

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен – металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

Габасова Мадина Нурлановна

Дипломдық жұмыстың
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Тақырыбы: «Қара қорғасынды тазарту процесін зерттеу»

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

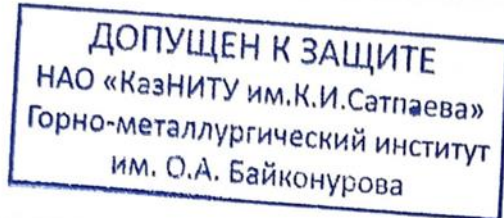
Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен – металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы



Дипломдық жұмыстың


ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Тақырыбы: «Қара қорғасынды тазарту процесін зерттеу»


6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

Орындаған

Габасова. М. Н.

Пікір беруші
PhD докторы, Қазақстан-Британ
техникалық университетінің
перспективті материалдар мен
технологиялар зертханасының басшысы
 Шарипов Р.Х.
«09» маусым 2023 ж.

Ғылыми жетекші
PhD доктор, аға оқытушы

 Алтайбаев Б.Т.
«12» маусым 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен – металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

6В07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

қауымдастырылған профессор

М. Б. Барменшинова

«13» қызығушылығы 2023 ж.



Дипломдық жұмысты даярлауға
ТАПСЫРМА

Білім алушыға Габасова Мадина Нурлановнаға

Жұмыстың тақырыбы «Қара қорғасынды тазарту процесін зерттеу»

Университеттің Басқарма Төрағасы – Ректордың «23» қараша 2022 жылғы № 408-П/Ө
бұйырығымен бекітілген

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «12» маусым 2023 жыл.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері:

а) Қара қорғасын жайлы негізгі мәлімет;

б) Қара қорғасынды тазарту сатылары;

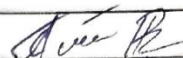
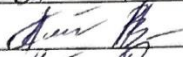

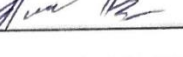
в) Тазарту кезіндегі қауіпсіздік ережесі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген)


PowerPoint форматында 21 презентация жасалынды.

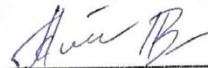
Ұсынылған негізгі әдебиеттер 18 атаудан тұрады.


Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	14.04.2023	
Негізгі бөлім	28.09.2023	
Металлургиялық есептеулер	19.05.2023	
Техника қауіпсіздігі	03.06.2023	

Дипломдық жұмыстың және оған қатысты диплом жұмысының бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының
Қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Негізгі бөлім	Б.Т. Алтайбаев, PhD доктор, аға оқытушы	12.06.2023	
Норма бақылау	С.К. Джуманкулова PhD доктор, аға оқытушы	12.06.2023	С.К. Джуманкулова

Ғылыми жетекшісі  Алтайбаев Б.Т.

Тапсырманы орындауға білім алушы  Габасова.М.Н.

Күні «12» 06 2023

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы қара қорғасынды рафинирлеу процессін зерттеуге арналған.

Бұл жұмыстың мақсаты – қара қорғасынды рафинирлеу процессі кезінде жүргізілетін тазартудың әр сатысын зерттеп толық зерттеу жұмыстарын қарастыру болып табылады.

Процесс кезінде тазарту сатыларына байланысты металлургиялық есептеулер жүргізілді, сақтық шаралары, қауіпсіздік техникалары жайлы ой қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы посвящена изучению процесса рафинирования чернового свинца.

Целью данной работы является рассмотрение полной исследовательской работы по изучению каждого этапа очистки, проводимой в процессе рафинирования черного свинца.

В ходе исследования были рассмотрены металлургические решения задач касательно проходящих процессов во время рафинирования, меры предосторожности, техника безопасности во время процесса.

ANNOTATION

The topic of the thesis is devoted to the study of the process of refining black lead.

The purpose of this work is to consider a complete study of each stage of purification carried out during the refining process of black lead.

In the course of the study, metallurgical solutions to problems related to ongoing processes during refining, precautions, and safety during the process were considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Қара қорғасын	8
2 Қара қорғасынды тазарту сатылары	15
2.1 Қара қорғасынды мыссыздандыру	15
2.2 Қара қорғасынды теллурсыздандыру	19
2.3 Қара қорғасынды қалайы, күшәла, сүрмеден тазарту	20
2.4 Қорғасынды асыл металдардан тазарту	23
2.5 Қара қорғасынды мырышсыздандыру	25
2.6 Қара қорғасынды висмутсыздандыру	27
2.7 Қара қорғасынды сапалы тазарту	29
3 Жұмыстың технологиялық есептері	31
3.1 Қара қорғасынды тазарту процесінің материалдық балансын есептеу	31
4 Қорғасынды тазарту кезіндегі қауіпсіздік техникасы	32
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	35
А қосымшасы	36

КІРІСПЕ

Қорғасынды екі жолмен алуға болады: пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық.

Концентраттарды өңдеудің пирометаллургиялық әдісімен құрамында қорғасын бар барлық материал балқытылады [1].

Қазіргі уақытта қорғасынның барлығы дерлік пирометаллургиялық әдістермен алынады, ол үшін тотықсыздандырғыш, реактивті, тұндырғыш, сода немесе сілтілі балқымалар қолданылады [1].

Тотықсыздандырып балқыту - тотықсыздану атмосферасында алдын ала күйдірілген және агломерленген концентраттан шахатлық пеште балқытылып қорғасын алу әдісі.

Шахталы балқыту кезінде келесі өнімдер алынады:

- құрамында алтын, күміс, мыс, теллур, висмут және басқа қоспалар бар қара қорғасын;
- штейн-құрамында мыс, қорғасын және асыл металдар бар металл сульфидтерінің қорытпасы;
- шлак-көбінесе мырыш (10% - дан астам) және металл оксидтері мен металлоидтардың қорытпасы,
- шаңды газдар [1].

Қара қорғасын тазартылып таза қорғасын, алтын мен күмістің қорытпасы, висмут және басқа да құнды өнімдер алынады.

Штейн және құрамында мыс бар басқа да жартылай өнімдер мыс зауытына жіберіледі немесе қорғасын зауытында қара мысқа өңделеді.

Шлактар мырышсыздандырып алынған шаңды мырыш зауытына жіберіледі.

Шаңнан тазартылғаннан газдар кейін атмосфераға шығарылады [1].

Мұнда шахталық балқытудың аралық өнімдерінің ішінен қара қорғасынға басым көңіл бөлуіміз керек, өйткені ол осы дипломдық жұмыстың басты тақырыбымен тығыз байланысты болып келеді. Әрі қарай біз пирометаллургиялық әдіспен қара қорғасынды тазарту процесін қарастырамыз.

1 Қара қорғасын

Табиғатта тек бір қорғасын тұратын кендер сирек кездеседі. Аз немесе көп мөлшерде қорғасын кендерінде мыс, сүрме, күшәла, висмут, мырыш, қалайы, күміс, алтын және т. б. сияқты басқа металдардың қоспалары болады [2].

1.1-ші суретте сульфидті қорғасын концентраттарын пирометаллургиялық өңдеудің принципті технологиялық сұлбасы келтірілген [3].

Кендерді байыту кезінде осы металдардың бір бөлігі қорғасын концентратына өтеді. Кенді шахталық балқыту кезінде бұл металдар қорғасынға өтіп, оны ластайды. Балқытудан кейін қоспалармен қатты ластанған қорғасынды *қара қорғасын* деп атайды. Қорытпадағы қорғасын мөлшері әдетте 97-98% құрайды, ал өте лас концентраттарды балқыту кезінде 90-92% дейін төмендеуі мүмкін. Көбінесе қара қорғасынның құрамында мыс, сүрме, алтын және күміс бар, ал сирек күшәла, қалайы және висмут кездеседі. Олардың мөлшері 2-10% құрайды.

1.1-кестеде әртүрлі зауыттарда қара қорғасынның құрамы келтірілген (масса %) [1].

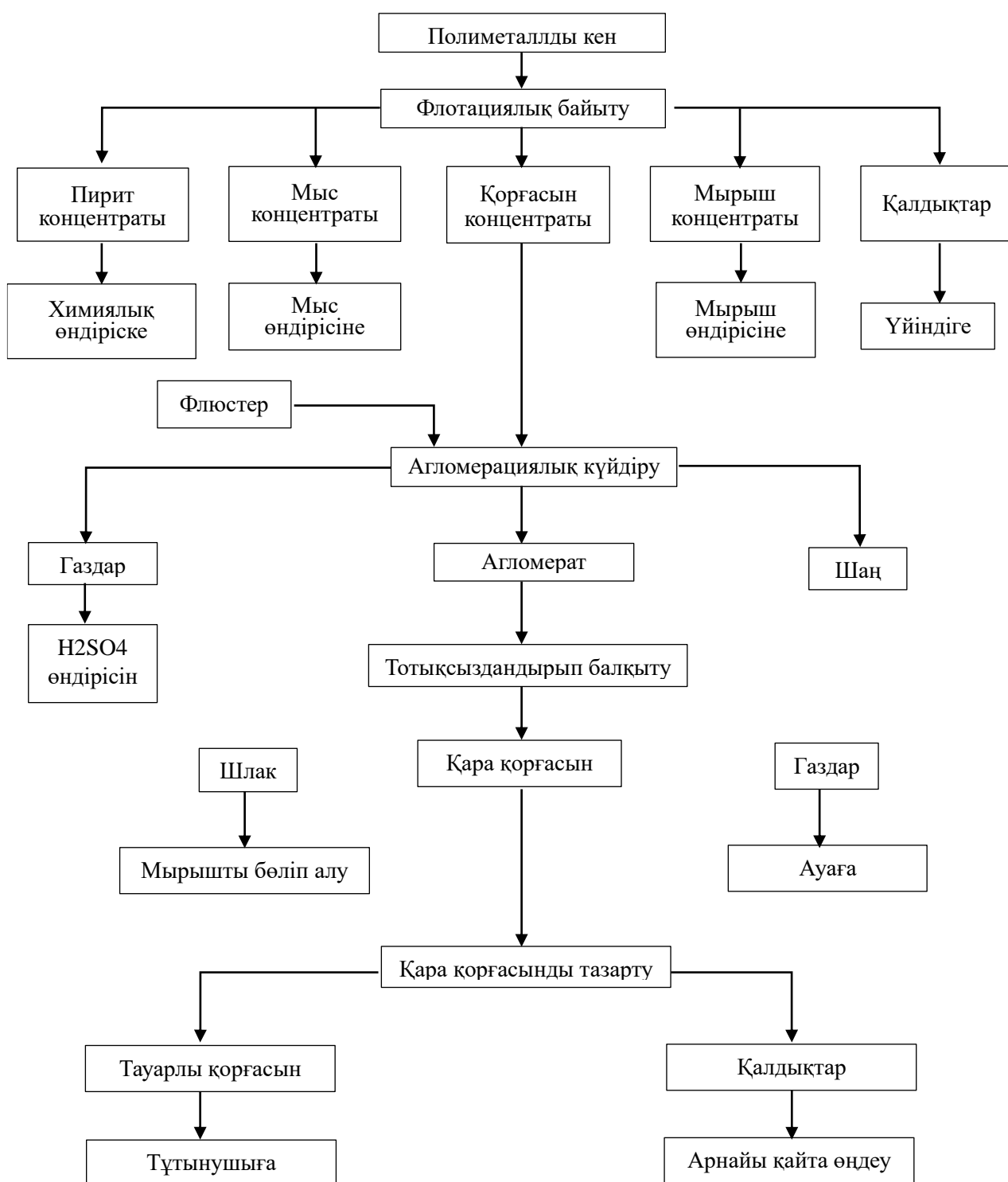
1.1-кесте – Әртүрлі зауыттарда қара қорғасынның құрамы

Зауыт (ел)	Pb	Cu	As	Sb	Bi	Ag*	Au*
Шымкент (Қазақстан)	92-94	1,8-2,2	0,4-0,6	0,3-0,5	0,15-0,2	1000–1500	-
Өскемен (Қазақстан)	90-91	2,0-5,0	1,0-2,2	1,0-1,5	0,05-0,07	1200-1500	-
Электроцинк (Ресей)	93-97	0,8-1,3	0,3-0,7	0,8-1,2	0,1-0,2	100-2000	5,0
Порт-Пири (Аустралия)	97-98	0,8-1,2	0,15-0,2	0,3-0,6	0,003	1500	1,2
Трейл (Канада)	96-98	-	0,2-0,5	0,6-0,7	0,12	1200	-
Бункер-Хилл (АҚШ)	94-96	1,8-2,3	0,5-1,0	1,5-2,0	0,02	5000	3,0
Сан-Гавино (Италия)	95-97	1,5-2,0	0,1-0,3	1,0-1,5	0,07	800	-
Пловдив (Болгария)	95-97	1,0-3,0	0,1-0,3	0,2-0,4	0,03-0,04	800-1300	-

* - тоннасына граммен

Кейбір қоспалар, олардың аздығына қарамастан, қорғасынның физикалық және химиялық қасиеттерін (қаттылықты арттырады, икемділікті төмендетеді, коррозияға төзімділікті төмендетеді және т.б.) айтарлықтай өзгертіп, оны өнеркәсіпте қолдануға жарамсыз етеді. Кейде қара қорғасындағы қоспалардың жалпы құны қорғасынның өзінен асып түседі. Асыл металдардың үлкен құндылығы бар, сондықтан оларды қара қорғасыннан алу қажеттілігі туындайды, бір тонна қорғасында орта есеппен 1-5 кг күміс, 1-30 г алтын болады. Сол себепті, кез келген жағдайда, қара қорғасын рафинирлеу процесінен өтеді [1].

Қара қорғасынды тазарту пирометаллургиялық және электролиттік әдістермен жүзеге асырылады. Электролиз экономикалық тұрғыдан қорғасын қоспаларының аз мөлшерімен ғана негізделген, сондықтан сирек қолданылады [3].



1.1-сурет - Сульфидті қорғасын концентраттарын пирометаллургиялық өңдеудің принципті технологиялық схемасы [9]

Қара қорғасынды пирометаллургиялық тазарту қоспалардың немесе олардың қосылыстарының химиялық қасиеттерін ескере отырып, қоспалардың дәйекті бөлінуін көздейді. Тазартудың әр сатысында қоспалар мен қорғасынның бір бөлігі өтетін аралық өнімдер түзіледі. Шликерлер қосымша өңдеуге ұшырайды.

Қара қорғасынды отпен тазарту технологиясы келесі кезеңдерді қамтиды: мыстан тазарту; теллурдан тазарту; күшәла, сүрме және қалайыдан тазарту; күміссіздендіру (күміс пен алтынды алу); мырышсыздандыру; висмуттан тазарту; кальцийден, магнийден, сүрмедан және кейде мырыштан сапалы (түпкілікті) тазарту [3].

Бүкіл тазарту циклінің ұзақтығы көптеген факторларға байланысты және ұзақтылығы 100 сағатқа дейін барады [3].

1.2-кестеде қорғасын маркаларының мемлекеттік, жалпыодақтық стандарты ГОСТ 3778-98 келтірілген [4].

Шахталық балқыту кезінде қаралы металға қорғасын алу шамамен 84-86% құрайды, яғни пешке тиелетін шихтадағы әрбір 100 кг қорғасынның 84-86 кг-ы қаралы қорғасынмен алынады. Қалған 14-16 кг шлак, штейн және шаң арасында таралады [2].

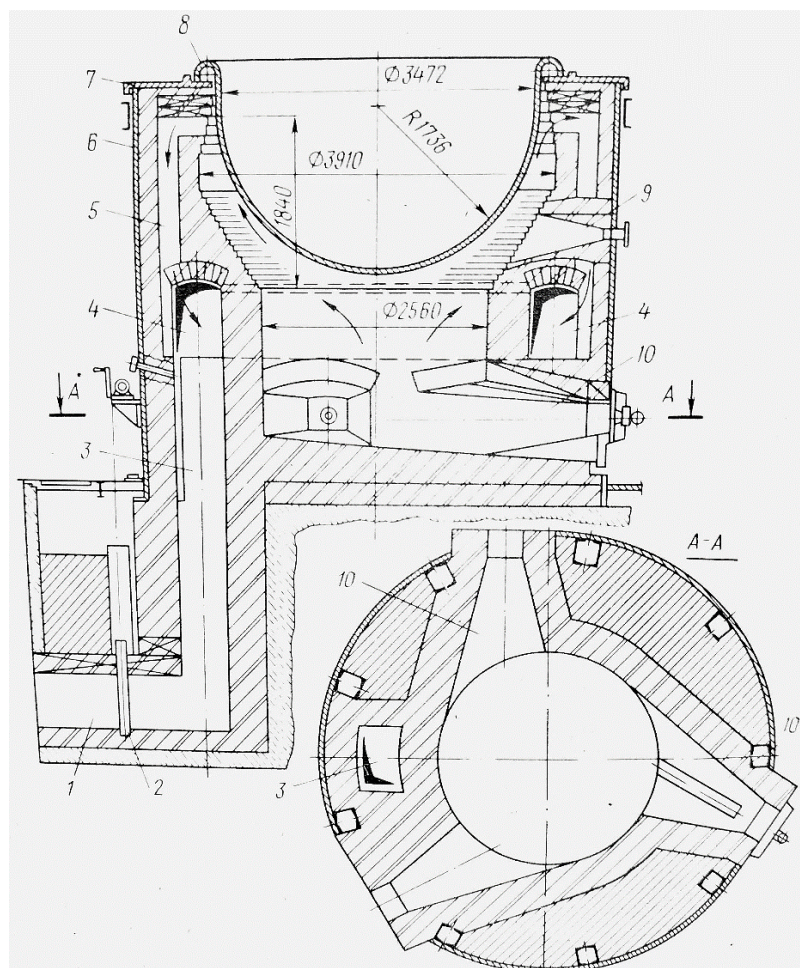
Қорғасын пештен сифон арқылы немесе тесік арқылы шығарылады (егер сифон жұмыс істемесе) және қоспалардан тазарту үшін тазарту цехына жіберіледі [2].

Қорғасынды тасымалдау қатты немесе сұйық түрінде жүзеге асырылады. Сұйық түрінде қорғасын шағын, сыйымдылығы 3-4 тонна, шойын қазандықтарда тасымалданады. Қатты тасымалдау үшін қорғасын салмағы 1-1,5 тонна болатын блоктарға құйылады, сондықтан бұл блоктарды қалыптардан көтеріп, тасымалдау кезінде тельфердің ілгегімен ұстап алуға болады, сұйық қорғасынға 15-20 мм дөңгелек темірден жасалған темір ілмек орнатылады. Ілмектің табандары қорғасынмен қатайды. Тельфердің ілгегі қатып қалған қорғасынның үстінен ілмектің көзіне енгізіледі және блокты оңай және ыңғайлы тасымалдайды. Тазарту цехында қорғасын еріген кезде якорь деп аталатын ілмектер босатылып, қайта пайдаланылады. Зәкірлерді қорғасынға терең батырып, сенімді түрде қою керек. Нәзік, абайсызда орнатылған якорьлерді пайдалану оны тасымалдау кезінде қорғасын блогының сынуына әкеледі және барлық жұмысшылар үшін үлкен қауіп төндіреді [2].

Қара қорғасынды тазарту процесінің теориялық негіздері өнеркәсіппен толық және жақсы игерілген. Ал тәжірибесінде басқаша жағдай қалыптасты. Процесс мерзімді немесе үздіксіз (прогрессивті) режимде жүзеге асырылуы мүмкін. Алайда, үздіксіз режимге көшудің қиындықтары процестің аппараттық дизайнымен байланысты. Мерзімді тазарту кезінде негізгі операциялар ваннаның беті ашық үлкен (50-300 т) сыйымдылықтағы болаттан жасалған тазарту қазандықтарында жүргізіледі (1.2-сурет). Өнеркәсіптік өнімдерді өңдеу кезінде сыйымдылығы аз (5-50 т) қазандықтар қолданылады. Қазандықтары газды, мазутты жағу немесе электрмен жылыту арқылы қазандықтың сыртқы жылытуымен жұмыс істейтін муфельді пештерге орналастырылады. Тазарту қазандықтарының жұмыс режимі өте ауыр. Қазандықтардағы қорғасынның темпера-

1.2-кесте – Қорғасын маркаларының мемлекеттік, жалпыодақтық стандарты ГОСТ 3778-98

Маркасы	Pb, % кем болмау керек	Қоспалар көп болмау қажет									
		Ag	Cu	Zn	Bi	As	Sn	Sb	Fe	Mg,Ca, Na қосындысы	Барлығы
CO	99,992	$3 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	0,001	0,004	0,0005	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	0,001	0,002	0,008
C1C	99,99	0,001	0,001	0,001	0,005	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,01
C1	99,985	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,0005	0,001	0,001	0,002	0,015
C2C	99,97	0,002	0,001	0,001	0,02	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,03
C2	99,95	0,002	0,001	0,001	0,03	0,003	0,002	0,005	0,002	0,010	0,05
C3	99,9	0,002	0,002	0,001	0,06	0,05	0,002	0,005	0,005	0,020	0,10
C3C	99,5	0,01	0,09	0,07	0,15	0,0005	0,10	0,20	0,01	0,002	0,50

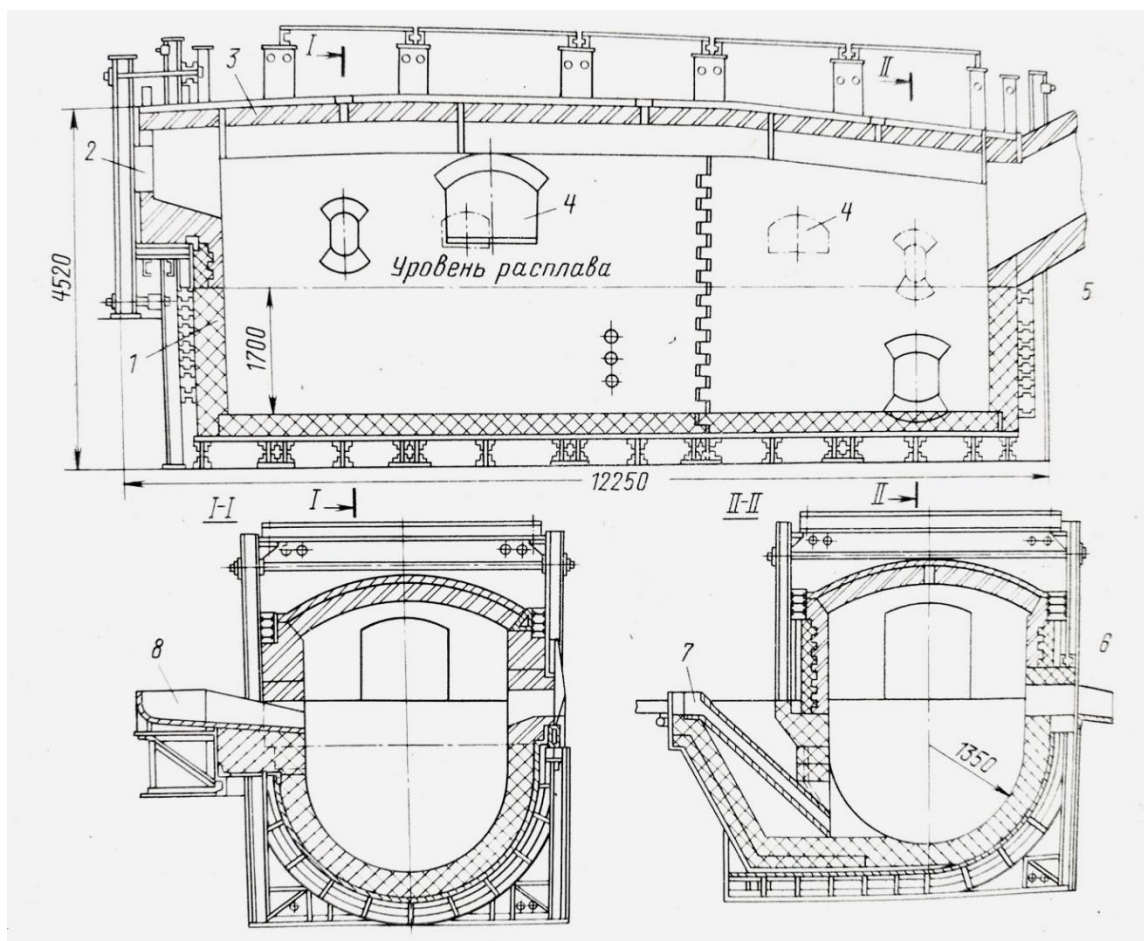


1 - пешкөмей; 2 - бекітпе; 3 - түтін газының коллекторы; 4 - сақиналы арна; 5 - мұржалар (12 шт.); 6 - қаптама; 7 - тірек тақта; 8 - қазандық корпус; 9 - қазанды салқындату үшін ауа сору камерасы; 10 - пеш камерасы.

1.2-сурет – Табиғи газды жағу өнімдерімен жылытылатын қорғасынды тазартуға арналған қазандық (сыйымдылығы 150 т) [5]

турасы қысқа мерзімде 300-ден 500 °C-қа дейін өзгереді, ал кейбір операцияларда ол 650-700 °C-қа жетеді. Жиі жылуды кетіру, термиялық соққылар және агрессивті компоненттердің қазандықтың ішкі қабырғаларына әсері бұл қондырғының қызмет ету мерзімі екі жылдан сирек асатынына әкеледі [5].

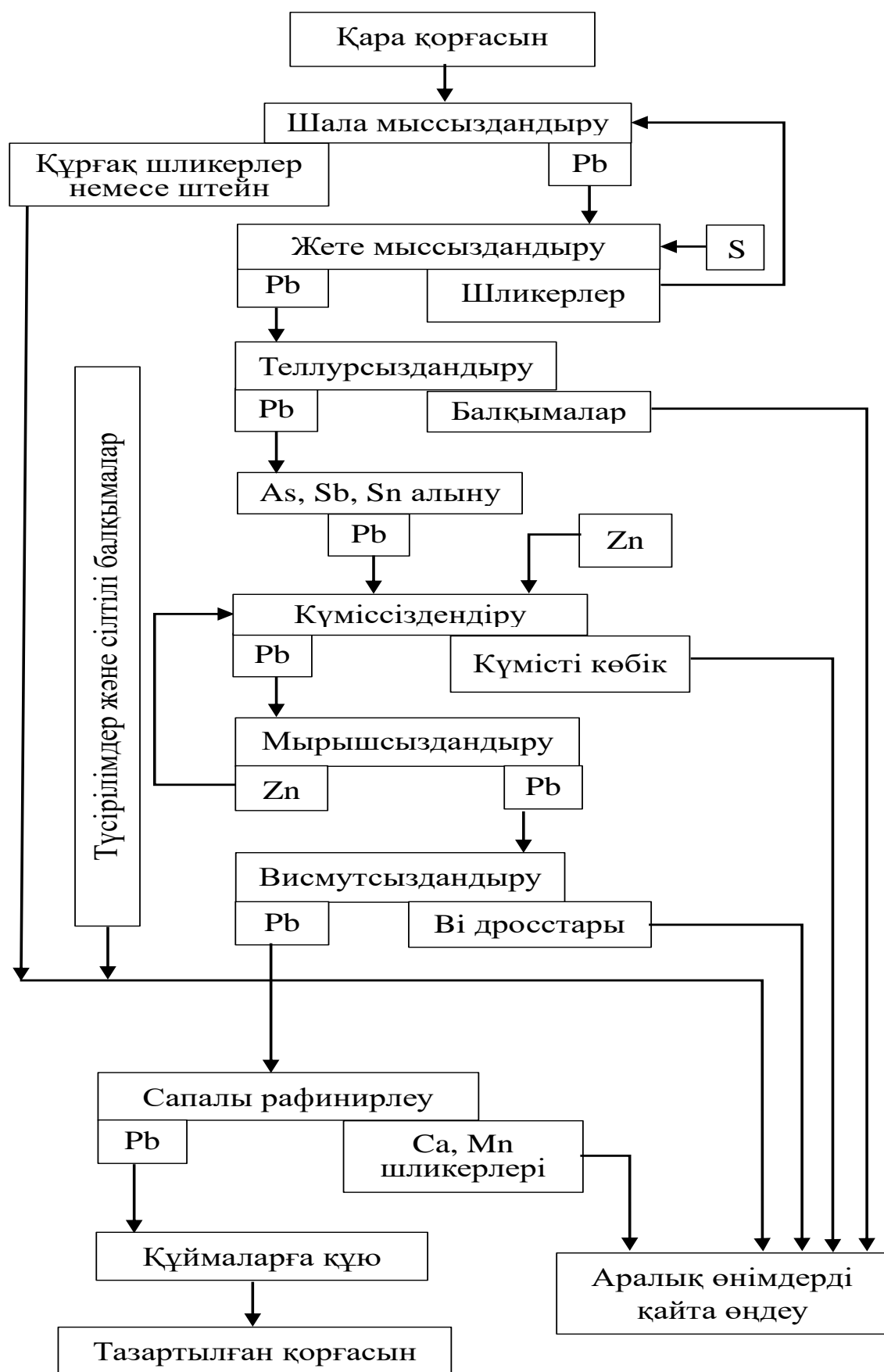
Қорғасынды үздіксіз пирометаллургиялық тазартуды жүзеге асыру үшін ең алдымен стандартты жабдықты жетілдіру қажет. 1.3-суретте пештің құрылғысы схемалық түрде көрсетілген. Үздіксіз пеш тазартқыш қазандықтармен салыстырғанда өнімділіктің жоғарылауы, цех атмосферасын қорғасынның зиянды булануынан қорғау, ұзақ қызмет ету мерзімі, технологиялық режимнің өзгеруі нәтижесінде механикаландыру мен процесті автоматтандыру деңгейінің жоғарылауы сияқты артықшылықтарға ие [5].



1 - ванна; 2 - оттыққа арналған терезе; 3 - қойма; 4 - тиеу және жұмыс терезелері; 5 - тік түтін құбыры; 6 - шлак пен штейнді шығаруға арналған терезе; 7 - сифон; 8 - қара қорғасын құюға арналған науа

1.3-сурет – Қорғасынды үздіксіз мыссыздандыруға арналған шағылдырғышты пеш [5]

Қара қорғасынды тазартудың технологиялық сұлбасы 1.4-суретте көрсетілген [6].



1.4-сурет – Қара қорғасынды тазартудың технологиялық сұлбасы [6]

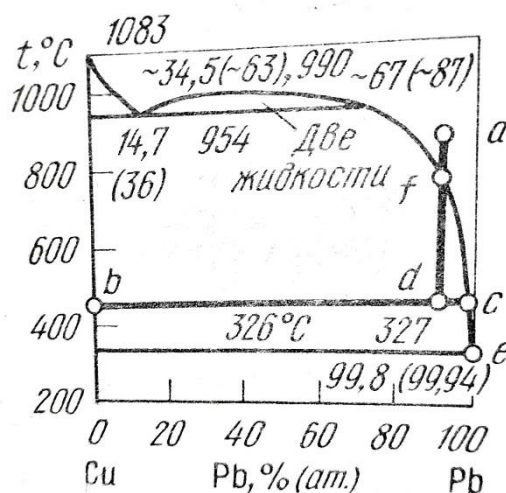
2 Қара қорғасынды тазарту сатылары

2.1 Қара қорғасынды мыссыздандыру

Қара қорғасынды тазарту процесі пирометаллургиялық және электролиттік тазарту процестеріндегі бастапқы операция болып табылады. Көп сатылы процесс дәл осы операциядан басталуы кездейсоқ емес. Өйткені біріншіден, мыс негізгі қоспа болып табылады, онымен бірге өндірістік өнімдердің шығымы ең маңызды, сондықтан қорғасынның негізгі бөлігі айналымға түседі. Екіншіден, қорғасынды мысты өнеркәсіптік өнімдерге ауыстырумен тазарту олардағы басқа металдардың алынуына аз дәрежеде әсер етеді, бұл қазіргі технология жағдайында мыс алудың жеткілікті жоғары селективтілігін қамтамасыз етеді. Үшіншіден, процестің бастапқы кезеңінде мыстан айыру келесі кезеңдерде басқа металдардың азды-көпті мыстан таза өндірістік өнімдерін алуға мүмкіндік береді.

Процестің теориялық негіздері.

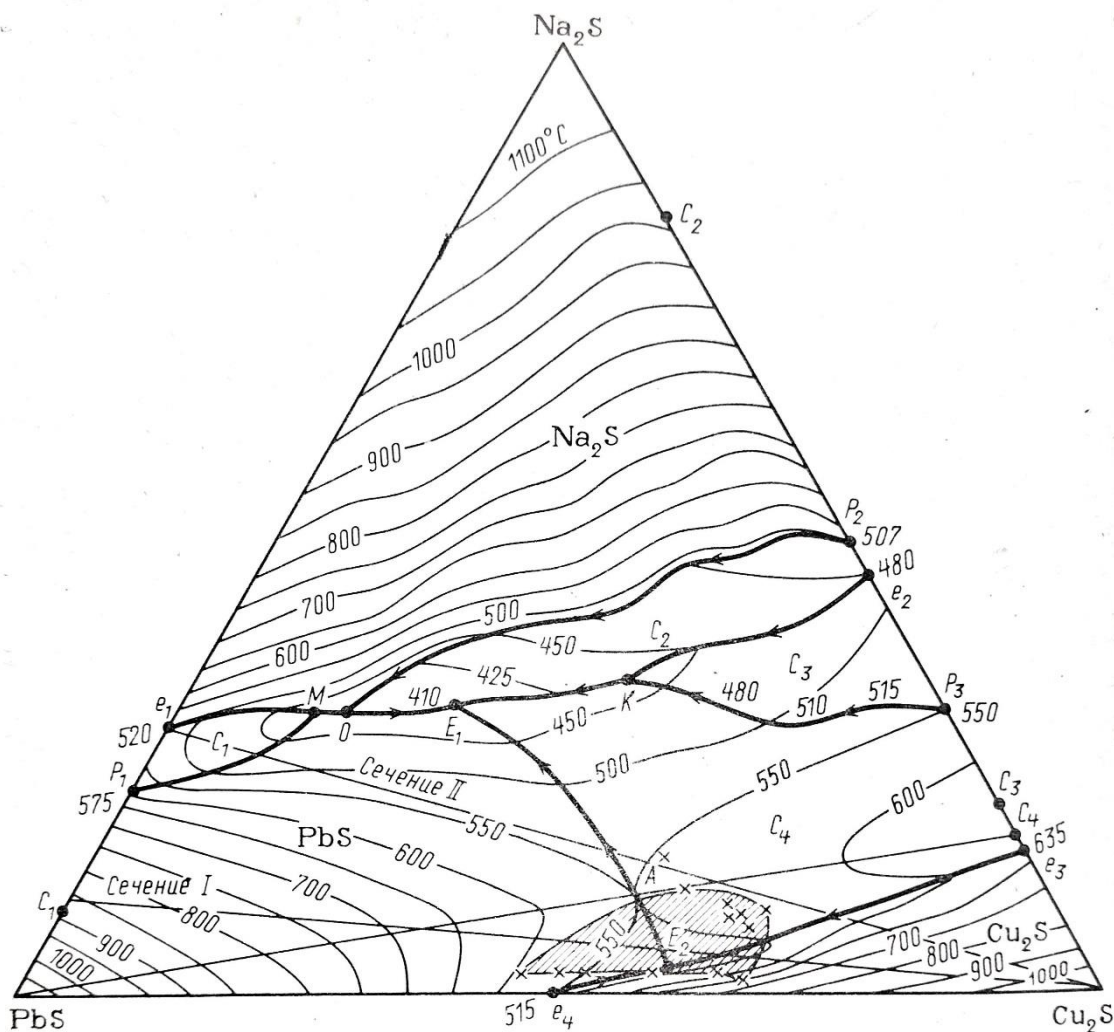
Мыс сұйық күйде қорғасында шек-теулі түрде ериді (2.1-сурет), салыстырмалы түрде жоғары балку температурасы бар қатты қосылыстар немесе қорғасында еріген барлық металдармен қатты ерітінділер түзеді.



2.1-сурет – Pb - Cu жүйесінің күй диаграммасы.

Құрамында 4% Cu бар қорғасынды 850-ден 500°C-қа дейін салқындату кезінде балқыту өнімінің фазалық құрамының өзгеруін қарастырыңыз (2.2-сурет).

Pb - Cu жүйесіндегі *a* нүктесі мыс құрамына 4 % (массасы бойынша) және 850°C температурасына сәйкес келеді деп есептейміз. Бұл бастапқы тазарту кезеңі деп есептейік - қорғасынның сифоннан тасымалдау шөмішіне шығуы. Сұйық қорғасынды балқыту цехынан тазартқыш цехқа тасымалдау кезінде сұйық қара қорғасынның температурасы төмендейді және оны тазартқыш қазандыққа құю кезінде 600°C аспайды.



C_1 - $3PbS-Na_2S$ конгруентті қосылыс; C_2 - Cu_2S*9Na_2S конгруентті қосылыс;
 C_3 , - Cu_2S*Na_2S конгруентті қосылыс; C_4 - $5Cu_2S*2Na_2S$ конгруентті қосылыс

2.2-сурет – PbS-Na, S-Cu жүйесінің күй диаграммасы

Температураның одан әрі $500^{\circ}C$ дейін төмендеуі қорғасындағы мыс ерігіштігінің төмендеуіне әкеледі. Еріген мыс концентрациясының төмендеуі $a - f - e$ қисығы бойынша жүреді. Еріген мыстың шекті концентрациясы e нүктесіне сәйкес келеді: $326^{\circ}C$, $0,063\% Cu$. Мыс құрамындағы қорғасын ерітіндісі болып табылатын сұйық фазадағы және қатты компоненттердің құрамын рычаг ережесі бойынша анықтауға болады. Қатты мыстағы қорғасынның ерігіштігі $0,29\%$ -дан аспайды. Қатты қорғасындағы еріген мыстың мөлшері $0,007\%$ -дан аспайды. Мыс шликерлері деп аталатын қатты өнімдердің бөлме температурасында тығыздығы $7,5-8,5 \text{ г/см}^3$. $450-500^{\circ}C$ температурада сұйық қорғасынның тығыздығы $10,5-10,6 \text{ г/см}^3$ құрайды [5].

Металл бетіне қалқып шыққан қатты шликерлер сұйық қорғасын ваннасының бетінен алынып, арнайы қайта өңдеуге жіберіледі. Оларда механикалық түрде шатастырылған қорғасыннан, мыс құрамындағы қорғасынның қатты ерітіндісінен басқа, олардың құрамында күшәла, сүрме, қалайы, күкірт және басқа

металдармен Мыс қосылыстары бар. Рентгендік құрылымдық талдау құрғақ шликерлердің негізгі фазасы металл қорғасын (~60%) екенін көрсетті. Шликерлердегі мыс мөлшері 10-25% аралығында, ол металл, Cu_2S , Cu_3As , Cu_2Sb қосылыстары және т. б. түрінде болады [5].

Мерзімді мыссыздандыру тәжірибесі.

Мерзімді мыссыздандыру сыртқы жылытуы бар болат қазандықтарда жүзеге асырылады. Қазандықта қорғасын қуатты механикалық араластырғышпен араласады. Сұйық қорғасыннан басқа, кокс (қорғасын массасының 2%) және кейде ұсақталған қатты штейн тазартқыш қазандыққа салынады. Біріншісінің мақсаты-сұйық қорғасынды тотығудан қорғау және құрғақ шликерлерге бос орын беру. Сол мақсатта штейн жүктеледі. Процесс 450°C температурада жүзеге асырылады. Көлемі бойынша біртекті сусымалы шликерлер бетінен шумовкамен алынады. Құрамында 10-25% Si бар құрғақ шликерлердің өнімділігі шамамен 20% құрайды [5].

Қорғасынның үздіксіз араласуы процесінің теориялық негізі

1961 жылы Кеңес Одағында Гинцветмет пен Шымкент қорғасын зауытының қызметкерлері бір агрегатта мысты қатты шликерлерді алмай-ақ бай штейнге ауыстыру арқылы пиквация және сульфидтеу процестерін біріктіруге негізделген үздіксіз мыссыздандырудың жаңа, неғұрлым прогрессивті әдісін әзірледі және енгізді. Кейінірек бұл әдіс халықаралық танылды және бірқатар шетелдік кәсіпорындар игерілді [5].

Үздіксіз мыссыздандыру процесі терең ваннасы бар шағылыстырғыш немесе электр пешінде жүзеге асырылады (1.2-сурет). Балқытылған ванна 1,7-1,9 м-ге жетеді, өйткені балқыманы бетінен қыздырады, мұндай терең ваннада бетінде $1100-1300^\circ\text{C}$ және подинде $500-600^\circ\text{C}$ температураның үлкен градиенті бар. Температураның мұндай жоғары градиенті қорғасынның төменгі қабатынан мыс шликерлерінің бөлінуін анықтайды, олар жою арқылы балқыма бетіне шығады. Балқыманың бетінде бай қорғасын концентраты мен натрий сульфидінің көмегімен мыс сульфидациясы жүреді. Na_2CO_3 қорғасын сульфидімен әрекеттескенде натрий сульфиді тікелей пеште түзіледі. Бұл процесс шихтада қатты көміртегі болған кезде жеделдетіледі [5].

Сульфидтеу процестері құрғақ шликерлерді өңдеу кезінде болатын процестерге ұқсас және бірдей реакциялармен сипатталады.

Реакция тепе-теңдігі температураның барлық аралықтарында іс жүзінде оңға жылжытылады. Осылайша, термодинамика тұрғысынан мысты қорғасын сульфидімен сульфидтеу өте қарапайым міндет болып табылады. Жаңа процесінің авторлары оны сода мыссыздандыру шихтасына енгізу арқылы жетілдірді. Процесс барысында бірнеше функцияларды орындайды [5].

Қатты көміртегі содасын үздіксіз мыссыздандыру процесін шихтаға енгізудің бір салдары-қорғасынның металл фазасын штейннен аудару және сода мен көмірдің қатысуымен пайда болатын Na_2S болуы екі себеп бойынша полиметалл штейндерінің қасиеттерін жақсартады. Біріншіден, Na_2S қоспасы полиметалл штейндерінің балқу температурасын айтарлықтай төмендетеді ($500-600^\circ\text{C}$ дейін). 2.2 - суретте $\text{PbS} - \text{Na}_2\text{S} - \text{Cu}_2\text{S}$ жүйесінің күй диаграммасы берілген. Көлеңке-

ленген бөлік қорғасынды үздіксіз мыссыздандыру ойластырылған штейндерінің құрамына жауап береді [5].

Полиметалл штейнге Na_2S енгізудің тағы бір оң әсері оның құрамындағы қорғасынның ерігіштігін төмендету болып табылады. Ақыр соңында, үздіксіз мыссыздандыру шихтасына сода енгізудің тағы бір оң әсері. Балқыту кезінде сөзсіз шлак пайда болады. Шлактың пайда болуы процесс үшін пайдалы өйткені бір жағынан қорғасынды бөгде қоспалардан тазартады екінші жағынан оны ауаның тотығуынан қорғайды [5].

Қорғасынның жете мыссыздандыру.

Шала мыссыздандырудан кейін қорғасындағы мыс мөлшері 0,1-0,5% дейін төмендейді. Мұндай қорғасынды өнеркәсіпте қолдануға болмайды. Гост 3778-98 сәйкес әр түрлі маркалы қорғасынның құрамындағы мыс мөлшері $0,002-1 \cdot 10^{-7}$ -ден аспауы керек қазіргі уақытта бүкіл әлемде мыс пен қорғасын күкіртіне жақындығының айырмашылығына негізделген элементар күкірт көмегімен қорғасынды жете мыссыздандыру әдісі кең таралған: мыс қорғасынға қарағанда күкіртке жақындығы едәуір жоғары. Процесс әдетте тазарту қазандықтарында жүзеге асырылады; қарапайым күкірт араластырғыштың көмегімен балқымаға араласады. Балқу температурасы 340-350°C [5].

Нумератордағы компоненттердің белсенділік шамалары бірлікке жақын. Сондықтан қорғасыннан мыстың ең толық жойылуы қорғасынның PbS ерігіштік шегіне дейін күкіртпен қаныққан кезде қамтамасыз етіледі. Тазарту температурасында қорғасындағы еріген күкірттің концентрациясы 0,7% - ға тең. Термодинамикалық есептеулерге сәйкес, мыстың шекті концентрациясы 0,0005 % жетеді [5].

Процестің механизміне оның нәтижелеріне қорғасын қоспасындағы басқалар айтарлықтай әсер етеді. Сүрме мен висмут жете мыссыздандыру көрсеткіштеріне аз әсер етеді. Қалайы мен күміс, керісінше, процеске айтарлықтай әсер етеді, олардың қара қорғасында болуы қорғасынның дегидратациясының жылдамдығы мен толықтығын күрт арттырады. Күміс пен қалайы қорғасынның күкіртпен әрекеттесу реакциясын тежеп, соңғысын мыспен әрекеттесу үшін босатады деген пікір бар [5].

Алдын ала мыссыздандыру аяқталғаннан кейін тазартқыш қазаннан немесе араластырғыш қазаннан қорғасын жете тазарту үшін қазандыққа айдалады. Айдау процесінде қорғасынның температурасы 340-350°C дейін төмендейді [1].

Сонымен қатар, кейбір майлы шликерлер қосымша бөлінеді, олар тесілген ковшпен алынып тасталады және алдын-ала мыссыздандыру қазандықтарына жіберіледі. 335-345°C жеткенде, қазандыққа араластырғыш орнатылып, қарапайым күкірт жүктеле бастайды. Күкірт шығыны 1-2 кг/т қорғасыннан аспайды. Күкірттің тұтану мүмкіндігін азайту үшін ол жұмыс істейтін араластырғыштың білігінің жанына кішкене бөліктерде жүктеледі. Күкірт үш-төрт бөлшекте жүктеледі. Сульфидті шликерлер қалқып шыққаннан кейін тазартқыш өнімдердің тотығуын және шликерлердің босатылуын болдырмау үшін ванна бетіне үгінділер құйылады. Шликерлерді алып тастамас бұрын араластырғыш алынып тасталады,

ал шликерлердің өзі тесілген ковш көмегімен жойылады. Операцияның ұзақтығы-2,5 сағат, оның ішінде тазарту 1 сағат 20 минутты алады [5].

2.2 Қара қорғасынды теллурсыздандыру

Қорғасын шикізатын өңдеу процесінде теллур 60-70% қара қорғасынға ауысады. Оның тазартылатын металдағы мөлшері 0,005-0,01% құрайды. Қара қорғасынды тазарту кезінде теллур ішінара құрғақ шликерлерге және күміс көбікке айналады, бірақ оның негізгі бөлігі сілтілі балқымаға күшәла, қалайы және сүрме бөлінген кезде алынады. Сілтілік балқыманы өңдеудегі элементтерді бөлудің қиындықтары арнайы операцияны енгізуге әкелді – қара қорғасыннан тәуелсіз бай өнімге теллурды селективті алу (теллурсыздандыру) [6].

Кеңес Одағында қорғасынды теллурдан металды натриймен тазарту және теллурлық шликерлерді қайта өңдеу тәсілдері ұсынылды, дайындалды және игерілді (1960 ж.). Қорғасынның теллурсыздандыру процесінде теллурдың металды натриймен қорғасында тұрақты және іс жүзінде ерімейтін қосылыс - жоғары балқу температурасы (953 °С), сондай-ақ қорғасыннан төмен тығыздығы бар натрий теллуридін Na_2Te тұзу қабілетіне негізделген, бұл Na_2Te ликвация нәтижесінде теллур мен қорғасынның ваннаның бетіне жақсы бөлінуін қамтамасыз етеді [6].

Na_2Te балқытылған каустикалық содада жақсы ериді. Алынған Na_2Te жинау және шоғырландыру үшін қорғасын бетінде NaOH балқымасының қабаты пайда болады [6].

Металды натрийдің ауа атмосферасында жану шығынын азайту, сондай-ақ тазартылатын металмен байланысын жақсарту үшін натрийді ваннаға алдын ала дайындалған қорғасын-натрий қорытпасы түрінде енгізген жөн, оның құрамында Na 3% артық емес [6].

Араластырудың 5-10 минутында 90% - дан жоғары теллур алуды қамтамасыз ететін натрийдің оңтайлы шығыны 1 кг-ға 1 кг құрайды, тазартылған қорғасынның массасынан натрий гидроксидінің шығыны 0,06 % құрайды [6].

Өнеркәсіптік жағдайда теллурсыздандыру келесідей жүзеге асырылады. Сульфидті шликерлерді алып тастағаннан кейін қорғасын ваннасы 400-450 °С дейін қыздырылады, тазартқыш қазандыққа араластырғыш орнатылады, араластырғыш жұмыс істеп тұрған кезде қорғасын-натрий қорытпасы жүктеледі, каустикалық сода енгізіледі, қазандықтағы қорғасын 10-15 минут араластырылады, араластырғыш алынып тасталады 10 минут тұндырғаннан кейін қорғасын бетінен құрамында 15-30% Te , 0,5-1,0% Se және 70-80% Pb бар балқымалар алынады [6].

91-98% Te балқымаларға өтеді. Механикалық тартылған қорғасынды алу үшін балқытылған қорғасын 340-370 °С температурада арнайы қазандықта балқытылады. Балқытылған қорғасын теллурсыздандыруға қайтарылады, ал балқыма теллур алу үшін қайта өңделеді [6].

Сипатталған әдістің артықшылығы аппараттық конструкцияның қарапайымдылығы, реагенттердің аз шығыны, теллурға бай (91-98 %) балқыманы алу, бұл теллур өндірісінің технологиясын едәуір жеңілдетеді, оның қорғасын зауыттарында кең таралуына әкелді [6].

Кейбір кәсіпорындарда мыстан тазартылған қорғасынның теллурсыздандыруы сәл өзгеше болады. Сонымен, «Norddoice Affineri» (ГФР) зауытында сілтілік әдіс қолданылады. Қорғасындағы теллурдың мөлшеріне байланысты реакция цилиндріне балқытылған каустикалық сода бірнеше қадаммен жүктеледі, оның шығыны 1 кг теллурға 5-6 кг құрайды. Тазарту 460 °С температурада 35-45 минут ішінде жүзеге асырылады, қорғасын сілтілі балқыма арқылы айналады. Балқымаға 60-90% Те алады. Балқыманың өнімділігі салыстырмалы түрде аз. Ондағы теллурдың мөлшері 15-17% - дан аспайды. Қорытпа гидрометаллургиялық өңдеуге жіберіледі [6].

Теллурдың сілтілі жер металдарымен және олардың тұздарымен өзара әрекеттесуіне негізделген басқа да тазарту әдістері ұсынылды. Алайда, бұл әдістер өнеркәсіптік қолдануды таппады [6].

2.3 Қара қорғасынды қалайы, күшәла, сүрмеден тазарту

Күшәла, сүрме және қалайыдан қорғасынды тазарту операциясы күмістен тазарту операциясына дейін жүргізіледі, өйткені олардың болуы бағалы металдарды оқшаулау процесін қиындатады. Бұл металдарды тазарту әдістері мұндай қоспалардың қорғасынға қарағанда оттегіге көбірек жақындығына негізделген. Өнеркәсіпте тотығуды тазартудың екі әдісі қолданылады: 750-800°С температурада шағылыстыратын пештерде жүзеге асырылатын және балқыманы ауамен үрлеумен байланысты от және NaNO_3 тотықтырғыш ретінде қолданылатын сілтілі. Екі жағдайда да процестер металдардағы оттегіге-қоспалар мен қорғасынға әр түрлі жақындыққа негізделген. Біріншісінде оттегіге жақындық қорғасынға қарағанда айтарлықтай жоғары [5].

Отпен тазарту

Рефлекторлы пештегі сұйық қорғасын ваннасы ауамен үрленеді. Бұл жағдайда күшәла пен сүрме қосылыстары тек үш валентті күйде және қалайы төрт валентті күйде шлакқа өтеді [5].

Термодинамикалық және кинетикалық позициялардағы қоспалар белсенділігінің мәндерімен салыстырғанда қорғасын белсенділігінің үлкен мәніне байланысты (оттегі молекуласының қоспа атомына қарағанда қорғасын атомымен әрекеттесу ықтималдығы жоғары), ең алдымен, ауа оттегі қорғасынмен реакция арқылы әрекеттесуі керек [5].



Балқыма қаныққан кезде глет оттегіге үлкен жақындығы бар қоспалар атомдарымен әрекеттесуі керек.

Отты тазарту кезінде қоспаларды кетіру реті келесідей: қалайы, күшәла, сүрме [5].

Қалайы, күшәла және сүрмеден қорғасынды отпен тазартудың мерзімді және үздіксіз әдісі елеулі кемшіліктерге тән. Олардың негізгілеріне мыналар жатады; қорғасынның едәуір мөлшері (5-8%) шлакқа өтеді, оны шлактан алу үлкен қиындықтарды тудырады. Қорғасыннан басқа, шлакқа күміс пен висмуттың айтарлықтай мөлшері өтеді. Тығыздалмаған пештегі процестің жоғары температурасы цехта зиянды жағдайлар туғызады: күшәла жүйесінде айналым және жинақтау байқалады. Қорғасынды сілтілі тазарту қорғасынды күшәла, сүрме және қалайыдан сілтілі тазарту әдісін 1919 жылы Гаррисс ұсынған [5].

Сілтілі тазарту әдісі-балқытылған тұздар мен сілтілер қабаты (NaNO_3 , NaOH , NaCl қоспасы) арқылы сұйық тотықтырғыштың (әдетте натрий нитраты) қатысуымен өтеді. Сілтілі тазарту кезінде қоспаларды кетіруге негізделген принцип отпен тазартумен бірдей. Тотықтырғыштың рөлін NaNO_3 натрий нитраты атқарады. Каустикалық сода екі функцияны орындайды. Бір жағынан, бұл қосылыс селитрамен бірге бірқатар реакциялардың тең қатысушысы болып табылады. Екінші жағынан, бұл қатты станнаттар мен антимонаттарды және осы ортада жартылай еріген натрий арсенатын жинақтайтын орта, ас тұзы қымбат NaOH шығынын азайту үшін балқытқыш рөлін атқарады [5].

Қорғасын қоспаларының тұз балқымасының компоненттерімен өзара әрекеттесу механизмі туралы бірыңғай көзқарас жоқ, кейбір зерттеушілер қорғасын шамаларындағы айтарлықтай айырмашылыққа және металл ерітіндісіндегі қоспаларға байланысты қорғасын реакция арқылы қауырсын кезегіне тотығады деп санайды [5]:



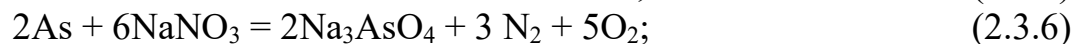
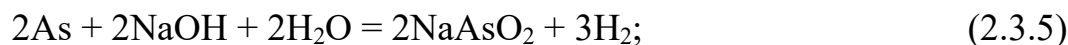
Содан кейін пайда болған Pb_3O_3 қоспалармен әрекеттеседі, мысалы, схема бойынша:



Сүрменің тотығуының жалпы реакциясы осылайша келесі түрде жазылуы мүмкін:

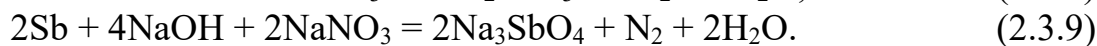
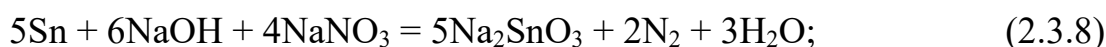


Басқа зерттеушілер қоспалар нитраттың немесе оның каустикалық сода қоспасының балқымасымен тікелей тотығатынын көрсетті. Сонымен қатар, күшәла каустикалық сода мен нитратпен де, осы тұздардың қоспасымен де белсенді әрекеттесетіні анықталды [5];

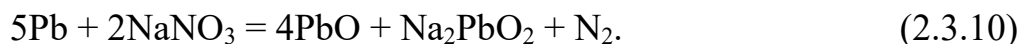




Қалайы мен сүрме каустикалық содамен және нитратпен бөлек әрекеттеспейді. Олар тек осы тұздардың қоспаларымен әрекеттеседі [5]:



Қорғасын каустикалық содамен әрекеттеспейді, бірақ нитратпен қарқынды әрекеттеседі [5]:



Қоспалардың тотығуы және олардың балқымаға өтуі белгілі бір ретпен жүреді, бұл белгілі бір түзілген қосылыстың (күшәла, қалайы, сүрме) термодинамикалық тұрақтылығына сәйкес келеді. Өнеркәсіптік жағдайдағы процестің көптеген кинетикалық зерттеулері сілтілі тазарту диффузиялық аймақта жүретінін көрсетті. Мұны барлық үш қоспада тазарту процесінің кинетикасы үшін алынған активтендіру энергиясының өте төмен мәндері, жылдамдық константасының температураға әлсіз тәуелділігі, фазалық беттің ұлғаюымен және араластыру қарқындылығымен процестің интенсивтілігінің айтарлықтай әсері дәлелдейді. Қорғасынды қоспалардан сілтілі әдіспен тазартудың жалпы уақыты ұзақ: бір операцияға 5-тен 12 сағатқа дейін [5].

Қорғасынды сілтілі тазарту процесі келесі технологиялық операциялардан тұрады: қорғасын ваннасын 420-450°С дейін қыздыру (болашақта бұл температура экзотермиялық реакциялар арқылы сақталады), аппаратқа арнайы араластырғыштан сұйық сілтіні құю, селитраны тиеу және аппараттан балқыманы шығару. Соңғысын шығару үшін аппаратта арнайы науа қарастырылған. Екінші және төртінші кезеңдердің ұзақтығы 10-15 минуттан аспайды, негізгі уақыт (10-12 сағатқа дейін) қоспалардың тотығу процесін алады. Құрылғыға 3-4 тонна сұйық сілтіні құйғаннан кейін нитрат жүктеле бастайды. Тотығу процесінің барысы. Әдетте жүзу қоспалармен 15-20% дейін қанықтырылады. Үлкен қанықтыру қажет емес, өйткені бұл жағдайда балқымалардың тұтқырлығы күрт артады және процестің соңында дамуына байланысты ондағы еріген қорғасынның жоғалуы артады. Әдетте, балқымаларда 5-8% механикалық қорғасын және 1-2% тотыққан болады. Тазарту процесі сүрменің 0,02 % қалдық құрамымен аяқталады. Тұтыну сілтілі тазарту отпен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие. Оларға қорғасынның жоғары тікелей алынуы (99,5 % дейін), құрамында күшәла, қалайы, сүрме, процестің төмен температурасы, алынған қорғасынның жоғары мөлшері бар селективті өнеркәсіптік өнімдерді бөліп алу оңай болатын қосылыстар түріндегі қоспаларды алу жатады. Әдістің кемшіліктеріне операцияның үлкен ұзақтығы, реагенттердің жоғары құны және балқымаларды қайта өңдеудің гидрометаллургиялық схемасының күрделілігі жатады [5].

Сілтілі тазарту отпен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие, оларға қорғасынның жоғары тікелей алынуы (99,5% дейін), құрамында күшәла, қалайы,

сүрме, процестің төмен температурасы, алынған қорғасынның жоғары мөлшері бар селективті өнеркәсіптік өнімдерді бөліп алу оңай болатын қосылыстар түріндегі қоспаларды алу жатады. Әдістің кемшіліктеріне операцияның үлкен ұзақтығы, реагенттердің жоғары құны және балқымаларды қайта өңдеудің гидрометаллургиялық схемасының күрделілігі жатады [5].

2.4 Қорғасынды асыл металдардан тазарту

Қорғасынның күміссіздендіру процесі құрамында алтын мен күміс бар қорғасынға мырыш металының араласуымен жүргізіледі. Мырыш қорғасында ериді, қазандықтың бүкіл көлеміне таралады және олармен химиялық қосылыстар түзу үшін алтын мен күміспен әрекеттеседі. Бұл қосылыстар қорғасында ерімейді, қорғасынға қарағанда отқа төзімді және меншікті салмағы аз болып келеді. Олар қорғасын ваннасының бетіне қалқып шығады, сол жерден алынып тасталады [2].

Күмісті толығымен алу үшін қорғасынды мырышпен мүмкіндігінше қанықтыру керек. Мырыштың қорғасынға ерігіштігі температурамен бірге өседі, сонымен бірге химиялық қосылыстардың түзілу жылдамдығы да артады. Бірақ температураның жоғарылауымен мырыштың тез тотығуы басталады, ол бір уақытта пайдасыз жұмсалады. Температура төмендеген кезде мырыштың тотығуы күрт төмендейді, бірақ химиялық қосылыстардың түзілу жылдамдығы да төмендейді.

Мырыш пен күмістің қосылыстары Ag_2Zn_3 және $Ag-Zn_5$ формулаларына сәйкес келеді және олардың құрамындағы күміс 40-50% аралығында болады. Егер бұл қосылыстарды қазандықтан таза түрде алып тастауға болатын болса, онда күміссіздендіру айтарлықтай жеңілдетілген болар еді. Шын мәнінде, пайда болған химиялық қосылыстар, қорғасын ваннасының бетіне қалқып, олармен химиялық және механикалық жағынан аз мөлшерде байланысты қорғасынның көп мөлшерін алып жүреді [2].

Көбікті кетіру мүмкіндігінше төмен температурада жүргізілуі керек, өйткені бұл жағдайда қорғасыннан күміс пен онда еріген мырышты толығымен алуға болады. Қорытпаның қатаюына жақын температурада (шамамен 320°) қорғасында 0,5% Zn ериді, ал температура жоғарылағанда. Қорғасында қалған мырыш жоғалып кететінін немесе оны алу үшін өте күрделі қайта бөлуді қажет ететінін ескеру қажет [2].

Қорғасынның температурасы неғұрлым төмен болса, оның тұтқырлығы соғұрлым жоғары болады. Сондықтан, төмен температурада көбікті алып тастап, онымен бірге қазандықтан механикалық түрде оралған қорғасынның көп мөлшері алынады.

Көбік күміс пен мырышқа кедей және қорғасынға бай. Бұл қиындықты жеңу үшін көбікті, сондай-ақ мыс өнімдерін алу екі кезеңде жүзеге асырылады. Көбіктің бір бөлігі жоғары температурада алынып, құрамында қорғасын аз, күміс

пен мырыш көп болады. Бұл көбік одан барлық құнды заттарды алу үшін қайта өңдеуге жіберіледі.

Көбіктің басқа бөлігі төмен температурада жойылады. Бұл көбік қорғасынға бай және құрамында мырыш пен күміс аз. Ол айналым ретінде пайдаланылады және қорғасынға жүктеледі оны күміссіздендіру кезінде келесі балқыту. Күміссіздендіруге арналған мырыш шығыны қорғасынның құрамындағы күміске, сондай-ақ қоспаларға байланысты: мырышпен химиялық қосылыстар түзетін мыс, темір, кобальт және никель. Егер мысты кетіру операциясы нашар жасалса, мыс мырыш көбігіне ауысады, оның сапасын нашарлатады және мырыш шығынын арттырады.

Әдетте мырыш шығыны қорғасын салмағының шамамен 1,5-2% құрайды. Қорғасын мен тазарту өнімдеріндегі күмістің мөлшері салыстырмалы түрде аз мөлшерде пайызбен емес, тоннасына граммен өлшенеді. Мысалы: таза қорғасын үшін рұқсат етілген 3 г/т күмістің пайызы тек 0,0003% құрайды [2].

Күміссіздендіру процесі мыссыздандыру және сілтілі тазарту сияқты қазандықтарда жүзеге асырылады. Сілтілі тазартудан кейін алынған қорғасын күміссіздендіру үшін келесі қазандыққа айдалады. Күміссіздендіруді сілтілі тазарту сияқты бір қазандықта жүргізу мүмкін емес, өйткені бұл жағдайда пайда болған көбік алдыңғы операциядан алынған сілтілік оксидтердің қалдықтарымен ластанған [2].

Араластырғыш қазандыққа орнатылады және шамамен 500° температурада бай көбік блоктары жүктеледі. Блоктар толығымен ерігеннен кейін және ванна 20-30 минут ішінде араластырылады, көбік оның бетіне шығады. Бұл жағдайда қазандық біртіндеп 450-480°С температураға дейін салқындатылады [2].

Көбік шумовкамен алынып тасталады және қазандықтың бүйірлеріне дөңгелек шелпек түрінде бүктеледі, олар қатайғаннан кейін алынып тасталады. Көбік шумовкамен тартылады, содан кейін ол ауаға көтеріліп, қазандықтың үстінде бірнеше минут ұсталып, қорғасынның ағып кетуіне мүмкіндік береді. Бай көбік деп аталатын бұл көбікті жеу 30-40 минутқа созылады. Көбік құрамында кемінде 60-70 кг/т күміс болуы керек, қорғасындағы күмістің қалдық мөлшері 300 г/т аспайды, оның мөлшері қорғасынның салмағына орта есеппен 2-3% құрайды. Бұл көбік одан күміс, мырыш және қорғасын алу үшін қайта өңделеді [2].

Күміссіз қорғасын, шамамен 450° температурада, мырыштың бірінші бөлігін және нашар күміс айналымын араластырғышпен араластырады және қорғасынды 330-340° дейін салқындатады. Қорғасын салқындаған кезде оның бетіне бай айналмалы көбік пайда болады, ол үлкен кран саңылаулы қасықпен алынып тасталады және үлкен қалыптарға құйылады, онда көбік күміссізденудің бірінші сатысында айналым ретінде пайдаланылатын 1,5-2 тонналық блоктарда қатаяды, бұл көбіктің құрамында 95-96% дейін қорғасын, 2-3% мырыш және 1% күмістен аспайды, өнімділік бұл көбік қорғасынның шамамен 6-7% құрайды [2].

Қорғасынды салқындату баяу жүреді және айналымдағы көбікті шамамен 10 сағат бойы алып тастайды, салқындатуды тездету үшін қорғасын суық ауамен

үрленеді немесе салқындағаннан кейін бірден қазандыққа салынатын блоктарға құйылады [2].

Бай айналымды алып тастағаннан кейін көбік қазандығы 425-430° дейін қызады және 15-20 минут ішінде мырыштың екінші бөлігі араласады. Содан кейін қазандық қайтадан баяу 330° температураға дейін салқындатылады. Бұл жағдайда қалқымалы көбік саңылаулы қасықпен алынып тасталады, блоктарға құйылады және айналымға жіберіледі. Кедей айналымның шығымы 3-4% құрайды [2].

Күміссізденудің барлық кезеңдерінде қазандықтың қабырғалары мен ваннаның бетін көбік бөлшектерінен мұқият тазарту өте маңызды. Күміссізденудің жалпы ұзақтығы 16-18 сағатқа жетеді [2].

Жүктелетін мырыштың мөлшерін анықтау үшін тазарту барысында қорғасын күміс құрамына талданады және осы талдаулардың нәтижелеріне байланысты бірінші және екінші мырыш жүктеледі. Цехта мырыштың қажетті шығынын анықтайтын осы цехтың қазандықтарының сыйымдылығын ескере отырып жасалған практикалық кестелер бар [2].

Егер дұрыс температуралық режим сақталса, қорғасын құрамындағы барлық күмістің 70% - на дейін бай көбікке тазарту процесі алынады. Қалған 30% айналмалы көбікке айналады, бай көбік құрамында 5-10% күміс, 20-25% мырыш және 65-85% қорғасын бар [2].

2.5 Қара қорғасынды мырышсыздандыру

Металға мырыш енгізілген күміссіздендіру операциясынан кейін оның қорғасындағы мөлшері 0,5–0,7% жетеді. Сондықтан, қоспалардан қорғасынды тазартудың жалпы циклінде асыл металдарды алып тастағаннан кейін жүргізілетін арнайы мырышсыздандыру операциясы қарастырылады [5]

Қорғасынды мырыштан тазарту процесі тотығу әдістерімен (ауа, хлор) жүзеге асырылады, мұнда мырыш пен қорғасынның элементке жақындығы немесе вакуумдық айырмашылық қолданылады [5]

Мырыштың ауадағы тотығу процесі мырыштың оксид ретінде сілтілі балқымаларға ауысуымен кейбір зауыттарда қазандықтарда немесе шағылыстыратын пештерде жүзеге асырылады. Процестің барысын анықтайтын негізгі реакция келесідей [5]:



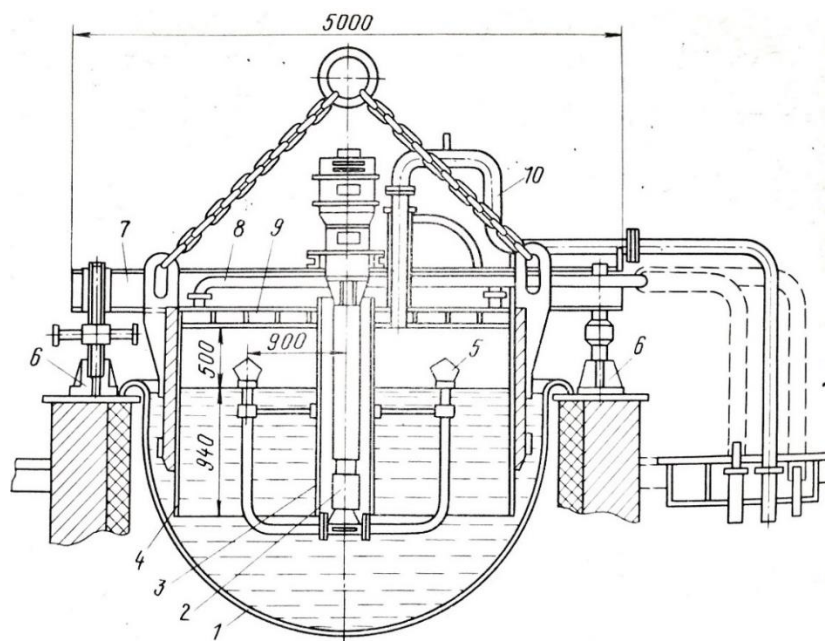
Тотығу кезінде ваннаның бетінде ұнтақталған мырыш бар дроссельдер пайда болады, оларды шумовкамен алып тастайды. Қорғасынды хлорлы мырышсыздандыру процесі жүзеге асырылады. Оның негізінде мырыштың хлорға жоғары жақындығына байланысты қорғасыннан бұрын тотығу қабілеті жатыр, реакция төменде келтірілген [5]:



Тазарту өнімдері-құрамында 92-95% $ZnCl_2$ бар сұйық қорғасын және сұйық мырыш хлориді.

Әлемнің көптеген зауыттарында қорғасынның вакуумдық мырышсыздандыру қолданылады, мырыш пен қорғасынның селективті пирометаллургиялық бөліну процесі жоғары температурада осы металдардың бу қысымының айырмашылығына негізделген. Сиретуді құру Pb - Zn жүйесінде p_{Zn} жоғарылауына тепе-теңдіктің ауысуына және мырыштың сублимация жылдамдығын жеделдетуге ықпал етеді [5].

Құрылғының жалпы дизайны (2.3-сурет) гидравликалық қақпаны жасайтын сұйық қорғасын қазандығына батырылған су салқындатқыш цилиндр болып табылады. Вакуумдық сорғылардың көмегімен жүйеде 10^4 Па сиретуге қол жеткізіледі. Құрылғының салқындатылған қабырғалары әдетте мырыш металының буы үшін конденсатор ретінде қызмет етеді. Процесті жылдамдату үшін балқыманы сорғылармен немесе механикалық араластырғыштармен араластыру қолданылады.



- 1 - қазандық; 2 - центрдетепкіш сорғы; 3 - қорғаныс құбыры; 4 - цилиндр; 5 - шашыратқыш;
6 - домкраттар; 7 - арқалықтар; 8 - суды жеткізуге және бұруға арналған құбырлар;
9 - конденсатор; 10 - вакуум жеткізу келтеқұбыры.

2.3-сурет – Мырыштан қорғасынды мерзімді вакуумдық тазартуға арналған аппарат

Процесс $560-620^{\circ}C$ температурада, 4-8 сағат ішінде жүзеге асырылады. Қорғасындағы мырыштың қалдық мөлшері 0,03-0,04% құрайды. Мырыштың регенерация дәрежесі 90-95% құрайды. Бірқатар шетелдік зауыттарда мырышсыздандыру процесі үздіксіз режимде жүзеге асырылады [5].

2.6 Қара қорғасынды висмутсыздандыру

Шахталы балқытудан шыққан қара қорғасынға 90%-ға дейін висмут өтеді. Сол себептен висмуттан тазарту процессіне көп көңіл аударылады. Қорғасынмен висмуттың физика-химиялық байланысы жақын болғандықтан бұл процесс күрделі болп келеді. Аз мөлшердің өзі қорғасынның физика-химиялық қасиетін түсіреді. Мысалыға висмут мөлшері 0,05 %-дан көп болса, қорғасынның күкірт қышқылына кедергісі түседі [5].

Висмут қорғасыннан барлық басқа қоспаларға қарағанда қиынырақ шығарылады. Ол қорғасыннан ликвизация, сульфидтеу, хлорлау немесе тотығу арқылы алынбайды [5].

Висмутты электролиз арқылы алуға болады, онда ол шламға өтеді немесе кальций мен магний қоспалары арқылы арнайы процеспен [5].

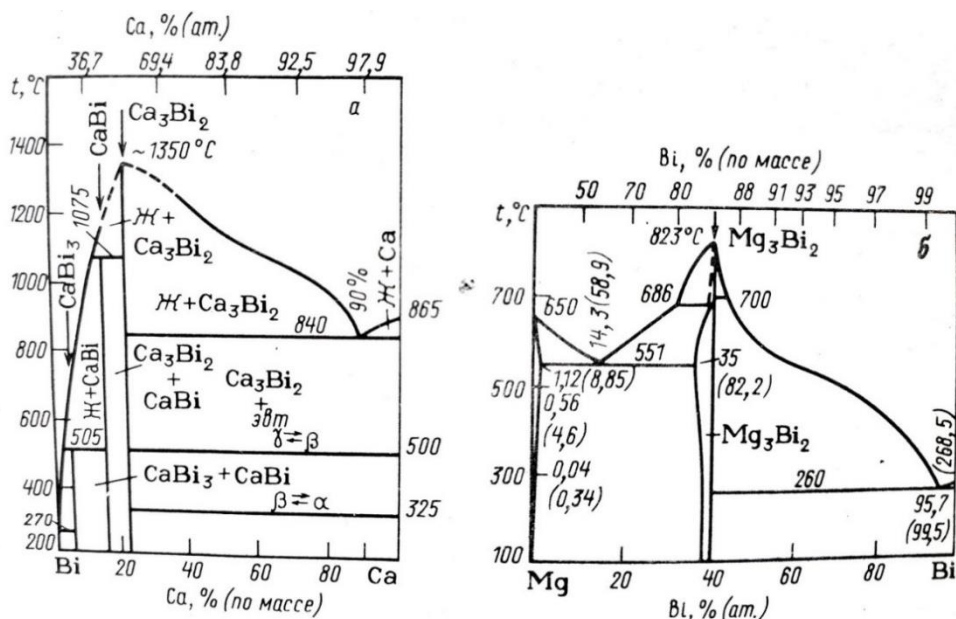
Висмуттан ажырату үшін ең қолайлысы екінші процесс, өйткені бірінші әдіс қымбат болып келеді және висмуттың мөлшері 0,5%-дан кем болмағанда ғана жүргізіледі [5].

Қорғасынның негізгі тұтынушысы - аккумулятор өнеркәсібі - қорғасынды висмуттан тазарту сапасына қатаң талаптар қояды. ГОСТ 3778-98 сәйкес қорғасындағы висмут мөлшері пайыздың мыңнан бір бөлігінен аспауы керек. Қорғасынды висмуттан тазарту Кролл-Беттертон әдісімен жүзеге асырылады. Әдіс висмуттың балку температурасы жоғары кальций мен магниймен металлалық қосылыстар түзу қабілетіне негізделген (2.4 - сурет) [5].

Процесс барысында алынған интерметаллидтердің тығыздығы (процесс температурасы 350-440°C) қорғасынның тығыздығынан едәуір төмен. Дроссельдер, висмутисттер деп аталады, қорғасын ваннасының бетінен ковшпен алынып тасталады және арнайы өңдеуге жіберіледі. Висмутсыздандыру практикасы процестің қалыпты жүруі үшін лигатурадағы магний мен кальцийдің арақатынасын - 2:1 ұстап тұру керек екенін анықтады [5].

Әдетте, қорғасынды бейтараптандыру бастапқы операция үшін висмутқа кедей дроссельдердің айналымымен бірнеше сатыда жүзеге асырылады. Процестің ұзақтығы 10–12 сағ. тазартылған қорғасындағы висмут мөлшері 0,01-0,005% құрайды [5].

Кальций мен магнийдің көмегімен қорғасынды висмут арқылы қажетті жағдайларға жеткізу мүмкін емес. Сондықтан іс жүзінде қорғасын ваннасына металл сүрме қосудан тұратын жете висмутсыздандыру жүргізіледі. Сүрмені енгізу кезінде Mg_3Sb_2 - Mg_3Bi_2 - Bi_2CaMg_2 формулаларына жатқызуға болатын $Sb_5Ca_5Mg_{1,0}Bi$ немесе қатты ерітінділер сияқты тұрақты металлалық қосылыстар түзіледі деп болжанады. Сүрменің қорғасын балқымасына кіріспе қорғасынды висмуттан 0,005-0,004 % дейін тазартуға мүмкіндік береді. Газсыздандыру кезінде кальций шығыны 0,1 %, магний қорғасын массасының 0,2% құрайды, Висмутты дросстарда 10% Bi дейін болады. Висмуттан басқа, оларда 90% - Pb , 0,5-0,7% Ca , 0,8-1,2% Mg болады [5].



2.4-сурет – Bi-Ca(a) Mg-Bi(b) жүйесінің күй диаграммасы

Висмутты дрессельдер келесідей өңделеді. Тазарту үшін, кальций мен магнийден жасалған металл дрессельдер NaOH және NaNO_3 қабатының астында $450\text{-}600^\circ\text{C}$ температурада балқытылады. Балқыту нәтижесінде құрамында 8-15% Bi бар висмутты қорғасын алынады. Бұл қорғасын сутегі кремний қышқылының сулы ерітіндісінде электролизге ұшырайды. Электролит құрамы 70-120 г/л қорғасын суда еритін тұз түрінде PbSiF_6 , 60-100 г/л H_2SiF_6 . Коллоидты қоспа ретінде ағаш желімі қолданылады. Ваннадағы кернеу 0,7-0,8 В, токтың анодтық тығыздығы $180\text{-}220 \text{ A}/\text{m}^2$. Катодтар таза қорғасыннан жасалған, анодтар висмутты қорғасын ретінде қызмет етеді. Қорғасын катодта тұнбаға түседі, висмут 80-90% Bi бар шламға өтеді. Процесс 6 күн бойы үздіксіз жүреді, содан кейін анодтар шламнан мұқият тазартылады және катодтармен бірге висмутсыздандыру операциясына жіберіледі [5].

Кептіруден кейін шлам шағылыстырғыш пеште ериді. Балқыту шихтасына кокс (4% дейін) және сода күлі кіреді. Балқыту 1100°C температурада жүзеге асырылады. Балқыту нәтижесінде айналымға жіберілген қара висмут пен шлак алынады. Қара висмут - қорғасын, мыс, күміс, күшәла және теллурмен ластанған.

Қара висмутты қоспалардан тазарту көбінесе қорғасынды пирометаллургиялық тазарту процесіне ұқсас. Қара висмут шағын тазарту қазандықтарында ериді. Мыстан тазарту 290°C температурада жою арқылы жүзеге асырылады, содан кейін қорғасын мен мыстың күкіртке жақындығын қолдана отырып, висмутты мыс пен қорғасыннан жете тазарту балқымаға күкіртті араластыру арқылы жүзеге асырылады [5].

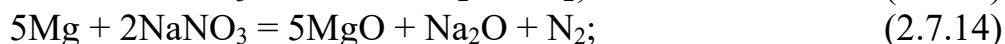
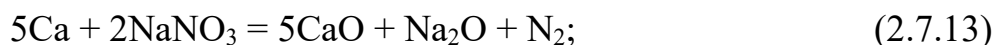
Теллур, селен және күшәлатан тазарту ваннаны 600°C температурада NaOH қоспасымен оттегімен тазарту арқылы жүзеге асырылады. Висмутты күмістен тазарту, қорғасынды тазарту сияқты, мырышпен жүзеге асырылады.

Қара висмутты пирометаллургиялық тазарту процесі жоғары тазалықтағы металды алуды қамтамасыз етеді: 99,99 - 99,999% Bi (ГОСТ 10928-75) [5].

2.7 Қара қорғасынды сапалы тазарту

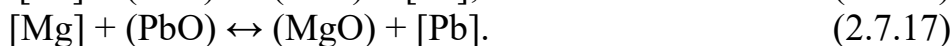
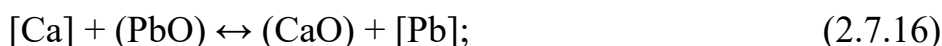
Висмутсыздандырудан кейін қорғасында 0,03–0,07% Ca және 0,12–0,18% Mg, сондай-ақ сүрме мен мырыштың кейбір мөлшері қалады. Сапалы тазартудың мақсаты қорғасынды осы қоспалардан-реагенттерден тазарту. Олардан тазарту үшін қорғасынды ауамен үрлеу (750-800°C температурада), хлорлау (400-500°C температурада) немесе сілтілі әдіспен соңғы тазарту жүргізіледі. Көбінесе соңғы әдіс қолданылады [6].

Висмутсыздандыру аяқталғаннан кейін қорғасынды 400–420 °С дейін қыздырады, оның бетіне каустикалық сода кесектерін салады және араластырғышты қосады. Сілтінің шығыны аз, қатты балқымаларды алуға арналған. Кішкене бөліктерде араластырған кезде нитрат жүктеледі. Қорғасында еріген қоспалар тікелей нитрат ретінде тотығады [6]:



сонымен, олар ауаның оттегімен және тотықтар түрінде балқымаға ауысады. [6]

Қорғасындағы кальций мен магнийдің қалдық мөлшері реакциялардың тепе теңдігімен анықталады [6]:



Қоспалар мен қорғасынның тотығуының экзотермиялық реакцияларының арқасында ваннаның температурасы 600-650 °С дейін көтеріледі [6].

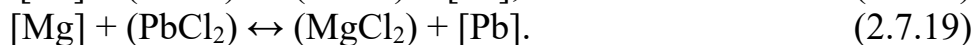
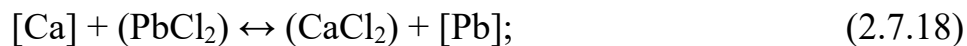
Балқымалар қорғасынның беттерін көпір кранына ілінген шумовка арқылы алынады. Қорытпалар борпылдақ қатты шликерлер немесе түйіршіктер түрінде алынады. Балқымалардың шығымы қорғасын массасының 3-5%, олардағы қорғасын мөлшері 45-55%. Тазартуға түскен қорғасынның 1,5-тен 3,8% - на дейін балқымаға өтеді. Қорытпалардағы қорғасын негізінен PbO және Pb₃O₄ түрінде болады.

Тазартудың аяқталуы қорғасынның қасық сынамасының пайда болуымен анықталады. Оны құю кезінде қатып қалған сынаманың беті сәулелер түрінде орналасқан айқын көрінетін кристалдармен айнадай болуы керек. [6]

Кальций, магний, сүрме және мырыштан бірлесіп тазартатын зауыттар 1 тонна қорғасынға 2,5–3,6 кг сілтіні және 1,5–2,8 кг селитраны жұмсайды. Егер висмутсыздандудан бұрын қорғасын мырыштан тазартылған болса, онда реагент-

тердің шығыны 50-70% - ға азаяды. 200-250-т ваннада тазарту ұзақтығы 3-4 сағатқа тең [6].

Сапалы тазарту жүзулері жалпы шихтамен бірге өңделеді, оларды агломерацияға немесе шахталық балқытуға жібереді. Қорытпаларды өздігінен өңдеу тиімді емес. Кейбір зауыттар (мысалы, «Perth Amboy», «Monterrey») қорғасынды хлорлау арқылы висмутсыздандырудан кейін тазартады, содан кейін оны сілтілі әдіспен тазартады. Хлорлау қорғасын хлоридімен жүзеге асырылады [6].



Хлоридті шликерлерді айналымға жіберіледі. Хлоридті сапалы тазарту әдісі хлор мен оның қосылыстарының жоғары уыттылығына байланысты кеңінен қолданылмады [6].

3 Жұмыстың технологиялық есептері

3.1 Қара қорғасынды тазарту процесінің материалдық балансын есептеу

Ұсынылған технологиялық схема бойынша жылына 110 мың т қара қорғасынның өнімділігіне есептеулер жүргіземіз. Егер қара металда немесе басқа қоспа болмаса, технологиялық схемадан тиісті тазарту операциясы алынып тасталады. Рафинировкалық қайта бөлудің жұмыс уақыты-жылына 337 тәулік.

Қара қорғасын құрамы, %: 91 Pb; 2,8 Cu; 2 As; 1,5 Sb; 0,5 Sn; 0,01 Te; 0,1 Bi; 1500 г/т Ag, 5,0 г/т Au, қалғаны (0,4 %) – өзгелері.

Есептеулерді тазарту цехының тәуліктік өнімділігін шликерды қайта өңдеуді есепке алмай жүргіземіз.

Цехтың тәуліктік өнімділігі: $110000/365 = 301,37$ т/тәул.

Қара қорғасынмен тазарту:

$$326,41 \cdot 0,94 = 306,8254 \text{ т Pb};$$

$$326,41 \cdot 0,025 = 8,1603 \text{ т Cu};$$

$$326,41 \cdot 0,015 = 4,8961 \text{ т As};$$

$$326,41 \cdot 0,010 = 3,2641 \text{ т Sb};$$

$$326,41 \cdot 0,005 = 1,6321 \text{ т Sn};$$

$$326,41 \cdot 0,0001 = 0,0326 \text{ т Te};$$

$$326,41 \cdot 0,001 = 0,3264 \text{ т Bi};$$

$$326,41 \cdot 0,0015 = 0,4896 \text{ т Ag};$$

$$301,37 \cdot 0,000005 = 0,00156 \text{ басқалары};$$

$$301,37 \cdot 0,004 = 1,20548 \text{ т.}$$

Барлығы: 301,37 т.

Есептеу нәтижелері А қосымшасында келтірілген.

4 Қорғасынды тазарту кезіндегі қауіпсіздік техникасы

Қара қорғасынды тазарту кезіндегі негізгі сақтық шаралары

– Қазандықты жылытуға арналған нихромды жылытқыштар секцияларына тарату құрылғылары мен ток өткізетін шиналар қоршалуы тиіс. Алынбалы қоршау кернеуді ажырататын құрылғымен болуы керек.

– Қазаннан қазандыққа құйылатын науалар герметикалық түрде жабылуы тиіс.

– Жұмыс істеп тұрған тазарту қазандықтарында орнатылған араластырғыштарда, сорғыларда және басқа да жабдықтарда жөндеу жұмыстарын жүргізуге жол берілмейді.

– Сілтілері бар барабандарды ашу және сілтіні ұсақтау механикаландырылуы және осы мақсаттар үшін көзделген орындарда жеке қорғану құралдарын қолдана отырып жүргізілуі тиіс.

– Натрий қауіпсіздік шараларын сақтай отырып, арнайы бөлмеде сақталуы керек. Натрийді тазарту алаңында тәуліктік қажеттіліктен артық мөлшерде сақтауға жол берілмейді [7].

Тазарту цехындағы жұмыс крандардың көмегімен жүктердің үлкен қозғалысымен байланысты [2].

Қазандықтарды сұйық немесе қатты қорғасынмен тиеу, қазаннан қазандыққа айналымы бар блоктарды тасымалдау, қазандықтарға реагенттері бар қораптарды, қасықты, ойық қасықтарды, араластырғыштар мен сорғыларды тасымалдау айтарлықтай ауырлықты көтеретін крандардың тұрақты қозғалысымен байланысты [2].

Осыған байланысты якорь орнатудың сенімділігін, шынжырлардың, көздердің және жүктерді кранмен ұстап алуға қызмет ететін басқа құрылғылардың беріктігін мұқият және жүйелі түрде тексеру қажет. Айналымдар көбінесе қазандықтан алынып тасталатынын және жартылай құрғақ күйінде қалыптарға құйылатынын ескеру маңызды. Сонымен қатар, олардың толық салқындауға және цементтеуге уақыты жоқ, ал көтеру және тасымалдау кезінде олар кейде оңай үзіледі. Сондықтан жүкті көтеретін кранның астында тұруға қатаң тыйым салынады. Кранның қозғалысы сигналдармен ескертілуі керек; барлық жұмысшылар жүктің қозғалу жолынан кетуі керек [2].

Сұйық қорғасынның суық және дымқыл заттармен байланыста жарылыс жасау қабілеті қызмет көрсетуші персонал үшін екінші қауіп болып табылады. Цехта әрдайым қорғасынмен толтырылған бірнеше қазандық бар. Осы қазандықтарға суық шикі сынықтарды, саңылаулы қасықтарды, сорғыларды және басқа қорғасынды батырған кезде қатты шашырайды және цехта жұмыс істейтіндерге ауыр күйік әкелуі мүмкін, сондықтан қазандыққа батырылған барлық құралдар мен жабдықтар алдын ала қыздырылуы керек. Оларды қазандыққа түсіру баяу және мұқият болуы керек. Сілтілермен жұмыс істеу кезінде де дәл осындай мұқият емдеу қажет. Каустикалық сілті және қатты, теріге тиген кезде қатты күйік тудырады, ал көзге тиген кезде соқырлықты тудыруы мүмкін. Сондықтан, процеске келіп түсетін сілтіні сойып, оны тазартуға арналған аппа-

ратқа тиеген сәттен бастап және оны сұйық күйінде түйіршіктеу науасына немесе қатты күйінде сақтауға және тасымалдауға арналған жәшіктерге түсіргенге дейін барлық жұмыстар аса сақтықпен, арнайы киімде қорғаныш көзілдіріктерде жүргізілуі тиіс.

Тазарту цехында жұмыс істегенде матадан жасалған арнайы киімді, етік пен киізден жасалған қалпақты пайдалану керек. Шалбардың балағын етіктің сыртына шығару керек, бұл етікке сілтілі металдың шашырауынан қорғайды.

Жұмыс барысында тазартқыштар көбінесе қазандықтың бортында тұрып бірқатар операцияларды жүргізуге мәжбүр болады. Бұл жағдайда қоршауларды орнатпай жұмыс істеуге қатаң тыйым салынады. Қазандықтарда қоршау болмаған кезде дұрыс емес қозғалыс нәтижесінде тепе-теңдіктің жоғалуы жұмысшының қорғасын балқытылған қазандыққа түсуіне әкелуі мүмкін. Сондықтан, қоршауды қолданумен байланысты кейбір қолайсыздықтарға қарамастан, онсыз жұмыс істеуге болмайды.

Қазандықтардағы барлық тазарту процестері жүретін төмен температурада қорғасынның булануы байқалмайды, бірақ жылу сәулеленуінің үлкен беттері жұмысшылар үшін ауыр жағдай туғызады.

Ең жақсы қорғаныс-қазандықтың жоғарғы жиегіндегі саңылаулары бар сақина құбырының құрылғысы. Сығылған ауа құбырға беріледі, ол жарықтар арқылы шығып, бұрышпен жоғары бағытталған, қазандықтың айналасында жұмысшыларды сәулеленуден, шаңнан және будан қорғайтын экранды құрайды.

Жұмысы булар мен газдардың көп мөлшерін бөлумен байланысты шағылыстыратын, дестилляциялық және купеляциялық пештерді пайдалану кезінде бөлінетін газдарды сору үшін барлық желдеткіш құрылғылардың сенімді жұмысын қамтамасыз ету қажет [2].

Тазарту цехында және оның бөлімшелерінде, сондай-ақ қорғасын зауытының басқа цехтарында жеке гигиена ережелерін қатаң сақтау қажет: Жұмыс алдында арнайы майларды қабылдау, тамақ ішер алдында жуыну, жұмыс киімін дұрыс ұстау, жұмыс орнында темекі шекпеу.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста қара қорғасынды пирометаллургиялық тазарту кезінде жүретін процестер зерттелді. Қара қорғасынды тазартудың бірнеше күрделі сатылардан тұрады, олар: мыссыздандыру, теллурсыздандыру, күшәла, сүрме, қалайыдан тазарту, күміссіздендіру мырышсыздандыру, висмутсыздандыру және сапалы тазарту. Әр әдістің түрлі жолы бар және де артықшылықпен кемшіліктері кездеседі.

Тазартудан шыққан өнімдер ол ГОСТ 3778 - 98 стандартына сай рафинирленген таза қорғасын және процес кезінде бөлінген аралық өнімдер, олар қайта өңдеуге жіберіледі. Шаңнан тазартылған газдар атмосфераға шығарылады.

Жұмыс бойынша технологиялық сұлба, процессте қолданылатын қондырғылар сызбалары және металлургиялық есептеулер бар. Дипломдық жұмыста тазарту кезіндегі қауіпсіздік ережелері қарастырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Металлургия тяжелых цветных металлов. / Н. В. Марченко, Е. П. Вершинина, Э. М. Гильдебрандт. Красноярск, ИПК СФУ.: 2009. – 394с.
- 2 Металлургия свинца . М.М. Лакерник / М. : Metallurgia 1953 - 234с.
- 3 Производство цветных металлов. / Уткин Н.И. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 442 с.
- 4 ГОСТ 3778-98 Свинец. Технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации 2003, 11с.
- 5 Металлургия свинца и цинка / В.Я. Зайцев, Е.В. Маргулис. – М. : Metallurgia, 1985. - 262 с
- 6 Металлургия свинца и цинка / Г.Н. Шиврин. – М. :Metallurgia, 1982. – 352 с.
- 7 Правила безопасности при производстве свинца и цинка. / Г.П.Зуев, В.Ф. Матрохин. - М.: 2003. – 24с.
- 8 Металлургия свинца / Ф.М. Лоскутов - М.: Metallurgia, 1965. - С.71-249.
- 9 Қорғасын және мырыш металлургиясы 2009 Т.Ж. Сламов, Т.С. Даулетбақов
- 10 Қорғасын және висмут металлургиясы 2007 А.Абланов
- 11 Қорғасын және висмут металлургиясы 1995 А.Абланов
- 12 Металлургия свинца. Д.М. Чижиков . — М.: Metallurgizdat, 1944.
- 13 Гальндбек, А. А. Расчеты пирометаллургических процессов и аппаратов цветной металлургии / А. А. Гальндбек, Л. М. Шалыгин, Ю. Б. Шмонин. – Челябинск : Metallurgia, 1990. – 448 с.
- 14 Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов / Ф. М. Лоскутов, А. А. Цейдлер. - Москва : изд-во и тип. Metallurgizdata, 1948. - 384 с.
- 15 Гудима, Н. В. Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов / Н. В. Гудима. – М. : Metallurgia, 1977. – 256 с.

Қосымша А

Қара қорғасынды тазарту процесінің материалдық балансын есептеу

А.1 Қара қорғасынды мыссыздандыру процесін есептеу

Мыссыздандыру екі сатыда жүреді: Мыстың 0,1% қалдық құрамына дейін ликвация әдісімен қатты мыссыздандыру, одан кейін 0,001% Мыстың қалдық құрамына дейін күкірт қосумен жұқа мыссыздандыру. Қатты мыссыздандыруды тазарту қазандығында немесе үздіксіз тәсілмен шағылыстырғыш пеште немесе электр пеште, жұқа мыссыздандыру тазарту қазандығында жүргізеді.

Қара қорғасынды алдын ала үздіксіз мыссыздандыруға қара қорғасынды мөлшерінің 1,75% сульфидті қорғасын концентратының шығынын аламыз. Концентраттың құрамы: 51,2% Pb; 1,5% Cu; қалғаны (45,1 %) – өзгелері. Концентраттың алдын ала сусыздануға мөлшері түседі:

$$301,37 \cdot 0,0175 = 5,274 \text{ т/тәу};$$

Бұл концентрат процесске түседі:

$$5,274 \cdot 0,512 = 2,7 \text{ т Pb};$$

$$5,274 \cdot 0,015 = 0,079 \text{ т Cu}.$$

Айналымдағы шликерлермен түсетін қорғасын Саны қара қорғасындағы қорғасын санының 5,5% - ын құрайтынын қабылдаймыз немесе

$$274,2467 \cdot 0,055 = 15,084 \text{ т Pb}.$$

Тәжірибе мәліметтері бойынша, шликерлердің келесі құрамы бар, %: 11 Cu; 79 Pb, қалғаны-өзгелері. Аралық мыссыздандырудан түсетін айналым шликерлерінің саны тең:

$$15,084 \cdot 100 / 79 = 19,094 \text{ т/күн}.$$

Айналым шликерлері бар мыс келіп түседі:

$$19,094 \cdot 0,11 = 2,1 \text{ т}.$$

Алдын ала сусыздандыруға штейнді жетілдіргеннен кейін алынған айналым қорғасын беріледі. Айналым қорғасын саны қара қорғасын санының 0,6% қабылданған, немесе

$$301,37 \cdot 0,006 = 1,808 \text{ т/күн}.$$

Штейнді жетілдіргеннен кейін айналым қорғасынның келесі құрамы бар, %: 3 Cu, 93 Pb қалғандары - 4 өзгелері. Айналым қорғасынмен келеді:

$$\begin{aligned}1,808 \cdot 0,93 &= 1,681 \text{ т Pb,} \\1,808 \cdot 0,03 &= 0,054 \text{ т Cu,} \\1,808 \cdot 0,04 &= 0,072 \text{ т өзгелері.}\end{aligned}$$

Мыстан алдын ала тазартуға арналған кварц флюсінің шығысы құрамында шлақты алу есебінен қара қорғасынның шамамен 0,03% - ын құрайды.,%: 19–25 FeO; 12–19 SiO₂; 5–7 CaO; 5–10 ZnO; 4–17 Al₂O₃; 0,5–1,0 S.

Кварц флюсінің санын анықтаймыз:

$$301,37 \cdot 0,0003 = 0,0904 \text{ т/тәу.}$$

Тәжірибе мәліметтері бойынша соданың шығыны қара қорғасын санының 0,3–0,5% құрайды. 0,4 % қабылдаймыз, немесе $301,37 \cdot 0,004 = 1,206 \text{ т/тәу.}$

Барлығы алдын ала тазалауға қорғасын келеді:

$$274,2467 + 2,7 + 15,084 + 1,681 = 293,7117 \text{ т.}$$

Қорғасынды алдын ала мыссыздандырылған қорғасынды алу 98, алдын - ала мыссыздандыру өнімдерінің санын есептейміз.

$$5 \%, \text{ немесе } 293,7117 \cdot 0,985 = 289,306 \text{ т.}$$

Алдын ала мыссызданған қорғасындағы қорғасынның құрамын 96% аламыз. Алдын ала мыссызданған қорғасын саны құрайды:

$$289,306 / 0,96 = 301,3604 \text{ т/тәу.}$$

Мыс мөлшерін есептейміз (0,5–0,8 %, 0,7 қабылдаймыз %):

$$301,3604 \cdot 0,007 = 2,1095 \text{ т.}$$

Алдын ала мыссызданған қорғасындағы басқалардың саны:

$$301,3604 - (289,306 + 2,1095) = 9,9449 \text{ т.}$$

Қорғасынның алдын ала мыссыздану штейнінің санын есептейміз. Алдын ала мыссыздануға қара қорғасынмен, концентратымен, айналым қорғасынымен және айналым шликерлерімен мыс түседі:

$$8,43836 + 0,079 + 0,054 + 2,1 = 10,67136 \text{ т.}$$

Мысты алдын ала тазарту процесін штейнге алу 72,5% қабылдаймыз. Сонда штейндегі мыс саны:

$$10,67136 \cdot 0,725 = 7,7367 \text{ т.}$$

Штейнде 50% Cu болғанда штейн саны құрайды:

$$7,7367 / 0,50 = 15,4734 \text{ т/сут.}$$

Біз 27,5% штейндегі қорғасынның құрамын қабылдаймыз, онда оның саны:

$$15,4734 \cdot 0,275 = 4,255 \text{ т.}$$

Штейндегі басқалардың құрамы:

$$100 - 50 - 27,5 = 22,5 \%, \text{ немесе}$$

$$15,4734 \cdot 0,225 = 3,4815 \text{ т.}$$

Қорғасын мен мыстың қалған мөлшері шлак пен шаңға өтеді, атап айтқанда:

$$293,7542 - (289,3479 + 4,255) = 0,1513 \text{ т Pb,}$$

$$10,67136 - (2,1095 + 7,7367) = 0,82516 \text{ т Cu.}$$

Қождың, шаңның, газдардың мөлшерін қорғасынның және ондағы Мыстың мөлшерін ескере отырып, осы өнімдерге көшкен өзге де саны бойынша анықтаймыз. Есептеу үшін, мыстан басқа барлық қалған қара қорғасынның қоспалары алдын ала майланған қорғасында қалды. Есептеу нәтижелерін кестеде жинақтаймыз А.1.

А.1-кесте – Қорғасынды мыссыздандырудан бұрынғы тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл. т	Барл. т	Барл. т	Барл. т
Түсті				
1 Қаралы қорғасын	301,37	274,2467	8,43836	18,68494
2 Сульфидті қорғасын концентраты	5,274	2,7006	0,079	2,495
3 Кері шликерлер	19,094	15,084	2,1	1,91
4 Штейнді жетілдіргеннен кейінгі айналымды қорғасын	1,808	1,681	0,054	
5 Кварцты флюс	0,0904	—	—	0,072
6 Сода	1,206	—	—	0,0904
Барлығы	328,842	328,842	328,842	328,842
Алынды:				
1 Мыссыздандырудан бұрынғы қорғасын	301,3604	289,306	2,1095	9,9449
2 Штейн	15,4734	4,255	7,7367	3,4815

3 Шлак, шаң, газ	12,0084	0,1513	0,82516	11,03194
Барлығы	328,842	328,842	328,842	328,842

Шламды, шаңды, газдарды есептеу нәтижелері бойынша анықтаймыз. Ол тең:

$$24,45834 - (9,9449 + 3,4815) = 11,03194\text{т}$$

$$11,03194 + 0,82516 + 0,1513 = 12,0084\text{т}$$

Аралық маймылдануға алдын ала маймылданған қорғасын және жұқа мыссыздандудың айналмалы сульфидті шликерлері түседі. Алдын ала мыссызданбаған қорғасын 301,3604 т/тәул түседі, онымен бірге 289,306 т Pb и 2,1095т Cu.

Зауыттық тәжірибенің деректері бойынша жұқа мыссыздандырудың сульфидті шликерлерінің шығымы қара қорғасын санының 2-5 %-ын құрайды, оларда 1-5% Cu; 3-4% S, қалғандары – қорғасын бар

Алдын ала мыссызданған қорғасын массасынан 3% сульфидті шликерлердің шығуын қабылдаймыз, немесе $301,3604\text{т} \cdot 0,03 = 9,040812\text{ т/тәу}$.

Сульфидті шликерлер құрамын қабылдаймыз: 3 % Cu; 3,5 % S и 93,5 % Pb. Айналмалы сульфидті шликерлермен:

$$9,040812 \cdot 0,03 = 0,271\text{ т Cu};$$

$$9,040812 \cdot 0,935 = 8,453\text{ т Pb};$$

$$9,040812 \cdot 0,035 = 0,3164\text{ т S}.$$

Аралық мыссыздандыруды қазан-миксерде мыс бөлігін сульфидті шликерлерде болатын қорғасын сульфидімен сульфидпен сульфидтеу есебінен жүргізеді. Аралық мыссыздандыру нәтижесінде құрамында 0,05–0,1% Cu бар қорғасын және алдын ала мыссыздандыру түсетін айналмалы шликерлер алынады. Аралық маймылданудың айналым шликерлерінің алдыңғы есептері бойынша алынды (кесте. т/с, олар 15,084 т Pb (79 %) және 0,054 т Cu (11%) құрайды. Аралық мыссыздандырудан кейін қорғасын алынады:

$$301,3604 + 9,040812 - 19,094 = 291,307\text{т}$$

Аралық мыстан кейін қорғасындағы мыс қалады:

$$2,1095 + 0,271 - 2,1 = 0,2805\text{т}$$

$$0,08072 \cdot 100/201,307 = 0,04\% \text{ Cu}$$

Аралық мыссыздандырудан кейін қара қорғасындағы қорғасын саны тең:

$$289,306 + 8,453 - 15,084 = 282,675\text{т}.$$

Аралық мыссыздандырудан кейін қорғасындағы басқалардың саны болады:

$$291,307 - 282,675 - 0,08072 = 8,35128 \text{ т.}$$

Аралық мыссыздандыру процесін есептеу нәтижелері кестеде көрсетілген. Жұқа мыссыздандыру 291,307 т/тәу мөлшерінде қорғасын келеді, онымен 282,675 т Pb; 0,08072 т Cu және 8,35128 т басқалары келеді.

Жұқа мыссыздандырулы күкірттің көмегімен жүргізеді, оны қосу кезінде қорғасында ерімейтін мыс сульфиді пайда болады. Сульфидті шликерлерді қорғасын ваннасының бетінен алып тастайды.

Күкірттің бір бөлігі балқыманың бетінде жанатынын және қорғасынның кейбір мөлшерін сульфидтейтінін ескере отырып, зауыттардағы күкірт шығыны әдетте 1 т тазартылған қорғасынға 1,0–1,2 кг құрайды.

А.2- кесте – Аралық мыссыздандырудың тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл, т	Pb, т	Cu, т	Өзг. Т
Түсті:				
1 Алдын ала мыссыздандырудан кейінгі қорғасын	301,3604	289,306	2,1095	9,9449
2 Айналмалы сульфидті шликерлер	9,040812	8,453	0,271	0,3164
Қорытынды	310,401	297,759	2,3805	10,2613
Алынды				
1 Аралық кезеңнен кейінгі қорғасын мыссыздандыру	291,307	282,675	0,2805	8,35128
2. Шликерлер	19,09421	15,084	2,1	1,91
Қорытынды	310,401	297,759	2,3805	10,2613

1 т қорғасынға 1,1 кг күкірт шығынын қабылдаймыз, бұл:

$$291,307 \cdot 1,1 / 1000 = 0,3204 \text{ т/тәу.}$$

Бұрын орындалған есептер бойынша (кесте А.2 құрамында 93,5% Pb (8,453 т Pb), 3% Cu (0,271 Т Cu) және 3,5% S (0,3164 т S) бар сульфидті шликерлер алынды. Саны күйген күкірт құрайды:

$$0,3204 - 0,3164 = 0,004 \text{ т/тәу.}$$

Күкіртті SO_2 - ге дейін тотықтыру үшін қажетті оттегінің мөлшері, тең:

$$0,004 \cdot 32 / 32 = 0,004 \text{ т.}$$

Ауа (23% O₂, 77% N₂) күкірт тотығуы үшін қажет:

$$0,004 / 0,23 = 0,00092 \text{ т/тәу,}$$

$$\text{онымен азот келеді: } 0,00092 \cdot 0,77 = 0,00071 \text{ т.}$$

Тотығу реакциясы нәтижесінде SO₂ түзіледі.:

$$0,004 + 0,004 = 0,008 \text{ т/сут.}$$

$$\text{Шығатын газдардың саны: } 0,008 + 0,00071 = 0,00871 \text{ т/тәу.}$$

Жұқа мыссызданғаннан кейін қорғасын алынады (мыссызданған қорғасын):

$$(291,307 + 0,3204 + 0,00092) - (9,040812 + 0,00871) = 282,579 \text{ т/тәу.}$$

Мыссызданған қорғасынның саны тең:

$$282,675 - 8,453 = 274,222 \text{ т,}$$

$$\text{бұл құрайды: } 274,222 \cdot 100 / 282,579 = 97 \% \text{ Рb.}$$

Мыссызданған қорғасындағы мыстың саны тең:

$$0,2805 - 0,271 = 0,0095 \text{ т,}$$

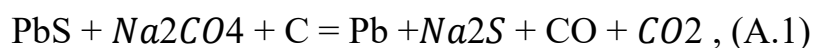
$$\text{бұл құрайды: } 0,0095 \cdot 100 / 282,579 = 0,003 \% \text{ Cu.}$$

Қара қорғасынды жұқа мыссыздану процесін есептеу нәтижелерін А.3-кестеде аламыз.

А.3-кесте – Қорғасынның жұқа мыссыздануының тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл, т	Pb, т	Cu, т	Өзг.
Түсті				
1 Аралық мыссызданудан кейінгі қорғасын	291,307	282,675	0,2805	8,35128
2. Күкірт	0,3204	—	—	0,3204
3. Күкірттің жануына арналғанауа	0,00092	—	—	0,00092
Қорытынды	291,628	282,675	0,2805	8,6726
Алынды				
1. Мыссызданған қорғасын	282,579	274,222	0,0095	8,3475
2. Сульфидті шликерлер	9,040812	8,453	0,271	0,3164
3. Шығатын газдар	0,0087	—	—	0,0087
Қорытынды	291,628	282,675	0,2805	8,6726

Алдын ала мыссыздандыру штейнін жетілдіруді шағылыстырғыш немесе сода қосылған электротермиялық пештерде жүргізеді. Мыс құрамы бойынша байытылған қорғасын мен штейн алады $Cu : Pb = (4 \div 6) : 1$. Штейннің содамен өзара әрекеттесуі кезінде Pb және Na_2S түзіледі. Na_2S штейндегі металл қорғасынның ерігіштігін азайтады. Түзілетін Na_2SO_4 және оксидтерді қалпына келтіру үшін коксик қосылады:



Жеткізу үшін 15,4734 т/тәулік штейн алынады, онымен 4,255 т Pb; 7,7367 т Cu; 3,4815 т өзгелері.

Байытылған штейнге мыс шығару 99% - ды аламыз. Сонда байытылған штейндегі мыс саны: $7,7367 \cdot 0,99 = 7,6593$ т құрайды.

Байытылған штейндегі Мыстың құрамы 55% қабылдаймыз. Саны бұл ретте байытылған штейн $7,6593 / 0,55 = 13,926$ т / тәу құрайды.

$$4,2552 - (1,9148 + 1,681) = 0,6594 \text{ т Pb};$$

$$7,7367 - (7,6593 + 0,054) = 0,0234 \text{ т Cu};$$

$$4,8984 - (4,3528 + 0,072) = 0,4736 \text{ т өзгелері.}$$

А.4- кесте – Штейнді жеткізудің тәуліктік балансы

Баланс статьясы	Барлығы,т	Pb,т	Cu,т	Өзг,т
Түсті				
1. Штейн	15,4734	4,2552	7,7367	3,4815
2. Сода	1,2765	—	—	1,2765
3. Кокс	0,1404	—	—	0,1404
Қорытынды	16,8904	4,2552	7,7367	4,8984
Баланс статьясы	Барлығы,т	Pb,т	Cu,т	Өзг,т
Алынды				
1 Байытылған штейн	13,926	1,9148	7,6593	4,3528
2.Жетілдіруден кейінгі қорғасын	1,808	1,681	0,054	0,072
3. Шлак, шаң, газдар	1,1564	0,6594	0,0234	0,4736
Қорытынды	16,8904	4,2552	7,7367	4,8984

Барлық айналым өнімдерін ескере отырып, қара қорғасынды мыссыздану процесінің жиынтық тәуліктік материалдық балансын құраймыз. Қорғасынды алдын ала зарарсыздандыру және штейнді жетілдіру үшін қажетті соданың жалпы саны:

$$1,206 + 1,2765 = 2,4825 \text{ т/тәу.}$$

Алдын ала, жұқа мыссыздану және штейнді жетілдіру кезінде пайда болатын қождардың, шаңдардың, газдардың жалпы саны

$$12,0084 + 0,0087 + 1,1564 = 13,1735 \text{ т/тәу.}$$

Қож, шаңның қорғасын мөлшерін анықтаймыз:

$$0,1513 + 0,6594 = 0,8107 \text{ т.}$$

Қож, шаңдағы мыс мөлшерін есептейміз:

$$0,82516 + 0,0234 = 0,84856 \text{ т.}$$

Шлактардағы, шаңдардағы, газдардағы басқалардың санын есептейміз:

$$11,03194 + 0,0087 + 0,4736 = 11,51424 \text{ т.}$$

Есептеу нәтижелерін А.5-кестеде келтіреміз.

Одан әрі есептеулерді орындау үшін Мыстан тазартудан өткен қара қорғасынның құрамын нақтылау қажет.

Құрамында 274,222 т Pb; 0,0095 т Cu және 8,3475 т басқа қоспалар бар 282,579 т/тәул мыссызданған қорғасын алынды. Қоспалардың саны (есепке алмай мыс) $18,68494 - 8,3475 = 10,33744$ т азайды.

А.5-кесте – Қара қорғасынның жиынтық тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барлығы,т	Pb,т	Cu,т	Өзг,т
Түсті:				
1. Қаралы қорғасын	301,37	274,2467	8,43836	18,68494
2. Сульфидті концентрат	5,274	2,7006	0,079	2,495
3. Кварц флюсі	0,0904	—	—	0,0904
4. Сода	2,4825	—	—	2,4825
5 Күкірт	0,3204	—	—	0,3204
6 Ауа	0,00092	—	—	0,00092
7 Кокс	0,1404	—	—	0,1404
Қорытынды	309,679	276,947	8,51736	24,2145
Алынған:				
1 Қарсыз қорғасын	282,579	274,222	0,0095	8,3475
2 Байытылған штейн	13,926	1,9148	7,6593	4,3528
3Қождар, шаң, газдар	13,1735	0,8107	0,84856	11,51424
Қорытынды	309,679	276,947	8,51736	24,2145

Олар қорғасыннан тазарту өнімдеріне (шлактар, шаң, газдар) көшті. Есептеу үшін оларды барлық қоспалар үшін бірдей майланған қорғасынды аламыз. Содан кейін мышьяк, сүрме, қалайы, теллур, висмут, алтын, күміс және басқа да иіссіз қорғасынға шығару болады: $9,3386 \cdot 100 / 18,68494 = 49,979\%$.

Тиісінше, олардың қождары, шаңдары және газдары бар ысыраптары:

$$100 - 49,979 = 50,021$$

Осылайша, иіссіз қорғасында 0,0095 т Cu болады;

$6,0274 \cdot 0,49979 = 3,0124 \text{ т As};$
 $4,52055 \cdot 0,49979 = 2,2593 \text{ т Sb};$
 $1,50685 \cdot 0,49979 = 0,7531 \text{ т Sn};$
 $0,030137 \cdot 0,49979 = 0,0151 \text{ т Te};$
 $0,30137 \cdot 0,49979 = 0,1506 \text{ т Bi};$
 $0,452055 \cdot 0,49979 = 0,2259 \text{ т Ag};$
 $0,00156 \cdot 0,49979 = 0,0078 \text{ т Au};$
 $1,20548 \cdot 0,49979 = 0,6025 \text{ т өзгелері.}$

Тиісінше, қождарда, шаңдарда, мыссызданған газдарда қоспалардың саны: 0,84856 т Cu;

$6,0274 \cdot 0,50021 = 3,015 \text{ т As};$
 $4,52055 \cdot 0,50021 = 2,52055 \text{ т Sb};$
 $1,50685 \cdot 0,50021 = 0,7537 \text{ т Sn};$
 $0,030137 \cdot 0,50021 = 0,0151 \text{ т Te};$
 $0,30137 \cdot 0,50021 = 0,1508 \text{ т Bi};$
 $0,452055 \cdot 0,50,021 = 0,2261 \text{ т Ag};$
 $0,00156 \cdot 0,50021 = 0,0008 \text{ т Au};$
 $1,20548 \cdot 0,50021 = 0,603 \text{ т өзгелері.}$

Мышьяк, сүрме, қалайы, теллур, висмут, күміс, алтын және басқа қоспалардың жиынтық саны 7,28505 т құрайды.):

$$11,51424 - 7,28505 = 4,22 \text{ т.}$$

Мыссыздандырудан кейін қара металдағы қорғасынның құрамы құрайды:

$$274,222 \cdot 100 / 282,579 = 97,156 \% \text{ (А.6-кесте).}$$

А.6 Кесте – Мыссыздандырудан кейінгі қорғасынның құрамы

Металдар	Саны	
	т	%
Pb	274,222	97,156
Cu	0,0095	0,003
Te	0,0151	0,005
As	3,0124	1,066
Sb	2,2593	0,8
Sn	0,7531	0,267
Bi	0,1506	0,005
Ag	0,2259	0,08
Au	0,0078	0,003
Басқасы	0,6025	0,213
Барлығы	282,579	100

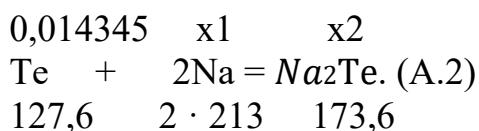
Қара қорғасынның қабылданған технологиялық схемасы мысты алып тастауды қамтамасыз етеді: $(8,43836 - 0,0095) \cdot 100 / 8,43836 = 99,887$

А.2 Қара қорғасынның теллурсыздануын есептеу

Теллурдан тазартуды металл натриймен жүргізеді. Қорғасында ерімейтін қосылыс пайда болады – жоғары балқу температурасы және тығыздығы аз натрий Na_2Te теллуриді. Na_2Te қорғасын бетіне жинау және шоғырландыру үшін $NaOH$ балқымасының қабатын жасайды. Натрий құрамында 3% Na аспайтын қорғасын-натрий қорытпасы түрінде енгізіледі. Бұл ауа атмосферасында жанудан натрий шығынын төмендетеді. 1 кг Te -ге 1 кг натрий шығыны, тазартылған металл массасынан күйдіргіш натрий шығыны 0,03–0,06%. Қара қорғасыннан теллурды шығару 91–98% - ға жетеді. Теллур плавыванан 15–30% Te , 50–80% Pb бар. Механикалық тәуелді қорғасынды бөлу үшін балқытуды арнайы қазандықта ерітеді. Балқытылған қорғасынды орынсыздандыруға қайтарады, ал балқыманы теллур алу мақсатында қайта өңдеуге жіберіледі. Қорғасыннан теллурды 95% - ға тең теллур балқымасына шығарамыз, бұл:

$$0,0151 \cdot 0,95 = 0,014345 \text{ т.}$$

Қара қорғасында $0,0151 - 0,014345 = 0,000755$ теллура қалады. Na_2Te түзілуі реакцияға барады.



$$\text{Натрий қажет: } 0,014345 \cdot 2 \cdot 23 / 127,6 = 0,0051 \text{ т.}$$

Na_2Te құрайды $0,014345 \cdot 173,6 / 127,6$ 2% Na және 98% Pb бар қорғасын-натрий қорытпасы түрінде натрий беріледі.

Қорғасын-натрий қорытпасы қажет:

$$0,0151 / 0,02 = 0,755 \text{ т/тәул.}$$

Қорытпасы бар қорғасын:

$$0,755 \cdot 0,98 = 0,7399 \text{ т.}$$

Артық натрий мөлшері:

$$0,0151 - 0,0091 = 0,006 \text{ т. тең.}$$

Na_2O дейін ауа оттегімен тотығады және $NaOH$ -да ериді. Артық натрийдің тотығуы үшін оттегі қажет:

$$0,006 \cdot 16 / (2 \cdot 23) = 0,0021$$

бұл жағдайда газ фазасына азотты ауыстырады:

$$0,091 \cdot 0,77 = 0,007 \text{ т.}$$

Na_2Te мына мөлшерде түзіледі:

$$0,006 + 0,0021 = 0,0081 \text{ т.}$$

$NaOH$ шығыны 0,03% тең деп қабылдаймыз

$$\text{немесе } 282,579 \cdot 0,0003 = 0,0848 \text{ т/тәул.}$$

Теллур балқымасында Na_2Te , Na_2O , $NaOH$ және Pb бар. Балқудағы натрий қосылыстарының саны

$$0,0195 + 0,0081 + 0,0848 = 0,1124 \text{ т.}$$

Балқытудағы қорғасын құрамын 50% қабылдаймыз, сонда балқытудағы натрий қосындысы да 50%. Барлық теллур балқымасы

$$0,1124 / 0,5 = 0,2248 \text{ т / тәул.}$$

Жүздегі теллурдың құрамы

$$0,014345 \cdot 100 / 0,2248 = 6,38 \text{ \%}.$$

Тазартылған қорғасынды қорғасын мөлшері өзгереді және мынаны құрайды:

$$274,222 + 0,7399 - 0,1124 = 274,8495.$$

Қара қорғасынның қалған қоспалары толығымен онда қалады. Бастапқы теллурды жүзу (кесте. А.9) балқытады, қорғасын мен бай теллур балқытады. Қорғасын жерге орайды. Қабылдаймыз, қорғасынды бірі теллурлы жүзу кезінде қайта балқытуда 98 % Pb құрайды

$$0,1124 \cdot 0,98 = 0,1102 \text{ т/тәу.}$$

Қорғасынды есепке ала отырып, қара қорғасынды қорғасынның айналым мөлшері теллурдан тазартылғаннан кейін тең болады:

$$274,8495 + 0,1102 = 274,9597 \text{ т.}$$

Есептеу нәтижелері А.7, А.8, А.9-кестелерде келтірілген.

А.7-кесте – Алғашқы теллурды балку құрамы

Қосылыстар	Саны	
	т	%
Na ₂ Te	0,0195	8,67
NaOH	0,0848	37,72
Na ₂ O	0,0081	3,6
Pb	0,1124	50
Барлығы	0,2248	100

А.8 Кесте –Теллурсыздандырудан кейінгі қорғасынның құрамы

Металл	Саны	
	т	%
Pb	274,9597	97,5097
Cu	0,0095	0,0034
Te	0,000755	0,0003
As	3,0124	1,0683
Sb	2,2593	0,8012
Sn	0,7531	0,2671
Bi	0,1506	0,0534
Ag	0,2259	0,0801
Au	0,0078	0,0028
Баскасы	0,6025	0,2137
Барлығы	281,982	100

А.9 Кесте – Қорғасынды алмастырудың тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл, т	Pb, т	Te, т	Өзг, т
Түсті:				
1 Мыссыздандудан кейінгі қорғасын	282,579	274,222	0,0151	8,3419
2 Кейінгі айналым қорғасын теллур қорытпаларын қайта балқыту	0,1102	0,1102	—	—
3 Қорғасын-натрий қорытпасы	0,755	0,7399	—	0,0151
4 NaOH	0,0848	—	—	0,0848
5 Ауа	0,007	—	—	0,007
Қорытынды	283,536	275,0721	0,0151	8,44
Алынған:				
1 Теллурсыздандырудан кейінгі Pb	283,3024	274,9597	0,000755	8,3419
2 Теллур (алғашқы) қорытпасы	0,2248	0,1124	0,014345	0,0981
3 Газдар	0,007	—	—	0,007
Қорытынды	283,536	275,0721	0,0151	8,44

Қорғасынды теллурдан тазарту нәтижесінде қорғасындағы оның құрамы 0,008% - дан 0,0004% - ға дейін төмендеді.

А.3 Қорғасынды мышьяктан, сүрме мен қалайдан тазарту

Қорғасынды мышьяктан, сүрме мен қалайдан тазарту процесін есептеу қорғасынды мышьяктан, сүрме мен қалайыннан тазарту үшін екі зоналы қазандықта үздіксіз сілтілі тазарту қолданылады. Натрий қосыңыз селитру және күйдіргіш натр. қоспалар тотығады және Na_3AsO_4 , Na_3SbO_4 , Na_3SnO_3 тұздары бар сілтілі балқыманы құрайды. Қорғасында сілтілі тазартудан кейін 0,0005% Sb артық емес, 0,001% As және Sn кем емес қалады. Қымбат сілтіні үнемдеу мақсатында NaOH ішінара NaCl алмастырады, бірақ сілтілі балқытудағы NaCl саны 20% - дан аспауы тиіс (салмағы бойынша).

Қорғасынды сілтілі тазарту үшін реагенттердің үлес шығыны А.10-кестеде көрсетілген.

А.10 Кесте - Қорғасынды сілтілі тазарту реагенттерінің практикалық шығыны

Қоспа	NaOH, кг/кг қоспалары	NaNO ₃ , кг/кг қоспалары
Күшәлә	1,066	1,10
Қалайы	4,00	0,52
Сүрме	2,50	0,63

Есептеу үшін күшән, сүрме және қалайы 99,9% алынады. Содан кейін сілтілі жүзу өтеді:

$$3,0124 \cdot 0,99 = 2,9823 \text{ т As};$$

$$2,2593 \cdot 0,99 = 2,2367 \text{ т Sb};$$

$$0,7531 \cdot 0,99 = 0,7456 \text{ т Sn}.$$

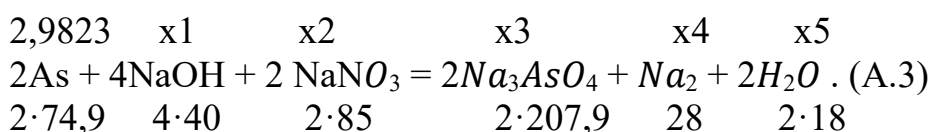
Қаралы қорғасында қалады:

$$3,0124 - 2,9823 = 0,0301 \text{ т As};$$

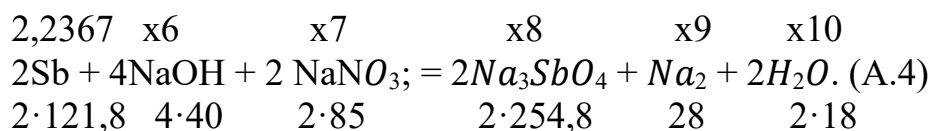
$$2,2593 - 2,2367 = 0,0226 \text{ т Sb};$$

$$0,7531 - 0,7456 = 0,0075 \text{ т Sn}.$$

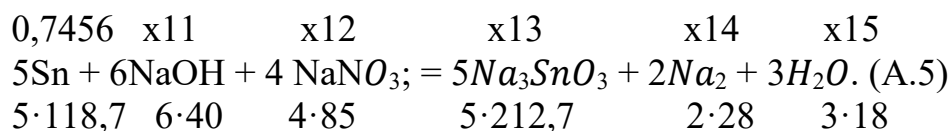
Қоспаларды тотықтыру үшін реагенттердің теориялық шығынын есептейміз және реакция өнімдерінің санын анықтаймыз:



$$\begin{aligned}
 x_1 &= 2,9823 \cdot 4 \cdot 40 / (2 \cdot 74,9) = 3,1854 \text{ т NaOH}; \\
 x_2 &= 2,9823 \cdot 2 \cdot 85 / (2 \cdot 74,9) = 3,3845 \text{ т NaNO}_3; \\
 x_3 &= 2,9823 \cdot 2 \cdot 207,9 / (2 \cdot 74,9) = 8,278 \text{ т Na}_3\text{AsO}_4; \\
 x_4 &= 2,9823 \cdot 28 / (2 \cdot 74,9) = 0,5574 \text{ т Na}_2; \\
 x_5 &= 2,9823 \cdot 2 \cdot 18 / (2 \cdot 74,9) = 0,7167 \text{ т H}_2\text{O};
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 x_6 &= 2,2367 \cdot 4 \cdot 40 / (2 \cdot 121,8) = 1,4691 \text{ т NaOH}; \\
 x_7 &= 2,2367 \cdot 2 \cdot 85 / (2 \cdot 121,8) = 1,5609 \text{ т NaNO}_3; \\
 x_8 &= 2,2367 \cdot 2 \cdot 254,8 / (2 \cdot 121,8) = 4,6791 \text{ т Na}_3\text{SbO}_4; \\
 x_9 &= 2,2367 \cdot 28 / (2 \cdot 121,8) = 0,2571 \text{ т Na}_2; \\
 x_{10} &= 2,2367 \cdot 2 \cdot 18 / (2 \cdot 121,8) = 0,3305 \text{ т H}_2\text{O};
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 x_{11} &= 0,7456 \cdot 6 \cdot 40 / (5 \cdot 118,7) = 0,3015 \text{ т NaOH}; \\
 x_{12} &= 0,7456 \cdot 4 \cdot 85 / (5 \cdot 118,7) = 0,4271 \text{ т NaNO}_3; \\
 x_{13} &= 0,7456 \cdot 5 \cdot 212,7 / (5 \cdot 118,7) = 1,3361 \text{ т Na}_3\text{SnO}_3; \\
 x_{14} &= 0,7456 \cdot 2 \cdot 28 / (5 \cdot 118,7) = 0,0704 \text{ т Na}_2; \\
 x_{15} &= 0,7456 \cdot 3 \cdot 18 / (5 \cdot 118,7) = 0,0678 \text{ т H}_2\text{O}.
 \end{aligned}$$

NaOH теориялық шығыны:

$$3,1854 + 1,4691 + 0,3015$$

NaNO₃ Теориялық шығыны тең:

$$3,3845 + 1,5609 + 0,4271 = 5,3725 \text{ т}$$

реакциялар бойынша алынады:

$$0,5574 + 0,2571 + 0,0704 = 0,8849 \text{ т}$$

$$\text{Na}_2 \text{ және } 0,7167 + 0,3305 + 0,0678$$

мұндағы: А-бір фазалы ҚТ тоғы.

Газдардың барлығы: 0,8849 + 1,115 = 1,9999 т алынған тұз: 8,278 т Na₃AsO₄; 4,6791 т Na₃SbO₄, 1,3361 т Na₃SnO₃. 2.10-кесте бойынша NaOH және NaNO₃ практикалық шығыны құрайды:

$$1,066 \cdot 3,0124 + 2,5 \cdot 2,2593 + 4,0 \cdot 0,7531 = 11,8719 \text{ т NaOH};$$

$$1,1 \cdot 3,0124 + 0,63 \cdot 2,2593 + 0,52 \cdot 0,7531 = 5,1286 \text{ т NaNO}_3.$$

Саны артық күйдіргіш натр құрайды:

$$11,8719 - 4,956 = 6,9159 \text{ т NaOH}.$$

Тазарту үшін қажетті натрий селитрасының саны теориялық шығынға тең деп аламыз, атап айтқанда 5,3725 т NaNO_3 , өйткені оның шамасы кесте бойынша анықталған практикалық шығыннан көп болды. (5,1286 т NaNO_3). Тазарту үшін құрамында 94% NaOH, 4% Na_2CO_3 және 2% NaCl бар техникалық күйдіргіш натр, сондай-ақ NaCO_3 жоғары құрамы бар регенерацияланған өнім пайдаланылады. Есептеу үшін күйдіргіш натрийдің орташаланған құрамын қабылдаймыз: 92,7 % NaOH; 5,3% Na_2CO_3 ; 2% NaCl. Техникалық және регенерацияланған күйдіргіш натрийдің шығыны:

$$11,8719 / 0,927 = 12,8068 \text{ т/тәу, онымен бірге түседі:}$$

$$12,8068 \cdot 0,053 = 0,6788 \text{ т Na}_2\text{CO}_3;$$

$$12,8068 \cdot 0,02 = 0,2561 \text{ т NaCl}.$$

5% сілтілі балқытуда қорғасынның құрамын қабылдаймыз. Сілтілі балқыманың басқа құрамдастарының құрамы тиісінше 95 % болады. Содан кейін сілтілі жүзудің санын құру (алдын ала есептеу):

$$(8,278 + 4,6791 + 1,3361 + 6,9159 + 0,6788 + 0,2561)/0,95 = 22,144/0,95 =$$

$$= 23,3095 \text{ т/тәул.}$$

Күйдіргіш натрды үнемдеу мақсатында сілтілі Балқыма массасының 15 % мөлшерінде NaOH NaCl-ге ішінара ауыстыру шешімін қабылдаймыз. Сонда NaCl енгізілетін саны тең:

$$23,3095 \cdot 0,15 = 3,4964 \text{ т.}$$

сонда NaOH практикалық шығыны тең болады:

$$11,8719 - 3,4964 = 8,3755 \text{ т.}$$

Артық NaOH саны азаяды және құрайды:

$$8,3755 - 4,956 = 3,4195 \text{ т.}$$

Техникалық және регенерацияланатын күйдіргіш натрий шығынын анықтаймыз:

$$8,3755 / 0,927 = 9,0351 \text{ т/тәу},$$

Онымен бірге түседі:

$$9,0351 \cdot 0,053 = 0,4789 \text{ т } Na_3CO_3;$$

$$9,0351 \cdot 0,02 = 0,1807 \text{ т } NaCl.$$

Тазарту келіп түскен және сілтілі балқытпаға өткен NaCl жиынтық санын анықтаймыз:

$$3,4964 + 0,1807 = 3,6771 \text{ т}.$$

Сілтілі балқытпаның мөлшерін 5% тең қорғасынның құрамы есебінен анықтаймыз. Сілтілі балқытудың қалған компоненттері құрайды 95 %:

$$(8,278 + 4,6791 + 1,3361 + 3,4195 + 3,6771 + 0,4789)/0,95 = 21,8687/0,95 = 23,0197 \text{ т / тәул (кесте. А.11)}.$$

$$\text{Сілтілі балқымда қорғасын } 23,0197 \cdot 0,05 = 1,151 \text{ Т болады.}$$

Есептеу үшін, қара қорғасынды барлық қалған қоспалар сол мөлшерде қорғасынды толығымен қалғанын аламыз. Сілтілі балқыманы металл қорғасын бөлімшесіне, содан кейін NaOH регенерациялау және мышьяк, сүрме және қалайы тұздарын алу мақсатында гидрометаллургиялық өңдеуге жібереді. Сілтілі балқытуға өткен барлық қорғасын сілтілі тазарту үшін қайтарылады. Сілтілі тазартудың айналым сатысындағы қорғасын саны сілтілі балқымадағы қорғасын санына тең: 1,151 т. Сонда саны қорғасын черновом свинце кейін сілтілі тазарту бұрынғыша қалады: $274,9597 - 1,151 + 1,151 = 274,9597$ т. есептеу нәтижелері Бойынша құрастырамыз кесте. А.11, кесте. А.12, кесте. А.13.

А.11 Кесте – Сілтілі балқыманың құрамы

Қосылыс	Саны	
	т	%
Na ₃ AsO ₄	8,278	35,9605
Na ₃ SbO ₄	4,6791	20,3265
Na ₃ SnO ₃	1,3361	5,8042
NaOH	3,4195	14,8547
NaCl	3,6771	15,9737
Na ₃ CO ₃	0,4789	2,0804
Pb	1,151	5,0001
Барлығы	23,0197	100

А.12 Кесте – Сілтілі тазартудан кейінгі қорғасын құрамы

Метал	Саны	
	т	%
Pb	274,9597	99,61696
Cu	0,0095	0,00344
Te	0,000755	0,00027
As	0,0301	0,01091
Sb	0,0226	0,00819
Sn	0,0075	0,00272
Bi	0,1506	0,05456
Ag	0,2259	0,08184
Au	0,0078	0,00283
Өзгелері	0,6025	0,21828
Қорытынды	276,01695	100

А.13 Кесте – Қорғасынды сілтілі тазарту тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл, т	Pb, т	As, т	Sb, т	Sn, т	өзг, т
Түсті						
1.Теллурсыздандырдан кейінгі Pb	281,982	274,9597	3,0124	2,2593	0,7531	0,9975
2.Сілтілі балқытудан кейінгі айналым қорғасын	1,151	1,151	—	—	—	—
3. NaNO ₃	5,3725	—	—	—	—	5,3725
4.Күйдіргіш натр техникалық және қалпына келтірілген	9,0351	—	—	—	—	9,0351
5.NaCl	3,4964	—	—	—	—	3,4964
Қорытынды	301,037	276,1107	3,0124	2,2593	0,7531	18,9015
Алынды						
1.Сілтілі тазартудан кейінгі Pb	276,01695	274,9597	0,0301	0,0226	0,0075	0,9975
2.Сілтілі балқыту	23,0197	1,151	2,9823	2,2367	0,7456	15,9041
3.Газдар	1,9999	—	—	—	—	1,9999
Қорытынды	301,0367	276,1107	3,0168	2,2593	0,7531	18,9015

А.4 Күміссіздендіру процесін есептеу

Есептеу үшін қорғасын массасының 0,7% көбік шығысын қабылдаймыз. Пензадағы күміс 15–27, 5 %, алтын 0,025–0,05 %, қорғасын 7-8 %, қалғандары-мырыш. Күміс алу – 99,93 %, алтын-99,98%. Түзілетін күміс көбіктің саны тең:

$$276,01695 \cdot 0,007 = 1,9321 \text{ т/сут.}$$

Күміс көбікке өтті:

$$0,2259 \cdot 0,9993 = 0,2257 \text{ т Ag};$$
$$0,0078 \cdot 0,9998 = 0,007798 \text{ т Au}.$$

Пензадағы бағалы металдардың құрамы:

$$0,2257 \cdot 100 / 1,9321 = 11,68 \% \text{ Ag},$$
$$0,007798 \cdot 100 / 1,9321 = 0,4036 \% \text{ Au}.$$

Күміс көбіктегі қорғасын мөлшері (7,5% Pb қабылдаймыз):

$$1,9321 \cdot 0,075 = 0,1449 \text{ т}.$$

Күміс көбіктегі мырыш мөлшерін есептейміз:

$$1,9321 - (0,2257 + 0,007798 + 0,1449) = 1,9321 - 0,3784 = 1,5537 \text{ т}.$$

Күміс көбіктегі мырыш мөлшерін есептейміз:

$$1,5537 \cdot 100 / 1,9321 = 80,4151 \% \text{ Zn}.$$

Тазартылған қорғасында қалған асыл металдардың саны:

$$0,2259 \cdot 0,0007 = 0,0002 \text{ т Ag}; 0,0078 \cdot 0,0002 = 0,000002 \text{ т Au}.$$

Күміс қорғасынға мырыштың бір бөлігі өтеді. Күкіртсізденген қорғасындағы мырыш мөлшерін 0,6 % қабылдаймыз, бұл:

$$276,01695 \cdot 0,006 = 1,6561 \text{ т}.$$

Мырыш бейтараптандыруға қажет:

$$1,5537 + 1,6561 = 3,2098 \text{ т / тәу}.$$

Қалған қоспалар тазартылған қорғасынды толығымен қалады деп қабылдаймыз.

Алынған күміс көбікті асыл металдарды (Доре металын) шығару мақсатында өңдейді; күкіртсіздендіруге қайтаратын мырыш және қайта күкіртсіздендіруге жіберілетін қорғасын. Біз қорғасын күміс көбік шығарамыз 97% айналым қорғасынға. Содан кейін көбікті өндегеннен кейін айналым қорғасынының саны құрайды:

$$0,1449 \cdot 0,97 = 0,1406 \text{ т/сут}.$$

Содан кейін бейтараптанған қорғасынды саны (кесте. А.14) болады:

$$274,9597 - 0,1449 + 0,1406 = 274,9554 \text{ т.}$$

Күміс көбіктің саны мен құрамы кестеде көрсетілген. А.15 қорғасынды бейтараптандырудың тәуліктік материалдық балансы – А.15-кестеде.

А.14 Кесте – Өңделген қорғасынның құрамы

Метал	Саны	
	т	%
Pb	274,9554	99,1061
Cu	0,0095	0,0034
Te	0,000755	0,0003
As	0,0301	0,0109
Sb	0,0226	0,0082
Sn	0,0075	0,0027
Bi	0,1506	0,0543
Ag	0,0002	следы
Au	0,000002	следы
Zn	1,6561	0,5969
Өзг	0,6025	0,2172
Қорытынды	277,4353	100

А.15 Кесте – Күміс көбік құрамы

Метал	Саны	
	т	%
Ag	0,2257	11,6816
Au	0,007798	0,4036
Zn	1,5537	80,4151
Pb	0,1449	7,4996
Қорытынды	1,9321	100

А.16 Кесте – Қорғасынды бейтараптандырудың тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл, т	Pb, т	Zn, т	Ag, т	Au, т	Өзг, т
Түсті						
1. Сілгіден кейінгі қорғасын тазарту	276,01695	274,9597	—	0,2259	0,0078	0,8236
2. Көбікті өңдегеннен кейінгі айналымды қорғасын	0,1406	0,1406	—	—	—	—
3. Мырыш	3,2098	—	3,2098	—	—	—
Қорытынды	279,3674	275,1003	3,2098	0,2259	0,0078	0,8236
Алынды						
1. Күміссіздендірілген қорғасын	277,4353	274,9554	1,6561	0,0002	0,000002	0,8236
2. Күмісті көпіршік	1,9321	0,1449	1,5537	0,2257	0,007798	—
Қорытынды	279,3674	275,1003	3,2098	0,2259	0,0078	0,8236

А.5 Қорғасынды мырышсыздандыру

Қорғасынды мырыштау процесін есептеу қорғасынды мырыштау міндеті қорғасынды тазарту ғана емес, сонымен қатар оны күкіртсіздендіру процесіне енгізілген мырышты регенерациялау болып табылады. Қорғасын мен мырыш буының қысымын ажыратуға негізделген қорғасынды мырыштан үздіксіз вакуумдық тазартуды таңдаймыз. Үздіксіз вакуумдық тазартудың артықшылығы-процестің жоғары өнімділігі. Практика деректері бойынша конденсат (айналым мырыш) 90–95 % Zn, 5-10 % Pb. Мырышталған қорғасын құрамында 0,03–0,09% Zn бар. Есептеу үшін мырыштың мырышталған қорғасынды - 0,06 % мөлшерін аламыз. Сонда вакуумдық тазарту кезінде мырышты конденсатқа (айналмалы мырыш) шығару құрайды: $(0,6-0,06) \cdot 100/0,6 = 90 \%$, мұнда 0,6 – мырыштауға түсетін қорғасындағы.

мырыштың мөлшері (кесте. А.14), %. Конденсаттағы мырыш мөлшерін есептейміз (айналымдағы мырыш): $1,6561 \cdot 0,90 = 1,4905$ т.

Конденсаттағы мырыш мөлшерін қабылдаймыз 92,5 %, сонда конденсат алынады:

$$1,4905 / 0,925 = 1,6113 \text{ т/сут.}$$

Конденсаттағы қорғасын санын есептейміз (7,5 %):

$$1,6113 \cdot 0,075 = 0,1209 \text{ т.}$$

Мырышсыздалған қорғасынның мөлшерін анықтаймыз:

$$274,9554 - 0,1209 = 274,8345 \text{ т.}$$

Мырышсыздалған қорғасында мырыш мөлшерін табамыз:

$$1,6561 - 1,4905 = 0,1656 \text{ т.}$$

Мырышсыздалған қорғасын санын есептейміз:

$$277,4353 - 1,6113 = 275,824 \text{ т.}$$

Есептеу нәтижелері А.17 кесте. А.18, кесте. А,19. кестелерде келтірілген.

А.17 Кесте – Мырышсызданған қорғасын құрамы

Метал	Саны	
	т	%
Pb	274,8345	99,6413
Cu	0,0095	0,0034
Te	0,000755	0,0003
As	0,0301	0,0109
Sb	0,0226	0,0082
Sn	0,0075	0,0027
Bi	0,1506	0,0546
Ag	0,0002	след
Au	0,000002	след
Zn	0,1656	0,06
Өзг	0,6025	0,2184
Қорытынды	275,8239	100

А.18 Кесте – Конденсаттың құрамы (айналымдағы мырыш)

Метал	Саны	
	т	%
Zn	1,4905	92,4972
Pb	0,1209	7,5028
Қорытынды	1,6114	100

А.19 Кесте – Қорғасынды мырыштаудың тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барлығы, т	Pb, т	Zn, т	Өзг, т
Түсті				
Күміссіздендірілген қорғасын	277,4353	274,9554	1,6561	0,8238
Қорытынды	277,4353	274,9554	1,6561	0,8238
Алынды				
1.Мырышсыздандырылған қорғасын	275,8239	274,8345	0,1656	0,8238
2.Конденсат (оборотный мырыш)	1,6114	0,1209	1,4905	—
Қорытынды	277,4353	274,9554	1,6561	0,8238

Конденсирленген металл (айналмалы мырыш) қорғасынның қайта шашырауына, ал мырышталған қорғасын висмуттан тазартуға жіберіледі

А.6 Қорғасынды висмутсыздандыруды есетеу

Қорғасынды висмуттан тазарту кальций мен магний арқылы жүргізіледі, олар висмутпен қорғасынды ерімейтін $VixCaуMgz$; $СахВіу$; $MgxВіу$ интерметаллдық қосылыстарды құрайды. Қорғасынды терең тазарту үшін сурьма да қосылады, ол $СахMgySbzВіп$ одан да ерімейтін қосылыс пайда болады. Біз қатты және жұқа тазартуды қамтитын сусыздандыру схемасын қабылдаймыз. Бірінші сатыда висмуттың көп бөлігі қорғасын құрамына 0,01–0,02% дейін жойылады. Екінші сатыға кальций, магний және сурьма беріледі. Висмут 0,004%

- га дейін жояды. Реагенттердің шығысы анықталады (кесте. А.22) висмут бастапқы құрамы және қажетті тазалау тереңдігі. Әдебиеттер бойынша сурьма шығыны 0,2–0,3 кг/т Pb немесе 0,4 кг/т Pb құрайды. Есептеу жеңілдетілген схема бойынша жүргіземіз. Түседі обезвисмучивание: қорғасын обезцинкованный, кальций, магний, сурьма. Құрылады: свинецобезвисмученный және висмутовые дроссы (3-8 % Bi). Ұнтақтауға реагенттердің шығынын анықтаймыз:

$$275,8239 \cdot 0,41 = 113,1 \text{ кг Ca, или } 0,1131 \text{ т Ca};$$

$$275,8239 \cdot 1,25 = 344,8 \text{ кг Mg, или } 0,3448 \text{ т Mg};$$

$$275,8239 \cdot 0,25 = 69,5 \text{ кг Sb, или } 0,0695 \text{ т Sb}$$

А.20 Кесте – Висмутсыздандыруға арналған реагенттердің шығысы

Bi құрамы, %	Шығын, %	
	Ca	Mg
0,05–0,10	0,41	1,25
0,10–0,20	0,62	1,52
0,20–0,25	0,80	1,66

Тазартылған қорғасында 0,0226 т мөлшерінде сүрме бар, висмутсыздандыруға беру қажет:

$$0,0695 - 0,0226 = 0,0469 \text{ т Sb.}$$

Құрамында 0,054% Bi бар қорғасыннан висмут алу (кесте. А.17) 0,004% Bi-ге тең оның қалдық құрамын ескере отырып,:

$$(0,054 - 0,004) \cdot 100 / 0,054 = 92,59 \text{ \%}.$$

Дроссаларға висмут өтеді $0,1506 \cdot 0,9259 = 0,1394$ т. висмутсыздану қорғасында висмут қалады:

$$0,1506 - 0,1394 = 0,0112 \text{ т.}$$

Дроссадағы висмут мөлшерін 7% қабылдаймыз, ал тазарту процесінде алынатын дроссалар саны құрайды:

$$0,1394 / 0,07 = 1,9914 \text{ т/сут.}$$

Дроссадағы қорғасынның құрамын 82,5 % қабылдаймыз, онда дроссадағы қорғасынның саны:

$$1,9914 \cdot 0,825 = 1,6429 \text{ т.}$$

Дроссадағы кальций, магний және сурьма мөлшерін есептейміз:

$$100 - (7 + 82,5) = 10,5 \%, \text{ или } 1,9914 \cdot 0,105 = 0,2091 \text{ т.}$$

Зерттелмеген қорғасындағы кальций, магний және сурьманың мөлшері тең:

$$(0,1131 + 0,3448 + 0,0695) - 0,2091 = 0,3183 \text{ т.}$$

Дроссаға және қорғасынға өткен әрбір металдың мөлшерін анықтау үшін Ca: Mg : Sb сандық арақатынасын анықтаймыз:

$$0,1131: 0,3448: 0,0695 = 1,64: 5 : 1.$$

Осындай сандық қатынаста бұл металдар дроссаларға да, зерттелмеген қорғасынды да өтеді деп қабылдаймыз.

Дроссаларда 0,2091 т Ca, Mg және Sb, 1 бөлікке өтеді

$$0,2091 / (1,64 + 5 + 1) = 0,2091 / 7,64 = 0,0274 \text{ т.}$$

Сонда дроссаларға өтеді:

$$0,0274 \cdot 1,64 = 0,0449 \text{ т Ca,}$$

$$0,0274 \cdot 5 = 0,137 \text{ т Mg,}$$

$$0,0274 \cdot 1 = 0,0274 \text{ т Sb.}$$

Висмутсызданған қорғасында 0,3183 т Ca, Mg және Sb. 1 бөлікке өтеді:

$$0,3183 / (1,64 + 5 + 1) = 0,0413$$

Содан кейін висмутсызданған қорғасында болады:

$$0,0417 \cdot 1,64 = 0,0683 \text{ т Ca,}$$

$$0,0417 \cdot 5 = 0,2066 \text{ т Mg,}$$

$$0,0417 \cdot 1 = 0,0413 \text{ т Sb.}$$

Висмут дроссалардың құрамы А.21-кестеде көрсетілген

А.21 Кесте – Висмут дроссалардың құрамы

Метал	Саны	
	т	%
Bi	0,1394	6,9994
Ca	0,0449	2,2545
Mg	0,137	6,8789
Sb	0,0274	1,3758
Pb	1,6429	82,4915
Қорытынды	1,9916	100

Висмут дроссалары өңдеуге жіберіледі. Алдымен күйдіргіш натрмен балқиды, қорғасын-висмут қорытпасын алады (10–20% Bi және 80–90% Pb). Содан кейін қорытпадан анодтарды құйып, электролиз жүргізеді. Катодты қорғасын алады, ал висмут шламға өтеді. Катодты қорғасынды тазарту жұмыстарына, ал шламды – висмут өндірісіне қайтарады. Қорғасын-висмут қорытпасына дроссаларды балқытуда 99% тең қорғасынды алуды қабылдаймыз. Қорғасын катодты қорғасынға шығару, ол айналым қорғасын болады, ол майсыздандыруға қайтып келеді, 95% тең. Сонда айналым қорғасын болады: $1,6429 \cdot 0,99 \cdot 0,95$ оның висмут дроссалары бар шығындарын және дроссаларды өңдегеннен кейін айналым қорғасынын қайтарылуын есепке ала отырып, зерттелмеген қорғасындағы қорғасын саны тең болады:

$$274,8345 - 1,6429 + 1,5451 = 274,7367 \text{ т.}$$

А.22 Кесте - Висмутсыздандырылған қорғасынның құрамы

Метал	Саны	
	Т	%
Pb	274,7367	99,5924
Cu	0,0095	0,0034
Te	0,000755	0,0003
As	0,0301	0,0109
Sb	0,0413	0,0082
Sn	0,0075	0,0027
Bi	0,0112	0,0041
Ag	0,0002	след
Au	0,000002	след
Zn	0,1656	0,06
Ca	0,0678	0,0246
Mg	0,2066	0,0749
Өзгелері	0,6025	,2184
Қорытынды	275,8611	100

Зерттелмеген қорғасынның құрамы А.22-кестеде көрсетілген. Тәуелсіздендіру процесінің материалдық балансы А.23-кестеде. Висмуттан тазартудың қол жеткізілген тереңдігі (0,0004 %) тазартылған қорғасынды МЕМСТ талаптарына сәйкес келеді.

А.23 Кесте –Қорғасынның азаюының тәуелділік материалдық балансы

Баланс баптар	Барл, т	Pb,т	Bi,т	Ca,т	Mg,т	Sb,т	Өзг, т
1.Мырышсыздандырылған қорғасын	275,8239	274,8345	0,1506	0,1131	0,3448	0,022	0,8162
2.Дроссерлерді өңдегеннен кейінгі айналымды Pb	1,5451	1,5451					
3.Кальций	0,1131						
4.Магний	0,3448						
5.Сүрме	0,046					0,046	

Қорытынды	277,873	276,3796	0,1506	0,1131	0,3448	0,069	0,8162
1.Висмутсыздандырылған қорғасын	275,8611	274,7367	0,0112	0,0683	0,2066	0,047	0,8162
2.Висмутты дросс	1,9916	1,6429	0,1394	0,0449	0,1372	0,027	
Қорытынды	277,853	276,3796	0,1506	0,1131	0,3438	0,069	0,8162

2.7 Сапалы тазартуды есептеу

Қорғасынды сапалы тазарту процесін есептеу қорғасынды кальций, магний, сурьма, мырыш және басқа қоспалардан тазарту үшін сапалы тазарту жүргізіледі. Мышьяктан, сүрме мен қалайыннан тазарту сияқты сапалы тазартудың сілтілік әдісін қолданады. NaOH және NaNO₃ қосады. Сілтінің шығыны 1 т қорғасынға 2,5–3,6 кг және 1 т қорғасынға 1,5–2,8 кг селитраны құрайды. Қорытпалар сусымалы қатты түсіру түрінде немесе түйіршіктер түрінде алынады. Сапалы тазарту балқымаларының шығуы қорғасын массасынан 3-5%, қорғасынның құрамы 40-70 %. Сапалы тазарту құқықтарын айналымға (агломерацияға немесе балқытуға) жібереді. NaOH 3,3 кг/т, NaNO₃ 2,5 кг/т тазартылған металдың шығынын қабылдаймыз. Сапалы тазарту қажет:

$$275,8611 \cdot 3,3 / 1000 = 0,9103 \text{ т/тәу NaOH,}$$

$$275,8611 \cdot 2,5 / 1000 = 0,6897 \text{ т/тәу NaNO}_3.$$

Кальций, магний, сурьма, мырыш және басқа да қоспаларды сапалы тазарту операцияларына 98% тең аламыз.

Балқуға өтеді:

$$0,0683 \cdot 0,98 = 0,0669 \text{ т Ca;}$$

$$0,2066 \cdot 0,98 = 0,2025 \text{ т Mg;}$$

$$0,0417 \cdot 0,98 = 0,0409 \text{ т Sb;}$$

$$0,1656 \cdot 0,98 = 0,1622 \text{ т Zn;}$$

$$0,6025 \cdot 0,98 = 0,5905 \text{ т басқа қоспалар.}$$

Тазартылған қорғасында қалады:

$$0,0683 \cdot 0,02 = 0,0014 \text{ т Ca;}$$

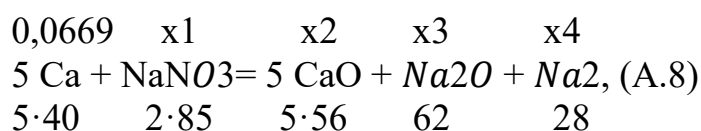
$$0,2066 \cdot 0,02 = 0,0041 \text{ т Mg;}$$

$$0,0417 \cdot 0,02 = 0,0008 \text{ т Sb;}$$

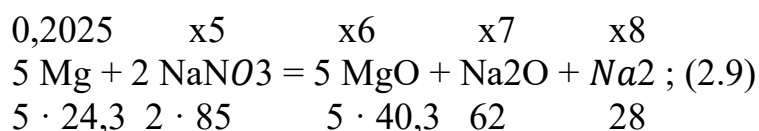
$$0,1656 \cdot 0,02 = 0,0033 \text{ т Zn;}$$

$$0,6025 \cdot 0,02 = 0,0121 \text{ т басқа қоспалар.}$$

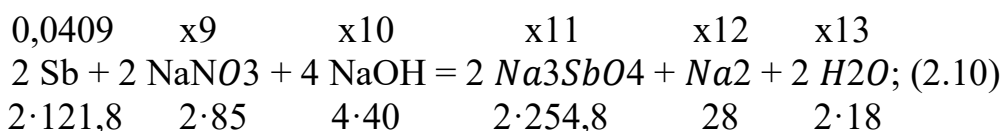
NaOH және NaNO₃ сапалы тазарту және қоспалардың Тотығу реакциялары өнімдерінің санын есептейміз:



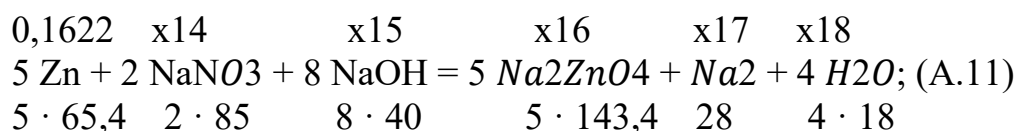
$$\begin{aligned}
 x1 &= 0,0669 \cdot 2 \cdot 85 / (5 \cdot 40) = 0,0569 \text{ т NaNO}_3; \\
 x2 &= 0,0669 \cdot 5 \cdot 56 / (5 \cdot 40) = 0,0937 \text{ т CaO}; \\
 x3 &= 0,0669 \cdot 62 / (5 \cdot 40) = 0,0207 \text{ т Na}_2\text{O}; \\
 x4 &= 0,0669 \cdot 28 / (5 \cdot 40) = 0,0094 \text{ т Na}_2;
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 x5 &= 0,2025 \cdot 2 \cdot 85 / (5 \cdot 24,3) = 0,2833 \text{ т NaNO}_3; \\
 x6 &= 0,2025 \cdot 5 \cdot 40,3 / (5 \cdot 24,3) = 0,3358 \text{ т MgO}; \\
 x7 &= 0,2025 \cdot 62 / (5 \cdot 24,3) = 0,1033 \text{ т Na}_2\text{O}; \\
 x8 &= 0,2025 \cdot 28 / (5 \cdot 24,3) = 0,04666 \text{ т Na}_2;
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 x9 &= 0,0409 \cdot 2 \cdot 85 / (2 \cdot 121,8) = 0,0285 \text{ т NaNO}_3; \\
 x10 &= 0,0409 \cdot 4 \cdot 40 / (2 \cdot 121,8) = 0,0269 \text{ т NaOH}; \\
 x11 &= 0,0409 \cdot 2 \cdot 254,8 / (2 \cdot 121,8) = 0,0856 \text{ т Na}_3\text{SbO}_4; \\
 x11 &= 0,0409 \cdot 28 / (2 \cdot 121,8) = 0,0047 \text{ т Na}_2; \\
 x13 &= 0,0409 \cdot 2 \cdot 18 / (2 \cdot 121,8) = 0,006 \text{ т H}_2\text{O}.
 \end{aligned}$$



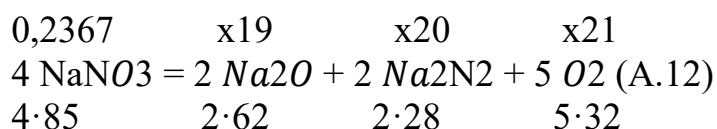
$$\begin{aligned}
 x14 &= 0,1622 \cdot 2 \cdot 85 / (5 \cdot 65,4) = 0,0843 \text{ т NaNO}_3; \\
 x15 &= 0,1622 \cdot 8 \cdot 40 / (5 \cdot 65,4) = 0,1587 \text{ т NaOH}; \\
 x16 &= 0,1622 \cdot 5 \cdot 143,4 / (5 \cdot 65,4) = 0,3556 \text{ т Na}_2\text{ZnO}_4; \\
 x17 &= 0,1622 \cdot 28 / (5 \cdot 65,4) = 0,0138 \text{ т Na}_2; \\
 x18 &= 0,1622 \cdot 4 \cdot 18 / (5 \cdot 65,4) = 0,0357 \text{ т H}_2\text{O}.
 \end{aligned}$$

Тотығу реакциялары үшін қажет:

$$0,0569 + 0,2833 + 0,0285 + 0,0843 = 0,453 \text{ т NaNO}_3.$$

$$\text{Артық селитраның саны: } 0,6897 - 0,453 = 0,2367 \text{ т.}$$

Рафинирлеу кезінде ол реакция бойынша таралады



$$x_{19} = 0,2367 \cdot 2 \cdot 62 / (4 \cdot 85) = 0,0863 \text{ т Na}_2\text{O};$$

$$x_{20} = 0,2367 \cdot 2 \cdot 28 / (4 \cdot 85) = 0,039 \text{ т Na}_2;$$

$$x_{21} = 0,2367 \cdot 5 \cdot 32 / (4 \cdot 85) = 0,111 \text{ т O}_2.$$

Тотығу реакциялары үшін қажет NaOH саны тең:

$$0,0269 + 0,1587 = 0,1856 \text{ т NaOH.}$$

Артық NaOH саны балқуға өтеді:

$$0,9103 - 0,1856 = 0,7247 \text{ т.}$$

Балқуға өтеді: 0,0937 т CaO; 0,3358 т MgO; 0,0856 т Na_3SbO_4 ; 0,3556 т Na_2ZnO_4 . Балқуға өткен Na_2O саны құрайды:

$$0,0207 + 0,1033 + 0,0863 = 0,2103 \text{ т.}$$

Тотығу реакцияларына қатыспайтын басқа қоспалар 0,5905 т.

Газды фазаға азот өтеді (Na_2):

$$0,0094 + 0,04666 + 0,0047 + 0,0138 + 0,039 = 0,1135 \text{ т;}$$

$$\text{саны H}_2\text{O бу: } 0,006 + 0,0357 = 0,0417 \text{ т;}$$

$$\text{оттегі (O}_2) - 0,111 \text{ т.}$$

Барлық газдар пайда болады: $0,1135 + 0,0417 + 0,111 = 0,2662 \text{ т/тәу.}$

Сапалы тазарту кезінде (CaO, MgO, Na_3SbO_4 , 0,5905 Na_2ZnO_4 , Na_2O , NaOH және басқалар):

$$0,0937 + 0,3358 + 0,0856 + 0,3556 + 0,2103 + 0,7247 + 0,5905 = 2,3962 \text{ т.}$$

Егер балқытуға өткен қорғасынның құрамы 55% - ға тең болса, онда барлық басқа қосылыстардың құрамы 45% болады. Сапалы тазарту үшін жүзу санын табамыз:

$$2,3962 / 0,45 = 5,3249 \text{ т/тәу.}$$

Сапалы тазарту қорытпаларындағы қорғасын болады:

$$5,3249 \cdot 0,55 = 2,9287 \text{ т.}$$

Тазартылған қорғасындағы қорғасын саны құрайды:

$$274,7367 - 2,9287 = 271,808 \text{ т.}$$

Есептеу нәтижесі бойынша кесте жасаймыз. Отпен тазарту толық циклінен кейін қорғасынның құрамы 99,98% құрайды, бұл С1 маркалы ГОСТ бойынша сәйкес келеді.

2.24 Кесте – Сапалы тазарту қорытпасының құрамы

Қосылыс	Саны	
	%	T
CaO	0,0937	1,7596
MgO	0,3358	6,3059
Na3SbO4	0,0856	1,6075
Na2ZnO2	0,3556	6,6777
Na2O	0,2103	3,9491
NaOH	0,7247	13,6089
өзгелері	0,5905	11,0888
Pb	2,9287	54,997
Қорытынды	5,3252	100

А.25 Кесте – Тазартылған қорғасын құрамы

Метал	Саны	
	T	%
Pb	271,808	99,977
Cu	0,0095	0,003
Te	0,000755	0,0003
As	0,0301	0,011
Sb	0,0008	0,0003
Sn	0,0075	0,00275
Bi	0,0112	0,0041
Ag	0,0002	след
Au	0,000002	след
Zn	0,0033	0,0012
Ca	0,0014	0,0005
Mg	0,0041	0,0015
Өзгелері	0,0121	0,004
Қорытынды	271,870257	100

2.26 Кесте – Қорғасынды сапалы тазартудың тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл. т	Pb, т	Ca, т	Mg, т	Sb, т	Zn, т	Өзг. т	Басқа,т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Түсті:								
1.Қайнатылған қорғасын	275,8611	274,7367	0,0683	0,2066	0,0417	0,1656	0,6025	0,9103
2. NaOH								
3. NaNO ₃	0,9103 0,6897							0,6897
Қорытынды	277,461	274,7367	0,0683	0,2066	0,0417	0,1656	0,6025	1,6
Алынған:								
1.Қорғасын тазартылған	271,8702	271,808	0,0014			0,0033		0,0839
2.Сапалы тазарту балқымалар	5,3252	2,9287	0,0669	0,0041	0,0008		0,0121 0,5905	9,3169
3. Газдар	0,2662			0,2025	0,0409	0,1622		0,2662
Қорытынды	277,461	274,7367	0,0809	2,2066	0,0489	0,1656	0,6025	

А.27 Кесте – Қара қорғасынды пирометаллургиялық тазарту процесінің жиынтық тәуліктік материалдық балансы

Баланс баптары	Барл.т	Pb, т	Cu, т	Te, т	As, т	Sb, т	Sn, т	Bi, т	Ag, т	Au, т	Zn, т	Ca, т	Mg, т	Өзг, т	Басқа,т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Түсті															
1.Қара Pb	301,37	274,2467	8,4383	0,0301	6,0274	4,5205	1,5068	0,3014	0,4521	0,0016				1,20548	
2.Сульфидті концентрат	5,274	2,7006	0,0857												2,495
3.Кварцты флюс	0,0857		0,0857												
4. Сода	2,4825														2,4825
5. Күкірт	0,3204														0,3204
6. Ауа	0,0009														0,0009
7. Кокс	0,1404														0,1404
8.Те қорыт. өңден кеннен кейінгі айналым Pb	0,1102														0,1102
9.Rb-Na қорытпасы	0,755	0,7399													0,0151
10. NaOH															
11.Сілтілі балқымаларды өңде геннен кейінгі айналым Pb	1,151														1,151
12.NaNO3															
13.Ащы натр	9,0351														9,0351
14. NaCl	3,4964														3,4964
15.Күміс көбікті өңдегеннен кейінгі айналым Pb	0,1406														0,1406

А.2 27 кестенің жалғасы

16.Zn	3,209 8										3,2098				
17.Дроссарды өңдегеннен кейінгі айналым Рb	1,545 1	1,5451													
18.Кальций	0,113 1											0,11 31			
19. Магний	0,343 8												0,3 43 8		
20. Сүрме	0,046					0,046									
Қорытынды	329,6 2	279,2323	8,527	0,030 1	6,027 4	4,566 5	1,506 8	0,301 4	0,452 1	0,0016	3,2098	0,11 31	0,3 43 8	1,2054 8	19,473 3
Алынды															
1.Газартылған Рb	271,8 702	271,808	0,009 5	0,008	0,301	0,009	0,007 5	0,012 1	0,000 2	0,000002	0,0039	0,00 02	0,0 04 1	0,0041	0,0121
2.Байытылған мысштейн	13,92 6	1,9148	7,659 3											4,3528	
3.Шлактар, шаң, газсыздандыру	13,17 35	0,8107	0,848 6	0,015 1		2,520 5	0,753 7	0,150 8	0,226 1	0,0003				0,603	4,22
4.Те балқымасы	0,224 8	0,1124		0,014 3											0,0981

А.2 27 кестенің жалғасы

6.Сілтілі балқыту	23,0197	1,151			2,2823	2,2367	0,2257	0,15,908							15,9041
7.Сілтілі тазарту газдары	1,9999														1,9999
8.Күміс көбік	1,932	1,6429							0,2257	0,008	0,1372				
9.Zn (конденсат)	1,6114	0,1209									1,4905				
10.Ві дроссалары	1,9916	1,6429						0,194				0,0449	0,027		
11.Сапалы тазарту балқымалар	5,3252	2,9287				0,0409						0,0669	0,2025		
12.Сапалы тазарту газдары	0,2662														0,2662

ПІКІР

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Габасова Мадина Нурлановна

(студенттің Т.А.Ж.)

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбына «Қара қорғасынды тазарту процесін зерттеу»

Өзірленген:

а) түсіндірме жазбасы 67 беттен тұрады

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Пікірге ұсынылған дипломдық жұмыстың тақырыбы қара қорғасынды тазарту процесін зерттеу. Бұл жұмыста қара қорғасынды тазарту кезінде негізгі мәліметтері көрсетілген. Келтірілген ақпараттар өзекті болып келеді. Тазартуда жүргізілетін әр сатыға көңіл бөлінген. Процесте қолданылатын кондырғылардың суреті, негізгі реакциялар және технологиялық сұлба бар.

Дипломдық жұмыста грамматикалық қателіктер кездеседі. Бұл ескерту орындалатын жұмыстың маңыздылығына әсер етпейді.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Орындалған жобаға өте жақсы (90%) деген баға қойылады. Жоба авторы Габасова Мадина Нурлановнаға 6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ мамандығының бакалавры деген атақты беруге лайықты деп ойлаймын.

Пікір беруші

PhD, Қазақстан-Британ

техникалық университетінің перспективті

материалдар мен технологиялар

зертханасының басшысы

Шарипов Р. Х.

« 9 » маусым 2023 ж.



Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрінің атауы)

Габасова Мадина Нурлановна
(студенттің Т.А.Ж.)

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту
(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбы: «Қара қорғасынды тазарту процесін зерттеу»

Орындалған дипломдық жұмыстың түсіндірме жазбасы 87 беттен және 21 слайдтан тұрады.

Жұмыс алдын-ала берілген тақырыпқа және кафедра тапсырмасына сәйкес орындалған.

Дипломант жұмыстың тақырыбына сай қара қорғасынды жайлы негізгі мәліметтер туралы ақпарат келтірген. Тазартуда жүргізілетін әр сатыға көңіл бөлінген. Көрсетілген мәліметтер өзекті болып келеді. Процесте қолданылатын қондырғылардың суреті, негізгі реакциялар және технологиялық сұлба қойылған. Одан басқа қара қорғасынды тазарту кезіндегі қауіпсіздік техникасы мен сақтық шаралары туралы жазып өткен.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Орындалған жұмысқа өте жақсы (95%) деген баға қойылады. Жұмыс авторы Габасова Мадина Нурлановнаға 6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту ББ мамандығының бакалавры деген атақты беруге лайықты деп ойлаймын.

Ғылыми жетекші

PhD доктор, аға оқытушы

Алтайбаев Б.Т.

«12» Маусым 2023 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Габасова Мадина Нурлановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қаралы қорғасынды тазарту процесін зерттеу

Научный руководитель: Багдат Алтайбаев

Коэффициент Подобия 1: 4.9

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 9

Знаки из здругих алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата

12.06.2023 ж.

Тажиев Э.В.
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Габасова Мадина Нурлановна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қаралы қорғасынды тазарту процесін зерттеу

Научный руководитель: Багдат Алтайбаев

Коэффициент Подобия 1: 4.9

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 9

Знаки из здругих алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата
12.06.2023ж.

Заведующий кафедрой *М.О.М.*
Бурменников М.Б.





Метаданные

Название

Қаралы қорғасынды тазарту процесін зерттеу

Автор

Габасова Мадина Нурлановна

Научный руководитель / Эксперт

Багдат Алтайбаев

Подразделение

Г_М_И

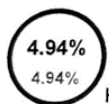
Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		5
Интервалы		0
Микропробелы		9
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		23

Объем найденных подобиий

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



6419

Количество слов



48747

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	ЦВЕТ ТЕКСТА
1	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	60	0.93 %
2	https://ural-olovo.ru/product/anody/anody-svintsovyje/	46	0.72 %
3	https://ural-olovo.ru/product/anody/anody-svintsovyje/	37	0.58 %
4	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	25	0.39 %
5	https://docplayer.ru/58879673-laoaeoadaey-oyaeaeuo-ooaiuo-laoaeiea.html	19	0.30 %
6	https://docplayer.ru/58879673-laoaeoadaey-oyaeaeuo-ooaiuo-laoaeiea.html	18	0.28 %

7	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	17	0.26 %
8	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	14	0.22 %
9	http://www.slideshare.net/valealpizar/reacciones-quimicas-7732806	11	0.17 %
10	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	11	0.17 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (4.94 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	160 (9) 2.49 %
2	https://ural-olovo.ru/product/anody/anody-svintsovyje/	83 (2) 1.29 %
3	https://docplayer.ru/58879673-laoaeeodaey-oyaeaeuo-ooaoiuo-iaoaeeia.html	55 (5) 0.86 %
4	http://www.slideshare.net/valealpizar/reacciones-quimicas-7732806	11 (1) 0.17 %
5	https://hoc24.vn/hoi-dap/tim-kiem?id=269930261600&q=Cho%20s%C6%A1%20C4%91%E1%BB%93%20ph%E1%BA%A3n%20E1%BB%A9ng%20sau%203A%20F%20e%202%20O%203%20C2%A0%20%20%20C2%A0%20C%20O%20%20C2%A0%20E2%88%92%20t%20o%20E2%86%92%20%C2%A0...	8 (1) 0.12 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)