

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Бақбаев Айбол Бейбітұлы

«Алюминий электролизі»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

М.Б. Барменшинова

«15» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Алюминий электролизі»

5В070900 – Металлургия

Орындаған

Бақбаев Айбол Бейбітұлы

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор

Г.Ж. Молдабаева

«15» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

Барменшинова М.Б. Барменшинова

«*74*» *07* сәуір 2019 ж.



Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Бақбаев Айбол Бейбітұлы

Тақырыбы: «Алюминий электролизі»

Университет Ректорының 2018 жылғы «08» қазандағы № 1113-б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «15» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: цехтың жылдық өнімділігі, ток шығымы, ваннадағы ток күші, анодты ток тығыздығы, ваннадағы орташа кернеу

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Өндірістің технологиялық үдірістері мен шешімдері;

б) Технологиялық процестің есептеулері;

в) Экономика бөлімі;

г) Еңбек қорғау бөлімі.




Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): аппаратты – технологиялық сызба, электролиз цехы, электролизер, электролизердің көлденең қимасы

Ұсынылатын негізгі әдебиет 14 атаудан тұрады


Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.03.2019 ж.	
Әдеби шолу	25.03.2019 ж.	
Металлургиялық есептеулер	08.04.2019 ж.	
Экономикалық бөлім	15.04.2019 ж.	
Қорытынды	22.04.2019 ж.	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	15.05.19 ж.	
Еңбек қорғау бөлімі	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	15.05.19 ж.	
Норма бақылау	А.Н.Таймасова техн. ғыл. магистрі	14.05.19	

Ғылыми жетекші  Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А.Б. Бақбаев

Күні

«14» қаңтар 2019 ж.

АНДАТПА

Осы дипломдық жоба ААҚ «КЭЗ» шарттарына сай алюминий электролизінің процесі жайында сұрақты қарастырады. Режимді параметрлер тәжірибе және әдеби мәліметтер негізінде таңдалған. Бастапқы алюминийді алудың ең қолайлы жағдайы анықталған.

АННОТАЦИЯ

Настоящий дипломный проект рассматривает вопрос процесса электролиза алюминия применительно к условиям ОАО «КЭЗ». На основании данных практики и литературных источников выбраны режимные параметры. Определены оптимальные условия получения первичного алюминия.

ANNOTATION

This graduation thesis considers electrolysis of alumina relating to the conditions of JSC “KEZ” Based on the data sources, practices and literature operational parameters are selected. The optimum conditions for production of primary aluminum.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	10
1 Жалпы түсініктемелік жазба	11
1.1 Өндірістің қысқаша сипаттамасы	11
1.2 Шикізат базасы, номенклатурасы, өнімнің сапасы мен технологиялық деңгейі	11
1.3 Негізгі технологиялық және жобалау шешімдері	11
1.4 Жұмысшылардың саны және кәсіби -квалификациялық құрамы	12
1.5 Энергоқорына мұқтаждық	13
2 Бас жоспар және көлік	14
2.1 Бас жоспардың құрамы, барлық ғимараттар мен құрылымдардың тізімі, олардың көлемі	14
2.2 Жер бедерінің сипаттамасы	14
2.3 Көлік	14
3 Технологиялық шешімдер, энергоқорымен қамтамасыз ету	15
3.1 Шикізат базасы, шикізаттың сипаттамасы	15
3.2 Жұмыс тәртібі және оның өнімділігі	17
3.3 Ғылыми-зерттеу жұмыстарына талдау	18
3.4 Істеп тұрған кәсіпорын жұмысына талдау	18
3.5 Құрылыс өндірісін салуын қажеттілігі дәлелденгені	19
3.6 Негізгі технологиялық есептерді талдау	19
3.7 Негізгі технологиялық процестердің суреттемесі	20
3.7.1 Сазбалшықты ыдырату	22
3.7.2 Фторидтің ыдырауы	25
3.7.3 Негізгі электродтардағы реакциялар	26
3.8 Технологиялық процестердің есептері	27
3.8.1 Технологиялық жобалау үшін берілген мәліметтер	27
3.8.2 Электролизердің конструктивтік есебі	28
3.8.3 Электролизердің материалдық балансы	29
3.8.3.1 Материалдардың кірісі	29
3.8.3.2 Материалдардың шығыны	30
3.8.4 Ошиновканың есебі	32
3.8.5 Ваннаның электрлік есебі	32
3.8.6 Электролизердің жылу балансы	39
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау	44
4.1 Еңбекті қорғаудағы ұйымдастыру шаралары	44
4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау	44
4.3 Өндірістік жарақат, кәсіби аурулар, жазатайым жағдайлар және алдын алу шаралары	49
4.4 Микроклиматпен қамтамасыз ету	51
5 Еңбекті ұйымдастыру және басқару жүйесі	52
5.1 Электролиз корпусында еңбек және жұмыс тәртібін ұйымдастыру	52

5.2 Жұмыс орындарын ұйымдастыру	52
5.3 Бір жұмыскерге есептелген баланс бойынша жұмыс уақытының қорын есептеу	53
5.4 Жалақыны ұйымдастыру және жоспарлау	54
5.5 Ақшалай салымды есептеу	55
5.6 Өзіндік құнын, пайда, өтеу мерзімін, рентабельділігін есептеу	59
Қорытынды	61
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	62

КІРІСПЕ

Алюминий өндірісі өте қарқынды дамитын өнеркәсіп салаларына жатады. Өсу тек қана кәсіпорындардың қуаттарының жоғарылатуының есебінен жүзеге асырылмайды, соған қоса техникалық деңгейді және өндірістің тиімділігін жоғарылатудың арқасында асырылады.

2007 жылды аяғында елдің экономикасын күшейтуінде маңызды түрткі қызмет еткен Қазақстанда бірінші бастапқы алюминийді шығаратын алюминий зауыты ашылды.

Алюминийді өндіріп алу қазіргі кезде техникалық көрсеткіштері және экологиялық қауіпсіздігі үшін үлкен маңызға ие болып тұрған күйдірілген анодты электролизерде криолит – сазбалшықты балқымалардың электролизі арқылы жүзеге асырылады.

Бүгінгі күнгі кәсіпорынның түрін технологияны тұрақты жетілдіру, өндіріске техника мен ғылымның соңғы жетістіктерін енгізу, процесстерді автоматтандыру өзгертеді.

Алюминий өндірісінің техникалық өрлеуі өз бетімен қиын технологиялық тапсырмаларды шешуге, өндіріс процессін басқаруға, материалдық пен басқа баланстарды және жабдықтарды есептеуге қабілетті жоғары білікті техниктерді, инженерлерді, зерттеушілерді дайындауды талап етеді.

1 Жалпы түсініктемелік жазба

1.1 Өндірістің қысқаша сипаттамасы

Қазақстан электролиз зауыты Қазақстан Республикасының Павлодар қаласында қаланың тұрғын аудандарынан шығыс бағытта орналасқан [1]. Зауыт қаладан 13 шақырымға алыс орналасқан, қалалық аумақтармен іс жүзінде шектеспейді.

Павлодар алюминий зауытының құрылысы кезекті жүзеге асырылды, жаңа объектер қатарының құрылысына байланысты. Бүгінгі күнге зауыттың қуаты 100 000 т/жыл құрайды.

Зауыт Павлодар қаласының ауданының жалпықалалық шаруашылықтың объектілерімен, темір жол және автомобильді көлікпен, кәрізбен, жылу және электр желілермен, жалпықалалық мәдениет – тұрмыстық және үй – жай объектілерімен бірлестікте жобаланған.

1.2 Шикізат базасы, номенклатурасы, өнімнің сапасы мен технологиялық деңгейі

Алюминий өндірісі кезінде электролизер жоғары көрсеткіштер көрсету үшін жобада құрамында α Al_2O_3 10-20 % болу қажет құмды сазбалшықты қолдану қарастырылады.

Ваннадан шығарылған шикі алюминийді транспорт ожауға құяды және құю бөлімшесіне бағыттайды.

Құю бөлімшесіне түсетін шикі алюминий құрамында дайын өнімнің сапасына ғана емес, сонымен бірге металлдың құйғыштық қасиетіне әсер ететін бір қатар қоспалар бар. Сондықтан ол алдын ала тазалау кезеңін өтеді. Қоспаларды алып тастаудан кейін Т - тәрізді және майда бастапқы алюминийдің құймаларын үздіксіз құю әдісімен алады.

1.3 Негізгі технологиялық және жобалау шешімдері

Негізгі агрегат ретінде күйдірілген анодты электролизерді таңдау процесстің жоғары экономикалық көрсеткіштерін және санитарлық – гигиеналық талаптарын қамтамасыз етеді.

Өндіріс технологиясы автоматты сазбалшықпен қамтамасыздандыру қондырғыларымен қолдалатын алдын ала күйдірілген анодтарды және құрамында аз мөлшерде сазбалшық бар қышқыл электролиттерді қолдануға негізделген.

Электролизерлерді футеровколау үшін капиталды жөндеулер арасында берік ұзақ пайдалануды қамтамасыз ететін жаңа көміртектес, отқатөзімді және жылуоқшаулағыш материалдарды қолдануды күтуде: құрамында 30-50%

электркедергісі төмен және балқымаларды шылқыту кезінде салыстырмалы ұзаратын графит бар графитті негіздегі көміртекте блоктар; жоғары тығыздықты және шылқыдатудан қорғаулы отқатөзімді шамотты бұйымдар; төмен электрөткізгіштікті жылуоқшауланған бұйымдар; бүйір футеровка үшін карбидкремнийлі тақталар.

Бұл шаралар алдыңғы қатардағы шетел алюминий зауыттарының көрсеткіштеріне жетуге мүмкіндік береді.

1.4 Жұмысшылардың саны және кәсібі - квалификациялық құрамы

Кәсіпорынның барлық жұмыскерлері екі топқа бөлінеді: өндірістік - өнеркәсіптік қызметші және өнеркәсіптік емес қызметші.

Біріншілерге жатады: кәсіпорынмен қосымша және ұқсас өндірістік цехтардың (негізгі және қосалқы) барлық қызметкерлері; өрт - күзеттік және қарулы вахталы күзеттің қызметкерлері; зауыт лабораторияларының қызметкерлері.

Өнеркәсіптік емес қызметшілерге жатады: кәсіпорынның дәрігерлік-санитарлық мекемелерінің қызметкерлері, зауыт көлігінің қызметкерлері.

Тізімдік, штаттық және қызметкерлердің қатысушы сандарын танып біледі. Қатысу деп тәулік ішінде нақты жұмыскерлердің санын түсінеді. Штаттық деп үздіксіз өндірістеріндегі қажетті демалыс және мерекелік күндерде жұмыс істемейтін жұмыскерлерді ауыстыратын жұмыскерлерді түсінеді. Периодты жұмыс тәртіппен жұмыс істейтін өндірістерде штаттық және қатысушы жұмыскерлердің саны сай келеді. Кезекті және қосымша демалыстарға, ауру мен басқа себептерге байланысты уақытша жоқ жұмыскерлердің саны бойынша тізімдік құрам қатысушы құрамнан көп. Тізімдік құрамға барлық тұрақты, уақытша және маусымдық жұмыскерлер кіреді.

Жұмыскерлердің санын қолданылатын нормалар және нормативтардың сипатына байланысты өндірістің жеке бөлімшелеріне келесі әдістерімен анықтайды: сандар нормативтар бойынша, өндіру нормалары бойынша, уақыт нормалары бойынша.

Инженерлік – техникалық жұмыскерлердің, қызметкерлердің және МОП қажеттілігін түсті металлургияның салаларының өндіріс көлеміне, бір үлгідегі құрылымдар мен штаттарға негізделген кәсіпорынның директорымен бекітілген басқарудың құрылымды жүйеге сай анықтайды. Салалық нормативтер жоқ болғанда инженерлік – техникалық жұмыскерлердің санын кәсіпорын өзі анықтайды.

1.5 Энергоқорына мұқтаждық

Электролизерлерді 320 кА тіктелген токпен қамтамасыз ету үшін әр қайсысы 57кА тіктелген ток күшіне және 1200 В кернеуге төзімді алты түрлендіргіш агрегаттан тұратын түрлендіргіш қосалқы станцияның құрылысы ескерілген. Агрегаттың бастапқы кернеуі 20 кВ.

Барлық түрлендіргіш агрегаттар бас тарату қондырғысына 20 кВ (ГРУ-20 кВ) ажыратқыштар мен май сөндіргіштер көмегімен қосылады. ГРУ-20 кВ Электр қамтамасыздандырудың сенімділігін жоғарлату жұмысшы және резервті екі құрамды шиналы жүйелер арқылы жүзеге асады. Резервті шиналар жүйесі апаттық жағдайда немесе жұмысшы шиналар жүйесін жөндеу кезінде электролиз сериясын резервті электр қамтамасыздандыру үшін қажет.

Түрлендіргіш қосалқы станцияны қоректендіру үшін зауыттың басты төмендеткіш қосалқы станцияға (Г1111) екі Т1 және Т2 трансформатор құрылысы қарастырылады. Әр трансформатор 125 МВ А номиналды қуатқа және кернеулердің уйлестіруіне 110/20 кВ есептелген. Трансформаторлардың электрқоректендіру жүйесіне қосылуы біреуі резервті болатын үш біртүзбекті электрберілістер 110 кВ (ЛЭП - 110 кВ) көмегімен таратушы қондырғы 110 кВ (РУ-110 кВ) арқылы жүзеге асырылады.

Зауттың басқа күш жұмсағыштарды электрқоректендіру үшін түрлендіргіш қосалқы станцияның ғимаратында орналасатын орталық таратушы қосалқы станцияның 10 кВ (ЦРП-10 кВ) құрылысы ескеріледі. ЦРП-10 кВ сериялы отандық шығарушы зауыт шығаратын толымды камералардан тұратын төртбөлімді таратушы қондырғы.

380/220 В кернеуге есептелген төмен вольтты жұмсағыштарды қоректендіретін цехтік толымды трансформаторлы қосалқы станциялар мен жоғары вольттік басқа өндірістердің жұмсағыштар қоректенетін цехтік таратушы пункттер 10 кВ (РП-10 кВ) ЦРП-10 кВ ға кабельді желілер арқылы қосылады.

2 Бас жоспар және көлік

2.1 Бас жоспардың құрамы, барлық ғимараттар мен құрылымдардың тізімі, олардың көлемі

Құрылыс алаңы Павлодар қаласынан 13 шақырымда орналасқан. Құрылыс алаңының артықшылығы рельефтік жұмыстарды қажет етпейтін түзу рельеф болып келеді. Құрылыс шикізат және энергетикалық базаларға, су қоректендіру көзіне, транспорт шаруашылығына, комплекстік шарттарға және жұмыс күшіне сай жүзеге асырылады.

Таңдалған құрылыс орны шикізат базасынан жақын жерде орналасқан. Шикізат базасы алюминий алу үшін сазбалшық өндіретін ТМД да ірі зауыт саналатын Павлодар сазбалшық зауыты болып келеді. Энергетикалық база Ақсу ЖЭЦ болып келеді. Электроэнергияны зауытқа тасымалдау үшін 800 м Ертіс өзенінің үстінен созылған 27 шақырымдық электроберілістер желісі (ЛЭП-500 кВ) құрылды.

2.2 Жер бедерінің сипаттамасы

Алаңның рельефы жазықты, келесі климатикалық мәліметтермен. Ортажылдық температура $+15^{\circ}\text{C}$, тербеліс 0,1ден $3,1^{\circ}\text{C}$. Жылы период жеті ай созылады. Максималды температура шілде айында $+45,1^{\circ}\text{C}$, минималды температура қаңтар айында -48°C .

Желдердің басым бағыты орта жылдамдығы 5,3 м/с оңтүстік батыс румба. Аудан климаты құрғақ, суық қыс пен ыстық жазды, жиі және қатты желдер бар деп бейнеленеді. Сейсмика жағынан Павлодар қаласының ауданы төрт баллдық зонаға сай келеді.

Технологиялық және тұрмыстық қажет суды Ертіс өзенінен алады. Тазалағыш қондырғылардан қайтымды су шламды далаға тасталады.

2.3 Көлік

Орындалатын өндіріс процесі тұрақты түрде шикізат пен материалдарды кәсіпорынға әкелуді, оларды түсіріп орналастыруды, технологиялық процесс барысында бір корпустан басқа корпусқа орын ауыстыруды, дайын өнімді кәсіпорыннан шығаруды болжайды. Сыртқы зауттын транспорттық байланысы темір жолды кіріс жолдар арқылы жүзеге асады. Автожолдар зауытты тікелей қаламен байланыстырады.

3 Технологиялық шешімдер, энергоқорымен қамтамасыз ету

3.1 Шикізат базасы, шикізаттың сипаттамасы

Бастапқы алюминийді алу процесі үш фазаны өтеді: шикізатты шығару (боксит немесе басқа кендер), кенді өңдеу мен алюминий тотығын (сазбалшық) дайындау және бастапқы алюминийдің өндірісі. Сазбалшықты өндірудің негізгі шикізаты боксит, нефелин және алуниттер болып келеді [2].

Кремнийлі модулі төмен және құрамында сидериттің $FeCO_3$ мөлшері жоғары каолинит гиббситті бокситтермен танымал Солтүстік Батыс Қазақстан кенорындары Қазақстанда сазбалшық өндірісінің кен базасы болып тұр. Боксит рудниктері зауыттан 1150 км орналасқан. Бокситті тасымалдау темір жол көлігі арқылы жүзеге асады.

Сазбалшықты алу Павлодар алюминий зауытында Байер Пісіру тізбекті схема арқылы өтеді. Өндірілген сазбалшық ААҚ Қазақстан Электролиз Зауытында бастапқы алюминий алу үшін пайдаланады [3].

Электролитті әдіспен алюминийді өндіру кезінде сазбалшықтан басқа келесі шикізат пен материалдар қолданады: криолит - Na_3AlF_6 , фторлы алюминий - AlF_3 , фторлы натрий - NaF және анодты масса. Оларға қойылатын талаптар келесі кестелерде көрсетілген.

3.1 Кесте - Сазбалшыққа қойылатын талаптар МемСТ 30558-98

Марка	" Қоспаның массалық үлесі, %, аспайды						Шынықтыру кезінде масса жоғалтулары (300-1100 °C), %, аспайды
	SiO_2	Fe_2O_3	$TiO_2+V_2O_5+Cr_2O_3+MnO$	ZnO	P_2O_5	Na_2O есептегенде Na_2O+K_2O суммасы	
Г-000	0,02	0,01	0,01	0,01	0,001	0,3	0,6
Г-00	0,02	0,03	0,01	0,01	0,002	0,4	1,2
Г-0	0,03	0,05	0,02	0,02	0,002	0,5	1,2
Г-1	0,05	0,04	0,02	0,03	0,002	0,4	1,2
Г-2	0,08	0,05	0,02	0,03	0,002	0,5	1,2

Ескеру – бокситті шикізаттан жасалынатын Г-1 маркалы сазбалшықта, 0,05 % аспайтын темір(III) тотығы рұқсат етіледі, Na_2O есептегенде Na_2O+K_2O суммасы 0,5 % аспайды.

3.2 Кесте - Техникалық криолитке қойылатын талаптар МемСТ 10561-80

Көрсеткіш	Сұрып	
	жоғары	бірінші
F Массалық үлесі, %, кем емес	54	54
Al Массалық үлесі, %, дейін	18	19
Na Массалық үлесі, %, кем емес	23	22

3.2 кестенің жалғасы

Көрсеткіш	Сұрып	
	жоғары	бірінші
Криолит модулі, кем емес	1,7	1,5
SiO ₂ Массалық үлесі, %, дейін	0,5	0,9
Fe ₂ O ₃ Массалық үлесі, %, дейін	0,06	0,08
SO ₄ есептегенде сульфаттың массалық үлесі %, дейін	0,5	1,0
Ылғалдық массалық үлесі, %, дейін	0,2	0,5
P ₂ O ₅ Массалық үлесі, %, дейін	0,05	0,2

3.3 Кесте - Жасанды алюминий фторидіне қойылатын талаптар МемСТ 19181-78

Көрсеткіш	Сұрып		
	жоғары	бірінші	екінші
Шынықтыру кезіндегі жоғалтулар, %, дейін	%5	3,5	6,0
AlF ₃ Массалық үлесі, % дейін	93	88	88
Al ₂ O ₃ Массалық үлесі, % дейін	4	7	7
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃) Массалық үлесі, дейін	0,3	0,4	0,5
SO ₄ Массалық үлесі, дейін	0,5	0,7	1,0
P ₂ O ₅ Массалық үлесі, % дейін	0,05	0,1	од

3.4 Кесте - Натрий фторидіне қойылатын талаптар ТШ 113-08-586-86

Көрсеткіш	Сұрып	
	жоғары	бірінші
NaF Массалық үлесі, %, кем емес	97,0	95,0
Na ₂ CO ₃ Массалық үлесі, %, дейін	жоқ	жоқ
Na ₂ SO ₄ есептегенде сульфаттың массалық үлесі %, дейін	0,3	0,6
Ерімейтін қалдықтың массалық үлесі, %, дейін	0,7	2,0
Ылғалдық массалық үлесі, %, не более	0,2	0,3
Елеуіштегі қалдықтың массалық үлесі 0,5 мм, %, дейін	Нормаланбайды	Нормаланбайды

3.5 Кесте - Анодты массаның сапасының көрсеткіштері ТШ 48-5-80-86

Көрсеткіш	АМ-0	АМ-1	АМС-0	АМС-1
Күл мөлшері, %, дейін	0,5	1,0	0,5	1,0
Күкірттің массалық үлесі, %, дейін	0,9	1,4	0,9	1,4
Аққыштық коэффициенті:				
Электролизер ВТ үшін	1,6-2,4	1,6-2,4		
Электролизер БТ үшін	1,3-1,6	1,3-1,6	1,2-1,8	1,2-1,8
Ылғалдық массалық үлесі, %, дейін	0,9	0,9	0,9	0,9
Меншікті электркедергі, мкОм*м, дейін	75	75	75	75
Сығылуға беріктік шегі, МПа, кем емес	30	30	30	30
Қуыстық, %, дейін	30	30	30	30
СО ₂ нің тоқта жалпы бұзылуы мг/(см ² *ч), дейін	40	60	40	60

3.2 Жұмыс тәртібі және оның өнімділігі

Алюминий электролизінің цехінде криолит сазбалшықты балқымаларын электролитті қайта өңдеу жолымен сұйық алюминий алады. Келесі алюминийдің өңдеуі құйма цехінде өтеді.

Жобаланатын цех зиянды еңбек жағдайлы үздіксіз өндіріске жатады. Соған байланысты жобамен отыз сағатты аптаға есептелген алты сағатты төрт ауысымды бес бригадалы жұмыс кестесі ескерілген. Шығу кестесі өндірістің негізгі жұмысына сай.

3.3 Ғылыми-зерттеу жұмыстарына талдау

Электролиз процессін жеделдетуге бағытталған ғылыми зерттеме нәтижелерін келтірейік :

1. Электролизердің магнитогидродинамикалық тәртібін тұрақтандыру. Магнитогидродинамикалық бұзулардың зардабы болып электролиттің қалыпты айналып жүруі келеді. Оларды жою бойынша нақты нұсқаулар болған жоқ, бірақ та соңғы жылдары осы бұзуларды дереу кезде байқауға мүмкіндік беретін Братск алюминий зауытында (Ресей) АСУТП бағдарламалары әзірленген.

2. Электролизердің жылу тәртібін тұрақтандыру. t_p (жұмыс температурасы) және КҚ (криолиттік қатынас) электролиз процессінің тиімділігінің маңызды көрсеткіштері екені мәлім, бірақ та олар процесс жайында біржақты мәлімет береді. Сол үшін электролиттің қызып кетуінің

дәрежесінің шамасына айрықша көңіл бөлу дұрыс болады. Волгоград алюминий зауытының (ВГАЗ) мамандарымен «Темп» құралы құрастырылған, оның көмегімен электролиттің қызып кетуінің деңгейі бойынша жылу тәртібін бақылау мүмкіндігі пайда болды [4].

3. Электролизерлерді сазбалшықпен қоректендіруді екі кезеңге бөлуге болады: Al_2O_3 борт анод кеңістігіне жеткізу, онда Al_2O_3 электролиттің ішінде еруі, сууы және ары қарай полюсаралық саңылауға жеткізу жүзеге асады, сол жерде Al_2O_3 электрохимиялық ыдырауы мен электролит қызуы орын алады.

3.4 Істеп тұрған кәсіпорын жұмысына талдау

2007 жылдың 12 желтоқсанында Қазақстан Республикасының солтүстік шығысында облыстық орталық болып тұрған Павлодар қаласында еліміздегі алғашқы алюминий зауыты атағын алған «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ салтанатты ашылуы мен жылына 62,5 мың тонна бастапқы алюминий қуатты алғашқы іске қосу кешенін іске қосуы орын алды.

«Қазақстан электролиз зауыты» АҚ Қазақстан мен ENRC (кәсіпорынның иесі) үшін алюминий металлургиясының болашақ кластерінің өзекті элемент. Осы өндірістік кәсіпорын жобалық қуатқа шығу кезіне құрылыс құны \$900 млн болып Қазақстанда ең ірі металлургия мен таукен өндірісіне дербес қаржы жұмсау саналады.

2005 ж. 14 мамыр – «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ бас корпусының алғашқы іргетасы қаланды. Кәсіпорынның алғаш іске қосу кешені құрылыстың басынан 27 ай қысқа мерзімде қатарға енгізілді.

2008 жылдың екінші тоқсанында зауыт құрылысының бірінші кезегі толық аяқталып, зауыт жылына 125 мың тонна жоғары сапалы алюминий шығаратын өндірістік қуатқа қол жеткізді. Зауыттың екінші кезегі 2011 жылдың 24 маусымында салтанатты түрде іске қосылды. Әлемде және Қазақстанда алюминийге өсіп жатқан сұранысты қанағаттандыру мақсатымен «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ ENRC тобына кіретін Қазақстан алюминийімен (сазбалшық өндіруші) тығыз серіктестікте жұмыс істейді.

Зауыттың жалпы территориясы 190 га, оған электролиз цехының екі корпусы, құйма цехы, анод өндіру цехы және басқа зауыттың қосалқы бөлімдері кіреді. ENRC құрамына кіретін және Евразиялық энергетикалық корпорацияның бір бөлімшесі болып келетін Ақсу ЖЭЦ і кәсіпорын үшін электроэнергияны қамтамасыз етуші болып тұр. Электроэнергияны зауытқа тасымалдау үшін 800 м Ертіс өзенінің үстінен созылған 27 км электроберілістер желісі (ЛЭП-500 кВ) құрылды.

Қоршаған ортаны қорғау мәселесінде «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ алдыңғы технологияларды пайдалана отырып үлгі болады. Зауыт толық қуатқа шыққан кезде өндірістік қызметкерлердің жорамал саны 1500 адам болады. Зауыт батыс стандарттарына сай (өзіннің транспорттық цехі, жөндеу механикалық базасы, тұрмыстық қызмет ету цехтары және басқалары жоқ)

жобаланғанын ескере отырып, зауыт кіші және орта кәсіпорындардың қызметін пайдаланады, бұл бір мыңға жуық жұмыс орнын құруға мүмкіндік береді.

ENRC деп аталатын бұл корпорация пайдалы қазбаларды қазып алу және байыту саласындағы жетекші әртараптандырушы компаниялар тобы болып табылады. Яғни, кен қазу, өңдеу, энергетика, көлік және маркетинг кәсіпорындарымен интеграцияланған. Құрамында Қазхром ТҰК, Жәйрем КБК, Соколов-Сарыбай кен-байыту өндірістік бірлестігі (ССКӨБ), Қазақстан алюминийі, Қазақстан электролиз зауыты (ҚЭЗ), Еуразиялық энергетика корпорациясы (ЕЭК) және ENRC Logistics сияқты алпауыт кәсіпорындар бар [4].

3.5 Құрылыс өндірісін салуын қажеттілігі дәлелденгені

Алюминий ғажайып қасиеттерге ие, бұл оның қолдануының кең спектрін түсіндіреді. Өндірістің әр түрлі салаларда қолдану көлемінен тек қана темірден кем. Созымал және иілгіш алюминий қажет қалып алады. Тотық қабат оны коррозияға төзімді істейді, соған байланысты алюминийдің қызмет мерзімі өте көпке созылуы мүмкін. Осыған қоса қасиеттер тізіміне жоғары электрөткізгіштікті, өңдеу жеңілдігін және улы еместігін қосуға болады.

Бұнын барлығы электролиттік алюминийді алу цехының құрылысының мақсаттылығын дәлелдейді.

3.6 Негізгі технологиялық есептерді талдау

Дипломдық жобада негізгі ретінде алдын ала күйдірілген анодты электролизерлер алынды, олардың өзін өзі күйдіретін анодтармен салыстырғанда бір қатар артықшылықтары:

- анодты массаны күйдірген кезде зиянды заттар бөлінбейді;
- электролизердің біршама жеңіл құрылысы, ондай құрылыс крандардың жүк көтерімділігін төмендетеді және корпустар құрылысының құнын арзандатады;
- анодта кернеудің түсуінің азаюы және жылудың үлкен жоғалтуы процессті жоғары тоқтың тығыздығы кезінде қарқынды жүргізуге мүмкіндік береді [2].

1) токтың ұтымды күші жайында мәселе талай рет алюминий өндірісінің дамуының әр түрлі кездерінде зерттелген. Зерттеулер алдын ала күйдірілген анодты электролизерлер үшін ұтымды ток күші 250-320 кА екенін көрсетеді. Сол үшін осы мәліметтерді және зауыттың дағды тәжірибесін ескеріп 320 кА ток күшін қабылдаймыз.

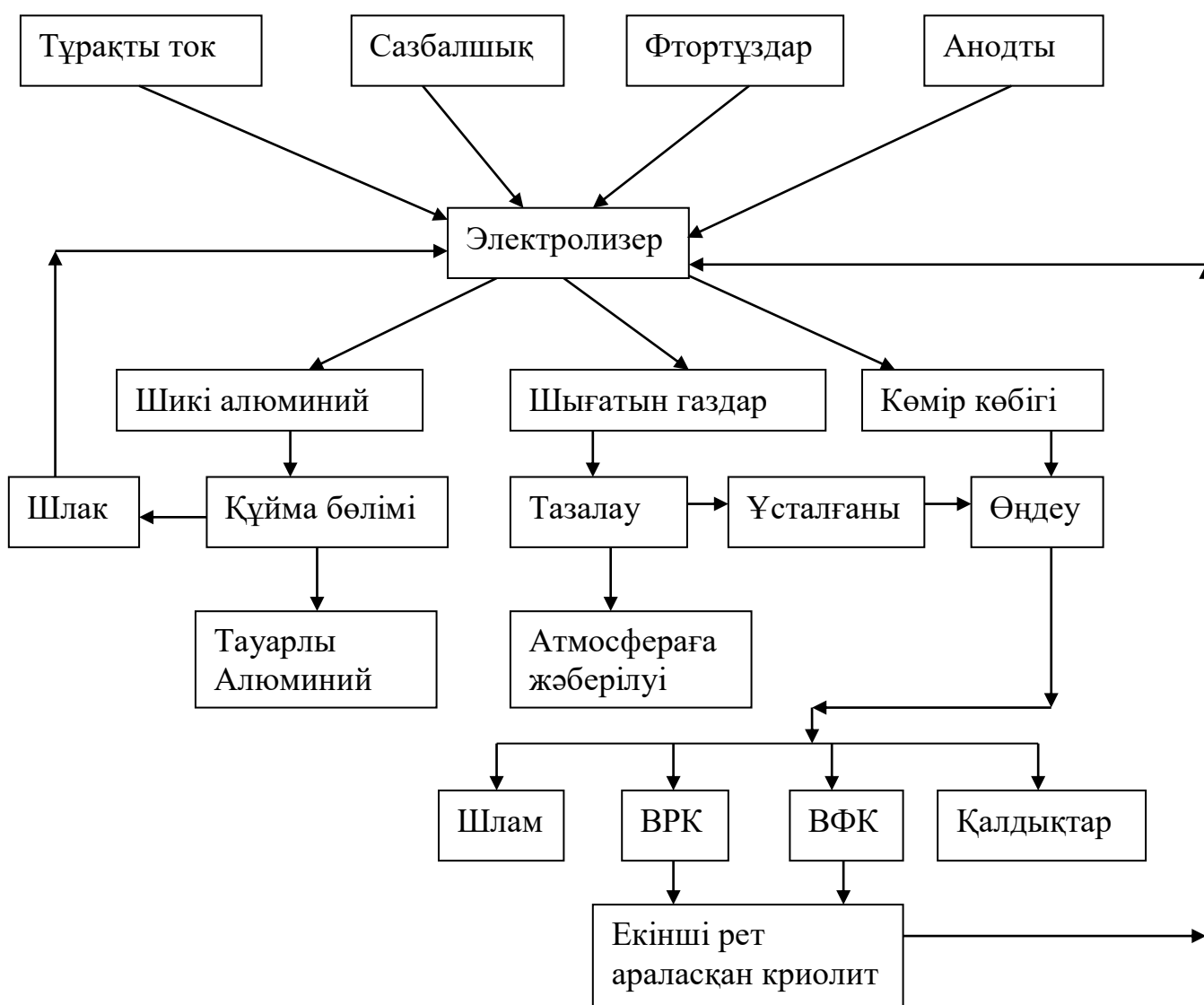
2) оған қоса зауыттың дағды тәжірибесін және жылу балансының шарттарын ескеріп анодты ток тығыздығын $0,714 \text{ (A/cm}^2 \text{)}$ деп қабылдаймыз.

3) электролит температурасы - 950-960 °С.

4) шығарудың алдында метал деңгейі - 220 - 250 мм.

- 5) электролит деңгейі - 200 - 220 мм.
- 6) криолиттік қатынас - 2,3 - 2,5.
- 7) құрамда CaF_2 - 5%, MgF_2 - 2%.
- 8) ток шығымы - 93%.

Анодты эффект анық болу керек кернеуі 25 - 35 В. Анодты эффектін жиілігі тәулігіне 0,5 реттен аспауын САӨ режимі арқылы бақыланады. Анодты эффектін жалғасуы 2 минуттан аспайды.



3.1 Сурет - Шикі алюминийді өндірудің технологиялық схемасы

3.7 Негізгі технологиялық процестердің суреттемесі

Электролиз теориясы балқытпа құрылымы туралы көрсетілімдермен және электролиттің құрамдас бөліктерінің ыдырау кернеуінің шамасы туралы мәліметтермен негізделеді.

Ыдырау кернеуі – ол жоғарылатқанда анод пен катодтағы өнімдерді бөле

тұра ұзақ электролиз басталатын ең төмен кернеу [5]. Басқа сөзбен айтқанда, ыдырау кернеуі – ол тепе-теңді электродты потенциалдардың айырмасы. Элементтердің қосылуының ыдырау реакциясын қарастырайық:



Мұнда ыдырау кернеуі A гальваникалық тізбектің ЭҚК - электрқозғалу күшіне тең.

$$A|A_n X_m| X$$

және 3.1. реакцияның Гиббс энергиясының өзгеруінен есептеп шығаруға болады:

$$E^0_t = -\Delta_r G^0_T / nF,$$

мұндағы $\Delta_r G^0_T$ – сәйкес химиялық реакцияның Гиббс энергиясының өзгеруі;
 n – валенттіліктің өзгеруі;
 F – Фарадей саны;
 E^0_t - гальваникалық элементтерді стандартты ЭҚК-і.

Гиббс энергиясының өзгеруі Гиббс теңдеуінен анықталады:

$$\Delta_r G^0_T = -\Delta_r H^0_T - T \Delta_r S^0_T, \quad (3.2)$$

мұндағы $\Delta_r H^0_T$ – химиялық реакция кезіндегі энтальпияның өзгеруі, Дж;
 $\Delta_r S^0_T$ – химиялық реакция кезіндегі энтропияның өзгеруі, Дж/К.

Реакцияның энтальпиясы мен энтропиясының өзгеруі бастапқы заттардың реакция өнімдерінің сәйкес шамалары сомасын шегергендегі осы шамалар сомасы ретінде анықталады, яғни 3.1 формуланы былай деп жазуға болады:

$$\Delta_r H^0_i = n \Delta_f H^0_A + m \Delta_f H^0_X - \Delta_f H^0_{A_n X_m},$$

$$\Delta_r S^0_i = n S^0_A + m S^0_X - S^0_{A_n X_m}.$$

Бұл жерде – $\Delta_r H^0_i$ – реакцияның i -го қатысушысының құрылуы барысында стандартты энтальпияның өзгеруі; S^0_i – реакцияның i -го қатысушысының стандартты абсолюттік энтропиясы. Әр-түрлі температурадағы жеке заттардың термодинамикалық құрамы әдебиетте келтірілген. 3.6 кестедегі алюминий электролизінде қолданатын заттарға арналған термодинамикалық мәліметтер келтірілген.

3.6 Кесте – Алюминий электролизі кезіндегі қолданатын заттар үшін термодинамикалық мәліметтер

Зат	кДж/моль	Температура, К		
		1200	1300	1400
Al (с)	0	41,860/79,423	45,035/81,964	48,210/84,317
C (кр.гр)	0	17,262/25,520	19,588/30,381	21,960/32,138
F2(г)	0	40,913/251,248	44,682/254,264	48,473/257,073
Сb(г)	0	42,144/273,388	45,880/276,378	49,624/279,152
Na (с)	0	35,717/99,785	38,689/102,163	41,733/104,419
Na (г)	0	24,943/182,552	27,022/184,215	29,100/185,756
O2 (г)	0	38,447/249,904	42,031/252,774	45,646/255,453
Al2O3 (к)	-1663,563	113,287/203,332	126,115/213,600	139,109/223,228
NaF (к, с)	-547,210	59,923/127,974	100,997/160,424	108,077/165,619
AlF3 (к)	-1504,218	99,353/189,175	109,695/198,085	120,136/206,362
Na3AlF6 (к, с)	-3310,050	289,778/611,026	435,511/725,027	474,611/754,003
AlF (г)	-265,400	41,148/264,036	44,885/267,028	48,634/269,806
Al4C3(к)	-201,960	163,818/306,569	182,636/321,629	201,822/335,846
CaF2(к)	-1225,085	86,361/179,916	96,889/188,341	109,373/197,573
MgF2 (к)	-1120,295	78,923/161,024	87,111/167,577	95,354/173,686
CO (г)	-113,812	37,098/240,570	40,535/243,321	44,010/245,896
CO2(г)	-393,142	53,848/279,283	59,524/283,826	65,273/288,086
CF4(г)	-927,230	93,230/379,305	103,417/387,459	113,687/395,069
NaCl (с)	-410,810	92,316/177,975	99,106/183,410	105,896/188,441

Ескеру – Алым – ($\Delta H^\circ - \Delta H^\circ$), кДж/моль; бөлгіш – S° , кДж/моль*К. Кестеде келесі қысқартулар қолданған: с – сұйық, кр. Гр. – графит кристаллы, г – газ, к – кристаллдар.

3.7.1 Сазбалшықтың ыдырауы

Сазбалшықтың ыдырау кернеуі анодтың жасалған материалына байланысты [6]. Материалдың оттегіне инертті анод ретінде қолдану кезінде сазбалшықтың ыдырау кернеуі реакцияның Гиббс энергиясының өзгеруімен анықталады

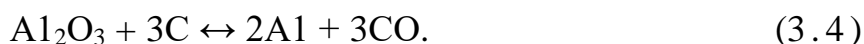


және мынаны құрады:

T, К	1200	1223	1273	1300
$E^\circ_T, В$	2,237	2,224	2,195	2,18

Мұндай қазіргі уақытта белгілі материалдарға жоғары құны олардың өндірісте пайдалану мүмкіндігін алып тастайтын ферриттар мен нетриттар жатады.

Тәжірибеде көмірлік анод пайдаланады және сазбалшықтың ыдырауы көмірлік анодтың қатысуымен жүзеге асады. Бұл жағдайда сазбалшықтың ыдырау кернеуі $A_r G^\circ_r$ реакциясымен анықталады:



Осы реакцияларға арналған термодинамикалық есептемелер кестеде көрсетілген. Есептемеде қатты сазбалшыққа арналған мағлұматтар падаланылған. Алайда қаныққан ерітіндідегі сазбалшықтың химиялық потенциалы қатты күйге де тең. Осыған байланысты алынған мәліметтерді электролиттегі сазбалшықтың қаныққан ерітіндісіне де пайдаланылуына болады, қаныққан күйдегі сазбалшықтың күйі стандарт ретінде қабылданады.

3.7 Кесте - Реакциялар үшін термодинамикалық есептеулер

Қасиет	Температура, К			
	1200	1223	1273	1300
	$Al_2O_3 + 1.5C \leftrightarrow 2Al + 1.5CO_2$			
$\Delta_r H^\circ, \text{кДж}$	1099,162	1098,827	1098,102	1097,709
$T \Delta_r S, \text{кДж}$	397,990	405,270	421,098	429,644
$\Delta_r G^\circ, \text{кДж}$	701,172	693,557	677,004	668,065
$E^\circ_{T,B}$	1,211	1,198	1,169	1,154
	$Al_2O_3 + 3C \leftrightarrow 2Al + 3CO$			
$\Delta_r H^\circ, \text{кДж}$	1352,068	1351,345	1349,772	1348,923
$T \Delta_r S, \text{кДж}$	709,997	722,853	750,800	765,892
$\Delta_r G^\circ, \text{кДж}$	642,071	628,492	598,972	583,031
$E^\circ_{T,B}$	1,109	1,085	1,034	1,007

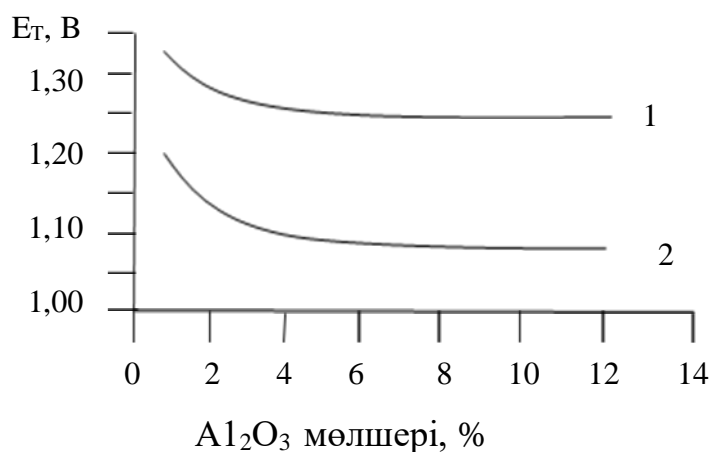
Өндірістік электролиттерде сазбалшықтың концентрациясы 2 мен 6 % арасында теңселіп тұрады және қаныққан күйге дейін ешқашан жетпейді. Мұндай жағдайда ыдырау кернеуі Нернст теңдеуімен сипатталады:

$$E_T = E^\circ_T - \ln a \frac{RT}{nF} \quad (3.5)$$

мұндағы E°_T - электролиттегі сазбалшықтың қаныққан ерітіндісіндегі ыдырау кернеуі, В;
 T – температура, К;

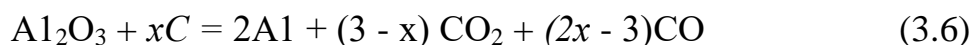
a – сазбалшықтың белсенділігі.

Na_3AlF_6 — Al_2O_3 жүйесіндегі сазбалшықтың белсенділік кернеуін білетұра сазбалшықтың ыдырау кернеуін олардың реакциялары үшін концентрациясына тәуелділігін есептеп шығаруға болады.



3.2 Сурет - Na_3AlF_6 — Al_2O_3 жүйесіндегі сазбалшықтың белсенділік кернеуінің концентрациясына тәуелділігі, 1223 К

Өндірістік электролиздерінің кезінде анодты газдары CO_2 және CO құрайды, яғни электролиздердегі жалпы реакциясы (3.3) және (3.4) реакцияларынан тұрады. Осы реакциялардың қайсысы басым болатыны электролиздің жағдайына (температурасына, электролит құрамына және тағы басқаға) байланысты. Жалпы реакцияға қатысатын көмірдің мольдер саны ауыспалы шама болып келеді және жалпы реакциясын



түрінде жазуға болады. 3.6 реакциясын үш реакцияның сомасы ретінде көрсетуге болады:

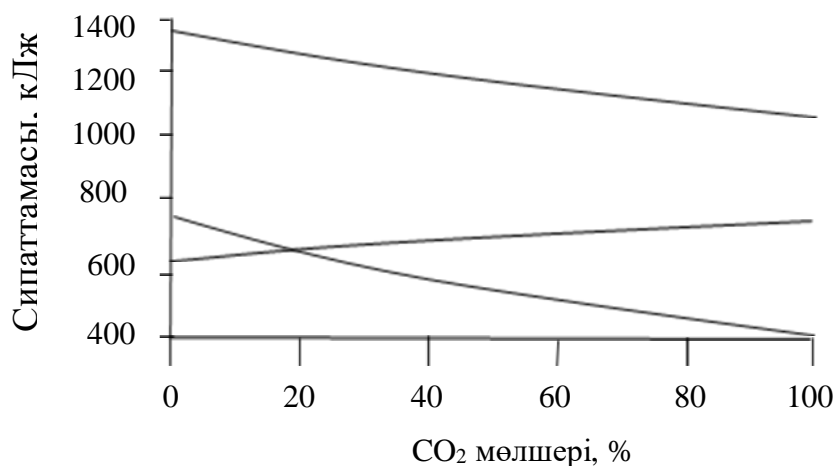


Сонда 3.6 реакцияның термодинамикалық құрамын былай есептеп шығаруға болады:

$$\Delta_r H_{(3.7.5)} = \Delta_r H_{(3.7.6)} + (3-x) \Delta_r H_{(3.7.7)} + (2x-3) \Delta_r H_{(3.7.8)},$$

$$\Delta_r S_{(3.7.5)} = \Delta_r S_{(3.7.6)} + (3-x) \Delta_r S_{(3.7.7)} + (2x-3) \Delta_r S_{(3.7.8)}.$$

Электролиздің (950 °С) температурасында анодты газдарға байланысты Na_3AlF_6 — Al_2O_3 жүйесінің қаныққан сазбалшықпен балқытуға арналған $\Delta_r H_{(3.7.5)}$, $T\Delta_r S$, $\Delta_r G_{(3.7.5)}$ мәні 3.3. суретінде көрсетілген.



3.3 Сурет - Анодты газдардың құрамына ($^a\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$; $T = 1223 \text{ K}$) 3.7.5 реакцияның термодинамикалық қасиеттерінің тәуелділігі

Мұндай жағдайда ыдырау кернеуі тына теңдеумен сипатталады:

$$E^\circ = 1,086 + 1,874 * 10^{-3} x - 7,723 - 10^{-6} x^2,$$

мұндағы x — CO_2 , % (көл.) құрамы.

Сонда концентрациясының өзгеруінде 2 ден 8%- ге дейінгі сазбалшыққа және Na_3AlF_6 — Al_2O_3 жүйесіндегі ыдырау кернеуі 60 % CO_2 және 40 % CO анодтық газдардағы құрылымы 950 °С температурасында орта есеппен 1,296 ден 1,200 В-ке дейін төмендейді.

3.7.2 Фторидтің ыдырауы

Өндірістік электролиттер құрамына кіретін таза қоспаларға арналған ыдырау кернеуінің мәні төмендегі кестеде келтірілген. Осы көрсетілгендей ($t = 950 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{KO} = 3,0$) алюминий электролизі жағдайында ең аз ыдырау кернеуіне реакция (II) ие болады. Алайда бұл шама да 3.6 реакциясы бойынша сазбалшықтың ыдырау кернеуінен 1,16-1,25 В- ке жоғары. Сөйтіп,

электролиздің қалыпты жағдайында сазбалшықтың ыдырауы жүзеге асады: катодта алюминий бөлінеді, ал анодта оттегі иондары тотығады.

Алайда, төменде көрсетілгендей, катодтағы алюминий мен натрийдің және анодтағы оттегі мен фтордың бірлесуінің мүмкіндігі де қарастырылады.

3.8 Кесте - Әр түрлі температура кезінде электролит компоненттерінің ыдырау кернеуі (E°, В)

Реакция	Температура, К				
	1200	1223	1273	1300	-4223
$AlF_3 = Al + 1,5F_2$	4,112	4,098	4,067	4,050	4,372
$AlF_3 + 0,75C = Al + 0,75CF_4$	2,193	2,182	2,157	2,144	2,456
$NaF = Na + 0,5F_2$	4,673	4,658	4,626	4,608	4,748
$NaF + 0,25C = Na + 0,25CF_4$	2,754	2,742	2,716	2,702	2,832
$Na_3AlF_6 + 0,75C = Al + 3NaF + 0,75CF_4$	2,564	2,554	2,532	2,520	2,559
$NaCl = Na + 0,5Cl_2$	3,161	3,147	3,118	3,102	-
$NaCl + 0,25C = Na + 0,25CCl_4$	3,339		3,320	3,313	-
$CaF_2 = Ca + F_2$	4,785	4,763	4,714	4,688	4,969
$CaF_2 + 0,5C = Ca + 0,5CF_4$	2,866	2,847	2,805	2,782	3,052
$MgF_2 = Mg + F_2$	4,719	4,705	4,674	4,657	4,499
$MgF_2 + 0,5C = Mg + 0,5CF_4$	2,801	2,789	2,764	2,751	2,995
$LiF - Li + 0,5F_2$	3,824	3,790	3,716	3,676	-
$LiF + 0,25C = Li + 0,25CF_4$	3,282	3,275	3,260	3,251	-

Ескеру - E₁₂₂₃, - криолитте белсенділігін есепке алып электролит компоненттерінің ыдырау кернеуі

3.7.3 Негізгі электродтық реакциялар

Қазіргі заман көзқарасы бойынша криолит- сазбалшықты балқытулар Na⁺ катиондары мен AlOF_x^{1-x} оксифторидты иондарынан құрылады [7-8]. Ең қарапайым түрде криолит пен сазбалшықтың өзара әрекеттесуі мына реакциямен сипатталады:

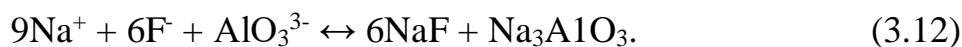


Тоқты 99%- ға тасымалдау Na⁺ иондарымен жүзеге асады. Разрядқа оксифторидті кешенді иондар шалдығады. Электродты процестер келесілермен тамәмдалады. NaAlO₂ тоғыз молінің құрылуына тең электролитте ерітілген үш моль сазбалшық бар деп ойлайық .

Катодты процесс оксифторидты иондардың бұзылуына, алюминийдің бөлінуіне, жиналуына және катодқа жақын F⁻ және AlO₃³⁻ ион қабаттарында жиналуы.

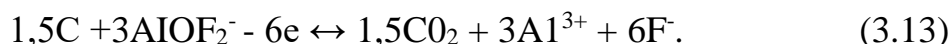


Тоқтың катодке тасымалдау нәтижесінде Na^+ иондарының алтауы сәйкес келгендіктен және үш Na^+ ионы 3NaAlOF_2 ыдырауынан қалатындықтан катодқа жақын қабаттың құрамының өзгеруін фторид пен алюминат натридің жиналуы ретінде көрсетуге болады:



Осы жерде бір айта кететін жай бұл қосындылардың молекулалары құрылмайды, ал сәйкес иондарға жиналатынын.

Оксифторидті иондардың бұзылып, CO_2 құрылуы нәтижесінде алынған көмірлі анодта O разрядына шалдығады және 3Al^{3+} пен 6F^- иондары жиналады:



Аз қозғалатын AlOF_2^- аниондары іс жүзінде тоқты тасымалдауда қатыспайды және анодта қалып қояды. Егер тоқ тасымалдау кезінде анализтен алты ион Na^+ кетсе, онда қалғаны алты AlOF_2^- иондары, онда да оның үшеуі (3.7.11) реакциясы бойынша разрядталып кетті, ал үшеуі анализте қалды.

Сонда анодтың қасындағы құрамның өзгеруін былай деп жазуға болады:



Электролиз нәтижесінде катод қасындағы қабат натрий фторидіне, ал катод қасындағы – алюминий фторидіне толады.

Өндірістік электролиз жағдайында газ бөліну нәтижесінде анодта анолит пен католиттің араласуы болады және электролит құрамы түзуленеді:



Сөйтіп, электролиз процесі электролиттің сазбалшықтың бір молі алып тасталуымен тәмамдалады, өйткені процеске барлығы Al_2O_3 -дің үш молі қатысқан, ал нәтижесінде сазбалшықтың екі молі қалды: біреуі – (3.14) реакциясы бойынша, ал екіншісі – (3.15) бойынша.

3.8 Технологиялық процестердің есептері

3.8.1 Технологиялық жобалау үшін берілген мәліметтер

Өнімділік - 100 000 т/жыл.

Ток шығымы – 93 %.

Ваннадағы ток күші - 320 000 А .

Анодты ток тығыздығы - 0,71 А/см².

Ваннадағы орташа кернеу - 4,2 В.

3.8.2 Электролизердің конструктивті есептеуі

Электролизердің конструктивті есептеуі анодтың өлшемін есептеуден басталады және электролизердің негізгі өлшемдерін анықтауға қызмет етеді [9-10].

Токтың күшін және анодты токтың тығыздығын біліп анод ауданын оңай анықтауға болады, см²:

$$S_a = I/i_a = 320000/0.714 = 448179,27.$$

Күйдірілген анодты электролизерге арналған анод 1600*700*550 мм өлшемді блоктардан тұрады. Қажетті анод санын есептейік

$$N = S_a/S_{1a} = 160 * S_a / 70 = 40.$$

Блок арасы ұзынынан $a = 50$ мм, блоктар қатар арасы $b = 250$ мм қашықтықта. Мұндағы анод массивінің ұзындығы мен ені, см:

$$A_a = 70 + (-1) * a = 70 + (-1) * 5 = 1495,$$

$$B_a = 2 * 160 + b = 2 * 160 + 25 = 345.$$

Бүйірдегі қабырғаға дейін қашықтықты біліп шахтаның ішкі өлшемдерін есептейді. «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ дағдысын ескеріп анод ұзынынан жағынан бүйірдегі футеровкаға дейін қашықтықты $c = 310$ мм, және де бүйіржақ анод қашықтықты $d = 420$ мм қабылдаймыз.

Мұнда электролизердің шахтасының ішкі өлшемдері, мм:

$$B_{ш} = B_a + 2 * c = 345 + 2 * 310 = 4070,$$

$$L_{ш} = A_a + 2 * d = 1495 + 2 * 420 = 15790.$$

Шахтаның тереңдігі технологиялық алюминий деңгейі h_m , электролит деңгейі h_3 және шахтадағы электролит қабығының сазбалшықпен h_r жиынтығы арқылы анықталады:

$$H_{ш} = h_m + h_3 + h_r.$$

Ваннаның подинасын есептейік. «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ 3420*515*450 мм өлшемді катодты блоктарды шығарады, онда a , b , c – блоктың ұзындығы, ені және биіктігі. Мұнда блоктардың саны осылай анықталады:

$$N_b = L_{ш} / b_b + 40 = 15790 / 515 + 40 = 28,$$

мұндағы 40 – блок арасы жіктің ені.

Катодты қаптаманың өлшемдері шахтаның геометриялық өлшемдерімен және тежеу материалдың қалыңдығымен анықталады. Ол қалыңдығы 200 мм және шамот құюмен 40 мм және болат қаптамасы 10 мм көмір блоктардан тұрады. Мұнда катодты қаптаманың ұзындығы мен ені, мм:

$$L_{\text{кап}} = L_{\text{ш}} + 2*(200 + 40 + 10) = 15790 + 2 * 250 = 16290,$$

$$B_{\text{кап}} = B_{\text{ш}} + 2*(200 + 40 + 10) = 4070 + 2*250 = 4570.$$

Ваннаның шахтасының подинасы катодты блоктардан тұрады, биіктігі 450 мм, көмір тығырық жастығы 40 мм, 126 мм екі қатар шамот кірпіші, 195 мм шамот жеңілсалмақты үш қатар, табақ асбесті - 10 мм, шамот құюмен - 50 мм и болат қаптамасы - 10 мм. Мұнда катодты қаптаманың биіктігі:

$$H_{\text{ш}} = 1460 + 450 + 40 + 2*126 + 3*195 + 10 + 50 + 10 = 2857 \text{ мм.}$$

3.8.3 Электролизердің материалдық балансы

Электролизерге сазбалшық, күйдірілген анодтар және фторлы тұздар салынады. Электролиз процессінің барысында алюминий және анодты газдар пайда болады. Электролиттің булануы мен вентиляциялы газдармен шаңның кетуі нәтижесінде процесстен фторлы қосылыстар мен сазбалшықтың бір бөлігі тұрақты түрде шығады.

3.8.3.1 Материалдардың кірісі

Электролизерге материалдар кірісі бір кг алюминийге шығындалатын шикізаттың көлеміне және электролизердің сағатына өнімділігіне қарап есептеледі (3.9 кесте).

3.9 Кесте - Материалдар шығыны

Материал	Шығын, кг/кг Al
Al ₂ O ₃	1,93
Анод	0,545
Фторлы тұздар,	
AlF ₃	0,022
CaF ₂	0,001
Криолит	0,001
Ток шығымы, %	93

Электролизер өнімділігі:

$$P_{Al} = P_{Al} = \frac{I * q * n}{1000} = \frac{320000 * 0.3354 * 0.94}{1000} = 99,82 \text{ кг*сағ},$$

мұндағы I – электролизер ток күші, А;
 η – алюминийдің ток шығымы, бірліктер үлесі;
 $q = 0,3354$, электрохимиялық коэффициент, г/А*сағ.

Енді материал кірісін келесі формулалар арқылы есептеуге болады:

$$P(Al_2O_3) = P_{Al} * p_r = 99,82 * 1,93 = 192,65 \text{ кг},$$

$$P_a = P_{Al} * p_a = 99,82 * 0,545 = 54,4 \text{ кг},$$

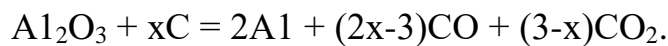
$$P_{\phi} = P_{Al} * p_{\phi} = 99,82 * 0,024 = 2,4 \text{ кг},$$

мұндағы p_r, p_a, p_{ϕ} - сазбалшық, анод және фторлы тұздар, кг/кг алюминийге.

3.8.3.2 Материалдардың шығыны

Материал шығынына кіреді:

- алюминий. Өнімділікпен анықталады және P_{Al} тең, кг/сағ;
- анодты газдар. Анодты газдардың мөлшерін жиынтық реакциядан есептейді



Содан CO және CO₂ мөлшері, кмоль/сағ, анықталады:

$$M_{CO} = (N_{CO}/2 - N_{CO}) * P_{Al}/18 = (0,4/2 - 0,4) * 99,82/18 = 1,386,$$

$$M_{CO_2} = (N_{CO_2}/1 + N_{CO_2}) * P_{Al}/18 = (0,6/1 + 0,6) * 99,82/18 = 2,08,$$

мұндағы N_{CO_2} және N_{CO} - CO және CO₂ мольдік үлесі.

Осыдан CO және CO₂ мөлшері, кг/сағ, анықталады:

$$P_{CO} = M_{CO} * 28 = 1,386 * 28 = 38,8,$$

$$P_{CO_2} = M_{CO_2} * 44 = 2,08 * 44 = 91,52.$$

Көміртегі шығыны келесідей есептеледі:

$$\Delta P_c = P_a - P_c$$

мұндағы P_c – газдармен шығындалған көміртегі мөлшері , кг .

$$P_c = (M_{(CO)} + M_{(CO_2)}) * 12 = (1,386 + 2,08) * 12 = 41,592.$$

$$\Delta P_c = P_a - P_c = 54,4 - 41,592 = 12,808 \text{ кг}$$

Шаң түрінде сазбалшық шығыны мен механикалық шығындар:

$$\Delta P(Al_2O_3) = P(Al_2O_3) - P(Al_2O_3)_{(теор)},$$

$$P(Al_2O_3)_{(теор)} = 1,89 * P_{Al} = 99,82 * 1,89 = 188,66 \text{ кг},$$

$$\Delta P(Al_2O_3) = 192,65 - 188,66 = 3,99 \text{ кг}.$$

Возгон және газ түрінде, вентиляция жүйесімен шығарылған, көмір көбігімен және подинаны шылқыту үшін фторлы тұздар шығыны фторлы тұздар кірісімен тең етіп қабылдайды.

Материалды баланс нәтижелері төмендегі кестеде көрсетілген.

3.10 Кесте - Материалдық баланс

Кіріс	Кг/сағ	%	Шығын	Кг/сағ	%
Сазбалшық	192,65	77,26	Алюминий	99,82	40,03
Фторлы тұздар	2,4	0,963	Сазбалшық шығыны	3,99	1,6
Күйдірілген анодтар	54,4	21,82	Анод қалдықтары мен тотыққан анодтар қалдықтары	12,808	5,14
			Газдар: CO	38,8	15,56
			CO2	91,52	36,7
			Фторлы тұздар	2,41	0,97
Барлығы	249,45	100,043		249,348	100
Үйлеспеушілік	0,303	0,043			

3.8.4 Ошиновканың есебі

Ошиновка есебі электролизердің токөткізетін өткізгіштердің қиық пен ені анықтауға негізделген.

Алюминий шинасы үшін есептік ток тығыздығын таңдаймыз

$$D_{\text{ЭК}}=0,25\text{A/мм}^2.$$

Электролизер үшін шинасымның тілігі тең, мм²:

$$S_{\text{ш}}=I/ d_{\text{ЭК}}=320000/0,25=1280000.$$

Шиносымның құрамында шиналар саны:

$$N= S_{\text{ш}}/S_{1\text{ш}}=1280000/(550*160)=14,5,$$

мұндағы $S_{1\text{ш}}(550*160)$ - бір алюминий шинаның тілігі.

Катодты білікті алюминий шинамен қосатын алюминий ленталардан тұратын қаптың кесіндісі тең, мм²:

$$S_{\text{н}}=I/ (d_{\text{ЭК}}*n_6)=320000/0,25*28=45714,2857,$$

мұндағы $n_6=28$ – катодты блоктар саны.

Қаптағы лента санын бір лентаның кесіндісін біліп оңай анықтауға болады. Мыс лента үшін $S_{1\text{л}} = 100 * 1$. Осыдан:

$$N_{\text{л}}=S_{\text{н}}/S_{1\text{л}}=45714,2857/100=457,142857.$$

3.8.5. Вананың электрлік есебі

Электрлік баланстың есебі электролиз сындарлы элементтері кернеуінің түсуін анықтаудан, электролиттерден және поляризация кернеуінен тұрады.

Электролиз тәжірбиесінде кернеудің үш түрі ажыратылады:

- орта кернеу U – өзіне кернеудің түсуінің барлық түрлерін, сонымен қатар анодтық нәтижеден кернеудің орташа жоғарылауын және жалпытоптамалық жабдықтауда кернеудің түсуін қосады;

- U_p жұмыс кернеуі – бұл ваннадағы вольтметр көрсеткіштермен анықталатын нақты кернеу, яғни жалпытоптамалық жабдықтауда кернеудің түсуін және анодтық нәтижеден кернеудің орташа жоғарылауын есептемегендегі орта кернеу;

- $U_{гр}$ қыздыратын кернеуі – электролизердағы барлық қыздыратын элементтердегі кернеудің құлауын есепке алады, яғни ол қоршаған ортаға кететін жылуды есептейтін жоғарғы бет көлемінің ішінде болады. Ол өзіне поляризация кернеуін де қосады.

Келесі белгілерді енгіземіз: E – поляризация кернеуі, В; $\Delta U_{эл}$ – электролиттегі кернеудің құлауы, В; ΔU_a – анодтағы кернеудің құлауы, В; ΔU_k – катодтағы кернеудің құлауы, В; $\Delta U_{ош}$ – ваннаны жабдықтаудағы кернеудің құлауы, В; $\Delta U_{а.э.}$ – анодтық әсерлер есебінен кернеудің құлауының жоғарылауы, В; ΔU_c - жалпытоптамалық жабдықтаудағы кернеудің құлауы, В. Мұнда былай жазуға болады:

$$U = E + \Delta U_{эл} + \Delta U_a + \Delta U_k + \Delta U_{ош} + \Delta U_{а.э.} + \Delta U_c,$$

$$U_p = E + \Delta U_{эл} + \Delta U_a + \Delta U_k + \Delta U_{ош},$$

$$U_{гр} = E + \Delta U_{эл} + \Delta U_a + \Delta U_k + \Delta U_{а.э.}$$

Поляризация кернеуі. БРАМИ (Бүкіл Ресейлік алюминилі–магнийлік институтта электролиз температурасымен (950-960°C) поляризация кернеуін есептеу үшін эмпириялық теңдеу ұсынылған:

$$E = 1,13 + 0,37 * i_a = 1,13 + 0,37 * 0,714 = 1,39 \text{ В},$$

мұндағы i_a – токтың анодты тығыздығы, А/см².

Анодтың көмірлі жағында кернеудің құлауы келесі формуламен есептеледі:

$$\Delta U_{көм} = I \rho l / S n_n n_b,$$

мұндағы ρ – көмір блоктардың меншікті электркедергісі, Ом*см;

S – бір блоктың орта кесіндісі, см;

l – ток жолының ұзындығы, см;

n_n – бір блоктағы ниппельдер саны, дана;

n_b – анодты массивте блоктар саны, дана,

$\rho = 0,0055$ Ом*см (зауыт дағдысының мәліметтері).

$$l = \frac{(h_{cp} + h_r) * D_r + (h_{cp} - \frac{h_n}{2}) * (b - D_r)}{D_r}.$$

$h_{cp} = \frac{H - h_r}{2} + h_r$ - ұя тереңдігінің жиынтығы $h_c = 11,5$ см және жұмысшы орта биіктігі

Блок бөлшектері $H - h_r / 2 = (55 - 11,5) / 2 = 21,5$ см. Мұнда

$$h_{cp}=21,5+11,5=33,25 \text{ см,}$$

$$D_r=18 \text{ см, } b=70 \text{ см.}$$

S – шойын құйындысының орта тілігі:

$$S_1= S_1+ S_2/2 \text{ тең,}$$

$$S_2=ab \text{ см}^2.$$

Өндірістік дағдының мәліметтерін қолданамыз

$h_c=1,5\text{см, } H=55\text{см, } h_r= 11,5 \text{ см, } h_n= 10\text{см, } D_r= 19 \text{ см, } b=70\text{см, } a=160\text{см, } b=70\text{см, } n_n=4, n_b=40.$ Онда

$$h_{cp} = \frac{55 - 11.5}{2} + 11.5 = 33.25 \text{ см,}$$

$$I = \frac{(33.25 + 11.5) * 19 + (33.25 - \frac{10}{2}) * (70 - 19)}{70} = 32.73 \text{ см,}$$

$$S_1 = (\frac{3.14 * 19}{4} + 3.14 * 19 * 11.5) * 1.5 = 1454 \text{ см}^2,$$

$$S_2=160*70=11200 \text{ см}^2,$$

$$S = \frac{1454 + 11200}{2} = 6327 \text{ см,}$$

$$\Delta U_k = \frac{320000 * 0,0055 * 32,73}{6327 * 4 * 40} = 0,056 \text{ В.}$$

Ниппель анод байланысында кернеу құлауы

$$\Delta U_{нп} = I_p / S_{нп} n_b$$

мұндағы S – байланыстың орта кесіндісі, см^2 .

$$S=(S_1+F_{н.п.})/2,$$

мұндағы $S_1= +\pi D_n h_n$ ниппельдің толық беті, см^2 ,

$F_{н.п.}= +\pi D_r h_r$ ниппель ұясының толық беті, см^2 .

Себебі $D_n=16,5\text{см, } h_n=10\text{см, } D_r=19\text{см, } h_r=11,5\text{см,}$ Мұнда

$$S_1 = \frac{3,14 * 16,5^2}{4} + 3,14 * 16,5 * 10 = 731,82 \text{ см}^2,$$

$$F_{н.н} = \frac{3,14 * 19^2}{4} + 3,14 * 19 * 11,5 = 969,3 \text{ см}^2,$$

$$S = \frac{731,82 + 969,3}{2} = 850,56 \text{ см}^2,$$

$$\text{мұндағы } \Delta U_{на} = \frac{320000 * 0,0055}{850,56 * 4 * 40} = 0,013 \text{ В}.$$

С) Кронштейн - ниппель және штанга - кронштейн байланыстарында кернеу құлауы электролизерді қолдану тәжірибесінен қабылданады

$$\Delta U_{к.н.} + \Delta U_{ш.к.} = 0,006 \text{ В}$$

Д) Ниппельдегі кернеу құлауы Ом заңымен саналады:

$$\Delta U_n = I \rho_n l / S_n n_6,$$

мұндағы ρ_n – ниппельдің меншікті электркердегісі,

$$\rho_n = 0,0000624 \text{ Ом} * \text{см},$$

$$l \text{ – ниппель ұзындығы, } l = 36,8 \text{ см},$$

$$S = \pi D_n^2 / 4 \text{ – ниппельдің көлденең кесіндісінің ауданы, см}^2.$$

$$S = 3,14 * 16,5^2 / 4 = 213,72 \text{ см}^2$$

Яғни,

$$\Delta U_n = \frac{320000 * 0,0000624 * 36,8}{213,72 * 4 * 40} = 0,021 \text{ В}.$$

Е) Кронштейнде кернеу құлауы формуламен анықталады

$$\Delta U_{кр} = \frac{I \rho l}{4 S_{\max} n_6},$$

Мұндағы $l = 100 \text{ см}$ – кронштейн ұзындығы;

$$S_{\max} = S_{\min} = 213,72 \text{ см}^2;$$

$$\rho = 0,00039 \text{ Ом} * \text{см}$$

Онда

$$\Delta U_{кр} = 320000 * 0,000039 * 100/4 * 213,72 * 40 = 0,036 В$$

Ғ) Алюминий штангасында кернеу құлауы тең

$$\Delta U_{ум} = \frac{I\rho l}{4S_{\max} n_6},$$

мұндағы $l = 200$ см – штанганың орташа жұмысшы ұзындығы, см;

$$S = 213,72 \text{ см}^2,$$

$$\rho = 0,000039 \text{ Ом} * \text{см}.$$

$$\Delta U_{ум} = \frac{320000 * 0,000039 * 200}{40 * 213,72} = 0,029 В.$$

Сонда күйдірілген анодтағы жалпы кернеу құлауы тең:

$$\Delta U_a = \Delta U_{к.ом} + \Delta U_{на} + \Delta U_{к.н.} + \Delta U_{ш.к.} + \Delta U_{н} + \Delta U_{кр} + \Delta U_{шт} = 0,056 + 0,013 + 0,006 + 0,036 + 0,021 + 0,0293 = 0,1613 В$$

1) Электродиттегі кернеу құлауын Форсблом Г. В. және Машовец В. П. формуласымен есептейді:

$$\Delta U_{эл} = \frac{I\rho l}{S_a + 2(A + B)(2,5 + l)}.$$

мұндағы ρ – электролиттің меншікті электркердегісі,

$$\rho = 0,54 \text{ Ом} * \text{см},$$

l – полюсаралық қашықтық,

$l = 5$ см, S_a – анод массивтың ауданы, см²;

$$S_a = 448179,27 \text{ см}^2,$$

P – анодты массивтің периметрі.

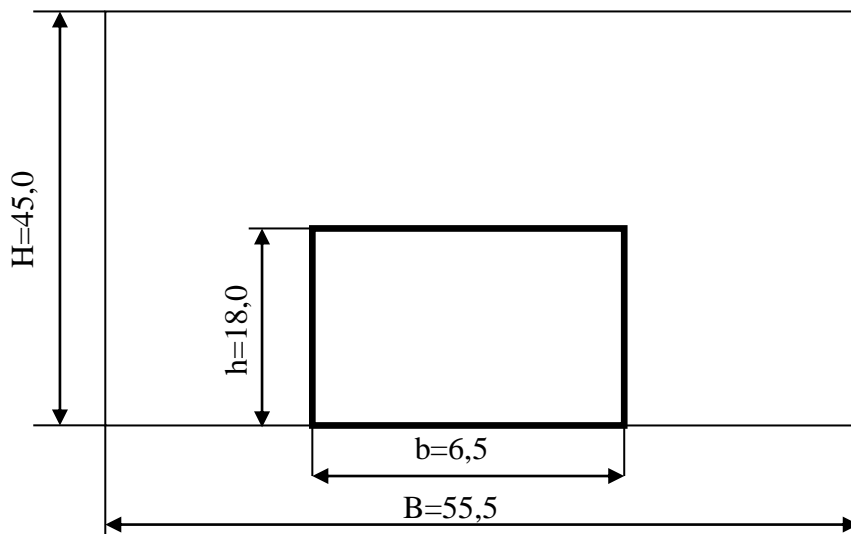
$$P = 160 * 4 + 70 * 40 = 3440 \text{ см}.$$

$$\Delta U_{эл} = \frac{320000 + 0,54 * 5}{448179,27 + 3440 * (2,5 + 5)} = 1,72B,$$

4) Катодты құрылғыда кернеу құлауы

Катодты құрылғыда кернеу құлауын есептеу көмір блокта кернеу құлауы мен катодты біліктің бітелген бөлігінен тұрады. Коробов подианың көмір бөлігінде кернеу құлауын есептеу үшін теңдеу шығарған:

$$\Delta U_{көм} = \rho i_a (2,5 + 0,92H + (-1,1h) + \frac{132}{b})$$



3.4 Сурет - Катодты блоктың эскизі

$\rho = 0,005 \text{ Ом*см}$, сурет 3.8.5.2 мәліметтерін ескеріп, аламыз

$$\Delta U_{көм} = 0,005 * 0,714 * (2,5 + 0,92 * 45 + (-1,1) * 18 + 132 / 6,5) = 0,159B$$

Катодты біліктегі кернеу құлауы Коробова М. А. Басқа формуласымен анықталады:

$$\Delta U_k = [L_{кел} \rho + 10^3 + 3,83 + 10^{-2} A^2 + 2,87 a^3 \sqrt{a}] \left(\frac{B}{S} \right)$$

мұндағы $L_{кел}$ – блок бойынша токтың келтірілген жолының ұзындығы, см

ρ – блоктың меншікті электркедергісі,

$\rho = 0,005 \text{ Ом*см}$,

A – ванна шахтасының енінің жартысы,

$A = 200 \text{ см}$, B – блоктың тігісті есебімен ені,

$B = 55,5 \text{ см}$, S – катодты біліктің көлденең тілігінің ауданы, см^2

$(S = b * h)$, a – настыльдің ені, $a = 41 \text{ см}$.

$$L_{кел}=(2,5+0,92*45+(-1,1)*18+132/6,5)=44,4 \text{ см}$$

$$S = 6,5*18,0=117\text{см}^2.$$

Мұндағы

$$U_{к}=[44,4*0,005*10^3+(3,83*10^{-2}*200^2+2,8741\sqrt[3]{41})55,5/117]*0,714=814\text{мВ}=0,814\text{В}$$

Жалпы

$$\Delta U_{көм}+U_{к} = 0,159+0,814=0,973\text{В}$$

5) Ошиновкадағы кернеу құлауы.

Еритін шина кабының формуласымен есептейді және байланыстағы кернеу құлауын қосады:

$$\Delta U_{ош}=I\rho*L/2S_{\max}$$

Мұндағы

L–қап ұзындығы,

L=80см;

S_{max}–максималды тілік ауданы,

S_{max}= 880см² (бөлім 3.8.4), ρ=0,0000039Ом*см.

$$\Delta U_{ош.экв} = 320000 * 0,0000039 * \frac{80}{2 * 880} = 0,0567\text{В}.$$

Келесі байланыстарда кернеу құлауы қабылданады, В, кесте 3.11:

3.11 Кесте - Байланыстарда кернеу құлауы

Катодты білік - лента	0,006
Катодты лента - катодты шина	0,005
Катодты шина – анодты қадауша	0,003
Анодты қадауша - илгіш қап	0,002
Илгіш қап - анодты шина	0,003
Анодты шина – анод штангасы	0,001
Жалпы	0,02

Ошиновкадағы жалпы құлау болады:

$$U_{ош} = \Delta U_{ош.экв} + 0,02 = 0,0567 + 0,02 = 0,077\text{В}$$

б) Анодты эффект үшін кернеу құлауның жоғарылануы. Формула бойынша есептеледі:

$$\Delta U_{a.э} = \frac{\kappa(U_{a.э} - U_p)\tau_{a.э} * 10^2}{1440}, \text{мВ}$$

мұндағы саны, дана,

к – бір электролизерде тәулікте анодты эффектiлердiң

$k = 0,5$; $U_{a.э.}$ - анодты эффектiң орташа кернеуi,

$U_{a.э.} = 35 \text{ В}$;

U_p – ржұмысшы кернеу,

$U_p = 4,2 \text{ В}$;

$\tau_{a.э.}$ - анодты эффектiң ұзақтығы,

$\tau_{a.э.} = 2 \text{ мин}$; 1440 – тәуліктегі минут саны.

$$\Delta U_{a.э} = \frac{0,5(35 - 4,2) * 2 * 10^2}{1440} = 21,39 \text{ мВ} = 0,02139 \text{ В}.$$

7) Жалпысериялық ошиновкадағы кернеу құлауы.

Дағды мәліметтері бойынша бұл шама - 0,03 В құрайды. Кернеу құлауының нәтижелері электр баланс кестесіне енгізіледі.

3.12 Кесте - Электролизердің электр балансы

Тізбек бөлігі	Кернеу, В
Ыдырау кернеуі	1,39
Анод	0,1613
Электролит	1,72
Катод	0,973
Ошиновка	5,69
Жалпысериялық ошиновка	0,03
Анодты эффектiлер үшін құлаудың жоғарлауы	0,02139
Жылытушы кернеу	4,26
Жұмысшы кернеу	4,32
Орташа кернеу	4,37

3.8.6. Электролизердің жылулық балансы

Электролизердің жылу балансы электролизер мен ортаның арасындағы материалды және энергетикалық алмасуды сипаттайды. Баланс термодинамиканың бастапқы жағына негізделеді немесе, нақты айтқанда, термодинамиканың бастапқы жағында туындайтын Гесса термохимиялық заңында реакцияның жылу нәтижесі жүйенің тек бастапқы және соңғы күйіне байланысты деп айтылған. Сонымен, жылу балансын құру кезінде электролизердің ішінде болатын процесс барысына мән бермеуге де болады, мұндағы маңызды білу керек нәрсе ол: электролизерге қандай заттар және қандай мөлшерде беріледі, соңында қандай заттар және қандай мөлшерде

алынады, электролизде болатын айналуды жүзеге асыруға қанша жылу жұмсалады және айналаға жоғалады.

Жылулық баланс алдын ала қабылданған температураға, мысалы электролиз температурасына, 0°C, 25°C, немесе қоршаған ауа температурасына қарай құрылады. Біз ауа температурасына қарай балансті құрамыз, яғни 30°C, өйткені ол электролизердің энерго- және массаалмасуының ортамен байланысы біршама қисынды: жылу материалдармен бірге келіп түседі және өнімдер мен қалдықтармен бірге шығарылады. Сонымен қатар, стандартты жылу нәтижелері кестесін пайдаланса болады [2]

Осы жағдайда балансты солай жазуға болады:

$$Q_{эл} + Q_{ан} = Q_{ыд} + Q_{мет} + Q_{газ} + Q_{п}$$

$Q_{эл}$ - электрэнергиядан жылу; $Q_{ан}$ – көміртегінің жануы процессінің жылу эффектілері; $Q_{ыд}$ – сазбалшықтың ыдырау жылуы; $Q_{мет}$ - шығарылған металмен кеткен жылу, $Q_{газ}$ – шығатын газдармен кеткен жылу; $Q_{п}$ – қоршаған ортаға кеткен жылу.

Жылу балансының әр тармағын есептейік.

1. Электрэнергиясының жылуы $Q_{эл}$.

2. $Q_{эл} = 3,598 U_{гр} I = 3,598 * 4,26 * 320000 = 4904793,6 \text{ кДж/сағ}$

3. CO мен CO₂ мөлшерін материалдық баланстан біле отырып көміртегінің жану реакциясының жылу эффектісін санауға болады, кДж/сағ:

$$Q_{ан} = P_{CO_2} \Delta H_T^{CO_2} + P_{CO} \Delta H_T^{CO}$$

мұндағы P_{CO} және P_{CO_2} - бөлінетін CO және CO₂ мөлшері, кг/сағ; $\Delta H_T^{CO_2}$ және ΔH_T^{CO} – реакция жылуы (3.13 кесте бойынша).

3.13 Кесте - Реакциялар жылуы

Реакциялар	К	°C	Реакциялар жылуы	
			кДж/моль	кДж/кг
$Al_2O_3 = 2Al + 1,5O_2$	298	25	1669,79	30928
$c + o_2 = co_2$	298	25	393,5	8941
$C + 0,5O_2 = CO_2$	298	25	110,54	3946

$$Q_{ан} = 91,52 * 8983 + 38,8 * 4042 = 978953,76 \text{ кДж/сағ}$$

3. Сазбалшықтың ыдырауы үшін қажет жылуды дәл солай есептейді (кесте 3.8.6.1 және материалды баланс мәліметтері), кДж/сағ:

$$Q_{ан}=99,82*31196=3113984,72$$

онда P_{Al} – электролизердің өнімділігі, кг/сағ.

4. Метал мен анод газдарымен кететін жылуды есептеу жылуұстағыштықтың өзгеруіне қарап жүргізіледі:

$$Q_{мет} = P_{Al} \Delta H_{T_2 Al}^{T_1}, \quad (3.23)$$

$$Q_{газ} = P_{CO_2} \Delta H_{T_2 CO_2}^{T_1} + P_{CO} \Delta H_{T_2 CO}^{T_1}. \quad (3.24)$$

мұндағы P_{Al} – электролизердің өнімділігі, кг/сағ;

$P_{CO_2} \Delta H_{T_2 CO_2}^{T_1}, P_{CO} \Delta H_{T_2 CO}^{T_1}, \Delta H_{T_2 CO_2}^{T_1}$ – алюминийдің

жылуұстағыштықтың өзгеруі,

CO_2 және CO T_1 және T_2 температуралар интервалында, кДж/кг

(3.14 кесте).

3.14 Кесте - Заттардың жылуұстағыштықтарының өзгеруі

Зат	Температура өзгерісі, °С	Жылуұстағыштықтың өзгерісі, кДж/кг	Ескерту
Алюминий	25-950	1393,3	-
CO ₂	25-600	602,5	Газдар электролизерде н шығатын температуралар
CO	25-600	627,6	

Мұндағы

$$Q_{мет}=99,82*1393,3=139079,21\text{кДж/сағ}$$

$$Q_{газ}=91,52*602,5+38,8*627,6=79491,68\text{кДж/сағ}$$

5. Қоршаған айналаға жылудың жоғалуы

Электролизердің құрылмалы элементтерінен айналаға берілетін жылуды беру процесі жылу беретін жоғарғы беттің күрделі конфигурациясына, жоғарғы бетін және сәулелі алмасуды параметрлерін қамтитын газ қозғалысының әртүрлі жағдайларына байланысты әлдеқайда күрделі болып келеді.

Әрекет ететін электролизердің балансынан шығарылған барлық есептемелер ванна бетінің және корпустағы ортаның өлшенген температурасы негізінде жүргізіледі.

Электролизердің құрылмалы элементтерінен жылу жоғалтуды есептеу барысында жылу беретін жоғарғы беттің температурасын білу қажет. Ол үшін әрекет ететін электролизде жүргізілген қабырға мен ауа температурасы өлшемдерінің 3.15 кесте мағлұматтарын пайдаланамыз.

3.15 Кесте - Жылуберу беттерінің мәліметтері

Электролизердің жылу беру беті	Температура, °С(К)		Аудан, м ²	φ, бірлік бөлшегі
	Қабырғаның	Ауаның		
Анод				
Үсті	320	30	44,8	1,0
Сыртқы бүйір беті	300	30	6,3	0,63
Ішкі бүйір беті	330	30	27,4	0
Сазбалшық төгіндісі	180	30	62,4	1,0
Электролиттің ашық беті	960	30	17,58	1,0
Катодты қаптама	ПО	30	121,3	0,8
Блюмстер	166	30	8,2	0,71
Катодты қаптаманың түбі	51	30	84,34	0,76

Электролизердің әр беті үшін жоғалтуларды есептейік.

5.1 Анод бетінен жылу жоғалтулар.

Тұрақталған жылу ағыны кезінде

$$Q_T = Q_K + Q_C$$

мұндағы Q_T – жылу өткізгіштік жоғалтулары, кДж/сағ;

Q_K – конвекция жоғалтулары, кДж/сағ;

Q_C – сәулелендіру жоғалтулары, кДж/сағ.

$$Q_K = \alpha_k (t_c - t_B) F$$

$$Q_C = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_B}{100} \right)^4 \right] \varphi F.$$

мұндағы $\alpha_k = 11.74 \sqrt{t_c - t_B}$ – горизонталды қабырғадан газға конвекциясының жылу беріліс коэффициенті, кДж/(м²*сағ*град); F – беттерге жылу беретін (кесте 3.8.6.3); ε – дененің қаралану дәрежесі, бірлік бөлігі (кесте 3.8.6.4); c_0 – абсолют кара дененің сәулешығару коэффициенті ($c_0 = 20,75$ кДж/(м²*сағ*К⁴); φ – угловой осы сәулелендіретін беттің көршілес беттермен өзара сәулелендіру коэффициенті, бірлік бөлігі (кесте 3.8.6.3); T_c және T_B – сәулелендіретін қабырға мен ауаның абсолют температуралары, К (3.16 кесте).

$$\alpha_k = 11.7^4 \sqrt{(320 - 30)} = 48,28 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ} \cdot \text{град})$$

3.16 Кесте - Түрлі материалдардың қаралану дәрежесі

Материал	t, °C	ε
Абсолют қара дене	-	1,00
Алюминий типыл	225-575	0,039-0,057
Алюминий бұдыр	25	0,055
Алюминий тотыққан	200-600	0,110-0,190
600 иС кезінде тотыққан мыс	200-600	0,570-0,870
600 иС кезінде тотыққан болат	200-600	0,800
Шойын қайранған	830-990	0,600-0,700
600 °C кезінде тотыққан шойын	200-600	0,640-0,780
Көмір	500-900	0,800
Балқыған тұз	-	0,630
Сазбалшық	-	0,800
Шамот кірпіші	20	0,750-0,800
Қызыл кірпіш	20	0,930
Сазбалшықпен көмілген Күйдірілген анодтар	320	0,400
Бетон	300-500	0,790-0,600

Содан

$$Q_K = 48,28 \cdot (320 - 30) \cdot 44,8 = 627253,76 \text{ кДж}/\text{сағ},$$

$$Q_{\text{л}} = 0,4 \cdot 20,75 \cdot 21,5 \cdot \left[\left(\frac{593}{100} \right)^4 - \left(\frac{303}{100} \right)^4 \right] \cdot 1 = 428464,3 \text{ кДж}/\text{сағ},$$

$$Q_T = 627253,76 + 428464,3 = 1055718,06 \text{ кДж}/\text{сағ}.$$

Сыртқы бүйір жақ.

$\alpha_k = 9,2^4 \sqrt{t_c - t_B}$ - тік қабырғадаң газға конвекцияның жылу беріліс коэффициенті,

$$\alpha_k = 9,2^4 \sqrt{(300 - 30)} = 37,29 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ} \cdot \text{град}),$$

$$Q_K = 37,29 \cdot (300 - 30) \cdot 3,15 = 63430 \text{ кДж}/\text{сағ}.$$

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

4.1 Еңбекті қорғаудағы ұйымдастыру шаралары

Осы дипломдық жобаның бөлімі Қазақстан Республикасының келесі заңдарына сүйене отырып жазылған:

- "Еңбек кодексі" 01.01.2016 жылдың № 414-V ҚР;
- "Техникалық регламент" 09.11.2014 жылдан № 603 ҚР;
- "Азаматтық қорғау" 11.04.2014 жылдың № 188- V ҚР [11-12].

4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау

Алюминий электролизі зиянды және қауіпті өндірістер категориясына жатады. Электролиз процесі кезінде шаң мен газдар түрінде көп мөлшерде зиянды заттар бөлінеді. Олардың токсикологиялық сипаттамасы төмендегі кестеде келтірілген.

4.1 Кесте – Электролиз процесінің токсикологиялық сипаттамасы

Заттардың аталуы	Физикалық қасиеттері			ШЗК, мг/м ³	Ұлылық класы	Адам ағзасына әсері
	меншікті салмағы, г/см ³	балқу температурасы, °С	қайнау температурасы, °С			
Сазбалшық	3,9	1 030	3 300	6,0	4	Тыныс алу жолдарының созылмалы ауруын, өкпе альюмикозын тудырады
Фторлы сутек	газ	-	-	0,5	1	Тыныс алу жолдары мен көздің шырышты қабығының ауруын қоздырады, созылмалы улануды және сүйек пен тістерде фтордың жиналуын тудырады
Криолит	2,95	1 010	1 704	1,0	2	Қан құрамын нашарлатады, ішке түсу кезінде ауыр улануды, тістер мен сүйектердің созылмалы ауруларын тудырады
Фторлы натрий	2,79	979	1 704	1,0	2	Қан құрамын нашарлатады, жүйке жүйесіне және ішек-қарын жолдарына кері әсерін тигізеді
Фторлы алюминий	2,88	возг	1 070	1,0	2	Криолитпен сәйкес

4.1 кестенің жалғасы

Заттардың аталуы	Физикалық қасиеттері			ШЗҚ, мг/м ³	Ұлылық класы	Адам ағзасына әсері
	меншікті салмағы, г/см ³	балқу температурасы, °С	қайнау температурасы, °С			
Фторлы кальций	3,18	1 418	2 500	1,0	2	Фторлы натриймен сәйкес
Фторлы магний	3,00	1 263	2 230	1,0	2	Бұлшықет тінін бұзады, тістер мен сүйектердің ауруларын қоздырады
Фторлы кремний	газ	-	-	0,5	1	Тыныс алу жолдары мен көздің шырышты қабығының ауруын қоздырады, мұрынның шырышты қабығының жаралануын тудырады
Көмір шаңы	-	-	-	6,0	4	Тыныс алу жолдары мен өкпе ауруларын тудырады
Күкіртті ангидрид	-	-	-	10,0	5	Мұрынның шырышты қабығының жаралануын тудырады, айырбастау процестерді бұзады, жөтелді тудырады
Көміртегінің тотығы	-	-	-	20,0	5	Тұншығуды, бас ауруын, бас айналуын, құлақтарда шуды, жүрек айнуды, әлсіздікті тудырады
Көміртегінің қос тотығы	-	-	-	-	-	Тұншығуды, бас ауруын, бас айналуын, құлақтарда шуды, жүрек айнуды, әлсіздікті тудырады
Алюминий шаңы	2,7	658	2 500	6,0	2	Шырышты қабықтарды тітіркендіреді, тері ауруын тудырады, көзге кері әсерін тигізеді

Алюминийді электролиз тәсілімен бөлу цехында қауіпті және зиянды факторларға: электр тогының әсері, қышқылды ерітінділер, катодтар мен анодтардың орнын ауыстырғанда тамшылайтын сұйықтықтар, анодтардан қалған қалдықтар, ванналардан буланатын улы газдар, өте жоғары температура, діріл мен дыбыстар және шулар жатады.

Электролитті цехта тоқ өткізетін шиналарға қолмен тиісуге немесе металды тоқ өткізгіштермен бір-бірін жалғауға болмайды.

Нормалардан ауытқуы келесі көрсеткіштер арқылы анықтайды: ауаның көрсетілген шектен газдануымен температурасы және ылғалдылығы. Бұл

қауіпті факторлардың ауытқуы электролитті ванналар бетінің ашықтығына байланысты. Цехтың күкірт қышқылымен газдалуы 1,0 мг/м, ауа температурасы 17-21 °С, цехтағы ауа ылғалдылығы 50-60 % аспауы керек.

Өндірістік санитария - ол қауіпті және зиянды факторларға қарсы іс-шаралар. Жобаланатын цехтағы өндірістік санитария келесі шараларға негізделген:

- электрқауіпсіздігін қамтамасыз ету;
- цехтағы микроклимат;
- діріл мен дыбыстан және шудан қорғау;
- өртке қарсы шаралар;
- табиғи және жасанды жарықты ұйымдастыру;
- тартқыш вентиляцияны орналастыру;
- арнайы киімдермен қамтамасыз ету болып табылады.

Электр тоғы адам ағзасына тітіркендіргіш әсер береді. Ал кей жағдайларда электр тоғының күші жоғары болғандықтан адам ағзасын өлтіруі мүмкін. Сондықтан электр тоғы өтетін өткізгіштерден жұмысшылар аулақ болуы тиіс. Электролитті цехте тоқ өткізетін шиналарға қолмен тиісуге немесе металды тоқ өткізгіштермен бір-бірін жалғауға болмайды.

Бұл жобаланатын цехтағы ең көп аударылатын жағдай электр қауіпсіздігі, себебі процесс негізінен тоқ күшімен жүреді. Сол себепті цехтағы кезекшілер электролиз бойынша сауатты болып, электр қауіпсіздігі бойынша екінші топта болуы тиіс.

Электролиз цехында шина бойымен өтетін металды заттарға және олардың өзара байланысқан әсеріне қол тигізбеуге қатаң тиым салынады.

Цехтағы электр тоғы бар барлық қондырғыларда жерге қосу шаралары ескерілуі керек. Сонымен бірге жұмыс кезінде жұмысшыларда тоқ өткізбейтін қолғап болғаны тиіс.

Цехтағы барлық тоқ жүретін аймақтар арнайы белгілермен белгіленіп, алдын-ала ескертіледі.

Электр тоғынан сақтану үшін мынандай шараларды қолданады:

- тоқ жүретін қондырғыларды изоляциялау;
- электроаспаптардың металды қораптарын жерлендіру;
- электроқондырғыларды коррозиядан сақтау үшін коррозияға қарсы жабдықтармен қамтамасыздандыру;
- тоқ жүретін ауданды қоршау.

Адам ағзасына электр тоғының әсері күрделі және әртүрлі формада байқалады. Электр тоғы мен зақымдануды екі топқа бөлуге болады: ішкі мінез-құлықтың зақымдануы және сыртқы зақымдану күйіктері. Электр тоғының адамның денесі арқылы өтуі нәтижесінде пайда болатын электр соққылары ең қауіпті болып табылады. Адамға 0,01 А тоқ зиянсыз деп саналады. Адам денесінің орташа кедергісі 1000 Ом.

Цехты жобалау кезінде электр қауіпсіздігімен қамтамасыз ету үшін ТЭЕ және ТҚЕ бекітілген барлық нормалар мен ережелер орындалуы керек.

Барлық электрқозғалтқыштар қол жетпейтіндей жерленген. Кабельді

желілер ғимараттың еден мен жабуларда орналасқан канал, блок және құбырлардан жүргізіледі. Электрқұрылғылармен жұмыс істейтін қызметшілер жеке қорғаныс құралдарымен қорғанады.

Әрбір электрқұрылғы үшін жұмыстың қалыпты және төтенше жағдай режимдерінің іске қосу схемалары болу керек. Электр схемаларында жұмыстың қалыпты және төтенше жағдай режимдерінің іске қосу схемалары көрсетіледі. Электр схемаларында қолданушыны тоқ ұрудан сақтау қарастырылады. Тоқ түріне байланысты оның шекті мөлшерінің көрсеткіштері 4.2-кестесінде келтірілген.

4.2 Кесте – Тоқ түріне байланысты, тоқ әсерінің шекті мөлшері

Тоқ түрі	Тоқ әсерінің астында қалуының шекті (артық емес) мөлшері, с											
	0,01-0,03	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1-ден ар-тық
Айналмалы 50 Гц	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
Айналмалы 400 Гц	650	500	500	330	250	200	17	14	13	11	10	36
Тұрақты 50 Гц	650	500	400	350	300	250	24	23	22	21	20	–

Шлам бөлімшесінде негізгі процесті жүргізуде мыналарды қауіпті қатарына жатқызады: кептіргіш пештердегі вакуумның шаңдануынан, аппарат қондырғыларын.

Цехта авариялық жағдай туа қалса, арнайы белгіленген жоспар бойынша жүргізіледі. Ол қондырғыны іске қосу негізгі қондырғыларды іске қосу болып табылады.

Жағымды жұмыс жағдайын қалыптастыруда жарықтандырудың орны ерекше. Қанағаттанарлықсыз жарықтандыру жұмыс барысына, еңбек өнімділігіне кері әсер етеді, және кенеттен болатын оқиғаларға, көз ауруларын тудыруға әкеліп соқтыруы мүмкін. Ғимараттағы жарықтандыру жұмысшының жұмыс істеуі кезінде, көздің ұзақ уақыт шаршамауына, еңбеккерлігін арттыруына онды әсер беруі керек.

Ғимараттың табиғи жарықтандырылуы келесідей болады:

- бүйірлі - бүйірлі қабырғадағы терезелер;
- үстіңгі - ғимараттың үстіңгі бөлігіндегі жарықтандыру;
- комбинирленген - бүйірлі және үстіңгі жарықтандыру.

Ғимараттың жарықтылығы тура (жарықты техникалық қалыптау) немесе жанама (геометриялық қалыптау) жолдарымен түзетіледі.

Жарықты техникалық қалыптауда табиғи жарықтандыру коэффициенті арқылы жасалады. Цех үшін қалыптылық мәні мынаған тең:

$$l_{opt} = 1 \% ; 1 \text{ мин} = 0,25\%.$$

Жасанды жарықтандыру бұл - электрлі жарықтандыру, электрлі жарықтандыру табиғи жарық жетіспеген жағдайда ғимарат өлшемдеріне байланысты күйдіру цехындағы жарықтандырудың екі жүйесі қолданылады: жалпы және комбинирленген.

Күйдіру цехындағы жарықтандырудың ең аз қыздыру шамдары 15 лк.

Жарықтандыруды орнатқан кезде қор коэффициенті алынады. Қыздыру шамдары үшін коэффициент қоры 1,3-1,7 шегінде болады. Қозғалмалы шырағдандар қорғанышты қақпақтармен және арматуралы торлармен жабық болуы керек. Осы шырағдандар үшін және басқа да қозғалмалы электр аппараттардың сымдары жұмсақ және мыстан жасалғаны дұрыс.

Апаттың жарықтындырулары тәуелсіз қорек арқылы жасайды. Апаттың жарықтандырылуы қысымға арналған жарықтандырудың 10 % құрайды. Жалпы электролиз цехында жарықтандыру жоғарыдағы ерекшеліктерден маңызды.

Жобаланатын цехтағы ауасы улы газдалған болғандықтан, ол адам ағзасын уландырып, цех өнімділігін төмендетеді. Одан бұрын бұл жағдай кәсіптік ауруға алып келеді. Сондықтан бұл өте зиянды.

Цехтағы микроклимат санитарлық норма бойынша қысы-жазы бір денгейде болады. Цехтың ауа температурасы 18-21 °С аралығында тұрақты. Жобаланушы цехта керекті ауаны беру үшін вентиляция түрлері қарастырылған, тіпті қысқы кезеңде цех ауасын калорифермен де қыздыруға болады.

Бұл өндірістегі негізгі қондырғы электролиз ванналары және олар үздіксіз жұмыс атқарады. Ал сол ваннадағы электролит және қоспалар температураның әсерінен әртүрлі факторлар бөлініп, ауамен алмасады. Осылай ванна бетінің ашық болуынан норманың ауытқуы пайда болады.

Ванна газдарының артуы температурамен ауаның ылғалдылығына әсер етеді. Сол сияқты ауа температурасының 20-30 °С, артуы 10 °С құрайды. Цехтың ылғалдылығы 50-66 %, арту нормасы 6 %.

Өрт профилактикасы - ол мемлекеттік, организациялық және техникалық шаралардың жүйесі. Ол негізінен азаматтардың өмірі мен өрт қауіпсіздігін қамтамасыз етуі керек.

Өртке қарсы шараларды қасиеттеріне байланысты екі топқа бөлуге болады: өрттің пайда болуына қарастырылған шаралар; өрттің пайда болуын эвакуациялауға арналған орындар жасаймыз.

Жобаланатын цехта міндетті түрде өрт болған жағдайда шығатын қабаттармен есіктер белгіленген, ондағы алғаш қандай шара қолдану керектігі көрсетілген.

Цехтың жұмыскерлерің қауіпсіздігі қатаң болуы керек. Өрт бола қалған жағдайда немесе авариялық жағдай туа қалса 4.3-кестеде цехтағы қауіпті жерлер тізімі көрсетілген.

Өрт сөндіру үшін қарастырылады:

- жоғары қысымды су құбырымен өртке қарсы сумен қамтамасыз ету;
- сәуле типті өртті автоматтандырылған сигнал беру.

Жобаланып жатқан бөлімнің бөлмелерінде темекі шегуге және ашық от қолдануға болмайды, сыртқы есіктер мен бөлме ішінде қауіпсіздік белгілері көрсетілген.

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін төмендегі шаралар қолданылады:

- өртті сөндіру және адамдарды құтқару үшін қажетті жабдықтармен және арнайы көлікпен қамтамасыз етілген өртке қарсы топ құрылған;
- ғимарат құрылысы кезінде жанбайтын және қиын жанатын топқа жататын материалдар қолданылады;
- өрт тез жайылып кетпеу үшін бөлімдер мен ғимараттардың арасында ішкі аудан қарастырылады;
- өрт кезінде адамдарды ғимараттардан шығару кезінде ені төмендегідей жолдар қарастырылады: а) өту жолдары - 1.2 м; б) коридор – 1.6 м; в) есіктер – 1.2 м; г) баспалдақ алаңы – 1.6 м.

БҚ 34.21.122-95 сәйкес цех ғимаратында найзағай қабылдағыш құрылғы бар. Найзағай қабылдағыш ретінде металдық тор, тоқ өткізбейтін апат баспадағы мен ғимарат арматурасы қолданылады.

Жерлеткіш жерде орналасқан, қиылыс сымдары 0,8 м тереңдікке қағылған белгі беретін жабдық бар.

4.3 Кесте – Өрт қауіпсіздігі бойынша өндіріс санаты

Өндіріс санаты, өндірістегі заттар сипаттамасы	
Г	Жанбайтын немесе сұйық күйдегі материалдар өнеркәсіп көлемінен 5 % жоғары болса, жанғыш газ өртке қауіпті шаңнан өрт шығады, сонымен қатар технологиялық процестерде жарылыс болуы мүмкін (жанусыз); заттар, сумен, оттегімен немесе бір-бірімен араласу үшін (жанусыз) жарылыс тәсілдері

4.3 Өндірістік жарақат, кәсіби аурулар, жазатайым жағдайлар және алдын алу шаралары

Өндірістерде оқытуды бақылау аясында жұмыскерлердің еңбек қорғауға қойылатын талаптар, білімдерін тексеру бойынша комиссия отырысының хаттамасы жүргізілуі қажет және нұсқауды тіркеу журналы болуы тиіс:

– **Кіріспе** (Қауіпсіздік пен еңбек қорғау бойынша кіріспе нұсқауы барлық жұмысқа қайта қабылданған жұмыскерлерге, олардың біліміне, осы мамандық немесе қызметі бойынша еңбек стажына, уақытша жұмыскерлерге, іс-сапарға келгендерге, өндіріске оқуға келген немесе тәжірибеге келген оқушыларға және студенттерге түгелдей жүргізіледі);

– **Алғашқы** жұмыс орнында жеке жүргізіледі:

1) ұйымға барлық қайта қабылданған жұмыскерлерге, бір бөлімшеден басқа бөлімге ауысқан кезінде жүргізіледі;

2) жұмыскерге жаңа жұмысты орындағанда, іс-сапарға келгендерге, уақытша жұмыскерлерге жүргізіледі;

3) жұмыс істеп тұрған ұйымдардың территориясындағы құрылыстық-монтаждау жұмыстарын орындауда құрылысшылармен жүргізіледі;

4) өндірістік практикаға келген немесе оқуға келген оқушылар мен студенттерге жүргізіледі.

– **екінші реттік**, (жарты жылда бір рет орындалатын жұмыстың сипатына байланысты жұмыс стажына, арнайы біліміне, мамандығына тәуелсіз жұмыскерлерге жүргізіледі)

– **жоспардан тыс:**

1) қауіпсіздік пен еңбек қорғау бойынша нұсқауларды, ережелерді, қайта қарлаған стандарттарды немесе жаңаларын енгізген кезде, сонымен бірге осы атлағандарға өзгерістер енгізілген кезде жүргізіледі;

2) еңбек қорғауға әсерін тигізетін, материалдарды, алғашқы шикізаттарды, аспаптарды, бейімдеуіштерді, жабдықтарды ауыстырудағы технологиялық өрдістердің өзгеруі кезінде жүргізіледі;

3) апатқа, жарылысқа немесе өртке, улануға алып келуі мүмкін, қауіпсіздік талаптарын жұмыскер бұзған кезде жүргізіледі;

4) бақылаушы қадағалау органдарының талаптары бойынша жүргізіледі.

– **және мақсатқа сай** (мамандығына сәйкес келмейтін тура міндеттерімен байланысты емес жұмыстарды бір рет орындау кезінде (тиеу, төгу, территорияны тазалау, ұйымнан, цехтан және учаскеден тыс жұмыстарды) жүргізіледі).

Оқыту еңбек бойынша құзырлы орындармен бекітілген Ережемен сәйкес жасалған, еңбек қорғау Нұсқауын ескере отырып, сәйкес жұмысшылар топтарына арналған бағдарлама бойынша жүргізілуі қажет.

Жұмыс беруші мамандығын арттыру жнйесін, қызметкерді қайта дайындауды ұйымдастыруы қажет, сонымен бірге жұмыскерлерді алғашқы дайындауды, жұмыс орындарында тәжірибеден өткізуді ұйымдастыруы қажет.

Кәсіби аурулар мен жарақаттардың алдын-алу қауіпсіз жұмыс жағдайын қалыптастыру арқылы жүзеге асырылады:

– нақты стандарттардың талаптарымен сәйкес еңбекті қорғауды басқару жүйесін функционирлеуді ұйымдастыру;

– еңбек шарты бойынша (аттестация жнъргізу нормасы бойынша) өндірістік объектілерге аттестация жүргізу;

– зиянды және қауіпті өндірістік факторларды жою (азайту);

– әрекеттердің түрін ескере отырып, еңбек қорғау облысында құқықтық нормативті актілермен сәйкес өндірістік үрдістердің қауіпсіздігін, өндірістік жабдықтардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету;

– әрекеттердің түріне байланысты еңбек қорғау облысында құқықтық нормативті актілермен сәйкес ғимараттарға, үймереттерге және территорияға қойылатын талаптардың орындалуын қамтамасыз ету;

– қауіптілігі жоғары машиналар және механизмдермен байланысты жұмыстармен айналысатын жнъмыскерлер үшін, дәрігерлік тексерулерді ұйымдастыру;

– жұмыскерлер мен көліктердің маршруттарын жасау, қауіпті аймақтарға

белгі қою;

- қауіпсіздік ережелері мен қауіпсіздік түстерін қабылдау [ЕҚ бойынша белгілері];
- жеке және ұжымдық қорғаныс құралдарын қолдану;
- бекітілген мерзімде сынақтан жабдықтарды өткізу (жабдықтарды, жеке қорғаныс құралдарын, дабылдық құралдарды, аспаптарды, бейімделгіштерді, қосымша жабдықтарды, жүк көтергіш құралдарды, мұнараларды, лифтерді және т.б.);
- еңбек және демалыс режимін сақтау;
- еңбек қорғау мен оның жағдайы туралы жұмыскерлерге ақпараттар беру;
- еңбек қорғау мен оның жағдайына ағымды бақылау жасауды орындау;
- өндірістік объектілерге аттестация жүргізу нәтижесі бойынша еңбек жағдайы туралы жұмыскерлерге дер кезінде ақпараттар беру;
- жұмыс берушінің есебінен және Қазақстан Республикасының заңымен қудаланбайтын басқа да көздердің есебінен қауіпсіздік пен еңбек қорғау бойынша қаржылық шараларды шешу. Қаржының көлемі ұжымдық келісім-шартпен анықталады.

4.4 Микроклиматпен қамтамасыз ету

Ыстық цехтардағы жұмыскерлердің дұрыс еңбек талаптарымен қамтамасыз ету үшін онда белгілі бір микроклимат - температура, ылғалдылық, ауаның қозғалу жылдамдығы СНиП 11-33-01 ұстап тұру керек.

Жылдың суық мезгілінде ауаның температурасы 13 - 22 °С және жылы кезде 17-25 °С, ауаның ылғалдығы суық және ауыспалы кезде 80 % көп емес, жылы кездерде 22 - 28 °С, суық және жылы кездерде ауа ылғалдылығының өзгеруі 0,3 м/с-тен көп болмайды. Негізгі параметрді ауа алмастыру қамтамасыз етеді - үрлеу және ішке сорып желдету, ауаны тән қорғау. Жылдың суық мезгілінде қақпа арасында ауа перделері қолданылады. Өндірістік бөлмеде жұмыс істеу ауласы шаңмен ластанғанын ескерту үшін, қайта қортуға әкелген металды реті келгенше ылғалдап тұру керек, жабдықты дұрыс қолдану керек, уақытымен және дұрыстап жұмыс орнын тазалау керек. СНиП 245 - 01 цехтың санитарлы қызметін қарастырады. Цехта су ішетін шаптырмалар, алғашқы медициналық көмек көрсететін қорапша бар. Проект бойынша цехтан 100 м қашықтықта санитарлы -комплексі қарастырылған. Жұмыскерлер үшін бір мезгілді профилактикалық тамақтану ұйымдастырылған. Жиі және жоспарлана жұмыскерлер жыл сайынғы профилактикалық медициналық тексеруден өтеді және профилактикалық шешім өткізіледі.

5 Еңбекті ұйымдастыру және басқару жүйесі

5.1 Электролиз корпусында еңбек және жұмыс тәртібін ұйымдастыру

Алюминий өндірісі процесі-үздіксіз процесс болғандықтан, қызмет ететін жұмыскерлер жұмысында үздіксіз болады [13-14].

Үздіксіз өндірісте алтысағаттық жұмыс күнінде бес бригадалы жұмыс тәртібі қолданылады. Тәулігіне бір-бірін алмастыратын 6 сағаттан 4 бригада және 1 бригада.

Уақыт бойынша келесі түрде орналасады.

1 ауысым - 2⁰⁰- 8⁰⁰ 3 ауысым-14⁰⁰-20⁰⁰

2 ауысым-8⁰⁰-14⁰⁰ 4 ауысым-20⁰⁰-2⁰⁰

Бригада бір ауысымды барлық корпусы қызмет етеді, яғни 90 электролизерді. Бригада 11 адамнан тұрады; 10 электролиздеуші және бригадир. Осылайша электролиз процессінің жүргізілуі сәйкес дайындықты (квалификацияны) талап етеді, разрядталуы бойынша келесі құрылымға ие болу керек.

Бригадир - VI разряд

5 электролиздеуші - VI разряд

3 электролиздеуші - V разряд

2 электролиздеуші - IV разряд

Осылайша, 1 электролиздеуші орташа есеппен 10 электролизерде қызмет етеді.

Негізгі жұмыскерлерден (электролиздеуші) басқа корпусы ауысыммен көмекші жұмыскерлер де жұмыс істейді. Олар 5 қызмет ететін көліктің жүргізушілері, анодты крандардың 4 крановшигі, жөндеу кранының 1 операторы, кезекші электрикпен кезекші механик.

Зауыт әкімшілігі тек тәуліктің күндізгі уақытында 8 сағаттық жұмыс тәртібімен жұмыс істейді.

5.2 Жұмыс орындарын ұйымдастыру

Жұмыс орны деп, жұмысшы бригадаға бекітілген, агрегаттар мен еңбектің басқа заттары орналасқан, өндірістік ауданның шектелген аймағын айтады.

Электролизшілер бригадасының жұмыс орны электролизер деп аталады. Олар корпусы, араларындағы аралық, көліктердің, адамдардың және жүктердің еркін орын ауыстыру қамтамасыз ететіндей орналасқан.

Электролизерлердің қызмет етуі механизацияланған. Электролит қабықшасының тесіп өтуі кран көмегімен жүзеге асырылады. Сазбалшықтың берілуі САВ (сазбалшықтың автоматты қоректендірілуі) қоректендіргіш жүйесі көмегімен жүзеге асырылады. Электролизер алаңының жұмыскерлері

қоршалған, жұмысқа тек техника қауіпсіздігінен өткен жұмыскерлер ғана жіберіледі.

5.3 Бір жұмыскерге есептелген баланс бойынша жұмыс уақытының қорын есептеу

Бір жұмыскер үшін жылдың жұмыс күндерінің саны цехтың жылдық жұмыс күндерінің санынан кіші, себебі Қазақстан Республикасының еңбек заңдылығы бойынша еңбекқорға демалыс беріледі, одан басқа мемлекеттік және қоғамдық бұйрықтарды орындаумен, аурумен, оқумен байланысты жұмысқа шықпаулары бар.

Еңбектің тәуліктік және апталық тәртібі, ауысым графигі көмегімен орнатылады, ол жұмыс ұзақтығын, басталу және аяқталу уақытын, жұмыс аптасында ауысым санын, ауысымның кезек ретін анықтайды.

Жұмысшы ауысымдардың ауысымдық графигін тұрғызу кезінде, берілген өндіріске орнатылған график бойынша қосынды жұмыс уақытының және жұмыс уақытының нормасы сәйкес келуін қамтамасыз ету қажет.

Үздіксіз өндірісте алты сағаттық жұмыс күнінде бесбригадалы тәртіп (тәулігіне 4 ауысым) қолданылады. Бесбригадалы тәртіпте (36 сағаттық жұмыс аптасы) тәртіп 28 күндік циклге ие.

5.1 Кесте - Бір жұмысшыға жұмыс уақытының жоспарлы балансы

Көрсеткіштер	Күн саны
Күнгізбелік күндер саны, T_k	365
Жұмыс уақытының номиналды қоры, T_n	$365 - 52 = 313$
Жұмысқа шықпау себептері:	
Ауру бойынша	3
Негізгі және қосымша демалыс	24
Мемлекеттік және қоғамдық бұйрықтардың орындалуы	1
Оқитындар демалысы, шықпаған күндер жалпы саны	1
Жалпы жұмысқа шықпағандар	29
Жұмыс уақытының эффективті қоры, $T_{эфф}$	$313 - 29 = 284$
Жұмыс уақытының номиналды қорының пайдаланылуы, $T_{эфф} / T_n \cdot 100\%$	90,7
Келу санынан тізімдікке өту коэффициенті, $T_h / T_{ф}$	1,285
Келу санынан штаттыққа өту коэффициенті, T_h / T_n	1,166

Қажетті бригадалар санын анықтаймыз.

$$365 \cdot 24 / (365 - 52 - 7) \cdot 6 - (52 + 6) \cdot 1 = 4,75,$$

5 бригада деп қабылдаймыз (5.1 кесте).

Жұпталған бригада келесі себептерден енгізіледі. Бір айда бригада $26 \times 6 = 156$ сағат жұмыс істейді. Жұмыс істелмеуі $156 - 150 = 6$ сағат айына құрайды. Сондықтан әрбір бригада үшін жұтасқан ауысым енгізіледі.

Жұмыс уақытының жылдық қорын анықтаймыз.

$$365 \cdot 4 \cdot 6 / 5 \cdot 6 \cdot 6 = 1752 \text{ сағат}$$

Бір жұмысшыға жұмыс уақытының жоспарлық балансын құрамыз (5.1 кесте).

5.4 Жалақыны ұйымдастыру және жоспарлау

Өнеркәсіпте жалақының екі түрі қолданылады: кесімді және уақытылы. Кесімді ақы орындалған жұмыс көлемі мен сапасына тікелей тәуелді, ал уақытылы жұмыскер квалификациясымен және жұмыс істелген уақыт көлемімен анықталады: соңғы жағдайда жалақы мен еңбек нәтижесі арасында тікелей тәуелділік жоқ. Бұл екі түр де, өндірістік процес ерекшелігімен әрбір жұмыс орнында еңбекті ұйымдастыруды ескеретін, еңбек ақысының әртүрлі жүйесі түрінде қолданылады.

Уақытылы жалақы көлемін Z_n сағаттық тарифтік (күндізгі) ставканы C әрбір жұмысшы T жұмыс істеп шыққан сағат (ауысым) санына көбейтумен анықтайды.

$$Z_n = C \times T$$

Ақының бұл түрін: өндірістік аймақтарда, мұнда жұмыс нақты тіркеуге берілмейді немесе орындалған жұмыс көлемін ұлғайту ұмтылысы кері нәтижелерге әкелуі мүмкін; қатаң регламенттелген тәртіппен механикаландырылған және автаматтандырылған өндірістерде, мұнда жұмыскерлердің функциясы аппараттар мен құралдар жұмысын бақылауға беріледі; негізгі өндірістің көмекші және кезекті қызметкерлері үшін қолданылады. Еңбек ақының уақытылы түрі, премия көмегімен еңбектің сапалы және көлемдік жақтарын жіне өндірістің соңғы нәтижелерін ескеруге мүмкіндік беретін уақытылы - премиялы жүйесі түрінде қолданылады. Түсті металлургия өнеркәсіптерінде өнеркәсіптік - өндірістік жұмыскерлердің ауқымды бөлігі уақытылы төленеді. Еңбектің уақытылы ақысында, еңбекті бригаданы ұйымдастыру шартында, бригаданың жеке мүшелері арасында сыйақының таралуы еңбекке қатысу коэффициентін (ЕҚК) ескеруімен жүзеге асырылады.

Кесімді еңбек ақы еңбек мөлшерін толық сипаттайды, орындалған жұмысқа байланысты жалақыны орната тұрып, оның саны мен сапасын бақылауға мүмкіндік береді. Жалақының кесімді түрі келесі жүйелер түрінде

қолданылады; тікелей кесімді, кесімді - сыйақылы, кесімді - прогрессивті, жанама - кесімді және аккордты.

Тікелей кесімді жүйеде, жұмыскер жалақысы орындалған жұмыс кльеміне тура пропорционал. Еңбектің төленуін, өндірілген өнім бірлігіне қатаң өзгеріссіз құны бойынша жүргізеді. Жалақының тікелей кесімді жүйесі түсті металлургия өндірістерінде кеңінен қолданылады, мұнда жұмыскерлердің жұмыс істеп шығу есеп уақыттың негізделген нормалары бар.

Кесімді - прогрессивті төлеу, орнатылған нормаларды орындау дәрежесіне байланысты өсіп келе жатқан, бірнеше құн бойынша төлеу болып келеді. Бұл жүйені сирек, көлемді еңбек жұмыстарында қолданады, онда еңбек өнімділігінің өсуінде жұмыскерлердің материалдық қызығушылығының күшеюі талап етіледі.

Аккордты жүйе жұмыс орындалуының жылдамдатылуын сылтау қылады, бөлек операцияларға емес, жұмыстың толық көлеміне кесімді бағасын қарастырады. Бұл жүйе, аккордты тапсырма құрамына кіретін бөлек операцияларға негізделген уақыт нормаларын орнатуды болжамдайды. Аккордты жүйені, көбіне жөндеу және құрылыс - монтаждау жұмыстарын өткізгенде қолданады.

Төлеудің жанама жүйесінде жұмыскерлердің жалақысы, өзінің жеке жұмыс істеп шығуына емес, олар қызмет ететін аймақта негізгі жұмыскерлер тобының еңбек нәтижелеріне байланысты. Бұл жүйе бойынша төленетін жұмыскерлердің жалақысы, екі әдіспен анықталуы мүмкін: 1) тариф ставкаларын, өндірістің қызмет ететін аймағында нормалар немесе жоспардың орындалуына көбейту жолымен; 2) нақты жұмыс істеп шығуды ерекше есептелген жанама құнға көбейту жолымен.

5.5 Ақшалай салымды есептеу

Ғимарат цехының көлемі 1296000 м^3

Ғимараттың 1 м^3 бағасы 1500 теңге

Ғимарат бағасы $1500 \times 1296000 = 1944000000$ теңге

Санитарлы - техникалық жұмыстар ғимарат бағасынан 20%-ті құрайды:
 $1944000000 \times 0,2 = 411592200$ теңге

Құрылыс нысандарының толық құны құрайды:

$411592200 + 1944000000 = 2450498220$

Норма бойынша амортизациондық аударымдар 7% құрайды.

$2450498220 \cdot 0,07 = 1715348754$ теңге

5.2 Кесте - Ғимарат бағасы мен құрылыс нысандарын есептеу

Ғимараттың аталуы	Бағасы м тг	Көлемі м ³	Жалпы бағасы, теңге	Амортизациондық аударымдар	
				%	теңге
Ғимарат цехы	1500	1296000	2450498220	7	1715348754
Барлығы			2450498220		1715348754

5.3 Кесте - Негізгі жабдықтардың бағасы

Жабдықтар атауы	Саны	Құны, теңге		Амортизация нормасы, %	Амортизация сомасы, теңге
		Бірлік саны	Барлығы		
1 Электр.ванна	2113	150000	316950000	20	1568000
2 Монтаждық жабдық	1	4754542500	4754542500	13,8	16556000
3 Кремнийлі подстанция	14	5500000	77000000	28,2	2707200
Барлығы					26020000

5.4- Кесте - ИТҚ, үшін жалақы

Мамандығы	Тарифтік разряд	Тарифтік коэффициент	Категория	Саны	Айлық жалақы, теңге	Жылдық жалақы, теңге	Жылдық жалақы қоры, теңге				Түнгі жұмыстар үшін, 6,6%	Барлық жалақының жалпы қоры, теңге
							%	Сумма	Айлық жалақының бөлігі	Еткен еңбегі үшін сыйақы, теңге		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9	8,08	ИТҚ	1	150000	2000000	50	10000000	1,3	250000	-	1400000
2	8	7,31	ИТҚ	1	120000	1500000	50	750000	1,3	180000	-	2550000
3	5	5,08	ИТҚ	1	100000	1200000	50	600000	1,0	150000	-	2050000
4	7	4,41	ИТҚ	1	90000	1000000	50	500000	1,0	120000	-	1710000
5	5	5,06	ИТҚ	1	80000	980000	50	490000	1,0	110000	-	171113360
6	6	3,23	ИТҚ	5	70000	880000	50	440000	1,0	100000	53360	1490000
7	7	2,93	ИТҚ	1	60000	760000	50	380000	1,0	80000	-	1280000
Барлығы												46043360

5.5 Кесте - Негізгі жұмысшылар жалақысы

Негізгі жұмысшылар мамандығы	Негізгі жалақы, теңге				Ауысым тариф ставкасы, теңге	Жұм.бір жылдағы ауысым саны	Көбейт.жұм.саны	Жылдық жұмыс күнінің коэф-ті	Бір жұмысшының жылдағы ауысым саны	Тәул.жұм.саны	Тәул.ауысым саны	Ауысым жұмысшы	Барлық негізгі қор ақшасы, теңге (гр.10+гр.11+гр.12+гр.13)	Демалыс күні, п	Демалыс күніндегі қосымша жалақы, теңге	Барлық жалақының жалпы қоры, теңге (гр.14 + гр.16)
	Жалақының тарифтік қоры (гр.8*гр.10)	Қызметкерлерге сыйлық беру (гр.10*20%)	Түнгі жұмыстар үшін, 6,6%	Мейрам күнгі жұмыс үшін, (гр.4*гр.9*9*2)												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	3	6	275	1,5	9	2475	9500	2351250 0	1175625 0	185 152	92988	3554689 0	400	38000 00	39346 890
2	4	3	12	275	1,5	18	4950	6500	3117500 0	1608750 0	225 290	11385	4849917 5	760	49400 00	53433 9175
3	2	3	6	275	1,5	9	2475	5500	1361250 0	6806250	574 72	29505	2050572 7	600	33000 00	23805 727
4	2	3	6	275	1,5	9	1375	6700	1658250 0	8291250	190 089	97588	2516142 7	200	13400 00	26501 427
5	3	3	3	275	1,5	5	1375	5000	6875000	3437500	574 72	29505	1039947 7	200	10000 00	11399 477
6	1	3	3	275	1,5	5	1375	5000	6875000	3437500	724 50	37195	1042214 5	200	10000 00	11422 145
Барлығы																64681 484

5.6 Өзіндік құнын, пайда, өтеу мерзімін, рентабельділігін есептеу

Концентратты өндеудің өзіндік құнының калькуляциясы 5.6 кестеде келтірілген.

Өндіріс жылына 1000000 т өнім өндіреді.

5.6 Кесте – Өзіндік құнының калькуляциясы

Шығын статьясы	Бағасы, теңге	Бір өнімге кеткен шығын		Барлық шыққан өнімге кеткен шығын	
		саны (т)	бағасы, теңге	саны (т)	бағасы, теңге
I. Шикізат:	9280 92	12,5	10500	7320	2780948
1) электролит, м ³		1250	2000	27000	2700000
2) анодты А1, кг					
II. Көмекші материалдар:		33 0,25			
1) сазбалшық		1,45			
2) криолит	82			5332	178035
3) фтортұздар	120		210	19800	178200
4) ток шығымы, 93%	160		7,5 0,56	420000	2820300
	170		1,17	12000	1680000
III. Энергия шығыны:					
1) электр энергиясы, кВт-сағ			3162,56	2955600	1950696
2) бу, Мгк	2,7	3590 0,3	71,56	144480	8586480
3) су, м ³	130 10	204	46,96	919200	563447
IV Негізгі жалақы, теңге			16045560		1604556000
V Қосымша жалақы, теңге			64681484		6468148400
VI Цехтың шығындар:					
1) ИТҚ, және ҚҚЕТ қызметкерлердің еңбек ақы қоры			224198		224198000
2) жабдық амортизациясы			18218		182180000
3) ғимарат амортизациясы			171534875		17153487500
Цехтың өз.құны			29272875		8240529521

Жылдық пайданы мына формуламен анықтаймыз:

$$П=(Б -С)хД$$

мұндағы Б - көтерме бағасы,
С - жобадағы өзіндік құны,
Д - жылына өндіретін өнім.

$$П=(65360000 - 29272875)х1000000=36087125,$$

$$П_{\text{газа}}=П-Пх0,15=36087125 - 5413068=30674057.$$

Өз бағасын өтелу мерзімі:

$$T_a=T_x+T_2 / \text{ЛБҚ} - П_{\text{газа}},$$

$$T_a=171534875+2602/8240529521 -30674057= 1,2 \text{ жыл.}$$

Рентабельділік :

$$К=П_{\text{газа}}/\Theta\text{Қ}х100= 30674057 / 8240529521 \times 100 = 37 \text{ \%}.$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген дипломдық жобада, ААҚ «ҚЭЗ» жағдайында 320 кА ток; күнімен, күйдірілген анодтары бар электролизерлерде алюминийді электролиттік алу цехы әзірленді. Электролизерлердің электрлік және жылулық баланстары келтірілген.

Ванналардың аса жеңіл конструкциясы, кран жүккөтергіштігін кішірейтуге және электролиз корпусының құрылысын арзандатуға мүмкіндік берді.

Келесі көрсеткіштерге қол жеткізілді: Ток шығыны 93-95% құрады, технологиялық қуат шығыны - 13000 кВт/т алюминийге, анодты материал шығыны 545 кг/т алюминийге. Осының бәрі берілген дипломдық жобада таңдалынған бағыттың эффективтілігін растайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Технологическая инструкция АО «Алюминий Казахстана», 1990.
- 2 Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия. - М.: Металлургия. 2000. – 765 с.
- 3 Ибрагимов А.Т., Пак Р.В. Технология производства алюминия на электролизерах АО «Казахстанский электролизный завод». – Монография. – Павлодар: ТОО «Дом печати», 2012. – 288 с.
- 4 <https://baribar.kz/student/7639/alyuminiy-oendirisi>
- 5 Борисоглебский Ю.В. Металлургия алюминия. – Новосибирск: Наука, 2000. – 438 с.
- 6 Ақылбекова Ш.К., Койшина Г.М. Жеңіл металдар металлургиясы. – Алматы: Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2015. - 172 б.
- 7 Железнов В.А., Троицкий Н.А. Металлургия алюминия. – М.: Металлургия, 1977. – 392 с.
- 8 Минцис М.Я. Электрометаллургия алюминия. – Новосибирск: Наука, 2001. – 368 с.
- 9 Борисоглебский Ю.В. Расчет и проектирование алюминиевых электролизеров – Ленинград: Металлургия, 1981. – 78 с.
- 10 Николаев А. Ю., Суздальцев А. В. Расчет цеха электролитического получения алюминия. - Екатеринбург, 2015 г.
- 11 Қасенов Қ.М., Бектұрғанова Г.С., Қалдыбаева С.Т. Дипломдық жобаның «Қауіпсіздік және еңбек қорғау» бөлімін орындауға барлық мамандық студенттеріне арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы: КазҰТУ, 2014. – 40 б.
- 12 Деев П.З. Безопасность труда в глиноземном производстве. – М.: Металлургия, 1972.
- 13 Шокобаев Т.Д. Организация и планирование промышленных предприятий. - Алматы: КазНТУ, 1996. - 165 с.
- 14 Шокобаев Т.Д. Дипломное проектирование / Методическое указание. - Алматы: Каз НТУ, 1997. - 150 с.

Отчет подobia



Университет:	Satbayev University
Название:	Алюминий электролизі
Автор:	Бақбаев Айбол Бейбітұлы
Координатор:	Гульнар Молдабаева
Дата отчета:	2019-05-14 19:05:45
Коэффициент подobia № 1: ?	0,4%
Коэффициент подobia № 2: ?	0,0%
Длина фразы для коэффициента подobia № 2: ?	25
Количество слов:	5 431
Число знаков:	36 111
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	38



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским
