

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Мұхай Жания Дәуренқызы

Қатты адсорбинаттармен өнімді ерітінділерінен уранды экстракциялау процесін
өндіру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

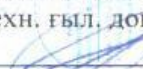
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. докторы, профессор

 Б.А. Сүлейменов

« » 2019 ж.

«Қатты адсорбинаттармен өнімді ерітінділерінен уранды экстракциялау
процесін өндіру»
тақырыбына

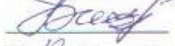
дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Орындаған
Мұхай Ж.Д.

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. магистрі лектор

 Г.С. Баяндина

«13» мамыр 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Мұхай Жания Дәуренқызы

Жұмыстың тақырыбы: «Қатты адсорбинаттармен өнімді ерітінділерінен уранды экстракциялау процесін өндіру»

Университеттің «14» 11 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 442-71 шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «13» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

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

- а) кіріспе;
- б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;
- в) экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): автоматтық сұлбасы, қағидалық сұлбасы, құрылымдық сұлбасы.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[1] Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов – А., 2005.




[2] Рогов Е.И., Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле. А.: Lem. 2002.

[3] Сыздықов Д.Ж., Сматов Қ.С. Басқару объектілерін модельдеу және идентификациялау. А.: 2002.

Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	22.07.2019ж	
Арнайы бөлім	23.07.2019ж	

Аяқталған дипломдық жұмыстың және оларға
катысты диплом жұмысқа бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бакылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Г.С.Баяндина техн.ғыл.магистрі. лектор	01.05.2019ж	
Қауіпсіздік және енбекті қорғау бөлімі	Г.С. Баяндина техн.ғыл.магистрі. лектор	01.05.2019ж	
Нормалық бакылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор	02.05.2019ж	

Ғылыми жетекшісі  Г.С. Баяндина

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Мұхай Ж.Д.

Күні «13» мамыр 2019 ж.

Raport podobieństwa



Uczelnia:	Satbayev University
Tytuł:	Қатты адсорбенттері бар өнім ертінділерінен уранды экстракциялау үрдісін жасау
Autor:	Мұхай Ж.
Promotor:	Гульмира Баяндина
Data Raportu Podobieństwa:	2019-05-06 07:57:21
Współczynnik podobieństwa 1: ?	3,0%
Współczynnik podobieństwa 2: ?	2,2%
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2: ?	25
Liczba słów:	12 757
Liczba znaków:	104 822
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej: ?	19



Uwaga, w niektórych wyrazach w tym dokumencie pojawiają się litery z różnych alfabetów. Wystąpienia tych liter zostały wyróżnione. Może to świadczyć o próbie ukrycia niedopuszczalnych zapożyczeń. System zamienił te litery na ich odpowiedniki w alfabecie łacińskim a fragmenty, w których występują, zostały poprawnie sprawdzone. Prosimy o dokonanie szczególnie wnikliwej analizy tych fragmentów raportu.

Liczba wyróżnionych wyrazów 14



Najdłuższe fragmenty zidentyfikowane jako podobne

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Мұхай Ж.Д.

Название: «Қатты адсорбинаттармен өнімді ерітінділерінен уранды экстракциялау процесін өндіру»

Координатор: Баяндина Г.С.

Коэффициент подобия 1: 3,0

Коэффициент подобия 2: 2,2

Тревога: 14

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

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

Обоснование:

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

..... 13.05.19г.....

Дата

.....


Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Мұхай Ж.Д.

Название: «Қатты адсорбінаттармен өнімді ерітінділерінен уранды экстракциялау процесін өндіру»

Координатор: Баяндина Г.С.

Коэффициент подобия 1: 3,0

Коэффициент подобия 2: 2,2

Тревога: 14

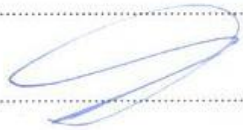
После анализа отчета подобия заведующий кафедрой/начальник структурного подразделения констатирует следующее:

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

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
13 05 19

Дата

.....

Подпись заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

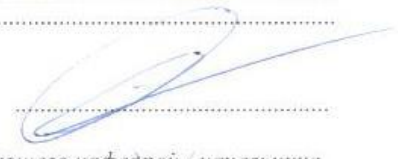
Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

допускается к защите

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

Дата



Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті
Аппараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба

жобаның (жұмыстың) атауы

Мұхай Жәния Дәуренқызы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B070200 - "Автоматтандыру және басқару"

(мамандық шифрі мен атауы)

Тақырыбы: **Қатты адсорбенттермен өнімді ерітінділерінен уранды экстракциялау процесін өндіру**

Дипломдық жұмыс барысында әлемдік тәжірибеде уран технологияларына экстракция және реэкстракцияны пайдалану зерттелді, экстракцияны қолданудың негізгі саласы уранды қоспалардан тазарту болып табылатыны көрсетілген. Дипломдық жұмыс 2 бөлімнен тұрады.

Технологиялық бөлімде қатты заттардың күкірт ерітіндісінен уранды алу үрдісі технологиясы сипатталады.

Арнайы бөлімде жерасты скважиналы сілтіден айыру процесінің моделі құрастырылған.

Жасалған модель VisSim-де іске асырылып, Siemens фирмасының WinCC Scada жүйесінде жасалған виртуалды компьютерлік жаттықтырғышпен байланыстырылған.

Экстракцияны қолдану салыстырмалы қарапайым аппараттарда жүргізілетін үздіксіз жоғары өнімді технологиялық процесті жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Реэкстрагент ретінде аммоний гидрокарбонатының ерітіндісін пайдалану тиімді болып табылады, бұл ретте қоспалардан қосымша тазалауға қол жеткізіледі. Объектінің негізгі математикалық қойылымы шығарылып, динамикалық моделі құрастырылды. Құрылымы анықталып, қарапайым алгебралық түрге келтірілді. Жасалған модель үшін күрделі идентификация есебі шешілді. Осы негізде идентификациялаудың адаптивті әдістері толығымен жеткілікті түрде қолданылды.

VisSim-де құрылған модель Siemens фирмасының WinCC Scada жүйесінде жасалған виртуалды компьютерлік жаттықтырғышпен байланыстырылып, оның толыққанды жұмыс істеуін қамтамасыз етті.

Жұмыс барысында студент Мұхай Ж. автоматтандыру үрдісі бойынша толықтай өз білімін көрсетіп, алдына қойылған тапсырмаларға зейін салып, оларды шеше білді.

Мұхай Жәния жұмыстың талаптарына толықтай жауап береді және тиісті қорғауға лайық бағасы 85% (жақсы).

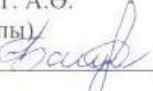
Ғылыми жетекші

Лектор, тех.ғыл. магистрі

(лауазым, ғыл. дәрежесі, атағы.)

Баяндина Г.С. Т. А.Ә.

(колы)

«15»  2019 ж.

Ф КазНУТУ 706-16. Ғылыми жетекшінің пікірі

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста қатты заттардың күкірт ерітіндісінен уранды алу үрдісін жасау процесінің модельденуі мен идентификациялануы қарастырылған.

Дипломдық жұмыс 2 бөлімнен тұрады.

Бірінші бөлімде қатты заттардың күкірт ерітіндісінен уранды алу үрдісі технологиясы сипатталады.

Екінші бөлімде жерасты скважиналы сілтіден айыру процесінің моделі құрастырылған.

Жасалған модель VisSim-де іске асырылып, Siemens фирмасының WinCC Scada жүйесінде жасалған виртуалды компьютерлік жаттықтырғышпен байланыстырылған.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрены моделирование и идентификация технологического процесса получения урана из серного раствора твердых веществ.

Дипломная работа состоит из 2 разделов.

В первой части описывается технология процесса получения урана из серного раствора твердых веществ.

Во второй части разработана модель процесса выщелачивания подземных скважин.

Разработанная модель реализована на VisSim и связана с виртуальным компьютерным тренажером, который сделан в Scada системе WinCC фирмы Siemens.

ABSTRACT

In this is graduation project, the modeling and identification of the technological process of obtaining uranium from a sulfur solution of solids are considered.

The diploma project consists of 2 sections.

The first part describes the technology of the process of obtaining uranium from a sulfur solution of solids.

In the second part, a model of the process of leaching of underground wells was developed.

The developed model is implemented on VisSim and is associated with a virtual computer simulator, which is made in the Scada system WinCC Siemens.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	10
1. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	11
1.1 Уран технологиясында экстракцияны пайдалану	11
1.1.1 Сорбционды және десорбционды технологияларының теориялық негіздері	13
1.1.2 Уран сорбциясы технологиялық процесі	14
1.1.3 Сорбционды қысым колона құрылғысы және жұмыс жасау Принципі	17
1.2 Уран қосылыстары десорбциясының технологиялық процесі	18
1.2.1 ДҚК типті десорбционды қысым колона құрылғысы және жұмыс жасау принципі	22
1.2.2 Уран концентратын сүзу және тұндыру	25
1.3 Уран экстракциясы процесінің физика-химиялық бастамасы	26
1.3.1 Күкірт ерітіндісінен уранды экстракциялау	28
1.4 Рудадан уранды сілтілеудің физико-химиялық негізі	31
1.4.1 Қышқылдық сілтілеу химиясы	31
1.3.4 Уш оксидті уранды сілтілеу	33
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	34
2.1 Уранды экстракциялау процесі	34
2.1.1 Уранды экстракциялау процесін өндіру	35
2.2 Басқару есебінің математикалық қойылымы	42
2.3 ЖССА технологиялық процесі	51
2.3.1 Идентификацияның адаптивті алгоритмдері. Качмаж алгоритмі	51
2.3.2 ЖССА технологиялық процесін Качмаж алгоритмін пайдаланып идентификациялау	51
2.3 Модельді практикалық іске асыру	55
3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ	66
3.1 Уран өндірісін автоматтандыру жүйесін енгізу үшін технико-экономикалық негіздеме	66
3.2 Басқару жүйесін құруға кететін капиталды шығындар	66
3.2.1 Құрастырушылардың жалақысы	66
3.2.2 Аспаптар мен автоматтандыру құралдарын сатып алуға кететін шығындар	68
3.2.3 Жабдықтардың монтажына кететін шығындар	69
3.3 Автоматтандыру жүйесін ендірудің экономикалық эффектілігін есептеу	70
4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕК ҚОРҒАУ	72
4.1 Қазақстан Республикасының еңбек қорғау бойынша заңдылықтар	72
4.1.1 Еңбек тәртіптемесінің ережелері	72
4.1.2 Жұмыс берушінің даярлау, қайта даярлау және біліктілікті арттыру жөніндегі құқықтары мен міндеттері	72
4.1.3 Қызметкердің өміріне және (немесе) денсаулығына келтірілген зиян	

үшін жұмыс берушінің материалдық жауапкершілігі	72
4.2 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың талдауы	73
4.3 Ұйымдастырушылық шаралар	75
4.4 Техникалық шаралар	76
4.4.1 Электр қауіпсіздігі қамтамасыз етуі. Адам организміне электрлік ток әсері	76
4.4.2 Жерлестіруді есептеу	76
4.5 Санитарлық-гигиеналық шаралар	78
4.5.1 Арнайы киіммен қамтамасыз ету, арнайы аяқ-киім, сақтандыратын лайықтаулар	78
4.5.2 Табиғи жарықтандыруды қамтамасыздандыру	79

ҚОРЫТЫНДЫ

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

КІРІСПЕ

Соңғы үш онжылдықта металлургияда экстракциялық процестерді қолдану саласы айтарлықтай кеңейді. Қазіргі уақытта экстракцияны уранды тазалау, оны кен шикізатынан шаймалаудан кейін ерітіндіден алу және сәулеленген уранды қайта өңдеу үшін қолданады, сондай-ақ экстракциялау процестері мыс кендерін металлургиялық қайта өңдеуде және басқа да металлургиялық өндірістерде кеңінен қолданылады. Экстракция процесі уран өнеркәсібінің басында пайда болды, осы себептер бойынша оны жаңа технологиялық процесс деп санауға болмайды. Алайда, басқа да негізгі технологиялық процестер сияқты, экстракция өзінің дамуында бірнеше кезеңнен өтті.

Қазіргі уақытта әлемдегі экологиялық ахуалға байланысты энергетика саласында «қалдықсыз отын» бастамасы қолға алынды. Осыған байланысты көп елдерде АЭС-тер тұрғызыла бастады. Сондықтан, уран экспорттайтын елдерде өндіру қарқыны арта түсті.

Қазақстан да сол елдерден қалыс қалмай, уран өндірісіне кешенді прогрес енгізді. Барлық руда басқармаларды бір компанияға – «ҚазАтомӨнеркәсіп» ҰАК біріктірді. Кеніштерге шет елдің озық технологияларын енгізді. Осы кезекте автоматика саласындағы алдыңғы қатарлы технологияларды ұсынатын Siemens, Yokogawa, Samson, Ресейдің Метран, тағы сол сияқты алып компанияларымен келісімшарттар жасалды.

Сонымен қатар, уран өндіру технологиясы ғылыми тұрғыдан қаралып, заман талабына сай, озық технологиялардың араласуымен зерттелді. Ғылымның модельдеу саласына осы ретте көп үлесі тиді. Себебі, аталған өндірістегі процестер қауіпті, қайтымды болып табылады.

Уран өндірісінде экстракциялық технологияны 20 жылдай қолданып келеді. Сорбциялық технологиямен салыстырғанда экстракцияның көптеген артықшылықтары бар. Экстракциялық технологияның қарапайымдығы мен жоғарғы тиімділігі оның өнеркәсіпте тез енгізілуін және қолданылуын қамтамасыз етті.

Заттарды экстракциялық бөліп алу әдісінің маңызы – белгілі жағдайларда кейбір элементтердің тұздары, мысалы уранның (VI), плутонийдің (VI), торий және т.б. сулы ерітінділерден сумен араласпайтын органикалық ерітінділерге айтарлықтай мөлшерде өтуі мүмкін, бұл кезде элементтердің қосылыстарының негізгі массасы сулы қабатта қала береді.

Аса терең және кедей кен орнын өңдеу үшін өндірілетін өнімнің өзіндік құнын жоғарылатуға тура келеді. Бұл барлық пайдалы қазбалар үшін, әсіресе жаңа энергетикалық жанар жағармай - уран болғандықтан, қазіргі кезде атомдық энергетикада жоғары деңгейде дамып келеді.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Уран технологиясында экстракцияны пайдалану

Уранды экстракциялау - бұл оны сумен араласпайтын органикалық фазаға ілеспе элементтерден бөле отырып, кедей су ерітінділерінен шығару процесі. Экстракцияны қолдану салыстырмалы қарапайым аппараттарда жүргізілетін үздіксіз жоғары өнімді технологиялық процесті жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Экстракцияның физикалық аспектілеріне негізінен араластыру кезінде екі фазаның диспергациялануы, түзілетін тамшылардың сипаттамасы, фазалардың бөліну жылдамдығы мен толықтығы немесе коалесценция жатады.

Фазалардың шекарасы арқылы массатасымалдау жылдамдығына басқа факторлармен қатар тамшылардың мөлшері бойынша бөлінуі немесе фазааралық бетінің шамасы әсер етеді. Тамшылардың мөлшері араластыру тәсіліне және араластырғыштың түріне, беттік керілуге және екі фазаның тығыздығына байланысты болады. Тамшылар азырақ болса, массатасымалдау жылдамдығы соғұрлым жоғары. Алайда, тамшылардың дисперсиялығын арттырумен коалесценцияның көп уақыты қажет, демек, тұндырғыштың үлкен мөлшері. Сонымен қатар, дисперсиялық фазаның тамшылары көлемінің азаюымен олар қатты сфераларға барынша жақындап келеді және массатасымалдау жылдамдығы азаяды. Осылайша, экстракциялық жабдықты таңдау жүйенің кинетикасы мен диспергирлеу мен коалесценцияның қажетті шарттарын анықтайды. Мысалы, массатасымалдау аз жылдамдығы бар жүйелер үшін үлкен диспергирлеу қажет, және бұл жағдайда араластырғыш-тұндырғыш ең қолайлы болуы мүмкін. Бұл жүйенің қарама-қарсы массатасымалдау жылдамдығы жоғары жабдықты таңдау үшін кең мүмкіндіктер ашады. Массатасымалдау жылдамдығы фазалардың арақатынасына және тұтас фазаның таңдауына байланысты болады.

Атом энергетикасында өнеркәсіптің басқа салаларына қарағанда металдарды бөлу және оларды кендерден шығару үшін экстракциялық процестер пайдаланылады. Атом өнеркәсібінде алғаш рет көптеген экстрагенттер қолданылды, олар кейіннен басқа металдарды алу үшін қолданыла бастады: күрделі полиэфирлер, кетондар, фосфорорганикалық қосылыстар және ұзын тізбекті аминдер. Бұл экстрагенттер уран, плутоний және бөлу өнімдерін алу үшін қолданылған.

Кеннен алынған уранды түрлі сілтісіздендіру агенттерінің көмегімен ерітіндіге аударуға болады, бірақ негізінен күкірт қышқылы мен натрий карбонаты қолданылады. Соңғы уақытта аммоний карбонаты және азот қышқылы қолданылады. Сілтілі ерітінділер үшін тұздардың көп мөлшерін және жоғары рН кезінде уранды алуға қабілетті қанағаттанарлық экстрагент табылмады. Алайда карбонатты қосылыстармен шаймалаудан кейін уранды каустикпен немесе аммиакпен тұндыру жақсы өнімін алады.

Кенді сілтілегеннен кейін күкірт қышқылды ерітінділерді экстракциялық тазалау ғана қарастырылған. Шаймалаудан кейінгі ерітіндіде литрде бірнеше грамм уран бар, сондықтан иондық алмасумен немесе экстракциямен бөлу және концентрациялау әдістері осындай жағдайға ең жақсы сәйкес келеді. Сол және басқа процестер жүзеге асырылған, бірақ иондық алмасу кеңірек таралған. 1950-ші жылдардың соңында ол экстракция үрдістеріне байланысты ығыстырыла бастады. Жана зауытта экстракция ион алмасуынан арзан болды, бірақ уран концентрациясы $\sim 0,1$ г / л өте сұйылтылған ерітінділер үшін немесе молибден сияқты қоспалары бар ерітінділер үшін ион алмасу әдісі қолайлы болуы мүмкін. Кейбір жағдайларда осы технологиялық процестердің үйлесуі мүмкін болды. 1950-1960 жж. аралығында уран өндірісінің ең жоғары көлемі кезінде экстракция процестері 20 зауыттарда қолданылды. 1970 жылдың соңына қарай бүкіл әлемде экстракциялық технология бойынша жұмыс істейтін көптеген жаңа зауыттар пайда болды[2].

Уран органикалық фазадан 10% -дық сода ерітіндісімен реэкстракциямен шығарылады. Содан кейін реэкстракты күкірт қышқылымен қышқылдандырады және уранды аммиакпен тұндырады. Механикалық байыту әдістерімен уранды шығарып алу мен байытудың қанағаттандырылғы дәрәжесіне қол жеткізу әрдайым мүмкін бола бермейді. Сондықтан, уранды кендерді байыту және бай, әрі таза уранды концентраттарды алудың негізгі болып химиялық концентраттар болып табылады, ол кендік шикізаттан уранды селективті сілтіден айырумен түйінделеді, кейін ерітіндіден селективті тұндыру әдісімен әжептәуір таза қосылысты уран – уранды химиялық концентраттарды алу үшін.

Уранды кендерді бұндай өңдеу жер-жерде гидрометаллургиялық әдіспен жүргізіледі. Гидрометаллургиядағы негізгі операция – металлды сол немесе басқа қосылыстар түрінде сілтіден айырылады. Сілтіден айырудың негізгі мақсаты – еріткіштегі уранды көбіне толық және селективті еріту.

Уран құрамындағы кендер мен минералдардың көп типтілігіне қарамастан, олардың көп бөлігі минералды қышқылдар мен сілтілік металлдардың карбондық ыстық ерітінділерінде ериді. Осыған сәйкес уранды рудаларды сілтіден айырудың екі негізгі әдісі бар: қышқылдық және карбонды (содалы). Реагентті таңдау жалпы алғанда руда типіне, уран минералдарының сипатына және бос жыныстың құрамына тәуелді. Бұндан бірінші ретті минералды уран қиын еритін оксидтермен химиялық байланыстағы уранинит және жартылай настуран сияқты карбонаттармен қиын бұзылады. Оны ашу үшін сол сағатта концентрияланған қышқыл қажет. Барлық екінші ретті минералдар сілтіден айырудың белгілі шарттарын ұстанғанда қышқылдың және сілтінің әсеріне беріледі. Бірақ рудада кальцит, доломит және магнетиттің болуынан қышқылдық сілтіден айыру кезінде реагентті жұмсау көтеріледі, бұл жағдайда руданы сілтіден айырудың карбондық әдісі тиімді болады.

Егер сілтіден айыру процесі руда құрамына тәуелсіз болса, онда әдісті таңдау реагент пен жабдықтардың құнымен, уранды тотықтыру әдісімен,

қоспалармен былғану дәрежесімен, пульпа және ерітінділерден уранды шығарып алу әдісімен және т.б. анықталады. Үнемді ретінде қышқылды сілтіден айыру кеңінен қолданыста, бұған азотты, күкірт және тұзды қышқылдар жарамды. Барлық уранды кендердің 90% сұйытылған ерітінділерге тотықтандырғышты қосып немесе қоспай сілтіден айырылып өңделеді.

1.1.1 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 тұну операциясына келіп түседі. Механикалық қоспалардан бөлу үшін.

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 басқа қолданады.

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.

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 товарлы

реагентті өңдеу және ионитті сорбция процесінде айналма ерітінді ретінде қолдануға дайындауға байланысты қосымша операциялар және тағы 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 басқа физика-химиялық параметрлердің шарттарымен.

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

1.1 Кесте - Өнімдік ерітінділердің 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.

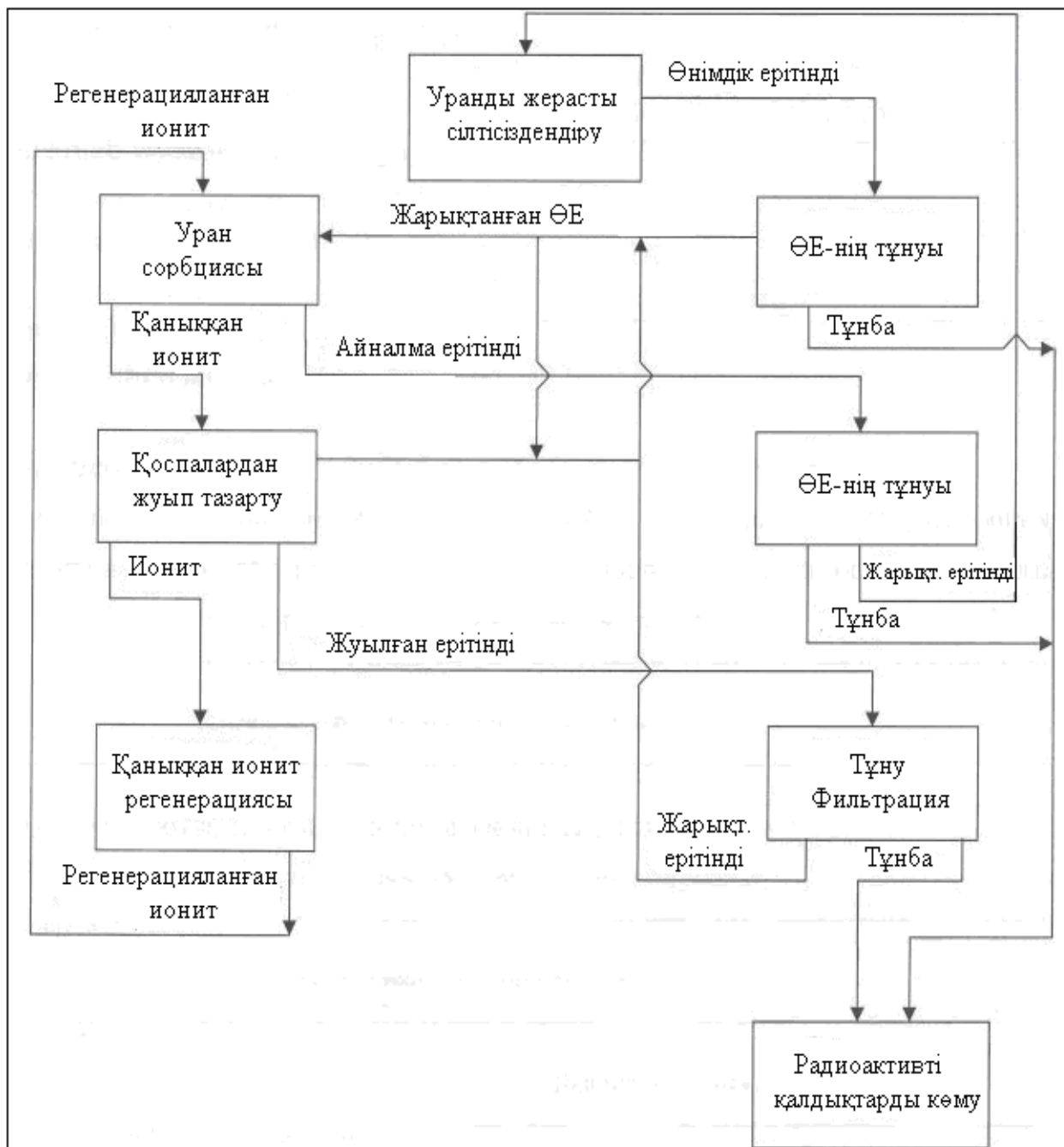
Осылардың құрамында 30-100 мг/л уран бар.

1.1.2 Уран сорбциясы технологиялық процесі

Уран сорбциясының принципіальды технологиялық сұлбасы 1.1-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 сорциялаудан 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 [5].



1.1 Сурет - Жерасты сілтілеудің өнімдік ерітінділерінен уранды сорбциялау принципіальды технологиялық сұлбасы

Өнімдік ерітінділер қаныққан 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 сілтілеуден өнімдік ерітінді 1-пескоотстойниктан насоспен 3 типті қысымды сорбционды колонналарына жіберіледі. Сорбционды

колоннасынан шығатын ерітінділер бақылау классификаторына келеді және ары қарай айналма ерітінділердің отстойнигіне 10. Жарықтанған ерітінділер 10 отстойнигінен кейін уранды жерасты сілтісіздендіру сұлбасына трубопровод жүйесі бойынша насостармен жіберіледі.

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.

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.

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

4 колоннадан ионит аэролифтпен 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 филтрінде тазартылады, жарықтанған ерітіндіні 4 колоннасында ионитті жуып тазарту үшін қолданады немесе уран сорбциясына қайтарады. 7 филтритінен түсірілетін тұнба радиохимиялық сыннан өткізуден кейін 8 радиоактивті қалдықтарды көму бөліміне жіберіледі.

Уран сорбциясының технологиялық бақылауының негізгі тапсырмасы оптимальды режимде технологиялық процесті орындаған кезінде технологиялық құрылғының үздіксіз жұмысын қамсыздандыру 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 процесін технологиялық бақылау бойынша негізгі жұмыс көлемін автоматты режимде құралдарымен орындалады.

1.1.3 Сорбционды қысым колона құрылғысы және жұмыс жасау принципі

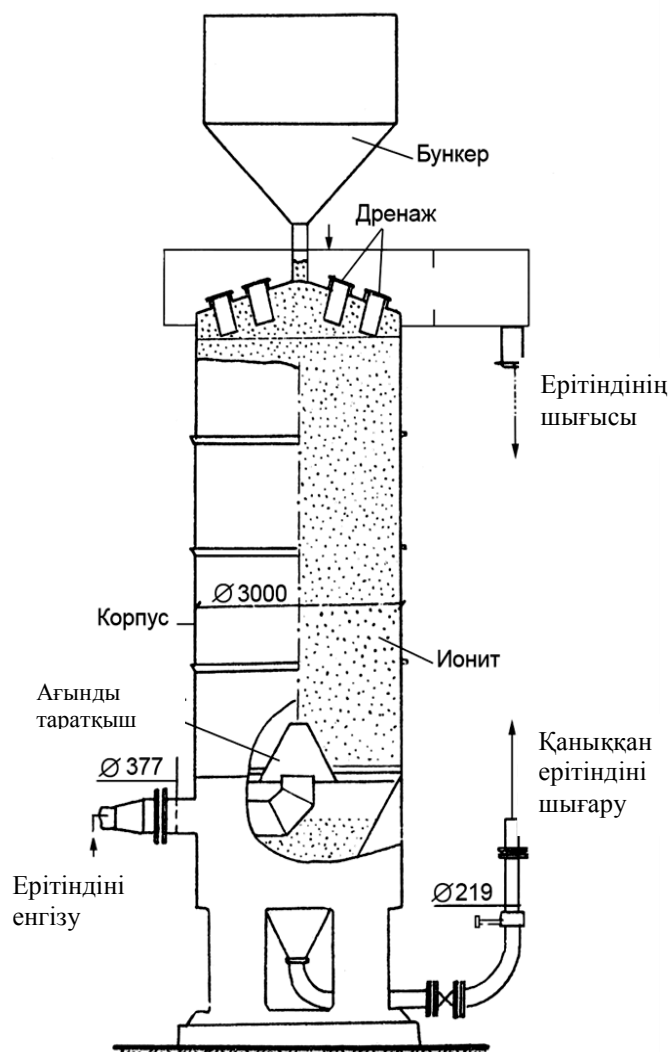
СҚК сорбционды қысым колоннасы цилиндрлік корпустан тұрады, жоғарғы дренажды (арық, труба) құрылғы, ерітінділерді конусты таратумен ерітіндіні төменгі енгізу және ионитті жүктеу бункерінен.

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.

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, өйткені 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.

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. Сондықтан колоннаның жұмысын басқару және бақылау ионит-ерітінді ағынында материалды балансын қадағалаумен негізделуі керек [7].



1.2 Сурет - Сорбционды қысым колоннасының құрылғысы.

1.2 Уран қосылыстары десорбциясының технологиялық процесі

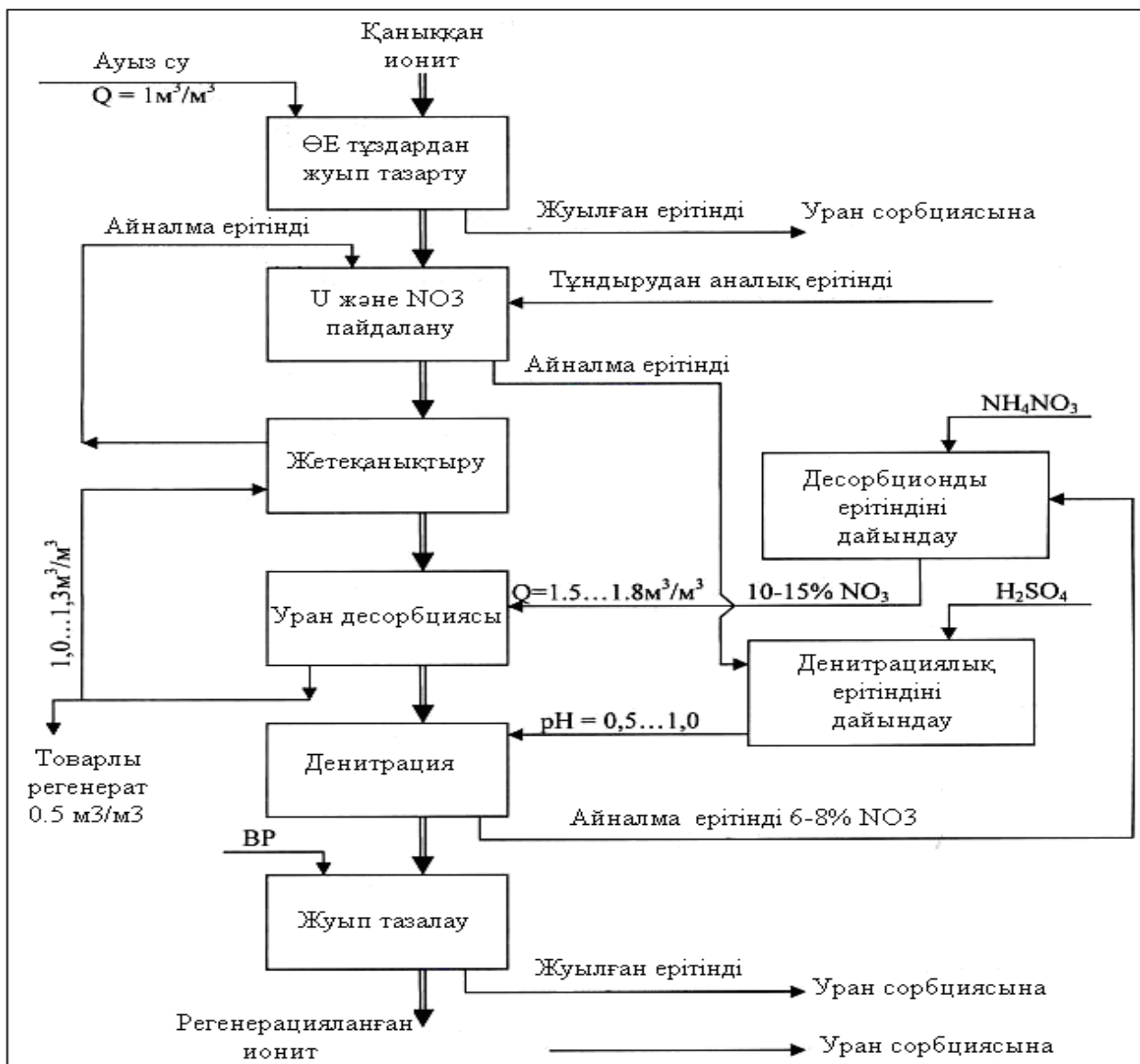
Механикалық қоспалардан өнімдік ерітінді тұздарынан жуып тазартылған қаныққан ионит иониттің нитратты регенерациялау процесінің келесі технологиялық операцияларында өңделеді:

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

- уран десорбциясынан кейін айналма десорбатынан (кедей 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;

- рН=0,5-1,0 дейінгі қышқылды күкірт қышқылымен нитраты және уранды пайдалану операциясынан кейінгі айналма ерітіндімен ионитті денитрациялау, ионит операциясынан кейінгі 6,0-8,5% шамасында нитрат-ион қалдық құрамын алумен, денитрациялық ерітінділердің транспортты және бу ылғалдығынан уран сорбциясынан кейін аналықтармен регенерацияланған ионитті жуып тазалау. Принципиальды технологиялық сұлба 1.3 - суретте көрсетілген.



1.3 Сурет - Қаныққан иониттің нитратты регенерациясының принципиальды технологиялық сұлбасы

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 (из расчета 1.5-1,8 м³ на 1 м³ ионита). Алынатын десорбат құрамына байланысты кедей және бай фракцияға бөлінеді. Кедей фракция – айналма десорбант ионитті жете қанықтыру операциясына жіберіледі, ал бай фракция - товарлы регенерат уран концентрациясын тұндыруға шығарылады. Товарлы 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, рН=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% по массе) бойынша берілген концентрацияға дейін аммиакты селитрамен жете нығайтылады (бекітіледі) 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 1.4-суретінде көрсетілген.

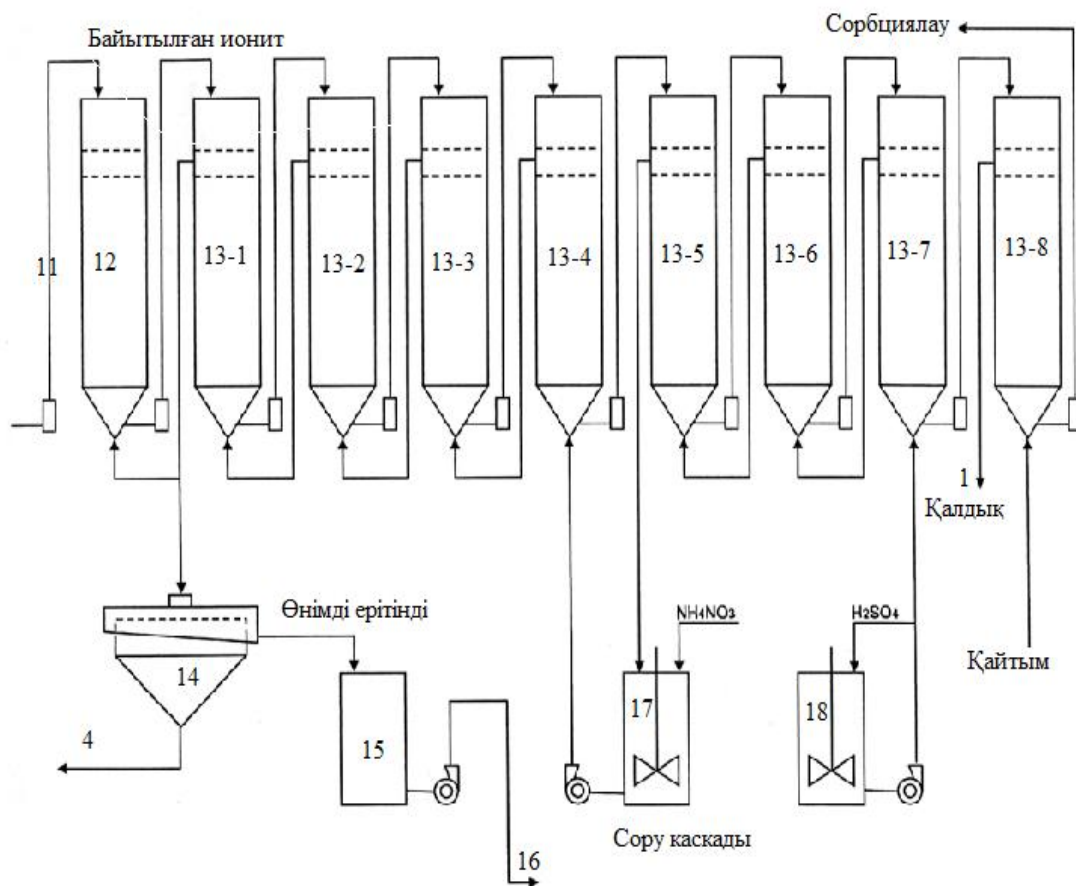
Десорбция процесін орындау үшін келесі аппараттарды және құрылғыларды қолданады:

- ионит-ерітінді жүйесінде ионалмасу процесін орындау үшін ионалмасу колонналары;
- құрғақ реагенттерді ерітуге аналған құрылғылар және жұмыс ерітінділерінің көлемін жинақтауға арналған сыйымдылықты құрылғылар;
- трубопровод 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 процесті автоматты басқару жүйесі;
- қабыл алу құрылғылары және құралдары, құрғақ және сұйық реагенттердің шығын көлемдерін технологиялық процеске сақтау және енгізу.

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 (орнатылған, берілген) саны шамадан тыс жүктеудің жиілігімен бақыланады (жұмыс циклінің уақытымен). Регенерация аппаратында ерітінділерді ауыстыру бірқалыпты және үздіксіз орындалады.



1.4 Сурет - Қаныққан иониттің нитратты регенерациялау принципиялды аппараттық сұлбасы

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).

Аэролифтпен пайдалану 11 колоннасынан кейін ионитті жете қанықтыру колоннасына жүктейді және құрамында уран бар айналма десорбатпен (кедей фракция) өңдегеннен 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 - товарлы регенерат – уран концентрациясын тұндыру каскадына шығарады, ал кедей фракцияны уранмен ионитті жете қанықтыру колоннасына қайтарады.

Уран десорбциясынан (из хвостовой колонны по ходу сорбента) 13-4 кейін ионит ионитті денитрациялау колоннасының біріншісіне (головную) 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.

Технологиялық бақылауға қойылатын талаптар

Сорбция 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.
- товарлы регенерат уранның, нитрат-ионның, рН мәнінің құрамымен бақыланады.
- ионитті жете қанықтырудан кейін ерітінді уранның, нитрат-ионның, рН мәнінің құрамымен бақыланады.
- Нитратты десорбция технологиялық процесін басқарудың алгоритмінің негізіне ионит-ерітінді ағынында уран балансы салыну қажет.
- Ионитті шамадан тыс жүктеу көлемі – тұрақты шама және регенерацияланған колонналарында болады.

1.2.1 ДҚК типті десорбционды қысым колона құрылғысы және жұмыс жасау принципі

ДҚК десорбционды қысымды колоннасының конструкциясы СҚК 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.

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.

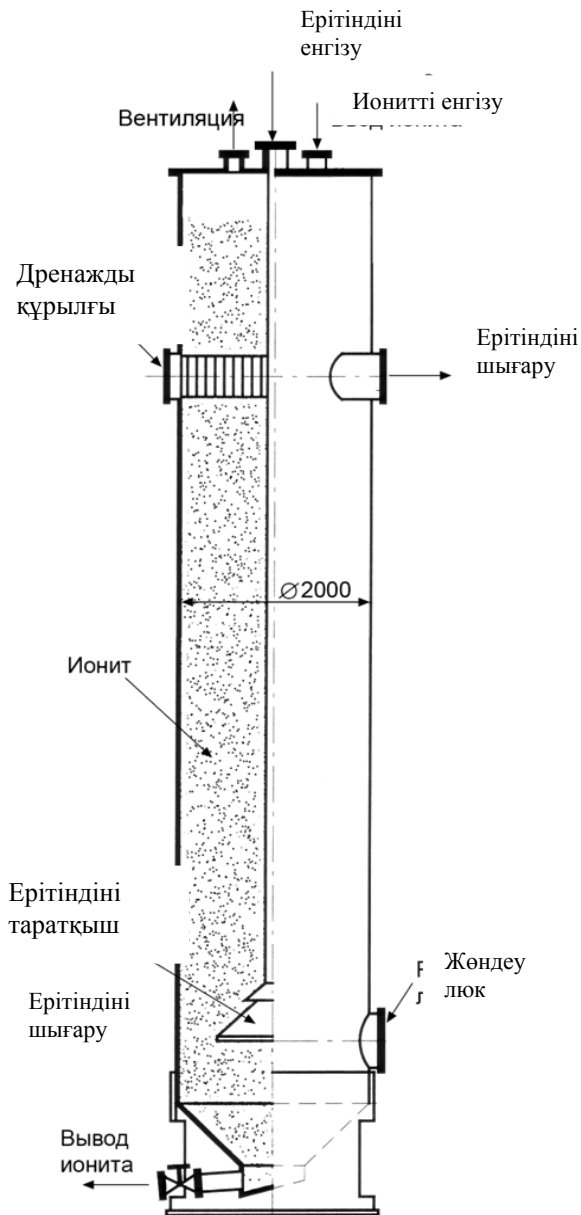
Сондықтан ионалмасу смоланы денитрациялау процесін бақылау және басқару негізіне берілген ағындарда сульфат-ионның бір уақытты балансын қадағалаған кезінде ионит-ерітінді ағындарында нитрат-иондардың балансы салынуы қажет.

ПИК 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.

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

ПИК типті десорбционды колоннасында иониттің тығыз қабатын құру үшін аппаратта иониттің жоғарғы деңгейінен төмен ерітіндіні енгізу бөлігі қарастырылған.

Ерітінділер ионитті денитрациялаудан кейін нитрат-ион бойынша берілген концентрацияға дейін аммиакты селитрамен жете нығайтылады (бекітіледі) 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. Десорбционды колоннасының жұмыс процесінде ионит және ерітіндінің ағыны ерітінділерді төменнен жоғарыға қарай фильтрацияланады.



1.5 Сурет - ПИК типті десорбционды колонна құрылғысы

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.

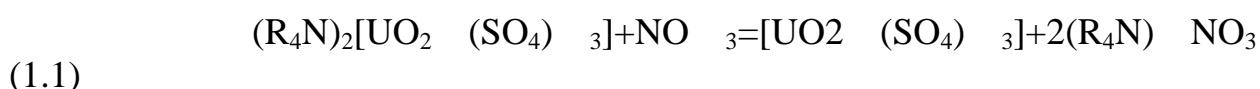
Смоланы ионалмасу денитрация процесін басқарудың негізінде берілген ағындарда сульфат-ионды біруақытта сақтау және балансы кезіндегі ионит-ерітінді ағынында нитрат-иондардың балансы болуы қажет.

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

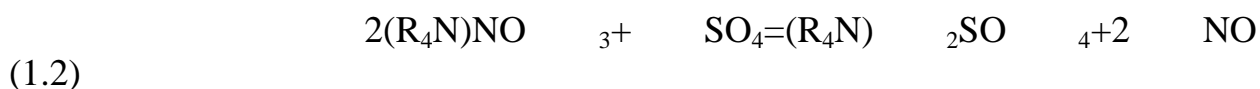
Конверсиядан кейін (ионитті денитрациялау) ерітіндіде рН мәні, нитрат-ионның, уранның құрамы бақыланады.

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

$$Q_{H_2SO_4} = Q_{вр} \cdot C_{р-ра} / 1,86 / 1000; \text{ м}^3/\text{сағ}, \quad (1.3)$$

мұндағы $Q_{H_2SO_4}$ – берілетін күкірт қышқылының көлемі, 119; м³/сағ
 $Q_{вр} \cdot 119$ -қа берілетін сілтісіздендіру ерітінділерінің көлемі;
 м³/сағ.

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

1,86 – күкірт қышқылының тығыздығы;

1.2.2 Уран концентратын сүзу және тұндыру

Тауарлық регенерат жылу айырбастаулар арқылы тұндыру сабына шөгуге түседі.

Уранды тұндыру каустикалық содамен (NaON) колонна түріндегі аппараттарда ауамен араластыру арқылы жүргізіледі. Каустикалық сода ерітіндісі автоматикалық рН-метрлік көрсеткішіне сәйкес мөлшерленеді.

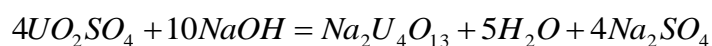
Тұндыру сапындағы рН мәні:

- 127/1 – 2,5 – 3,0;

- 127/2 – 4,5 – 5,0;

- 127/3 – 7,0 – 7,3.

Тауарлы реагенттен уранды тұндыру процесі төмендегі реакция теңдеуімен мәнделеді



(1.4)

NaOH ерітіндісін уранил тұздарына қосқанда, уранил гидроокисі емес, натрий тетрауранаты, натрий диуранат және жартылай уранаттар сияқты тұздар қоспасы тұнады.

Уранды түпкілікті тұндыру үшін тұндыру соңында ерітіндінің рН мөлшерін жоғарғы ұстау қажет. Тауар регенераторынан уран тұндыру 25-40 градус температурада жүргізіледі.

Тұндырылған пульпа сыйымдылығы 80 м³ жинақтауыдысына жинастырылады да, сол жерден насостармен ауық-ауық сүзгі-пресстерге беріліп тұрады.

Шайылған және келтірілген өнім табиғи уранның химиялық концентраты деген атпен бункер арқылы контейнерлеріне тиеліп жіберіледі.

1.3 Уран экстракциясы процесінің физика-химиялық бастамасы

Бейорганикалық және төмен молекулалы органикалық заттарды сұйық қосылыстардан алғанда, органикалық фаза таза араласпаған экстрагент қосылыс болып саналады, бірақ ол практикалық жағынан экстракциялық зат болып саналмайды. Кейбір жағдайда экстракциялық процесс кезінде екі органикалық фаза пайда болады. (экстрагент және сұйықтық арасындағы қабат) Бұл жағдайды тоқтату үшін органикалық фазаға қосымша модификатор қосады. Экстракциядан кейін алынған сұйықтық пен органикалық фазаны рафинат және экстракт деп атайды.

Экстрагенттердің көбіне таралғаны мыналар:

- 1) Ди-2-этилгексилфосфор қышқылы (Д2ЭГФК) $(C_4H_9O)_2P(O)OH$
- 2) Изоамин спирті (ИАС) изо- $C_5H_{19}OH$
- 3) Метилизобутилкетан (МИБК) изо- $C_4H_9COCH_3$
- 4) Трибутилфосфат (ТБФ) $(C_4H_9O)_3PO$
- 5) Дибутилфосфор қышқылы (ДБФК) $(C_4H_9O)_2P(O)OH$
- 6) Трибурилфосфиноксид (ТБФО) $(C_4H_9)_3PO$
- 7) Триоктиламин (ТОА) $(C_8H_{17})_3N$
- 8) Тридодециламин (ТДА) $(C_{12}H_{25})_3N$
- 8) Теноилтрифторацетон (ТТА) $C_8H_5O_2F_3S$
- 10) Триоктилфосфиноксид (ТОФО) $(C_8H_{17})_3PO$
- 11) Триэтиламин (ТЭА) $(C_2H_5)_3N$

АҚШ-тағы атомдық техниканың даму кезінде плутон және уранды тазалау үшін метилизобутилкетонды қолданған, экстракционды әдіс ойлап табылды. Бұл әдіс уран мен плутониді азот қышқылынан өте жақсы экстрактайды, сонымен қатар ол сұйық фазада артық заттарды көптеп қолданылады. Экстракцияны тек қышқылмен емес сонымен бірге қышқыл жетпейтін заттармен де жүргізуге болады, оны жүргізуге алюминий нитратын қолдануға болады. Уранды бірінші кезеңде HNO_3 – тің 0,1 м

қосылысымен органикалық фазадан алады, содан бұл қосылы уранның концентрациясын көтеріп, 2-3 кезеңдерге жібереді. Бұл әдісті Редокс процесі деп атаған, және бұл әдіс Ханфордта 1951 жылы заводта қолданылған.

Уранды қосылыстан бөліп алу үшін ең қолайлы экстрагент диэтильгликольдің дибутиль эфиі болып табылды, бұл әдіс 1952 жылы Уинскийдегі заводта қолданысқа тап болды. Уран мен плутоний қосылып бутексте экстракталады. Содан соң плутоний жуылу кезінде темір сульфатының көмегімен бөлініп кетеді, ал уран 0,05 м HNO_3 қосылысымен экстракталады. Плутоний экстракция кезінде натридің 4-валентті бихроматымен қышқылданып, содан соң 0,5 м HNO_3 қосылысында экстракцияланады, кейін оны трибутилфосфатты афинаждық тазалауға жібереді.

«Керр-Мак-Джи» фирмасының «Широн» заводында уранды экстракциялау үшін Ди2ЭГФК және ТБФ синергетикалық қоспасын пайдаланылады. Экстракцияның алдында 3-валентті темірді шыққан ерітіндіде темірлі стружкамен қалыптастырады. Реэкстракцияны сондай-ақ гидроксид түріндегі темір және титанды отырғызуға келетін сода ерітіндісінің көмегімен жүзеге асырады.

АҚШ-тың кейбір заводтарында уранның сорбциясын пульпалардан жүргізеді. Уранның аламин 336 – мен экстракциясын Австралия, Испания, Португалия, Нигерия зауыттарында да қолданылады. Уран технологиясында металды ерітіндіден алу экстракциясына көп бөлініп жатыр, өйткені ол уранды кендік ерітінділерден және пульпалардан алудың сорбциялық процесімен салыстырғанда көптеген артықшылықтарға ие болып отыр. Қатты сорбенттерге қарағанда қазіргі уақытта қолданып жүрген экстрагенттер уран бойынша көбірек көлемге ие. Сорбенттің рециркуляциясына қарағанда экстрагенттің рециркуляциясы (регенерациясы) бірнеше есе тез жүреді. Сонымен қатар, экстрагенттер сорбенттерге қарағанда арзанырақ.

Экстракциондық айдау ірі масштабтық өндірісте көрінетін тағы бір артықшылыққа ие. Процесс контактілеу және тек қана сұйық заттарды байланысты болғандықтан оны бақылау оңай, және ол толығымен автоматтандырылған болады. Сорбциялық процесі автоматтандыру қиынырақ.

Өкінішке орай экстрагенттердің көптеген жоғалтылуына қабаттанбайтын эмульсияның пайда болуына байланысты экстракция әдісі пульпада өндіруге жарамсыз, бірақ бұл бағытта ірі зерттеулер жүргізіліп жатыр. Уран технологиясында сұйық экстракция алғаш металды жерде көп кездеспейтін элементтерден тазалауға қолданылды, бұл жағдайда экстрагент ретінде диэтилдік эфир қолданылды. Кейінірек экстракционды процестерді гексон және трибутилфосфатты (ТБФ) қолданумен, сондай-ақ, уранды техникалық фосфор қышқылынан алу үшін уран афинажында қолданды. Соңғы жылдары жаңа экстрагенттер табылды және уранды күкірт қышқылды ерітінділерден алу процестері жетілдірілді.

1.3.1 Күкірт ерітіндісінен уранды экстракциялау

Уран, таңдап алу жолымен азотты қышқылдан, күкіртті қышқылдан және фосфорлы қышқыл ерітінділерінен, бірнеше органикалық еріткіштермен экстракциялануы мүмкін. Азот қышқылы ерітінділерін экстракциялау, әдетте, уран қосындыларын химиялық шебер тазалау процестерінде пайдаланады, өйткені, кенді және кедей шоғырларды тікелей сілтісіздендіруде азот қышқылы сирек пайдаланылады.

Төменде күкірт қышқылы және фосфор қышқылы ерітінділерінен экстракционды уран алудың процестері қарастырылған. Фосфатты шикізаттан фосфор қышқылы мен тыңайтқыш өндірісінің жанама өнімі ретінде уран алады. Соңғы жылдары кедей уранды кендерін сілтісіздендіру кезінде алынған ерітінділерден уран алу үшін, экстракционды уран алу әдісі кең қолданылуда. Күкірт қышқылы ерітінділерінен уранның тиімді еріткіші болып, фосфорлы қышқылдың әртүрлі күрделі эфирлары (ТБФ, «додecilфосфат», ДДФК) және алкиламиндер (аммиакка жататын екінші және үшінші аминдер, мысалы, ТИОА– ның триизоактиламиндары) саналады.

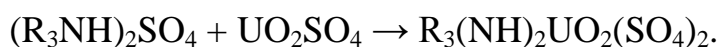
Фосфорлы қышқылдың бірнеше моно және диалкилды еріткіштерін пайдаланған жағдайда уран үшін таратылу коэффициенттері 230-дан 1420 дейін құрайды, мұндай уақытта ванадий иондары үшін 1,5- нан 18- ге дейін, алюминий иондары үшін 0,04-1,6- ға дейін, екі валентті темірдің иондары үшін 0,04-0,12 тең.

Темірді ажырату үшін барлық темірді екі валенттікке дейін қайта калпына келтіру қажет, өйткені үш валентті темір айтарлықтай шамада экстракцияланады. Уранды органикалық фазадан реэкстракциялау концентрацияланған қышқылдармен (мысалы 10 н. тұз қышқылымен) немесе натрий карбонатының ерітіндісімен немесе аммониймен жүргізілуі мүмкін. Соңғы жағдайда натрийлі немесе керосинды фазада қалатын алкилфосфаттардың аммоний тұздары және құрамы уранның карбонатты комплексінен тұратын сулы ерітінді алынады.

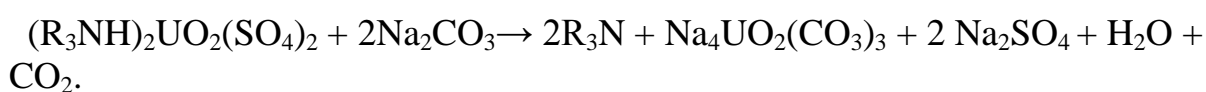
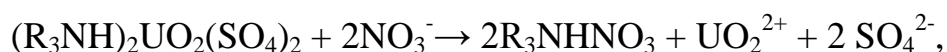
1м ерітіндіні – UO_2SO_4 рН=1 болғанда децимолярлы ерітіндімен, керосиндағы екінші және үшінші аминдермен экстракциялау кезінде уранның таратылу коэффициенті 100-140 аралығындағы мөлшерді құрайды, ал басқа аминдер үшін 1000- н да көп. Fe (II), Fe (III), Ni, Cu, Zn, Al, Cr(III), СЖ (III) иондары, екінші және үшінші аминдермен өте аз дәрежеде экстракцияланады. Бірінші аминдер Fe (III) және СЖ (III)- мен салыстырып қарағанда жоғары экстракциялану қабілетіне ие. Ондай уақытта, уран бірінші, екінші және үшінші аминдермен (әсересе, аминдердың соңғы екі типтерімен) тиімді экстракцияланады, торий бірінші аминдермен жақсы, екіншілермен нашар және үшіншімен жаман экстракцияланады. Мысалы, триизоктиламин (ТИОА) уранды селективті экстракциялайды. Күкірт қышқылды ерітінділерде торий бұнымен тіпті экстракцияланбайды. Бұл

торийдан уранды ажырату мүмкіндігін жасайды. Уранды экстракциялағаннан кейін, торийге жоғары экстракциялау қабілеті бар, бірінші немесе кейбір екінші аминдермен торийға экстракция жүргізуге болады.

Уранды экстракциялау механизмін схема бойынша көрсетуге болады:



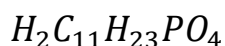
pH көрсеткіші 3- тен жоғары ерітіндіден экстракция нәтижелі жүреді. Уранның реэкстракциясы нитраттар, хлориттер немесе содалы ерітінділермен органикалық фазамен байланыста жеңіл жүргізіледі:



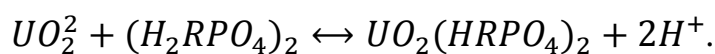
Алкиламиндердің алкилфосфаттардан негізгі айырмашылығы уран жөніндегі әсерінің таңдалып алынуында жатыр. Қатардағы қатысатын күкіртқышқылды ерітінділердегі элементтерден уранмен бірге экстракцияланады, алкиламиндермен тек молибден. Дегенмен, соңғысы уранан шаюды реттеу жағдайында ажыратылуы мүмкін. Алкиламиндермен экстракциялау кезінде уран мен торийдың жақсы бөлінуі, сондай-ақ, екі және үш валентті темір иондарынан уран ажыратылуы мүмкін. Экстракциялау үшін әртүрлі типтердегі колонналы аппараттар (колонналар, перфораторланған тарелкалар мен пульсация жасайтын экстракторлар), не фаздарды механикалық жолмен араластыратын экстракторлар (смесителді-тұндырғыштар, насосты-смесителді типтегі экстракторлар және т.б.).

Уранға қатысты ең көп селективтілікке бейтарап экстрагенттер ие. Көбінесе трибутилфосфат (ТБФ) қолданылады. Ол уранды азот қышқылынан алады. Бірақ азот қышқылы кедей кендерді оның үлкен құнына байланысты сілтілеу кезінде пайдаланылмайтындықтан, онда ТБФ осы сатыда пайдалануға болмайды. Күкірт қышқыл ерітінділерінен уранды алу үшін қышқыл фосфаттар мен алкиламиндер жиі қолданылады.

Ортофосфор қышқылының бастапқы эфирлерінен көбінесе додецилфосфат (ДДФК) қолданады:



Сондықтан катионды алмасу реакциясын осылай жазуға болады:

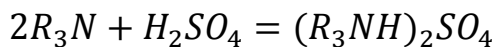


Күкірт қышқылды ерітінділерден алкиламиндермен уран алу, өнеркәсіпте пайдаланылады:

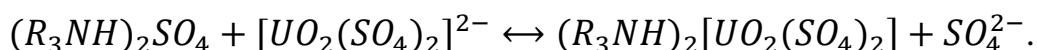
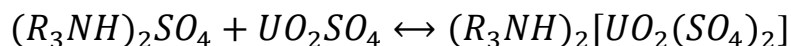


- үш-изо-октиламин
- дилауриламин (ДЛА) және т.б.

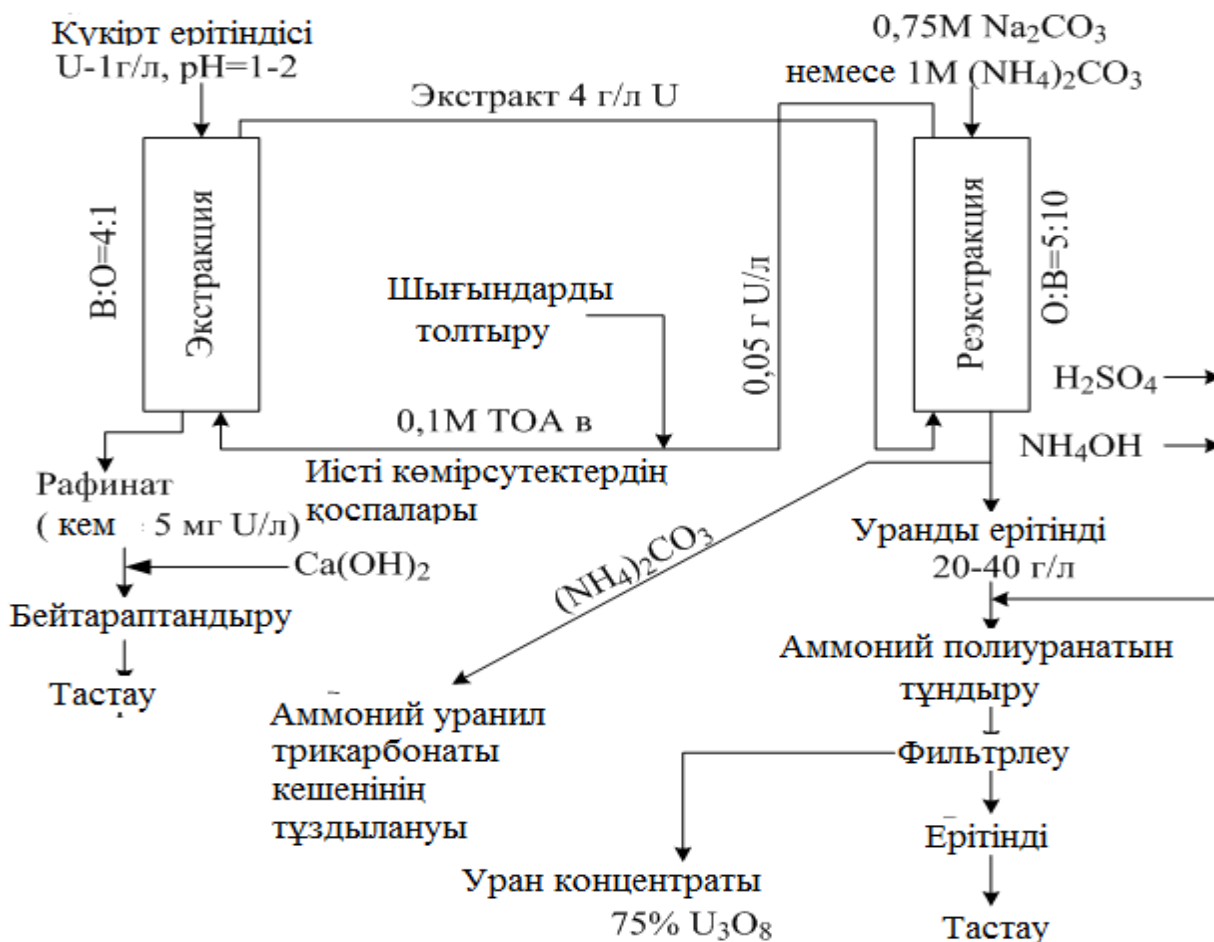
Біріншіден, амин күкірт қышқылымен әрекеттеседі, ол амин сульфатымен түзіледі:



Содан кейін уранилсульфат молекуласын сіңіру немесе сульфат-ионды екі разрядты сульфатты анионды кешенге ауыстыру керек:



Астында уранды алкиламиндермен экстракциялаудың технологиялық сұлбасы келтірілген.



Сурет 1.6 – Уранды экстракциялаудың техникалық сұлбасы.

1.4 Рудадан уранды сілтілеудің физико-химиялық негізі

Механикалық байыту әдістерімен уранды шығарып алу мен байытудың қанағаттандыруарлық дәрежесіне қол жеткізу әрдайым мүмкін бола бермейді. Сондықтан, уранды кендерді байыту және бай, әрі таза уранды концентраттарды алудың негізгі болып химиялық концентраттар болып табылады, ол рудалық шикізаттан уранды селективті сілтіден айырумен түйінделеді, кейін ерітіндіден селективті тұндыру әдісімен әжептәуір таза қосылысты уран – уранды химиялық концентраттарды алу үшін.

Уранды рудаларды бұндай өңдеу жер-жерде гидрометаллургиялық әдіспен жүргізіледі. Гидрометаллургиядағы негізгі операция – металлды сол немесе басқа қосылыстар түрінде сілтіден айырылады. Сілтіден айырудың негізгі мақсаты – еріткіштегі уранды көбіне толық және селективті еріту.

Уран құрамындағы рудалар мен минералдардың көп типтілігіне қарамастан, олардың көп бөлігі минералды қышқылдар мен сілтілік металлдардың карбондық ыстық ерітінділерінде ериді. Осыған сәйкес уранды рудаларды сілтіден айырудың екі негізгі әдісі бар: қышқылдық және карбонды (содалы). Реагентті таңдау жалпы алғанда руда типіне, уран минералдарының сипатына және бос жыныстың құрамына тәуелді. Бұндан бірінші ретті минералды уран қиын еритін оксидтермен химиялық байланыстағы уранинит және жартылай настуран сияқты карбонаттармен қиын бұзылады. Оны ашу үшін сол сағатта концентрцияланған қышқыл қажет. Барлық екінші ретті минералдар сілтіден айырудың белгілі шарттарын ұстанғанда қышқылдың да, сілтінің де әсеріне беріледі. Бірақ рудада кальцит, доломит және магнетиттің болуынан қышқылдық сілтіден айыру кезінде реагентті жұмсау көтеріледі, бұл жағдайда руданы сілтіден айырудың карбондық әдісі тиімді болады.

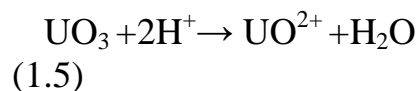
Егер сілтілеу процесі руда құрамына тәуелсіз болса, онда әдісті таңдау реагент пен жабдықтардың құнымен, уранды тотықтыру әдісімен, қоспалармен былғану дәрежесімен, пульпа және ерітінділерден уранды шығарып алу әдісімен және т.б. анықталады. Үнемді ретінде қышқылды сілтіден айыру кеңінен қолданыста, бұған азотты, күкірт және тұзды қышқылдар жарамды.

Барлық уранды рудалардың 90% сұйытылған ерітінділерге тотықтандырғышты қосып немесе қоспай сілтіден айырылып өңделеді.

1.4.1 Қышқылдық сілтілеу химиясы

Уранның гидрометаллургиясында күкірт қышқылымен уранды сілтіден айыру реагентті уранның суда ерімейтін минералдарының химиялық әсерімен бірге жүреді. Сілтіден айыру кезінде ерітіндегі уранның химиялық потенциалы оның қатты фазадағы химиялық потенциалына тең болғанда термодинамикалық тепе-теңдік орын алады. Бұл кезде қол жететін шекті шама берілген температурада уранның ерітінділенуі болып табылады. Уран минералдарының күкірт қышқылында еру реакциясының ықтималдығы

Гиббс энергиясының өзгеруімен анықталады. Термодинамикалық функцияларды есептегенде бұл функциялардың ерігенде, гидрацияда және кристаллдық торлардың түзілуі кезіндегі өзгерісі есепке алынған. Алты валентті уранның еру реакциясы үшін ΔG -ды есептеу термодинамикалық мәліметтерге сәйкес мына мәнді көрсетті



$$\Delta G = -83.74 \text{ КДж/Моль.}$$

Тәжірибеде қолданылатын реагенттердің концентрациясы ретінде

$$\text{pH}=2 \text{ болғанда } [\text{UO}_2^{2+}] = 0,01 \text{ М и } [\text{H}^+] = 0,01 \text{ М,}$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[\text{UO}_2^{2+}]}{[\text{H}^+]^2} = -72,435 \text{ КДж/моль}$$

Бұл алты валентті уранның күкірт қышқылында еру реакциясының жайлы өтіп жатқандығын көрсетеді.

Төрт валентті уран минералдарының күкірт қышқылында еру реакциясының ΔG -ді есептеу мына мәнді көрсетті



$$[\text{U}^{4+}] = 0,01 \text{ М; } [\text{H}^+] = 0,01 \text{ М болғанда}$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[\text{U}^{4+}]}{[\text{H}^+]^4} = +12,56 \text{ КДж/моль}$$

Ол өз кезегінде берілген шарт кезінде бұл реакцияның өтуі мүмкін еместігін айтады.

Күкірт қышқылының диссоцияланбаған молекулаларының қатысуы кезінде $\Delta G = -64,9 \text{ КДж/Моль}$. Бұл тек күкірт қышқылының коцентрацияланған ерітінділерінде ғана мүмкін, ал сұйытылған ерітінділерде диссоцияланбаған молекула жоқ.

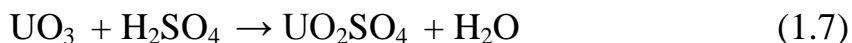
Сонымен, егер бастапқы руда құрамында көбінесе төрт валентті уран (уранинит, настуран және басқа уранды минералдар) болса, онда ерітіндіден уранның жақсы шығуын күтіп қажеті жоқ. Негізінде, бұл жағдайда төрт валентті уранды жақсы еритін алты валентті уранға түрлендіру үшін тотықтандырғыш(пиролюзит) қолдануға тура келеді.

Жоғарыда аталған ΔG ($\gg 41.87 \text{ КДж/Моль}$) константаның үлкен теріс мәндерінде сілтіден айыру реакциясының тепе-теңдігі өте үлкен және

реакция қайтымсыз, ол минералды шикізаттан уранды сілтіден айыру реакцияларының көбіне тиесілі.

1.4.2 Үш оксидті уранды сілтілеу

Бұл реакцияның жазылуының жай формасы

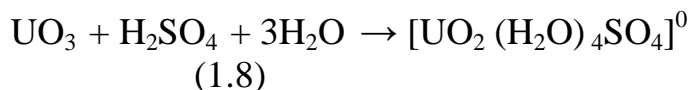


корректілі емес. Қазіргі кездегі кешенді химиялық қосылыстар химиясының позициясынан бірнеше аквокешен бар деп тұжырымдалынады

1) катион кешені $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$;

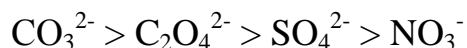
2) бейтарап кешені $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_4\text{SO}_4]^0$; $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_3\text{SO}_4]_n$
 $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_2\text{SO}_4]^0$; $[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})\text{SO}_4]^0_n$

Екі кешеннің бірінің көбірек түзілуі активті уранға, қышқылға және температураға тәуелді. Күкірт қышқылында UO_3 еру реакциясы өте күрделі, аквокешендердің бар екендігін назарға ала отырып, оны былай жазса болады



Термодинамикалық заңдарға сәйкес барлық кешендер сияқты аквокешеннің түзілуі UO_3 еру реакциясының өтуіне әсерін тигізеді, өйткені Гиббс энергиясының теріс мәнін ұлғайтады және тепе-теңдікті оңға жылжытады. Алты валентті уранның барлық дерлік қосылыстарында U^{6+} емес, уранилдың UO_2 тобы болады, ол химиялық тұрақтылығымен ерекшеленеді және түгелдей дерлік реакция кезінде түзілетін қосылыстар құрамына енеді. Сондықтан, уранның кешенді қосылыстарында орталық ион ретінде U^{2+} -ні емес UO_2^{2+} -ні қабылдайды.

Көбінесе уранил-ион кешенді қосылыстарының реакциялары эффективті, су ерітінділерінде оттегі құрамды лигандалармен жүреді. Лиганданың ығыстыру қиындатығының қатары келесідей келтірілген.



Көрініп тұрғандай сульфат тобы оксалат тобынан кейін тұр және уранил-ион қосылыстарының кешенінің сферасының ішінде онымен орын ауыстыра алады. Сонымен, сульфатты қосылыстар көбінесе тұрақсыз, сәйкес типті карбонат және оксалат кешеніне қарағанда. Гидратация заңдылығынан және уранил-сульфат ерітіндісінің аквокешенінің түзілуінен басқа, сульфатпен уранил-ион – бисульфат-ион комплексті түзілулері қарастырылады.

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Уранды экстракциялау процесі

Бұл процес қатты материал массасынан уран алу әдісін ұсынады. Осы өнертабыспен құрамында уранның кейбір концентрациясы бар қатты материал массасын алу сатылары, қатты материал массасын ультрадыбыстық экстракторға және қышқылдың кейбір мөлшерінің ультрадыбыстық экстракторына орналастыру бар әдіс ұсынылады. Бұдан басқа, әдіс ультрадыбыстық экстрактор жейделерінің қызу сатысын, қатты материал массасының орнын ауыстыруды және ультрадыбыстық экстрактордағы қышқылдың порциясын қарастырады, қатты материал массасы мен қышқылдың бір мезгілде экстрактордан қатты материал массасына ультрадыбыстық энергияны және қышқыл порциясын жеткізгенде, қыздырылатын ультрадыбыстық экстрактор ішіндегі өзара жанасуын көздейді, бұл ретте қышқылдың порциясы қатты материал массасынан уранды экстра - гирлейді. Бұдан әрі, тәсіл ультрадыбыстық экстракторға орналастырылған қышқылдың порциясын және қатты материалдың массасын осы ультрадыбыстық экстракторда әр түрлі жерлерде жинауды, экстракциялы араластырғыш-тұндырғышқа экстрагирленген уран бар қышқылдың порциясын ауыстыруды және экстракциялық араластырғыш-тұндырғыштың уран өнімін бөлуді көздейді.

Сонымен қатар, осы процес қатты материал массасынан уранды жоюға арналған құрылғыны ұсынады. Өнертабыс төменнен қатты материал массасын қабылдай алатындай жасалған кем дегенде бір ультрадыбыстық экстракторды көздейді, ал жоғарыдан қышқылдың бөлігін қабылдай алады, бұл кем дегенде бір ультрадыбыстық экстрактор араластыру шнегімен жабдықталған және одан басқа ультрадыбыстық экстрактор қатты материал массасына және қышқыл бөлігіне ультрадыбыстық энергияны жеткізуге арналған ең кем дегенде бір ультрадыбыстық блокпен жабдықталған. ультрадыбыстық экстрактор, сондай-ақ, осы кем дегенде бір ультрадыбыстық экстракторға қышқыл порциясын беруге арналған беру құрылғысы. Бұдан басқа, бұл өнертабыс сорғы, ол ең аз дегенде бір экстрактордың төменгі бөлігіне ағатын қышқылдың порциясын қабылдауға бейімделген Шығыс бағын және шығыс бағынан келіп түсетін материалды қабылдауға және қышқылдың қалған бөлігінен уран өнімін бөлуге бейімделген экстракциялық араластырғыш тұндырғыш-тұндырғыш ұсынады.

Бұдан басқа, осы өнертабыс материал массасынан уранды бөлуге арналған құрылғыны ұсынады. Құрылғыда жанатын қалдықтарды беру жүйесі, жанатын қалдықтарды беру жүйесімен қосылған жану камерасы бар, сонымен қатар жану камерасы онда жанатын қалдықтарды беру жүйесінен келіп түсетін қалдықтарды, сондай-ақ отын көзін, Шығыс бағын, бірінші

ультрадыбысты қарсы шнек сығындысын, бірінші ультрадыбысты қарсы шнек сығындысына қосылған екінші ультрадыбысты қарсы шнек сығындысын және үшінші ультрадыбысты қарсы шнек сығындысын жағуға болады., екінші ультрадыбыстық қарсы шнек сығындысына қосылған. Бұл құрылғы сондай-ақ бірінші ультрадыбысты қарсы шнек экстракторымен қосылған сорғыны қамтиды, бұл сорғы бірінші ультрадыбысты қарсы шнек экстракторынан қышқылдың порциясын алып тастауға және осы қышқылдың порциясын шығыс бағына беруге арналған, үшінші ультрадыбысты қарсы шнек экстракторына қышқылдың порциясын енгізуге және үшінші ультрадыбысты қарсы шнек экстракторының төменгі бөлігінен жиналған қышқылды алып тастауға арналған., жиналған қышқылды екінші ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторының жоғарғы бөлігіне ауыстыру және бірінші ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторының жоғарғы бөлігіне екінші ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторының төменгі бөлігінде жиналатын қышқылды тасымалдау, сондай-ақ экстракциялық араластырғыш-шығыс бағымен біріктірілген тұндырғыш, бұл экстракциялық араластырғыш-тұндырғыш шығыс бағынан келіп түсетін материалды су фазасына және органикалық фазаға бөле отырып өңдеуге арналған. Бұдан басқа, құрылғыда экстракциялық араластырғыш-тұндырғышпен біріктірілген тазарту өңдеуге арналған жүйе бар, бұл тазарту жүйесі экстракциялық араластырғыш-тұндырғышпен біріктірілген органикалық фазаны қалпына келтіру жүйесі, бұл органикалық фазаны қалпына келтірудің бұл жүйесі экстракциялық араластырғыш-тұндырғышпен біріктірілген органикалық фазаның құрамын қалпына келтіруге бейімделген, Шығыс бағымен және экстракциялық қоспалағыштармен біріктірілген газ шығарындыларын жууға арналған скруббер-экстракциялық қоспалағыш-тұндырғышпен біріктірілген органикалық фазаның құрамын қалпына келтіруге арналған. тұндырғыш, газ шығарындылары үшін бұл скруббер шығатын газдарды өңдеу үшін бейімделген, бейтараптандыру жүйесі және үшінші ультрадыбысты қарсы шнек экстракторымен қосылған шығатын газдарға арналған еріткіш скруббер, бұл қалдық газдарға арналған еріткіш скруббер оның шығу тесігі газ шығарындыларын жуу үшін скруббермен және бейтараптандыру жүйесімен қосылған, ал бейтараптандыру жүйесі ол шығатын газдарға арналған еріткіш скрубберден келіп түсетін материалдарды бейтараптандыруға мүмкіндік беретін етіп жасалған.

2.1.1 Уранды экстракциялау процесін өндіру

Күйдіру пештерінің күлі және қатты өнеркәсіптік қалдықтар сияқты ластанған материалдар уранды өңдеу өнеркәсібінің алдына көптеген проблемалар қояды. Уранды қайта өңдеу жүргізілетін орындарда пеш күлі мен қатты қалдықтар ауыр металдарды, уранды және басқа да радиоактивті материалдарды қоса алғанда, әртүрлі материалдармен ластануы мүмкін. Мұндай қатты заттардағы уран материалдары қатты заттың барлық салмағы бойынша біркелкі үлестірілуі немесе жеке учаскелерде шоғырлануы мүмкін.

Осы қатты заттардан уран материалдарын алып тастау өте қиын, себебі көп жағдайларда уранның шоғырлануының төмен деңгейі кезінде біркелкі таралуы орын алмайды. Механикалық бөлу технологиясы (мысалы, сепараторлар) пайдаланылатын материалдарды өңдеу тәсілдері төмен концентрацияларда болатын уранды бөлу үшін бейімделмеген және демек, осы жағдайларда практикалық қолданылуы жоқ. Механикалық бөлу сепараторларының басқа кемшілігі осы сепараторлар үшін материал массасын бөлуге жұмсалатын энергияның көп мөлшерін талап ететіндігі болып табылады, бұл оларды экономикалық тұрғыдан тиімсіз етеді.

Уранды қатты заттардан бөлу үшін қолданылатын белгілі қазіргі заманғы құрылғылар да бірқатар басқа экономикалық факторлардың салдарынан тым қымбат болып табылады. Ластанған қатты заттар алынып тасталуы, қайта өңдеу орнына тасымалдануы, қайта өңделуі, содан кейін олар алынған бастапқы орынға қайтарылуы және орнына орналастырылуы тиіс. Қатты материалды тазалау үшін қолданылатын процестің көптеген кезеңдері қайта өңдеу кезінде тұтынылатын энергия құнын да, еңбек шығындарын қайта өңдеуге байланысты құнды да арттырады. Ластанған қатты заттармен жұмыс істеу, сондай-ақ осы тасымалдау құрылғылары мен көлік құрылғысынан орын ауыстыратын материалдың ағуы кезінде орын алуы мүмкін қоршаған ортаның ластануын болдырмауға мүмкіндік беретін материалды жылжыту үшін арнайы құрылғыларды қолдануды талап етеді.

Сондықтан уранды пеш күлі немесе қатты қалдықтар сияқты қатты заттың негізгі массасынан бөлуге мүмкіндік беретін әдіс пен құрылғы жасау қажеттілігі бар, олар механикалық бөлудің белгілі қазіргі заманғы технологияларына қарағанда тиімділікке ие.

Тағы бір мақсат уранды маңызды экономикалық шығынсыз қатты заттардың негізгі массасынан бөлуге мүмкіндік беретін құрылғы мен әдісті жасау болып табылады және де ластанған материалдарды тікелей олардың орналасқан жерінде өңдеуге болатындай, осылайша материалдың орнын ауыстыру шығындарын азайтуға болатын жерден оңай тасымалдауға болатын құрылғыны жасау.

2.1 - суретте уранды алу үшін ультрадыбысты қарсы шнек экстракторын пайдаланатын 10 құрылғысы көрсетілген. 10 құрылғы күйдіру пештерінің күлі және/немесе қатты қалдықтар сияқты уранмен ластанған қатты адсорбенттерді өңдеуге арналған. Бұл құрылғыда 12 жанатын шикізат қалдықтары соңғы ыдырау үшін 14 күйдіру пешінің жану камерасына беріледі. 14 жану камерасы 18 табиғи газбен немесе мұнай сияқты жану энергиясының басқа да көзі болуы мүмкін.

Жану камерасында жану нәтижесінде пайда болатын 14 газ тәріздес компоненттер жану камерасынан 16 тесік арқылы шығарылады, ол сызбада көрсетілгендей жану камерасында пайда болатын 14 газ компоненттерін атмосфераға шығарады. Бұл көрсетілмеген болса да, жану камерасынан шығатын қалдық газдар атмосфераға шығарылатын ластаушы заттардың шекті шоғырлануын төмендетуге мүмкіндік беретін кейінгі өңдеу операцияларына оралуы мүмкін. Мұндай өңдеу операциялары, мысалы,

селективтік паталитикалық емес қалпына келтіру, осы өнертабыс үшін шектелмейтін несепнәр инъекциясы болуы мүмкін.

Жану камерасында 14 өртеу процесінің нәтижесінде пайда болатын қатты уран бар компонент-бос күйдегі 20 уранды құрайтын күл, ал жанатын материалдар жану процесінде 14 жану камерасынан шығарылады. 14 жану камерасынан шығатын күлдегі уранның концентрациясы бастапқыда жану камерасына енгізілетін уранның концентрациясына байланысты өзгеруі мүмкін. Шикізат жанатын қалдықтар 12, мысалы, уран компоненті көп немесе аз болуы мүмкін және осының нәтижесінде түзілетін күлдің уранның өзгертін концентрациясы болуы мүмкін.

Өнеркәсіптік ураны бар қатты заттар жеке немесе бөлек енгізілуі мүмкін немесе олар жану камерасынан шығатын ураны бар күлмен араласуы мүмкін, оны урандық компонентке және урансыз компонентке бөлуге болады. Қатты адсорбенттің массасы жұқа түйіршікті ұнтақ сияқты дисперсті бөлшектер түрінде немесе құрамында уран бар қатты телімдер түрінде ұсынылуы мүмкін. Құрамында 24 уран бар қатты адсорбентті ол қатты материалдарды қабылдай алатын және бұл материалдарды 26А аппаратының төменгі бөлігінен 26А аппаратының жоғарғы бөлігіне ауыстыра алатындай етіп орындалған 26А ультрадыбыстық аппараттың төменгі бөлігіне қоюға болады. Сызбада көрсетілгендей, ультрадыбыстық 26А, В, С аппараттары 26А, В, С аппараттарының төменгі бөлігіне түсетін қатты адсорбентті табу биіктігін өзгерту үшін тағайындалған шнекті араластырғыш ретінде орнатылуы мүмкін. 26А, В, С ультрадыбыстық аппараттардың жоғарғы бөлігіне 26А, В, С осы аппараттарға құрамында уран бар материалда тұрған құрамында уран жоқ қатты адсорбенттерден уранды ұқыпты бөлуге мүмкіндік беретін қышқыл енгізілуі мүмкін. Сызбада көрсетілгендей, уранды қатты адсорбенттердің қалған бөлігінен бөлу үшін 24 ретімен қосылған 26А, В, С үш жеке ультрадыбыстық аппарат пайдаланылуы мүмкін. 26А, В, С әрбір ультрадыбыстық аппарат 26А, В, С ультрадыбыстық аппараттың жоғарғы бөлігіне қышқыл беретін 34 жеке сорғыш болуы мүмкін. 24 қатты адсорбенттерден жасалған уран құраушысын экстракциялауға арналған қышқылмен енгізілетін қышқылмен, мысалы, күкірт қышқылы болуы мүмкін, алайда, осы суретті мысалмен шектейтін. Ультрадыбыстық аппараттардың әрқайсысына енгізілетін қышқылдың алдыңғы ультрадыбыстық аппараттың шығару тесігінен шығатын қышқыл болуы мүмкін, бұл шығындалатын қышқылдың мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді, сондай-ақ уран алудың тамаша дәрежесін қамтамасыз етеді. Ультрадыбыстық аппараттардың әрқайсысына қышқылды енгізу құрамында уранның аз құрамы бар уран бар қатты адсорбенттер неғұрлым концентрацияланған қышқылмен жанасатындай етіп кезең-кезеңмен болуы мүмкін, бұл уранды алудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, төмен концентрациясы бар қышқыл (яғни уран экстракциясының алдыңғы кезеңінде қолданылған қышқыл) уранның жоғары құрамы бар қатты материалдармен қосылуы мүмкін. Осылайша, барлық өңдеу процесі барысында 24 қатты адсорбенттермен жанасатын қышқылдың оңтайлы

концентрациясы ұсталады, бұл уран экстракциясының тиімділігін барынша жоғары деңгейге дейін жеткізе отырып, қышқыл шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Уранды алуды оңтайландыру үшін ультрадыбыстық аппараттардың санын өзгертуге болады. Жабдықтың өлшемдері де сыни массаға қатысты қауіпсіздікті қамтамасыз ететін геометрияны ескере отырып таңдалуы мүмкін.

26 ультрадыбыстық аппараттардың әрқайсысында 26 аппараты мен 26 ультрадыбыстық аппараттың ішіне салынған материалдарды жылытатын жылытқыш жейделер (мысалы, сыртқы қаптама түрінде) болуы мүмкін. Жейделерді және аппараттың ішіне салынған материалдарды қыздыру электрлік қыздыру жолымен не бумен қыздыру жейделерін жасау жолымен жүзеге асырылуы мүмкін. Қыздырудың басқа тетіктері де пайдаланылуы мүмкін, ал қолданылатын қыздырудың түрлері осы өнертабысты шектемейтін иллюстративті мысалдармен ғана есептеледі.

Осы өнертабысты іске асырудың көрсетілген мысалында 26А бірінші ультрадыбыстық аппаратқа құрамында байытылған уран бар күл мен құрамында уран бар өнеркәсіптік қалдықтар қоспасын береді 24. 24 қатты адсорбенттердің бұл қоспасы ультрадыбыстық аппараттың төменгі бөлігіне 26А беріледі, содан кейін бірінші ультрадыбыстық аппарат арқылы жоғары жылжуына қарай қатты материал қыздырғыш жейдемен қызады. Ультрадыбыстық аппараттың төменгі бөлігіне 26А орналастырылған материал ультрадыбыстық аппараттың жоғарғы бөлігіне 26А түсетін күкірт қышқылы 26А аппараты бойынша төмен қарай ағады. 40 сорғымен берілетін күкірт қышқылы 26А бірінші ультрадыбыстық аппараттың алдында орналасқан 26В екінші ультрадыбыстық аппараттан алынады.

Бірінші ультрадыбыстық аппараттан 26А шығатын адсорбент 40 ультрадыбыстық түсіру құрылғысына түседі, ол 26А бірінші ультрадыбыстық аппараттан 26В екінші ультрадыбыстық аппаратқа адсорбентті жеткізеді. 40 ультрадыбыстық түсіру құрылғысымен тасымалданатын адсорбент 26В екінші ультрадыбыстық аппараттың төменгі бөлігіне келіп түседі және 26В екінші ультрадыбыстық аппарат бойынша жоғары жылжытылады. Адсорбент қайтадан 26В аппаратының қыздыру жейдесі арқылы қыздырылады. Бірінші ультрадыбыстық аппараттан 26А адсорбентті екінші ультрадыбыстық аппаратқа ауыстырумен бір мезгілде үшінші ультрадыбыстық аппараттан 26С алынатын күкірт қышқылы екінші ультрадыбыстық аппараттың жоғарғы бөлігіне 26В айдалады. 26В екінші ультрадыбыстық аппаратқа енгізілген қатты адсорбенттер 26С үшінші ультрадыбыстық аппараттан алынған күкірт қышқылымен, 26В жылытылатын екінші ультрадыбыстық аппараттың ішінде жанасады. 26В екінші ультрадыбыстық аппараттан жасалған қатты адсорбенттер 26В екінші ультрадыбыстық аппараттың жоғарғы бөлігінен шығып, 26С үшінші ультрадыбыстық аппараттың төменгі бөлігіне енгізіледі. Үшінші ультрадыбыстық аппараттың жоғарғы бөлігіне 26С күкірт қышқылының ерітіндісін енгізеді. 26С үшінші ультрадыбыстық аппараттың төменгі бөлігіне енгізілген қатты адсорбенттің 26С үшінші ультрадыбыстық аппарат

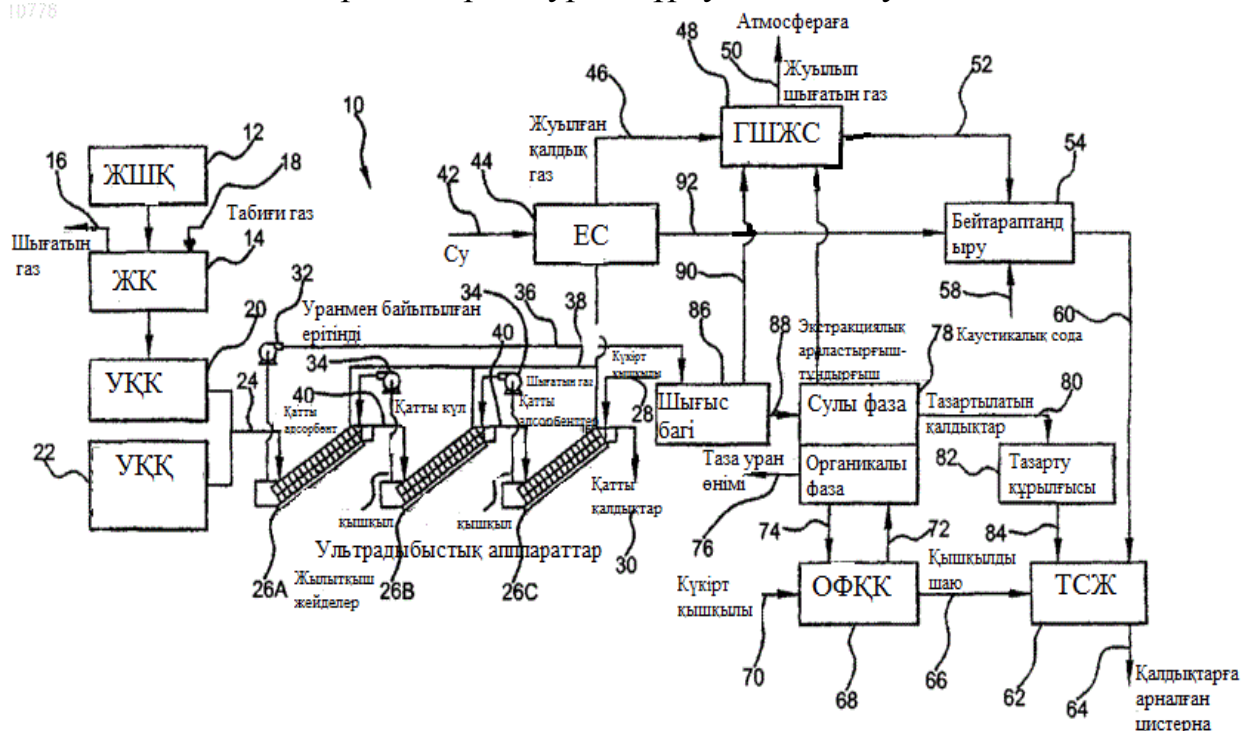
бойынша жоғары жылжуына қарай ол 26С үшінші ультрадыбыстық аппарат бойынша төмен қозғалатын енгізілген күкірт қышқылының ерітіндісімен жанасады. Үшінші ультрадыбыстық аппараттан шығатын қатты адсорбент 30 қатты қалдықтар түрінде жойылуы мүмкін. Бірінші ультрадыбыстық 26А аппаратынан шығатын күкірт қышқылы 32 сорғымен іріктелуі және 26А, В, С ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторларынан шығатын күкірт қышқылы жиналатын 86 шығыс бағына бағытталуы мүмкін. 86 шығыс бағы екі шығу жолы бар, олардың біріншісі газ тәрізді материалдың шығуына арналған, ал екіншісі су материалына арналған. Газ тәрізді материалға арналған бірінші шығу арнасы 86 шығыс бағынан шығып, 48 газ шығарындыларын шаю скрубберіне жүргізеді. Су материалына арналған 88 екінші шығыс арнасын экстракциялық араластырғыш-тұндырғышқа 78 жүргізеді, онда екі құраушы - су фазасы және органикалық фазасы бар. Су фазасының құрамдас бөлігі тазартылатын 80 қалдықтарды бұруға арналған шығыс каналы болады, ол тазарту құрылысына апаратын 82.

Тазалау жүйесіне бұруға арналған Шығыс арнасы, мысалы, құрылыстың су жинағышына немесе сақтауға арналған басқа қондырғыға жүргізуі мүмкін. Содан кейін 62 тоғанның су жинағышының ішіндегі қалдықтар үшін цистернаға төгілуі мүмкін. 78 экстракциялық араластырғыш-тұндырғыштың органикалық фазасында 68 органикалық фазаны қалпына келтіру үшін қондырғыға апаратын 74 Шығыс арнасы болуы мүмкін. 68 органикалық фазаны қалпына келтіруге арналған қондырғыда қалпына келтіруге арналған 70 күкірт қышқылын беруге арналған кіру есігі болуы мүмкін. 68 органикалық фазаны қалпына келтіруге арналған қондырғыда органикалық фазадағы заттарды экстракциялық араластырғыш-тұндырғышқа қайтаруға мүмкіндік беретін 72 қайтарымды құбыр желісі болуы мүмкін. 76 таза уран өнімі органикалық фазаның компоненттерін өңдегеннен кейін 78 тұндырғыш-экстракциялық араластырғыштан алынуы мүмкін. 68 органикалық фазаны қалпына келтіруге арналған қондырғыда 66 қышқылды шаюға арналған Шығу каналы болуы мүмкін, ол сондай-ақ 62 құрылыстың су жинағышына әкеледі.

26С үшінші ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторы, сондай-ақ шығатын газдар үшін 44 еріткіш скрубберіне апаратын шығыс арнасы болуы мүмкін. 44 шығатын газдарға арналған еріткіш скруббердің газды жуу процесіне арналған су беруге арналған 42 кіру арнасы болуы мүмкін. Растворительный скруббер үшін шығатын газдардың 44 болуы мүмкін екі демалыс арна біріншісі арналған бұру жуылған қалдық газдарды 46, ал екінші демалыс арна 92 - қосылу үшін орнату арқылы бейтараптандыру 54. 54 бейтараптандыру қондырғысына газ шығарындыларын жуу үшін скрубберден шығатын газ ағыны түсуі мүмкін, сондай-ақ каустикалық сода берілуі мүмкін 58. 54 қондырғыдағы материалдарды бейтараптандырғаннан кейін 54 қондырғы пайдаланылған материалдарды, мысалы, 64 тоғанның су жинағышына тастай алады. 48 газ шығарындыларын жуу үшін скрубберден шығатын жуылған қалдық газ 50 атмосфераға шығарылуы мүмкін.

Бұл құрылғыны пайдаланған кезде күкірт қышқылы 24 қатты адсорбенттен өтіп, 26 ультрадыбыстық аппараттар арқылы жылжиды, уранды жинайды. Содан кейін бұл жинақталған уран осы құрылғыда өңделеді, бұл өңделетін қатты адсорбенттерден уран құраушысын алуға әкеледі 24.

10778



2.1 Сурет - Қатты материалдардан уранды алу үшін қолданылатын құрылғының схемалық бейнесі

2.2 - суретте жалғыз ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторы (және онымен байланысты жабдық) көрсетілген. Күл және құрамында уран бар қатты адсорбенттер 200 шнек қоректендіргішінің 202 бункеріне жүктелуі мүмкін 204. Мысалы, шнек қоректендіргіші көрсетілген болса да, механикалық Білікше немесе таспалы конвейерлік құрылғылар сияқты басқа да құрылғыларды қоса алғанда, бірақ онымен шектелмей пайдалануға болады. 204 шнек қоректендіргішінің айналу жылдамдығы 206 ауыспалы қозғалтқышы болуы мүмкін, ол 202 ураны бар қатты адсорбент бункердің тиеу жылдамдығына байланысты 204 құрылғыны беру жылдамдығын өзгертуге мүмкіндік береді.

204 шнек қоректендіргіш күлді және құрамында уран бар қатты адсорбенттерді ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторының негізіне береді 206. 206 ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторы шнек беру аппараты болуы мүмкін, бірақ бұл мысал осы өнертабысты шектейтін емес. 206 ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторының көйлек, мысалы, бұмен немесе электр қуатымен қызуы мүмкін, бұл қатты адсорбенттерден уран алудың тиімділігін арттыруды қамтамасыз етеді 200. 206 ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторы желдету мақсатында атмосфераға газ шығарындыларын шығару 208 шығыс арнасы болуы мүмкін. Ультрадыбыстық қарсы шнек

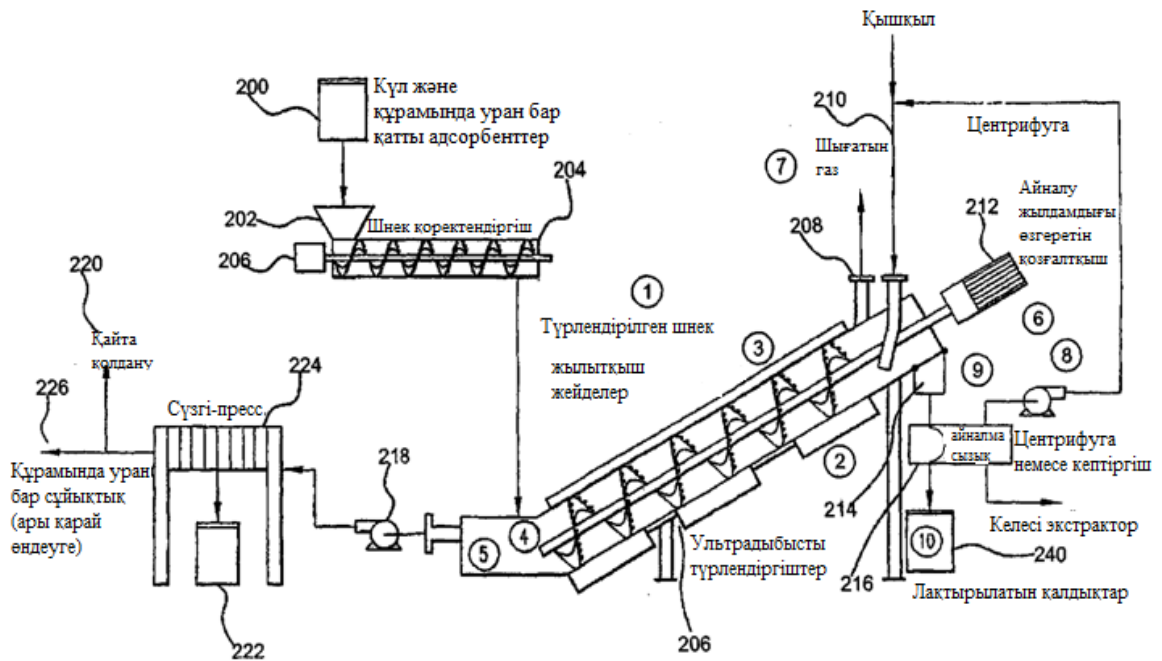
экстракторының жоғарғы бөлігінде орналасқан 210 қышқылын енгізуге арналған арна қатты адсорбентке уран шығару процесіне ықпал ететін 200 қышқыл беруге мүмкіндік береді. 210 қышқылын енгізуге арналған арнаның тесігі күлді беру жылдамдығына және уранмен ластанған қатты адсорбенттерді ультрадыбысты қарсы шнек экстракторына 206 шнек қоректендіргішінің көмегімен сәйкес келетін өлшемдері болуы мүмкін. 200 қатты адсорбенттердің жылжу жылдамдығы ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторы арқылы 212 қозғалтқыштың көмегімен реттелетін айналу жылдамдығы. 206 ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторы 2 фигурасында көрсетілгендей, ультрадыбыстық энергия 206 экстракторының ұзындығы бойынша қозғалатын материалдарға келтірілетін бірнеше ультрадыбыстық түрлендіргіштерге ие болуы мүмкін.

206 ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторының жоғарғы бөлігінен шығатын қатты адсорбенттер одан 214 экстракторының шығу арнасы арқылы шығады. 214 экстракторының шығу арнасы 216 центрифугадан немесе кептіргіш арқылы өтуі мүмкін немесе 216 центрифугадан немесе кептіргіштен айналып өтіп, 240 лақтыруды ұстауға арналған құрылғыға түсуі мүмкін.

Уранды оның өту шамасына қарай 200 ультрадыбысты қарсы шнек экстракторы арқылы өтетін қатты адсорбенттер арқылы жинақтайтын күкірт қышқылы 218 сорғы көмегімен сүзгі-престі орнатуға көшіріледі 224. Сүзгіш-престен ағатын сұйықтық басқа 220 құрылғыларда екінші рет пайдаланылуы мүмкін немесе одан әрі өңдеу барысында қалпына келтірілуі мүмкін 226. 222 қатты құрамдастары сүзгі-престің көмегімен жойылуы мүмкін.

Барлық көрсетілген ультрадыбыстық қарсы шнек экстракторларында қатты массадан уран суларына немесе уран өніміне уран массопереносын ультрадыбыстық энергия келтірумен, қарсы ағыспен, араластыру және қыздырумен күшейтіледі. Эксперимент жүргізу кезінде өтініш берушілер ультрадыбыстық шаймалау статикалық жағдайларда шаймалауға қарағанда анағұрлым тиімді екенін анықтады, өйткені араласатын энергия уранның ерітіндіге диффузия жылдамдығын арттырады. Бөлуге арналған шнек құрылғысы экстракторлардың төменгі бөлігіне бекітілген вибраторлармен жабдықталуы мүмкін. Материалдық ағындардың қарсы сипаты жаңа қышқыл уранның ең аз құрамы бар қатты адсорбентпен жанасуының есебінен уран концентрациясының градиентін максимумға дейін жеткізуге мүмкіндік береді, ал уран байытылған қышқыл уранның жоғары құрамы бар қатты адсорбентпен жанасады. Күкірт қышқылы бір мезгілде экстрактор арқылы берілетін қатты адсорбенттің ағынына қарсы қозғала төмен ағады, жоғары көтеріледі. Қатты адсорбентті араластыру сығындының шнегіне бекітілген шағын қалақтардың көмегімен қарқынды болуы мүмкін.

Осы өнертабыс уранды қатты материалдардан үнемді бөлуді қамтамасыз етеді. Алдын ала құрылғы жылжымалы болуы мүмкін, сондықтан өңдеу ластанған материал болған жерде жүргізілуі мүмкін. Бұл құрылғы, сондай - ақ, бөлудің механикалық технологияларымен салыстырғанда, уранды бөлумен байланысты еңбек шығындарын және энергия құнын төмендетеді.



2.2 Сурет - Уран алу үшін ультрадыбысты қарсы шнек экстракторының егжей-тегжейлі бейнесі.

2.2 Басқару есебінің математикалық қойылымы

Скважина арқылы жерасты сілтіден айыру (ЖСА) әдісіне құралған уран кен орнын қарастырайық. Айталық, бір уақытта $N = 7$ технологиялық скважина жұмыс істеп тұрсын, оның $N_{zc} = 6$ – енгізу, $N_{oc} = 1$ – сору скважиналары болсын. Ірі уран өндіретін өнеркәсіптер үшін N_{zc} және N_{oc} саны жүздеп есептеледі. Мысалы, 1999 жылдың аяғына қарай Солтүстік Қарамұрын руда басқармасында бір уақытта 496 скважина жұмыс істеп тұрған, оның 324 – енгізу және 172 – сору скважиналары болған.

Руда орналасқан өткізгіш жер қабаты мен скважиналар жиынтығы, жоғарғы құбырлар, насостар, эрлифтар айтарлықтай қиын гидродинамикалық жүйені құрайды. Бұл жүйе одан да күрделі табиғи жүйемен – жоғарғы гидростатикалық қысымда болатын, судың жиналма кеңістігімен толтырылған, әлсіз өткізгіш қатпарларында орналасқан, рудалы қабаты бар тау қыртыстарының массиві, өзара байланыста болады. Жерасты скважиналы сілтіден айыру процесінің технологиясы бойынша жер қойнауынан шығатын уран концентрациясын енгізу скважиналарындағы сілтіден айыратын ерітіндінің қысымын өзгерту арқылы реттейміз. Яғни, егер жер қойнауы объект болып табылса, оған кіріс параметр кіріс қысым, ал шығыс параметр ретінде уранның кешенді қосылыстарының концентрациясы болып табылады. Төменде 2.3 – суретте объектінің сұлбасы келтірілген.

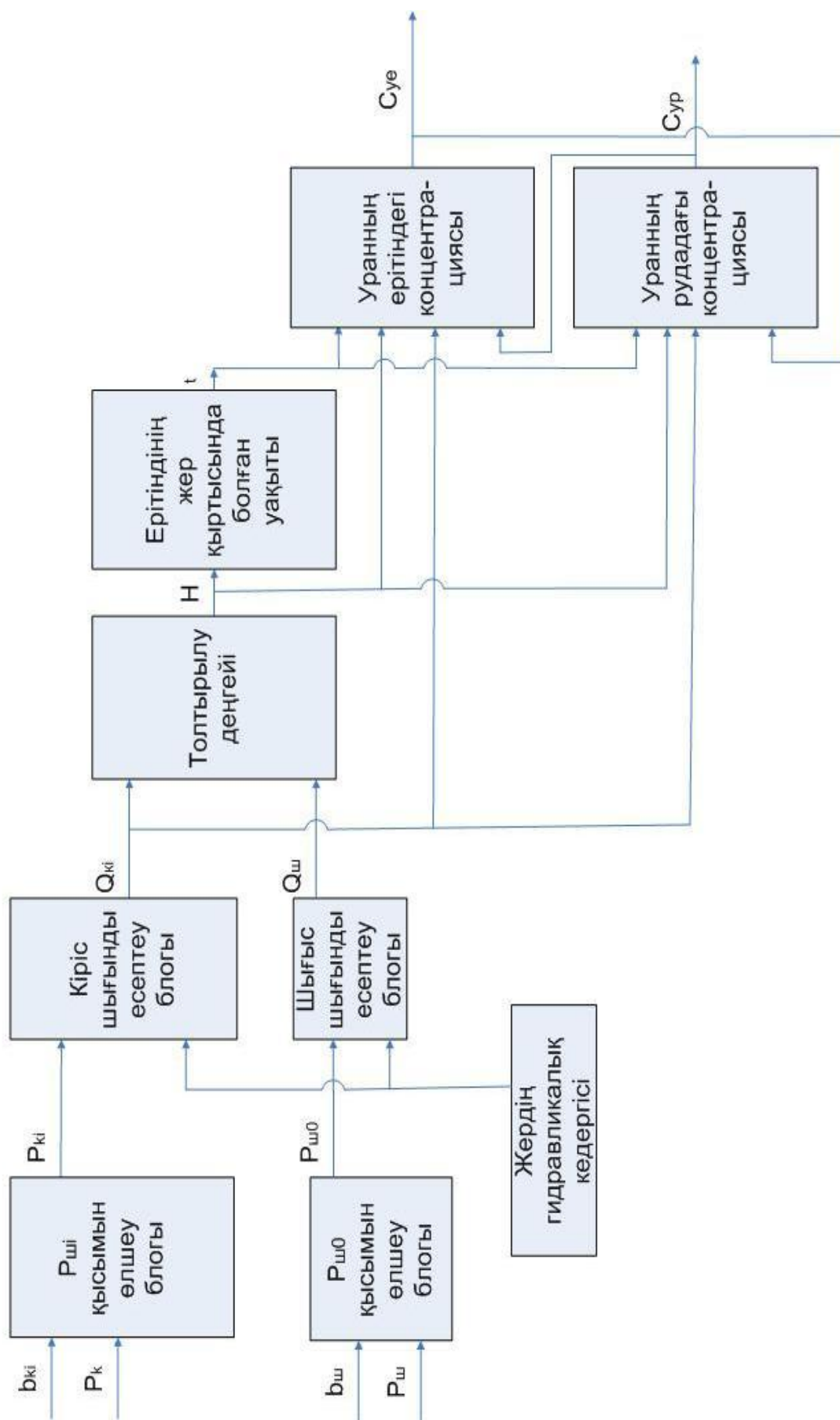


2.3 Сурет - Объектінің сұлбасы

Бұл суретте P_{ax} - кіріс қысым, атап алынған 6 енгізу скважиналарына берілетін жалпы қысым, $C_{ж}$ - сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның кешенді қосылыстарының концентрациясы. Әрбір скважинаға, ашылу деңгейлері әртүрлі жапқыштардан өткеннен кейін, үлесті бөлігі келеді.

$$P_{k_i} = b_i \cdot P_k, i = \overline{1,6} \quad (2.1)$$

мұндағы P_{k_i} - әрбір скважинаға түскен қысым, атм; b_i - өндіріс ауданындағы i -скважинаның жапқышының ашылу деңгейі, % немесе үлестік $0 \div 1$ арасында өзгереді.



Жалпы объектінің құрылымы негізгі үш бөліктен тұрады:

2.4 Сурет - ЖССА процесінің құрылымдық сұлбасы

- Дарсидің фильтрация заңына негізделген шығынды өлшеу блогы;
- жер қойнауына сұйықтықтың толуын есептеу блогы;
- сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның қосылыстарының концентрациясын есептеу блогы. Оны жоғарыдағы 2.2 – суреттен байқауға болады.

Бұл суретте негізгі бөліктерден басқа қосымша бөліктер бар:

- жапқыштардың ашылу деңгейіне байланысты кіріс қысымның өзгерісін есептейтін блок;
- ерітіндінің жер қойнауында болған уақытын есептейтін блок;
- жер қойнауында жатқан рудадағы уранның кешенді түзілістерінің концентрациясын есептейтін блок.

Модельдің негізгі бөліктері негізінен бірінші ретті дифференциалды теңдеулерден құралған. Олардың шешімі бірінші ретті аperiodты буын болып табылады.

Енгізу скважиналарының кіріс қысымы жапқыштардың ашылу деңгейіне байланысты болып, (2.1) формула бойынша есептеледі.

Егер руда орналасқан горизонттың жоғарғы және төменгі су өткізбейтін қабаты бар болса, ерітіндіні сүзу процесін шектелмеген жазық кеңістік тегі жазық бағытты ағын ретінде қарастыруға болады. Бірақ та шын мәнінде сүзудің негізгі параметрлерін – ағын жылдамдығын, қысымның таралуының потенциалды өрісін, технологиялық скважиналардың дебитін анықтау ерекше қиын, әсіресе, инженерлік есептеулер үшін. Осыған байланысты қуыс ортада уранның ерітінділерін сүзу моделінің желілік аналогін құру қабылданған.

Құрамында $N_{sc} = 6$ және $N_{oc} = 1$ скважиналары бар, ерітіндіні сүзудің орнатылған режимінде уранды жерасты скважиналы сілтіден айыру өндіріс ауданын қарастырайық.

Дарсидің фильтрация заңын пайдаланып, енгізу және сору скважиналары үшін дебиттерін есептейік. Дарси заңы қуыс ортада сұйықтықтың немесе газдың көлемдік шығыны мен гидравликалық градиенттің (еңістік, қысымның түсіп кетуі) арасындағы сызықты байланысты сипаттайды. Дарси заңы эмпирикалық болып табылғандықтан, қысымның салыстырмалы аз градиенті кезінде де сұйықтың қозғалысын бара-бар сипаттайды. Дарси заңын анықтайтын формула келесідей болады

$$W\rho \frac{dQ}{dt} = s_2(P_1 - P_2) - \varphi Q \quad (2.2)$$

мұндағы W - ерітінді алып жатқан қабаттың көлемі, m^3 ;

ρ - судың тығыздығы, kg/m^3 ;

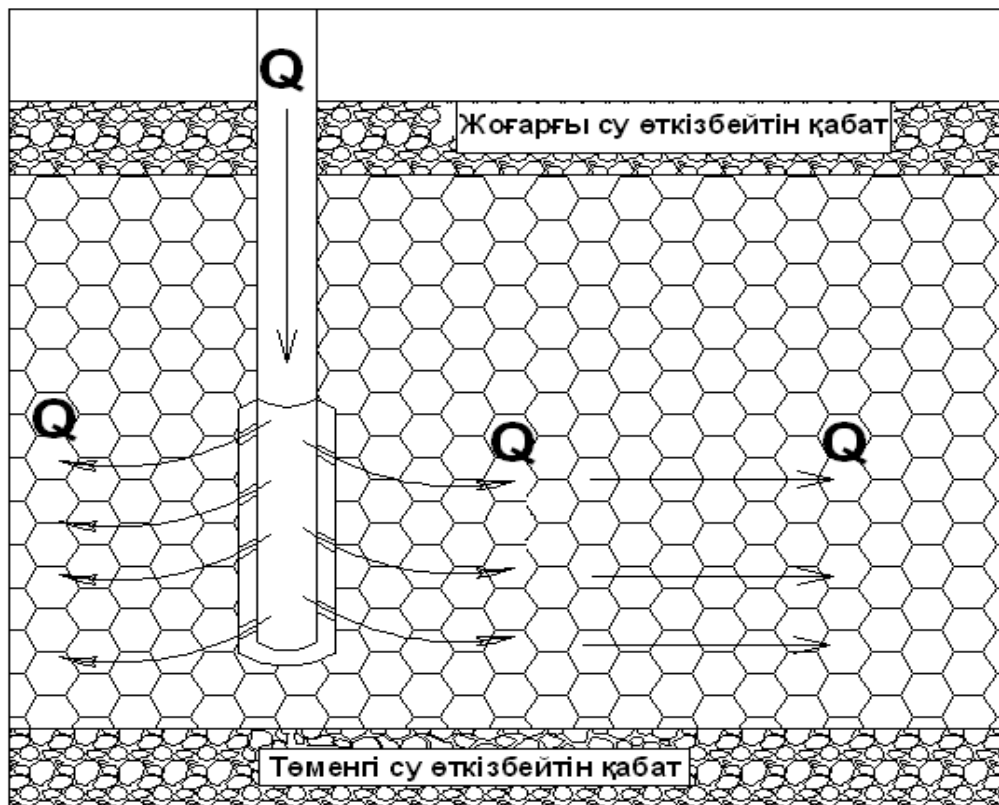
Q - ерітінді шығыны, m^3/c ;

s_2 - енгізу скважиналары құрайтын гексогональдың ауданы, m^2 ;

P_1, P_2 - сәйкесінше, жер астының кедергі және кіріс қысымдар,

атм;

Дарси заңына сүйеніп табылған шығынды жер қойнауын сүзгілеу жылдамдығымен пара-пар деп санаймыз. Бұл жағдайда біз жерасты суларының ағынын ескермей отырмыз. Сонымен қатар, руда орналасқан кабаттың астыңғы және үстіңгі су өткізбейтін қабаты бар екенін ескереміз. Төменде 2.5 – суреттен осы айтылғанды байқауға болады.



2.5 Сурет - Жер қойнауында жылдамдықтың таралуы

Жоғарыдағы (2.2) формулаға түрлендіру енгізейік

$$W\rho \frac{dQ}{dt} + \varphi Q = s_2(\Delta P)$$

Операторлық түрге келтіреміз

$$W\rho pQ + \varphi Q = s_2(\Delta P)$$

Осы өрнектің екі жағын да φ шамасына бөлеміз

$$\begin{aligned} \frac{W}{\varepsilon} pQ + Q &= \frac{s_2}{\varphi} (\Delta P) \\ \left(\frac{W}{\varepsilon} p + 1 \right) Q &= \frac{s_2}{\varphi} (\Delta P) \end{aligned} \quad (2.3)$$

Содан кейін (2.3) формуладағы келесі мәндерді $\frac{W}{\varepsilon} = T_1$ және $\frac{s_2}{\varepsilon} = k_1$ деп белгілесек, бірінші ретті аperiодты буын шығады

$$Q = \frac{k_1}{T_1 p + 1} \cdot (\Delta P)$$

Енді жалпы (2.2) формуладағы айнымалылар мен тұрақтыларды талдап өтейік. Судың тығыздығы $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, ε мәнін төмендегі 2.1 – кестеден таңдап алуға болады.

2.1 Кесте - Кейбір грунттардың қуыстығы

Грунт түрі	Қуыстығы, ε
Саз	0,45
Құмсаз	0,40
Құмдақ	0,40
Ұсақ, сазды құм	0,35
Орташа түйіршікті құм	0,33
Ірі түйіршікті құм	0,30
Қиыршық тас (гравий)	0,25

Енгізу скважиналары құрайтын гексогональдың ауданын қарапайым геометриялық есептен табуға болады. Солтүстік Қарамұрын руда басқару өнеркәсібінде гексогональды ұяшықтың диаметрі 50 м тең. Содан енгізу скважиналары құрайтын гексогональдың ауданы $s_2 = 1594 \text{ м}^2$ тең болады.

Ерітінді алып жатқан қабаттың көлемі айнымалы шама болып табылады. Ол кіріс және шығыс скважиналардың дебиттеріне байланысты. Оны келесідей түрлендіріп жазуға болады

$$W = s_2 \cdot H$$

мұндағы H - жер қойнауын ерітіндімен толтыру деңгейі, м.

Моделіміздің екінші негізгі бөлігі осы толтырылу болып табылады. Ол физикадағы массалар балансына негізделген және ол келесі теңдеумен өрнектеледі

$$s_2 \frac{dH}{dt} = k_h \left(\sum_{i=1}^6 Q_{\kappa_i} - Q_u \right) + (1 - \varepsilon) \cdot s_2 \cdot H \quad (2.4)$$

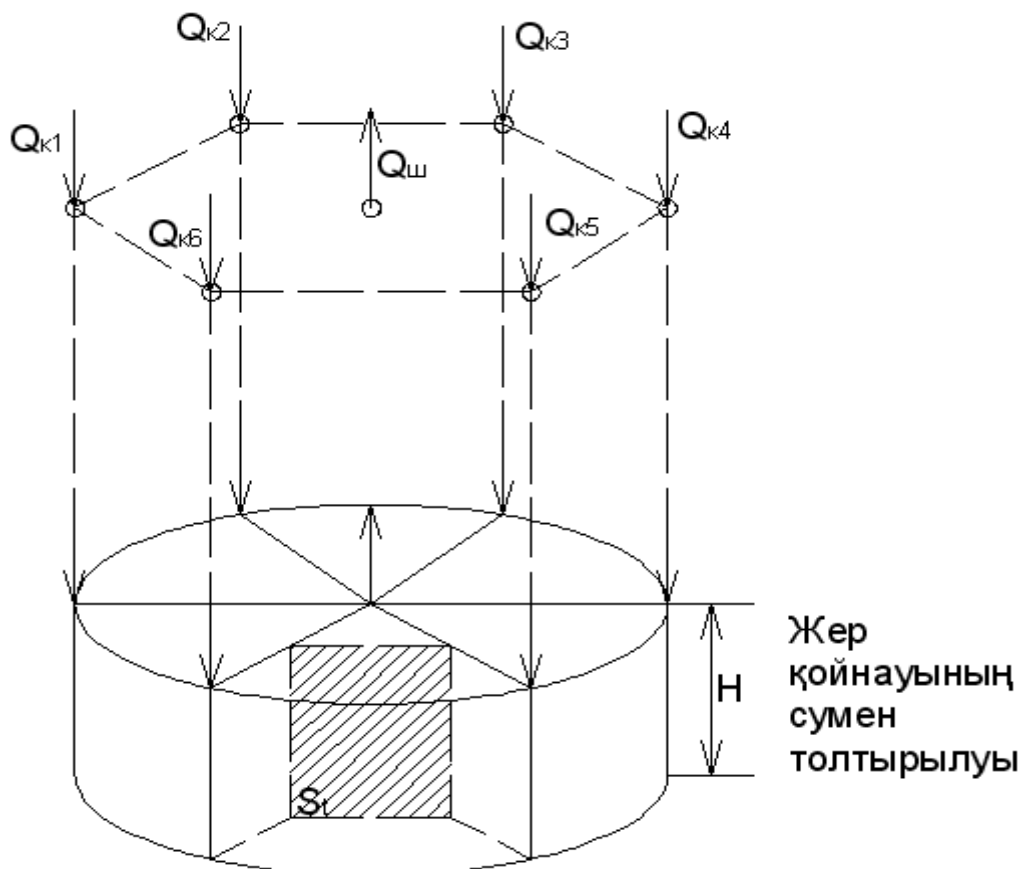
мұндағы k_h - жоғалтулар коэффициенті, өлшемсіз бірлік;

Q_{κ} , Q_u - сәйкесінше кіріс және шығыс скважиналардың шығыны (дебиті), $\text{м}^3 / \text{с}$.

Басында айтылғандай, уран орналасқан қабаттың астыңғы және үстіңгі су өткізбейтін қабаты және руданы айнала қоршап гипсті түзіліс болатынын

ескерсек, жер қойнауын су толтырылған ванна ретінде қарастыруға болады. Көрнекілік үшін келесі 2.6 – сурет ұсынылған.

Бұл жерде ескерілетін бір жағдай, енгізу скважиналары арқылы келетін ерітіндінің тек үштен бір бөлігі ғана гексогональды ұяшыққа енеді, ал қалған бөлігі көршілес ұяшықтарға тиесілі. Сондықтан, әрбір енгізу скважиналарының шығынның алдына $1/3$ коэффициенті қойылады.



2.6 Сурет - Гексогональды ұяшықтың көрнекілік түрі

Жер қойнауын ерітіндімен толтыру деңгейі де бірінші ретті аперидотты буын. Оны келесі түрлендірулер жасау арқылы байқаймыз

$$s_2 \frac{dH}{dt} = k_h \left(\sum_{i=1}^6 Q_{k_i} - Q_u \right) - (\varepsilon - 1) \cdot s_2 \cdot H$$

$$s_2 \frac{dH}{dt} + (\varepsilon - 1) \cdot s_2 \cdot H = k_h \left(\sum_{i=1}^6 Q_{k_i} - Q_u \right)$$

Осы өрнекті операторлық түрге келтіріп, теңдіктің екі жағын да $(\varepsilon - 1) \cdot s_2$ мәніне бөлеміз

$$\frac{1}{\varepsilon - 1} pH + H = \frac{k_h}{(\varepsilon - 1) \cdot s_2} \left(\sum_{i=1}^6 Q_{k_i} - Q_u \right) \quad (2.5)$$

Содан кейін (2.5) формуладағы келесі мәндерді $\frac{1}{\varepsilon - 1} = T_2$ және $\frac{k_h}{(\varepsilon - 1) \cdot s_2} = k_2$ деп белгілесек, бірінші ретті аперодты буын шығады

$$H = \frac{k_2}{T_2 p + 1} \cdot (\Delta Q)$$

Сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның қосылыстарының концентрациясы масса алмасу заңына бағынады. Оны келесі теңдеумен өрнектеуге болады

$$\frac{dC_{ye}}{dt} = k(C_{yp} - C_{ye}) \quad (2.6)$$

мұндағы C_{ye} - ерітіндідегі уран қосылыстарының концентрациясы, $кг/м^3$;

C_{yp} - рудадағы уран қосылыстарының концентрациясы, $кг/м^3$;

k - көрсеткіштік коэффициент.

Көрсеткіштік коэффициент өнімді ерітіндідегі және рудадағы уранның қосылыстарының концентрациясына әсер ететін кейбір параметрлерден құралған. Мысалы, өнімді ерітіндідегі және рудадағы уранның қосылыстарының концентрациясы ерітіндімен толтыру деңгейіне тура және ерітіндінің шығыны мен ерітіндінің жер қойнауында болған уақытына кері пропорционал

$$k \sim \frac{H}{Q \cdot t} \quad (2.7)$$

Содан (2.7) өрнекті былай жазуға болады:

$$k = \frac{k_c \cdot H}{Q \cdot t} \quad (2.8)$$

мұндағы k_c - пропорционалдық коэффициент.

Жоғарыдағы (2.6) теңдеуді біраз түрлендірсек, бірінші ретті аперодты екенін көреміз

$$\frac{dC_{ye}}{dt} + kC_{ye} = kC_{yp}$$

$$\frac{1}{k} pC_{ye} + C_{ye} = C_{yp}$$

Осы өрнектегі $\frac{1}{k} = T_3$ деп белгілесек

$$C_{ye} = \frac{1}{T_3 p + 1} C_{yp}$$

Рудадағы уран қосылыстарының концентрациясы да осы заңмен өзгереді. Оны өрнектейтін теңдеу

$$\frac{dC_{yp}}{dt} = k(-C_{ye} - C_{yp}) \quad (2.9)$$

Бұл жердегі «теріс» таңбасы концентрациялардың өзгерісінің қарама-қарсылығын білдіреді. Ерітіндідегі уран қосылыстарының концентрациясы артып отырса, рудадағы уран қосылыстарының концентрациясы уақыт өткен сайын азая береді.

Қарастырған (2.9) теңдеу модельдің құрылымында қосымша бөлім болып табылады. Бұдан басқа 2.2 – суретте ұсынылған модельдің құрылымдық сұлбасында жапқыштарының ашылу деңгейіне байланысты кіріс қысымның өзгерісін есептейтін бөлік пен ерітіндінің жер қойнауында болған уақыттың есептейтін бөліктер бар. Олардың алғашқысын (2.1) формула бойынша өрнектейміз.

Ерітіндінің жер қойнауында болған уақытын келесі формуладан түрлендіріп шығаруға болады

$$t = \frac{l}{g} = \frac{l \cdot s_t}{|\Delta Q|} \quad (2.10)$$

мұндағы l - енгізу және сору скважиналары арасындағы қашықтық – 25 м;

g - ерітіндінің жер қойнауындағы жылдамдығы, $м/с$;

ΔQ - енгізу және сору скважиналарының шығындарының арасындағы айырмашылық, $м^3/с$;

s_t - ерітіндінің жер қойнауында жүріп өтетін көлемінің көлденең қимасының ауданы, $м^2$.

Соңғы элементті түсіну үшін келесі 2.4 – суретті қарасақ, s_t шамасы айнымалы екенін байқаймыз. Егер гексогональ ұяшықтың радиусы 25 м екенін ескерсек, оны келесідей өрнектеуге болады

$$s_t = 12,5 \cdot H .$$

Осыдан (2.10) формуланы былай жазуға болады

$$t = \frac{l \cdot 12,5 \cdot H}{|Q_u - Q_k|} \quad (2.11)$$

Әрбір енгізу скважинасы арқылы жіберілетін ерітіндінің жер қойнауында өткізетін уақыты бөлек есептеледі[2].

2.3 ЖССА технологиялық процесі

2.3.1 Идентификацияның адаптивті алгоритмдері. Качмаж алгоритмі

Идентификацияның адаптивті алгоритмдеріне алынатын ақпарат, модельді дәлелдеу үшін оперативті пайдаланады. Осылайша дәлелденетін модельдер адаптивті модельдер деп аталады. Кең таралған, объектілер параметрлерінің идентификациялауының адаптивті алгоритмдерінің біріне, Качмаж алгоритмдері және оның әртүрлі модификациясы жатады.

Келесі теңдеумен сипатталатын сызықты объектіні қарастырайық

$$x(t) = u^T(t)\theta + v(t),$$

мұндағы $x(t)$ - скалярлы бақыланатын шығыс сигнал;

$u(t)$ - n өлшемді бақыланатын кіріс сигнал;

θ - n өлшемді идентификацияланатын параметрлер векторы;

$v(t)$ - нөльдік ортамен бақыланбайтын бөгеуіл;

t - дискретті уақыт.

Качмаж алгоритмінің өрнегі

$$\hat{\theta}(t) = \hat{\theta}(t-1) + \frac{x(t) - \hat{x}(t)}{\sum_{i=1}^N u_i^2(t)} \cdot u_i(t) \quad (2.12)$$

мұндағы N - объектінің кіріс сигналдарының саны.

Қазіргі уақытта Качмаж алгоритмінің әртүрлі модификациясы белгілі. Жоғарыдағы (2.12) алгоритмі бөгеуіл жоқ кезде немесе олардың аз интенсивтілігі кезінде қолданылады. Жалпы жағдайда көбірек қолданылатын алгоритм түрі келесідей

$$\hat{\theta}(t) = \hat{\theta}(t-1) + \frac{x(t) - \hat{x}(t)}{\gamma + \sum_{i=1}^N u_i^2(t)} \cdot u_i(t) \quad (2.13)$$

мұндағы γ - $(0 \div 2)$ аралығында жататын скалярлы теріс емес параметр[8].

2.3.2 ЖССА технологиялық процесін Качмаж алгоритмін пайдаланып идентификациялау

Жерасты скважиналы сілтіден айыру технологиялық процесін Качмаж алгоритмін пайдаланып идентификациялау үшін 2.4 – суреттегі модельдің құрылымдық сұлбасын екіге бөліп қарастырамыз:

1) кірісі сигналы скважиналардың кіріс қысымы болып табылатын шығынды өлшеу бөлімі;

2) кірісі сигналы енгізу және сору скважиналардың шығындарының айырымы болып табылатын уран қосылыстарының концентрациясын есептеу бөлімі.

Объектінің параметрлерін Качмаж алгоритмін пайдаланып бағалау үшін осы қарастырғалы отырған объектінің теңдеулерін күрделі дифференциалдық түрден қарапайым алгебралық түрге келтіреміз. Ол үшін Лаплас түрлендіруін жасаймыз. Алдымен, бірінші бөлім үшін Дарсидің фильтрация зыңын сипаттайтын (2.3) қарапайым алгебралық теңдеуді пайдаланамыз. Оны біраз түрлендіріп, өтпелі процесін аламыз

$$Q = \frac{\frac{s_z}{\varepsilon} \rho}{W} (P_k - P_{zk}) \quad (2.14)$$

мұндағы P_k - скважиналардағы ерітіндінің қысымы;

P_{zk} - жер қыртысының гидродинамикалық кедергісі, атм.

Екінші бөлім үшін жер қыртысының ерітіндімен толтырылуын есептейтін (2.5) теңдеуді, ерітіндідегі уран қосылыстарының концентрациясын есептейтін (2.6) теңдеуді және рудадағы уран кешенді түзілістерінің концентрациясын есептейтін (2.9) теңдеуді қарапайым алгебралық түрге келтіреміз.

(2.5) теңдеуді былай түрлендіреміз

$$H = \frac{k_h}{\frac{(\varepsilon - 1) \cdot s_z}{\varepsilon - 1} p + 1} (\Delta Q) \quad (2.15)$$

(2.6) теңдеуді келесідей түрлендіреміз

$$C_{ye} = \frac{1}{\frac{Q \cdot t}{k_c \cdot H} p + 1} C_{yp} \quad (2.16)$$

Сол сияқты (2.9) теңдеуді де түрлендіреміз

$$C_{yp} = \frac{-1}{\frac{Q \cdot t}{k_c \cdot H} p + 1} C_{ye} \quad (2.17)$$

Осылай біз күрделі динамикалық модельді қарапайым түрге келтіреміз. Идентификация есебін жүргізу үшін Қызылорда облысы Шиелі ауданындағы

ЖШС «РУ-6» руда басқармасының Иіркөл кенішінен әкелінген статистикалық мәліметтер пайдаланды. Ол төменде 2.2 – кестеде келтірілген.

2.2 Кесте - Иіркөл кенішінің статистикалық мәліметтері

t	$b_i, \%$	$P_k, \text{атм}$	$P_{u_i}, \text{атм}$	$Q_{k1}, \frac{M^3}{c}$	$Q_{k2}, \frac{M^3}{c}$	$Q_{k3}, \frac{M^3}{c}$	$Q_{k4}, \frac{M^3}{c}$	$Q_{k5}, \frac{M^3}{c}$	$Q_{k6}, \frac{M^3}{c}$	$Q_{u_i}, \frac{M^3}{c}$	$C, \frac{z}{л}$
1	10	0,8	-0,5	1,046	1,046	1,045	1,044	1,045	1,04	3,4	1,02
2	20	1,6	-1	4,3	4,4	4,21	4,1	4,3	4,35	5,9	1,003
3	30	2,4	-1,5	5,63	5,23	5,65	5,67	5,8	5,68	5,96	1
4	50	4	-2,5	7,69	7,7	7,8	7,92	7,9	7,79	6,65	1,004
5	70	5,6	-3,5	9,58	9,6	9,55	9,53	9,59	9,58	7,39	1,002
6	100	8	-5	11,8	11,79	11,9	12,01	11,92	11,9	8,7	1,002

Осы кестеде келтірілген b_i мәндерін құрастырған модельдің кірісіне беріп, керекті мәліметтерді аламыз. Мұндағы объектінің мәліметтерінен ерекшелігі $\hat{Q}_{k1} = \hat{Q}_{k2} = \hat{Q}_{k3} = \hat{Q}_{k4} = \hat{Q}_{k5} = \hat{Q}_{k6} = \hat{Q}_k$ болып шықты. Сондықтан 2.3 – кестесі ықшамды болады.

Енді (2.13) формуланы пайдаланып, объектінің параметрлерін бағалаймыз. Ондағы скалярлы параметрді $\gamma = 1,2$ деп аламыз.

2.3 Кесте - Құралған модельдің статистикалық мәліметтері

t	$b_i, \%$	$P_k, \text{атм}$	$P_{u_i}, \text{атм}$	$\hat{Q}_k, \frac{M^3}{c}$	$\hat{Q}_{u_i}, \frac{M^3}{c}$	$\hat{C}, \frac{z}{л}$
1	10	0,8	-0,5	1,0466	3,39	1,001
2	20	1,6	-1	4,319	5,877	1,003
3	30	2,4	-1,5	5,634	5,924	1,001
4	50	4	-2,5	7,795	6,685	1,002
5	70	5,6	-3,5	9,576	7,52	1,002
6	100	8	-5	11,84	8,69	1,003

Алдымен скважиналардың шығынын есептейтін бөлігі үшін бағалау есебін жүргізейік. Оны бір кірісі, бір шығысы бар, белгісіз параметрі $\alpha(t)$ болатын объект ретінде қарастырамыз. Жоғарыдағы 2.2 – кестедегі және 2.3 – кестедегі t -ның дискретті моменттеріндегі мәліметтерді пайдаланып бағалау есебін шешеміз. Алғашқы кезде $\alpha(0) = 0$ деп аламыз.

$$\hat{\alpha}(1) = \hat{\alpha}(0) + \frac{Q_{k1}(1) - \hat{Q}_k(1)}{\gamma + P_{k1}^2(1)} \cdot P_{k1}(1) = 0 + \frac{1,046 - 1,0466}{1,2 + (0,8)^2} \cdot 0,8 = -0,00026;$$

$$\hat{\alpha}(2) = \hat{\alpha}(1) + \frac{Q_{k1}(2) - \hat{Q}_k(2)}{\gamma + P_{k1}^2(2)} \cdot P_{k1}(2) = -0,00026 + \frac{4,3 - 4,319}{1,2 + (1,6)^2} \cdot 1,6 = -0,0083;$$

$$\begin{aligned}\hat{\alpha}(3) &= \hat{\alpha}(2) + \frac{Q_{\kappa 1}(3) - \hat{Q}_{\kappa}(3)}{\gamma + P_{\kappa 1}^2(3)} \cdot P_{\kappa 1}(3) = -0,0083 + \frac{5,63 - 5,634}{1,2 + (2,4)^2} \cdot 2,4 = -0,0097; \\ \hat{\alpha}(4) &= \hat{\alpha}(3) + \frac{Q_{\kappa 1}(4) - \hat{Q}_{\kappa}(4)}{\gamma + P_{\kappa 1}^2(4)} \cdot P_{\kappa 1}(4) = -0,0097 + \frac{7,69 - 7,795}{1,2 + 4^2} \cdot 4 = -0,031; \\ \hat{\alpha}(5) &= \hat{\alpha}(4) + \frac{Q_{\kappa 1}(5) - \hat{Q}_{\kappa}(5)}{\gamma + P_{\kappa 1}^2(5)} \cdot P_{\kappa 1}(5) = -0,031 + \frac{9,58 - 9,576}{1,2 + (5,6)^2} \cdot 5,6 = -0,032; \\ \hat{\alpha}(6) &= \hat{\alpha}(5) + \frac{Q_{\kappa 1}(6) - \hat{Q}_{\kappa}(6)}{\gamma + P_{\kappa 1}^2(6)} \cdot P_{\kappa 1}(6) = -0,032 + \frac{11,8 - 11,84}{1,2 + 8^2} \cdot 8 = -0,035.\end{aligned}$$

Қалған енгізу скважиналарының шығынын өлшеу моделінің идентификациясы осыған пара-пар болады.

Сору скважинасының шығынын өлшеу моделінің идентификациясын, белгісіз параметрі $\beta(0) = 0$ деп алып, жасаймыз.

$$\begin{aligned}\hat{\beta}(1) &= \hat{\beta}(0) + \frac{Q_u(1) - \hat{Q}_u(1)}{\gamma + P_u^2(1)} \cdot P_u(1) = 0 + \frac{3,4 - 3,39}{1,2 + (-0,5)^2} \cdot (-0,5) = -0,0034; \\ \hat{\beta}(2) &= \hat{\beta}(1) + \frac{Q_u(2) - \hat{Q}_u(2)}{\gamma + P_u^2(2)} \cdot P_u(2) = -0,0034 + \frac{5,9 - 5,877}{1,2 + (-1)^2} \cdot (-1) = -0,014; \\ \hat{\beta}(3) &= \hat{\beta}(2) + \frac{Q_u(3) - \hat{Q}_u(3)}{\gamma + P_u^2(3)} \cdot P_u(3) = -0,014 + \frac{5,96 - 5,924}{1,2 + (-1,5)^2} \cdot (-1,5) = -0,029; \\ \hat{\beta}(4) &= \hat{\beta}(3) + \frac{Q_u(4) - \hat{Q}_u(4)}{\gamma + P_u^2(4)} \cdot P_u(4) = -0,029 + \frac{6,65 - 6,685}{1,2 + (-2,5)^2} \cdot (-2,5) = -0,017; \\ \hat{\beta}(5) &= \hat{\beta}(4) + \frac{Q_u(5) - \hat{Q}_u(5)}{\gamma + P_u^2(5)} \cdot P_u(5) = -0,017 + \frac{7,39 - 7,52}{1,2 + (-3,5)^2} \cdot (-3,5) = 0,017; \\ \hat{\beta}(6) &= \hat{\beta}(5) + \frac{Q_u(6) - \hat{Q}_u(6)}{\gamma + P_u^2(6)} \cdot P_u(6) = 0,017 + \frac{8,7 - 8,69}{1,2 + (-5)^2} \cdot (-5) = 0,015.\end{aligned}$$

Енді ерітіндідегі уран концентрациясын есептейтін бөлігі үшін бағалау есебін жүргізейік. Оны бір кірісі, бір шығысы бар, белгісіз параметрі $\theta(t)$ болатын объект ретінде қарастырамыз. Объектінің кірісі келесі өрнекпен есептеледі

$$\begin{aligned}\Delta Q(t) &= \frac{1}{3} \sum_{i=1}^6 Q_{\kappa_i}(t) - Q_u(t); \\ \Delta Q(1) &= \frac{1}{3}(1,046 + 1,046 + 1,045 + 1,044 + 1,045 + 1,04) - 3,4 = -1,31; \\ \Delta Q(2) &= \frac{1}{3}(4,3 + 4,4 + 4,21 + 4,1 + 4,3 + 4,35) - 5,9 = 2,65; \\ \Delta Q(3) &= \frac{1}{3}(5,63 + 5,23 + 5,65 + 5,67 + 5,8 + 5,68) - 5,96 = 5,26; \\ \Delta Q(4) &= \frac{1}{3}(7,69 + 7,7 + 7,8 + 7,92 + 7,9 + 7,79) - 6,65 = 8,95;\end{aligned}$$

$$\Delta Q(5) = \frac{1}{3}(9,58 + 9,6 + 9,55 + 9,53 + 9,59 + 9,58) - 7,39 = 11,71;$$

$$\Delta Q(6) = \frac{1}{3}(11,8 + 11,79 + 11,9 + 12,01 + 11,92 + 11,9) - 8,7 = 15,07.$$

Осы мәліметтерді пайдаланып, $\theta(0) = 0$ деп алып, ерітіндідегі уран концентрациясын есептейтін моделдің идентификациясын жасаймыз.

$$\hat{\theta}(1) = \hat{\theta}(0) + \frac{C(1) - \hat{C}(1)}{\gamma + \Delta Q^2(1)} \cdot \Delta Q(1) = 0 + \frac{1,02 - 1,001}{1,2 + (-1,31)^2} \cdot (-1,31) = -0,0085;$$

$$\hat{\theta}(2) = \hat{\theta}(1) + \frac{C(2) - \hat{C}(2)}{\gamma + \Delta Q^2(2)} \cdot \Delta Q(2) = -0,0085 + \frac{1,003 - 1,003}{1,2 + (2,65)^2} \cdot 2,65 = -0,0085;$$

$$\hat{\theta}(3) = \hat{\theta}(2) + \frac{C(3) - \hat{C}(3)}{\gamma + \Delta Q^2(3)} \cdot \Delta Q(3) = -0,0085 + \frac{1 - 1,001}{1,2 + (5,26)^2} \cdot 5,26 = -0,0087;$$

$$\hat{\theta}(4) = \hat{\theta}(3) + \frac{C(4) - \hat{C}(4)}{\gamma + \Delta Q^2(4)} \cdot \Delta Q(4) = -0,0087 + \frac{1,004 - 1,002}{1,2 + (8,95)^2} \cdot 8,95 = -0,0085;$$

$$\hat{\theta}(5) = \hat{\theta}(4) + \frac{C(5) - \hat{C}(5)}{\gamma + \Delta Q^2(5)} \cdot \Delta Q(5) = -0,0085 + \frac{1,002 - 1,002}{1,2 + (11,71)^2} \cdot 11,71 = -0,0085;$$

$$\hat{\theta}(6) = \hat{\theta}(5) + \frac{C(6) - \hat{C}(6)}{\gamma + \Delta Q^2(6)} \cdot \Delta Q(6) = -0,0085 + \frac{1,002 - 1,003}{1,2 + (15,07)^2} \cdot 15,07 = -0,0086.$$

Осы параметрлерді пайдаланып, ЭЕМ-да жерасты сілтіден айыру процесінің моделін құрамыз.

2.3 Модельді практикалық іске асыру

Жасалған математикалық модельді VisSim модельдеу бағдарламасында құрастырамыз. Ол үшін жоғарыда келтірілген теңдеулерді біраз түрлендіреміз.

Дарсидің фильтрация заңына негізделген шығынды есептейтін (2.2) өрнекте $W = s_2 \cdot H$ өзгертуін енгіземіз

$$s_2 H \rho \frac{dQ}{dt} = s_2 (P_1 - P_2) - \varepsilon Q$$

Өрнектің екі жағын да $s_2 H \rho$ -ке бөлеміз

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{H \rho} (P_1 - P_2) - \frac{\varepsilon}{s_2 H} Q$$

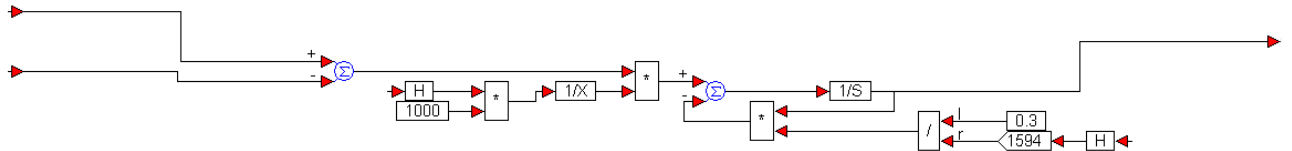
Операторлық түрге келтіреміз

$$Q = \frac{1}{p} \left(\frac{1}{H\rho} (P_1 - P_2) - \frac{\varepsilon}{s_2 H} Q \right) \quad (2.12)$$

Бұл өрнекте $s_2 = 1594 \text{ м}^2$, $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ тең, ε -ді жоғарыдағы 2.1 – кестеден таңдап

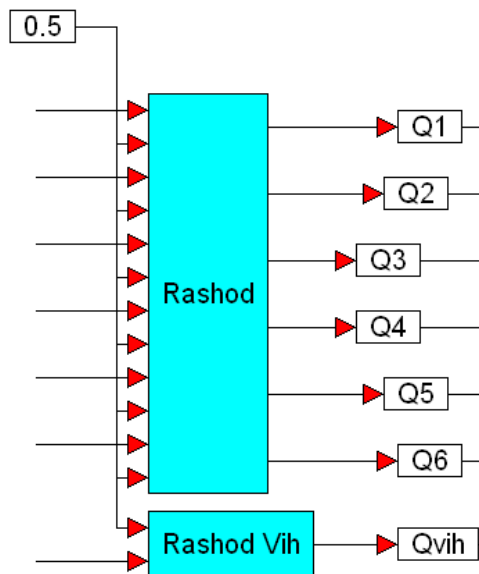
аламыз.

Оның VisSim-дегі көрінісі 2.7 – суретте көрсетілген.



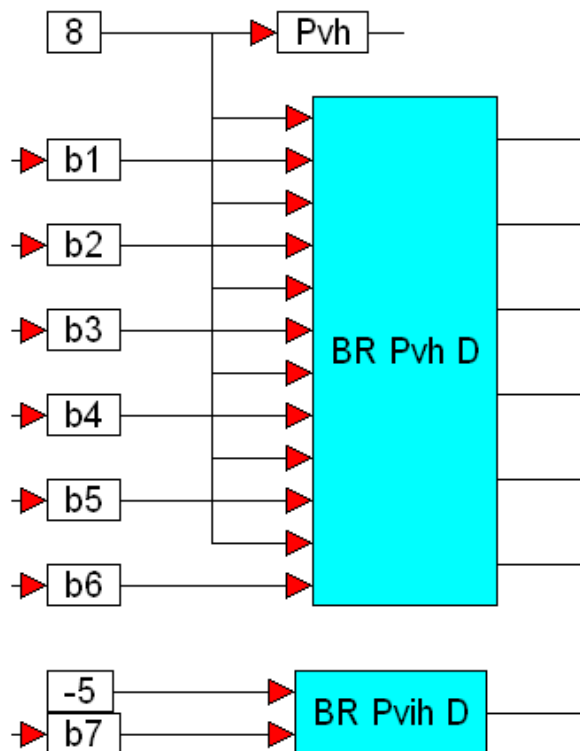
2.7 Сурет - VisSim-де Дарси заңын өрнектеу

Осы сияқты қалған скважиналар үшін дебитті есептеу моделін құрамыз. Олардың барлығын бір блокқа біріктіреміз, ол 2.8 – суретте келтірілген.



2.8 Сурет - Дарсидің фильтрация заңына негізделген шығынды өлшеу блогы

Сонымен қатар, сору скважинасының шығынын да (2.12) формуламен өрнектейміз. Бұл блокқа кіріс болып табылатын, әрбір скважинаның қысымы (2.1) формуламен есептеледі. Енгізу скважиналары үшін орталық насос $P_k = 8 \text{ атм}$ қысым тудырады. Ал сору скважинасында орналасқан тереңдік насостың паспорттық мәліметі бойынша $P_{ui} = -5 \text{ атм}$ сиретілу береді. Оны келесі 2.9 – суреттен көруге болады.



2.9 Сурет - Жапқыштардың ашылу деңгейіне байланысты кіріс қысымның өзгерісін есептейтін блок

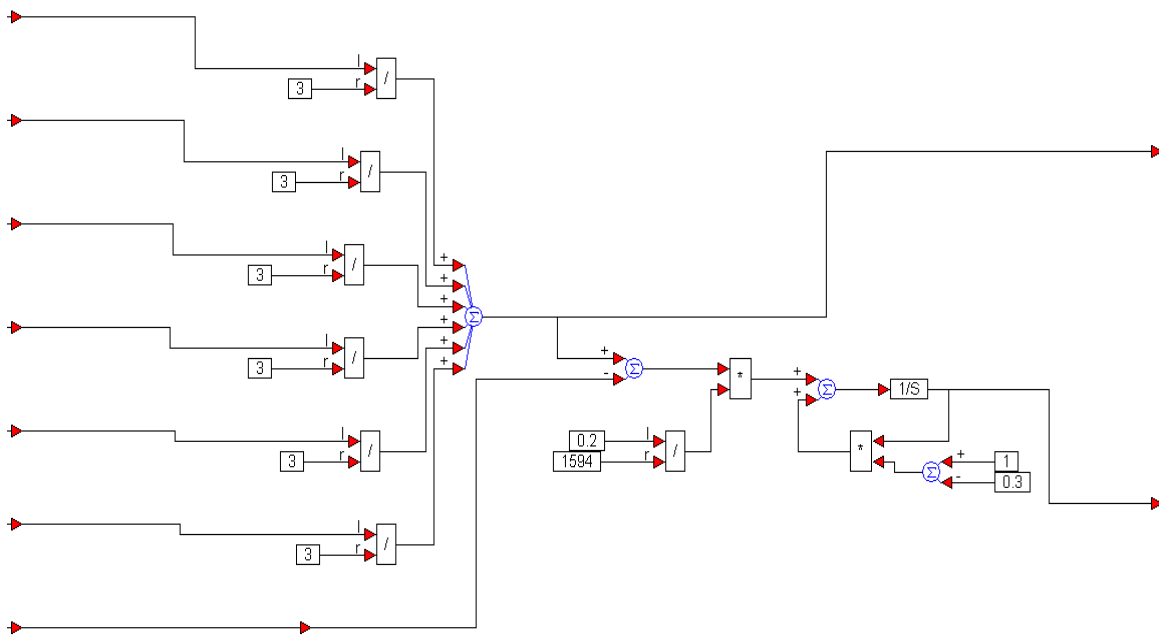
Осыдан кейінгі блокты, жер қойнауына сұйықтықтың толуын есептеу есептеу үшін жоғарыдағы (2.4) теңдеуді түрлендіреміз. Кіріс шығын $1/3$ коэффициентіне көбейтеміз. Теңдеудің екі жағын да s_2 гексогональдың ауданына бөліп, операторлық түрге келтіреміз

$$\frac{dH}{dt} = \frac{k_h}{s_2} \left(\sum_{i=1}^6 \frac{1}{3} Q_{\kappa_i} - Q_u \right) + (1 - \varepsilon) \cdot H$$

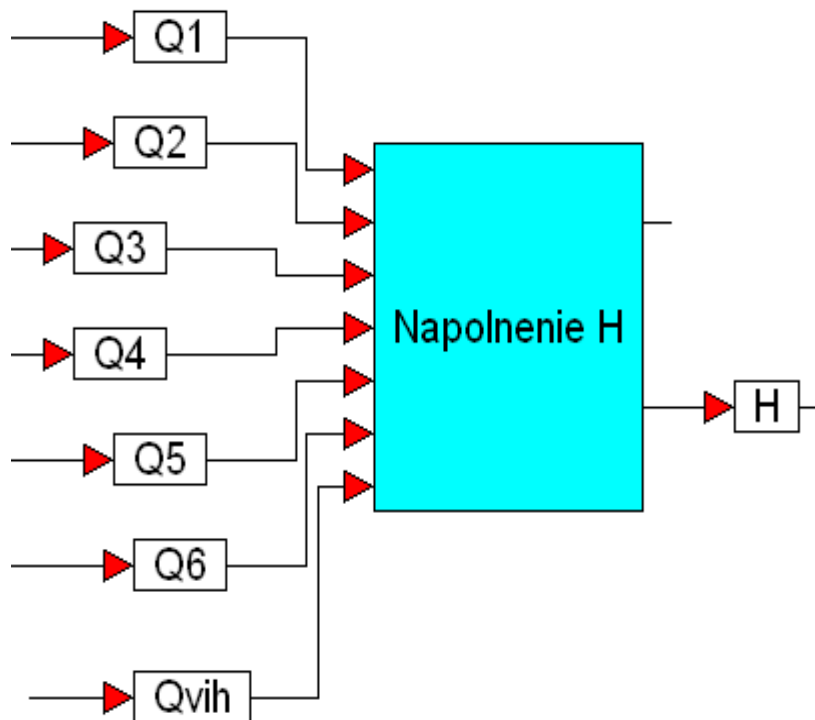
$$H = \frac{1}{p} \left(\frac{k_h}{s_2} \left(\sum_{i=1}^6 \frac{1}{3} Q_{\kappa_i} - Q_u \right) + (1 - \varepsilon) \cdot H \right) \quad (2.13)$$

Оның VisSim-дегі көрінісі 2.10 – суретте көрсетілген.

Жоғарыдағы (2.13) формуласында жоғалтулар коэффициентін $k_h = 0,2$ деп аламыз. Осының барлығын, 2.11 – суретте келтірілген, жер қойнауына сұйықтың толуын есептеу блогына біріктіреміз.



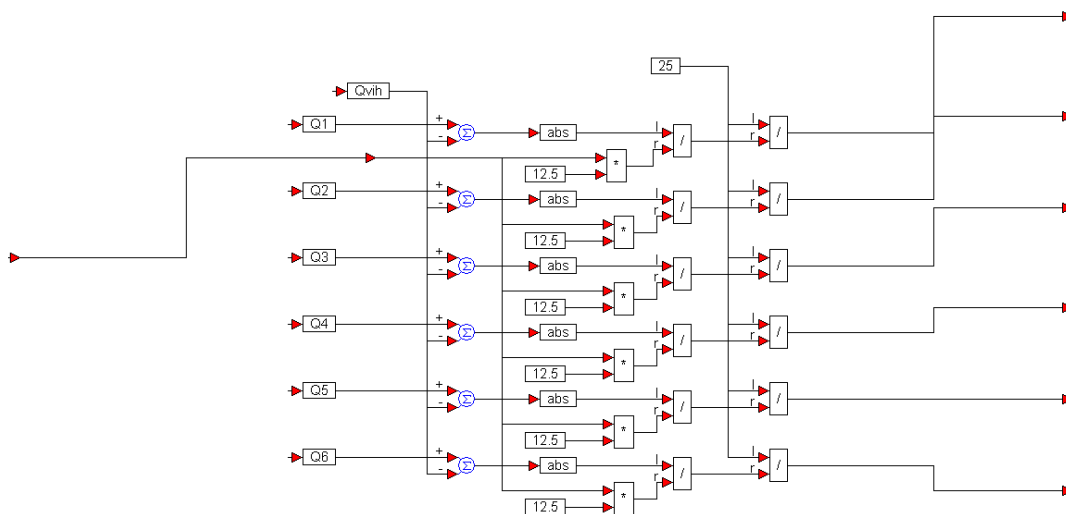
2.10 Сурет - Жер қойнауына сұйықтықтың толуын VisSim-де өрнектеу



2.11 Сурет - Жер қойнауына сұйықтықтың толуын есептеу блогы

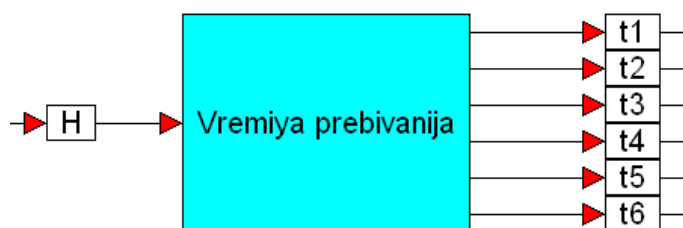
Жоғарыда есептелген шығындар мен ерітіндінің толу деңгейін пайдаланып, ерітіндінің жер қойнауында болған уақытын есептеу блогін

құрамыз. Ол үшін (2.11) формуланы пайдаланып, 2.12 – суретте көрсетілгендей VisSim-де өрнектейміз.



2.12 Сурет - VisSim-де ерітіндінің жер қойнауында болған уақытын есептеу

Барлығын бір блокқа, ерітіндінің жер қойнауында болған уақытын есептейтін блокқа біріктіреміз. Ол 2.13 – суретте көрсетілген.

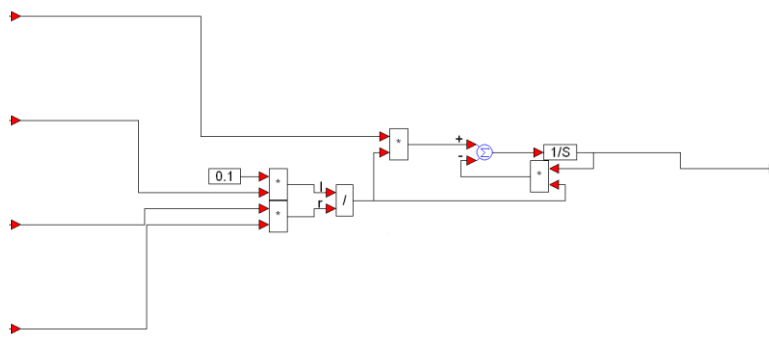


2.13 Сурет - Ерітіндінің жер қойнауында болған уақытын есептейтін блок

Сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның қосылыстарының концентрациясын есептеу блогын құру үшін оған әсет ететін бір енгізу скважинасына қатысты (2.6) формуланы пайдаланып есептейміз. Операторлық түрге келтіріп, келесі түрлендірулерді жасаймыз

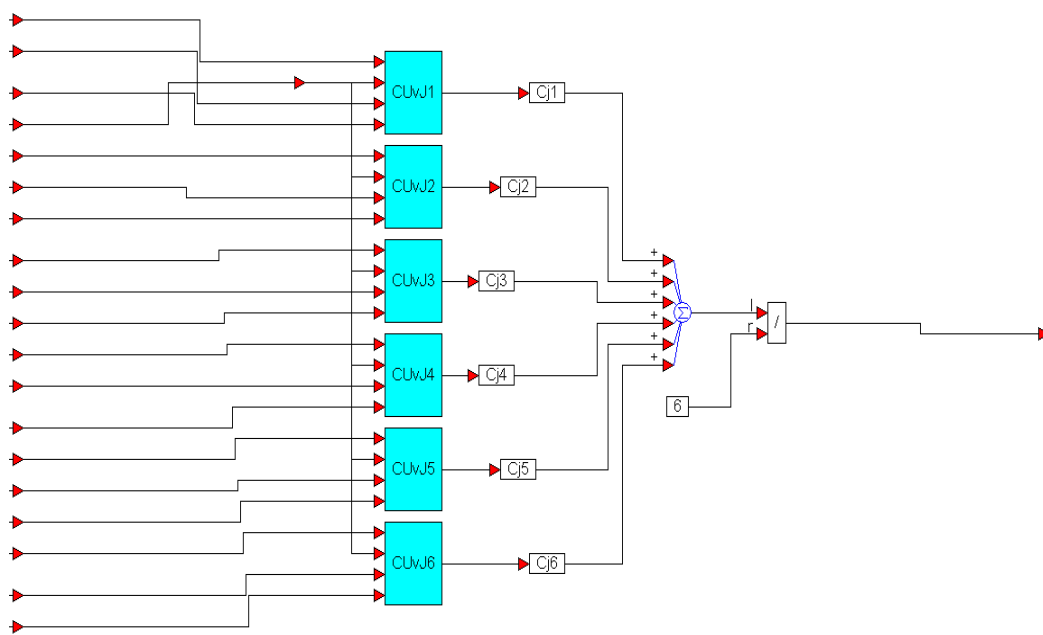
$$C_{ye} = \frac{1}{p} (k(C_{yp} - C_{ye})) \quad (2.14)$$

Оның VisSim-дегі көрінісі 2.14 – суретте көрсетілген.



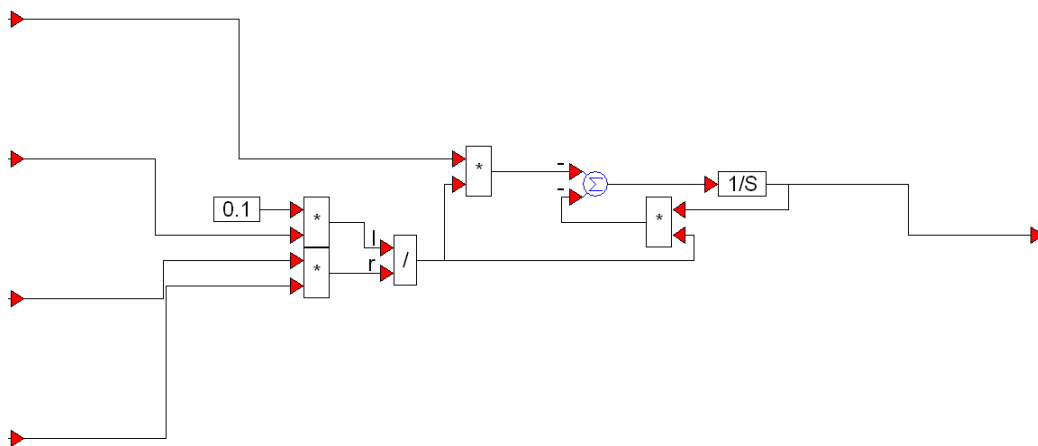
2.14 Сурет - VisSim-де ерітіндідегі уран концентрациясын есептеу

Қалған бес енгізу скважинасы бойынша сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның қосылыстарының концентрациясына әсерін өрнектеп, барлығының арифметикалық ортасын табамыз. Оны бір блокқа, сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның қосылыстарының концентрациясын есептеу блогына 2.15 – суреттегідей етіп біріктіреміз.



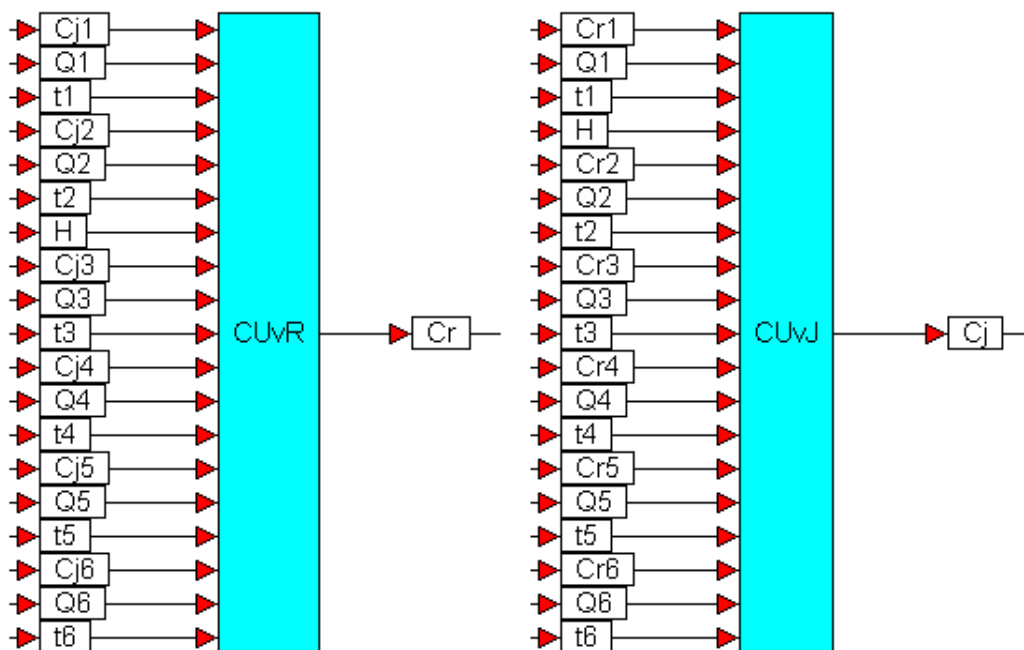
2.15 Сурет - Сору скважинасындағы өнімді ерітіндідегі уранның қосылыстарының концентрациясын есептеу блогының ашық түрі

Жер қойнауында жатқан рудадағы уранның кешенді түзілістерінің концентрациясын есептеу үшін (2.9) формуланы алдыңғы өрнек сияқты түрлендіріп, 2.16 – суреттегідей етіп VisSim-де жазамыз.



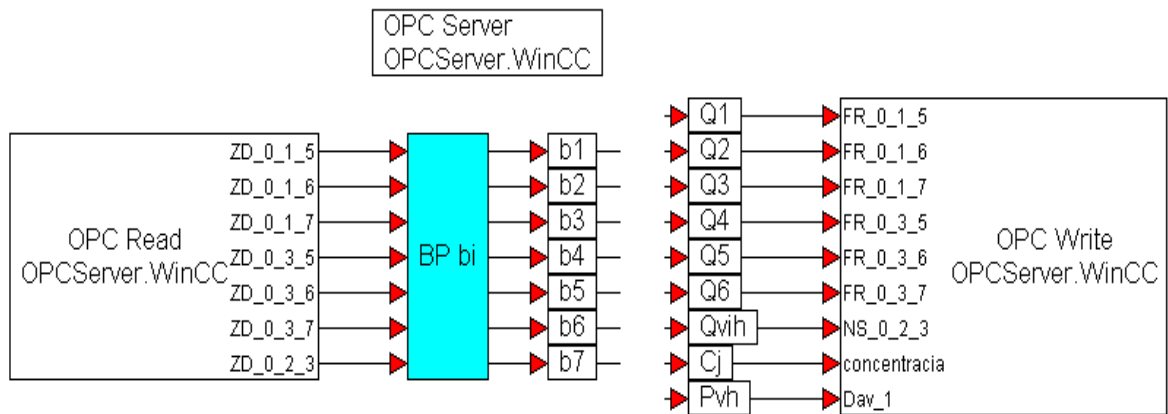
2.16 Сурет - VisSim-де рудадағы уран концентрациясын есептеу

Барлық енгізу скважиналары бойынша рудадағы уран түзілістерінің концентрациясына әсерін есептеп, жер қойнауында жатқан рудадағы уранның кешенді түзілістерінің концентрациясын есептеу блогына біріктіреміз. Ол келесі 2.17 – суретте бейнеленген.



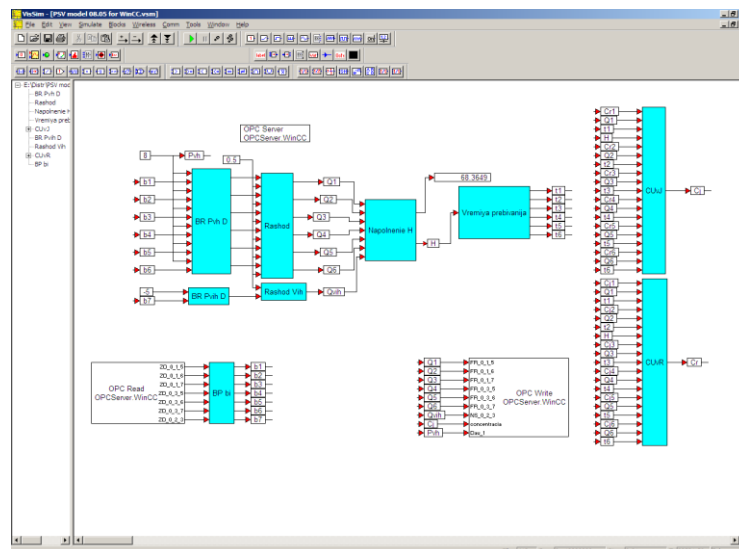
2.17 Сурет - Ерітіндідегі және рудадағы уран концентрациясын есептейтін блок

Жасалған модельдің кіріс және шығыс параметрлерін VisSim бағдарламасының OPC Server қаптамасымен байланыстыратын блоктарды орналастырып, және сол параметрлерді тіркейміз. Төменде 2.18 – суретте көрсетілген. Өз кезегінде осы блоктар OPC Server.WinCC қаптамасымен байланыстырады.



2.18 Сурет - OPC Server қаптамасына кіріс шығыс параметрлерді тіркеу

Осы жоғарыда қарастырылған блоктардың барлығын біріктіріп, ЖССА процесінің моделін құрастырамыз. Төменде 2.19 – суретте келтірілген.

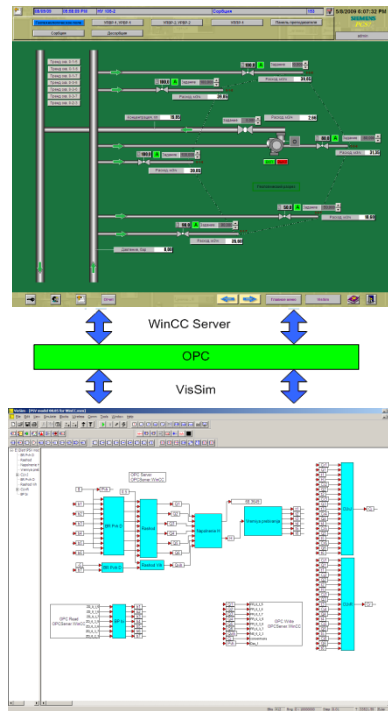


2.19 Сурет - ЖССА процесінің VisSim-де құрылған моделі

Енді жасалған модельді уран өндірісі процестеріне арналған, Siemens фирмасының WinCC Scada жүйесінде жасалған виртуалды жаттықтырғышымен байланыстырамыз.

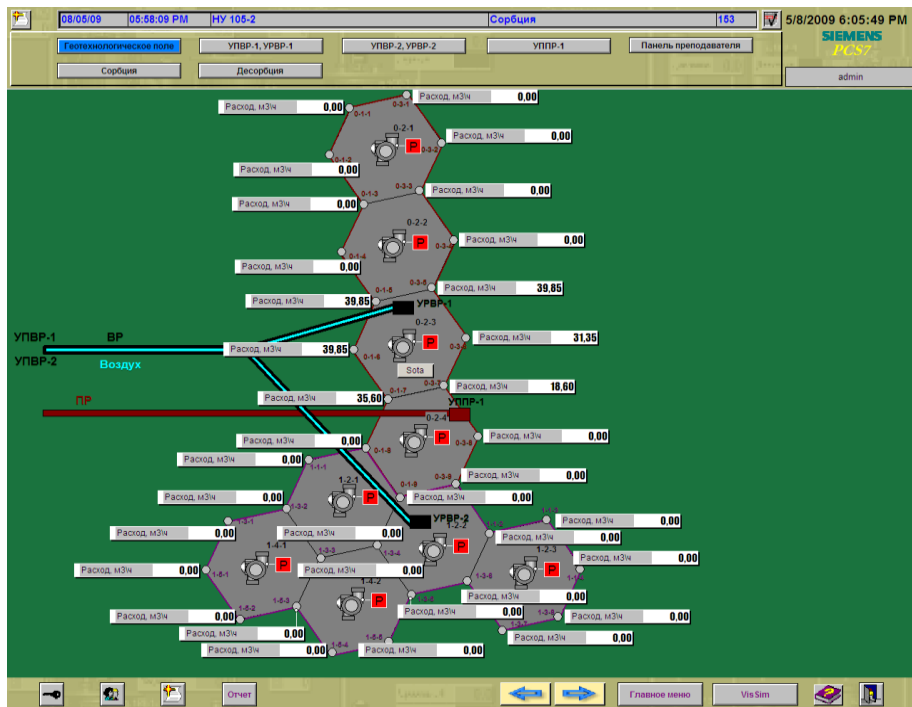
Виртуалды жаттықтырғыш – уран өндірумен айналысатын өнеркәсіптерде жұмыс жасайтын операторлардың, өндіріске жаңадан енгізілген АБЖ-да жұмыс жасау біліктілігін арттыру үшін жасалған арнайы кешен. Ол автоматтандырылған жұмыс орнында (АЖО) отырып, өндірісті қадағалайтын операторлардың жаңа буынын дайындайды.

Виртуалды жаттықтырғыш пен VisSim-де құрылған модель OPC Server қаптамасы арқылы байланысады. Төменде 2.20 – суретте келтірілген.



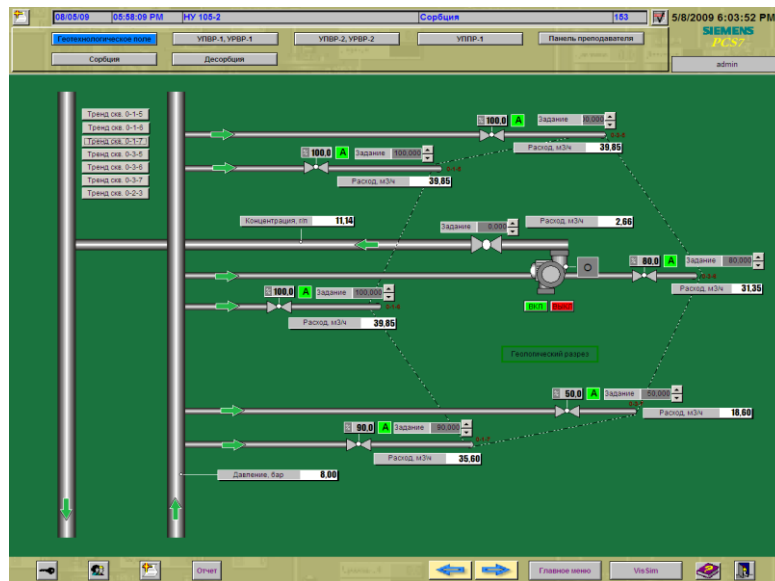
2.20 Сурет - Компьютерлік жаттықтырғыштың мәліметтер айналысының құрылымы

Компьютерлік жаттықтырғышта тоғыз ұяшықтан тұратын геотехнологиялық аудан берілген. Төменде 2.21 – суретте келтірілген.



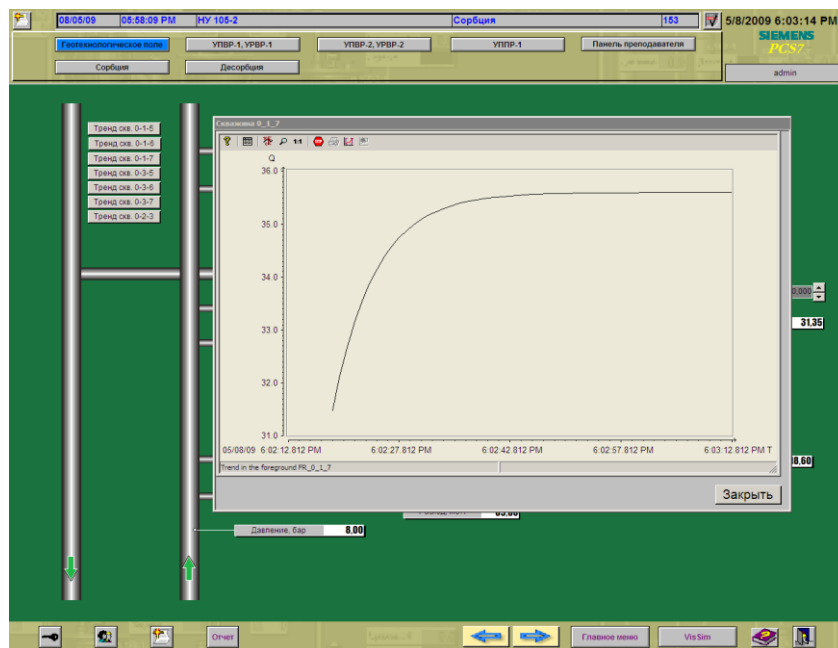
2.21 Сурет - Геотехнологиялық аудан

Біз осы ауданда (0-1-5), (0-1-6), (0-1-7), (0-3-5), (0-3-6), (0-3-7) енгізу және (0-2-3) сору скважиналарынан тұратын орталық ұяшықты қарастырамыз. Ұяшықтың орта тұсында тұрған Sota батырмасына осы ұяшықтың жеке түрін байланыстырамыз. Төменде 2.22 – суретте келтірілген.



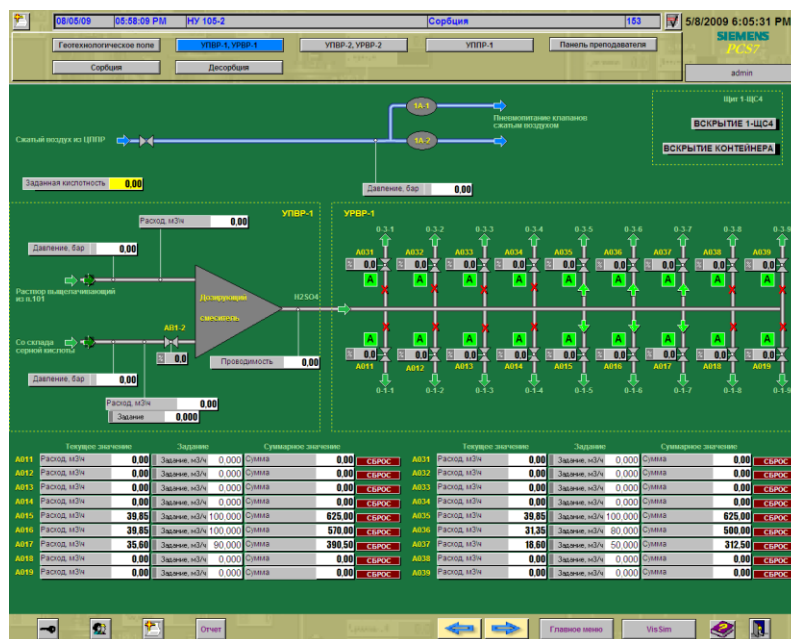
2.22 Сурет - Модельденген ұяшық

Бұл экранда әрбір скважинаның шығыны, жапқыштарының ашылу деңгейі, кіріс қысым шамалары мен әр скважинаның шығынының өзгеру қисығы орналасқан. Мысалы, (0-1-7) скважинасының жапқышынның ашылу деңгейін 80%-дан 90%-ға ашқанда шығынының өзгеруі 2.23 – суретте келтірілген.



2.23 Сурет - (0-1-7) скважинасының шығынының өзгеруі

Сонымен қатар, виртуалды жаттықтырғышта сілтіден айырғыш ерітінді даярлайтын технологиялық түйін бар. Онда әрбір скважина үшін шығынның қосында мәні жазылып отырады. Төменде 2.24 – суретте келтірілген.



2.24 Сурет - СА ерітінді дайындайтын технологиялық түйін

Атқарылған жұмыстар бойынша, жасалған ЖССА процесінің моделі компьютерлік виртуалды жаттықтырғыштың жұмыс істеу қабілеттілігін ұстап тұрғаны көрінеді.

3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

3.1 Уран өндірісін автоматтандыру жүйесін енгізу үшін техника-экономикалық негіздеме.

Қазіргі заманда өндірістің әр саласында автоматтандыру ісі кең өріс алды. Электронды құрылғылардың өндіріске (программаланатын өндірістік контроллерлер) енуімен, адамның механикалық басқаруы мен реттеуін алмастыру арқылы, өндіріс жетілдіріле түсті. Өнім сапасы артып, шикізаттарды тиімді пайдалану арқылы экономикалық артықшылықтар пайда болды.

Уран өндірісін автоматтандыру конвейерлі түрде жүзеге асады. Құрастырылатын басқару жүйесі – қолданыста өте қарапайым және ыңғайлы, қуатты жүйелердің бірі. Қазіргі жағдайда нарықта ондай жүйе жоқ. Бұл жүйеге қатысты зерттеулерді талдай келе сұраныстың бар екені анықталды.

Жүйені құрастыру үшін келесілер қажет:

- өндірістік контроллерлер;
- компьютер;
- бақылау өлшеу құрылғылары.

Осы автоматты жүйені енгізу арқылы келесі шығындардың азаюынан қаражатты үнемдейміз:

- шикізатты үнемдеу (күкірт қышқылы);
- адам еңбегі (штатты қысқарту).

Сонымен қатар, өндірістік үрдісті тез, сенімді және тиімді басқару өнеркәсіптің өнімділігін арттырады. Егер Қазақстанның уран өндірісі бойынша алдыңғы орында екенін ескерсек, өнім сапасын арттыру үшін бұл жүйеде аса үлкен назар аударылған.

Соңғы екі жылда әлемде орнаған кризистік жағдайға байланысты, жоба шығынын азайту мақсатында, бағасы арзан, сапалық көрсеткіші жоғары Малайзиялық Fatek микропроцессорлық кешені пайдаланылды.

3.2 Басқару жүйесін құруға кететін капиталды шығындар

Басқару жүйені құруға кететін капиталды шығындар келесідей құралады:

- а) құрастырушылардың жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктеге аударыммен қоса);
- ә) автоматтандыру құралдарын сатып алуға кететін шығындар;
- б) монтажға кететін шығындар.

3.2.1 Құрастырушылардың жалақысы

Басқару жүйесін жасау мен ендіру үшін келесідей персонал қажет:

3.1 Кесте - Жалақыға кететін шығындар

Мамандық	Саны, адам	Ендіру мерзімі, ай	Айлық оклад, теңге	Барлығы, теңге
Жобаның бас инженері	1	3	100 000	300 000
Инженер-жобалаушы	1	3	80 000	240 000
Инженер-программист	1	1	80 000	80 000
Инженер-системотехник	1	1	80 000	80 000
Слесарь-наладчик	1	1	70 000	70 000
КИПиА				
БАРЛЫҒЫ ($C_{барл.}$):				770 000

Әлеуметтік қажеттіліктеге аударым келесідей есептеледі

$$CO = \left[Z_{барл.} - \frac{H_3 Z_{барл.}}{100\%} \right] \cdot \frac{H_9}{100\%}$$

(3.1)

$$C = C_{барл.} + CO_{барл.}$$

(3.2)

мұндағы $Z_{барл.}$ – құрастыру кезіндегі жұмысшылардың жалақысы, теңге;

H_3 – зейнетақы қорына аударудың нормасы, %;

H_9 – әлеуметтік қажеттіліктерге аударудың нормасы, %.

Зейнетақы қорына аударудың нормасы – 10%, әлеуметтік қажеттіліктерге аударудың нормасы – 11%.

Жобаның бас инженері үшін әлеуметтік қажеттіліктеге аударымды есептейік

$$CO_1 = \left[300000 - \frac{10\% \cdot 300000}{100\%} \right] \cdot \frac{11\%}{100\%} = 29700, \text{ теңге.}$$

Инженер-жобалаушы үшін әлеуметтік қажеттіліктеге аударымды есептейік

$$CO_2 = \left[240000 - \frac{10\% \cdot 240000}{100\%} \right] \cdot \frac{11\%}{100\%} = 23760, \text{ теңге.}$$

Инженер-программист пен инженер-системотехник үшін әлеуметтік қажеттіліктеге аударымды есептейік

$$CO_3 = \left[80000 - \frac{10\% \cdot 80000}{100\%} \right] \cdot \frac{11\%}{100\%} = 7920, \text{ теңге}$$

$$CO_4 = 7920, \text{ теңге}$$

Слесарь-наладчик КИПиА үшін әлеуметтік қажеттіліктеге аударымды есептейік

$$CO_5 = \left[70000 - \frac{10\% \cdot 70000}{100\%} \right] \cdot \frac{11\%}{100\%} = 6930, \text{ теңге.}$$

Әлеуметтік қажеттіліктеге аударымдардың жалпы қоры

$$CO_{\text{барл.}} = CO_1 + CO_2 + CO_3 + CO_4 + CO_5$$

$$CO_{\text{барл.}} = 29700 + 23760 + 7920 + 6930 + 7920 = 76230, \text{ теңге}$$

Осыдан әлеуметтік қажеттіліктеге аударымдармен қоса жалақы

$$C = 770000 + 76230 = 846230, \text{ теңге.}$$

3.2.2 Аспаптар мен автоматтандыру құралдарын сатып алуға кететін шығындар

3.2 Кесте - Басқару жүйелері құралдарына кететін шығындар

Аталуы	Типі	Саны	Бағасы, тнг	Жалпы бағасы, тнг
Микропроцессорлы техника және программалық қамсыздандыру				
Орталық процессор	FBs-32MA	1	30000	30000
Дискретті шығыстарды кеңейту модулі	FBs-8EY	1	10207	10207
Дискретті кірістерді кеңейту модулі	FBs-8EX	1	7355	7355
Аналогты сигналдарды енгізу модулі	FBs-6AD	2	28369	56738
Аналогты сигналдарды шығару модулі	FBs-4DA	2	37525	75050
Сұйық кристалды дисплей	FBs-DAP-C	1	14710	14710
Коммуникациялық модуль	FBs-CM55	1	10057	10057
Жұмыс станциясы	Core 2 Duo 3.0	1	160000	160000
Үздіксіз қуат көзі	APC 5 а/ч	1	11200	11200
Программалық қамсыздандыру	ScadaSystem + Windows	1	57000	57000

	Vista			
Басқару шкафы		1	400000	400000

3.2 – Кестенің жалғасы

1				2
Микропроцессорлы техника және программалық қамсыздандыруға кеткен жалпы шығындар (C_{BT})				832317
Бақылау өлшеу құрылғылары				
Қысым өлшегіш	Метран-100 1131	2	120000	240000
Қысым өлшегіш	Метран-100 1151	1	75000	175000
Шығын өлшегіш Ду-200	Метран-370	1	167000	167000
Шығын өлшегіш Ду-100	Метран-370	6	105000	630000
Орындаушы механизм	МЭО-250	7	33000	231000
Бақылау өлшеу құрылғыларына кеткен шығындар ($C_{КИП}$)				1343000
Автоматтандыруды құрайтын құралдарға кететін жалпы шығындар (C_{δ})				2175317

Ескерілмеген жабдықтарға кететін капиталды шығындарды құрал-жабдықтарға кеткен жалпы шығынның 2%-нан есептейміз

$$C_{неуч.об} = C_{\delta} \cdot 0,02 \quad (3.3)$$

$$C_{неуч.об} = 2175317 \cdot 0,02 = 43506, \text{ теңге.}$$

Автоматтандыру құралдары мен аспаптарын сатып алуға кететін капиталды шығындардың жалпы бағасы

$$C_{об} = C_{неуч.об} + C_{\delta} \quad (3.4)$$

$$C_{об} = 43506 + 2175317 = 2218823, \text{ теңге.}$$

3.2.3 Жабдықтардың монтажына кететін шығындар

Жабдықтардың монтажына кететін шығындар құрал-жабдықтарға кеткен капиталды шығындардың 25%-ын құрайды

$$C_{монт} = C_{об} \cdot 0,25 \quad (3.5)$$

$$C_{\text{монт}} = 2218823 \cdot 0,25 = 554705, \text{ теңге.}$$

Сонымен, автоматтандыру жүйесін жасау мен ендіруге кететін капиталды шығындар көлемі

$$K_{\text{доп}} = C_{\text{з.разр}} + C_{\text{об}} + C_{\text{монт}} \quad (3.6)$$

$$K_{\text{доп}} = 846230 + 2218823 + 554705 = 3619758, \text{ теңге.}$$

3.3 Автоматтандыру жүйесін ендірудің экономикалық эффектілігін есептеу

Жылдық экономикалық эффект (\mathcal{E}_2) келесі формула бойынша есептеледі

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E} - E_n \cdot K_{\text{доп}} \quad (3.7)$$

мұндағы \mathcal{E} – экономия, теңге;

E_n – эффектіліктің нормативті коэффициенті.

Автоматтандыру жүйесін ендіруге кететін капиталды шығындардың экономикалық эффектісінің нормативті коэффициенті 0,32-ге тең деп алынады.

Уран өндірісіне осы автоматты жүйені енгізу арқылы келесі шығындардың азаюынан қаражатты үнемдейміз:

- шикізатты үнемдеу (күкірт қышқылы);

- адам еңбегі (штатты қысқарту).

Жерасты сілтіден айыру процесін автоматтандыру арқылы біз уран концентрациясын арттыра отырып, күкірт қышқылын тиімді пайдаланамыз.

Сөйтіп, біз сағатына $\Delta Q = 0,01 \text{ м}^3$ күкірт қышқылын үнемдейміз. Жалпы жылдық үнем төмендегідей есептеледі

$$V = k \cdot 24 \cdot \Delta Q \quad (3.8)$$

мұндағы k – бір жылдағы жұмыс істейтін күндердің саны – 365;

$$V = 365 \cdot 24 \cdot 0,01 = 87,6 \text{ м}^3$$

Бұл шаманы салмаққа айналдырып, тонна есебінде көрсетеміз. Ол үшін күкірт қышқылының тығыздығын $\rho = 1840 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ пайдаланамыз.

$$m = V \cdot \rho = 87,6 \cdot 1840 = 161184 \text{ кг} = 161 \text{ тонна.}$$

Қазақстан нарығында күкірт қышқылының тоннасы 13500 теңге тұрады. Осыдан шикізатты пайдаланудан шығатын үнемдеу:

$$\mathcal{E}_1 = 161 \cdot 13500 = 2173500 \text{ теңге.}$$

Сонымен қатар, автоматты жүйені енгізген кезде бір операторды қысқартуға болады. Оператордың айлық жалақысы 75000 теңге.

Әлеуметтік қажеттіліктеге аударымды есептейік

$$CO = \left[75000 - \frac{10\% \cdot 75000}{100\%} \right] \cdot \frac{11\%}{100\%} = 7425, \text{ теңге.}$$

Әлеуметтік қажеттіліктеге аударымдармен қоса жалақы

$$C_{з.опер} = 75000 + 7425 = 82425, \text{ теңге.}$$

Осыдан штатты қысқартудан шығатын үнемдеу

$$\mathcal{E}_2 = 12 \cdot C_{з.опер} = 12 \cdot 82425 = 989100, \text{ теңге.}$$

Жалпы экономияны есептейік

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 2173500 + 989100 = 3162600, \text{ теңге.}$$

Жылдық экономикалық эффекті (3.7) формуласы бойынша есептейміз

$$\mathcal{E}_2 = 3162600 - 0,32 \cdot 3619758 = 2004277, \text{ теңге.}$$

Өзін-өзі өтеу мерзімін келесі формуламен есептейміз

$$(3.9) \quad T_o = \frac{K_{доп}}{\mathcal{E}}$$

$$T_o = \frac{3619758}{3162600} = 1,1 \text{ жыл.}$$

Уран өндірісіндегі жерасты сілтіден айыру процесін автоматтандыру жүйесі 2004277 теңге көлеміндегі жылдық экономикалық эффектісімен он үш ай пайдаланған кезде өзін-өзі өтейді, бұл нормативті өзін-өзі өтеу

мерзімінен аз (үш жыл), демек, ендірілетін жүйені пайдалануға ұсынуға болады.

4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ БӨЛІМІ

4.1 Қазақстан Республикасының еңбек қорғау бойынша заңдылықтар

4.1.1 Еңбек тәртіптемесінің ережелері

1. Жұмыс беруші еңбек тәртіптемесінің ережелерін қызметкерлер өкілдерімен келісе отырып бекітеді

2. Еңбек тәртіптемесінің ережелерінде қызметкерлердің жұмыс уақыты мен тынығу уақыты, еңбек тәртібін қамтамасыз етудің талаптары, еңбек қатынастарын реттеудің өзге де мәселелері белгіленеді.

3. Қызметкерлердің жекелеген санаттары үшін еңбек тәртіптемесі Қазақстан Республикасының заңдарында белгіленген тәртіппен бекітілетін жарғыларда және ережелерде реттеледі.

4. Еңбек тәртіптемесінің ережелерін орындау жұмыс берушілер мен қызметкерлер үшін міндетті болып табылады.

4.1.2 Жұмыс берушінің даярлау, қайта даярлау және біліктілікті арттыру жөніндегі құқықтары мен міндеттері

1. Ұйымның жұмыс істеуі мен дамуы үшін кәсіптік даярлаудың, қайта даярлау мен біліктілікті арттырудың қажеттігін және оның көлемін жұмыс беруші айқындайды.

2. Жұмыс беруші қызметкерлерді немесе өзімен еңбек қатынастарында тұрмайтын өзге адамдарды (бұдан әрі - оқитын адамдар) кәсіптік даярлауды, қайта даярлауды және олардың біліктілігін арттыруды:

1) тікелей ұйымда;

2) техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі, жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білімнің білім беру бағдарламаларын іске асыратын білім беру ұйымдарында жүргізеді.

3. Жұмыс беруші кәсіптік даярлаудан, қайта даярлаудан немесе біліктілігін арттырудан өтетін қызметкерлерге осы Кодексте, келісімдерде, ұжымдық шартта, еңбек шартында көзделген жұмысты оқумен қатар алып жүру үшін жағдайлар жасауға міндетті.

4.1.3 Қызметкердің өміріне және (немесе) денсаулығына келтірілген зиян үшін жұмыс берушінің материалдық жауапкершілігі

1. Қызметкердің еңбек міндеттерін атқаруына байланысты оның өміріне және (немесе) денсаулығына зиян келтірілгенде жұмыс беруші қызметкерге келтірілген зиянды Қазақстан Республикасының азаматтық заңнамасында көзделген көлемде өтеуге міндетті.

2. Осы баптың 1-тармағында көзделген зиян қызметкерде сақтандыру төлемдері болмаған кезде толық көлемде өтеледі. Сақтандыру төлемдері болған кезде жұмыс беруші қызметкерге сақтандыру сомасы мен зиянның нақты мөлшері арасындағы айырманы өтеуге міндетті.

3. Жұмыс берушілердің қызметкерлердің өміріне және (немесе) денсаулығына келтірілген зиянды өтеу тәртібі Қазақстан Республикасының заңнамасында айқындалады.

4.2 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың талдауы

Практикада уранды өндіру процесінің барлық сатысында біреуі азырақ, қалғаны көбірек, өндірістік зиян мен зақымның өте үлкен потенциалдық көзі болып табылады.

Электрлік тоқ, механикалық құрылғы және т.б. себебінен пайда болатын қарапайым өндірістік зақымданумен қатар, улы және күйдіргіш затармен жұмыс істейтін, химиялық өнеркәсіпке тән химиялық зақымдану қаупі бар. Мысалы, осындай зақымданулар мен аурулар ыстық концентрленген күкірт және азот қышқылдары, азоттың қос тотығы, сусыз аммиак, сутегі, жанғыш заттар, токсикалық еріткіштер және басқа қауіпті заттар туғызуы мүмкін.

Аса атап кететін жайт, уран өндірісіне фторқұрамдас заттар: плавикалық қышқыл, сусыз фторлы сутегі (бу) және элементарлы фтор (фтор-газ) тиесілі. Бұл қасиетін білмейтін және дұрыс қолдана алмайтын адамға өте қауіпті заттар. Уранның өзі де, қосылыстары да өте зиянды улы заттар, тірі ағзаларға өте қатты у болып табылады. Оның зияны мынадай барлығымызға белгілі өндірістік улармен пара-пар, мышьяк, фосфор, сынап, қорғасын, сурьма және т.б.

Уранның ерекше улы тұздары (нитрат, ацетат, сульфат) ағзаның қосылыстарына оңай араласады. Уранның төртвалентті тұзы аз ғана тотықса аса қатерлі уға айналады. Уран тұздары сүтқоректілердің организміне қатты әсер етеді, соның ішінде адамның, бірінші ретте бүйректі зақымдап, олардың нефрит ауруын туғызады. Уран тұздары әсерінен қандағы қышқылды-сілтілі баланс бұзылады, бауыр мен бүйректің жасушаларының өзгеруі байқалады.

Уран тұздарының организмге түсуі қалыпты асқорыту жүйесін бұзады, ішкі органдардың сілекейлі қабықтарын зақымдап, қан ұйығыштығын нашарлатады. Тері астына 1-3 мг уранды 1 кг жануар массасына шашуы өлімге алып келеді.

Сол себепті осы өндірістік удың адам организміне түспеуі толық және кепілді түрде өндірістік процестің ұйымдастырылуы кезінде ескерілуі керек.

Алайда уранға қосымша радиоактивтілік қасиеті тән. Бізге белгілі, уран кені, уранды концентрат және кейбір уранды өнім α -, β -, және γ – активтіліктеріне ие болады, осының әсерінен уран қосылыстары адам организміне әсері арта түседі. Сол себепті уранды өндірісте жалпы зиянды заттардан басқа және уранның улылығынан басқа оның сәулелену катерін есептеу қажет.

Осылай α -, β -, және γ – сәулеленуінің қауіпті әсері тірі организмнің молекуласы мен атомының иондалуымен сипатталады, оның химиялық құрамының ауысуына әкеліп соғуы, жаңа қосылыстардың пайда болуы, бір сөзбен, терінің ақуыз құрылымының бұзылуына әкеледі. Ал ол организмнің биохимиялық процесін бұзып, зат айналымын өзгертеді.

Тірі ағзалардың терісі арқылы өтуде, зақымданған бөлшектер электронды атомдармен кездесіп, өзінің артынан иондалған із қалдырады, ал ол қайтымсыз зақымдармен терінің тірі затының молекуласын бұзады.

4.1 Кесте - Сәулеленудің кейбір қасиеті

Сәуле-Лену	Жолдағы орташа ионизация, 1м	Ауадағы өту қасиеті	Сәулеленуді ұстайтын материалдар
А	он мыңдаған жұп иондар	жүріс ұзындығы (~3) см	қағаз, металды фольга және т.б.
В	100 жұп ион шамасы	жүріс ұзындығы бірнеше метр	металды қаңылтыр, тығыз материал
Г	бірнеше жұп ион	саулелену энергиясына тәуелді 1 МэВ энергия ауадағы жуандығы 85 м жартылай әлсіретеді	ортаның тығыздығына байланысты сәулелену әлсірейді

Радиациялық қауіпсіздік нормалары (РҚН-76) шекті мүмкін доза (ШМД) енгізілген – бір адамға қажетті бір жылдық ең үлкен жеке эквивалентті доза, бірқалыпты қоздыру кезінде 50 жыл ішінде көрінетіндей ешқандай деңсаулық қалпына өзгеріс енгізетін жайлар тудырмайды. Иондайтын сәулелену көзімен жұмыс істейтін қызметкер үшін шекті мүмкін доза (ШМД) барлық организмнің, қызыл сүйек миының сәулеленуі, бір жыл ағымында 5 бэр анықталған. Бірақ қызметкердің сәулелену мөлшерін төмендетуге арналған барлық қажетті шараларды қабылдау керек. Барлық организмнің, гонадалардың немесе қызыл сүйек миының сәулеленуінің жалпы мөлшері төмендегі формуламен есептелетін келесі тиісті шамадан аспау керек

$$D = 5(N - 18) \quad (4.1)$$

мұндағы D - сәулелену мөлшері, бэр;
 N - қызметкердің жасы, жыл.

Қышқылдарда уран өнімдердің еруі кезінде, тұндыру, сүзу процестерінде, ион алмасушы сорбцияның және экстракцияның, әсіресе кептіру операциялары кезінде, қыздырудың, өлшеп ораулар және тозаңданушы уран өнімдерін тығу кезінде, осы заттардың шаңымен қатар уран қосылыстарының зиянды аэрозольдері түзілуі мүмкін. Өкпе және асқазанға түскенде, жұқа дисперсиялы шаң онда өте ұзақ және үздіксіз қала отырып, күндіз-түні, организмді зақымдауы мүмкін. Шаң және аэрозольдердің қауіптілігі, бірте-бірте организмде жиналады, олардың әрекеті кумулятивті сипатта болады. Сондықтан еңбек қауіпсіздік шарттарын қатал қолға алу қажет.

4.3 Ұйымдастырушылық шаралар

Өндірісті дұрыс ұйымдастыру қауіпсіз жұмыстың маңызды шарты. Өндірістік бөлмелерді ұстауды және әрдайым, график бойынша жинауға назар аудару керек. Уран өндірісінің кәсіпорындары үшін тазалағыш заттарды (содалардың және басқа) қолданатын ылғал тазалау ескерілуі тиіс. Байқаусызда төгілген өндірістік ерітінділер және қатты ұнтақ тәрізді өнімдер тез жинастырылуы керек. Радиоактивтілік ластанулардың едендердің беттерінде болмауы, қабырғалардың, аспаптың және т.б. жағыстармен бақылау арқасында жүйелі тексереді .

Уранды өндірістегі жұмыс бүтін белгіленген нұсқаулармен регламенттелген. Олардың білімі қауіпсіздік техникасы бойынша емтихандармен тексеріледі: жұмыс орынына жіберу рұқсатына, жаңа технологиялық процестерді, жаңа жабдықтарды енгізген кезде, қайталанатын жүйелі емтихандармен графикпен және т. б. Жөндеу жұмыстары және периодты аппаратураларды тексеру арнайы нұсқаулармен басшылыққа алынады.

Уран өндірісінде жұмыс істейтін барлық жұмысшыларды периодты тексеру жүйесі бар. Осы жағдайға арналған, адамдардың тіршілік әрекеті өнімдерін талдау үшін көптеген әдістемелері қолданылады . Бақылаудың осындай жүйесі организмге қауіптен уақытында құтылуға мүмкіндік береді. Жұмысқа қабылдау кезінде медициналық бақылау мәліметтері өндіріске жіберу рұқсатын негіз болады. Қажет еткен жағдайда жұмысшыны белгілі бір уақытқа өндірістен шығарады.

Уран өндіруші кәсіпорындарда дозиметрлік қызмет үлкен құқықтарға ие. Олар өнеркәсіптегі жалпы санитарлық және радиологиялық жағдайға қатал бақылау орнатады. Оның функциясына технологиялық процестерге байланысты арнайы өнімдермен немесе құрылғылармен жұмыс істеуге рұқсат ету немесе тиым салу кіреді. Дозиметрлік қызметтің тапсырмалары: санитарлық ережелердің орындалуын бақылау; ауа, төгілген сулардың, бөлме, аспап, арнайы киімдер және жұмысшылардың денесінің белсенділік деңгейін бақылау; ұйымға және жұмысқа кіру рұқсаттарын жүйелі бақылау; желдету жұмысын бақылау; жұмыс аудандары мен құрылғыларын

белсенсіздендіруді бақылау; еңбек шарттарын арттыру және оны іске асыру шараларын жасау; жұмысшылардың алған жеке сәулелену дозасын өлшеу (ЖСД); апаттардың және жазатайым оқиғаларды тексеруге қатысу; дәрігерлік байқау өтуін бақылау; өндірістегі санитарлық-гигиеналық жағдай мен еңбек шарттарын жақсартатын басқа шараларға қатысу.

4.4 Техникалық шаралар

4.4.1 Электр қауіпсіздігі қамтамасыз етуі. Адам организміне электрлік ток әсері

Электрлік токпен зақымдау ауырлығы бірнеше факторлардың қатарына тәуелді болады: ток күшінің мәні, адам денесінің токқа кедергісі және дене арқылы токтың өту ұзақтығы, ток түрі және ток жиіліктері, адамның дара қасиеттерінің және қоршаған орта шарттары. Адамды зақымдау дәрежесінің негізгі факторы ток күші болып табылады.

Зақымдау дәрежесіне адамның дене кедергісі күшті әсер етеді, ол өте үлкен шектерде өзгереді.

Маңызды фактордың бірі, адам денесі арқылы токтың өту жолы болып табылады. Тіршілікке маңызды органдар арқылы өткенде ең үлкен қауіп-қатер төнеді.

Зақымдану дәрежесі ток түрі мен ток жиіліктеріне тәуелді болады. Электрлік токпен зақымдану қауіп-қатері жұмыс орнындағы қоршаған ортаның күй-жағдайы және еңбек ету шарттарымен ескеріледі. Адамның токпен зақымдану ықтималдығына байланысты барлық ғимараттар, жұмыс орындары келесідей бөлінеді: қауіп-қатері жоғары, ең қауіпті, қауіп-қатері жоғары емес.

Электр қауіпсіздігі лайықты электр жабдықтың контрукциясымен, техникалық тәсілдердің және қорғаныс құралдарының қолдануымен, ұйымдық және техникалық шаралармен қамтамасыз етіледі.

Электр жабдық контрукциясы эксплуатациялық шарттарға сай, сонымен қатар қызметшінің токтасымалдаушыдан қорғанысын және жабдықтың бөтен заттардан және судан қорғанысын қамтамасыздандыруы тиіс. Қорғаныс ең тиімді жолы болып қорғаныс жерленуі және нольденуі табылады.

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз етудің ұйымдық және техникалық шараларының негізі болып жұмысшыларды дәрігерлік куәландырудан өткізу, инструктажды оқып үйрету, жұмыс орнында техникалық шараларды орындау табылады.

4.4.2 Жерлестіруді есептеу

Цех электр жабдығының барлық металл қабықшаларын қорғаныс жерлеуі қосымша қорғаныс шарасы болып келеді. Қорғаныс жерлеуі өзінше

үлкен өткізгіштік жүйесін ұсынады, соның арқасында жанасу күші қауіпсіз мөлшерге дейін жетеді. Қорғаныс жабдықтың конструктивті элементі болып жерлену құрылғысын жерлегіштермен байланыстыратын – металл өткізгіштер болып табылады. Қорғаныс жерлегішін тереңдігі $t^{\circ}=2$ м жерге ұзындығы $L=4$ м және диаметрі $d=0.05$ м вертикальды стержненді жерлегіштерді тұрғызу болып табылады. Жерге орнатылған трубка тәріздес дара жерлегіштің кедергісі келесі формуламен анықталады

$$R_{mp} = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{d} + \ln \frac{4t+L}{4t-L} \right); \quad (4.1)$$

мұндағы ρ - грунттың кедергісі;

L - құбыр ұзындығы;

t - тұнба тереңдігі;

$$\rho_g = \rho \psi_g$$

мұндағы ψ_g - мезгіл коэффициенті – 1,1.

Грунттың кедергісін $\rho - 40 \dots 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ аралығынан $\rho = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ деп аламыз.

$$\rho_g = 130 \cdot 1,1 = 143 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$t = t^{\circ} + L/2 = 2 + 2 = 4 \text{ м}$$

$$R_{mp} = \frac{143}{2 \cdot 3,14 \cdot 4} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 4}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 4 + 4}{4 \cdot 4 - 4} \right) = 5,69 \cdot (5,08 + 0,51) = 31,8 \text{ Ом}.$$

Көршілес және вертикальды электродтар арасындағы қашықтықты таңдайық $a/L = 2$, осыдан $a = 8 \text{ м}$.

Вертикальды электродтар n санын анықтайық. Ол үшін тік электродтардың қолдану коэффициентінің туындысын тауып аламыз.

$$\eta_g \cdot n = R_g \cdot R_{ндон}; \quad R_{ндон} = 4 \text{ Ом}$$

$$\eta_g \cdot n = \frac{31,8}{4} = 7,95.$$

Құбырлы жерлегіштердің қосуына қолданылатын металл жолақ кедергісі келесі формуладан анықталады:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2\pi L_n} \cdot \ln \left(\frac{2L_n}{d} \right) \quad (4.2)$$

мұндағы L_n - жолақ ұзындығы;

ψ_n - жолақ коэффициенті – 1,4.

$$L_n = n \cdot a = 13 \cdot 8 = 104 \text{ м}$$

$$\rho_n = \rho \cdot \psi_n = 143 \cdot 1,4 = 200,2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Осы мәндерді (4.2) өрнекке қойып, металл жолақ кедергісін табамыз

$$R_n = \frac{200,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 104} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot 104}{0,05}\right) = 0,31 \cdot 8,3 = 2,57 \text{ Ом}.$$

Енді он үш өзекті жерлестіргіштер және қосушы жолақтардан тұратын жерлегіш топырақ кедергісі келесі формуламен анықталатын

$$R_{ep} = \frac{R_{mp} * R_n}{R_{mp} * \eta_e + R_n * \eta_e * n};$$

Содан кейін $a/L = 2$ және $n = 13$ болғандағы электрод коэффициенттері: $\eta_r = 0,7$ және $\eta_e = 0,36$.

$$R_{ep} = \frac{31,8 \cdot 2,57}{31,8 \cdot 0,7 + 2,57 * 0,36 * 13} = \frac{81,73}{34,29} = 2,4 \text{ Ом}$$

Талап етілгендей, жерленудің жалпы кедергісі 4 Ом-нан аспауы керек. Осылай жерленудің кедергісі $R_{гр} \leq 4$ Ом, ТПЕ және ЭҚҚ сәйкес келеді. Осы бөлімде қарастырылған жерлену талапқа сай және эффективті қолданыла алады.

4.5 Санитарлық-гигиеналық шаралар

4.5.1 Арнайы киіммен қамтамасыз ету, арнайы аяқ-киім, сақтандыратын лайықтаулар.

Санитарлық өткізуге рұқсат (СӨР) орталығы үлкен санитарлық - гигиеналық мағынаға ие болды. Қазіргі уақытта санитарлық өткізу орталығын зауыттар мен цехтарға орнату өте тиімді деп танылды. Санитарлық өткізу орталығы құрамына кіретіндер: үй киімге арналған гардероб; өндіріс киімге арналған гардероб, қызметшілердің толық құрамына арналған жеке нөмірленген шкафтар, сменнен қайтқан жұмысшылардың міндетті түрде жеткілікті душтық рожковтерден өтуін қамтамасыз ететін душтық кешен, қолдардың тазалығын және барлығы дененің радиоактивтілік

ластануларын бақылауға алған мөлшерлегіш пункт; лайықты құралдардың терімімен дезактивация пункті; қосымша арнайы киімнің бөлмесі; арнайы киімді жөндеу бөлмелері және т.с.с.

Зиянды қосулардан, ластаудан дене қорғанысына арналған, урандарды кәсіпорындардағы арнайы киім құрамына жоғарғы және төменгі іш киімінің толық жинағы кіреді: комбинезон (немесе шалбар және кеудеше), қорқақтар, майкалар, көкірекшелер, мықты, шұлықтар, аяқ киім, шарфтар, сүлгі және тіпті мұрын орамалдары. Осының бәрі толық қайта киінуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Киіммен үйге радиоактивтілік ластанулардың тасымалдау мүмкіншілігінің алдын алу үшін.

Кәсіпорындарда, ережеге сай, арнайы кір жуатын бөлме болады, сонда барлық арнайы киімді дезактивациялаушы құралдардың қолдануымен және арнайы тәртіптермен тазалайды. Осының барлығы арнайы киімді әрбір 4-5 күнде толық алмастыруын жүзеге асырады, ал қажетті оқиғаларда күн сайын.

4.5.2 Табиғи жарықтандыруды қамтамасыздандыру

Табиғи жарықтандырудың алғашқы қайнар көзі болып күн табылады. Жұмыс орындағы табиғи жарықтандыруды аспаннан диффузиялық жарығымен күн сәулесі жасайды. Тура және диффузиялық жарықтың жарықталығының арасындағы ерекшелік аспан бұлттылығына, күн тұруының биіктігіне тәуелді болады. Әдетте тура күн сәулесінің жарықтандыруының тұрақсыздығына байланысты табиғи жарықтандыру есебінде есептелмейді. Көк күмбездің сыртқы жарықталғандығы әр түрлі жерлерде ашық кеңістікте әртүрлі және тербелмелі жыл уақытына, күн уақытына, бұлттылыққа және басқа факторларға тәуелді. Республика территориясында ашық күні жарықтандыру 4000 Лк-тан (желтоқсанда) 38000 Лк-қа (маусымда) дейін өзгереді.

Бөлменің табиғи жарықтануы келесідей болуы мүмкін: бүйір беттен – сыртқы қабырғадан терезе арқылы; жоғарыдан – жарықтық шамдар мен қуыстары арқылы. Операторлық үшін бүйір беттен жарықтандыру қолданылады, мұнда $L_{cp} = 2$, $L_{min} = 0,5$.

Еңбектің қолайлы шарттарының жасалуына арналған маңызды мағынаға рационалды жарықтандыру ие болады. Жеткіліксіз жарықтандыру жұмыстардың өткізуін қиындатады, еңбек өнімділігі төмендеуіне әкеледі және оқыс оқиғалардың себебі болып табылады және көз аурулардың пайда болуына себеп болады. Жарық шарттарының жақсаруы жұмыс қабілеттілігіне және адам белсенділігіне жалпы психофизикалық әсер етеді. Гигиеналық тұрғыдан жарық 5000 лк дейін тиімді. Сондықтан тәуліктердің қараңғы уақытында және жарық жеткіліксіз орындарда жұмыс жасау үшін жасанды жарықтандыру қолданады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, дипломдық жұмыс барысында әлемдік тәжірибеде уран технологияларына экстракция және реэкстракцияны пайдалану зерттелді, экстракцияны қолданудың негізгі саласы уранды қоспалардан тазарту болып табылатыны көрсетілген.

Экстракцияны қолдану салыстырмалы қарапайым аппараттарда жүргізілетін үздіксіз жоғары өнімді технологиялық процесті жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Механикалық байыту әдістерімен уранды шығарып алу мен байытудың қанағаттандырылғылық дәрежесіне қол жеткізу әрдайым мүмкін бола бермейді. Сондықтан, уранды кендерді байыту және бай, әрі таза уранды концентраттарды алудың негізгі болып химиялық концентраттар болып табылады, ол кендік шикізаттан уранды селективті сілтіден айырумен түйінделеді, кейін ерітіндіден селективті тұндыру әдісімен әжептәуір таза қосылысты уран – уранды химиялық концентраттарды алу үшін.

Реэкстрагент ретінде аммоний гидрокарбонатының ерітіндісін пайдалану тиімді болып табылады, бұл ретте қоспалардан қосымша тазалауға қол жеткізіледі. Объектінің негізгі математикалық қойылымы шығарылып, динамикалық моделі құрастырылды. Құрылымы анықталып, қарапайым алгебралық түрге келтірілді. Жасалған модель үшін күрделі идентификация есебі шешілді. Осы негізде идентификациялаудың адаптивті әдістері толығымен жеткілікті түрде қолданылды.

Сонымен қатар, уран өндіру технологиясы ғылыми тұрғыдан қаралып, заман талабына сай, озық технологиялардың араласуымен зерттелді. Ғылымның модельдеу саласына осы ретте көп үлесі тиді. Себебі, аталған өндірістегі процестер қауіпті, қайтымды болып табылады.

VisSim-де құрылған модель Siemens фирмасының WinCC Scada жүйесінде жасалған виртуалды компьютерлік жаттықтырғышпен байланыстырылып, оның толыққанды жұмыс істеуін қамтамасыз етті. Алдағы уақытта осы жұмыстар ары қарай жалғасып, үлкен жобаларда іске асырылуына бір қадам жасалды. Операторлық персоналдың тәжірибелік біліктілігін арттыру үшін бұл модельдің қолданыста орын табатыны сөзсіз.

Сөзді түйіндей келе, уран өндірісінің процестерін модельдеу және осы модельге негізделген, жоғарыда аталған, жаттықтырғыштарды жасау өндірістегі персоналды жаңа Scada жүйесіне үйрету, біліктілігін арттыру саласына үлкен септігін тигізеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. А. 2005.
- 2 Рогов Е.И., Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле. А.: Lem, 2002.
- 3 Бэр Я., Заславский Д., Ирмей С. Физико-математические основы фильтрации воды. М.: Мир, 1971.
- 4 Чарный И.А. Подземная гидродинамика. М.: Наука, 1963.
- 5 Веселое Л.Н., Садонин В.Г. Физико-химические основы и гидродинамика процесса подземного выщелачивания. М.: Атомиздат, 1979.
- 6 О динамике подземного выщелачивания полезных ископаемых на основе математического и физического моделирования/ В.С. Голубев, Г.Н. Кричевец и др.// Математическое и физическое моделирование рудообразующих процессов. М.: ВИМС, 1978.
- 7 Веригин Н.Н., Шержуков Б.С. Диффузия и массообмен при фильтрации жидкостей в пористых средах// Развитие исследований по теории фильтрации в СССР (1917-1967), М.: Наука, 1969.
- 8 Сыздықов Д.Ж., Сматов Қ.С. Басқару объектілерін модельдеу және идентификациялау. А.: 2002.
- 9 Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. А.: 2001.
- 10 Рогов А.Е. Рогов Е.И., Язиков В.Г., Гидродинамическая модель подземного выщелачивания урана. Горный информационно-аналитический бюллетень - № 5 май 2000. Москва - МГГУ.
- 11 Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. М.: Мир, 1975.
- 12 Волков О. И. Экономика предприятия. М., 1983.
- 13 Фомин А. Д. Организация охраны труда на предприятии в современных условиях. 1997г.
- 14 СНиП РК 2.04-05-2002 «Естественное и искусственное освещение »
- 15 Интемиров К.Б., «Исследования и расчет заземляющих устройств» А., 1996г.
- 16 Бугенов Е. С., Василевский О. В., Физико-химические основы и технология получения химических концентратов природного урана. А.: Гарнитура «Таймс», 2005.
- 17 Сыздықов Д.Ж., Идентификация в системах управления. А.: Эверо, 2007. – 216 с.
- 18 Сыздықов Д.Ж., Юсупов Р. М., Идентификация технических объектов. А.: АО НТИЦ «Легпром», 1994.
- 19 Штейнберг Ш. Е. Идентификация в системах управления. М.: Энерго атомиздат, 1987.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

ЖССА - Жерасты скавижаналы сілтіден айыру

СА - Сілтіден айырушы

ПӘК - Пайдалы әсер коэффициенті

ЖСА - Жерасты сілтіден айыру

ЖШС - Жауапкершілігі шектеулі серіктестік

ЭЕМ - Электрондық есептеуіш машина

АБЖ - Автоматты басқару жүйесі

АЖО - Автоматтандырылған жұмыс орны

РҚН - Радиациялық қауіпсіздік нормалары

ШМД - Шекті мүмкін доза

ЖСД - Жеке сәулелену доза

ТПЕ - Техникалық пайдалану ережелері

ЭҚҚ - Электрқондырғыларын құру қағидалары

СӨР - Санитарлық өткізуге рұқсат