

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Садуахасов Султанбек Бегалы уғли

Тақырыбы: «Уран кен өндіру үрдісін автоматтандыру»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200—«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Физ-мат. ғыл. канд.,

Қауымдастырылған профессоры

Н.У. Алдияров

« 14 » 05 2022 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМELІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Уран кен өндіру үрдісін автоматтандыру»

Мамандығы: 5B070200 – «Автоматтандыру және басқару»

Рецензент

ЖШС «ТЭЛМЗ»

заводының директоры

Шакиров Б.М.

« 14 » 05 2022ж.

Орындаған: Садуахасов С.Б.

Ғылыми жетекші:

тех. ғыл. маг., Лектор

Искакова А.М.

« 05 » 05 2022ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

Физ-мат. ғыл. канд.

Қауымдастырылған профессоры

Н.У. Алдияров

« 11 » 05 2022 ж.

Дипломдық жобаны дайындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Садуахасов Султанбек Бегалы уғли

Тақырыбы: «Уран кен өндіру үрдісін автоматтандыру»

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген № «489-П/Ө»,
«24» желтоқсан 2021 ж.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «__» _____ 2022 ж.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

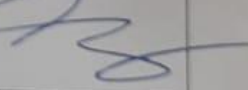
в) MatLAB бағдарламасында ПИД-реттегіштердің математикалық моделін құру; Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): функционалдық сұлба, принципіалды сұлба

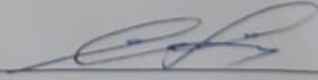
Ұсынылған негізгі әдебиеттер: Громов В.В. Уранның химиялық технологиясына кіріспе. – М.: Атомиздат, 1978.

Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	10.01-19.02	
Арнайы бөлім	21.02-25.03	
MatLAB бағдарламасында ПИД- реттегіштердің математикалық моделін құру	28.03-26.04	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма
бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Искакова А.М. Лектор	11.05.22	
Арнайы бөлім	Искакова А.М. Лектор	11.05.22	
MatLAB бағдарламасында ПИД-реттегіштердің математикалық моделін құру	Искакова А.М. Лектор	11.05.22	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев Техн.ғыл.канд., Ассистент-профессор	10.05.22	

Ғылыми жетекшісі  Искакова А.М.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Садуахасов С.Б.

Күні «24» 12 2021

АҢДАТПА

Берілген дипломдық жоба уран кендерін алуда қолданылатын «жерасты ұңғылы шаймалау әдісінің» ТҰАБЖ жасауды қарастырады және келесі бөлімдерді қамтиды. Олар: технологиялық бөлім және арнайы бөлім.

Технологиялық бөлімде уран кендері шоғырларының классификациясы, қолданылу салалары, сонымен қатар өндірілу және өңделу технологиялары қысқаша сипатталған. Атап айтсақ, қазіргі кезде кеңінен тараған жерасты ұңғылы шаймалау әдісі туралы ақпараттар берілген.

Арнайы бөлімде келесідей тақырыпшаларды қамтиды: алдымен жерасты ұңғылы шаймалау әдісінің жалпы сипаттай келе, келесі бөлімде технологиялық үрдісті басқару нысаны ретінде қарастырған. Келесі кезекте жерасты ұңғылы шаймалау үрдісінің кинетикасын зерттей отыра, басқару жоспарының математикалық қойылымының нәтижесін келтірген. Ал одан кейін қазіргі уақыттағы өндіріс орнының автоматтандырылу деңгейі сипаттай отырып, жүйені ақпараттық және техникалық қамтамасыз ету үшін бірнеше талаптар қойылған.

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект посвящен разработке АСУТП «подземного выщелачивания урановых руд» и включает в себя следующие части: технологическую и специальную.

В технологической части рассмотрены вопросы классификации залежей урановых руд, добычи и технологии обработки урановых руд. Дана информация о методе подземно-скважинного выщелачивания.

Специальная часть включает в себе общую характеристику метода подземно-скважинного выщелачивания и характеристику технологического процесса как объект управления, исследование кинетики подземно-скважинного метода выщелачивания, сформулирована математическая постановка задачи управления. Описан уровень автоматизации технологических объектов и определены требования к техническому и информационному обеспечению системы.

THE SUMMARY

Given research includes the following parts: a technological part, special part and covers the details of engineering automatic systems management of technological processes.

Technological part includes the classification, environment of the using, production and technology is processing of the metal uranium. In present time has got more information about widespread acidic leaching.

Special part includes following items: general description of the underground acidic leaching, technological process of management. By studying the kinetics of the acidic leaching mathematic statements of the problem for system management is presented. Automation level of technological objects is presented and also requirements for informational and technological support are defined.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	10
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	11
1.1 Уран кендерін жерасты сілтісіздендіру әдісімен шығару түсініктемесі	12
1.2 Уранды ерітіндіні қайта өңдеудің сорбциялық әдісі	12
1.3 Уран сорбциясының физика-химиялық негізі	13
1.3.1 Ион алмасу статикасы	13
1.3.2 Ион алмасудың кинетикасы	13
1.3.3 Сорбция динамикасының жалпы заңдылықтары	14
1.4 Күкірт қышқылды ерітіндіден уранды сорбциялық бөлу	16
1.5 Сорбциялы үрдістің негізгі заңдылықтары	17
1.6 Сорбционды және десорбционды технологияның теориялық негіздері	20
1.7 Ерітіндіні өңдеудің жалпы принципіалды технологиялық сұлбасы	22
1.7.1 Уран сорбциясы технологиялық үрдісі	22
1.7.2 Үрдістің аппараттық сұлбасы	26
1.7.3 Сорбционды қысым колонна құрылғысы және жұмыс жасау принципі	28
1.7.4 Уран сорбциясы үрдісінің технологиялық бақылауына қойылатын талаптар	30
1.8 Уран қосылыстары десорбциясының технологиялық үрдісі	32
1.8.1 ДНҚ типті десорбционды қысым колонна құрылғысы және жұмыс жасау принципі	36
1.8.2 СДБ-1500 құрылғысының жұмыс істеу принципі	39
1.9 Уран сорбциясының материалдық балансын есептеу	42
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	46
2.1 Автоматтандыру жүйесін тағайындау	46
2.2 Технологиялық үрдісті бақылау және басқару	46
2.3 Басқарудың MatLab жүйесінде математикалық моделі	48
2.4 Өнімді ерітінділерді өңдеуді шығарудың үрдістерін бақылау және технологиялық параметрлері	51
2.5 Автоматтандыру сұлбасының сипаттамасы	51
2.6 Өндірісті автоматтандыру	51
2.7 Орындаушы механизм және жіберу құрылғыларын таңдау	52
2.8 Уранның жерасты сілтісіздендірудің қазіргі айқындалған гидродинамикалық моделі	53
2.9 Микропроцессорлық контроллерді таңдау	57
2.10 Жергілікті желі архитектурасын таңдау	58
2.11 Оператор – технологуының жұмыс станциясын таңдау	59
2.12 Техникалық құралдар комплексінің құрылымдық сұлбасын құрастыру	59
2.13 Бағдарламалық қамтамасыздандыруды жобалау	59
2.13.1 Операционды жүйені таңдау. Scada жүйесін таңдау	59

2.13.2Микропроцессорлық контроллер үшін бағдарламалық қамсыздандыруды жасау	62
2.14 Компьютерлі жаттықтырғыш кешенінің видеокадрлар сипаттамасы	62
2.14.1 Қолданушының экранында ақпараттың бейнеленуі	62
2.15 «Оқытушы панелі» мнемосұлбамен басқару	75
ҚОРЫТЫНДЫ	80
ҚЫСҚАРҒАН СӨЗДЕР	81
ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР	82
ҚОСЫМША	83

КІРІСПЕ

Жұмыстың мақсаты: Уран кен өндіру үрдісін жер асты сілтіздендіру әдісі арқылы басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру.

Жұмыстың өзектілігі: Қазіргі уақытта әлемдегі экологиялық жағдайға байланысты энергетика саласында «қалдықсыз отын» бастамасы қолға алынды. Осыған байланысты көптеген елдерде атом электр станциялары салынууда. Осылайша, тасымалдаушы елдерде уран өндірісі өсті.

Қазақстан да сол елдерден қалыс қалмай, уран өндірісіне кешенді прогрес енгізді. Барлық тау-кен басқармалары бір компанияға біріктірілді - қазатомөнеркәсібіне. Ол кеніштерге шетелдік озық технологияларды енгізді. Өз кезегінде Siemens, Yokogawa, Samson, ресейлік Metran және т.б. автоматтандыру саласындағы жетекші компаниялармен келісім-шарттар жасалды.

Сондай-ақ, уран өндіру технологиясы ғылыми тұрғыдан зерттеліп, озық технологиялар арқылы заман талабына сай зерттелді. Бұған модельдеу ғылымы елеулі үлес қосты. Себебі, бұл өндірістегі процестер қауіпті және қайтымды.

Уранды жер асты сілтіздендіру әдісімен алудың технологиялық циклі келесі өзара байланысты процестерден тұрады: уранды тауарлық реагенттерден уранды концентратты тұндыру, уранды иониттегі өнімдік иониттен сорбциялық жою, өнімдік ураны бар байионитті алумен кендерден уранды жер асты сілтіден айыру.

Өнімдік ерітінділердің күрделі химиялық құрамына және пайдалы компоненттердің жоғары емес құрамына байланысты оларды өңдеудің ең қолайлы әдісі таңдалды, ол иондық алмасуды қолдануға негізделген сорбциялық әдіс.

Ион алмастырғыш материалдардың көптеген ассортиментін шығару, сорбциялық әдістерді жер асты сілтіден айырудың өнімдік ерітінділерін тазалаған, бөлген, концентрациялаған кезде гидрометаллургияда кең және тиімді қолдануға мүмкіндік береді.

Аппаратуралық көркемдеу сорбциялық үрдістің ерекшелігі болып табылады. Сорбциялық үрдіс периодтылықтағыдай үздіксіз режимде де жүзеге аса алады, жеткілікті оңай автоматтандырылады, жоғарыөнімді және тиімді сорбциялық жабдықты қолдануға мүмкіндік береді.

Бағаналық түрдегі әртүлі аппараттардың өндірістік тәжірибесін өңдеу және енгізу (қысым бағандары, сорбцияның – бейнесіз бағандары – I, ж.т.б.) автоматтандырудың деңгейін арттырудың, технологиялық үрдісті басқару мен бақылау аспаптарының енгізуінің, жабдықтың шекті өнімділігін арттыру арқылы (көбіне жер асты сілтіден айырудың өнімдік ерітінділерінен) сорбциялық жоюдың тиімділігін кенет арттыруға мүмкіндік береді.

Демек, қазіргі заманға сай қондырғыға сәйкес сорбциялық әдіспен уранды шығару технологиялық операциялардың аз мөлшерін қолданатын дайын өнімді алуға мүмкіндік береді.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Уран кендерін жерасты сілтісіздендіру әдісімен шығару түсініктемесі

Жер асты сілітіден айыру жаңа және прогрессивті әдіс ретінде қазіргі кезде уранды өндіруде Қазақстанда кеңінен қолданылады. Бұл әдіс қысқа уақытта зерттеулердің, құрастырудың, және гидрогенді кен орындарында өнеркәсіптік өндірудің барлық сатыларынан өтті.

Бұл әдісті қолданғанда қымбатқа түсетін кеніштерді құру немесе карьер және гидрометаллургиялық заводтарды тұрғызудың керегі жоқ; кен орындарын эксплуатациялауда құрылыста жұмыс орындары қысқарады; табиғи жер асты шикізат ресурстары көбейеді.

Бұл жерде еңбек шарттары жақсарады, жер қойнауының байлығы толық қолданыла бастады, өндіру және өңдеу процесінді уранды жоғалту минимумға жетті, балансталған рудалардан уран шығарып алынады. Жер асты сілтіден айыру қоршаған ортаны қорғауда маңызы өте зор, себебі оны қолданғанда жердің үстіңгі қабаты және ауа бассейні ластанбайды деуге болады.

"Казатомөнеркәсіп" қолданып отырған жерасты сілтісіздендіру (ЖС) әдісі көп жылдар зерттеулер бойынша қоршаған ортаға ешқандай кері әсерін тигізбейді. Халықаралық атомдық энергия ұйымы бұл технологияны кен орнын өңдеудің ең экологиялық таза және қауіпсіз әдіс деп танып отыр [1].

ЖС әдісі құм типті кен орындарын жер қойнында табиғи уран иондарын өнімдік ерітіндіге ауыстыру жолымен кенді кеңістік бетіне шығармай-ақ жасау болып табылады. Құрамында уран бар кен жер астында қалады басқа уранды шығару әдісіне қарағанда (шахталық және карьерлік). ЖС әдісі жоғарғы экологиялық қауіпсіздігімен, аз шығындармен және технологиялық операциялары қысқартылғандығымен ерекшеленеді.

Қазақстанда бұл әдісті Түркістан облысы Шу-Сарысу елдерінде Уванас, Мыңқұдық, Қанжуған, Мойынкұм, Ақдала, Буденовск, Инкай және Қаратау кенорындарында қолданылады. Қазақстанның жалпы ресурстарының 60,5%-ін құрайды. Сырдария аймағында Солтүстік және Оңтүстік Қарамұрын кен орында қолданылады. Қазақстанның жалпы ресурстарының 12,4 %-ін құрайды [1].

ЖС әдісі – тұйықталған циклдық үрдіс, келесі негізгі қадамдардан тұрады:

1. Скважиналарды бұрғылау, техникалық құрылғыларды және технологиялық полигонды орнату;

2. Кенді горизонтқа күкірт қышқылы ерітіндісінің аз концентрациясын айдап кіргізу және айдап шығару скважиналары арқылы жіберу;

3. Сілтісіздендірудің негізгі процесі жер астында өтеді, онда уран өнімдік ерітінді деп аталатын ерітіндіге өтеді;

4. Өнімдік ерітінді жер бетіне көтеріледі және ионалмасу колонналарында сорбция және десорбция процестерін өтеді. Содан кейін сары

кек алғанғанша тауарлы десорбаттан уранды химиялық тұндыру және кептіру өтеді.

ЖС кен орны жылына 500 тонна табиғи уран өндіретін комплекстерімен сондай қуатты гидрометаллургиялық заводына сыйып кетеді.

ЖС-дің артықшылығы күкірт қышқылды сілтісіздендірудегі жерасты суларында темірдің шала тотығынан темір тотығының саны артық болатынында.

Сілтісіздендірудегі кері жағдай суда күкірт сутегісінің уранды төрт валенттігіне дейін қалыптастырып және оның ерітіндіден шығып кетуіне мүмкіндік жасайды [1].

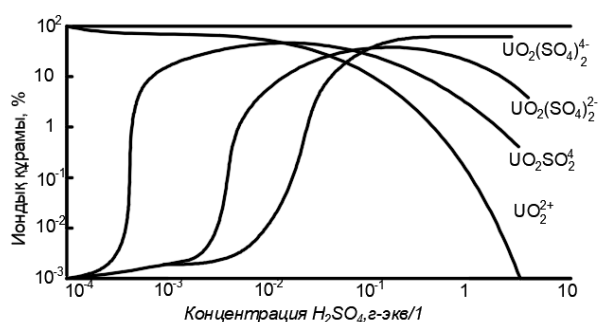
Қазіргі кезде уран кен орындарында ЖСС әдісімен жасау үшін қорлардың көп бөлігі 500-600м тереңдікте орналасқан [1].

1.2 Уранды ерітіндіні қайта өңдеудің сорбициялық әдісі

Сілтілік кен ерітіндісін бөлу күрделі және шығынды операция болып табылады. Шаймалау кезінде уран ерітіндісін сілтісіздендірудің соңына дейін араластыру және жуу арқылы бөлу үшін, шын мәнінде, бүкіл кен массасы сұйық пен қатты затты бөлудің көп сатылы процесінен өтуі керек.

Ерітіндіні қатты заттан бөлу кептіргіште сүзу және дезинфекциялау арқылы жүзеге асырылады. Соңғы уақытта бұл әдістер табиғи, әсіресе синтетикалық флокулянттарды қолдану арқылы қарқын алып, қарқын алуда.

Пульпадан және ерітіндіден уранды бөліп алу үшін ионалмасу технологиясы кеңінен қолданылады. Оны қолдану уранды іріктеп сілтісіздендіру және оның концентрациясын қамтамасыз етеді. Осының негізінде ерітінділердің құрамы өзгермейді. Сол себепті еріткішпен қайта нығайтылғаннан кейін оны жұмыстық ретінде уранды сілтісіздендіру үшін қайта қолданады. Сілтіден айыру технологиясында келесі ерітіндіні қайта өңдеу шартын есепке алады [4].



1 Сурет - H_2SO_4 әртүрлі концентрациясында күкіртқышқылды ерітіндіде уран байланысының ионды құрамы.

Шаймалаудан кейінгі өнімнің ерітіндісі алты валентті уран түзеді. Сульфат ерітіндісіндегі қарапайым күрделі уран иондарының қатынасы уранның концентрациясына және сульфат-ион ерітіндісінің артық қышқылдығына байланысты өзгереді.

Уран технологиясында ион алмасу процестерін қолдануды сипаттау үшін ион алмасудың статикасын, динамикасын, кинетикасын және жалпы заңдылықтарын қарастырайық [2].

1.3 Уран сорбциясының физика – химиялық негізі

Ерітіндідегі ион алмасу реакциясы жылдам жүретінімен, гетерогенді ортада ион алмасу реакциясы толық өлшенеді.

Көп сатылы процестің жалпы жылдамдығы қарапайым кезеңнің жылдамдығымен анықталады. Проактивті детерминант сатысының болуы ион алмасу кинетикасын зерттеудің бірінші кезеңі болып табылады.

Сорбция процесінде бойлық, сыртқы және ішкі диффузияның шешуші маңызы бар. Сыртқы диффузия – затты сорбент қабатының беті арқылы тасымалдайтын қарапайым молекулалық процесс және осылайша сорбция процесінің динамикасы – барлық заттың қабатқа ауысуы [3].

1.3.1 Ион алмасу статикасы

Ион алмасудың статикалық әдісі бастапқы ерітіндіні статикалық жағдайда ионалмастырғыш сорбентпен жанасу арқылы жүзеге асырылады. Статикалық жағдайда ион алмасуды концентрлеу принципі Төмен концентрацияларда ион алмастырғыш сорбент пен ерітінді арасындағы иондардың таралу коэффициенті айтарлықтай үлкен болуы мүмкін [3].

1.3.2 Ион алмасудың кинетикасы

Сыртқы диффузионды кинетикада сорбция жылдамдығы дәннің жоғарғы жағының шамасымен және жұқа қабығының (пленка) қалыңдығымен анықталады және келесі теңдеумен бейнеленеді:

$$\frac{dc}{d\tau} = \frac{DF(C_o - C)}{\delta} = \beta \cdot (C_o - C) \quad (1)$$

мұндағы β - кинетикалық коэффициент $\beta = \frac{D \cdot F}{\delta}$;

C_o – заттың бастапқы концентрациясы немесе ерітінді көлеміндегі заттың концентрациясы;

C – сорбенттің жоғарғы бөлігіне τ уақыт моментінде зат концентрациясы;

D – диффузияланатын заттың диффузия коэффициенті;

F – дәннің жоғарғы бөлігі;

δ – дәннің жоғарғы бөлігінде диффузиялы пленканың қалыңдығы.

Пленканың қалыңдығы δ ерітіндінің ағу режимінен тәуелді.

Ішкі сорбциялы кинетика кезінде сорбция жылдамдығы келесі теңдікпен анықталады:

$$\frac{dc}{dt} = \beta \cdot (a_o - a) = \frac{\pi^2 D}{r^2} \cdot (a_o - a) \quad (2)$$

мұндағы a_o – уақыт моментіне τ тең C_o концентрация;

a – уақыт моментіне τ тең C концентрация;

β - кинетикалы коэффициент $\beta = \frac{\pi^2 D}{r^2}$;

r – сорбент дәнінің радиусы [3].

1.3.3 Сорбция динамикасының жалпы заңдылықтары

Сорбция динамикасы бойынша бірінші жұмысты 1916ж. Н.А. Шилов орындаған және 1929ж шығарылған. Шилов Н.А. кең тәжірибелер жүргізудің арқасында динамикалық адсорбциялық үрдістің екі кезеңін дамытуға мүмкіндік берді:

1. Тең концентрациялы фронттың қалыптасу кезеңі, немесе N_0 қабаттың биіктігі мен τ_0 уақытының шектелуімен сорбция жылдамдығының азаю кезеңі;

2. Тең концентрациялы фронттың қозғалу кезеңі, немесе сорбцияның тұрақты жылдамдығының кезеңі ($\tau > \tau_0$, ал $N > N_0$ шартында) [5].

Сорбция динамикасының теориясының міндеті жалпы жағдайда сорбцияланған өнімнің колонна бойынша таралуын және дәндер арасындағы кеңістіктегі заттың концентрациясын табу, ол $x=N$ болғанда шығыс қисығының теңдеуін шығарғанда әдетте ыңғайлы болып келеді. Сорбцияның математикалық динамикасы теңдеулер жүйелерімен сипатталады. Негізгі теңдеу – баланстық теңдеуі – заттардың сақталу заңына негізделеді; кинетика сәйкесінше кинетикалық теңдеумен беріледі, әдетте бірдиффузиондық кезеңде үрдістің жылдамдығын анықтайды; Көлемді фазадағы заттардың сорбенттелген санымен заттар концентрациясының байланысы сорбция изотермасының теңдеуімен сипатталады. Баланс теңдеуіне сәйкес ерітінді ағынымен $(-v \frac{\partial c}{\partial x})$, бойлық диффузиямен $(\kappa D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2})$ берілген қабат элементіне салынған заттың саны сорбенттің дәндерімен $(\frac{\partial a}{\partial \tau})$ сіңіріледі және сорбенттің дәндерінің арасында

орналасқан ($\kappa \frac{\partial \bar{c}}{\partial \tau}$) ерітіндіде заттардың концентрациясының көтерілуіне бөліктеп таралады [3].

Бұл теңдеулер жүйесі бір компонентті жүйе үшін сорбция динамика есебінің барлық көптүрлілігін толығымен қамтиды. Кез-келген нақты сорбциялық есепті баяндау оларға сәйкес бастапқы және шекті шарттарды жазудан тұрады. Мысалы,

адсорбция: $c(0, \tau) = C_0$ сорбенттің жоғағы бөлігіне бастапқы концентрациясы $C_0 (C = C_0)$ ерітінді енгізілетінін білдіреді; $a(x, 0) = 0$ бастапқы уақыт моментінде сорбент өңделмегендігін білдіреді ($a = 0$);

десорбция: $c(0, \tau) = 0$ сорбенттің жоғарғы бөлігіне берілген элементті құрамайтын ерітінді енгізілетінін білдіреді ($C = 0$); $a(x, 0) = a_0$ бастапқы уақыт моментінде сорбент толығымен өңделгендігін білдіреді ($a = a_0$).

Бір затқа арналған сорбция динамикасы келесі теңдеулер жүйесімен сипатталады (жалпы түрде):

$$\begin{cases} -v \frac{\partial c}{\partial x} + \kappa D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \frac{\partial a}{\partial \tau} + \kappa \frac{\partial c}{\partial \tau}; \\ \frac{\partial a}{\partial \tau} = \phi f(a, c); \\ a = f(c). \end{cases} \quad (3)$$

Ион алмасу процесіндегі сыртқы диффузия кинетикасының динамикасы жоғары сұйылтылған ерітіндінің жоғары зарядталған иондарын анион алмастырғыштар мен катионалмастырғыштармен сорбциялау кезінде барынша толық жүзеге асады [4].

Сорбция динамикасы сорбенттің қабаты бойынша сорбенттелген заттың таралуын алдын ала айтуға $a = a(x, \tau)$; $c = c(x, \tau)$ немесе $x = H$ кезінде $c = c(\tau)$ сыртқы қисығын табуға мүмкіндік береді. Бірақ сорбция динамикасының теңдеулер жүйесін дәл шешу қиын есеп болып табылады. Сондықтан жалпы таралу функциясының нақты шешімін таппай-ақ кинетикалық коэффициенттің тәжірибелік параметрлерге функционалдық тәуелділігін анықтаудың статистикалық әдістерімен айналыса отырып, эксперименттік деректер көлемінен кинетикалық параметрдің мәнін анықтау әдісі ұсынылады. Ақырында, қолда бар деректер нақты емес, бірақ шамамен алынған немесе асимптотикалық [14].

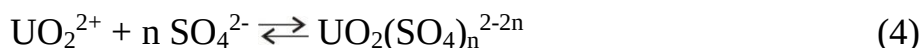
1.4 Күкірт қышқылды ерітіндіден уранды сорбциялық бөлу

Сондықтан жалпы таралу функциясының нақты шешімін таппай-ақ кинетикалық коэффициенттің тәжірибелік параметрлерге функционалдық

тәуелділігін анықтаудың статистикалық әдістеріне қатысты тәжірибелік деректер көлемінен кинетикалық параметрдің мәнін анықтау әдісі ұсынылған. Ақырында, қолда бар деректер нақты емес, шамамен алынған немесе асимптотикалық. Сапасы төмен кеннен уранды алу мәселесі ионалмасу смоласын қолдану арқасында тиімді шешілді. Күкірт қышқылды ерітіндіден ионалмасумен уранды бөлу әдісі өндірістік масштабта алғаш рет 1952ж. ОАР, сонан соң АҚШ заводтарында, Канада, Австралия, Франция т.б. елдерде қолданылды [5].

Пульпан ионалмасумен уранды бөлу технологиялық сұлбадан сілтілік кеннен ерітіндіні бөлудің қымбат және қиын операциясын жоюға (болғызбауға) мүмкіндік береді және жууға, қойылуға, фильтрлеуге қиындық туғызатын саз балшықты руданы өңдеу кезінде фильтрлеу көмегімен еріген уранды жуу маңызды.

Ионалмасумен уранды бөлу әдісі ионалмасу смоласының ерітіндіден уранды көлемді және селективті жұтуға және сілтіден айырудан кейін пульп қабілетіне негізделген. Алты валентті уран күкірт қышқылды ерітіндіде бір бірімен динамикалық тепе теңдікте болатын уранил катионы (UO_2^{2+}) және анионды сульфатты комплекс түрінде бола алады [13].

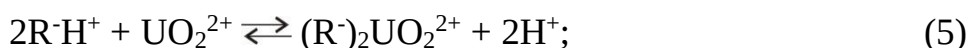


мұндағы $n=1, 2$ немесе 3 .

Күкірт қышқылды сілтіден айырудан кейін уран катионалмасу немесе анион алмасу смоласының көмегімен ерітіндіден және пульпан айырылған болуы мүмкін.

Ионалмасумен уранды бөлу жалпы түрде келесі реакциялармен анықталады:

Катионалмасу смоласымен уранның жұтылуы



Анионалмасу смоласымен уранның жұтылуы



мұндағы R – смоланың белгіленген ионы;

X^- - NO_3^- ; Cl^- [3].

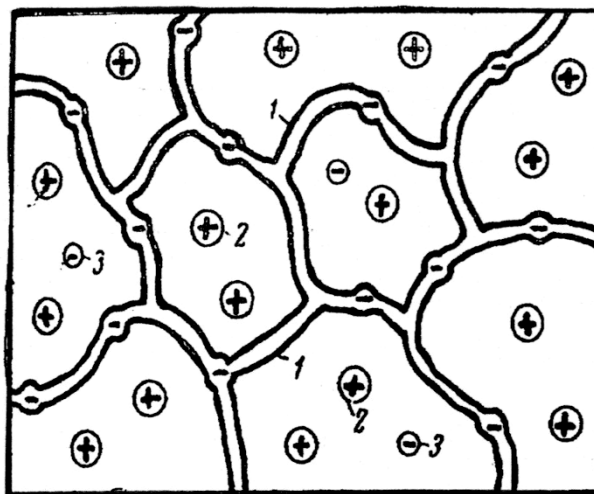
Ионалмасу смоласы уранды жұтқаннан кейін ерітіндіден немесе пульпан бөлінеді және регенерацияланады (десорбцияға жіберіледі). Регенерация кезінде уран десорбциясы болады (регенерацияға сорбцияға берілген ерітіндінің бастапқы көлемінен аз ерітінді беріледі), нәтижесінде концентрацияланған

қоспалардан босатылған уранды жұтудың келесі циклына керекті уран және смола ерітіндісін алады [10].

Ионалмасу смоласы суда ерімейтін қатты зат түрінде болады, пульпан және ерітіндіден сол белгінің заряды бар басқа ионның эквивалент көлемі орнына оң және теріс ионды жұтуға қабілетті. Ионды алмасу зарядының белгісі бойынша катионалмасу смоласы және анионалмасу смоласына бөледі.

Ионалмасу қабілеті иониттің құрылымы бойынша анықталады. Әрбір ионит валентті күштермен немесе тор күштерімен байланысқан каркастан тұрады. Каркас қарсы ион деп аталатын қарама-қарсы белгідегі ион зарядымен толтырылатын оң және теріс зарядқа ие. Қарсы иондар каркас ішінде қозғалыста болады. Катионит каркасын жоғарғы молекулярлы полионин деп, ал анионит каркасын поликатион деп қарауға болады.

Көрнекілік үшін ион моделін саңылауларында қарсы иондар айналып жүрген түйіршік түрінде ұсынуға болады Синтетикалық ион алмасу 2-суретте көрсетілген [1].



1 – белгіленген иондармен матрица;
2 – қарсы иондар; 3 – катионы.

2 Сурет - Синтетикалы ион алмасу смоласының құрылымдық сұлбасы.

1.5 Сорбциялы үрдістің негізгі заңдылықтары

Сорбциялық үрдістің ерекшелігі бірнеше негізгі технологиялық операцияларды өткізуде қорытындыланатын аппараттың қарапайымдылығы және ықшамдылығы болып табылады:

- бағалы компонентті иондарға ионалмасумен алу;
- тауарлы десорбаттың қолайлы элюентімен десорбциясы;
- табиғи уранның химиялық концентратын алу мақсатымен тауарлы десорбатты қайта өңдеу;

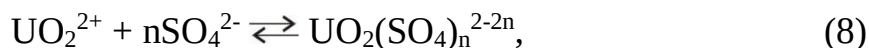
- сорбцияға ионитті дайындаумен, айналым ерітінділерін қолданумен байланысты қосымша операциялар [11].

Сорбциялық үрдіс периодты режимде, сонымен қатар үздіксіз режимде іске асырылуы мүмкін, оңай автоматтандырылады, жоғары өнімді және тиімді сорбционды және десорбционды құрылғыларды қолдануға мүмкіндік береді[5].

Бағалы компонентті сорбционды алудың тиімділігі оны технологиялық ортадан ионитке алудың дәрежесімен, концентрациялау дәрежесімен және ерітіндіге элюаттаудан кейін бірге жүретін қоспалардан тазартумен анықталады.

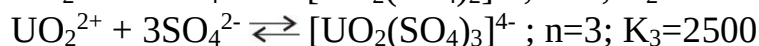
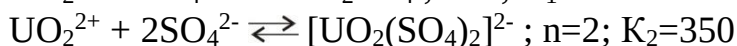
Уранды кенді күкіртқышқылды сілтіден айырудан кейін ерітінділер ионалмасумен уранды алуға күшті әсер ететін күрделі құрамды болады. Уранның құрамы 0,2-ден 1,0 г/л аралығында болады, сульфат-ион құрамы 20-дан 100 г/л өзгереді, қышқылдығы бірнеше грамнан литрге дейін рН=1-2. Қоспалардың құрамы, мысалы темір, алюминий, марганец т.б. уран құрамынан жиі көп болады [2].

Уранил ионы күкіртқышқылды ерітіндіде сульфат ионымен анионды сульфат кешенін құралады:



мұндағы n=1; 2 немесе 3.

Бұл кешенді түрлену тұрақтылығын құрайды:



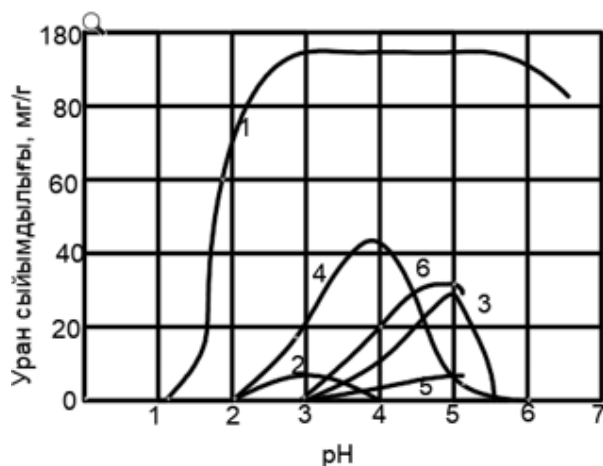
Әртүрлі иондардың смола сиымдылығында олардың уранды жұтуы кезінде байқалатын түрлі эквивалентті салмақ болады. Мысалы темір ерітіндіде сілтісіздендіргеннен кейін екі немесе үш валентті түрде болады.

СГ-1 смоласы рН-1,7-1,9 кезінде уранды сорбциялауды бастайды. Ары қарай рН – тың 3-4-ке дейін көтерілуі сорбция сиымдылықта уран бірнеше есеге дейін көтерілуіне әкеледі және ол 3 суретте көрсетілген.

СГ-1 типті карбоксил катиондарымен уранды жұту кезінде рН=2.8-3.5 тиімді болып табылады. Бұл жағдайда уранның жоғарғы сорбциясына қол жеткізіледі және смоланың селективті құрамы сақталады.

Күкірт қышқылды сілтісіздендіруден кейін жарықтанған ерітіндіден уранды ионалмасумен бөлу ОАР заводтарының бәрінде қолданылады, көбінесе Канада, АҚШ, Франция т.б.

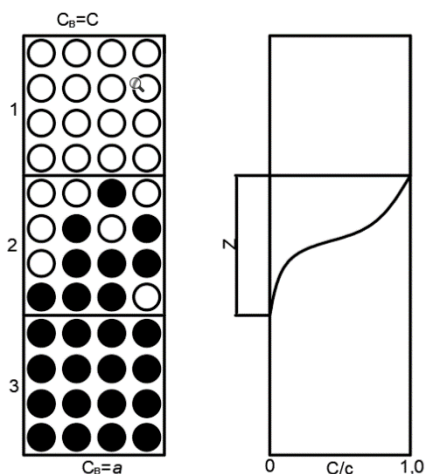
Жарықтанған ерітіндіден уранды ионалмасумен бөлу әдісінің жақсы жағы болып смоланы аз жоғалту табылады. Бұл әдістің негізгі кемшілігі болып фильтрлеудің бөлу операциясын өткізуді қажет етеді [2].



Құрамы (г/л): 1 - UO_2^{2+} - 1 (уран бойынша);
 2 - $0,05 \text{ Fe}^{3+}$; 3 - $2,5 \text{ Fe}^{2+}$; 4 - 1 Al^{3+} ; 5 - $0,02 \text{ Cu}^{2+}$; 6 - $5,0 \text{ Mn}^{2+}$

3 Сурет - Уран бойынша СГ-1 сорбция сыйымдылығының және рН ортадан оған әсет ететін қоспадан тәуелділігі.

Жарықтанған ерітіндіден ионалмасумен уранды алу колоннаға жүктелген смоланың қабаты арқылы ерітіндіні өткізу жолымен жүргізіледі. Ақырындап иониттің жоғарғы қабаты уранмен қанығады және оны жұтуды тоқтатады. Сол себепті ион алмасу болатын зона төмен қарай ығыса береді [5].



1 – уранмен қаныққан ионит; 2 – жұмыс қабаты; 3 – ураны жоқ ионит.

4 Сурет - Колоннада ион алмасу үрдісінің сұлбасы.

Орнықталған үрдіс кезінде бастапқы мәнінен $C=0$ дейін жұтылған ионның концентрациясының өзгерісі болатын жұмыс қабатының ұзындығы ионит қабатының ұзындығы L деп аталатын. Колоннадан ураны жоқ ерітінді жұмыс

қабатының төменгі бөлігі колоннаның аяғына жетпегенше ағады. 4 – суретте колоннада ион алмасу үрдісінің сұлбасы көрсетілген.

Колоннадан ағып кететін ерітіндіде уран пайда болатын болса проскок деп аталады. Колонна арқылы жіберілген, ерітінді көлемінен тәуелді, колоннадан ағып кететін, ерітіндіде уран концентрациясының өзгерісі 5-суретте шығыс қисық түріндегі графикпен бейнеленеді. Шығыс қисық түрі бойынша берілген ерітіндіден уранды жұту кезіндегі иониттің кинетикалық сипаттамасын көруге болады [2].



5 Сурет - Колоннадағы ион алмасу кезіндегі шығыс қисық.

Уранға иониттің сорбциялық сыйымдылығын максималды қолдану мақсатында ерітіндідегі ионит қабатының уран концентрациясы колоннаны өшіру алдында ерітіндідегі бастапқы концентрациясына жақын немесе тең болуы керек. Сол себепті өндіріс жағдайында одан уранды алу үшін тізбектей бірнеше колонна арқылы ерітінді жіберіледі. Барлық құрылғылар соңғы колоннада уранның проскоky кезінде бірінші колоннада толық смоламен қанығу болатындай етіп есептелген, яғни бірінші колоннадан ағып өтетін ерітіндіде уран концентрациясы бастапқы концентрациясына тең болатындай. Ерітіндіні үздіксіз қайта өңдеу үшін сорбция десорбция циклына қолданатын жалпы ионит қабатының ұзындығы және колонна саны тұзды құрамынан және ерітінді қышқылдығынан тәуелді [14].

Ерітіндіден уран сорбциясы кезінде өндірістік колонналарда – 0,9+0,3мм өлшеміндегі иониттер қолданылады. Сорбенттің қабаты арқылы өткен кезде ерітінді ағынының тиімді жылдамдығы 6-12м/сағ құрайды [3].

1.6 Сорбционды және десорбционды технологияларының теориялық негіздері

Өнімдік қоспалардың күрделі химиялық құрамымен және пайдалы компоненттердің жоғары еместігіне байланысты оларды қайта өңдеу үшін жоғарғы сапалы дайын өнім алу мақсатында сорбционды және десорбционды әдісін қолданады. Сорбционды әдіс - ион алмасуды қолдануға негізделген, ал

десорбционды әдіс бірге жүрген қоспалардан уранды тазарту дәрежесін анықтайды.

Уран сорбциясы технологиялық бақылаудың басты есебі:

- технологиялық құрылғының қатесіз жұмыс жасауын қамтамасыз ету
- сорбционды колоннасына берілетін өнімдік ерітінділерді өлшеу және реттеу;

- жүктеу және шығару ионитінің көлемін өлшеу.

Шикізат сипаттамасы:

Өнімдік ерітінділер жерасты скважиналық еріткіш блогынан механикалық қоспалардан бөлу үшін тұну операциясына келіп түседі.

Ион алмасушы материалдардың үлкен ассортимент жасауы ерекшелермен әрбір нақтылы жағдай үшін моно- және полиметаллды кендерді өңдеудегі гидрометаллургияда сорбционды әдісті кең және тиімді қолдануға алып келді, шоғырлау процестерінде, бөлінудің және ауыр, түрлі түсті және мейірбан металдардың тазалаулары, ағынды сулардың тазалау процестерінде және шығарылатын зиянды газдардың процестерінде, фармакологияда, медицинада және тағы да басқа қолданады [2].

Сорбционды әдісті уран технологиясында және басқа өндірістерде 40-45 жыл бұрыннан бастап қолданыла бастады. Сорбционды әдісті қолданғаннан кейін таза ерітінділерді алу мақсатымен пульппен уран сүзудің және көп стадиялы жуу технологиясының және қоспалардан уранды концентрациялау және тазалау мақсатымен химиялық концентраттардың бірнеше рет тұндырулардың қысқартылуына алып келді. Осыдан уранның бөлінуінің, шоғырлаудың және уранның үздіксіз процестерді, автоматтандыруды, жоғары өнімді жабдықтауды қолдануымен бөліністері жоғарғы тиімді технологияларды құруға алып келді [2].

Сорбционды процестің артықшылығы аппаратың компакттілігі болып табылады, онда бірнеше негізгі технологиялық операцияларды өткізеді – бағалы компонентті ионалмасу арқылы ионитке шығару, оны сәйкес келетін элементтермен десорбциясы, ары қарай дайын өнім алу үшін тауарлы реагентті өңдеу және ионитті сорбция процесінде айналма ерітінді ретінде қолдануға дайындауға байланысты қосымша операциялар және тағы да басқа.

Уранды ерітінділерден сорбционды шығаруының тиімділігі таңдалған ионитке оның шығарылу дәрежесімен анықталады, бір бірімен үздіксіз байланыстағы және уранды шығару және концентрациялау технологиялық процесіне сәйкес әсер беретін берілген химиялық құрамының ерітіндісінен уранмен максимальды қанықтыру, сорбция және десорбция процестерінің кинетикасынан, уран десорбциясының және тағы да басқа физика-химиялық параметрлердің шарттарымен [4].

Ең маңызды мәселе қаныққан ионитпен уран десорбция әдісін таңдау болып табылады. Десорбция әдісі уранды бірге болатын қоспалардан тазарту дәрежесін, оның концентрациялау дәрежесін және уран концентрациясын

немесе уранның шала тотықты-тотықты – жоғары сапалы дайын өнімді алу мақсатында уран реагенттерінің қалған өңдеу технологияларын анықтайды

Шикізаттың және реагенттердің сипаттамасы

1 Кесте - Өнімдік ерітінділердің (тұзды) құрамы

Аталуы	Құрамы, г/л	Аталуы	Құрамы, г/л
Fe^{3+}	0,2-0,4	NO^{3-}	0,3-0,4
Fe^{2+}	0,3-0,5	SO_4^{2-}	8,0-9,0
Ca^{2+}	0,5-0,6	Cl^-	1,4-1,5
Mg^{2+}	0,6-0,7	P	0,006
Al^{3+}	0,2-0,3	SiO_2	0,10-0,12
pH	1,8-1,9	Құрғақ қалдық	25,0
Бөліп алу коэфф	95%	ОВП	360-420мВ

ЖС-дің өнімдік ерітінділері қалдықты қышқылдық 1-3 г/л құрғақ қалдық 15-25 г/л, pH 1,4-2,0. Осылардың құрамында 30-100 мг/л уран бар [1].

1.7 Ертіндіні өңдеудің жалпы принципіалды технологиялық сұлбасы

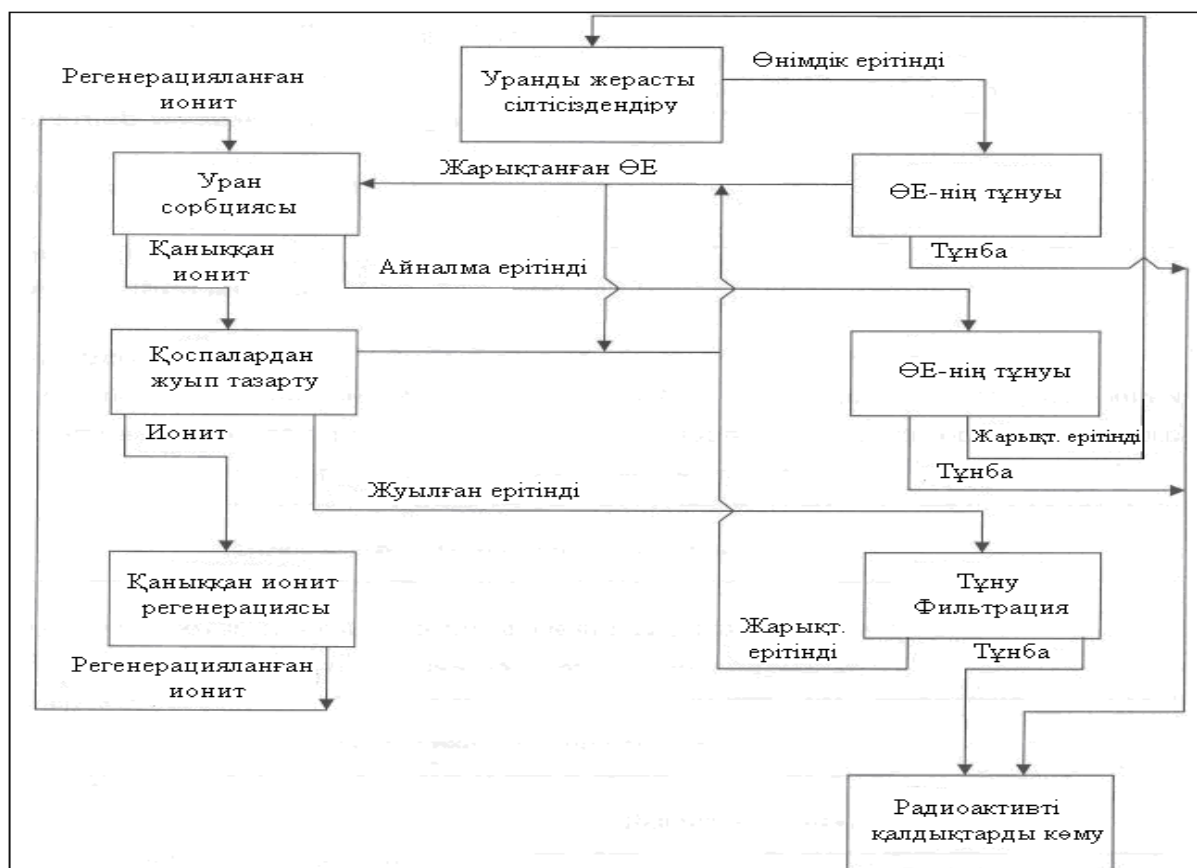
Уран сорбциясының принципіалды технологиялық сұлбасы 7-суретте көрсетілген.

Жерасты сілтісіздендіру блоктарынан өнімдік ерітінділер қатты өлшенулерді тұндыру үшін тұну операциясына келіп түседі. Ары қарай жарықтанған ерітінділер ионитпен уранды сорбциялауға жіберіледі, ал тұнбалар тұндырғышта жинақталады және периодты түрде табиғи радиоактивті қалдықтарды көмуге шығарылады. Уранды сорбциялаудан кейін қанықан ионит иловтан жуылады және регенерациялауға келіп түседі. Регенерациядан өткен ионит (құрамында 0,3 % уран бар) өнімдік ерітінділерден уранды сорбциялауға қайта оралады. Аналық ерітінділер уранды сорбциялаудан кейін құрамында 1 -3 мг/л уранның қалдығы бар және ионитті соңғы рет ұстаудан кейін тұну жерасты сілтісіздендіру сұлбасында қайтадан айналма (возвратных) ерітінділер ретінде қолданылады [4].

1.7.1 Уран сорбциясы технологиялық үрдісі

Өнімдік ерітінділер қанықан ионитті иловтан жуылғаннан кейін механикалық қоспалардан тұндыру, фильтрациялау арқылы тазартылады. Бөлінген тұнба радиоактивті қалдықтарды көмуге жіберіледі, ал жарықтанған өнімдік ерітінді қанықан ионитті жуу немесе уранды сорбциялау операциясына

қайтады. Жерасты сілтісіздендірудің өнімдік ерітінділерінен уранды сорбциялау принципиальды технологиялық сұлбасы 7 – суретте көрсетілген.



6 Сурет - Жерасты сілтісіздендірудің өнімдік ерітінділерінен уранды сорбциялау принципиальды технологиялық сұлбасы.

Нитратты регенерация сұлбасында қаныққан ионит тізбектелген операциялармен өңделеді: уранды және нитратты ұстау, қанығу (иониттің уранмен), нитраттұзды ерітінділермен уран десорбциясы, күкіртқышқылды ерітінділермен ионит денитрациясы ($pH=0,5-1,0$) және ионитті жуу. Осыдан кейін өнімдік ерітіндіні сорбциялы қайта өңдеудің технологиялық сұлбасында иониттің тұйықталған айналма ағынымен уран сорбциясына қайта келеді [9].

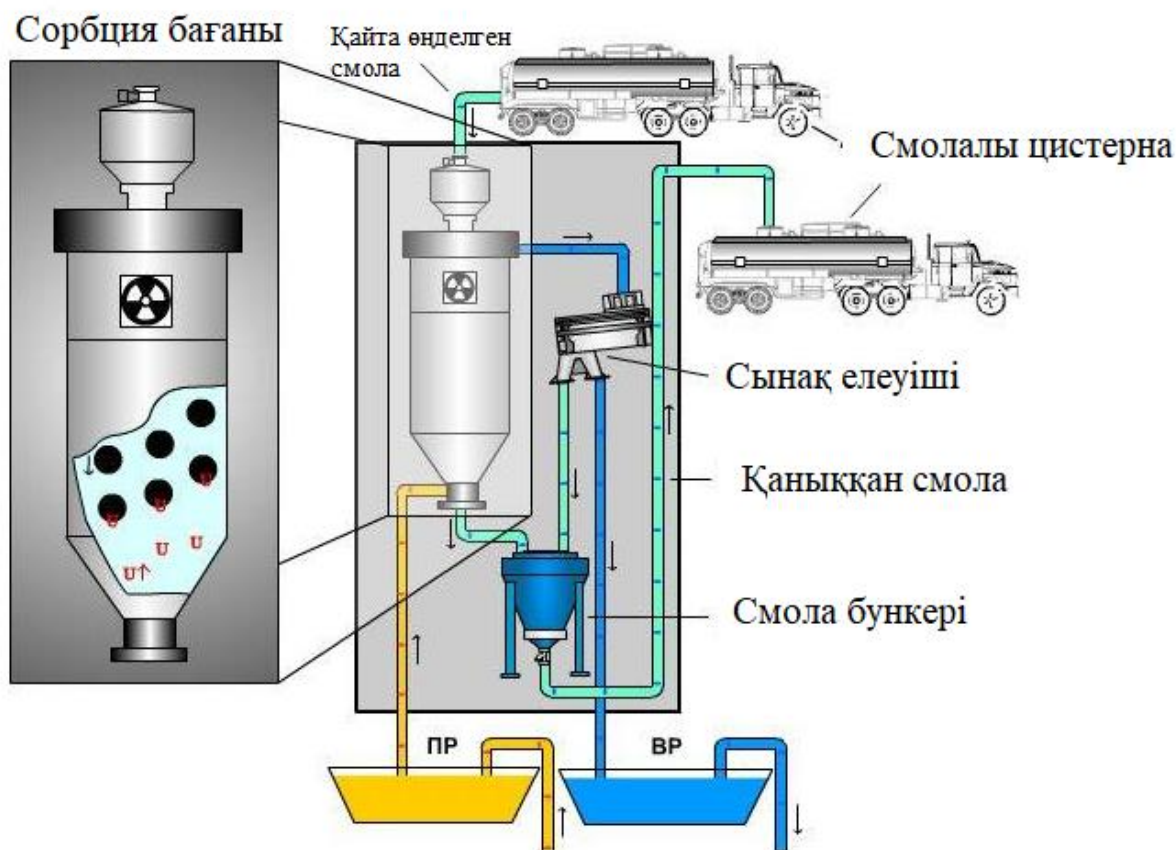
Жүйеде ионитті тасымалдау ионит-ерітінді ағынында уран баланысы, түсіру және жүктеудің анықталған жиілігімен периодты түрде іске асады.

Десорбция кезінде қаныққан иониттен алынған уран десорбаты кедей және байытылған фракцияға бөлініеді. Осыдан соң кедейленген фракция уранмен ионитті қанықтыруға қайтарылады, ал байытылған (тауарлы реагент) уран концентратын тұндыруға келеді. Тауарлы реагенттің көлемі қаныққан ионитпен регенерация түйініне келіп түскен ондағы уран концентрациясымен және уран көлемімен анықталады. Қорыта айтсақ, тауарлы регенератта ерітінді көлемі және уран концентрациясы өнімді ерітіндіні өңдеудің сорбциялы технологиялық

24

Кеннің алға қойған мақсаты және есебінен тәуелсіз уранды жерасты сілтіден айыруда өнім сол немесе басқа түрде шығуы мүмкін. Осыған сәйкес уранды жерасты сілтіден айырудан ерітіндіні қайта өндеудің технологиялық сұлбасында да айырмашылық болады.

Жергілікті сорбциялық қондырғының



8 Сурет - Уранды жерасты сілтіден айыру руднигінің локальды сорбциялық құрылғысы

Шығаруға жіберілген, өнімдік ерітіндіні қайта өндеу бойынша цехта өндірістік үрдісті ұйымдастырудың үш сұлбасын алуға болады:

- ионалмасу смоласының уранмен қанығуын;
- уранның жоғарғы құрауымен тауарлы десарбатты;
- «сары кек».

Уранмен қаныққан ионалмасу смоласы түрінде өнімді шығаратын рудниктер, ереже бойынша, басқа негізгі өндіруші, «сары кек» шығарушы кешендермен тікелей жақын орналасқан, қуаттылығы жылына 300-400 тонна болатын өндіріс болып табылады. Жерасты сілтіден айырудан уранды қайта өндеу бойынша бұл цехтың дәстүрлі басқа аты – локальды сорбционды қондырғылар (ЛСҚ) [1].

Технологиялық сұлбасында:

- күштінегізді анионитте күкіртқышқылды өнімдік ерітіндіден комплексті уранил-сульфатты ионды сорбциялы бөлу;
- уранмен қаныққан ионалмасу смоласын механикалық қоспалардан жуу;
- механикалық қоспалардан жуатын суды тазарту;
- негізгі қайтаөңдеуші кешенге автоцистерна-смолатасушыда уранмен қаныққан ионалмасу смоласын тасымалдау;
- ЛСК-ға автоцистерна-смолатасушыда негізгі ӨЕӨЦ-нан регенерацияланған смоланы қайтарылуы болады. Уранды жерасты сілтіден айыру руднигінің локальды сорбциялы құрылғысы 8 – суретте көрсетілген.

1.7.2 Үрдістің аппараттық сұлбасы

Жерасты сілтісіздендіруден өнімдік ерітінді 1-құмтұндырғыштан насоспен 3 типті қысымды сорбционды колонналарына жіберіледі. Сорбционды колоннасынан шығатын ерітінділер бақылау классификаторына келеді және ары қарай айналма ерітінділердің резервуарына 10. Жарықтанған ерітінділер 10 резервуарынан кейін уранды жерасты сілтісіздендіру сұлбасына құбыр жүйесі бойынша насостармен жіберіледі [1].

Ионит иониттің регенерацияланған жинақтауыш сыйымдылығынан 2 кейін аэролифпен 3 сорбционды колоннасының жүктеуіш бункеріне келіп түседі, одан асыра жүктеген кездегі регенерацияланған ионит колоннаның жоғарғы бөлігіне сорбционды колоннадан шығарылатын қаныққан иониттің көлеміне тең дискретті порцияларымен келіп түсетін [1].

Қысымды сорбционды колонналармен жұмыс жасағанда ионитті жүктеу-шығару көлемдерінің теңдігін қамтамасыз ету міндетті шарт болып табылады. Баланстың бұзылуы тек ионитті шығаруда көлемінің асып кетуі болуы мүмкін, бұл иониттің тығыз қабатын құру шарттары бұзылатын колоннадағы иониттің жұмыс көлемінің төмендеуінен критикалық мәніне дейін алып келеді. Ионалмасу процесінің тиімділігі жұмыс құрамының бұзылуынан нашарлайды және жүктегіш бункер арқылы сорбционды колоннадан ионитті шығару сияқты авариялық жағдайлар орын алуы мүмкін [1].

Сорбционды колоннасынан 3 түсірілетін уранмен қаныққан ионит иловтардан иониттерді жуып тазарту үшін жуып тазарту колоннасына 4 жіберіледі.

4 колоннадан ионит аэролифпен өнімдік ерітінділерді бөліп шығару үшін классификаторға 5 жіберіледі. Құрғатылған ионит тұздардан (өнімдік ерітіндінің) ионитті жуып тазарту колоннасына келіп түседі, одан жуып тазартылған ионит қаныққан ионитті регенерациялау бөліміне жіберіледі.

Өнімдік ерітінді 5 классификаторынан қатты қоспалардан 7 сүзгісінде тазартылады, жарықтанған ерітіндіні 4 колоннасында ионитті жуып тазарту үшін қолданады немесе уран сорбциясына қайтарады. 7 сүзгісінен түсірілетін

Уран сорбциясының технологиялық бақылауының негізгі тапсырмасы оптимальды режимде технологиялық процесті орындаған кезінде технологиялық құрылғының үздіксіз жұмысын қамсыздандыру болып табылады [2].



1.7.3 Сорбционды қысым колонна құрылғысы және жұмыс жасау принципі

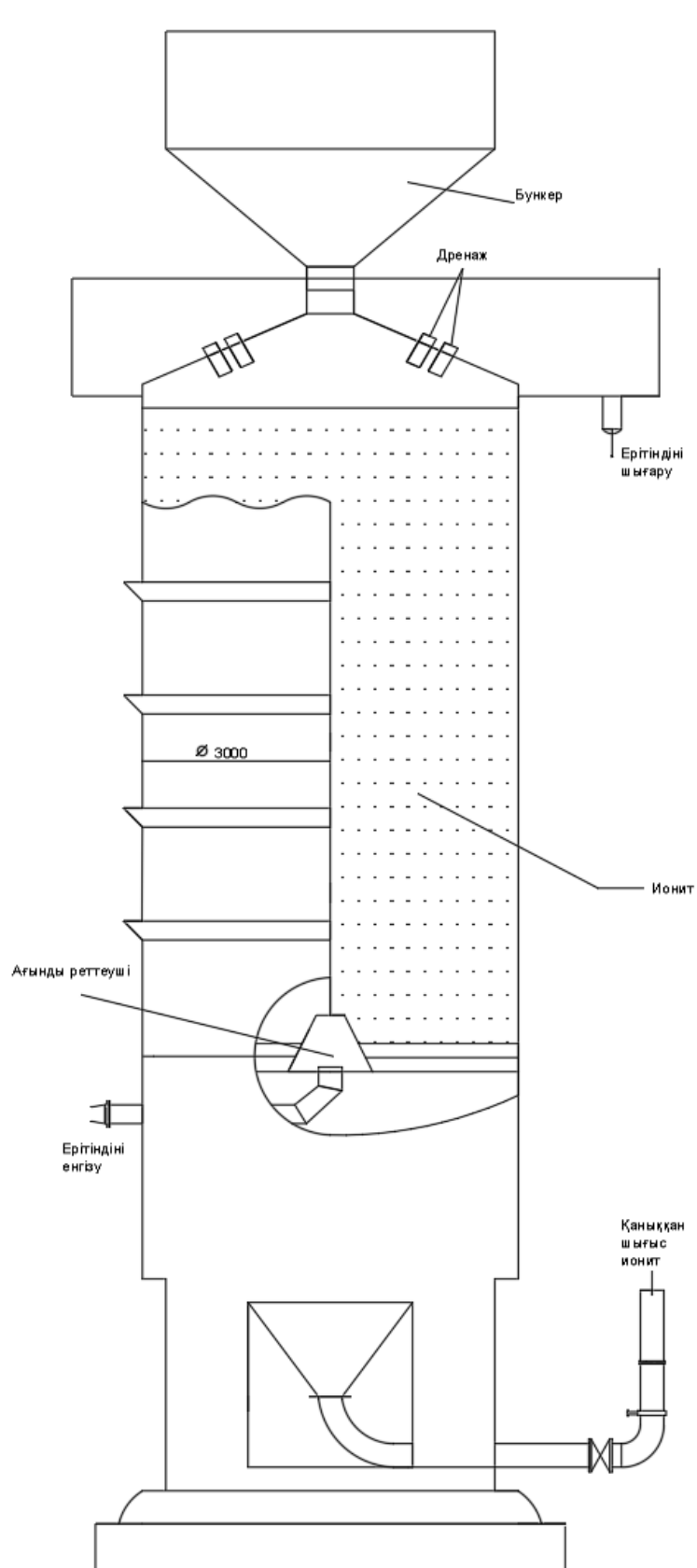
ҚСК сорбционды қысым колоннасы цилиндрлік корпуста тұрады, жоғарғы дренажды (арық, труба) құрылғы, ерітінділерді конусты таратумен ерітіндіні төменгі енгізу және ионитті жүктеу бункерінен (10-сурет).

Жұмыс күйінде колоннаның бүкіл көлемі ионитпен толтырылған және иониттің тығыз қабаты арқылы ерітінді төменнен жоғарыға қарай фильтрацияланады. Иониттің нығыздану және қысу жұмыс қабаты колонна корпусының жоғарғы бөлігінде және жүктеу бункерімен қоса дренажды құрылғыдан жоғары иониттің құрғату қабатының болуымен бөлінетін дренаждық құрылғылармен қамсыздандырылады [5].

Сорбционды қысым колоннасында уранды ионитпен сорбционды айыру динамикалық режимде өтеді, иониттің қозғалмайтын қабаты арқылы ерітіндінің жұмыс ағыны фильтрацияланады. Масаалмасу процесін анализдеу және басқару үшін бұл күрделі жағдай, себебі бұл жағдайда екі фазадада айыру металының концентрациясы қабаттың биіктігі және уақыт бойынша үздіксіз өзгереді.

Сонымен, сорбционды қысым колоннасында иониттің тығыз қабаты арқылы өнімдік ерітіндінің фильтрациялау процесі ерітіндінің фильтрациялау бағыты бойынша сұйық фазада уран концентрациясын кемітетін жері бар. Ионит қабатының биіктігі ерітіндіде уран концентрациясының өтуі кезінде бастапқы мәнінен құрамын түсіруге дейін төмендейді, бұны иониттің жұмыс қабатының биіктігі (немесе ұзындығы) (H_0) деп атайды [2].

Қысым колоннасында ионитпен уран сорбциясының практикалық тапсырмасы уранмен қаныққан иониттің мүмкін болатын ең үлкен жұмыс алмасу сыйымдылығына жеткендегі сорбциядан кейін ерітіндіде оның берілген қалдық концентрациясын алу болып табылады. Ереже бойынша жұмыс алмасу сыйымдылығының мәнін оның теңдік мәнінің 70-90% -інен алады. Осыны ескеріп, сорбционды колоннада орнықты жұмысты ионит қабатының фактілік биіктігін (H) қамсыздандыру үшін ионит жұмыс қабатының жоғарғы биіктігін (H_0) алады және бұны сорбционды колоннадағы иониттің қорғаныстық қабаты $\Delta H = H - H_0$ деп атайды. Сорбционды қысым колоннасындағы ионит қабатының биіктігі өнімдік ерітіндінің химиялық құрамынан тәуелді және жобалау қадамында анықталады. Сорбенттің қорғаныс қабаты кезіндегі қысым колоннасының жұмысы сорбент қорғаныс әрекетінің белгілі уақытымен сипатталады, осы уақыт ішінде сорбция аналықтарында қажет қалдықты уран құрамын алуды қамсыздандырады. Сол себепті колоннаның жұмысын басқару және бақылау ионит-ерітінді ағынында материалды балансын қадағалаумен негізделуі керек [2].



10 Сурет - Сорбционды қысым колоннасының құрылғысы

1.7.4 Уран сорбциясы үрдісінің технологиялық бақылауына қойылатын талаптар

Технологиялық үрдісті тиімді режимде іске асыру барысында уран сорбциясын технологиялық бақылаудың негізгі есебі технологиялық құрылғылардың үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету болып табылады.

Технологиялық процесті бақылау және басқару келесілерден тұрады:

- технологиялық құрылғының дұрыстығын және үздіксіз жұмысын қамсыздандыруды бақылау;
 - сорбционды колоннасына жіберілетін өнімдік ерітінділерді өлшеу және шығынын реттеу;
 - жүктелетін және шығарылатын иониттің көлемін өлшеу;
 - технологиялық бақылау картасына сәйкес ерітіндінің және иониттің химиялық-аналитикалық құрамын анықтау үшін оперативті сұрыптау сынағы.
- Сорбция үрдісін технологиялық бақылау бойынша негізгі жұмыс көлемі автоматты режимде БӨАЖА құралдарымен орындалады.

Сорбция колоннасына ионитті жүктеу жиілігі мен көлемі өнімдік ерітінді ағынында уран балансы есебімен – уранға қаныққан иониттің жұмыстық алмасу көлемінің тіркелуімен ионит беріледі.

Уақыт релесі ионитті жүктеу аралығындағы уақытты 0...250 мин интервалда 2,5 мин дискретті қадаммен реттеуге (беруге) мүмкіндік береді.

Сорбционды қайта жасаудың технико-экономикалық көрсеткіштері және сапасы тәуелді болатын анықтаушы параметрлері мыналар: өнімдік ерітіндінің құрамы, қайтқан ерітіндідегі уранның болуы, қаныққан иониттің жұмыстық алмасу мөлшері, қайта регенерацияланған ионитте уран қалдығының болуы.

Осыдан шығатыны, сілтілі өнімдік ерітіндінің құрамында техникалық шарттармен регламенттеледі:

- рН (қалдық қышқыл) 1,5...2,0;
- механикалық қоспалардың болуы 50 мг/л көп емес;
- нитратты регенерация кезінде нитрат–ионның болуы 0,5г/л көп емес;
- жалпы тұздың болуы (құрғақ қалдығы) 30,0 г/л көп емес.

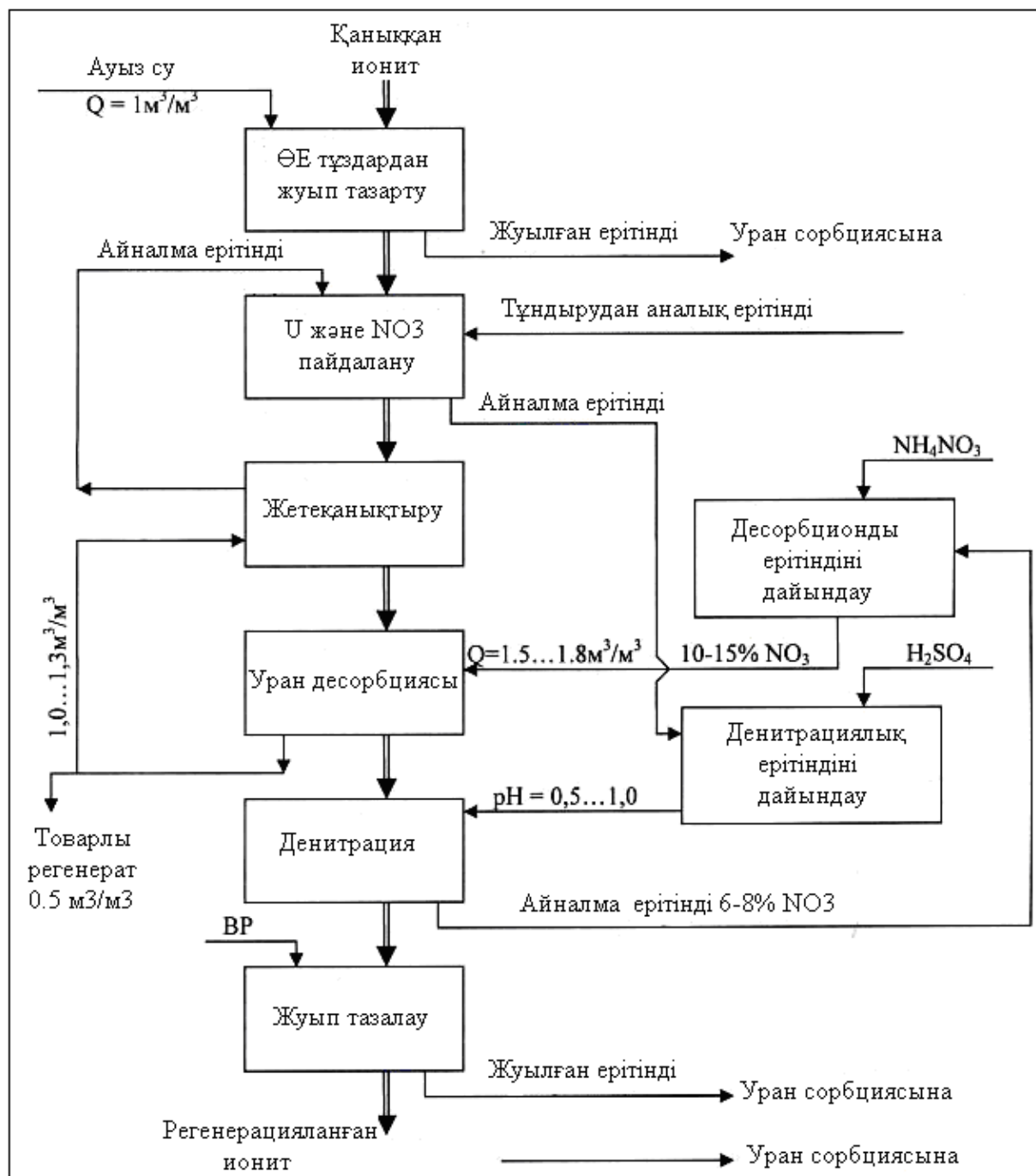
Уран сорбциясы үрдісіндегі белгіленген талаптарға өнімдік ерітінді құрамының қанағаттануы кезінде ВП-1Ап, ІРА-910 типті күштінегізгі иониттер және тағы да басқа сорбционды қысым колоннасындағы ионитті аналогтар урандағы иониттің жұмыстық алмасу көлемі максималды мәнінен 80-90% аралығына жетеді және 1...3мг/л мөлшерінде қайтқан ерітіндіде уранның қалдық концентрациясының алынуы қамтамасыз етіледі. Технологиялық бақылау картасы кестеде көрсетілген [5].

2 Кесте - Уран сорбция үрдісінің технологиялық бақылау кестесі

Бақылау объектісі	Бақыланатын параметр	Бақылаудың периодтылығы	Бақылау және өлшеудің тәсілі мен құралы
Сорбционды колона	Ерітінді шығыны	тұрақты	БӨАЖА құралы агрессивті орта үшін шығынөлшегіштер
	Сорбция колонасының қысымы	тұрақты	БӨАЖА құралы ЭКМ-1У типті монометр және т.б.
	колонадағы смола деңгейі (жүктеу бункерінде)	ионитті жүктеу кезінде	БӨАЖА құралы иониттің ЭРСУ-8, ЭРСУ-4 типті деңгей дабылдатқыштары және т.б.
	Кіріс ерітіндідегі U концентрациясы	сменде 1-2 рет дискретті түрде	хим. талдау
		үздіксіз	концентратор
		Ортасменді сынама	хим.талдау
	Шығысындағы ерітіндідегі U концентрациясы	сменде 1-2 рет дискретті түрде	хим. талдау
		үздіксіз	концентратор
		Ортасменді сынама	хим. талдау
	қаныққан иониттегі U концентрация	сменде 1 рет дискретті түрде	хим. талдау
		ионитті түсірудің барлық ортасменді сынамасы	хим. талдау
Ионитті жуу колонасы	Өндірістік су шығыны	тұрақты	БӨАЖА құралы агрессивті орта үшін шығынөлшегіштер

1.8 Уран қосылыстары десорбциясының технологиялық үрдісі

Технологиялық процестің принципіалды сұлбасы 11-суретте көрсетілген.



11 Сурет - Қаныққан иониттің нитратты десорбциясының принципіалды технологиялық сұлбасы

Механикалық қоспалардан өнімдік ерітінді тұздарынан жуып тазартылған қаныққан ионит иониттің нитратты регенерациялау процесінің келесі технологиялық операцияларында өңделеді:

- ерітінділер операциясынан кейін 0,1-0,5 г/л уран құрамын және 1 г/л нитрат-ионын алумен бірге, уран концентрациясын тұндыру және ионитті жете қанықтыру операциясынан кейінгі айналма ерітінділерден нитраттарды және уранды пайдалану;

- уран десорбциясынан кейін айналма фракция уранмен ионитті жете қанықтыру, ерітінділер операциясынан кейін 0,5 г/л уран алумен;

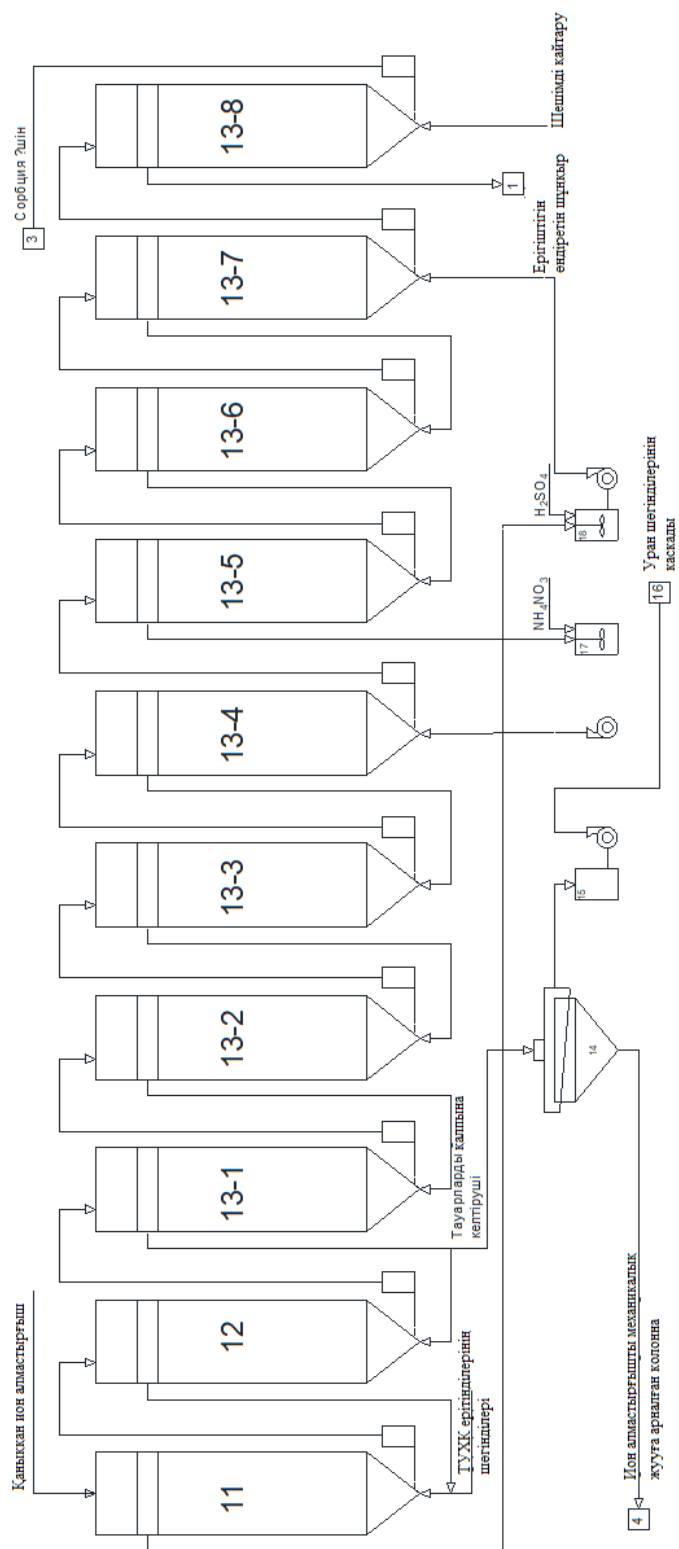
- 10-15 % NO_3^- концентрациялы және $\text{pH}=0,5-1,0$ нитрат-тұзды ерітінділерімен уран десорбциясы, ионит операциясынан кейін 0,3 % уранның қалдық құрамын алумен;

- $\text{pH}=0,5-1,0$ дейінгі қышқылды күкірт қышқылымен нитраты және уранды пайдалану операциясынан кейінгі айналма ерітіндімен ионитті нитрациялауға дейін, ионит операциясынан кейінгі 6,0-8,5% шамасында нитрат-ион қалдық құрамын алумен, нитрациялауға дейін ерітінділердің транспортты және бу ылғалдығынан уран сорбциясынан кейін аналықтармен регенерацияланған ионитті жуып тазалау.

Соңғы операция регенерацияланған ионитті алумен қаныққан ионитті регенерациялау процесін аяқтайды, одан ол өнімдік ерітіндіні өңдеу процесіндегі иониттің қозғалу технологиялық циклін тұйықтаушы ретінде өнімдік ерітінділерден уран сорбциясына жіберіледі.

Қаныққан ионитті регенерациялауда ерітіндінің қозғалу сұлбасы айналма сумен жабдықтау принципін максимальды қолданудандағы барлық технологиялық операцияларда ионит ерітіндінің ағынымен анықталады. Ерітінділердің негізгі ағыны қаныққан иониттің өңдеу көлеміне байланысты уран десорбциясына жіберілетін десорбциялау ерітіндісінің көлемімен қалыптастырылады және бақыланады (иониттің есептелуінен 1 м³тан 1.5-1,8 м³дейін). Алынатын десорбат құрамына байланысты кедей және бай фракцияға бөлінеді. Кедей фракция – айналма десорбат ионитті жете қанықтыру операциясына жіберіледі, ал бай фракция - тауарлы регенерат уран концентрациясын тұндыруға шығарылады. Тауарлы регенерат көлемі уранның қаныққан ионитынан десорбциялау циклінен қажеттік шығаруымен анықталады, ереже бойынша 0,5 м³/м³ иониттен тұрады. Ионитті жете қанықтыру операциясынан кейін ерітінділер уран концентрациясын тұндыру аналығымен бірге нитрат –иондарды және уранды нитраттардың (0,5-1,0 г/л) және уранның (0,1-0,3 г/л) аз құрамды айналма ерітіндісін алу мақсатында пайдалану операциясына келіп түседі, $\text{pH}=0,5-1,0$ дейінгі күкірт қышқылымен қышқылданған соң уран десорбциянан кейін денитрация операциясында сульфатты формаға айналдыру үшін қолданады. Ерітінділер ионитті денитрациялаудан кейін нитрат-ион (10-15% шамасы) бойынша берілген концентрацияға дейін аммиакты селитрамен жете нығайтылады және қайтадан қаныққан ионит регенерация сұлбасындағы ерітінділердің негізгі жұмыс ағынын тұйықтаумен уранды десорбциялау операциясында қолданылады. Регенерация сұлбасынан ерітінділердің артығын шығару уран сорбциясына нитрат - иондарды және уранды пайдалану операциясынан кейін орындалады.

Қаныққан иониттің нитратты регенерация процесінің аппараттық сұлбасы 12-суретінде көрсетілген.



12 Сурет - Қаныққан иониттің нитратты регенерациялау принципіальды аппараттық сұлбасы.

Десорбция процесін орындау үшін келесі аппараттарды және құрылғыларды қолданады:

- ионит-ерітінді жүйесінде ионалмасу процесін орындау үшін ионалмасу колонналары;

- құрғақ реагенттерді ерітуге арналған құрылғылар және жұмыс ерітінділерінің көлемін жинақтауға арналған сыйымдылықты құрылғылар;

- құбыр жүйелері және транспорттау құралдары, технологиялық аппараттарда ерітінді және ионитті ауыстыруды қамсыздандыратын;

- технологиясы бойынша араластыру процесінде жұмыс ортасын бөлуге арналған дренажды құрылғылар;

- иониттің нитраты регенерация технологиялық үрдісті автоматты басқару жүйесі;

- қабыл алу құрылғылары және құралдары, құрғақ және сұйық реагенттердің шығын көлемдерін технологиялық процеске сақтау және енгізу[5].

Регенерация аппаратында ионитті ауыстыруы берілген көлемнің дискретті порциясымен берілген уақыт интервалында бір-бірінен кейін орындалады.

Ионитті шамадан тыс жүктеу көлемі – тұрақты шама және регенерацияланған колонналарында иониттің жоғарғы және төменгі таратуымен беріледі, ал өңделетін иониттің қажет саны шамадан тыс жүктеудің жиілігімен бақыланады.

Регенерация аппаратында ерітінділерді ауыстыру бірқалыпты және үздіксіз орындалады.

Сорбент және ерітінділер ағыны нитратты регенерациялау технологиялық процесін автоматты басқару жүйесінің құралдарымен бақыланады және реттеледі.

Қаныққан ионитті уранды және нитратты пайдалану 11 колоннасына береді, жете қанықтыру 12 колоннасынан және уран концентрациясын тұндырудан кейінгі аналығынан ерітінділер берілетін. Уранды және нитраттарды пайдаланудан кейін ерітінділер араластырғышта (смеситель) күкірт қышқылымен жете нығайтылады, содан кейін денитрация колоннасына жіберіледі (ионитті сульфат формасына өзгерту үшін) [2].

Аэролифтпен пайдалану 11 колоннасынан кейін ионитті жете қанықтыру колоннасына жүктейді және құрамында уран бар айналма десорбатпен (кедей фракция) өндегеннен кейін уран десорбциясының бірінші (головную) колоннасына 13-1, содан ары қарай ионит қозғалысы бойынша келесі десорбция колонналарына 13-2 – 13-4 жіберіледі. Десорбциялау ерітіндісін (десорбциялау ерітіндісінің буферлік сыйымдылығынан) тұрақты қысымды шығын сыйымдылығы 17 арқылы уран десорбциясының соңғы колоннасына 13-4 береді, келесі колонналардан жүріп өткен соң бас колоннадан 13-1 құрамында уран бар десорбат түрінде шығарады. Десорбаттың бай фракциясын - тауарлы регенерат – уран концентрациясын тұндыру каскадына шығарады, ал кедей фракцияны уранмен ионитті жете қанықтыру колоннасына қайтарады [2].

Уран десорбциясынан 13-4 кейін ионит ионитті денитрациялау колоннасының біріншісіне 13-5, ары қарай қалғандарына 13-6, 13-7 жіберіледі.

Денитрациялық ерітіндіні соңғы денитрация колоннасына 13-7 жібереді және аммиакты селитрамен жете нығайту үшін контактілік чанға 17 бағытталған құрамында нитрат бар айналма ерітінді түрінде шығарады, және ары қарай десорбционды уран ерітіндісінің буферлік сыйымдылығына жіберіледі. Ионитті соңғы денитрация колоннасынан 13-8 регенерациядан кейін ионитті жуып тазалау колоннасына шығарады. Жуып тазартылған ионитті уран сорбциясына қайтарады [2].

Технологиялық бақылауға қойылатын талаптар

Десорбция процесін орындау үшін келесі параметрлерді бақылау қажет: десорбциялау ерітінділерінің құрамын

ерітінділер, уран десорбциясына келіп түсетін ерітінділер нитрат –ион, уранның, қалдық қышқылдың құрамы бойынша талаптарына сәйкес болуы қажет.

тауарлы регенерат уранның, нитрат-ионның, рН мәнінің құрамымен бақыланады.

ионитті жете қанықтырудан кейін ерітінді уранның, нитрат-ионның, рН мәнінің құрамымен бақыланады [2].

1.8.1 ДНҚ типті десорбционды қысым колонна құрылғысы және жұмыс жасау принципі

ДНҚ десорбционды қысымды колоннасының конструкциясы ҚСК типті сорбционды қысым колоннасының конструкциясына ұқсас. Ол да цилиндрлік корпустан тұрады – обечайки, жоғарғы дренажды құрылғы – кассет, кассета түріндегі дренажды құрылғымен алғашқы десорбциялау ерітіндісін енгізуге арналған құрылғы, десорбцияланған ионалмасу смоласын шығаруға арналған құрылғы, уранмен қаныққан смоланы жүктеуге арналған қысымды бункерден.

Жұмыс күйінде колоннаның бүкіл көлемі ионитпен толтырылған және ерітінді иониттің тығыз қабаты арқылы төменнен жоғарыға қарай фильтрацияланады. Иониттің нығыздану және қысу жұмыс қабаты колонна корпусының жоғарғы бөлігінде және жүктеу бункерімен қоса дренажды құрылғыдан жоғары иониттің құрғату қабатының болуымен дренаждық құрылғылармен қамсыздандырылады [5].

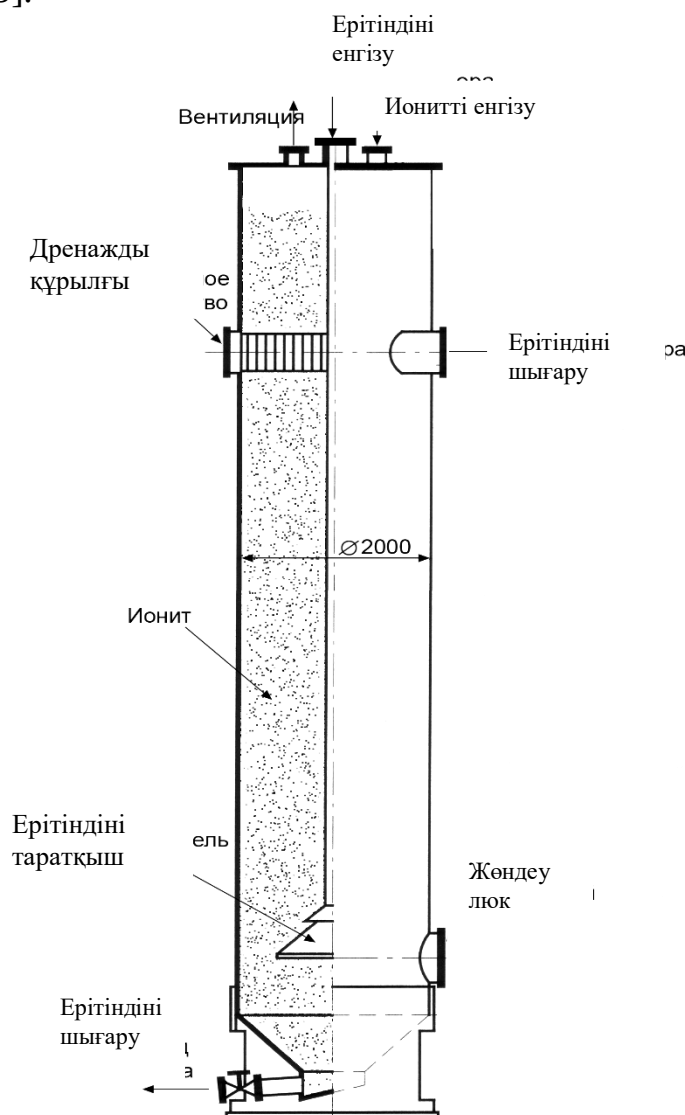
Десорбционды колоннасының жұмыс процесінде ионит және ерітіндінің ағыны ерітінділерді төменнен жоғарыға қарай фильтрациялаумен және ионитті төменнен жоғарыға ауыстырумен қамсыздандырылады. Уран концентрациясы фазалардың қозғалу бағыты бойынша ерітіндіде - өседі, ал ионитте - азаяды.

Қысым колоннасында ионитпен уран десорбциясының практикалық есебі десорбатта мүмкін болатын максимальды уран концентрациясын алғандағы

десорбциядан кейін ионалмасу смоласында оның берілген минимальды қалдық концентрациясын алу болып табылады.

Нитратты десорбция технологиялық процесін басқарудың алгоритмінің негізіне ионит-ерітінді ағынында уран балансы салыну қажет, белгіленген ағындарда нитрат-ионның бір уақытты балансын қадағалаған кезінде.

Сол себепті ионалмасу смоланы денитрациялау процесін бақылау және басқару негізіне берілген ағындарда сульфат-ионның бір уақытты балансын қадағалаған кезінде ионит-ерітінді ағындарында нитрат-иондардың балансы салынуы қажет [5].



13 Сурет - ҚИАБ типті десорбционды колонна құрылғысы.

ҚИАБ типті десорбционды колонна уран десорбциясы, ионалмасу смоласын денитрациялау процестерін орындау үшін қолданылады, жете қанықтыру, пайдалану колонналары ретінде сонымен бірге қаныққан және регенерацияланған ионалмасу смоланы жуып тазарту үшін қолданылады [3].

Колонна цилиндрлік корпустан тұрады – қабықтар, жоғарғы горизонтальды орналасқан дренаждық құрылғы – кассет, конусты таратқышымен ерітіндіні енгізу құрылғысы, ионалмасу смоласын шығару (колоннаның төменгі бөлігінде) және жүктеу құрылғылары (колоннаның жоғарғы бөлігінде).

ҚИАБ типті десорбционды колоннасында иониттің тығыз қабатын құру үшін аппаратта иониттің жоғарғы деңгейінен төмен ерітіндіні енгізу бөлігі қарастырылған [1].

Дренажды құрылғы үстіндегі құрғақ ионит қабатының биіктігі ионит қабаты арқылы кіретін ерітінділер ағынының фильтрациясының сызықты жылдамдығына тәуелді, ереже бойынша 1÷2 м (фильтрация жылдамдығы 6÷10 м/сағ болғанда) тұрады.

Десорбционды колоннадағы жұмыс процесінде ионит және ерітінділердің ағыны ерітінділерді төменнен жоғарыға қарай фильтрациялау жолымен қамсыздандырылады және ионитті ауыстыру төменнен жоғарыға қарай орындалады. Фазалардың қозғалысының бағыты бойынша уран концентрациясы ерітіндіде өседі, ал ионитте кемиді.

Нитратты десорбция технологиялық процесін басқару алгоритмінің негізінде белгіленген ағындарда нитрат-ионды біруақытта сақтау және балансы кезіндегі ионит-ерітінді ағынында уранның балансы болуы қажет.

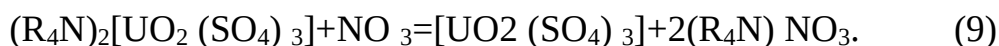
Смоланы ионалмасу денитрация процесін басқарудың негізінде берілген ағындарда сульфат-ионды біруақытта сақтау және балансы кезіндегі ионит-ерітінді ағынында нитрат-иондардың балансы болуы қажет.

Денитрациялау ерітіндісінде рН мәні өлшенеді (күкірт қышқылы араластырғышынан кейін).

Конверсиядан кейін (ионитті денитрациялау) ерітіндіде рН мәні, нитрат-ионның, уранның құрамы бақыланады.

Десорбциядан кейін ионит құрамы бақыланады. Кедей ионитте уранның, нитрат-ионның құрамы бақыланады.

Смоладан уран десорбциясы процесі келесі теңдікпен жазылады:



Иониттің десорбция процесі келесі теңдікпен жазылады:



Араластырғышқа денитрациялық ерітіндіні дайындау үшін жіберілетін күкірт қышқылының саны келесі формуламен есептеледі:

$$Q_{H_2SO_4} = Q_{вр} \cdot C_{p-ра} / 1,86 / 1000; \text{ м}^3/\text{сағ}, \quad (11)$$

мұндағы $Q_{H_2SO_4}$ – берілетін күкірт қышқылының көлемі, п. 119; $\text{м}^3/\text{сағ}$;

$Q_{вр}$ – п.119-қа берілетін сілтісіздендіру ерітінділерінің көлемі;
 $m^3/сағ$;

$C_{р-ра}$ – орнатылған денитрациялау ерітінділерінің концентрациясы
грамм /литр (30-35г/л);

1,86 – күкірт қышқылының тығыздығы;

(1000 – текше метрге ауыстыру коэффициенті литр).

1.8.2 СДБ-1500 құрылғысының жұмыс істеу принципі

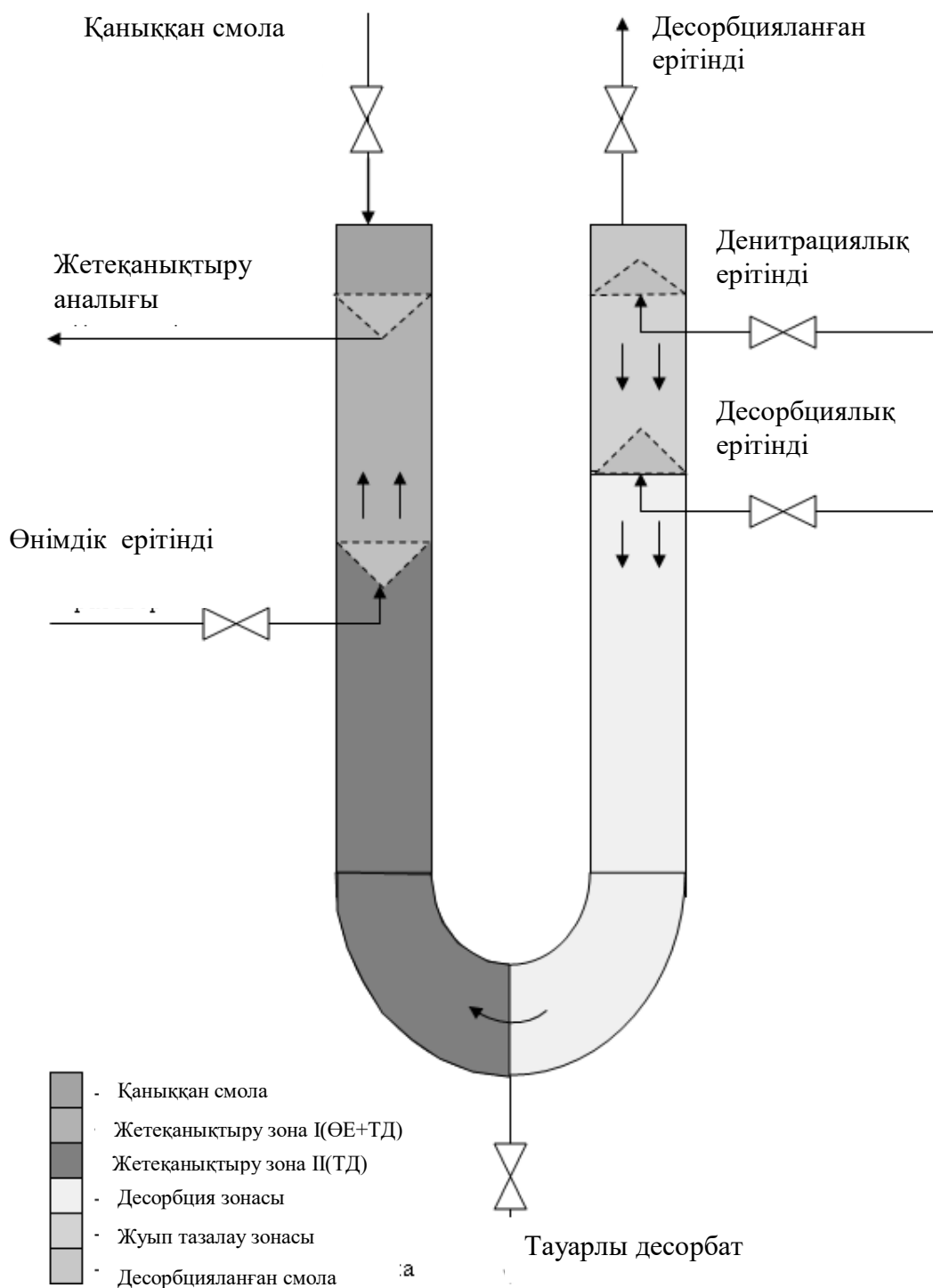
СДБ-1500 колоннасының жұмыс істеу процесінде ион алмасу смоласы бірнеше зоналарды қатарынан жүріп өтеді:

- Жете қанықтыру I - өнімдік ерітіндіден уран сорбциясы
- Жете қанықтыру II - тауарлы десорбат бөлігінен уран сорбциясы
- Смоладан уранның нитратты десорбциясы
- Қолданған ерітіндіден кейінгі тазалау зонасы

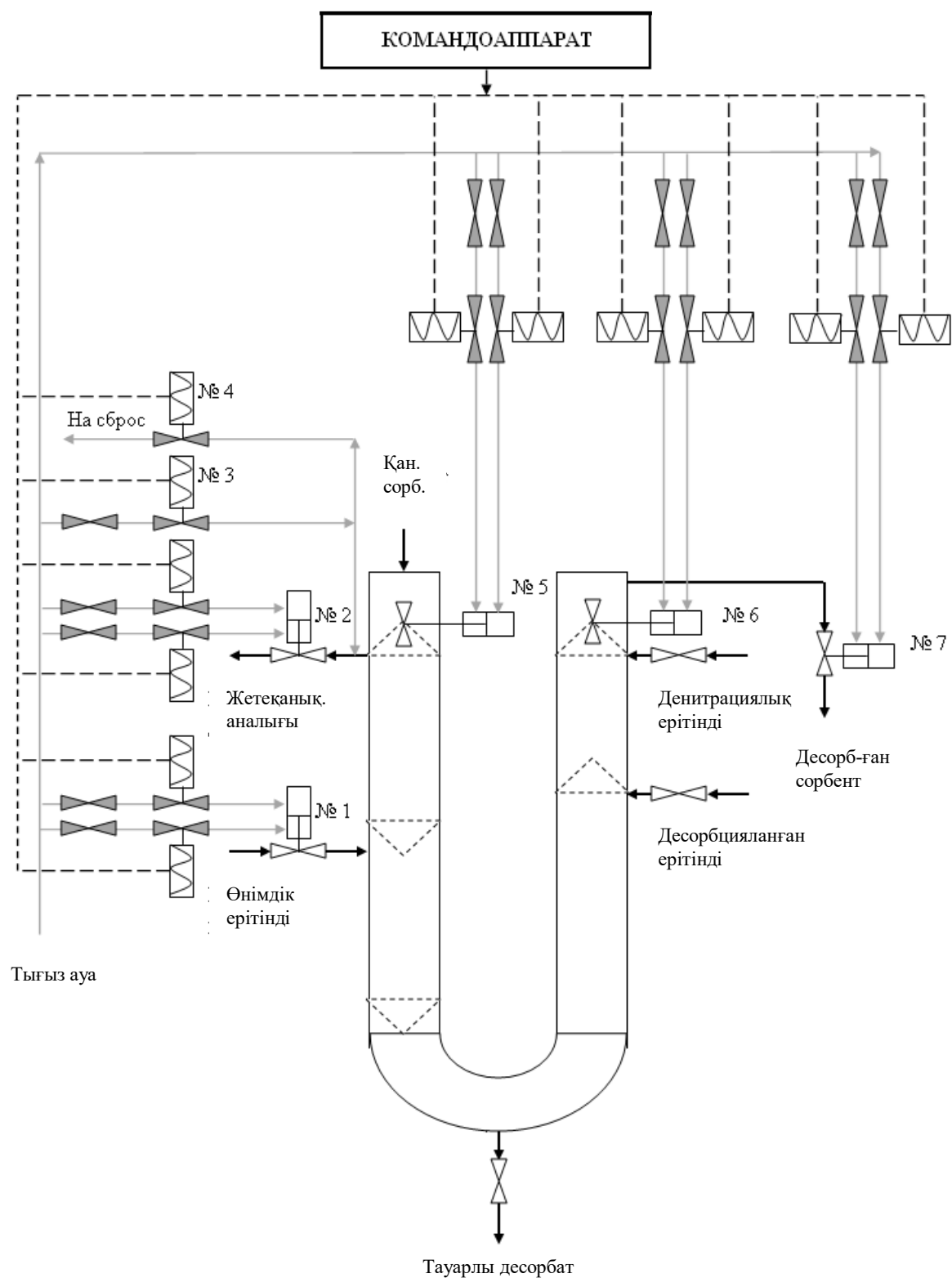
СДБ-1500 колоннасының жұмысы кезінде уран сорбциясы бөлігінде қаныққан сорбент жете қанықтыру I зонасына келіп түседі. Мұнда сорбентті өнімдік ерітіндіден уран сорбциясы арқылы қосымша қанықтыру процесі өтеді. Жете қанықтыру I зонасы смоланың сиымдылығын және уранның концентрациясын өсіреді. Жете қанықтыру I зонасынан кейін ерітінді жете қанықтыру II зонасына келіп түседі. Бұл зона өтпелі зонасы болып табылады. Бұл жерде смола және затты десорбат сорбентте және қоспада уран концентрациясының алудағы ең жоғарғы деңгейінен өтеді. Осы нүктеде затты десорбаттың шығарылуы орындалады. Ары қарай смоланың колоннада қозғалу процесінде смола десорбция және тазалану зоналарын қатарынан өтіп шығады. Бұл жерде сорбенттен уранның десорбциясы және оның алдыңғы десорбты ерітінді мен денитирлеу ерітіндісінен тазалау процесі өтеді. СДБ-1500 колоннасы үздіксіз жұмыс істейді [2].

Колоннаның жұмысын басқару автоматты клапандардың көмегімен орындалады. Колоннаның кірісіне ауа беріледі, ол №3 клапанының ашылуы арқылы орындалады. Ол ерітінді мен сорбентті қозғалтады. №6 клапанының ашылуы арқылы жүк түсіретін бункеріне келіп түседі. Сорбенттің қозғалысы №6 клапанының жабылған кезінде тоқтатылады. Осы кезде №3 клапаны да жабылады, ауаны шығару үшін №4 клапаны ашылады. Колоннаның сорбционды жоғары бөлігі ионитпен толтырылғаннан кейін сорбентті қанықтыру процесі басталады. Қанықтыру сорбенті №5 жүктеу клапанының ашылуы арқылы келіп түседі. Осымен бірге қаныққанға дейінгі аналығының шығысы үшін №2 клапаны ашылады және десорбирленген сорбентті шығару клапаны №7 ашылады, жүктеу бункерін босату процесі өтеді. Кірісін сорбентпен толтырған кезде №5 клапаны жабылады да фильтрациялау циклі №1 клапанының ашылуы арқылы басталады [15]. СДБ-1500 колоннасының принципиальды технологиялық сұлбасы 15-суретте көрсетілген.

СДБ-1500 колоннасында ауаны беру қысымы командоаппараттан келетін электрлік сигнал басқаратын электропневматикалық клапаны арқылы орындалады. СДБ-1500 құрылғысында зоналардың орналасуы 14-суретте көрсетілген.



14 Сурет - СДБ-1500 құрылғысында зоналардың орналасуы.



15 Сурет - СДБ-1500 колоннасының принципиялды технологиялық сұлбасы.

1.9 Уран сорбциясының материалдық балансын есептеу

Уранның материалдық балансын есептеу үшін мына формуланы қолданады:

$$M_{u \text{ өнімде}} = V_u \cdot C_{u \text{ өнімде}}, \text{ кг/сағ.} \quad (12)$$

мұндағы $M_{u \text{ в өнімде}}$ – берілген көлемнің уақыт бірлігінде өнімдегі уран массасы кг/сағ;

V_u – уақыт бірлігіндегі уран көлемі, м³/сағ;

$C_{u \text{ өнімде}}$ – уран бойынша өнімнің сиымдылығы, кг/м³.

Металдың балансын есептеу кезінде, уранның қалдық сиымдылығын (концентрациясын) пайдаланбаймыз, яғни олар тұрақты шамалар. Тек уран өнімінің жұмыс сиымдылығын (концентрациясын) ғана қолданамыз. Жұмыс сиымдылығы мына формула бойынша есептеледі [4].

$$C_{u \text{ өнімде}} = C_{\text{max}} - C_{\text{өнімдегі қалдық}} \quad (13)$$

мұндағы $C_{u \text{ в өнімде}}$ – уран өнімінің жұмыс сиымдылығы, кг/м³;

C_{max} – уран өнімінің max сиымдылығы, кг/м³;

$C_{\text{өнімдегі қалдық}}$ – уран өнімінің қалдық сиымдылығы, кг/м³.

Материалды балансты есептеу кезінде қалдық сиымдылыққа келесілер есептелген:

– смоланың қалдық сиымдылығы – 1 кг/м³;

– сорбция үрдісі кезінде қайтқан ерітіндінің қалдық сиымдылығы – 0,003 кг/м³;

– қалған барлық ерітінденің қалдық сиымдылығы – 0,5 кг/м³.

Уранның өнімділігі $Q=1200$ т/жыл;

ӨЕ уранның мөлшері 50мг/л;

Сағаттық өнімділігін анықтаймыз:

$Q_{\text{сағ}}=1200000/330*24=151,5$ кг/сағ;

Ерітінідінің сағаттық көлемін анықтаймыз:

$$V_{\text{сағ}} = \frac{Q_{\text{сағ}}}{U_{\text{басы}} - U_{\text{соңы}}} \quad (14)$$

мұндағы $V_{\text{сағ}}$ - ерітіндінің сағаттық көлемі, м³/сағ,

$Q_{\text{сағ}}$ -каскадтың сағаттық уран өнімділігі, кг/сағ,

$U_{\text{басы}}$ және $U_{\text{соңы}}$ - өнімде U бастапқы және соңғы концентрациясы, кг/м³.

$$V_{\text{сағ}} = \frac{151,5}{0,05 - 0,003} = 3223,4 \frac{\text{м}^3}{\text{сағ}};$$

Осыған қолданылатын ионит көлемі ұқсас теңдеумен анықталады:

$$G_{см} = \frac{Q_{час}}{a_{жұмыс} - a_{баст}} \quad (15)$$

мұндағы $G_{см}$ - шартты тоннада ионалмасу смоласының сағаттық шығыны;

$A_{жұмыс}=30\text{кг/т}$ - смоланың жұмыс сиымдылығы, кг/шарт.тонна;

$A_{баст.}=1\text{кг/т}$ – урандағы ионалмасу смоласының қалдық сиымдылығы [4].

$$G_{см} = \frac{151,5}{30 - 1} = 5,2 \frac{т}{час};$$

Бастапқы өнімнің 1м^3 құрайды:

$U=0,05\text{кг};$

$\text{Fe}^{3+}= 0,5\text{кг};$

$\text{Fe}^{2+}= 0,4\text{кг};$

$\text{Ca}^{2+}= 0,4\text{кг};$

$\text{Al}^{3+}= 0,6\text{кг};$

$\text{K}^{+}=0,1\text{кг};$

$\text{Na}^{+}=0,1\text{кг};$

$\text{Mg}^{2+}=0,4\text{кг};$

$\text{SiO}_3^{-2}=0,19\text{кг};$

$\text{Cl}^{-}=0,19\text{кг};$

$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 0,05 \cdot 558 / 238 = 0,1172 \text{ кг/м}^3;$

$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 0,1172 / 558 / 4 = 0,0008 \text{ кг-экв};$

$\text{Fe}^{+3} = 0,5 / 56 / 3 = 0,0268 \text{ кг-экв};$

$\text{Fe}^{+2} = 0,4 / 56 / 2 = 0,0123 \text{ кг-экв};$

$\text{Al}^{+3} = 0,6 / 27 / 3 = 0,067 \text{ кг-экв};$

$\text{Ca}^{+2} = 0,4 / 40 / 2 = 0,02 \text{ кг-экв};$

$\text{K}^{+} = 0,1 / 39 / 1 = 0,0025 \text{ кг-экв};$

$\text{Na}^{+} = 0,1 / 23 / 1 = 0,0043 \text{ кг-экв};$

$\text{Mg}^{2+}=0,4/24/2=0,0333 \text{ кг-экв};$

$\Sigma=0,167 \text{ кг-экв};$

$\text{SiO}_3^{-2}=0,15/76/2=0,0039 \text{ кг-экв};$

$\text{Cl}^{-}=0,3/35,5/1=0,0085 \text{ кг-экв};$

$\Sigma=0,0124 \text{ кг-экв};$

$\text{SO}_4^{-2}=0,167-0,0124=0,1546 \text{ кг-экв};$

$\text{SO}_4^{-2} = 96 / 2 \cdot 0,1546 = 7,421 \text{ кг/м}^3;$

$\text{C}(\text{H}_2\text{SO}_4)= 98 \cdot 0,01 = 0,98 \text{ кг/м}^3;$

$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 0,1172 \cdot 3223,4 = 377,783 \text{ кг/сағ};$

$\text{H}_2\text{O}=1007-10,421=996,58 \text{ кг/м}^3;$

$\text{Fe}^{+3} = 0,5 \cdot 3223,4 = 1611,7 \text{ кг/сағ};$

$\text{Fe}^{+2} = 0,4 \cdot 3223,4 = 1289,36 \text{ кг/сағ};$

$\text{Al}^{+3} = 0,6 \cdot 3223,4 = 1934,04 \text{ кг/сағ};$

$\text{Ca}^{+2} = 0,4 \cdot 3223,4 = 1289,36 \text{ кг/сағ};$

$\text{K}^{+} = 0,1 \cdot 3223,4 = 322,34 \text{ кг/сағ};$

$$\text{Na}^+ = 0.1 \cdot 3223,4 = 322,34 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{Mg}^{2+} = 0,4 \cdot 3223,4 = 1289,36 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{SiO}_3^{-2} = 0.15 \cdot 3223,4 = 483,51 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{Cl}^- = 0.3 \cdot 3223,4 = 967,02 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 7,421 \cdot 3223,4 = 23920,85 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,98 \cdot 3223,4 = 3158,9 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{H}_2\text{O} = 996,58 \cdot 3223,4 = 3212375 \text{ кг/час};$$

Аниониттің қысқаша сипаттамасы:

Аниониттің толық көлемі – 3,5 кг·экв/т.

Аниониттің меншікті көлемі – 2,9 м³/т.

1 шартты тоннада матрица саны $1000 - 3,5 \cdot 35,45 = 876 \text{ кг}$.

1 шартты тоннада матрица көлемі $876 \text{ кг} / 910 \text{ кг/м}^3 = 0,963 \text{ м}^3$.

Бір шартты тоннада Cl^- көлемі $3,5 \cdot 1000 \cdot N_A \cdot 3/4 \cdot \pi \cdot r^3 =$

$$3,5 \cdot 1000 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 4/3 \cdot 3,14 \cdot (1,81 \cdot 10^{-10})^3 = 0,0523 \text{ м}^3.$$

Материалды балансты есептеген кезде ионалмасу үрдісінде судың ісіну көлемі өзгермейді деп есептейміз.

Қалдық сиымдылықта 1кг уран/шарт.тонна АМ анионит көлемі кг-экв уран шарт. тоннада болады: $1/(238/4)=0,0168 \text{ кг-экв [4]}$;

1 шартты тоннада болады :

$$1 \cdot \text{M}[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} / 238 = 1 \cdot 558 / 238 = 2,345 \text{ кг};$$

$$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 2,345 / (558/4) = 0,0168 \text{ кг-экв};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 3,5 - 0,168 = 3,4832 \text{ кг-экв};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 3,4832 \cdot 96/2 = 167,19 \text{ кг};$$

$$876 \cdot 5,2 = 4555,2 \text{ кг/сағ};$$

$$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 2,345 \cdot 1.306 = 3.063 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 167,2 \cdot 5,2 = 869,4 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{H}_2\text{O} = 1885 \cdot 5,2 = 9802 \text{ кг/сағ};$$

Қаныққан смола құрайды:

Сиымдылық бойынша $\text{U} - 30 \text{ кг/т}$;

$$\text{Fe}^{+3} - 2,5 \text{ кг/т};$$

$$\text{Al}^{+3} - 1,133 \text{ кг/т};$$

$$\text{SiO}_3^{-2} - 0,085 \text{ кг/т};$$

$$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 30/238/4 = 0,504 \text{ кг-экв/т};$$

$$[\text{Fe}(\text{SO}_4)_3]^{-3} = 2.5/56/3 = 0.134 \text{ кг-экв/т};$$

$$[\text{Al}(\text{SO}_4)_3]^{-3} = 1.133/27/3 = 0.26 \text{ кг-экв/т};$$

$$[\text{SiO}_3]^{-2} = 0.085/28/2 = 0.0063 \text{ кг-экв/т};$$

$$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 0.504 \cdot (558/4) \cdot 5,2 = 365,6 \text{ кг/час};$$

$$[\text{Fe}(\text{SO}_4)_3]^{-3} = 0.134 \cdot (344/3) \cdot 5,2 = 79,9 \text{ кг/час};$$

$$[\text{Al}(\text{SO}_4)_3]^{-3} = 0.125 \cdot (315/3) \cdot 5,2 = 68,25 \text{ кг/час};$$

$$[\text{SiO}_3]^{-2} = 0.0063 \cdot (76/2) \cdot 5,2 = 1,245 \text{ кг/час};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 3.5 - 0.77 = 2.73 \text{ кг-экв/т};$$

$$2.73 \cdot (96/2) = 131.04 \text{ кг/т};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 131,04 \cdot 5,2 = 681,408 \text{ кг/сағ};$$

Кедейленген ерітінді құрайды:

$$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4} = 0,003 \cdot 3223,4 \cdot (558/238) = 22,67 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{Fe}^{+3} = 1611,7 - 79,9 \cdot (56/344) = 1598,7 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{Al}^{+3} = 1934,04 - 68,25 \cdot (27/315) = 1928,2 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{SiO}_3^{-2} = 483,51 - 1,245 \cdot (28/76) = 483,05 \text{ кг/сағ};$$

$$\text{SO}_4^{-2} = 23920,85 + 869,4 - 681,408 - 66,9 - 62,4 = 23979,542 \text{ кг/сағ};$$

$$[\text{Fe}(\text{SO}_4)_3]^{-3} - \text{SO}_4^{-2} = 79,9 \cdot (288/344) = 66,9 \text{ кг/сағ};$$

$$[\text{Al}(\text{SO}_4)_3]^{-3} - \text{SO}_4^{-2} = 68,25 \cdot (288/315) = 62,4 \text{ кг/сағ};$$

Сорбцияның материалдық балансы есебінің алынған нәтижелері кестеде келтірілген [4].

3 Кесте - Сорбцияның материалдық балансы

Статья Кіріс	саны, кг/сағ	%, % масс.	Статья шығыс	саны, кг/сағ	%, % масс.
2. Ионит			2. қаныққан ионит		
$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4}$	12,2		$[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{-4}$	365,6	0,011
SO_4^{2-}	869,4		$[\text{Fe}(\text{SO}_4)_3]^{-3}$	79,9	0,0024
Тех. Су		0,0004	$[\text{Al}(\text{SO}_4)_3]^{-3}$	68,25	0,002
	9802	0,026	SiO_3^{-2}	1,245	0,00003
Фиксирленген ионмен матрица	4555,2		SO_4^{2-}	681,408	7
		0,3	Тех. Су		0,02
		0,14	Фиксирленген ионмен матрица	9802	
				4555,2	0,3
					0,14
Нәтижесі	3264581,333	100	нәтижесі	3264580,465	100

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Автоматтандыру жүйесін тағайындау

Автоматтандыру жүйесі өнімдік ерітіндіні қайта өңдеудің технологиялық үрісін басқару және бақылау үшін арналған.

Жүйе мүмкіндік береді:

- Өнімдік ерітіндіні қайта өңдеу үрдісінің параметр жағдайы туралы қызмет көрсететін персоналға оперативті ақпаратты жеткізуге;

- Маңызды технологиялық параметрлерді берілген деңгейде автоматты режимде ұстап тұруға;

- Дистанционды режимде құрылғыларды басқаруға;

- Аппатты жағдайларды оперативті анықтауға;

- Өнімдік ерітіндінің және реагенттің шығынын тіркеуді жүргізуге;

- Жүйені күрделі техникалық жөндеулерсіз толықтыруға және жөндеуге;

- Технологиялық үрдістің жүрісін сипаттайтын мәліметтерді құруға;

- Соңғы үлгідегі технологияларды қолданудың арқасында автоматтандыру жүйесінің сенімділігін қамтамасыз ету [6].

2.2 Технологиялық үрдісті бақылау және басқару

Технологиялық үрдістің уақыт бойынша өту сипаттамасы бір түрдегі циклдың қайталауымен үздіксіз-периодты.

Құрылғылардың жұмысын, технологиялық үрдістің параметрін бақылау үшін және оперативті басқару үшін ағындағы қажеттілер көрсетілетін мнемосхемалар қолданылады, сонымен қатар параметрдің интегралды мәндері, технологиялық үрдісті жүргізуге оператор-технологқа мүмкіндік беріледі. Технологиялық параметрдің мәндерінің және құрылғылардың жағдайының архиві өндірістің жұмысын анализдеу үшін арналған.

Автоматтандыру жүйесінде құрылғыларды басқарудың келесі режимдері қарастырылған:

- Автоматтандырылған режим; бұл режимге өткен кезде технологиялық құрылғылар (ҚСК-3М) жоспарлы циклына сәйкес жұмыс істейді, құрылғының жұмысының тоқтауын және алгоритмде қарастырылған барлық операцияларды автоматты орындайды.

- Дистанционды басқару режимі; технологиялық операцияның орындалуы туралы шешімді оператор – технолог қабылдайды және оны дербес компьютерге сәйкес команданы беру арқылы орындайды (ҚСК-3М колоннасынан сорбентті түсіру циклын қосу);

- Қолмен басқару режимі; жөндеу жұмысына қолданылады және көбінесе электротехникалық құрылғыларға қатысты (мысалы: насостың басқару кілтін

«Р» жағдайына ауыстырғанда оны іске қосу және тоқтату насосы басқару постының орны бойынша жүргізіледі) [10].

Технологиялық құрылғылардың жұмыс режимін таңдау мнемосхемада берілген құрылғылардың көмегімен оператор технолог іске асырады.

Технологиялық құрылғылардың негізгі жұмыс режимі болып автоматтандыру режимі саналады.

Технологиялық үрдісті бақылау және басқару уранды келесідей учаскемен шығарудың жылдық бағдарламасының орындалуын қамтамасыз етеді:

- шығарылатын өнімнің саны мен сапасы;
- өнімді ерітінділерден уранды шығару;
- орамды ерітінділердегі уранның құрамы;
- негізгі химреагенттер мен материалдардағы шығынның салыстырмалы мөлшері (сорбенттің, электрэнергияның және судың және т.б. шығындарының мөлшері).

Сорбция үрдісін басқару 2 мг/л кем емес орамды ерітінділердегі уранның құрамы бойынша жүргізіледі.

Сорбциялық құрамға қол жеткізген кезде анионитті жүктеу жүргізіледі, сонымен бірге бағанның төменгі бөлігіндегі жүктелетін қаныққан аниониттің көлемі 3÷6 м³ болуы тиіс және де генерацияланған аниониттің тап сондай мөлшері бункерден бағандағы жұмысшы көлемінің жоғарғы бөлігіне толтырылуы тиіс.

Аниониттегі сорбциялық концентрацияланған уранның түйіні өнімділікті тоқтатпай, ерітіндінің шығыны бойынша жұмыс істеуі тиіс.

Сорбциялық концентрациялау үрдісін аниониттің уран бойынша шекті қанығу режимінде жүргізген жөн (қалған шектіктің жұмыстарының технологиялық көрсеткіштері, соның ішінде дайын өнімнің сапасы қанығудың сыйымдылығына тәуелді).

Ол үшін келесілер қажет:

- үрдісті ерітінділер бойынша бағынның максималды өнімділігімен (220-300 м³/сағ) аниониттің қысылған қабатында жүргізу;

- тоқтатылған ұстамға қол жеткізген кезде аниониттің жүктемелерін, есептеу жолымен аниониттің қанығуының сыйымдылығының анализінің нәтижелерін тексере отырып және түсірілетін көлемнің тәуелсіз жүктеу кезінде қаныққан аниониттің сынамаларын тартып ала отырып 3÷6 м³ көлеміне жеткізу керек;

- бағандағы аниониттің жұмыстық қабатын толық жүктелмеген кезде сорбцияның бағанын жұмыстық режимге қосылмауын қадағалау керек.

Баған жұмыстық режимде жұмыс жасаған кезде анионитті дренажды кассеталар арқылы шығару мүмкін емес.

ӨЕӨҚ тәуліктік жұмысын қорытындылаған кезде сорбцияға берілген ӨЕ ерітінділердің көлемі бар орамды ерітінділер бойынша сорбциялық концентрацияланған уранның түйінінің өнімділігін салыстырған жөн және

уақытында түзетуді өңдеуге полигоннан ӨЕ ерітінділерімен берілген уранның құрамына енгізу керек.

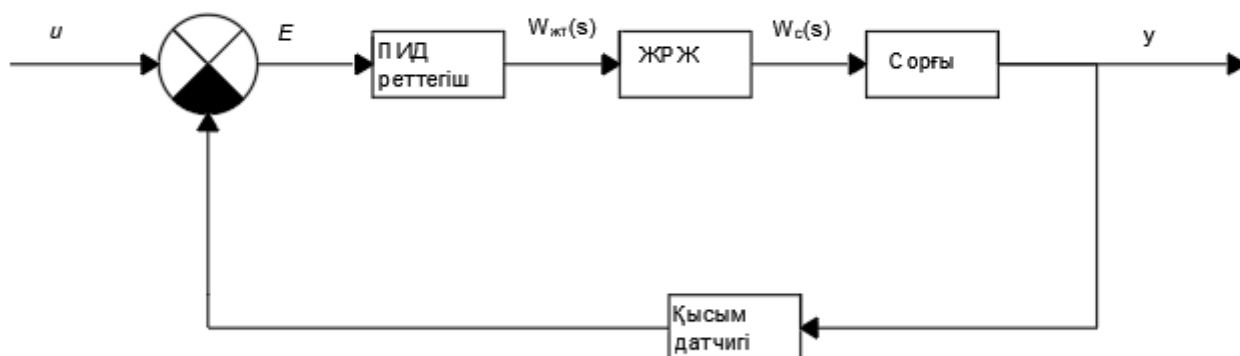
Сорбциялық концентрацияланған уранның түйінінің жұмысы кезінде бақылау жүргізу керек:

- орамдық ерітінділер бойынша сорбцияның бағанының өнімділігіне;
- жүктемелердің циклдарының арасында қайта өңделген ерітінділердің санын, және де интегралдаушы (қосушы) қосымшалар бойынша алмасымда және тәулікте қайта өңделген ерітінділердің санын;
- бағандағы аниониттің бір жолғы түсірудің көлемін;
- шығаруды жою бойынша уақытында шаралар қолдануды және анионитті дренажды кассеталар арқылы шығаруды.

2.3 Басқарудың MatLab жүйесінде математикалық моделі

Уран өндірісі процесінде құбырдың беріктілік шарттарын негізге ала отырып, және беріктілігі берілген деңгейден аспайтындай және сорғы агрегаттарының кавитация шарттарына сүйене отырып, берілген деңгейден төмен түспеуі үшін құбырдағы ерітінді қысымы тұрақты болуы керек. Сол себепті технологиялық процестің реттелетін параметрі ретінде шығу құбырындағы ерітінді қысымын таңдаймыз[10].

Реттеу алгоритмін реттеу сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін ПИД-реттегішін таңдаймыз. ПИД реттегішті таңдау себебіміз режимге шығудың жеткілікті аз уақыты және сыртқы кедергілерге төмен сезімталдықты қарастырамыз. Қысымды реттеудің құрылымдық сұлбасы келесі негізгі элементтерден құралады: тапсырма ж, ПИД-реттеуіш, жиілікті реттеу жүйесі, басқару объектісі және ашу. Құбырдағы қысымды ұстап тұру жүйесінің функционалдық сұлбасы 2.1 суретте келтірілген [12].



16 Сурет – АРЖ құрылымдық сұлбасы

Басқару объектісі оператор панелінен реттеу торабының құбыр учаскесі болып табылады. Бұдан әрі ӨБҚ-дақысым датчигінен мән беріледі, мәндерді салыстыру жүргізіледі және шығыс ток сигналы қалыптасады. Бұл сигнал шығуында тапсырманың электр жетегінің қоректену кернеуі бар түрлендіргішке беріледі. Орындаушы механизм электр энергиясын ысырма штогының үдемелі қозғалысына түрлендіреді де нәтижесінде құбырдағы қысым өзгереді. Сондықтан, тапсырыстың беріліс функциясы ретінде сатылы әсер етеді және ол бағдарламаны іске қосу кезінде өзінің мәнін 0-ден 8-ге дейін өзгертеді [8].

ПИД-реттеуіш 20 мА-ге дейінгі токты, ал қозғалтқыш 380 В кернеуді пайдаланады және жиілік қозғалтқыш түрлендіргіш жиілікті 0 Гц-те м 50 Гц-ке дейін өзгереді [12].

$$K_{жрж} = \frac{f}{U_{кр}} = \frac{50 \text{ Гц}}{380 \text{ В}} = 0,132 \quad (16)$$

Қозғалтқыш жетектің уақыт тұрақтысы техникалық құжаттардан алынған және $T_m = 2$ с-қа тең.

Жиілікті түрлендіргіштің беріліс функциясы келесідей.

$$W_{жт}(s) = \frac{0.132}{2s+1} \quad (17)$$

Сорғы – қозғалтқыштың циклдік жиілігін қалақшалар арқылы сұйықтықты айдап, қысымға айналдырады. Сорғының беріліс коэффициенті 0,00278-ға тең, ол өзінен өтетін сұйықтықтың шығынының $10 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ($0,17 \text{ м}^3/\text{с}$), сорғының электроқозғалтқышының номиналды жылдамдығына $\omega_n = 155,74 \text{ рад/с}$ қатынасы [12].

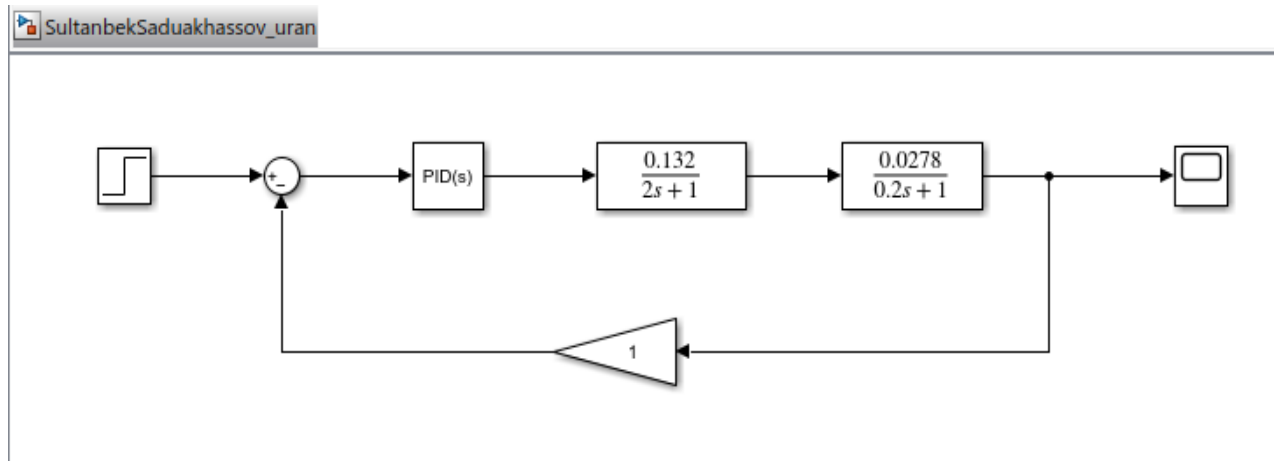
$$K_c = \frac{Q}{\omega_n} = \frac{0,17 \text{ м}^3/\text{с}}{155,74 \text{ рад/с}} = 0,00278 \quad (18)$$

Уақыт тұрақтысы техникалық құжаттарда көрсетілген және $T_n = 0,2$ с-қа тең.

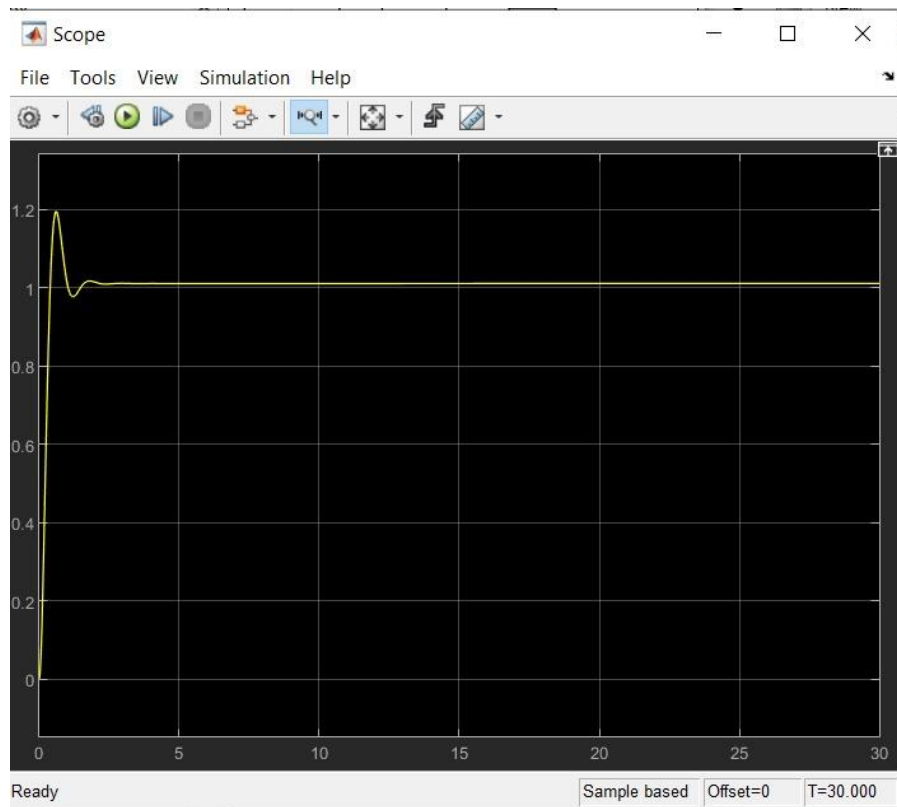
Коэф Коэффициент мәні мен уақыт тұрақтысын пайдаланып, беріліс функциясын анықтаймыз [11].

$$W_c(s) = \frac{0.00278}{0.2s+1} \quad (19)$$

Модельдеудің нұқасы 17 суретте көрсетілген



17 урет – Simulink-тегі модель нұсқасы



18 Сурет – Модельдеу нәтижесі

Автоматты басқару жүйесінің түрлендіргішінің өтпелі процесінің нәтижесін 18 суретте көруге болады. Бұл кестеден қайта реттеу өте аз екенін байқауға болады. Өтпелі процесс уақыты 5 с қа тең [7].

2.4 Өнімді ерітінділерді өндеуді шығарудың үрдістерін бақылау және технологиялық параметрлері

4 Кесте - Параметрлер көрсеткіштері

Параметрдің аталуы	Параметрдің мәні	Бақылау орны
Сорбцияға арналған өнімді ерітінділер: қышқылдық – рН ерітінділер – уранның құрамы – ОВП -	1-2 г/л 1,4 – 2 60 мг/л жуық 360 – 420 мВ	Пробоот. ӨЕӨҚ
Сорбция орамдары: уранның құрамы -	2 мг/л кем емес	ҚСК
Сорбенттің қанығуы	28-35 кг/м ³	Поз. 4-2

2.5 Автоматтандыру сұлбасының сипаттамасы

ҚСК – 3 сорбционды қысым колонасы:

- ҚСК – 3 колонасына келіп түсетін өнімдік ертіндінің шығынын көрсететін шығын өлшегіш.
- сырғымадан: өнімдік ертіндіні, қаныққан сорбент, смола шығынын реттеуге арналған;
- позиционер, өнімдік ертіндінің берілген шығынын ұстап тұру үшін арналған;
- Деңгей датчигі: АЖД – апаттық жоғарғы деңгей, ЖД – жоғарғы деңгей, ТД – төменгі деңгей ҚСК бункеріндегі өз уақытысында деңгейін анықтау үшін арналған. Автоматтандыру құрылғыларының сипаттамасы А қосымшасында келтірілген [10].

2.6 Өндірісті автоматтандыру

Өнімді ерітінділерді өндеудің қондырғысында бақылау өлшеу аспабы және автоматтандыру аспаптары мен технологиялық жабдықтарының үздіксіз жұмысы қамтамасыз етілуі тиіс.

Бақылау өлшеу аспабы және автоматтандыру құралдары берілген өлшемдерде технологиялық параметрлердің тұрақты болуын қамтамасыз етуі тиіс.

Бағанның поз.1-1/6 сорбциясына келіп түсетін өнімдік шығындарды өлшеу жүргізілу керек.

Өнімдік және орамды ерітінділердің шығынын интегралдау ақпаратты диспечерлеудің жүйесіне беретін С-1М санағыш қосымшалармен жүргізіледі.

Бақылау өлшеу аспабы және автоматтандыру құралдарының көмегімен өнімді ерітінділерді алу мен сілтіден айырудың технологиялық үрдісін енгізуді бақылау, ақпаратты жинау, басқару және бақылау үшін диспечерлеудің жүйесіне ақпарат берілетін әрбір блок бойынша және әрбір технологиялық ұңғыма бойынша жүреді. Барлық насостардың жұмысын басқару жұмыс жөнінде ақпаратты диспечерлеу жүйесіне берудің деңгейлері бойынша автоматтандырылған [6].

Сорбциялық концентрациялау үрдісінде қаныққан аниониттің, орамды ерітіндінің және ӨЕ ерітінділердің сынаулары сұрыптылады және талданады.

Сынаулары сұрыптаудың жиілігі мен қатары және оларда талданатын компоненттер мен ортатәуліктік сынауды талдауға дайындаудың қатары сынауды сұрыптаудың картасымен анықталады.

Технологиялық үрдістің өзгеруіне байланысты сынауды сұрыптаудың картасы жүйелі түрде түзетіліп отырады, және рудниктің бас инженерімен бекітіліп, аналитикалық зертхананың басшысымен келісімге келгеннен кейін орындауға кіріседі [7].

Автоматиканың аспаптарының көрсеткіштерінің және сынаудың химиялық анализдерінің нәтижелері бойынша ӨЕӨҚ қондырғысының технологымен күн сайын полигоннан қондырғыға берілген және қондырғыдан дайын өнім ретінде түсірілген уранның санына бақылау жүргізілу және технологиялық сұлбаның материалдық баланысына есеп жүргізілу керек.[34]

2.7 Орындаушы механизм және жіберу құрылғыларын таңдау

Функциональдық сұлба бойынша орындаушы механизм және жіберу құрылғыларын таңдаймыз. Жапқыш және реттеуіш клапандарын таңдау кезінде ортаның және құбырдың сипаттамаларын ескеру маңызды. Орындаушы механизмдерді таңдау критерийі бұрау мерзімі және толық жабылу уақыты болып табылады. Орындаушы механизмді таңдауына жіберу құрылғыларын таңдауы тәуілді.

Жоғарыдағы айтылғандарға сүйеніп, SAMSON реттеуіш клапандарын таңдаймыз. Таңдау себебі қызмет көрсету мерзімінің ұзақтығы, жұмыс сипаттамаларының бірқалыптылығы реттеуіш сапасын көрсететін орнықтылығына негізделген [2].

2.8 Уранның жерасты сілтісіздендірудің қазіргі айқындалған гидродинамикалық моделдері

Жерасты сілтісіздендіру (ЖС) тәсілімен ұңғы арқылы беткеймен қайта өңделетін уран кенорнын қарастырамыз. Жұмыста бір мезгілде N ұңғылар бола берсін, олардың ішінен $N_{кс}$ – құю, $N_{ос}$ – тартып шығатын. Үлкен жетістікті өндірістер үшін $N_{АУ}$ және $N_{ос}$ жүздегендермен есептеледі. Мысалы, былай, Солтүстік Қарамұрын кен басқару үшін 1999 жылы бірмезгілде жұмыста 496 ұңғы болды, олардың ішінен 172 – тартып шығаратын, және 324 – құю ұңғы [6].

Ұңғылар желісі кенараластыратын өтімді қабатпен беткейлік құбыр өткізгіштермен, тегеуріндермен, эрлифттермен жоғары гидростатикалық қысыммен судың булық таралуымен толтырылған кейбір нашарөтімді қаптарда орналасқан, кенарқаулық қабат сыйдырылатын тау жыныстарының массивімен-қиынырақ табиғи жүйелермен өзара әрекеттесетін, біртұтас толығымен қиын гидродинамикалық жүйені құрайды [5].

Уран құрайтын тау жыныстарының рудалық денелерінің тыңайтылу ерекшеліктері монографияда толығымен қарастырылған. Тау жыныстарының массивтері біртепті еместігін ғана айта кетеміз, сапалық сипаттамаларының маңызды әртүрлілігіне және қарастырылуы төменде келтірілген дұдамалық параметрлерге ие [11].

Кезекті ортада сұйық ерітіндісінің сүзгіленуінің гидравликалық кедергі түсінігін енгіземіз және оны жазықрадиалды ағынның негізгі теңесуінен анықтаймыз:

$$\Delta P = \frac{\left(\ln \frac{R_k}{R_c} + S_k\right) \cdot Q}{2\pi k H} \quad (20)$$

мұндағы H – кенсыйдырылатын қабаттың орташа қуаты, м. Ұңғы және қабат бойынша тегеурін ΔP және шығын арасындағы байланыс қаншалықты сызықтық болса, онда былай жаза аламыз:

$$\Delta P = a \cdot Q \quad (21)$$

$$a = \frac{\mu \left(\ln \frac{R_k}{R_c} + S_k\right)}{2\pi k H} \quad (22)$$

мұндағы

A шамасын, жазықрадиалды қозғалыс кезінде кезекті ортада сұйық ерітінділерінің сүзгіленуінің гидравликалық кедергісі деп атаймыз.

СИ жүйесінде (2.31) және (2.32) кіретін параметрлер келесі өлшемділіктерге ие болады ΔP , Па; Q м³/сек; м-Па-с; R_k, R_c, H , м; k , м². S_k -шамасы өлшемсіз, $S_k < 0$ егер сүзгінің сүзгілік аймағы кезінде өтімділік қабаттың кеуектік ортасының өтімділігінен көп болса, $S_k > 0$, егер сүзгінің және сүзгілік аймақ кезінде

өтімділік кеуектік ортаға өтімділіктен аз болса. $S_k = 0$, егер сүзгілік аймақ және сүзгі кезінде өтімділік ортаның өтімділігіне тең болса.

Тәжірибеде, ережедегідей,

$$S_k > 0 \quad (23)$$

Және оны тәжірибелік жолмен анықтайды.

Тәжірибеде қажетті есептеулерді орындау кезінде к-шамасының орнына, әдетте, кеуектік жыныс өтімділігін және сұйықтың тұтқырлығын ш қолданады.

Кешенді алғышарт K_ϕ -әдетте м/тәулікте өлшенетін тау жыныстарының сүзгілену коэффициенті [5].

K_ϕ , к және μ араларында байланыс орнатамыз, мына түрде:

$$K_\phi = \frac{k\gamma}{\mu} \quad (24)$$

мұнда [1] бойынша к шамасын сипаттаймыз:

$$k = g \cdot 10^{-11} \cdot k_1, m^2 \quad (25)$$

$$\gamma - \text{судың тығыздығы, } \frac{T}{m^3} = \frac{10^4 H}{m^3};$$

$$\text{Су үшін } \mu = \frac{10^{-3} \cdot H \cdot \text{сек}}{m^2} = 10^3 \text{ Па} \cdot c$$

k, γ және μ мәндерін (2.5) формуласына қоя отырып, мынаны аламыз

$$K_\phi = k_1 \cdot 10^3 \text{ м/сек.} \quad (26)$$

Тәулікте 86400 сек бар екенін ескере отырып, қорытынды түрде мынаған ие боламыз:

$$K_\phi = 0,864 \cdot k_1 \cdot 10^2, \text{ м/тәу.}$$

Немесе керісінше

$$k_1 = 1/157 K_\phi \cdot 10^2 \quad (27)$$

μ және к орнына (2.32) формулаға K_ϕ қоя отырып, мынаны аламыз:

$$a = \frac{\left(\ln \frac{R_k}{R_c} + S_k\right) \cdot 10^2}{1,157 \cdot 2\pi \cdot K_\phi \cdot H}, \frac{\text{мәул}}{m^2} \quad (28)$$

Тәуліктің белгілі саны барысында кейбір анықталған алаңға ерітіндінің таралуының анық физикалық мәніне ие.

Осылайшы, гидравликалық кедергі

$$a = \frac{(\ln \frac{R_K}{R_C} + S_k) \cdot 10^2}{72 \cdot K_\phi \cdot H}, \frac{m_{\text{эп}}}{M^2} \quad (29)$$

(29) формулаға қарай отырып, сулық бағанның метрлерінде тоқырау (ШҰ) және сығым (АҰ) түрінде ұңғыларда тегеурінге ие боламыз:

$$\Delta P = \frac{m_{\text{ayl}}}{M^2} \cdot \frac{M^3}{m_{\text{ayl}}} = M, \quad (30)$$

Дәл солай түсінікті физикалық мәнге ие:

Мұндағы S_0 - тартып шығару ұңғысында судың табиғи гидростатикалық деңгейдің төмендеуі, м;

S_H - айдау ұңғысындағы судың табиғи гидростатикалық деңгейінің жоғарылауы, м

Онда жүйе үшін мынаны аламыз:

$$\Delta P = n \cdot (S_H \cdot S_O), \text{ м мўнда } n = \frac{N_{AY}}{N_{IIX}} \quad (31)$$

Формула (31) бірден бір маңызды болып табылады, S_H және S_O параметрлері қабаттың кезекті ортасында ерітіндінің қозғалыс режимін анықтайды [1].

Өлшеу бойынша немесе теориялық есептеу бойынша ΔP_j , $1, 2, \dots, N$ барлық қазылым аймағының ұңғылары бойынша бізге белгілі болсын, қатыс

$$N = N_{A\Upsilon} + N_{III\Upsilon}, \quad (32)$$

мұндағы N_{III} – тартып шығару ұңғыларының саны;

N_{AY} - айдау ұңғысының саны.

ШЫҒЫМ ҰНҒЫЛАРЫН АНЫҚТАУ ҚАЖЕТ.

Сызықтың теңдеу жүйесі түрінде барлық N ұңғылардың өзара әсерлесуін қарастыруға мүмкіндік беретін ұңғыларда тегеуріндердің потенциалды өрісінің ΔP суперпозиция ұстанымы (принципі) белгілі. Тұрақты орнатылған сүзгілеу ағыны үшін келесі теңдеу жүйесін аламыз:

$$\left. \begin{array}{l} a_{1.1}Q_1 + a_{1.2}Q_2 + a_{1.N}Q_N = \Delta P_1 \\ a_{2.1}Q_1 + a_{2.2}Q_2 + a_{2.N}Q_N = \Delta P_2 \\ \\ a_{N.1}Q_1 + a_{N.2}Q_2 + a_{N.N}Q_N = \Delta P_N \end{array} \right\} \quad (33)$$

Мұнда гидравликалық кедергі өрнектеледі

$$a_{i,j} = \frac{\left(\ln \frac{R_{ki,j}}{R_c} + S_{ki,j}\right) \cdot 10^2}{1,157 \cdot 2\pi \cdot K_{\phi i,j} \cdot H_{i,j}}, \frac{m_{\text{жұл}}}{m^2} \quad (34)$$

Q_i - ұңғылар шығыны, $Q_i > 0$ – ОС, $Q_i < 0$ – ЗС; ;

ΔP_j - ТҰ үшін ұңғының тоқырауы және АҰ үшін сығым, м. (34) жүйесінен ереді

$$a_{1,1} = 0; a_{2,2} = 0; a_{N,N} = 0, \quad (35)$$

осылайша i ұңғысынан сол бір i ұңғыға сүзгілер ағынның болуы. Гидравликалық кедергілердің кезекті матрица:

$$A = \begin{matrix} a_{1,1} \\ a_{2,1} \\ \dots \\ a_{N,1} \end{matrix} \begin{vmatrix} a_{1,2}; & \dots; & a_{1,N}; \\ a_{2,2}; & \dots; & a_{2,N}; \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{N,2}; & \dots & a_{N,N}; \end{vmatrix} \quad (36)$$

Дәл солай жазамыз:

$$a_{i,j}; j = \overline{1, N}; i \neq j. \quad (37)$$

Мұнда теңдеу (37) жүйесінде тартып шығару ұңғысы үшін қосу белгісімен және айдау ұңғысы үшін алу белгісімен $a_{i,j}$ қабылдау қажет немесе керісінше, ерітінділердің балансының негізгі шарты сақталған болуы керек белгісінен, яғни

$$\sum_{j=1}^{N_{TY}} Q_j = \sum_{i=1}^{N_{AY}} Q_j \quad (38)$$

(38) шартын бұзу кезінде ерітіндінің ағып кетуі болады:

$$\sum_{j=1}^{N_{TY}} Q_j < \sum_{i=1}^{N_{AY}} Q_j \quad (39)$$

Немесе оның сумен бөлшектеп байытылуы кезінде:

$$\sum_{j=1}^{N_{TY}} Q_j > \sum_{i=1}^{N_{AY}} Q_j \quad (40)$$

Демек, $N_{AY}i = \overline{1, N_{AY}}$ үшін-барлық $\Delta P_i = S_{n,i}$ берілген болса және $\Delta P_j = n \cdot (S_{n,i} + S_{o,j}) N_{OC}$ үшін $j = \overline{1, N_{OC}}$ гидравликалық кедергі (36) матрица түрінде, (93) және (40) шарттарымен, онда (40) сызықтық теңдеу жүйесін шеше отырып, барлық айдау және тартып шығару ұңғыларының Q_j бірмәнді шығын аламыз [1].

Егер тегеурін параметрлері S_H, S_O өтпелі кезеңде уақыттан функциялар болып табылады

2.9 Микропроцессорлық контроллерді таңдау

Микропроцессорлық контроллерді таңдау үшін микроконтроллер үшін жады көлемін есептейтін 2.3-кестесін тұрғызамыз.

2.3-кестесінен көрініп тұрғандай автоматтандыру есебін жүзеге асыру үшін 104 кбайт жады көлемі қажет. Siemens каталогы бойынша орталық процессор CPU 315 тапсырыс номерімен 6ES7 315-2AG10-0AB0 таңдап аламыз, Процессордың сипаттамасы 2.3-кестесінде көрсетілген [10].

5 Кесте - Қажет жады көлемі

Аталуы	Қажет жады көлемі, шамамен, байт	Саны	барлығы, байт
Аналогты сигналдар	1000	6	6000
Импульсты шығысы бар регулятор	1934	6	11604
ЭП-пен және пневмоприводпен жапқыш клапан	682	13	8866
Жиілікті қозғалтқышты насос және двигатель	508	10	5080
Барлығы			31550

6 Кесте - Орталық процессордың техникалық сипаттамасы

Өнімнің түсініктемесі	
Операционды жүйенің версиясы	V4.0
Бағдарламалық қамсыздандыру	STEP7 V 5.2 SP1
Кіріс кернеу	
Номинальды мәні	
24 В DC	Бар
Кернеу және токтар	
Жадының қоректену сыртқы кернеуі, буферлік батареяны ауыстыру уақытына	5 дан 15 В дейін DC
Қолданатын ток	
Қолданатын қуат, типтік мәні	4.5 Вт
мәліметтерді сақтау режимінде буферлік батареяның максимальды	890 мкА

6 Кестенің жалғасы

1	2
Жүктелетін жады	
Типтік	350 мкА
Жады/ Сақтау	
программаларды сақтауға, ендірілген	128 Кбайт
Жұмыс жадысы	
мәліметтерді сақтауға, ендірілген	128 Кбайт
Кеңейтілуі	Жоқ
3BNFlash жады картасы	Бар
3B NFlash, жады картасы	64 Мбайта
ендірілген RAM	256 Кбайт
RAM жады картасы	Бар
RAM жады картасы	16 Мбайт
Өлшемдер және масса	
Масса, шамамен	720 г
ені	25 мм
биіктігі	290 мм
тереңдігі	219 мм
Контроллердің монтажды стойкасында орнататын орындар саны	1

2.10 Жергілікті желі архитектурасын таңдау

Жергілікті желі архитектурасын шиналық топология бойынша тұрғызамыз. Мәліметтер алмасу орта деңгейде PROFIBUS желісі арқылы, жоғарғы деңгейде Ethernet желісі арқылы жүзеге асырылады. Ethernet желісі SS және контроллерге қосылған кабельдер қосылған №4 шкафта орналасқан басқарылмайтын X108 коммутаторы арқылы жүзеге асырылады [10].

Қажет болса, X108 қосқышына қосымша SS немесе басқа құрылғыларды қосуға болады.

Profibus DR желінің сенімділігін қамтамасыз ету үшін қайталанады, яғни. Profibus DP желісінің бастапқы және резервтік серверлері [7].

2.11 Оператор-технологының жұмыс станциясын таңдау

Өндіріс операторының және ауысым бастығының екі негізгі және резервтік станциясы таңдалды. Әрбір қосалқы станция үздіксіз электрмен жабдықтаумен жабдықталған және ақпараттық шешімдерді және технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің функцияларын, мәліметтер

базаларын және ақпаратты мұрағаттауды басқаруға, ақпаратты қағазға басып шығаруға және магниттік тасымалдаушыларға жіберуге арналған жүйелік бағдарламалық қамтамасыз етумен жүктелген [6].

ДК сипаттамалары келесідей: Pentium 4,2 ГГц, HARD 56,81 НВ, RAM 1 ГБ.

2.12 Техникалық құралдар комплексінің құрылымдық сұлбасын құрастыру

Технологиялық процесті автоматы басқару жүйелері құрылғылары 1000x600x400 өлшемді 4 стандартты шкафтарында орналасқан:

- шкаф №4 (2 контроллер Simatic S 315 , коммутатор Simaticnet X-108 Ethernet) – операторлық пунктінде орналасқан;
- шкаф №3 (1 станция ET-200М сорбция бөлімінің кіріс-шығыс)- 102 ӨЕӨЦ белгіленген ғимаратында орналасқан.

2.13 Бағдарламалық қамсыздандыруды жобалау

SCADA жүйелерін өнеркәсіптік автоматтандыру саласында қатаң бәсекелестік бар. Бұл бағдарламалық жасақтаманы әзірлеушілер өз пакеттерін қажетті функциялармен қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар жоғары тиімділікті, ашықтықты, ыңғайлылықты және пайдаланудың қарапайымдылығын қамтамасыз етуі керек [9].

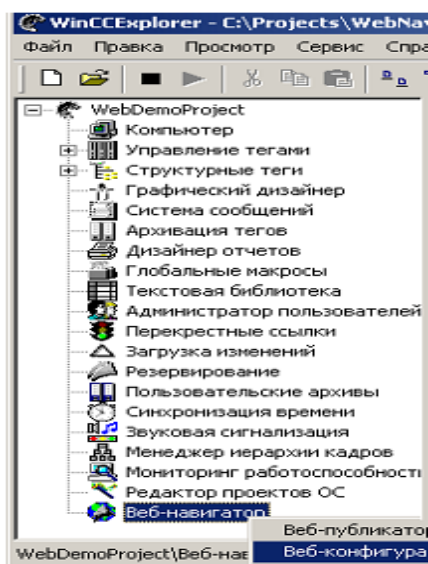
2.13.1 Операционды жүйені таңдау. Scada жүйесін таңдау

Автоматты өңдеу машиналарын басқару жүйелерінің желісі үнемі дамып келе жатқан Siemens және аниме SIMATIC автоматты таңдау бөлімін пайдаланудың негізі болып табылады. SIMATIC бағдарламалық жасақтамасы мен аппараттық құралдарының көмегімен қарапайым жүйелерді де, белсенді немесе реактивті қуатпен топтық басқару сияқты күрделі жүйелерді де жасауға болады. Бөлінген интеграцияланған автоматтандыру жүйелерін жасау үшін Siemens толықтай біріктірілген автоматтандыру тұжырымдамасының талаптарына толық жауап беретін үздіксіз және топтамалық процестерді басқару жүйесін қамтамасыз ететін SIMATIC PCS7 жинағын ұсынады. Бұл концепцияның мақсаты өндірістік процестерді автоматтандырудан кәсіпорын ресурстарын жоспарлауға дейін, оның ішінде өндірісті басқару деңгейінде біртұтас бағдарламалық-техникалық қамтамасыз ету негізінде кәсіпорынның барлық деңгейлерін басқаруды біріктіру болып табылады [9].

Параметрлерді жинау, мұрағаттау және визуализациялау Siemens компаниясының WinCC негізіндегі Scada пакетіне негізделген Windows басқаруы

бар артық PCS7 желісінде жүзеге асырылады. Сақтық көшірме серверлері арнайы WinCC бағдарламасымен жабдықталған. Серверлердің кез келгені сәтсіз болса, басқару күту серверіне тасымалданады. Бұл визуализация және мұрағаттау жүйесінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді және жұмыс станциясы клиенттерінің жұмысына кедергі келтірмейді. PCS7 серверлерін конфигурациялау және бағдарламалау үшін PLC, серверлер және жұмыс станциялары ретінде де пайдалануға болады [9].

Осылайша, Scada WinCC сияқты заманауи технологиялардың арқасында сапалы өндірісті құрудың тиімді негізі болып табылады - процесс деректерін, өңдеу құралдарын мұрағаттау үшін қуатты интеграцияланған деректер базасы, деректерді беру және талдау және біріктіру үшін ашық интерфейстер. Send WinCC өз артықшылықтарын ұсынады, яғни сіз нарықтағы басқа компаниялармен сәтті бәсекелесе аласыз [9].



17 Сурет - WinCC жүйесінің құрамы

WinCC пакеті SCADA жүйелерін салыстыру негізінде таңдалды. Жүйе модульде орнатылған бағдарламалық қамтамасыз етумен толығымен біріктірілген, ол мыналардан тұрады: жұмыс станциясының аппараттық құралдары, байланыс карталары мен функциялары, драйверлер, Windows 2000 Prof. және WinCC бағдарламалық құралы [9].

Модуль қажетті бағдарламалық құралмен толық жабдықталған, оны конфигурациялау станциясы ретінде де пайдалануға болады.

- WinCCExplorer – проектінің барлық объектілеріне тез шолу, глобальды қондырғылармен, редакторларды және Run-Time режимін жұмысқа жіберу, “Клиент-сервер” жүйесін конфигурациялау [9].

- Graphics Designer – стандартты элементтердің көмегімен мнемосхемаларды, ActiveX объектілерін, орнатылған библиотекалардан объектілерді жасау. Динамика тікелей тегтармен жалғау арқылы, динамикалық

диалогтар, визардтар арқылы және ANSI-C және VBS тілдерінде жазылған скриптер арқылы берілуі мүмкін [9].

- Alarm Loggings – хабарлардың жинағы және архивтелуі. WinCC хабарламаларды генерациялаудың екі әдісін қолдайды: БЛК тегтерінің көмегімен және хабарламалардың пакеті түрінде. Хабарламаларды дыбысты сигналдарды генерациялай алады [9].

- Tag Logging – архивтеу және өлшенетін шамаларды қысу жинағы. Мәліметтер қоры MS SQL негізінде. Архивтеу цикл бойынша орындалады, немесе жүйедегі жағдайлармен басқарылады. Бөлек тегтардың архивтеуге болады немесе БЛК мәліметтер блогын толығымен архивтеуге болады. Архивтегі мәліметтер графиктер немесе кесте түрінде бейнелене алады. Ұзақ уақытты мәліметтер архивін құруға болады [9].

- Report Designer – Жағдайлармен немесе уақыт бойынша басқарылатын еркін программаланатын форматта есептерді генерациялау. Өлшенетін шамалардың және қолданушылар есептерінің хабарламаларының протоколдарын генерациялау мүмкіндігі бар. Есепке CSV файлдарын және мәліметтер қорының мәліметтерін қосуға болады. Есептерді алдын ала көру мүмкіндігі бар және оларды файлға сақтауға болады [9].

- Global Scripts – графикалық объектілермен қосылатын іс қимылдарды программалау, сонымен бірге ANSI-C немесе Visual Basic Scripts тілдерінде фондық режимде орындалатын скриптарды программалау. DDI динамикалық билиотекаларын қосуға және ActiveX объектілерімен жұмыс істеуге болады.

- Menus & Toolbars – қолданушы менюін және мнемосхемалар үшін құраладар панелін құруға рұқсат беретін редактор [9].

- User Administrator – қолданушылардың рұқсат етілген құқықтарын ыңғайлы басқару.

- Basic Process Control – мнемосхемалардың иерархияларын автотұрғызу, жүйедегі уақытты синхронизациялау, бірнеше монитормен проектілердің конфигурациясы, диагностика экранын автотұрғызу т.с.с. құралдар жинағы [9].

2.13.2 Микропроцессорлық контроллер үшін бағдарламалық қамсыздандыруды жасау

SIMATIC S7-300 бағдарламалық қамсыздандыру үшін орта деңгейдегі бағдарламалық пакет STEP 7 таңдаймыз. STEP 7 бағдарламалық қамсыздандыруды таңдауы қажет есептерді шығарудың оңайлылығына және таңдалынған бағдарламалық логикалық контроллермен сәйкестігіне негізделген.

STEP 7 жобаны жасауда барлық этаптарын қамтамасыз етеді:

- Аппараттың параметрленуі және конфигурациялануы;
- Коммуникациялық байланысты анықтау;
- Бағдарламалау;
- Қызмет көрсету және іске қосуды тестілеу.

STEP 7 қарапайым бағдарламалауымен Simatic S7 және контроллерді бағдарламалауға стандартты құрал саймандары бар базалы бағдарламамен қамтамасыздандыру болып табылады.

SCADA SIMATIC WinCC компьютерлік және коммуникациялық технология саласында барлық соңғы үлгіні қолданумен үрдісті визуализация жасау үшін және кез келген қашықтықта оны басқаруға арналған.

Технологиялық процесті визуализациялау ТОО «Автоматизация және технологиялар» кәсіпорнында SCADA жүйесі WinCC пакетінде жасалынған. Негізгі басқару терезесінен оператор басқару органдарын қосу және ажырату сияқты технологиялық процесті қадағалап отыра алады. Орнатылған номинальды мәндерден технологиялық параметрлер асып кеткен жағдайда авпаттық немесе апат болатыны туралы хабарлама шығады. Бөлек терезелерде технологиялық параметрлердің өтпелі процестерін бақылауға болады және процестің мәліметтерін архивтеуге болады. Үрдістің және сорбция бөлімінің технологиялық процесінің визуализация видеокадры көрсетілген.

2.14 Компьютерлі жаттықтырғыш кешенінің видеокадрлар сипаттамасы

Виртуалды жаттықтырғыштың негізгі терезесінде «Есептер», «WinCC» және «HELP» тетіктері орналасықан 16-суретте көрсетілген. Олардың көмегімен берілген бөлімдерге ауысуға болады. Есептеу бөлімінде 17-суретте көрсетілген жерасты сілтісіздендіру және сорбция үрдісіне есептеулер келтірілген. Мұнда енгізу жылдамдығын есептеуге, енгізу скважинасының қабылдауын, қышқылдану уақытын, сорбенттің жұмыс қабатының биіктігін, ионалмасу қондырғысының өнімділігін, берілген есептеу бойынша график тұрғызу және т.б. болады.

WinCC бөлімінде ЖС және сорбция технологиялық үрдісінің видеокадрлары бейнеленеді.

2.14.1 Қолданушының экранында ақпараттың бейнеленуі

HELP бөлімінде 19-суретте жаттықтырғышта қолданылатын қондырғылар бейнеленеді, олар клапан, задвижка, контроллерлер, насостар, шығынөлшегіштер және датчиктер. Мұнда қондырғы бойынша техникалық сипаттамалар бар.

Оператордың жұмыс орнының экраны технологиялық бөлімшенің жұмысы туралы толық ақпаратпен операторды қамтамасыздандыру бойынша әрқайсысы өз тапсырмасын орындайтын бірнеше аудандарға бөлінген:

- Ағымдағы хабарламаны бейнелейтін аудан;
- Мнемосұлбаны ауыстырып қосқыш аудан;
- Технологиялық үрдісті графикалық түрде ұсыну үшін мнемосұлбада бейнелену ауданы;

– Функционалды тетіктер ауданы.
WinCC бағдарламасын қосыңыз, “Trenager.mcr” жобасын ашыңыз және activate  тетігін басып активацияланыз.

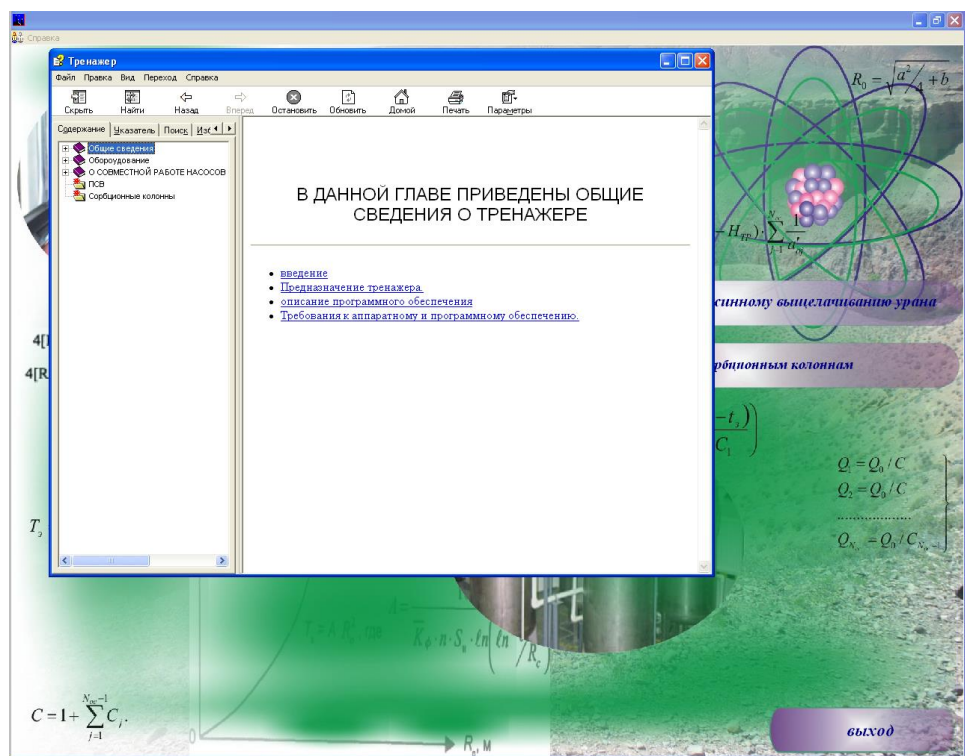


18 Сурет - Бас меню

Активациядан кейін виртуалды жаттықтырғыштың бас менюін ашыңыз, 21-суретте көрсетілген. Содан соң login алаңына «admin» сөзін және Password «123456» жазыңыз 22-суретте көрсетілген.



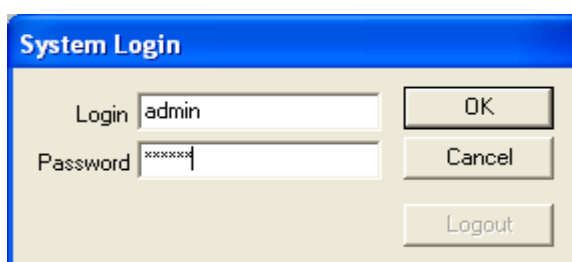
19 Сурет - «Есептеу» менюі



20 Сурет - «Анықтаманың интегралданған жүйесі» менюі



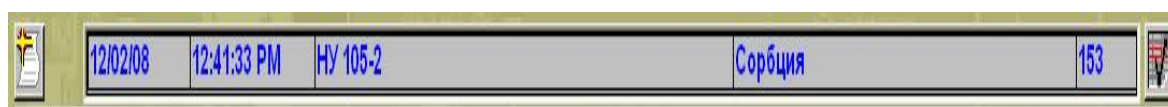
21 Сурет - Бастау бейнесі



22 Сурет - Қолданушының тіркелу терезесі

Ағымдағы хабарламаны көрсететін аудан

Бұл аудан экранның жоғарғы бөлігінде орналасқан. Ол технологиялық үрдістің жүрісі туралы хабарлама тізімін береді және ол 23-суретте көрсетілген.



23 Сурет - Соңғы хабарлама

WinCC жүйесі модель бағдарламасынан хабар алады және хронологиялық түрде хабарлама архивіне енгізеді, содан кейін хабарлама тізімінде хабарлама көрсетіледі. Әрбір хабарлама технологиялық орынның атын, үрдіс болған жерді және оның ақауын, күнді және уақыттын көрсетеді. Хабарлама ондағы ақпараттың маңыздылығына байланысты әртүрлі түспен көрсетіледі:

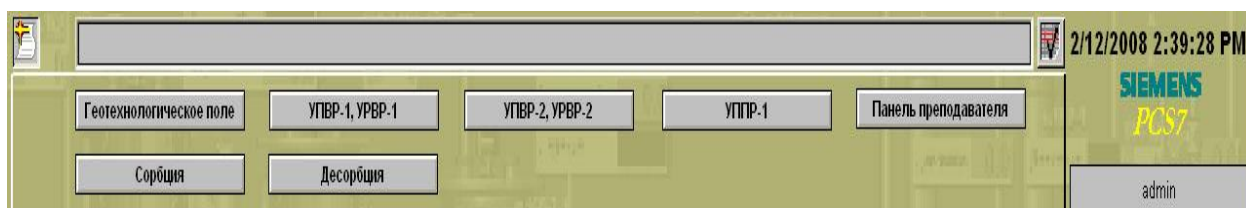
- Апатты хабарлама – қызыл фонда қара шрифтпен.
- Алдын ала ескерту хабарламасы – сұр фонда көк шрифтпен.

- Өткен хабарлама – көк фонда қара шрифтпен.
- Квиттелген хабарлама – сұр фонда қара шрифтпен.
- Оперативті хабарлама – сұр фонда қызыл шрифтпен.

Оператор апатты және ескерту хабарламасын  тетігімен квиттеу керек.

Мнемосұлбаны ауыстырып қосқыш ауданы

Бейнелеу ауданынан төмен мнемосұлбаны ауыстырып қосқыш ауданы орналасқан. Әрбір мнемосұлба жұмыс ауданының экранына сәйкес технологиялық түйін мнемосұлбасын шақырады. Мнемосұлбаны ауыстырып қосатын аудан 24-суретте көрсетілген.



24 Сурет - Мнемосұлбаны ауыстырып қосатын аудан

Уранды ЖС бөлімінің өңдеуші және өндіруші кешенін технологиялық үрдісті автоматты басқару жүйесін визуализациялау бағдарламасын жасау үшін мысалда «Буденовское» кенорны

- Сілтісіздендретін ерітіндіні дайындау және бөлетін түйіндердің екі мнемосұлбасы («СЕДТ-1, СЕБТ-1» және «СЕДТ-2, СЕБТ-2»);
- Өнімдік ерітіндіні қабылдау түйінінің мнемосұлбасы («ӨЕҚТ-1»);
- Геотехнологиялық алаң мнемосұлбасы («геотехнологиялық алаң»);
- ҚСК-3 сорбциялық колонналарының және буферлі сиымдылық мнемосұлбасы п.107 («Сорбция»);
- СДБ-1500 десорбциялық колонналарының және денитрация және жуу мнемосұлбасы («Десорбция»).

Функционалдық тетіктер ауданы

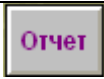
Функционалдық тетіктер ауданы экранның төменгі бөлігінде орналасқан. Оператордың ісінен тәуелді берілген ауданда келесі тетіктер көрсетілуі мүмкін [9]. Администратордың функция моделі 25-суретте көрсетілген



25 сурет - Администратордың функция моделі

Функционалдық механизмдер көмекші функцияларды орындайды. Олар технологиялық процеске тікелей байланысты емес.

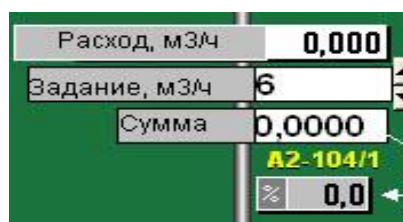
7 Кесте - Функционалды тетіктер

	Жүйеде тіркелу. Осы тетікті басқаннан кейін жүйеге тіркелу үшін пароль және оператор атын сұрайтын диалогты терезе шығады.
	Қолданушыны құру
	Хабарлама тізімін ашу
	Оператордың ісін принтерге басу
	Мнемосұлба иерархиясында алдыңғы мнемосұлбаға өту
	Мнемосұлба иерархиясында келесі мнемосұлбаға өту
	Жаттықтырғыштың бас менюіне өту
	Жаттықтырғыштың моделін ашу үшін Vissim бағдарламасын шақыру
	Жаттықтырғыштың анықтамалық жүйесін шақыру
	Жаттықтырғыштан шығу

Мнемоникалық кескін аймағы

Мнемоникалық аймақ оператор экранының ортаңғы бөлігін алады. Оператор қалауы бойынша осы аймақтағы кез келген мнемоникаға ауыса алады. Мнемотехника технологиялық процесті бақылау және басқару үшін қажетті технологиялық құрылғылар мен ақпараттық сигналдарды графикалық түрде көрсетеді. Ақпараттық сигналдар технологиялық құрылғылардан модельге және одан әрі оператор экранына беріледі. Ақпараттық сигналдардың екі түрі бар: дискретті және аналогтық. Дискретті сигналдар тек екі сигналды қабылдайды: қосу және өшіру. Аналогтық сигналдар құрылғының өлшеу ауқымында кез келген мәнді қабылдай алады [9].

Аналогтық ақпараттық сигналдар мнемотехникада ондық сандар ретінде көрсетіледі. Ондық бөлшектерден кейінгі сандар өлшеу арнасының қателігімен анықталады және сигналды экранда дәл көрсету үшін қажет. Сигналдың сандық мәні мнемоникадағы индикаторда.

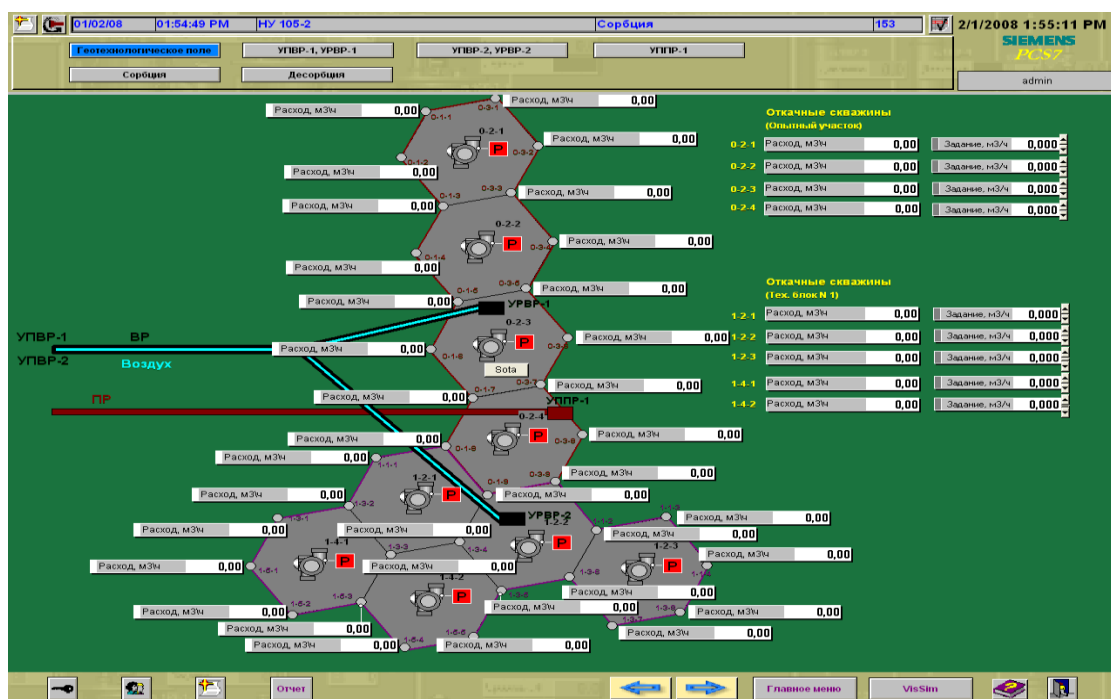


26 Сурет - Сигналдың сандық мәні

Егер параметр реттелетін болса, оның жанында тапсырма бар. Тапсырманы жаттықтырушының мақсаты мен жоспарына байланысты оператор немесе оқытушы берді [9].

ГТА технологиялық түйінінің экраны

ГТА түйінін бақылау және басқару. ГТА жағдайын көрсететін ГТА мнемосұлбасы ауыстырып қосқышпен шақырылады. «Геотехнологиялық алаң» 27-суретте көрсетілген.



27 Сурет - Мнемосұлба: «Геотехнологиялық алаң»

ГТА технологиялық түйіні:

– Енгізу скважиналарына шығынын беру үшін 35 шығын өлшегіш арналған;

9 насос: 0-2-1, 0-2-2, 0-2-3, 0-2-4, 1-2-1, 1-2-3, 1-2-2, 1-2-3, 1-4-1, 1-4-2 ГТА-дан ӨЕ шығару үшін арналған;

Мнемосұлбада бейнеленеді:

– ӨЕТТ-1, ӨЕТТ-2 скважина жағдайы;

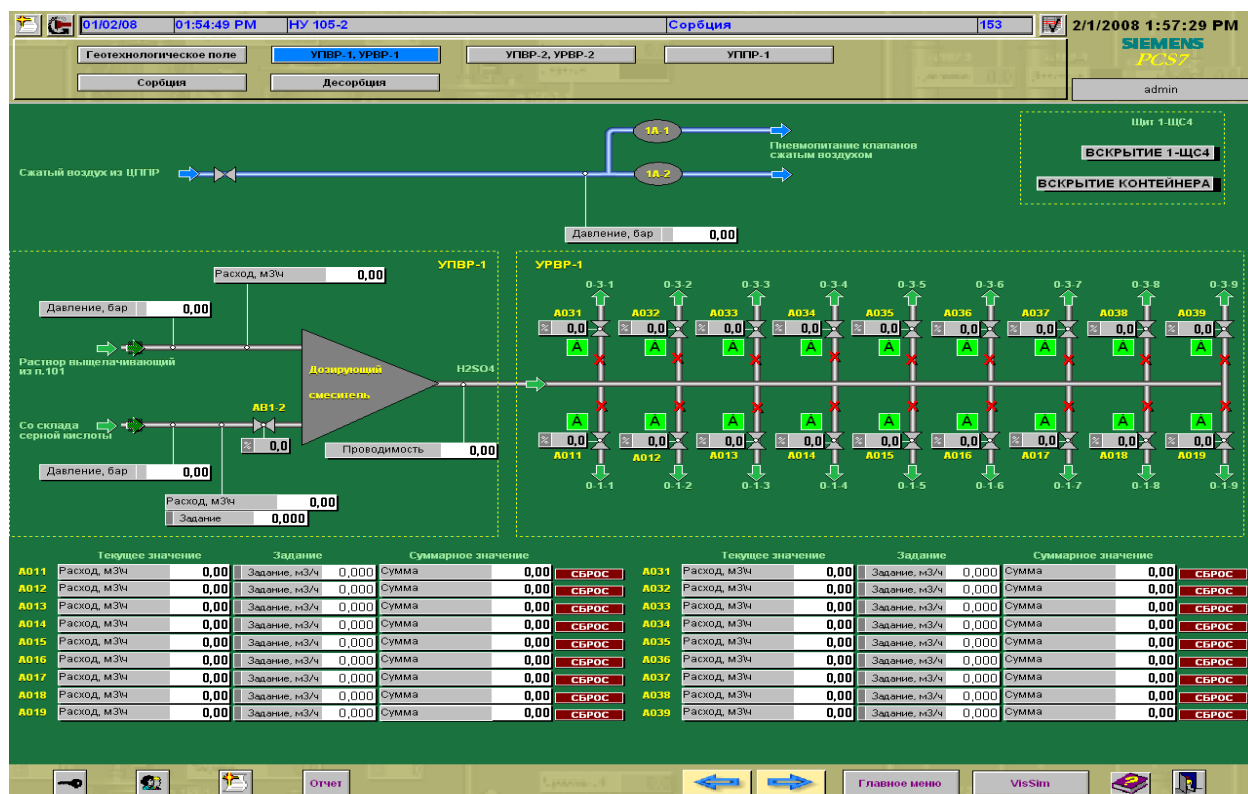
– Әрбір енгізу скважинасына СЕ шығынының мәні, скважина жағдайы тікелей жанында көрсетіледі;

– ӨЕДТ-1 насос жағдайы;

– Сорып алу скважиналарынан ӨЕ шығынының мәні.

Сілтілендіруші ерітіндіні дайындау түйінінің технологиялық экраны

СЕҚТ-1 және СЕТТ-1 сілтілендіруші ерітіндіні таратушы және дайындаушы түйіндерді басқару. СЕҚТ-1 және СЕТТ-1 түйіндерін көрсететін мнемосұлба «СЕҚТ-1 және СЕТТ-1» ауыстырып қосқышымен шақырылады және 28-суретте көрсетілген [6].



28 Сурет - Сілтілендіруші ерітіндіні дайындаудың технологиялық түйіні

СЕҚТ-1:

- 2 позиционер: АВ1-1, АВ1-2 берілген шығынды ұстап тұру үшін арналған;
- 2 шығынөлшегіш, қажатті шығынды беру үшін арналған
- 2 қысым датчигі, құбырдағы ерітінді шығынының қысымын анықтауға арналған;

- рН-метр (өткізу датчигі)ерітіндінің қышқылдылығын анықтауға арналған.

СЕБТ-1:

- 18 позиционер: A011, A012, A013, A014, A015, A016, A017, A018, A019, A031, A032, A033, A034, A035, A036, A037, A038, A039 қажетті аралықта берілген шығынды ұстап тұруға арналған.

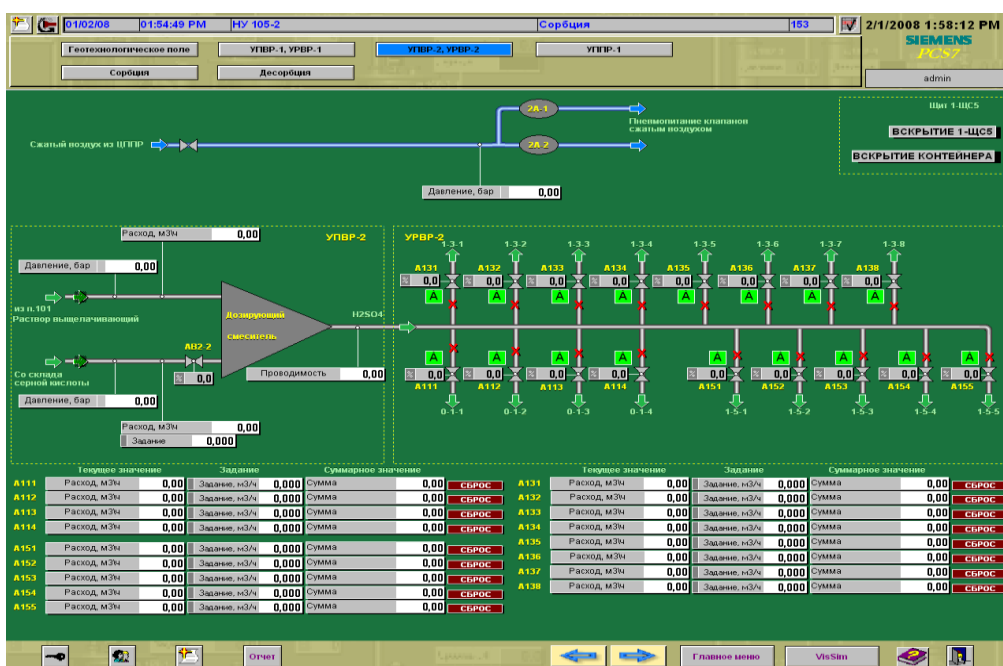
Мнемосұлбада екі түйін көрсетілген: СЕҚТ-1 және СЕБТ-1.

Мнемоникалық диаграммада ӨЕ ұңғымаға беру кезінде реттеуші клапанның жағдайы көрсетілген, төмендегі кестеде әр ұңғыма бойынша дебит, әрбір ұңғыма бойынша жалпы дебит берілген[10].

Оператор ерітіндінің ағынын реттеу тапсырмасын қояды, содан кейін ұңғымаларды іске қосу үшін іске қосу сигналын шығарады. Өнім шешімінің мәндері болған кезде кіріс шешім мәндерін есептеу шығындарды қосудан басталады [10].

Сілтісіздендіру ерітінділерін тарату және дайындау СЕДТ-2 және СЕТТ-2 түйіндерін басқару.

СЕДТ-2 және СЕТТ-2 түйіндерін көрсететін мнемосұлба «СЕДТ-2 және СЕТТ-2» ауыстырып қосқышымен шақырылады және 29-суретте көрсетілген. Мнемосұлба жоғарыдағымен аналогты.

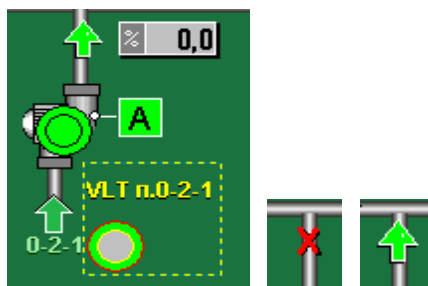


29 Сурет - СЕДТ-2 және СЕТТ-2 түйіндерін көрсететін мнемосұлба

Өнімдік ерітіндіні қабылдау технологиялық түйінінің экраны.

ӨЕҚТ-1 өнімдік ерітіндіні қабылдау түйінін басқару. ӨЕҚТ-1 түйінін бейнелеу «ӨЕҚТ-1» ауыстырып қосқышын басу арқылы шақырылады және 30-суретте көрсетілген.

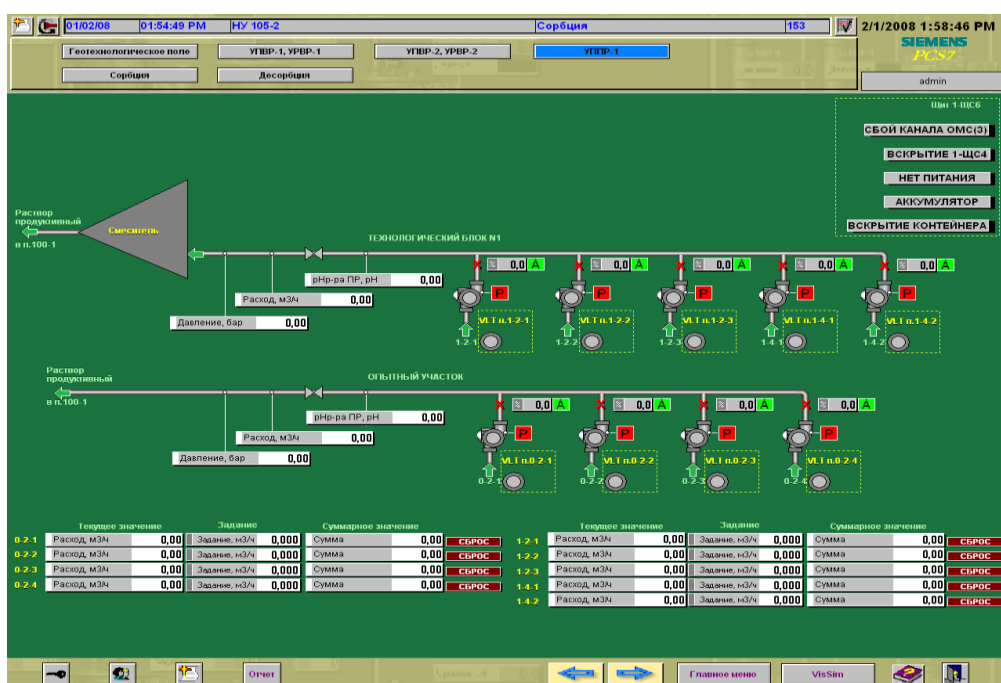
Мнемоникалық диаграммада ұңғымадан лай тартуға арналған сорғы күйі, төмендегі кестеде әр ұңғыма бойынша дебит және әрбір ұңғыма бойынша жалпы дебит көрсетілген [3].



Жасыл түс – насос қосулы; сұр – өшірулі.

30 Сурет – ӨЕҚТ-1 өнімдік ерітіндіні қабылдау түйіні

Сорғы операторы өнімділік мақсатын орнатуы керек және сорғыны іске қосу үшін іске қосу белгішесін басу керек.



31 Сурет - ӨЕҚТ-1 түйінін көрсететін мнемосұлба

ӨЕҚТ-1:

- 9 насос: VLT п.1-2-1, VLT п.1-2-2, VLT п.1-2-3, VLT п.1-4-1, VLT п.1-4-2, VLT п.0-2-1, VLT п.0-2-2, VLT п.0-2-3, VLT п.0-2-4 ГТА-нан өнімдік ерітіндіні шығару үшін арналған;

- 2 шығынөлшегіш, қажетті шығынды беру үшін арналған;

- 2 қысым датчигі, қысымды бақылау үшін арналған;

- 2 рН-метр (өткізу датчик) ерітіндінің қышқылдығын анықтауға арналған.

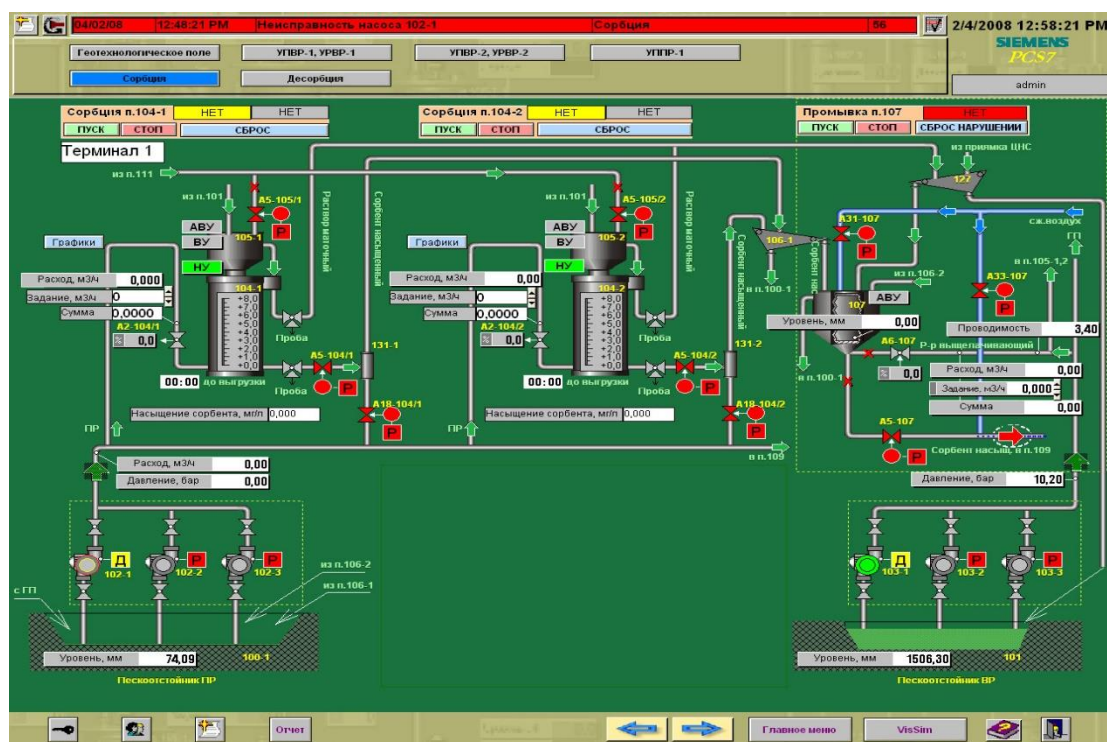
Сорбция және жуу технологиялық түйінінің экраны

Басқару блогының 107 сорбциялық-шаю блогы. Сорбциялық колонна ретінде кеңінен қолданылатын қысымды колонна КСК-3М жұмыс кезінде сенімді және жақсы технологиялық көрсеткіштерді көрсетеді [1].

Сорбциялық қысым колоннасы ҚСК цилиндрлік корпус, дренаждық құрылғының жоғарғы кассетасы, сорбциялық аналық ерітіндіні кетіруге арналған тармақты құбыры бар «қалта», аппараттың «тілінің» қиылысында конустық бөлгіш айдау құрылғысы, қаныққан ион. -алмастырғыш шайыр айдау құрылғысы, қаныққан ион алмастырғыш шайыр айдау құрылғысы бункерден тұрады [2].

Жұмыс жағдайында колоннаның бүкіл көлемі шайырмен толтырылады және ерітінді оның тығыз қабаты арқылы төменнен жоғарыға дейін сүзіледі. Шайырдың жұмыс қабатының сығылуы және герметикалығы баған корпусының жоғарғы бөлігінде дренажды құрылғының болуымен және дренаждық құрылғының, оның ішінде кіріс құрылғысының үстінде кептірілген шайыр қабатының болуымен қамтамасыз етіледі. Сорбциялық қысым колоннасында уранды ионалмастырғыш шайырмен сорбциялау динамикалық режимде жүреді, онда жұмыс ерітіндісінің ағыны бекітілген сорбент қабаты арқылы сүзіледі [2].

Қаныққан шайыр колоннаның төменгі жағындағы құбырлар арқылы шығарылады, ал регенерацияланған шайыр сорбент қысымды бункерден жүктеледі. Сорбциялық түйінді білдіретін мнемоника «сорбция» қосқышы деп аталады және 32-суретте көрсетілген.



32 Сурет - Сорбция түйінін бейнелейтін мнемосхема

Мнемосхемада бейнеленеді:

ҚСК – 3 п.104/1,2 екі сорбциондық қысым колонасы;

ҚСК – 3 п.105/1,2 колона жанындағы сорбенттің екі бункері;

Жуу сыйымдылық түйіні п.107;

Құмтұндырғыш ОЕ;

Құмтұндырғыш СЕ;
Датчиктер және құрылғылар.
Құмтұндырғыш ӨЕ:

- 3 насостан: 102-1,102-2,102-3 құмтұндырғыштан өнімдік ертіндіні ҚСК колонасына айдайды;

- өнімдік ертінді шығынын көрсететін 1 шығын өлшегіш;
- өнімдік ертіндіні алуда құбырдағы қысымды көрсететін 1 қысым датчигі;

Құмтұндырғыш СЕ:

- 3 насостан: 103-1,103-2,103-3 құмтұндырғыштан ГТА-ға СЕ-ні айдайды;
- Сілтілендіруші ертіндіні алуда құбырдағы қысымды көрсететін 1 қысым датчигі;

ҚСК – 3 п.104/1 сорбционды қысым колонасы:

- ҚСК – 3 п.104/1 колонасына келіп түсетін өнімдік ертіндінің шығынын көрсететін бір шығын өлшегіш.

- 3 сырғымадан: А18-104/1, А 5 105/1, А5-104/1 өнімдік ертіндіні, қаныққан сорбент, смола шығынын реттеуге арналған;

- 1 позиционер А2-104/1 өнімдік ертіндінің берілген шығынын ұстап тұру үшін арналған;

- Деңгей датчигі: АЖД – апаттық жоғарғы деңгей, ЖД – жоғарғы деңгей, ТД – төменгі деңгей ҚСК бункеріндегі өз уақытысында деңгейін анықтау үшін арналған.

ҚСК – 3 п.104/2 сорбционды қысым колоннасы:

- ҚСК – 3 п.104/2 колоннасына келіп түсетін өнімдік ертіндінің шығынын көрсететін бір шығын өлшегіш.

- 3 сырғымадан: А18-104/2, А 5 105/2, А5-104/2 өнімдік ертіндіні, қаныққан сорбент, смола шығынын реттеуге арналған;

- 1 позиционер А2-104/2 өнімдік ертіндінің берілген шығынын ұстап тұру үшін арналған;

- Деңгей датчигі: АЖД – апаттық жоғарғы деңгей, ЖД – жоғарғы деңгей, ТД – төменгі деңгей ҚСК бункеріндегі өз уақытысында деңгейін анықтау үшін арналған.

Жуу сыйымдылық түйіні п.107:

- Келіп түскен ертінді деңгейін анықтауға арналған 1 деңгей өлшегіш;

- 3 сырғымадан: А31-107, А5-107, А33-107 сілтілік ертіндінің және қаныққан сорбенттің шығынын реттеуге арналған;

- Сілтілендіруші ертіндінің шығынын көрсететін 1 шығын өлшегіш;

- 1 позиционер: А6-107 сілтілендіруші ертіндінің берілген шығынын ұстап тұру үшін арналған.

Сорбция түйінін басқару

Сорбция түйінін басқару ҚСК-3 басқаруға келеді. ҚСК-3 барлық колоннасы бірдей жұмыс істейді және енгізуі, өзінің басқару тетігі бар. ҚСК-3 колонналарының жұмысын мысалда бір колона ретінде қарастырады.

ҚСК-3 сорбционды колоннасы екі режимде болуы мүмкін: «тоқта» немесе

«жұмыс», «жұмыс» режимі кезінде екі цикл кезекпен орындалады:

- Сорбентті қанықтыру циклі;
- Түсіру циклі.

Бағандарды берілген технологиялық режимге ауыстыру үшін мнемотехникаға сәйкес колоннаның суретінде орналасқан «Іске қосу» және «Тоқта» механизмдері арналған.

«Тоқтату» режимінде жетектер бастапқы орнында болады: клапандар жабылады, реттегіштер өшіріледі. Колоннаны іске қоспас бұрын оны іске қосып, алдын ала дайындық жұмыстарын жүргізу қажет. Алдын ала жұмыс оператордың технологиялық жабдықты пайдалануға және орнатуға дайындауына әкеледі: Ертіндінің шығынын бақылау үшін шектеу;

Шығынды реттеу үшін тапсырма.

Қажетті енгізулерді орындағаннан кейін бағанды автоматты түрде бастауға болады. Мұны «Бастау» механизмінің басы жасайды, ағзадағы үлкен сорбенттің қанықтыру циклі басталады. Екі сорбциялық колонна он еселенген фазааралық араластырумен бір уақытта жұмыс істейді деп болжанады. Яғни, бағаналар тұрақты аралықтармен басталады деп болжанады, бұл кезде шайыр разрядтары арасындағы аралық шамамен 2,5 сағатты құрайды (нақты уақыт). Бұл баған жүк түсіру циклінің он еселігін болдырмауға арналған. Келесі бағанды зерттеу циклдары алдыңғы зерттеу циклдері аяқталғаннан кейін ғана басталуы керек. Бір колоннадағы сорбенттің қанығу циклі 4,9-5,3 сағатты құрайды. Әрі қарай, егер диспенсер Run режимінде болса, тұтынушы хабарлама берілгеннен кейін бай шайырды түсіруі керек. Әрбір цикл үшін шамамен 5 м³ қаныққан сорбент алынады. Сорбенттің қанығу циклі басқару алгоритмі (сорбциялық баған үлгісі) бойынша жүзеге асырылады [15].

Қанықтыру циклі аяқталды:

- мнемоникалық «тоқтату» бойынша оператордың көмегімен, содан кейін диспенсер тоқтату режиміне өтеді;

Сорбентті түсіру циклі басқару алгоритміне байланысты орындалады. Түсіру циклі аяқталды:

- колонна астындағы бункердегі 105 б. төмен деңгей датчигі істен шыққан жағдайда баған автоматты түрде ағындық режимде қалады;

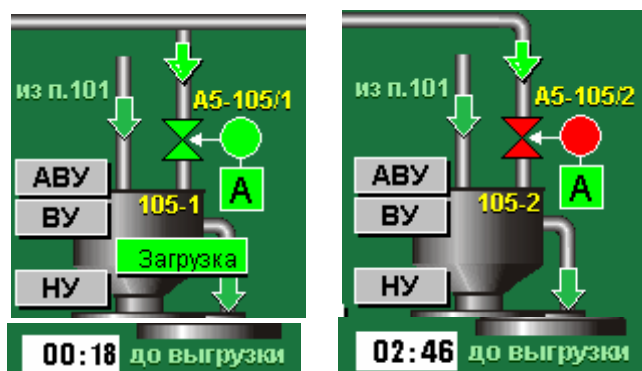
- Динамик зақымдалуына байланысты күту режиміне өтуі мүмкін. Динамик дұрыс жұмыс істемесе, дыбыстық сигнал естіледі. Содан кейін жөндеу жоспар бойынша немесе мұғалімнің тапсырмасы бойынша жүргізіледі. Ақаулықтың себебі жойылғаннан кейін оператор станциясынан хабарлама алу керек.

6.105 / 1.2 Шайырды тасымалдауды басқару

Сорбент бункерлері 105/1,2 беттерінде КСК-3 бағанасында орналасқан. 111-тармақтан 105/1.2-тармағына шайырды тасымалдау 105/1.2-тармақтың бағанына шайырды тасымалдауға рұқсаттың барлық белгілері болған кезде және осы бағандарда ТД болмаған кезде жүзеге асырылады.

105/1.2-105/1.2 беттерді шайырды тасымалдауға мүмкіндік беретін көлік белгілерін қосу арқылы оператор шығарады. Шайырды тасымалдау кезінде рұқсат

етілгендер арасында түсіру алдында ең аз бағандары бар операторға жоғары басымдық беріледі. Қаныққан сорбентті жууды басқару 33-суретте көрсетілген.



33 Сурет - Қаныққан сорбентті жууды басқару

Қаныққан сорбентті жууды басқару

Буферлі сиымдылықтың п.107 33-суретте көрсетілген п.107 басқару тетіктері бар және автоматты жұмыста мына режимдердің бірінде бола алады. «Іске қосқан», «жұмыс» немесе «Токта» сиымдылықты көрсетілген технологиялық режимге ауыстыру үшін мнемосхемада п.200 орналасқан «Іске қосу» және «Токта» басқару тетіктері арналған [2].

«Токтату» режимінде бұл резервуардағы клапандар жабылады. Алдын ала іске қосуға дайындық кезінде шаю ерітіндісін реттеуге арналған желі белгіленеді, технологиялық деңгей шегі белгіленеді.

«Қосу» режимінде қысылған ауаны беру клапаны п. А31-107 СЕ п ерітіндісіне арналған басқару клапанын ашады. А6-107 орнату режиміне ауысады. СЕ шығындарының мәні берілген уақыт кезеңі үшін технологиялық шекке енуі керек, содан кейін түйін «жұмыс» режиміне ауысады.

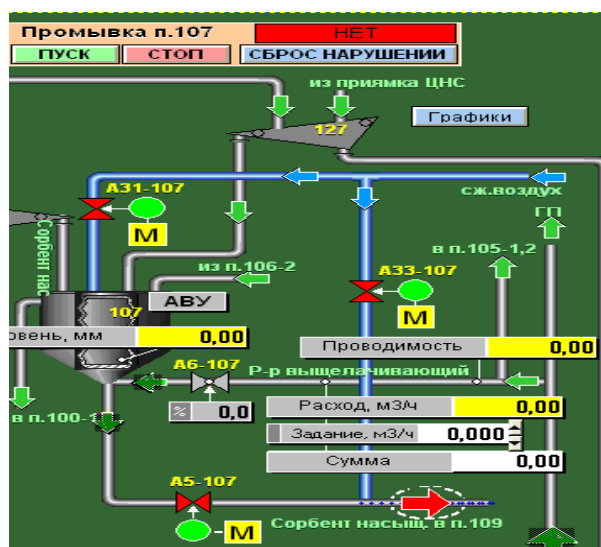
«Жұмыс» режиміне модель алгоритмге сәйкес орындалады.

- п.107 сиымдылығына сілтілік ертіндіні берілген шығынмен беру;
- п.107 сиымдылығына сығылған ауаны беру;
- Смоланы п.107 – ден СДБ – 1500 п.109 колоннасына тасмалдау.

А31-107 қысылған ауаны беру клапаны сорбентті жуу кезінде (сілтілі ерітінді беру) ашық және таспаны тасымалдау кезінде жабылады. 107-тармақтан 109-тармаққа шайырды тасымалдау - А33-107 резервуарынан шайырдың ағуы А5-107 клапан элементімен бір мезгілде ашылады. 109 б. бағанға шайыр беру алгоритмі бағанның жұмыс істеу алгоритмімен өзара байланысты.

Клапан істен шыққан жағдайда құрылғы тоқтату режиміне ауыса алады. Түйін істен шыққан жағдайда дыбыстық индикатор естіледі.

Түйін жұмысын еріксіз «тоқта» тетігін басу арқылы тоқтатуға болады. Жуу сыйымдылық түйіні п.107 34-суретте көрсетілген.



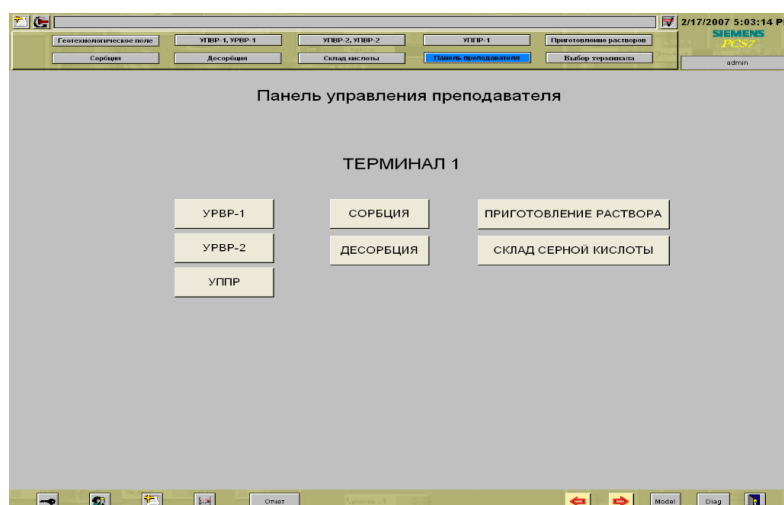
34 Сурет - Жуу сыйымдылық түйіні п.107.

Жуу сыйымдылық түйіні п.107:

- Келіп түскен ертінді деңгейін анықтауға арналған 1 деңгей өлшегіш;
- 3 сырғымадан: A31-107, A5-107, A33-107 сілтілік ертіндінің және қаныққан сорбенттің шығынын реттеуге арналған;
- Сілтілендіруші ертіндінің шығынын көрсететін 1 шығын өлшегіш;
- 1 позиционер: A6-107 сілтілендіруші ертіндінің берілген шығынын ұстап тұру үшін арналған.

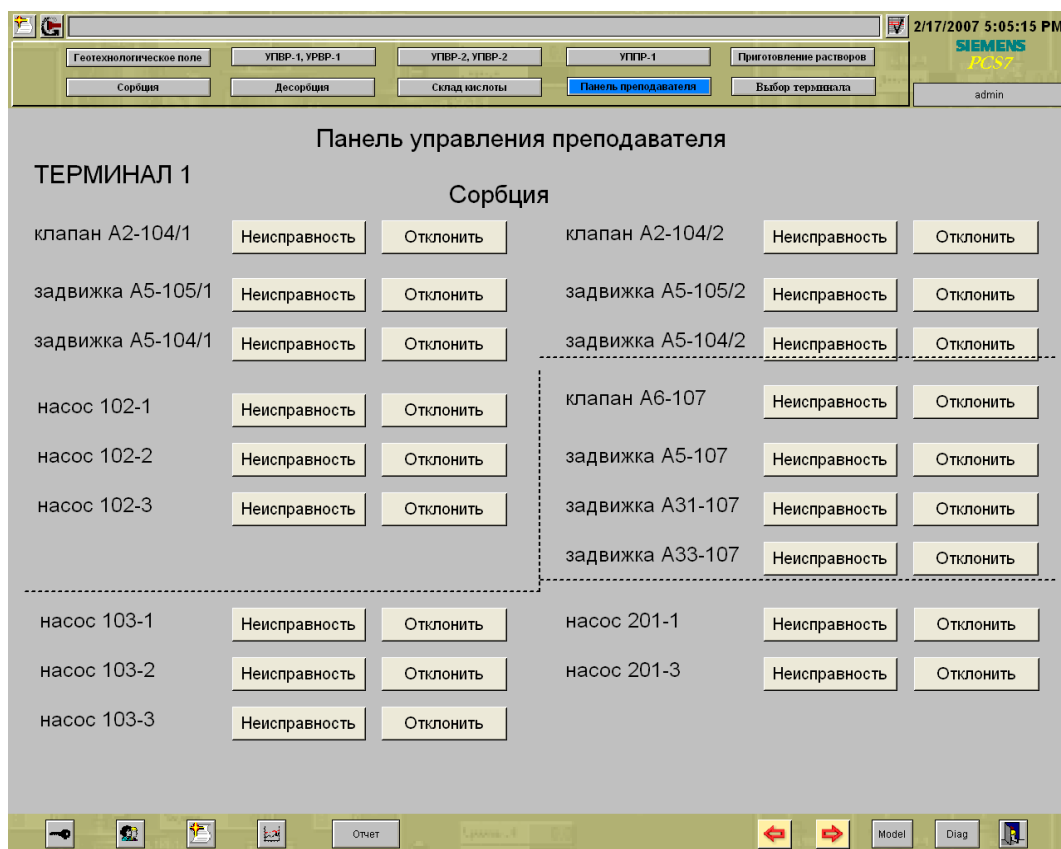
2.15 «Оқытушы панелі» мнемосұлбамен басқару

Оқытушы панелін бейнелейтін мнемосұлба «Оқытушы панелі» деп аталады және 35-суретте көрсетілген.



35 Сурет - Оқытушы панелі

Енді «Сорбция» технологиялық түйініндегі апаттық жағдайды жасап көреміз. «Сорбция» технологиялық түйініндегі апаттық жағдайы 36-суретте көрсетілген.



36 Сурет - «Сорбция» технологиялық түйініндегі апаттық жағдай

Ақаулық тудыру үшін біз «Сорбция» процесс түйінінің кез келген элементін бұзамыз. Таңдағаннан кейін таңдалған элементті тінтуірдің оң жақ түймешігімен басыңыз. Мәселе туралы хабар студент пен мұғалімнің экранда шұғыл хабарламасы ретінде пайда болады. Абзацты өңдегеннен кейін хабарламаға дәйексөз келтіру керек. Төтенше жағдай туындаған жағдайда операторға хабарланады. Хабарлама қабылданғанда және мәселені мұғалім экраннан жойғанда дабыл тоқтайды [9].

ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген дипломдық жобада уран кендерін алуда қолданылатын жерасты сілтіздендіру әдісінің технологиялық үрдістің автоматты басқару жүйесін жасауды қарастырдық.

Технологиялық бөлімде уран кендері шоғырларының классификациясын, қолданылу салаларын, сонымен қатар өндірілу және өңделу технологияларымен таныстық.

Арнайы бөлімде жерасты сілтіздендіру әдісін жалпы сипаттай келе, технологиялық үрдісті басқару нысаны ретінде қарастырылды.

Жобада сорбция, десорбция үрдісінің технологиясы қарастырылды.

Өнімдік ерітінділердің күрделі химиялық құрамына және пайдалы компоненттердің жоғары емес құрамына байланысты оларды өңдеудің ең қолайлы әдісі таңдалды, ол иодық алмасуды қолдануға негізделген сорбциялық әдіс.

Ион алмастырғыш материалдардың көптеген ассортиментін шығару, сорбциялық әдістерді жер асты сілтіден айырудың өнімдік ерітінділерін тазалаған, бөлген, концентрациялаған кезде гидрометаллургияда кең және тиімді қолдануға мүмкіндік береді.

Аппаратуралық көркемдеу сорбциялық үрдістің ерекшелігі, жеткілікті оңай автоматтандырылады, жоғарыөнімді және тиімді сорбциялық жабдықты қолдануға мүмкіндік береді.

Орындалған дипломдық жоба негізінде келесідей шешім қабылдауға болады:

- өнімді ерітінділерді үздіксіз қайта өңдеудің технологиялық сұлбасы (сорбция) қарастырылды;
- автоматтандырудың функционалды сұлбасы жасалынып сипатталды;
- техникалық құралдар кешені жасалынып сипатталды;
- технологиялық үрдістің визуализациясы SCADA пакет WinCC іске асырылды.

Өнімдік ерітінділердің күрделі химиялық құрамына және пайдалы компоненттердің жоғары емес құрамына байланысты оларды өңдеудің ең қолайлы әдісі иондық алмасуды қолдануға негізделген сорбциялық әдісті зертеуге мүмкіндік алдық.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

ЖС	- Жерасыты сілтісіздендіру
ӨЕ	- Өнімдік ерітінді
СЕ	- Сілтілік ерітінді
ӨЕҚТ	- Өнімдік ерітіндіні қабылдау түйіні
СЕҚТ	- Сілтілендіруші ерітіндіні қабылдау түйіні
ЛСҚ	- Локалды сорбционды құрылғы
БӨАЖА	- Бақылау өлшеу аспабы және автоматтандыру
ҰАҚ	- Ұлттық акционерлік қоғам
ТУХК	- Табиғи уранның химиялық концентраты
СДБ	- Сорбциялық-десорбциялық баған
ДНҚ	- Дезоксирибонуклеин қышқылы
ҚИАБ	- Қайталанатын ион алмасу бағаны
ҚСК	- Қысымды сорбциялық колонна
ӨЕӨҚ	- Өнімді ерітінділердің өңдеу құралы
ГТА	- Геотехнологиялық алаң
ЖС	- Жұмыс станциясы
ТТ	- Техникалық талаптар
ӨЕӨЦ	- Өнімді ерітінділерді өңдеуге арналған цехқа
АҰ	- Айдау ұңғымасы
ТҰ	- Тартып шығару ұңғымасы
АЖО	- Автоматтандырылған жұмыс орны
БЛК	- Бағдарламалық логикалық контроллер
СЕТТ	- Сілтілендіруші ерітіндіні таратушы түйіні
СЕДТ	- Сілтілендіруші ерітіндіні дайындау түйіні
ӨЕТТ	- Өнімдік ерітіндіні таратушы түйіні
ӨЕДТ	- Өнімдік ерітіндіні дайындау түйіні
ТПЕ	- Техникалық пайдалану ережелері
ЭҚОЕ	- Электр қондырғыларын орнату ережелері

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Громов В.В. Уранның химиялық технологиясына кіріспе . – М.: Атомиздат, 1978.
- 2 Шевченко В.Б., Судариков. Технология урана. – М.: Атомиздат, 1961.
- 3 Сомсонова Г.В., Ионный обмен и иониты. -Ленинград. 1970
- 4 Зеликман А.Н., Торий және уранның, сирек жер металдарының металлургиясы. Аударғандар: Ә.Меңлібаев, Б.О.Дүйсебаев, Ж.К.Шайдарбекова т.с.с. - Алматы.: «Бастау», 2004
- 5 Самойлов В.И., Садуакасова А.Т., Куленова Н.А. Анализ состояния технологии сорбционного извлечения урана в гидрометаллургических урановых производствах // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5-1.
- 6 [Ибраев А.Х.,] Искакова А.М. Технологические измерения и приборы ISBN 978-601-323-021-4, Учебно-методический комплекс дисциплины/ АЛМАТЫ, «Шикула», 2017
- 7 [Ibrayev A.Kh.,] A.M. Iskakova, Technological measurements and devices. Ministry of education and science of the republic of Kazakhstan//ISBN 978-601-7529-96-3, Almaty - 2017
- 8 Бейсембаев А.А. Сызықты автоматты реттеу жүйелері. Бөлім І. 5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша күндізгі бөлімнің студенттері үшін практикалық сабақтарды өткізуге және курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулары. Алматы: КазҰУ, 2015.
- 9 SCADA-системы//KIPEXPERT.ru: сайт компонентов скада систем, 2017
- 10 Кошимбаев Ш.К., Сулейменов Б.А., Иманбекова У.Н Автоматтандыру негіздері. – Алматы, Сатпаев университет 2020.
- 11 Носков М.Д., Добыча урана методов скважинного подземного выщелачивания, Северск: 2010.
- 12 Интенсификация гидродинамических параметров подземного выщелачивания урана // X Международная конференция «Новые идеи в науках о земле». – М., 2011
- 13 Муханов Б. К., Омирбекова Ж. Ж., Оракбаев Е. Ж. Исследование и разработка системы оптимального управления процессом подземного выщелачивания // Вестник Национальной Академии Наук Республики Казахстан. – 2016. - №5.
- 14 Муханов Б.К., Омирбекова Ж.Ж., Онбаев А.Б., Билялова Ж.Б., Наби Е.М. Об использовании датчика уровня в закачных скважинах подземного выщелачивания // Инженерно-технический журнал «Вестник Автоматизации». – 2016.
- 15 Титова С.М., Разработка технологии сорбционного извлечения урана из сульфатно-хлоридных растворов скважинного подземного выщелачивания. – Екатеринбург. 2019

ҚОСЫМШАЛАР

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Садуахасов С.Б

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Уран кен өндіру үрдісін автоматтандыру

Научный руководитель: Айгул Исакова

Коэффициент Подобия 1: 2

Коэффициент Подобия 2: 0.8

Микропробелы: 19

Знаки из других алфавитов: 21

Интервалы: 15

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Садухасов С.Б

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Уран кен өндіру үрдісін автоматтандыру

Научный руководитель: Айгул Исакова

Коэффициент Подобия 1: 2

Коэффициент Подобия 2: 0.8

Микропроблемы: 19

Знаки из других алфавитов: 21

Интервалы: 15

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Дата

Заведующий кафедрой