Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ

«Қорғауға жіберілді»
БЗХТ кафедра меңгерушісі
_____ Н.М. Жунусбекова
« 6 » мамыр 2019

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Өнімділігі 20 мың т/жыл натрий монохроматын өндіру цехын ақ ақтөбе хром қосылыстары зауыты жағдайында жобалау»

5В072000 – «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» оқу бағдарламасы бойынша

Орындаған		А.Б.Адебиетова
Ғылыми жетекшісі		Б.К. Мустахимов т.ғ.к., ассис.профессор
Норма бақылау		Ш.У. Мырзабекова

Алматы 2019__

_РЕФЕРАТ

Дипломдық жобада «Өнімділігі 20 мың т/жыл натрий монохроматын өндіру цехын АҚ «Ақтөбе хром қосылыстары зауыты» жағдайында жобалау қарастырылған.

Жобада натрий монохроматының алыну жолдары мен қолдануына шолу жасалынып, технологиялық есептелінулер жасалынды. Сонымен қатар бас жоспар, өндірістің технологиялық, негізгі аппарат және құрылыс сызбалары жасалынды.

Дипломда 33 бет, 9-кесте, 4-қосымша бар.

РЕФЕРАТ

В дипломном проекте предусмотрено проектирование цеха по производству монохромата натрия производительностью 20 тыс. т/год в условиях АО «Актюбинский завод хромовых соединений". В проекте был проведен обзор способов получения и применения монохромата натрия, разработаны технологические расчеты. Также были разработаны генеральные планы, технологические, основные аппаратные и строительные схемы производства.

Диплом содержит 33 страниц, 9- таблиц, 4 приложения.

ABSTRACT

The diploma project provides for the design of a shop for the production of sodium monochromate with a capacity of 20 thousand tons/year in the conditions of JSC "Aktobe plant of chromium compounds." The project reviewed the methods of preparation and application of sodium monochromate, developed technological calculations. Also, master plans, technological, basic hardware and construction schemes of production were developed.

The diploma contains 33 pages, 9- tables, 4 appendices.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	6
1	Хром кендерін өндіру	7
1.1	Хром кендерінің шикізат материалдары	7
2	БАС ЖОСПАР	10
3	ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	11
3.1	Шикізат материалдарының әзірленуі және шихтаның даярлануы	11
3.2	Шихтаның түйіршектенуі	13
3.3	Шихтаның тотықтырғыштық күйдірілуі	13
3.4	Піспені шаймалау	16
3.5	Шлам пульпасының сүзілуі	16
3.6	Монохроматты щелоктарды қоспалардан тазарту	17
3.7	Шламның кептірілуі	19
3.8	Технологиялық есептеулер	20
3.8.1	1000 кг монохромат алуға материалдық баланс	20
3.9	Негізгі құрал жабдықтарды есептеу	28
3.9.1	Барабанды күйдіру пешін есептеу	29
	ҚОРЫТЫНДЫ	31
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	32
	ҚОСЫМШАЛАР	33

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде бір жылдағы хром қосылыстарының дүниежүзілік қажеттілігі кемінде 500 мың тонна. Бірақ, хром қосылыстарын шығаруға бейімделген кәсіпорындардың мұндай қажеттікті қанағаттандыра алмауы себебінен хром қосылыстарына деген сұраныс, оған деген дүниежүзілік қажеттіліктен әлденеше есе асып түседі. Себебі хром қосылыстары әр түрлі өнеркәсіп салаларында кең көлемде қолданылатындықтан, оның әлемдік нарықта неліктен жеткіліксіз болатындығы түсінікті.

Na_2CrO_4 сулы ерітінділері немесе сары сілті хромитті қайта өңдеудің алғашқы өнімі болып табылады және ол хромның көп тоннажды қосылыстарын алуға арналған аралық жартылай өнім болып табылады, мысалы натрий бихроматы, хромның тотығы және натрий монохроматын алуда қолданылады.

Бұл дипломдық жоба Ақтөбе қаласындағы «Ақтөбе хром қосылыстары зауыты» АҚ натрий монохроматын өндіретін цехты жобалауды қарастырады.

1 Хром кендерін өндіру

1.1 Хром кендерінің шикізат материалдары

Хром қосылыстарына деген дүниежүзілік қажеттілік кемінде 500 мың тонна жыл. Демек, қазіргі жағдайда хром қосылыстарын шығаруға бейімделген дүниежүзілік қажеттік дәл осы кезде хром қосылыстарына деген сұранысты қанағаттандыра алмайды, мұндай қажеттілік оған деген жиынтық ұсыныстан әлденеше есе асады. Хромы қосылыстары әр түрлі өнеркәсіп салаларында кеңінен қолданылатындықтан оның әлемдік нарықта жеткіліксіз болатындығы түсінікті. Хроматты ашудастың өндірісіне қажетті шикізаттар 1.1-кестеде келтірілген.

1.1-Кесте

Хроматты ашудастың шикізаттарының негізгі сипаттамасы [1].

Шикізаттар, материалдар және жартылай өнімдердің аталулары	МЕМСТ, ТШ, регламент	Тексеруге міндетті стандарт бойынша көрсеткіштер	Регламентік көрсеткіштер
«Дон таукен байыту комбинаты» ААҚ-ың экспортқа шығарылатын ДХ-Э-2 - ДХ-Э-5 маркалы кені.	ТУ 1500 РК 00186766 ОАО – 15-2002	Хром оксидінің массалық үлесі Cr_2O_3 н.м. 45% Ылғалдың м-қ үлесі н.б. 5%	Хром оксидінің массалық үлесі Cr_2O_3 н.м. 45% Ылғалдың м-қ үлесі н.б. 5%
Күйдірілген әк. Маркасы ИА,1 және 2 сорт.	ТУ 14-102-193-2000	Массалық үлес CaO+MgO: 1 сорт – 91% 2 сорт – 81пайыз	Аз емес 1 сорт – 91пайыз 2 сорт – 81пайыз
Монохромат натрий өндірісінің шламы Кальциленген, техникалық, сода марка Б, сорт 2	МН өндірісінің регламенті МЕСТ 5100-85 с изм. №1	суда еритін Cr2O3 - (0,2-0,7)%; массалық үлесі ерімейтін Cr2O3-10% ылғал. масс. үлесі 20% Мас.үлес (Na2CO3) Na2COз н.м. 99% Массалық үлес Na2CO3 қыздырылмаған өнімде н.м. 98,3% Қыздыруда жоғалтатын салмақ (270-3000С) н.б. 0,7% Төкпе тығыздық 0,5-0,6 г/см3	суда еритін Cr2O3 - (0,2-0,7)%; массалық үлесі ерімейтін Cr2O3-10% ылғал. масс. үлесі 20% Na2COз н.м. 99% Массалық үлес Na2CO3 қыздырылмаған өнімде н.м. 98,3% Қыздыруда жоғалтатын салмақ (270-3000С) н.б. 0,7% Төкпе тығыздық 0,5-0,6 г/см3

Жалғасы 1.1-кесте

Хром ангидриді	Хром ангид-риді өндіріс регламенті	Массалық үлес хром ангидриді (СгО3) СгО3 н.м. 98%	СгО3 н.м. 98%
Күкірт қышқылы кон-тактлі, техникалық, 1 сорт	МЕСТ 2184-77	Массалық үлес моногидрат (H2SO4) Массалық үлес железа (Fe)	Аз емес 92,5% Көп емес 0,02%
Сым 2-0-С	МЕСТ 3282-74	Механикалық құртылу	Болмайды
Силикагель КСМ, МСМ, КСК, МСКК	МЕСТ 3956-78		
Көмір БАУ	МЕСТ 6217-74		
Гофрировалық рукава резиналанған L = 12 м D = 127 мм	МЕСТ 5398-76	Механикалық құртылу	Болмайды
Триэтаноламин техникалық	ТУ 2423-096-766575		
Табиғи газ	МЕСТ 5542-87	Қысым	85-тен 90 кПа дейін
Бу	Келісімге сай	Температура қысым	240-тен 270^0С дейін 700 кПа
Электроэнергия	МЕСТ 13109-87	Жиілік Кернеу	50 Гц 0,4 кВт
Сығылған ауа	Келісімге сай	Қысым	650 кПа дейін
Айналымдық су		Массалық концен-трация CrO_3 Қысым	8 г/$дм^3$ ден 400 кПа дейін

Бұл хром қосылыстарының шығарылымның үлкеюі қажеттілігін дәлелдейді және натрий монохроматын өндіретін цехтың қуатының ұлғаюына алып келеді.

Натрий монохроматы өндірісінде өте маңызды және шектеуші кезең болып тотықтырғыштық қыздыру үрдісі саналады, яғни үш валентті хромды алты валентті хромға аудару үрдісі. Демек, жабдықтарды таңдауда осы кезең негізгі болып табылады [1].

Бастапқыда тотықтырғыштық қыздыру үрдісін қолдық жалынды пештерде жүргізді. Бірақ бұл әдіс дегенмен тарихи болып кетті.

Германдық зауыт Гриский- Электронда 1888 жылы табақшалы пеш жасады, 20-жылдардың екінші жартыларында массаны үздіксіз аударыстырып және жылжытып отыруға мүмкіндік беретін сумен салқындатылатын шнек құрастырған. Осы жағдайда қол еңбегінің жоюылуы өте маңызды болды, өйткені хроматтар улы болады, ал қыздыру жоғары температурада өткізіледі. Табақшалы пеш айналмалы табақшадағы массаны үздіксіз аударыстырып отыратын және оны табақшаның ортасына қарай жылжытатын салқындататын шнекпен

жетілдірілген. Шнекте массаны ақырындап шетке жылжытуды қамтамасыз ететін айнымалы қадамы болады. Мұндай пештің меншікті өнімділігі қол пешімен салыстырғанда 4,5 есе көтерілді.

Табақшалы пештің бір түрі сақиналы пеш болып табылады. Мұнда шихтамен қоректену, массаны үздіксіз аударыстырып және жылжытып отыру сумен салқындатылатын шнегі бар табақшалы пештегідей болады. Массаны оттық газдармен 1100-1150°С ге дейін қыздырады. Сақиналық пештердің барабанды пештермен салыстырғанда мынандай артықшылықтары болады:

- аз шаң алып шығыс, яғни жұмысты электр – сүзгілерінсіз өткізу мүмкіндігі;
- жоғары тоннажды шихталарды қақ түзілуінсіз қыздыру мүмкіндігі.

Дегенмен табақшалы және сақиналық пештердің кемшіліктері де бар:

- толтырғыш ретінде ізбестің қолданылуы демек, қажетті өнімнің алынуына қосымша шығындар керек болады;
- аз өнімділік;
- барабан пештерімен салыстырғанда күрделі конструктивтік құрылымды болады.

Осындай кемшіліктерді ескере отырып, жиырмасыншы жылдарда хроматтар өндірісінде айналмалы түтікті пештерді қолдана бастады, олар дәл қазір хром өнеркәсіптерінде кеңінен қолданылады. Известі шихталарды түтікті пештерде қыздыру қиын, өйткені мұнда тығыз катыштер және настылдер түзіледі. Сондықтанда таңдап алынған технология бойынша, толтырғыш ретінде доломитті қолданды, ал қазір шлам қолданылады. Нәтижесінде қиын балқитын шихта алынады.

Осылайша осы уақытқа дейін көп тоннажды хром қосылыстарының өндірісіндегі айналмалы барабанды пештер, хром кенін өңдеуге арналған жалғыз аппараттар болып табылады. Олардағы қыздыру сапасы ақырындағы хром өнімі бойынша кәсіпорынның негізгі өнімділігін анықтайды.

Барабанды айналмалы пештердің бұдан басқа да артықшылықтары бар:

- конструкцияның оңайлығы және пайдалануда жеңіл қолданылуы;
- толық механикаландыру және автоматтандырудың жеңілдігі;
- жоғарғы өнімділік;
- жоғары дәрежелі тотығуы (87-96%).

Әр түрлі пештерді зерттеудің және ойластыруларға сүйене отырып, хроматы пештер үшін мәндер ұсынылады: $D_{вн}$ = 2,0-3,2 кезінде $L/D_{вн}$ = 13-25 м.

Диаметрі 1,5 м дейінгі шағын пештер температура тербелістеріне және шихтаның құрамына өте тәуелді, диаметрі 2,5 тен 3 м ге дейінгі пештердің ондай сезгіштігі кем. “АЗХС” АҚ да өткізілген материалдық және жылулық есептемелерге сай ұзындығы L =44 м, сыртқы диаметрі D=2, 55 м болатын барабанды пештер қолданылады [1-3]. Мұндай пештер қажетті өнімділіктегі үрдісті жүргізуге мүмкіндік береді және сонымен бірге тұрақты технологиялық кезеңді ұстап тұруда қиындықтар пайда болмайды. Мұндай пештің өнімділігі сағатына 10-12 тонна болады. Материалдық баланстың мәліметіне сай пештің жүктелуі 79 пайызды құрайды.

2 БАС ЖОСПАР

Ақтөбе хром қосылыстарының зауыты акционерлік қоғамы (АЗХС АҚ) Қазақстан республиканың (ҚР) Ақтөбе облысының Ақтөбе қаласының солтүстік-батыс шетінде 1957 жылы пайдалануға берілген.

Кәсіпорынның өндірістік аумағы Қазақ темір жолының Жіңішке станциясынан оңтүстік батыста 0,5 км жерде. Зауыттың орналасу ауданында өнеркәсіптік кәсіпорындар көп шоғылдырылған. Солтүстік-шығыста, 0,7 км қашықтықта Ақтөбе ферроқоспалар зауыты, 1 км шамада шығыста жылу электр орталығы (ЖЭО) орталығы орналастырылған, ал 2 км оңтүстікте ет комбинаты орналастырылған. Зауыттың маңайынан Ташкент-Оренбург темір жолы және Мәртөк - Алға автожол қатынастары өтеді [1, 2].

Зауыттың өндірістік аумағының ауданы 324, 59 га құрайды. Қазіргі құрылыс ошағының қашықтығы 1,5-2,0 шақырымды құрайды.

Ауданның ауа райы күрт өзгеретін, құрғақшылықты болып келеді. Температура және жел материктік болып келеді және жауын-шашындар аз болады. Жылдық орта мөлшердегі температура - 4°С. Ең суық ай – қаңтар (-14,6°С – 17,4°С), ыстық ай – шілде (21,1-26,5°С) . Аязсыз мерзімінің ұзақтығы жылына-210 күн. Тұнбалардың жылдық орта мөлшердегі нормасы - 235,5 мм. Жылдың ішіндегі абсолютті дымқылдықтың өзгерісі ауаның температурасына тауалді болады: қыстыгүні- 1,9-2,4 мм, жаздыкүні-12-14 мм. Салыстырмалы ылғалдықтың шамасы пайызбен өзгереді : жаздыкүні 48-76, қыстыгүні 62-90 Ауа райының мұндағы ерекшелігі үнемі соғатын желдер болып табылады. Желдің жылдамдығы : Б–7, БШ–12, Ш–14, ОШ–15, О–13, ОБ–13, Б–14, СБ–12 м/с. Солтүстік бағытының желдерін қоспағанда жел тармағының бағыты келтірілген мәліметке сәйкес, бір қалыпты. Желдердің қайталанғыштықтық классификациясы бойынша Ақтөбе қаласының аумағындағы баяу желдердің қайталанғыштығы 21-40 пайызды құрайтын II ауданға жатады [1, 2] .

Фабриканың құрылыс алаңында орналасқан ғимараттар мен басқа құрылыстар:

Ғимараттар мен құрылыс тізімі:

-Ірі және орташа үгіту корпусы;

-Күрделі орташа сепарация корпусы;

- Сүзу және кептіру корпусы;

-Бас корпус;

- әкімшілік-тұрмыстық корпус;

- асхана;

-механикалық шеберханалар;

- гараж;

Фабриканың ғимараттары мен құрылыстары арасында, сондай-ақ, автокөлік жүретін жолдар бойында жалпы көлемі 35000 м^2 болатын асфальтталған жүру жолдары бар.

3 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

Натрий монохроматын өндіру әдісі технологиялық үдерістің келесі кезеңдерінен тұрады:

- шикізат материалдарының әзірленуі және шихтаның даярлануы.
-шихтаның түйіршектенуі;
- шихтаның тотықтырғыштық күйдірілуі;
- құйманы шаймалау;
-шлам пульпасының сүзілуі;
- натрий монохроматын қоспалардан тазарту;
- шламды кептіру.

3.1 Шикізат материалдарының әзірленуі және шихтаның даярлануы

Хромитті кен жартылай вагондармен, кейде платформаларда цехтық қоймаға түседі. Цехтық қоймадан грейфер кранымен (1) кен, ірі кесектерді бөліп алатын тор рельс орнатылған хромиттің қабылдау бункеріне (2) беріледі. Хромиттің ірі көсектері бункерден жалпақ қоректендіргішпен хромитті беттік уатқышқа (3) береді, мұнда хромит 25 мм өлшемге дейін ұсақталады (дөрекі ұсақталу). Уатқыштың жұмыс істеуіне негізгі талап - оның бір қалыпты қоректенуі.

Хромит уатқыштан өтіп көлбегеу транспортермен (4) хромиттің барабандық кептіргішіне (5) беріледі. Ұнтақтаудың алдында хромит кептірілген болуы керек, өйткені ол қоймаға 2-6 пайыздық дымқылдықпен түседі.

Хромитті барабандық кептіргіште кептіріп алады. Кептіру кептіргіштің оттығында табиғи газды жағуда алған түтіндік газдармен іске асырылады. Табиғи газ және сығылған ауа арнайы форсункада нақтылы байланыстарда артөменгіды. Кететін газдардың кептіргіштен шығудағы температурасы 300^0 С дан аспайды.

Хромиттің кептіргішінен кететін газдар циклоннан, ТС-6 электросүзгішден (5а) тазартулардан өтеді де, содан соң Д-12 түтінтартқышпен атмосфераға лақтырылып тасталады (5б).

Хромиттің шаңы электросүзгішлер және циклондардың бункерлерінен шнектерге төгіледі және галерей транспортерімен (6) хромиттің қабылдау бункеріне (7) беріледі. Кептіргіштен шыққан хромит галерей транспортеріне түседі (6), одан хромиттің қабылдау бункеріне беріледі (7). Бункерден хромит лоткалы қоректендіргішпен хромиттің құбырлы диірменіне ұсақ ұнтақталуға (8) беріледі. Ұсақ ұнтақ материалды бақылау елеуішінде еленеді, елегіште қалған қалдықтың (пайыздағы) мөлшерімен сипатталады және ол саңылауларының өлшемі 6400 $см^2$ болатын елеуіште 3 пайыздан аспайтын мөлшерде болатын кезде ғана үрдісті жүргізуге рұқсат етіледі.

Натрий монохроматы өндірісіндегі ұсақ ұнтақты сепараторы тұйықталған циклде жұмыс істейтін, құбырлық екі камералы шарлы диірмендерде өндіріп

алады. Диірмендердің өнімділігі шарларды диаметрлері бойынша теріс таңдап алуда бірден құлдырайды. Хромиттің ұнтақталуында ауалік ортадан тепкіш айырғыштары қолданылады, олардағы кірістірілген желдеткіш арқылы тұйықталған ауа ағыны жасалады. Майда фракциясының шығуы, яғни дайын өнімнің алынуы ауа ағынының қарқындылығымен реттеледі. Ауа ағыны неғұрлым қарқындырақ болса, соғұрлым дайын өнімнің шығуы жоғары болады, бірақ ұнтақтың ұсақталуы төмен болып қалады. Хромит құбыр диірменінен кейін (8) элеватормен (10) сепарацияға (12) беріледі. Бақылау елеуішіндегі қалдық неғұрлым аз болған сайын, соғырлым өндірістегі негізгі заттың (хром) алынуы жоғары болады.

Ұнтақталған хромит ауа сепараторында фракцияларға бөлінеді – сепаратордан алынған ірі фракция (12) шнекпен (9) хромиттің қабылдау бункеріне (7) қайтарылады, ал ұсақ фракция тасымалдау жүйесімен (14, 15, 16 көрністер) шихта дайындау станциясындағы уатылатын хромиттің бункеріне беріледі (17).

Кальцилелген сода цехқа арнайы сода тасымалдағыштармен түседі. Вакуум-насостар РМК арқылы сода қабылдау бункеріне жүктеледі, одан әрі ол құбырлар бойымен пневмо - бұрандалы насос көмегімен «Силос» түріндегі бункерлерге тасымалданады. Сода қолмен, шнектер арқылы, транспортерлермен, элеваторлар көмегімен түсіріліп алынады.

Жинақтағыштың бункерінен содасының (силосты) берілуі (40): сода силостан шнекті қоректендіргіш және шынжырлы транспортерлер (40а) арқылы галерей транспортеріне беріледі (41-ші орн.) және ол бойынша шихтостанцияның бункер-жинағышының үстіндегі шашырату станциямсына түседі. Онда сода қажеттілікке байланысты шихтостанцияның 1, 3, 4, 5-і бункер-жинағыштарына жіктеледі (50).

Сөндірілмеген әк, ротациялық немесе шахталық пеште ұсақталынған және іріктелген әк тасты қыздыру арқылы алынады. Әк тас ($CaCO_3$) кальцидің оксидіне ыдырайды, яғни сөндірілмеген әк (CO_2) және көміртектің қос тотығы (CaO). Бұл реакция кальцилеу деп аталады, ол Цельсий шкаласы бойынша 1100 градусқа жуық температураны талап етеді. Роторлы пеште қыздыру үрдісі алты сағатқа созылады; шахталық пеште кальцилеу 24-36 сағаттқа жуық аралықта өтеді.

Дайын ұсатылған немесе кесек-кесек ізбесті ТНК «Казхром»-ның көрші зауыттарынан алып келеді.

Сөндірілмеген әкпен болатын тиеу-түсіру операцияларын үлкен сақтықпен өткізеді, өйткені ол химиялық белсенді. Ізбес шихтодайындау кезеңінде бункерге беріледі (71).

Шламды қыздыру кезеңіне қайтару, хромитті кеннің хромын қолданудың пайызын үлкейтеді және натрий монохроматын жоғалтуды азайтуға мүмкіндік береді. Айналма шлам шламға арналған бункерге шихта дайындау кезеңіне беріледі (46) [1-3].

3.2 Шихтаның түйіршектенуі

Күйдіруге дайын шихта түйіршектеу кезеңіне түседі.

Түйіршектеу «От 300» түріндегі түйіршіктегіштерде іске асады (58).

Байланыстыратын қосымшалар ретінде сұйық фазаға кен бөлшектердің жабысып қалуына қажетті жағдай жасай алатын бентонитті немесе сұйық шыныны қолдануға ұсыныс жасаған. Түйіршіктелген шихта (5 мм) негізгі заттың қыздыру пештерінің түтіндік газдарымен шаң ретінде кетіп қалуын қысқартуға мүмкіндік береді, бұл натрий монохроматының өнімділігін жоғарылатып, пештегі газдың жылдамдығын шамамен екі есе жоғарылатады. Ол жүктелетін материалдың мөлшерін үлкейтуге мүмкіншілік береді.

Табақшалы грануляторлардағы түйіршіктердің түзілуі бастапқы шикізаттың ылғалдануы және оны бір мезгілде гранулятордың түбінде аунатуына байланысты болады. Материал үйкеліс, ауырлық және ортадан тепкіш күші күштерінің әсерінен, сырғанауы тоқталып гранулятордың түбіне және жиегіне тығыздап тіреледі. Пайда болған агломераттар айналмалы табақшамен бірге бірқатар биіктіктерге көтеріледі, содан соң (қашан ауырлық күші үйкеліс күшін жеңіп шығады) майда дисперсиялық заттың беткі қабатынан төмен қарай табиғи қиябет бұрышымен домалайды. Бұл ретте шикізат қозғалыс үрдісінде қабаттаса түйіршікға айналады және нығызданады (түйіршікның бетіне сыланатын сияқты болады).

3.3 Шихтаның тотықтырғыштық күйдірілуі

Шикізат материалдары. Хромитті кен. Хромитті кендердің негізгі кен түзетін материал хромшпинелидтер болып табылады, олардың жалпы құрамы $(Mg, Fe^{2+})O\cdot(Cr, Al, Fe^{3+})O_3$ формуламен өрнектеледі. Хромитті кендердерде бірге болатын (руда емес бөлік) минералдары негізінен, серпентин $[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]$, магнийдің, алюминидың күрделі сулы алюмосиликаттары, және тағы басқалар болып табылады. Кендегі қоспа тотығу, күйдіру, шаймалау және сүзу үрдістеріне әр түрлі ықпал етеді, ақыр соңында хромның шығуына өз әсерін тигізеді. Шихтада бірөңкей хромшпинелидтің бар болуы, бірақ ондағы FeO мен SiO_2 дің әр түрлі мөлшерлері, тотықтырғыш қыздырудың түрлі үрдістеріне алып келеді. SiO_2 дің мөлшері әжептеуір кендерді өңдеуде тотығу дәрежесі төмендейді. FeO дің мөлшері салыстырмалы үлкен кендер доломитсіз шихталарда едәуір ақырынырақ тотығады, әсіресе 900^0C температурадан жоғарыда тотығу дәрежесі азаяды. Хромшпинелидтегі Al_2O_3тің мөлшері неғұрлым көбейген сайын оның тотығу жылдамдығы соғұрлым төмендейді [8].

Na_2CO_3 кальциленген содасы (натрий карбонаты). Кальциленген сода натрийдің қайнар көзі болып саналады, ол ұзақ сақталуда ауадан ылғалды және көмірқышқыл газын сорып алатын ақ гигроскопиялық ұнтақ. Нәтижеде соданың ұйысып қалуы және сапасының төмендеуі мүмкін. Соданың үйінді салмағы 480-600 кг/м^3 болады [9].

Ізбес. Әк тасты, борды күйдірудің өнімі. Негізінде CaO дан тұрады. Таза кальций тотығының тығыздығы 3,2 г/см^3 және балқу температурасы 2570°C [9].

Техникалық кесек-кесек сөндірілмеген ізбес әдетте бозғылт түсті кеуекті шақпақтар түрінде алынады, ондағы CaO ның мөлшері 70-85 пайыздан кем болмайды. Оны суымен сөндіруде ұнтақ түріндегі сөндірілген ізбес-үлбіреуікті алады, ол негізінен кальцийдің гидрототығынан тұрады (кемінде 60-67% CaO) [8, 9].

Үрдістің химиясы. Шихтаның тотықтырғыштық күйдірілу үрдісін шартты түрде келесі реакциялармен көрсетуге болады [8, 9]:

$$Cr_2O_3+2Na_2CO_3+1,5O_2=2Na_2CrO_4+2CO_3, \quad (3.1)$$

$$CaO+Na_2CO_3=CaCO_3+Na_2O, \quad (3.2)$$

$$2CaCO_3+Cr_2O_3+1,5O_2=2CaCrO_4+2CO_3. \quad (3.3)$$

Бір уақытта басқа да реакциялар жүреді, нәтижесінде көптеген басқа қосылыстар ең алдымен ферриттер, алюминаттар, натрий силикаттары алынады. Хромиттен натрий хроматтының түзілуі - эндотермиялық үрдіс, ол жылу шығынын талап етеді және (1200-1300 ^{O}C) температуралардың аралығында өтеді.

Хромитті кендерді қыздыруда төменгі температураларда қатты заттардың арасында реакциялар өтеді, және масса ұнтақ тәрізді құрылымды сақтайды, содан соң, нашар еритін эвтектикалардың түзілуінің нәтижесінде сұйық фаза пайда болады, және оның мөлшері температураның жоғарылауымен біртіндеп ұлғаяды.

Хромит-сода жүйесінде шихтаның төменгі температураларда 62,5% Na_2CrO_4 $_{бар}$ эвтектикалық балқыма түзіледі. 655°C температурада Na_2CO_3 – Na_2CrO_4 жүйесінде сұйық фаза түзіледі.

Ары қарай қыздыруда сұйық фаза содамен байытылады, дегенмен өспелі жылдамдықпен бір уақытта натрий хроматты түзіліп, ол сұйық фазадағы соданы алмастыратын болады.

1000°C ге дейін соданың басқа тотықтырғыштармен (SiO_2, Al_2Oз, Fe_2O_3 және басқа) әсерлесуінің жылдамдығынан натрий хроматтының түзілу жылдамдығы көбірек [8, 9].

Сұйық фазадан соданың жоғалуына байланысты соданың жаңа мөлшерлерінің еруі басталады.

Бұл үрдістердің нәтижесінде қатты сода шихтаның соданың балқу температурасына жеткеніне дейінгі уақыттан көп бұрын жоғалады. Сұйық фаза натрий хроматты болады.

Шихтаның тотықтырғыш күйдіруі. Хромитті шихтаның тотық-тырғыштық күйдірілуін 1200-1300^{0}C де айналмалы барабанды пештерде өткізеді (85). Пеш табиғи газдарды жағуда алған газдармен қыздырылады.

Өтетін үрдістердің сипаттамасына сәйкес пешті келесі шартты аймақтарға

бөледі:

- қыздыру аймағы, мұнда ылғал буға айналады және шихта шамамен 500^0С ге дейін қызады.

- қатты фаза реакциялардың аймағы, мұнда масса температурасы шамамен 900^0С ге дейін жоғарылайды.

- ісірілу аймағы (реакциялық аймақ), мұнда температура максимумға дейін (1150-1300^0С) өседі және сәйкес түрде хроматтың түзілу реакциясы үдейді және аяқталады.

- суыту аймағы, мұнда жалынның түбірінің температурасының аздығына және екіншілік ауаның сорылуына байланысты, массаның температурасы төмендейді және ол пештен шығарда 900^0С ді құрайды.

Қыздыру пештерінен шығатын газдар 60 пайызға дейінгі жылуды әкетеді және оның температурасы 650-750^0С болады. Жылуды рекуперациялау үшін қазандық-тазартқыштар қолданылады, оларда кететін газдардың жылуын бу алуға қолданылады.

Бұдан басқа, кететін газдарды атмосфераға лақтырудың алдында Тс-6 электрсүзгіштерінде тазартады. Атмосфераға лақтыруда газдардың температурасы 150^0С мөлшерінде болады. Газды жандыру және тотықтырғыштық қыздыруды өткізу үшін оттектің үлкен мөлшері керек болады. Түтін тартқыштармен қазан-тазартқыш және электросүзгіштердің жүйелерінен ауа сорылады, пештің жоғарғы басындағы сиретілу 7-10 кгс/м^2 шамасында болады [10, 11].

Ауа пеш арқылы сорылады, оттектің бір бөлігі газды жағуға, бір бөлігі тотықтыру үрдісіне қолданылады және түтіндік газдарда 9% оттек қалады. Кететін газдарының 600^0С ден 200-250^0С дейін сууы негізінен қазан-тазартқышта өтеді.

Хромитті шихталардың тотықтырғыштық күйдірілуін төрт айналмалы барабанды пештерде өткізеді (85). Пештердің ұзындығы 44 м, сыртқы диаметрлері 2,55 м және пеш 4-роликті тіректерде көлбеу орнатылған, көлбеу бұрышы – 2°. Пеш ішінен шамот кірпішімен футерлеген. Шаңның шығысын азайту үшін пештің жоғарғы жағына тот баспайтын болаттан табалдырық жасайды, материалдың (піспенің) температуралардың жоғары аймағында көп уақыт болуын қамтамасыз ету үшін, пештерден шығатын жерде шамот кірпішінен табалдырық болуын ескереді. Қазан-тазартқыштардағы отыратын шаң бункерге жиналады, одан шихтаны даярлауындағы шаң бункерлеріне тасымалданады [1-4].

Кететін газдар қазан-тазартқыштарда суытылады (82), электрсүзгіштерде тазартылады (89) және санитарлық құбыр арқылы атмосфераға лақтырылады. Кететін газдардың жылуы 5-10 атмосфералық қысымдағы бу алуға арналған қазан-тазартқыштарда қолданылады. Қазаннан шығатын газдың температурасы 250^0С ден көп болмауы керек [10].

3.4 Піспені шаймалау

Қыздыруда алынатын майда дәнді піспе суығаннан кейін қара түсті болады. Онда майда түйіршіктермен қатар ірі түйіршіктер де болады. Піспе түйіршіктері неғұрлым уағырақ болған сайын, соғұрлым хромның тотығу дәрежесі мен шығарып алынуы жоғары болады.

Піспе сапасы ең алдымен, суда еритін жалпы хром концентрациясымен анықталады, тотығу дәрежесімен, яғни суда еритін CrO_3 тің жалпы CrO_3 ке қатынасымен анықталады.

Хроматты піспенің үйінді салмағы ~ 1760 кг/м^3. Жартылай салқындатылған піспе қыздыру пешінен (85) ағып суытқыш барабанға түседі (86). Суытқыш барабан (ондағы піспенің тым тереңірек сууы үшін) барабан арқылы сорылатын ауамен (екіншілік) және сырттан – коробтың айналмалы суармалы суы арқылы суытылады. Барабан көлбеу орнатылған, барабанның айналу жылдамдығы - 2 айн./мин.

Суытқыш барабаннан піспе ағызғыштан өзі ағып ылғалды ұнтақтың диірменінің улиттік қоректендіргішіне түседі де онда екінші сүзгіштің сүзіндісімен сөндіріледі. Содан соң, улиттік қоректендіргішпен піспе ылғалды ұнтақтың диірменіне жүктеледі де онда шаймалау және піспені бір уақытта ұнтақтау үрдістері өтеді. Ылғалды ұнтақтың диірмені (87) - біркамералы, түтік тәрізді, диаметрі 1м, ұзындығы 3м, іші сауытты тақталармен футерленген, құрыштан жасалған шарлармен жүктелген.

Ылғалды ұнтақтың диірменінде Қ:С~1:3 болатын шлам пульпаларын алады (көлемі бойынша); пульпаның қатты бөлігі елеуіште бір см^2 та 6400 саңылау беруі керек, яғни қалдық 25 пайыздан аспауы қажет; пульпаның сұйық бөлігі 150÷200 кг/м^3 CrO_3 ды ұстауы тиіс. Пульпаның температурасы 60-85°С аралығында жатады. Шламдық пульпаның тығыздығы мен температурасын әлсіз сілтітардың диірменге берілуін автоматты реттеумен тұрақты етіп ұстап отырады.

Ылғалды ұнтақтың диірменінен суспензия өз ағысымен әрбір диірменнің промбагына түседі (88), одан насостармен қатты пульпаның пульпажинағыш-бағына айдалады (102). Содан соң, пульпа айналма құбырлармен насос арқылы бірінші сүзгіштің вакуум-сүзгішіне беріледі (104) [1-4].

3.5 Шлам пульпасының сүзілуі

Шлам пульпасының сүзілуі үш сатыда, шламның аралық репульпациялануымен, БОУ-40 түріндегі барабандық вакуум-сүзгіштерінде өткізіледі (үшінші сатыда БОУ-10 түріндегі вакуум-сүзгіштерін қолданады).

Пульпаның қатты және сұйық бөліктері сүзіп бөлінеді. Сұйық бөлік - бұл 160-170 кг/м^3 CrO_3 концентрациялы монохроматты сілті, қатты бөлік-шлам- ол бірінші сүзілуден кейін репульпацияланады және екінші сүзгішке айдалады.

Шламды жууға арналған судың температурасы 65°С ден жоғары болмауы

керек. Сүзгінің басындағы вакуум 0,4-0,6 кг/см^2 төмен болмауы керек, ал тұнбаны үрлеуге арналған ауаның қысымы 0,2-0,3 кг/см^2 болуы тиіс. Жуатын су барабаннан үрлеуші секцияға дейін пышақ жағынан және сүзгінің екінші жағынан астауға дейін шылқыған күйде ағуы көп мөлшерде беріледі [12-18].

Пульпаның нашар сүзгіштігінің себептерінің бірі оның өте ұсақталуы болуы мүмкін - жоғары дисперсиялы бөлшектер сүзгі материалдарының тесіктерін бітеп тастауға қабілетті. Матаның дұрыс сүзгіштік қабілеттілігін қалпына келтіру үшін оны концентрациясы 15-20 кг/м^3 CrO_3 хром ангидридінің ерітіндісімен қалпына келтіреді [8, 9].

Сүзуге арналған вакуумды ВН -120, ВВН-150 түріндегі вакуум-насостар жасайды (120).

Вакуум-сүзгіштегі матаның желін шығаруға арналған сығылған ауа В – 20/15, В- 27/15 және В – 30/15 ауа айдағышпен істелінеді (114) [12-18].

Пульпа айналмалық құбырмен бірінші сүзгіштің вакуум-сүзгішіне түседі (қалыптар 104). Сүзгілердегі шламды бакта толтырылған сулармен жуады (66). Сүзінді және жуып тазартатын су сүзгіштен вакуум-рессиверге түседі (115), одан гидрозатвор (бурак) арқылы берік сілтітардың багіне түседі (117). Бактан (117) сілті насоспен ДОРР тұндырғышына айдалады (152). Тұндырғышта монохроматтық сілті тұндырылады және өз ағысымен бак-реакторға түсіп, онда қоспалардан тазартылады (132) [12-18].

Шлам бірінші сүзгіштен репульпаторларға түседі (105) және де бірінші сүзудің “водовар”-нан су келіп түседі (66), онда репульпулпацияланады және насоспен екінші сүзудің айналма багына беріледі (106).

Пульпа айналмалық бактан (106) екінші сүзудің вакуум-сүзгішіне беріледі (109). Сүзінді және жуып тазартатын су сүзгіштерден гидрозатвор арқылы әлсіз сілтітардың бак-жинағышына келіп түседі (166), одан әлсіз сілтітардың ағымды багы арқылы (65-ші орн.) піспені шаймалау үшін ылғалды ұнтақтың диірменіне беріледі (87).

Шлам екінші сүзілудің вакуум-сүзгішінен шлам жинағыштарында қатты заттар бойынша 1100-1300 г/л дейін шоғырландырылып репульпулпацияланады (107) және одан насос арқылы шламды кептіру бөлімшесіндегі пульпаның қабылдау бактарына беріледі (21) [12-18].

Вакуум-сүзгіште сүзгіш бөгет ретінде барабанға оралатын капрон торы арқылы бекітілген капрон матасы қолданылады.

3.6 Монохроматты сілтітарды қоспалардан тазарту

Алюминаттың алюминий гидрототығына өтуі pH=8,0-8,5 кезінде бітеді және бұл мәнді мүмкіншілігінше дәлірек ұстап тұру керек. pH-ы ±0,2 pH дәлдікпен ұстап тұру үшін қышқылдау үрдісі pH-метрдің импульсы бойынша бак-реакторға берілетін қышқыл мөлшерін реттей отырып автоматты түрде өтеді [8, 9, 11-24].

ДОРР тұндырғыштан (152) сілті өздігінен ағып алдын-ала қышқылдау

реакторына түседі (132), мұнда сілтітардың pH=9,0-9,5-ға дейін қышқылдануы болады.

Монохроматты сілтітарды кремниден тазарту әдісі оны алюминий гидрототығымен бірге тұндыруға негізделген.

Сілтітарды күкірт қышқылымен әрекеттестіргенде натрий алюминаты ермейтін $Al(OH)_3$ ті бөле отырып ыдырайды, ол бастапқыда OH^- және CO_3^{2-} иондарды бейтараптандырады [1-4, 8, 9]:

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O, \quad (3.4)$$

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2, \quad (3.5)$$

Содан соң HCO_3^- және AlO^-_2 иондары бейтараптандырылады

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2, \quad (3.6)$$

$$2NaAlO_2 + H_2SO_4 + 2H_2O = Na_2SO_4 + 2Al(OH)_3 \quad (3.7)$$

Бұл ретте ермейтін алюминий гидрототығымен бірге тұнбаға кремний қышқылының еритін тұздарының бірге тұнуы болады.

$Al(OH)_3$ тұнбасының дисперсиялығына шешуші ықпалды температура мен бейтараптандыру жылдамдығы көрсетеді. Кремний қосылыстарының тұнуының толықтығы және микрокристалдық жеңіл сүзілетін тұнбаларды алу сілтітардың 60-85°С температурасында және монохроматты сілтітардағы Al_2O_3 тің концентрациясының шегі 300-2000 мг/л болған кезде ғана болады [9].

Сілтітар бөгеттер арқылы реакторларға түседі (132а,132б-көрністер), мұнда сілтітардың pH=8,0-8,5-ға дейін қышқылдануы болады. Реактордан (132а) қышқылданған сілтітар астаулар арқылы pH ты бірдей қылып және реакцияның толық өтуі үшін реакторларға түседі (132в,132г-көрністер).

Сілтітар реактордан (132) ДОРР тұндырғышына қотарылады (153). Тұндырғыштарда сілтітар мен тұнбаның бір-бірінен ажырап тұндырылуы болады, олар мезгіл-мезгіл ДОРР астындағы бакка құйылып отырады (112) және барлығы 3-ші ДОРР-ың астындағы бакка жиналады. Ол жерден насоспен екінші (106) сүзгіштің айналма багына айдалып отырады.

ДОРР тұндырғышынан (153) астау арқылы тазартылған сілті бак-жинағышқа беріледі (155), одан насоспен рамалы сүзгіш-пресске бақылаулық сүзілуге беріледі (158). Сілті сүзілгенен кейін тазартылған ашудастың бак-жинағышына ағып келеді, одан насоспен тауарлық цехтарға берілу үшін буферлік бакқа айдалады (161). Сүзгіш-пресстен сүзіліп алынған тұнба (158) бакка тасталынады (118) және насоспен екінші (106) сүзгіштің айналма багына айдалып отырады. Қышқылдарды сақтайтын орталық қоймадан күкірт қышқылы қабылдаушы бакка түседі (130), одан насоспен қышқылдың шығын багына айдалады (131). Шығын багынан қышқыл дозаторлар арқылы бак-реакторға түседі (132а) [1-4].

3.7 Шламның кептірілуі

Сүзу бөлімінен түскен шлам пульпасы бірінші сүзуден кейін (21) бір мезгілде үшінші сүзудің айналмалық багы болатын бак -пульпажинағышқа жиналады. Одан (21) пульпа барабанды вакуум-сүзгішке айдалады.

Сүзіліп алынған әлсіз сілті ресивер және гидрозатвор арқылы насоспен әлсіз сілтітардың бак-жинағышына түседі (22), одан насоспен цехтың сүзгі бөлімшелеріне жіберіледі (166).

Үшінші сүзуде түзілетін дымқыл (20-25%) монохроматты шлам, барабандық вакуум-сүзгіштен (20) барабандық кептіргіштің қоректендіргіш шнегіне келіп түседі (25) [1-4, 12-18].

Барабандық кептіргіште шламның кептірілу үрдісі өтеді. Кептіргіштің жоғарғы бөлігі кірпішпен футерленген, орташа бөлігіне жылутасымалдағыш пен материалдың арасындағы жылуалмасуды қарқындату мақсатында шламды араластыруға арналған полкалар орнатылған [1-4].

Жылутасымалдағыш ретінде шығу оттығында табиғи газды жағуда алынатын оттық газдар алынады. Оттық газдардың температурасы кептіргішке кірер жерде $600 \div 700^0$С, шығуда – $180 \div 230^0$С. Кептіру температурасы газ шығынымен және жағуға берілетін екіншілік ауамен реттеледі. Кептіргіште іске асатын жылуалмасу қағидасы-тура ағын [19-24]. Кептіргіштен шығатын шламның дымқылдығы 0,5 пайыздан температура - 300^0С тан аспайды. Кептірілген шлам кептіргіштің басынан элеваторға беріледі (26), содан соң таспалық транспорлар жүйесімен (42, 43, 44) шихтостанцияның бункеріне (46) тасымалданады.

Шламның кептіргішінен кететін газдар шаң тұту жүйесіне түседі. Тазарту бункер рамасына орналастырған екі-екіден қатар бірлескен циклондар батареясында өтеді (31), онда жиналған шаң мезгіл-мезгіл элеваторға төгіледі (26). Құрғақ тазаланған газдар тұйықталған циклде эвольвенталық форсункалар арқылы сумен суарылатын қуыс скруббер астына келіп түседі (32а). Бұдан әрі газ тамшы жинағыш (32б) және Д-12 түтінтартқы (32в) арқылы түтін құбырымен атмосфераға лақтырылады [10, 11].

Тамшы жинағышта (32) су-ауа қоспасының бөлінуі болады, онда аулап алынған су суландыру багына жиналады (32). Пульпа суландыру багынан үнемі бак- жинақтағыштарға айдалып отырылады, одан ары сүзгі бөлімшесіндегі шлам багіне беріледі (110). Шлам сүзгі бөлімшесінен құбырлармен шламның жинағыш-көлдеріне жиналады.

Вакуум-сүзгіштің матасын регенерацияға арналған хром ангидридінің ерітіндісі бакта дайындалады (27). Сүзгілердегі шламды бак-қыздырғыштан келетін (23) ыстық сулармен жуады [1-4].

Вакуум-сүзгіштен және бак аппаратурасынан кететін газдар скрубберлер мен тамшы жинағыштарда тазартулардан өтеді, одан кейін құбыр арқылы атмосфераға лақтырылады [10, 11].

3.8 Технологиялық есептеулер

3.8.1 1000 кг монохромат алуға материалдық баланс

Шикізатты дайындау (ұсақтау, кептіру, үгіту). Стехиометрия бойынша аударамыз Na_2CrO_4 :

$$2\,Na_2CrO_4 + H_2SO_4 = Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O \qquad (3.8)$$

$$M(Na_2Cr_2O_7) = 261{,}965 \text{ г/моль};$$

$$M(Na_2CrO_4) = 161{,}972 \text{ г/моль};$$

$$m(Na_2CrO_4) = m(Na_2Cr_2O_7)\cdot M(Na_2CrO_4)\cdot 2/M(Na_2Cr_2O_7) =$$

$$= 1000\cdot 0{,}161972\cdot 2/0{,}261965 = 1236{,}6 \text{ кг}.$$

1 тонна монохромат натрийға кететін шикізаттың шығын коэффициенті (тәжірибелік) шикізаттың 3,8 тоннасына тең. Монохромат натрий соңғы ағында барлық ағын массасының 23,147 пайызы болады.

$$m_{\text{шикізат}} = 1236{,}6\cdot 3{,}8 = 4699{,}1 \text{ кг}. \cdot$$

Бұл төрт ағыннан тұратын дайын шихтаның массасы: (5) – хром рудасы, (8) – айналма шлам, (11) – әк, (13) – кальцинирленген сода. Осы төрт ағын шихтада мына пайыздық қатынастарда болады:

(5) – 28,59%; (8) – 34,29%; (11) – 15,80%; (13) – 21,31%;

Шихта дайындау. Жоғарыда саналған құрамға (15) – айналма шаңды қосамыз, ол бункерден түсетін шикізат массасының 10,17 пайызы болады [14, 15, 23]:

$$m\,(15) = 4699{,}1\cdot 0{,}1017 = 477{,}9 \text{ кг};$$

$$4699{,}1 + 477{,}9 = 5177{,}0 \text{ кг};$$

Шихта жоғалуы шихта массасының 0,16 пайызы болады:

$$m_{\text{шихта жоғалуы}} = 5177{,}0\cdot 0{,}0016 = 8{,}3 \text{ кг};$$

Сәйкес түрде тотықтырғыш күйдіруге түседі:

$$m\,(16) = 5177{,}0 - 8{,}3 = 5168{,}7 \text{ кг}.$$

Шихтаны тотықтыра күйдіру. 77,8% Cr_2O_3 – пайдаланудың пайдалы дәрежесі, яғни ол толығымен әрекеттесіп технологиялық нобайдың келесі сатысына кететін бөлігі, қалған бөлігі балансқа және жоғалуға кетеді [14, 15, 23].

$$Cr_2O_3+2Na_2CO_3+1,5O_2 = 2Na_2CrO_4+2CO_2$$

$$CaO + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2O$$

$$2CaCO_3 + Cr_2O_3 + 1,5O_2 = 2CaCrO_4 + 2CO_2$$

$$Na_2O + SiO_2 = Na_2SiO_3$$

$$Na_2CO_3+SiO_2 = Na_2SiO_3+CO_2$$

$$2Na_2SiO_3 + 2\ Al_2O_3 = Na_2O\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2 + Na_2Al_2O_4$$

$$2CaO + Cr_2O_3 + 1,5O_2 = 2CaCrO_4$$

$$Cr_2O_3 + MgO + 2O_2 = 2\ MgCrO_4$$

$$2FeO + 0,5O_2 = Fe_2O_3$$

$$Fe_2O_3 + 3SiO_2 + 1,5O_2 = Fe_2(SiO_3)$$

$$2Na_2SiO_3 + 2Fe_2O_3 = Na_2O\cdot\ Fe_2O_3\cdot 2SiO_2 + Na_2Fe_2O_4$$

Тотықтырма күйдіру үрдісінде күйдірілген масса түзіледі, ол одан кейін шаймалауға беріледі.

Жоғарыда айтылған және есептелген жұмыстардың барлығы хромды шихтаны күйдіру және натрий монохроматын алудың теориялық негізінде, яғни реакциялық массаның ортасында не өтетіндігін білу үшін жасалған. Оның барлығы 3.3- кестеде келтірілген.

Суыту және шаймалау. Піспені суыту және шаймалау сатыларына сүзудің екінші сатысынан $1_{(19)}$: $1,27_{(22)}$ –әлсіз монохромат ерітіндісі қатынасындағы әлсіз сілті келеді: [14, 15, 23].

Шығудағы концентрация

$$(23) = 200 – 250\ гр/дм^3\ CrO_3.$$

Шаймалау үрдісінде ағындардың құрамдық бөліктері масса бойынша өзгереді.

3.1-Кесте

Хромды шихтаны күйдірудің материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Кіріс статьясы	ағынмен		Шығыс статьясы	ағынмен	
	Кг	пайызбен		кг	пайызбен
Шихта (16), оның ішінде Cr_2O_3 MgO Fe_2O_3 SiO_2 Al_2O_3 FeO CaO H_2O Na_2CO_3 NaCl Басқасы	5168,7 889,0 749,5 392,8 273,9 222,3 77,5 1163,0 15,5 1064,8 10,3 310,1	100,0 17,2 14,5 7,6 5,3 4,3 1,5 22,5 0,3 20,6 0,2 6,0	Күйдірілген масса (19), оның ішінде Na_2CrO_4 $CaCrO_4$ Cr_2O_3 MgO Fe_2O_3 SiO_2 Al_2O_3 CaO NaCl	3976,2 1471,2 19,9 87,5 715,7 381,7 258,4 210,7 823,1 8,0	100,0 37,0 0,5 2,2 18,0 9,6 6,5 5,3 20,7 0,2
Тотықтыруға кететін ауаның оттегісі (18)	236,5	100,0			
			Кететін газдар және буы (20), оның ішінде CO_2 H_2O	943,1 931,2 11,9	100,0 98,8 1,2
			Айналма шаң (15), оның ішінде Cr2O3 Na2CO3 Басқасы	477,9 86,0 76,5 315,4	100,0 18,0 16,0 66,0
			Қайтымсыз шаң (21), оның ішінде Na2CrO4 CaCrO4 Cr2O3 Басқасы	8,2 3,2 0,2 0,5 4,3	100,0 39,0 2,9 5,5 52,6
Барлығы:	5405,2	100,0	Барлығы:	5405,4	100,0

Піспені пештегі шаймалау үрдісінде, Na_2CrO_4, NaCl және $CaCrO_4$ ерітінділерінен басқа (H_2O ғы ерітінді), соңғысы сілтілер қатысуымен мына

реакция бойынша Na_2CrO_4 ге конверттеледі:

$$CaCrO_{4(р)} + Na_2CO_{3(р)} = CaCO_{3(т)} + Na_2CrO_{4(р)},$$

$$CaCrO_{(р)} + 2NaOH = Ca(OH)_{(т)} + Na_2CrO_{4(р)}.$$

Келесі үрдістер өтеді: әкті сумен сөндіру:

$$CaO_{(т)} + H_2O = Ca(OH)_{2(т)}$$

3.2-Кесте
Суыту және шаймалаудың материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Кіріс статьясы	ағынмен		Шығыс статьясы	ағынмен	
	кг	пайызбен		кг	пайызбен
1. Күйдірілген масса(19), оның ішінде	3976,2	100,0	1. Шламдық пульпа (23),оның ішінде:	8494,6	100,0
Na_2CrO_4	1471,2	37,0	сұйықтар, оның ішінде	5716,8	67,2
$CaCrO_4$	19,9	0,5	Na_2CrO_4	1444,2	17,0
Cr_2O_3	87,5	2,2	Na_2CO_3	8,5	0,1
MgO	715,7	18,0	NaCl	8,5	0,1
Fe_2O_3	381,7	9,6	H_2O	4247,3	50,0
SiO_2	258,4	6,5	н.о.	8,5	0,1
Al_2O_3	210,7	5,3	пульпаның қатты бөлігі, оның ішінде Na_2CrO_4	2777,7	32,8
CaO	823,1	20,7		288,8	3,4
NaCl	8,0	0,2			
3.Әлсіз монохр. ерітінділері(21), оның ішінде	5048,8	100,0	$CaCrO_4$	17,0	0,2
Na_2CrO_4	257,5	5,10	Cr_2O_3	85,0	1,0
NaCl	2,0	0,04	MgO	713,5	8,4
Na_2CO_3	7,1	0,14	CaO	824,0	9,7
H_2O	4777,7	94,63	Fe_2O_3	382,2	4,5
н.о.	4,5	0,01	Al_2O_3	212,4	2,5
			SiO_2	254,8	3,0
			Буланған су (24)	530,4	100,0
Барлығы:	9025,0	100,0	Барлығы:	9025,0	100,0

Сүзудің бірінші сатысы. 1-ші айналма циклдің суы (25) ≈ 11,53% масс мөлшерінде беріледі. Суыту және шаймалау сатысынан сүзудің бірінші сатысына келетін шламдық пульпаның материалдық балансы 3.5-кестеде

келтірілген [14, 15, 23]:

3.3- Кесте

Сүзудің бірінші сатысың материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Кіріс статьясы	ағынмен		Шығыс статьясы	ағынмен	
	кг	пайызбен		кг	пайызбен
1. Шламдық пульпа	8494,6	100,0	1. Монохромат натрий ерітіндісі		
(23), оның ішінде:	5716,8	67,2	(27), оның ішінде		
сұйықтар, оның ішінде	1444,2	17,0	Na_2CrO_4		
Na_2CrO_4	8,5	0,1	Na_2CO_3	5175,3	100,0
Na_2CO_3	8,5	0,1	CaO	1244,2	24,04
NaCl	4247,3	50,0	SiO_2	8,3	0,16
H_2O	8,5	0,1	Al_2O_3	5,7	0,11
н.о.			NaCl	1,0	0,02
пульпаның қатты бөлігі, оның ішінде	2777,7	32,8	н.о.	1,0	0,02
Na_2CrO_4	288,8	3,4	H_2O	11,4	0,22
$CaCrO_4$	17,0	0,2		12,9	0,25
Cr_2O_3	85,0	1,0		3890,8	75,18
MgO	713,5	8,4			
CaO	824,0	9,7			
Fe_2O_3	382,2	4,5			
Al_2O_3	212,4	2,5			
SiO_2	254,8	3,0			
			1. Шлам (28), оның ішінде	4300,0	100,0
			Na_2CrO_4	485,9	11,3
			$CaCrO_4$	17,2	0,4
			Cr_2O_3	90,3	2,1
			CaO	817,0	19,0
			MgO	713,8	16,6
			Al_2O_3	210,7	4,9
			Fe_2O_3	382,7	8,9
			SiO_2	258,0	6,0
			H_2O	1324,4	30,8
2. шаюға 1-ші айн. ц. Суы (25), оның ішінде	979,0	100,0			
Na_2CrO_4	12,7	1,3			
Na_2CO_3	2,0	0,2			
NaCl	1,0	0,1			
H_2O	963,3	98,4			
Барлығы:	94,75,3	100,0	Барлығы:	9475,3	100,0

Тұндыру және содамен өңдеу. Содамен өңдеу келесі реакциялар бойынша жүреді:

$$CaCrO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2CrO_4$$

Соданың берілуі сүзудің бірінші сатысынан келетін ағын массасының (29) – 2,26 пайызына тең, яғни, (10 ÷ 11%) содалық ерітіндінің:

$$m(29) = 5175,3 \cdot 0,0226 = 117,2 \text{ кг};$$

Тұндыру және содамен өңдеу сатысының материалдық балансы 3.4-кестеде келтірілген.

3.4 - Кесте

Тұндыру және содамен өңдеу сатысы материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Кіріс статьясы	ағынмен		Шығыс статьясы	ағынмен	
	кг	пайызбен		кг	пайызбен
1. Ерітінді монохромат натрий (27), оның ішінде	5175,3	100,0	1. Ерітінді монохромат натрий (30), оның ішінде	5255,4	100,0
Na_2CrO_4	1244,2	24,04	Na_2CrO_4	1240,8	23,61
Na_2CO_3	8,3	0,16	Na_2CO_3	8,4	0,16
CaO	5,7	0,11	CaO	0,5	0,01
SiO_2	1,0	0,02	SiO_2	1,1	0,02
Al_2O_3	1,0	0,02	Al_2O_3	1,1	0,02
NaCl	11,4	0,22	NaCl	10,5	0,20
н.о.	12,9	0,25	н.о.	4,2	0,08
H_2O	3890,8	75,18	H_2O	3980,4	75,74
			NaOH	8,4	0,16
2. Содалық ерітінді (29), оның ішінде	117,2	100,0	3. Тұнба, тұндырып және содамен өңдеуден шыққан (31), оның ішінде	37,1	100,0
Na_2CO_3	12,5	10,7			
H_2O	104,7	89,3	Na_2CrO_4	3,4	9,2
			$CaCO_3$	9,1	24,5
			н.о.	9,1	24,5
			H_2O	15,5	41,7
Барлығы:	5292,5	100,0	Барлығы:	5292,5	100,0

Қышқылдау және бақылаулық сүзу. Содан кейін монохромат натрий ерітіндісі тұндырғыштар каскадында тұндырылады. Тұндырудан кейін ерітіндіден Al және Si тұздарын бөліп алу мақсатымен оны күкірт қышқылымен өңдейді [14, 15, 23].

Ол келесі реакциялармен өтеді:

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2 + CO_2$$

$$2NaAlO_2 + H_2SO_4 + 2H_2O = Na_2SO_4 + 2Al(OH)_3$$

$$Na_2SiO_3 + H_2SO_4 + H_2O = Si(OH)_4 + Na_2SO_4$$

Одан ерітінді бихромат цехына түседі, ол жерде одан стехиометриямен 1000 кг/сағ $Na_2Cr_2O_7$ (бихромат натрий) алынады. Қышқылдау және бақылаулық сүзудің материалдық балансы 3.5-кестеде келтірілген.

3.5- Кесте - Қышқылдау және бақылаулық сүзудің материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Кіріс статьясы	ағынмен		Шығыс статьясы	ағынмен	
	кг	пайызбен		кг	пайызбен
1.Ерітінді монохромат натрий (30), оның ішінде Na_2CrO_4 Na_2CO_3	5255,4 1240,8 8,4	100,0 23,61 0,16	1.Ерітінді монохромат натрий (34), оның ішінде Na_2CrO_4 NaCl	5342,6 1236,6 10,7	100,0 23,147 0,200
CaO SiO_2 Al_2O_3 NaCl н.о. H_2O NaOH	0,5 1,1 1,1 10,5 4,2 3980,4 8,4	0,01 0,02 0,02 0,20 0,08 75,74 0,16	CaO SiO_2 Al_2O_3 н.о. H_2O	0,5 0,1 0,1 0,3 4094,3	0,009 0,002 0,002 0,006 76,633
3.күкірт қышқылы (H_2SO_4) (32)	74,0	100,0	3. Тұнба бақылаулық сүзгуден кейінгі (35), оның ішінде Na_2CrO_4 Na_2SO_4 н.о. H_2O	80,0 4,2 40,3 7,0 28,5	100,0 5,3 50,4 8,8 35,6
3. Су (33)	142,2	100,0	3. CO_2	49,0	100,0
Барлығы:	5471,6	100,0	Барлығы:	5471,6	100,0

Сүзудің екінші сатысы. Сүзудің екінші сатысына (28), (31), (35) ағындар түседі:

Сүзудің екінші сатысының материалдық балансы 3.6-кестеде келтірілген.

3.6-Кесте

Сүзудің екінші сатысының материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Кіріс статьясы	ағынмен		Шығыс статьясы	ағынмен	
	кг	пайызбен		кг	пайызбен
Шлам(28), оның ішінде	4300,0	100,0	Айналма шлам (2),оның ішінде	2275,0	100,0
Na_2CrO_4	485,9	11,3	Cr_2O_3	147,9	6,5
$CaCrO_4$	17,2	0,4	CaO	484,6	21,3
Cr_2O_3	90,3	2,1	MgO	436,8	19,2
CaO	817,0	19,0	SiO_2	170,5	7,5
MgO	713,8	16,6	Al_2O_3	161,5	7,1
Al_2O_3	210,7	4,9	Fe_2O_3	225,2	9,9
Fe_2O_3	382,7	8,9	H_2O	648,4	28,5
SiO_2	258,0	6,0			
H_2O	1324,4	30,8			
Тұнба, тұнудан кейін және содамен өңдеуден кейінгі (31), оның ішінде	37,1	100,0	Лақтырма шлам (39), оның ішінде	1577,8	100,0
Na_2CrO_4	3,4	9,2	Na_2CrO_4	45,8	2,9
$CaCO_3$	9,1	24,5	$CaCrO_4$	18,9	1,2
н.о.	9,1	24,5	Cr_2O_3	41,0	2,6
H_2O	15,5	41,7	CaO	336,1	21,3
			MgO	302,9	19,2
			Al_2O_3	102,6	6,5
			Fe_2O_3	156,2	9,9
			SiO_2	107,3	6,8
			Na_2SO_4	41,0	2,6
Су қайта тұндыруге және шламды шаюға (1 және 3 айн. Ц.)(37), оның ішінде	4484,7	100,0			
Na_2CrO_4					
NaCl	25,1	0,56			
Na_2CO_3	2,3	0,05			
H_2O	6,7	0,15			
	4450,6	99,24			
5.Хром ангид.і (38)	0,8	100,0			
Барлығы:	8902,6	100,0	Барлығы:	8901,4	100,0

Шламды қайта үлпектеу. Қайта үлпектеуге кететін су (40) мына қатынаста болады:

$$m(41) = 1577,8 + 1786,1 = 3363,0 \text{ кг (тұндыру бассейніне кетеді).}$$

3.8- Кесте

Монохромат натрий өндірісінің на 1 тонна/сағ $Na_2Cr_2O_7$-ға жинақталған материалдық балансы

Кіріс		Шығыс	
Кіріс статьясы	кг	Шығыс статьясы	кг
Хром рудасы (1) Әк (11) Сода кальциленген(13) Ауа оттегісі (18) 1-ші айналма цикл суы (25) Хром ангидриді (26) Сода ерітіндісі (29) Күкірт қышқылы (32) Су (33) Қайта үлпектеуге және шаюға берілетін су (1 және 3 айн. Ц.)(37) Хром ангидриді 2-ші сүзгіні шаюға (38) Қайта үлпектеуге су (40)	1390,3 742,6 1001,5 236,5 979,0 1,7 117,2 74,0 142,2 4484,7 0,8 1786,1	Су буы (6) Руда жоғалуы (7) Су буы (9) Шлам жағалуы (10) Шлам жағалуы (17) Кететін газдар және булар (20) Қайтымсыз шаң (21) Буланып кеткен су (24) Ерітінді монохромат натрий(34) CO_2 (36) Шламдық пульпа көлшікке (41)	32,0 14,7 641,5 22,1 8,3 943,1 8,2 530,4 5342,6 49,0 3363,9
Барлығы:	10956,6	Барлығы:	10955,8

3.9 Негізгі құрал жабдықтарды есептеу

Монохромат натрий өндірісіндегі негізгі құрал жабдық күйдіру пеші. Ол хромитті шихтаны тотықтыра күйдіріп Cr^3 -ті Cr^6 -ға ауыстыруға арналған [1-4, 12-18].

Есептеудің бастапқы мәндері:

- материалдың пеште болу уақыты – 71 мин.;
- шаң шығысн ескерудегі салынатын шихтаның массасы, $m_{шихта}$ = 5168,7 кг;
- барабан массасы– 111000 кг;
- барабанның сыртқы диаметрі, $D_б$ = 3000 мм;
- барабанның қисаю бұрышы, i = 2º;
- материалдың табиғи кесілу бұрышы а, θ = 38º;
- барабанның сыртқы радиусы, $r_б$ = 1,765 м;
- барабан Ст 3 материалынан жасалған, $E = 1,87 \cdot 10^5$ мПа;
- бандаждар мен тіреу рамалары Ст 45Л материалынан жасалған, $E = 2 \cdot 10^6$ мПа;
- күйдіру пеші шамотты кірпішпен қапталған.

3.9.1 Барабанды күйдіру пешін есептеу

Қаптама бойынша барабанның диаметрін пеш ішіндегі температура 1200°С кезіндегі газдың болымды жылдамдығы бойынша санайды [1-4, 12-18]:

$$D_{вн} = \sqrt{(\omega_г / 0{,}785Vg)}, \qquad (3.12)$$

мұндағы $\omega_г$ – түтіндік газдардың шығыс, $м^3/с$;
Vg – газдың болымды жылдамдығы, 4,47 м/с.

$$\omega_г = m_г/\rho_г , \qquad (3.13)$$

мұндағы $m_г$ – кететін газдардың массасы, кг/сағ;
$\rho_г$ - кететін газдардың тығыздығы, $кг/м^3$.

$$\rho_г = n_1 \cdot \rho_1 + n_2 \cdot \rho_2 + \ldots + n_m \cdot \rho_m, \qquad (3.14)$$

мұндағы n_i – газдағы заттардың пайыздық мөлшері, үлесі;
ρ_i – жұмыстық жағдайдағы газ тығыздығы, $кг/м^3$.

$$\rho_i = \rho_0 \cdot (T_0/T) \cdot (P/P_0), \qquad (3.15)$$

мұндағы ρ_0 –зат тығыздығы, T_0 = 298 К және P_0 = 101308 Па;
T_0, P_0 – стандартты температура және қысым;
Т және Р – жұмыстық температура және қысым.

Кететін газдарда болады:

CO_2 – 21,97%, N_2 – 54,36%, O_2 – 1,56%, H_2O – 16,75%,

$\rho(CO_2)$ = 1,98 $кг/м^3$; $\rho(N_2)$ = 1,25 $кг/м^3$; $\rho(O_2)$ = 1,429 $кг/м^3$;

$\rho(H_2O)$ = 0,579 $кг/м^3$; $m_{кет.\ газ}$ = 29460,58 кг/сағ.

Күйдіру пешіндегі кететін газдардың қысымы тарту кезеңіне сай 101028 Па (757,9 мм. сын. бағ.).

Кететін газдардың температурасы - 750°С или 1023 К.

Кететін газдардың құрамына кіретін заттардың тығыздығын мына теңдеумен есептейміз (3.31):

$$\rho(CO_2) = 1{,}98 \cdot (298/1023) \cdot (101028/101308) = 0{,}575\ кг/м^3;$$

$$\rho(H_2O) = 0{,}579 \cdot (298/1023) \cdot (101028/101308) = 0{,}168\ кг/м^3;$$

$$\rho(O_2) = 1{,}429 \cdot (298/1023) \cdot (101028/101308) = 0{,}415\ кг/м^3;$$

$$\rho(N_2) = 1{,}25\cdot(298/1023)\cdot(101028/101308) = 0{,}363 \text{ кг/м}^3;$$

(3.30) теңдеуінен кететін газдардың тығыздығын анықтаймыз:

$$\rho_г = 0{,}2197\cdot0{,}575 + 0{,}1675\cdot0{,}168 + 0{,}0156\cdot0{,}415 + 0{,}5436\cdot0{,}363 = 0{,}358 \text{ кг/м}^3.$$

(3.29) теңдеуінен кететін газдардың жылдамдығын анықтаймыз:

$$\omega_г = 29460{,}58/0{,}358 = 82292 \text{ м}^3\text{/сағ} = 22{,}86 \text{ м}^3\text{/с}.$$

(3.28) теңдеуінен барабанның ішкі диаметрін есептейміз:

$$D_{вн} = \sqrt{(22{,}86 / 0{,}785\cdot4{,}47)} = 2{,}55 \text{ м}. \qquad (3.16)$$

Барабанның қабырғасының қалыңдығы:

$$S_\delta = (0.007\div0.01)\cdot D_\delta,$$

мұндағы D_δ –барабанның сыртқы диаметрі, м;

$$S_\delta = 0{,}0085\cdot3 = 25{,}5 \text{ мм}.$$

Барабанның қабырғасының қалыңдығы 26 мм деп аламыз.
Қаптама қалыңдығы:

$$S_ф = D_\delta - D_{вн} – S_{абс} - S_\delta,$$

мұндағы $S_{аб}$ –асбест қаптамасының қалыңдығы, 0,02 м.

$$S_ф = 3 – 2{,}55 – 0{,}026 – 0{,}02 = 0{,}404 \text{ м}.$$

Күйдіру пешінің ұзындығы реакциялық массаның пеште болуы уақытымен анықталады:

$$\tau = (0{,}308\cdot L\cdot(\theta + 24))/ D_{вн}\cdot n\cdot i; \qquad (3.17)$$

$$L = (\tau\cdot D_{вн}\cdot n\cdot i)/(0.308\cdot(\theta + 24)); \qquad (3.18)$$

мұндағы n – күйдіру пешінің айналу саны, айн./мин.

$$n = (4 \div 8)/\sqrt{D_\delta}\ ; \qquad (3.19)$$

$$n = 4/\sqrt{3} = 2{,}32 \text{ айн./мин.} = 0{,}126 \text{ рад/с}.$$

$$L = (71\cdot2{,}55\cdot2\cdot2{,}32)/(0{,}308\cdot(38+24)) = 44 \text{ м}.$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Хром қосылыстарына деген әлемдік қажеттілік оның көптеген өндіріс орындарында қажеттілігіне байланысты өсіп жатыр.

Бұл жобада натрий монохроматын алудың технологиялық желісі қарастырылды. Яғни,

-шикізат материалдарының әзірленуі және шихтаның даярлануы;

- шихтаның түйіршектенуі;
- шихтаның тотықтырғыштық күйдірілуі;
- құйманы шаймалау;
- шлам пульпасының сүзілуі;
- натрий монохроматын қоспалардан тазарту;
- шламды кептіру.

Натрий монохроматын өндірудің технологиялық сызба-нұсқасы жасалынды және осы сызба-нұсқа негізінде үдерістің материалдық, жылулық баланстары мен технологиялық есептеулері орындалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Технологическая документация. «Постоянный технологический регламент производства монохромат натрий цеха № 3». 2001. -72 с.
2. Татарский. Производство хромовых соединений. -М.: Ниитэхим, 1978. – 280 с.
3. Альперт Л.З Основы проектирования химиялық установок. -М.: 1982. – 304 с.
4. Кувшинский М.Н., Соболева А.П. Курсовое проектирование по предмету «Процессы және аппараты химической промышленности»: учебное пособие для учащихся техникумов. -М.: Высшая школа, 1980. – 223 с.
5. Кулаков М.В. Технологические измерения және приборы. -М.: Машиностроение, 1983. – 120 с.
6. Основные процессы және аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Под ред. Ю.И. Дытнерского. -М.: Химия, 1983. – 272 с.
7. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования және расчета химической аппаратуры. -Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
8. Чечель П.С. Процессы және аппараты химической технологии. -Киев: Вища школа, 1984. – 192 с.
9. Иоффе И.Л. Проектирование процессов және аппаратов химической технологии. -Л.: Химия, 1991. – 280 с.
10. Чернобыльский И.И., Тананайко Ю.М.Сушильные установки химической промышленности. -Киев: Техника, 1979. – 280 с.
11. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов және АСУП в химической промышленности. -М.: Химия, 1985. – 432с.
12. Шкатов Е.Ф., Шувалов В.В. Основы автоматизации технологических процессов химических производств. Учебник для техникумов. -М.: Химия, 1988. – 304 с.
13. Егоров В.И., Злотникова Л.Г. Экономика химической нефтепере-рабатывающей промышленности. -М.: Химия, 1983. – 280с.
14. Фурмер И.Э. Общая химическая технология. –М: Высшая школа, 1977. –427 с.
15. Позин М.Е. Расчеты по технологии неорганических веществ. –Л.: Химия, 1977. –496 с.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Адебиетова А.Б.

Название: ӨНІМДІЛІГІ 20 МЫҢ Т/ЖЫЛ НАТРИЙ МОНОХРОМАТЫН ӨНДІРУ ЦЕХЫН АҚ АҚТӨБЕ ХРОМ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ЗАУЫТЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖОБАЛАУ

Координатор: Бекежан Мустахимов

Коэффициент подобия 1:5,3

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:648

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☑ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;

- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

Обоснование:

Дипломная работа студентки
Алябьевой А. Н. допускается к защите

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Адебиетова А.Б.

Название: ӨНІМДІЛІГІ 20 МЫҢ Т/ЖЫЛ НАТРИЙ МОНОХРОМАТЫН ӨНДІРУ ЦЕХЫН АҚ АҚТӨБЕ ХРОМ ҚОСЫЛЫСТАРЫ ЗАУЫТЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖОБАЛАУ

Координатор: Бекежан Мустахимов

Коэффициент подобия 1:5,3

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:648

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

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

Обоснование:

Коэффициенты подобия не превышают допустимые нормы в связи с этим работа допускается к защите

08.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Обнаруженные в дипломной работе студентки 4. г.о Адебекетовой А. В. не обладают признаками плагиата и допускаю к защите

03.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения