cdot \alpha : 180 = 3,14 \cdot 1,75 \cdot 160 : 180 = 4,88 \text{ м.}$$

Табылған мәндерді (3.30) формулаға қоямыз:

$$F = 1/2 [1,75 \cdot 4,88 - 3,43(1,75 - 1,4)] = 3,67 \text{ м}^2.$$

Ішкі кеңістіктің ұзындығын (3.29) формула бойынша есептейміз:

$$I_{\text{пеш}} = (25,1 + 0,68) : 3,67 = 76,9 \text{ м}^2.$$

Пештің төсенішінің қалыңдығын $I_\Phi = 0,6$ м қабылдаймыз, осыдан пештің сыртқы өлшемдері анықталады:

$$D_c = D_i + 2 \cdot I_\Phi = 3,5 + 1,2 = 4,7 \text{ м,}$$

$$L_c = L_i + 2 \cdot I_\phi = 7,0 + 1,2 = 8,2 \text{ м.}$$

Пештің сыртқы беті:

$$S_c = \pi \cdot D_c \cdot c_H = 3,14 \cdot 4,7 \cdot 8,2 = 121 \text{ м.}$$

Ең жоғары жылу кедергісін қамтамасыз ету үшін пештің шегендеуі отқа төзімді материалдардан жасалады, олардың сипаттамасы 3.9 кестеде келтірілген

3.9 Кесте – Шегендеу материалдарының сипаттамасы

Материал аталуы	Қабатты белгілеу шарты	Қабат қалыңдығы, мм	Жылу өткізгіш коэффициенті, Вт/(м²К)	Меншікті жылу сыйымдылық (Ср), Дж/(кгК)	Тығыздық, (ρ), кг/м³
Болат (Ст 30)	1	30	27,6	0,469	7850
Асбест	2	5	0,157	835	1250
Шамот (кирпич)	3	115	0,7	865	1900
Кірпіш (ХПТ)	4	230	2,8	920	2850
Кірпіш (ХПТ)	5	230	2,8	920	2850

3.9 Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру

Соңғы уақыттарда мысты тазартудың жаңа әдістерін жасауға және іс жүзінде енгізуге талпыныс жасалды, бұл минималды қаржылық шығындармен қоспалардан тазартудың жоғары дәрежесін қамтамасыз етті.

Мұндай әдістерге мыналар жатады: дәл (прецизионды) тазарту технологиясы; индукциялық каналды пештер мен электромагниттік сорғы функциялары бар магнитті-динамикалық типтегі араластырғыш-мөлшерлегіштерді қолдану; балқыманы вакуумдық-плазмалық өңдеу [7].

ЖМЗ-да кенді және құрамында мыс бар шикізаттан тазартылған мыс өндірудің дәстүрлі склбасы іске асырылады, оған сәйкес алдымен мыстың тазалығын 99,0-99,6 %-ға дейін қамтамасыз ететін отпен тазарту операциясы жүргізіледі, одан кейін алынған мыс анодтарға құйылады және электролиттік тазарту кезінде одан М0к және М00К маркалы мыс алынады.

Бұл кезде мыс анодтарындағы қоспалардың мөлшері мынадай диапазондарда сақталады, %: 0,1-0,3 Pb; 0,07-0,1 Ni; 0,01-0,05 Sn; 0,015-0,04 Zn; 0,002-0,02 Fe. Химиялық құрамнан басқа, анодтардың жалпы өлшемдері мен

сыртқы түрі бақыланады. Анодтардың бетінде шеттердің, "бүрлердің" және "көпіршіктердің", тұтас көпіршіктердің, құймақалыптарды қазудан ойықтар мен шығыңқы жерлердің шашырауы және қалыңдауы болмауы тиіс. Анодтың беті тігінен қисықтығы 7 мм-ден аспайтын тегіс болуы тиіс. Анодтың бетінде шлакты, сазды, көмірді және басқа да мыс емес қосындыларды қосуға жол берілмейді, олар анодтардың беткі ақауларын құрайды (сурет 3.2). Анодтардың жасырын ақаулары анод қалдықтарын электролиз ванналарынан түсірген кезде айқын көрінеді.



3.2 Сурет – Мысты анодтардың беттік ақаулары

Өндірістік жағдайларда анодтардың беткі ақаулары (шлак, саз, көмірді қоспалар) металл щеткалардың көмегімен қолмен алынады.

Отпен тазарту учаскесіндегі ақаулары бар мыс анодтарының санын азайту мақсатында мыс балқымасына қышқылдандырғыш – фосфорлы мысты қосымша енгізу ұсынылады [8-10]. Балқымада ерітілген оттегі мен мыс шала тотығының болуы мынадай реакциялардың жүру мүмкіндігін қамтамасыз етеді:



Берілген реакциялар P_2O_5 тұрақты тотықтырғышының пайда болуына және мыс тотықтарының азаюына ықпал етеді. Бұл жағдайда (3.33) және (3.34) реакциялар ең үлкен артықшылыққа ие.

Анодтарды өндіру кезіндегі операциялардың реттілігі мынадай: шихтаны тиеу және балқыту, мыс балқымасын ауамен үрлеу, шлакты алып тастау, артық оттегіні ағашпен тотықсыздандыру (дразнение), балқыманы шөмішке құюға

дайындау, тотықтырғышты шөмішке салу, балқыманы шөмішке құю, балқыманы шөмішке ұстау, шлакты алу, қалыптарға шөміштен мысты құю, кристалданған анодтарды салқындату үшін ваннаға салу. Қышқылдандырғыштың шығыны 1 тонна мыс балқымасына 1-2 кг құрады. Ұстап тұру уақыты 5-15 минут аралығында болды. Қалған операциялар зауыттық технологиялық нұсқаулыққа сәйкес өзгеріссіз жүргізіледі.

Мысты отпен тазарту сатысында қосымша осындай қышқылдандырғышты (фосфорлы мысты) қолдану мыс анодтарының сапасын арттыруға мүмкіндік береді: беткі ақаулары бар анодтардың санын орташа есеппен 3%-ға азайту, ал жасырын ақаулары бар анодтарды 5,8-8,8%-ға азайтуға болады. Мұндай анодтардағы электролиттік тазарту учаскесінің жұмысы тауарлық ванналардағы орташа ток шығымының 4,0-5,2%-ға артуымен сипатталады, бұл айына қосымша 19-22 тонна катодты мыс алуға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада өнімділігі жылына 160000 т анодты мыс болатын қара мысты отпен тазарту бөлімі жобаланған. Қаралы мысты отпен тазарту процесінің теориясы мен тәжірибесі қарастырылып, осы операцияның қажеттілігі мен маңыздылығы негізделді.

Қара мыстың, флюстердің, қосалқы материалдардың құрамы және шығыс коэффициенттері Жезқазған мыс балқыту зауытының деректері бойынша қабылданды. Зауыттағы практика деректерін пайдалана отырып, қара мысты отпен тазарту технологиясы таңдап алынды және негізделді.

Отпен тазарту процесінен кейін алынатын анодтардың сапасын арттыру мақсатымен қышқылдандырғыш ретінде фосфорлы мысты қолдану ұсынылды. Бұл кезде анодты мыстың сапасы артады және кейіннен жүргізілетін электролитті тазарту операцияның көрсеткіштері жоғарылайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Купряков Ю.П. Огневое рафинирование черновой меди и производство медных слитков. -М.: Металлургия, 1970
- 2 Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. -Челябинск: Металлургия, 1977
- 3 Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов./Под ред. Н.В. Гудимы.-М.: Металлургия, 1977
- 4 Лоскутов Ф.М., Цейдлер А.А. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов-М.: Металлургиздат, 1963
- 5 Телегин Н.С. и другие. Теплотехнические расчеты металлургических печей-М.: Металлургия, 1982
- 6 Гордон Г.М., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии-М.: Металлургия, 1977
- 7 Егоров, С. Г. Альтернативные методы рафинирования меди. // Металлургия. – 2009. – Вып. 20. – С. 70-77. – ISSN 2071-3789.
- 8 Цыганкова, О. В. К вопросу о прецизионном огневом рафинировании меди из вторичного сырья. Металлургия. – 2012. – Вып. 3(28). – С. 79-83. – ISSN 2071-3789.
- 9 Шульга В. О. Об эффективности комплексного раскисления стали. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/1 (60). – С. 33-37. 9.
- 10 Особенности плавки медных сплавов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/URL: <http://nagrada.pp.ua/liteika/103-plavcu>.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Қанатқызы Ақтілек

Название: Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру

Координатор: Гульнар Молдабаева

Коэффициент подобия 1: 0

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 43

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

02.06.2021 ж.

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Қанатқызы Ақтілек

Название: Мысты отпен тазарту процесін жетілдіру

Координатор: Гульнар Молдабаева

Коэффициент подобия 1:0

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:43

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

В дипломной работе Канаткызы А. отсутствуют заимствования.
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допуск к защите.

.....
.....
.....
.....
.....

.....

Дата 02.06.2021 ж.



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения