

2 Химиялық өндірістің негізгі компоненттері

2.1 Химиялық шикізат және оны байыту тәсілдері

2.2.1 Шикізат түрлері және олардың жіктелуі. Химиялық өндірістің материалсыйымдылығы жоғары және ол ірітоннажды болуы үдкен қаржылық салымдарды талап етеді. Сондықтан шикізатты таңдау және оны өндеуге дайындау, оның қасиеттері және құрамындағы пайдалы және зиянды компоненттердің мөлшері қолданылатын технологияны елеулі мөлшерде анықтайды. Шикізатты дайындау, шикізаттың техника-экономикалық көрсеткіштері химиялық өнеркәсіптің тиімді дамуының маңызды жағдайлары болып табылады.

Химиялық өндірісте келесі материалды объектілер қарастырылады:

1) негізгі шикізат – атомдары мақсатты өнімнің химиялық құрамына ауысатын заттар;

2) көмекші шикізат – негізгі шикізатты мақсатты өнімге ауыстыруға көмектесетін, немесе құрылымды қайта құрастыруға көмектесетін заттар (мысалы, еріткіштер);

Шикізат дегеніміз өнеркәсіптік өнімді өндіруде қолданылатын табиғи материалдар. Бұл өндірістің негізгі элементі, оған өндірістің тиімділігі, технологияны, аппараттарды таңдау және өндірілетін өнімнің сапасы тәуелді болады.

Шикізат түрлері жіктеледі:

1) тегі бойынша



2.1-сурет – Шикізат түрлері

2) агрегаттық күйі бойынша – қатты, сұйық және газтәрізді;

3) химиялық құрамы бойынша – органикалық және бейорганикалық;

4) қорларының түрі бойынша – жаңартылатын және жаңартылмайтын.

Кенді минералды шикізат – құрамында металдар бар, олар негізінде оксидтер және сульфидтер түрінде болады. Бұндай шикізаттан металдарды алу экономикалық тиімді болады, дегенмен бұндай шикізаттан химиялық өнімдер де алынады. Мысалы, сульфидті полиметалды кендерден мырышты, никельді, мысты алумен қатар, күкірт қышқылын да алады (темір колчеданынан).

Кенді емес шикізат – құрамында элементарлы күйдегі күкірт, сульфаттар, фосфаттар, хлоридтер, алюмосиликаттар бар тау жыныстары. Негізінде қышқылдар, тұздар, сілтілер алуда қолданылады, сонымен қатар құм, балшық, асбест (өңдеусіз) табиғи күйде қолданылауы мүмкін.

Жанғыш минералды шикізат – торф, көмір, мұнай, табиғи газ. Олар полимерлі материалдарды, химиялық талшықтарды, дәрі-дәрмектік препараттарды, бояуларды алу үшін қолданылады.

Шикізатқа қойылатын ең басты талап – бағасының төмен болуы.

Ең арзан және қол жетімді шикізатқа су және ауа жатады. Дайын өнімге дейін өңдеуге арналған шикізат белгілі талаптарға сай болуы тиіс. Оған жету үшін шикізатты өңдеуге дайындау операцияларының кешені қажет.

Шикізатты тиімді қолданудың негізгі міндеттері:

1) Арзан шикізатты іздеу және қолдану:

- жергілікті шикізатты қолдану;
- басқа өндірістердің қалдықтарын қолдану;
- жартылай өнімдерді қолдану.

2) Шикізатты кешенді қолдану:

- қалдықсыз өндіріс;
- шикізаттың бір түрінен өнімдердің көп мөлшерін алумен және көбірек тиімдеумен шикізатты неғұрлым толық қолдану.

3) Шикізатты регенерациялау

- әркеттескен заттарды бастапқы күйіне қайтару.

4) Қалдықтарды қолдану:

- қалдықтардағы барлық құнды заттарды қолдану (тыңайтқыштар ретінде немесе басқа өндірістер үшін).

5) Концентрленген шикізатты қолдану:

- әртүрлі әдістермен байытылған шикізат.

6) Тағамдық шикізатты тағамдық емеске алмастыру:

- этил спиртінің синтетикалық әдіспен алу, себебі 1 т спирт алу үшін 10–11 тонна картоп немесе 4 тонна дән керек болады.

Қазір химиялық технологияның негізгі міндеті тағамдық емес шикізаттан негізгі тамақ өнімдері болып табылатын крахмал мен қантты, ақуызды алу.

Шикізаттың құрамында пайдалы элементтермен қатар зиянды немесе балластты қоспалар (бос кен) бар. Концентрленген шикізатты қолдану оны өңдеуді арзандатады және жоғары сапалы өнімдер алуға мүмкіншілік береді. Шикізатты тазартудың және концентрлеудің әдісін таңдау оның агрегаттық күйіне және шикізаттың компоненттерінің әртүрлі қасиеттеріне тәуелді болады.

Химиялық өнеркәсіптегі шикізатты дайындаудың операцияларының кешеніне кіреді:

- жіктеу;
- ұсақтау (немесе ірілендіру);
- сусыздандыру;
- байыту.

Жіктеу – сусымалы материалдарды фракцияларға (кластарға)

бөлшектерінің мөлшерлері бойынша бөлу. Оларды елеуіштерде (грохоттаумен); сұйық фазада тұну жылдамдығы бойынша тұндырумен (гидравликалық жіктеумен); айырғыштардың көмегімен ауада бөлшектердің тұну жылдамдығы бойынша (ауалық жіктеумен) орындайды.

Ұсақтау – қатты денені механикалық әдістермен бөліктерге (ұсақтағыштарда ұсақтаумен, диірмендерде тартумен) бөлу.

Ірілендіру – брикеттеу немесе агломерациялау әдісі.

Сусыздандыру – сорғалату, тұндыру, кептіру.

Кептіру – ылғалды буландыру және ылғалды бу түрінде шығару арқылы (кептіру аппараттарында).

Шикізатты өңдеуге дайындаудың ең маңызды тәсіліне байыту жатады. Байыту – пайдалы компоненттің концентрациясын арттыру мақсатында, шикізаттың пайдалы бөлімін бос кеннен бөліп алу процесі. Байытылған шикізат концентрат деп, ал бос кен құйрықтар деп аталады. Концентрленген шикізатты қолдану оны өңдеуді қарапайымдандырады және арзандатады және жоғары сапалы өнім алуға мүмкіншілік береді.

Байыту процесінің сандық көрсеткіштеріне жатады:

1) *Концентраттың шығуы.* Ол алынған концентраттың массасының m_k байытылған шикізат массасына m_c қатынасы

$$\eta = \frac{m_k}{m_c} \quad (2.1)$$

2) *Пайдалы компонентті бөліп алу дәрежесі.* Бұл шама концентраттағы пайдалы компоненттің массасының m_{kk} байытылатын шикізаттағы массасына m_{kc} қатынасы

$$X_u = \frac{m_{kk}}{m_{kc}} \quad (2.2)$$

3) *Шикізаттың байытылу дәрежесі.* Бұл коцентраттағы пайдалы компоненттің массалық үлесінің μ_{kk} байытылған шикізаттағы массалық үлесіне μ_{kc} қатынасы

$$X_o = \frac{\mu_{kk}}{\mu_{kc}} \quad (2.3)$$

Байыту әдісін таңдау агрегаттық күйге және шикізаттың компоненттерінің қасиеттерінің әртүрлі болуына тәуелді болады (2.1-сурет).

Қатты шикізатты байытуда қолданылатын әдістер (2.2-сурет):

- механикалық (себу, гравитациялық, электромагнитті, термиялық);
- химиялық (ерітіу, күйдіру);
- физика-химиялық (флотация).



2.2.-сурет – Шикізатты байыту схемасы

Механикалық әдістер шикізаттың компоненттерінің бөлшектердің мөлшерлері, тығыздық, қаттылық, электрөткізгіштік, магниттік өткізгіштік және т.б. физикалық қасиеттерінің әртүрлі болуына негізделген. Қатты шикізатты байытудың маңызды механикалық тәсілдеріне себу (грохоттау), гравитациялық бөлу, электрмагнитті және электрстатикалық сепарация жатады.

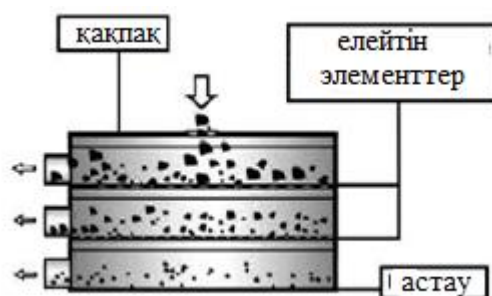
Байытудың физика-химиялық тәсілдеріне флотациялық әдіс жатады. Флотация байытудың маңызды әдісі, ол поиметалдық сульфидті кендерді бөлуде, апатитті нефелиннен ажыратуда, тас көмірлерді және көптеген басқа да көптеген материалдарды байытуда қолданылады.

Химиялық байыту шикізаттың компоненттерінің химиялық реагенттермен әртүрлі әрекеттесу қабілеттеріне негізделген. Түзілген қосылыстар әрі қарай тұндыру, буландыру, балқыту және т.б. әдістермен бөліп алынады. Мысал ретінде мысты колчеданды CuFeS_2 тотықсыздандырумен балқытуды келтіруге болады. нәтижесінде мыстың концентрациясы артады (мысты штейн). Күйдірудің көмегімен балласты органикалық қоспалар, кристалдық су шығарылады. Сонымен қатар байытудың химиялық әдістеріне сілтілендіру жатады. Сілтілендіру – құнды компоненттерді тотықтырғыштармен немесе тотықсыздандырғыштармен бірге суда, қышқылдар, сілтілер, тұздар ерітінділерінде, сонымен қатар органикалық еріткіштерде еріту арқылы бөліп алу әдісі. Сілтілендіру әдісінің көмегімен кендер мен концентраттардан түсті металдарды, уранды, алтынды, сильвиниттен калий хлоридін және т.б. бөліп алады.

Себу (грохоттау) әртүрлі беріктікке (тұтқыр және сынғыш) ие болатын материалдарды бөлуде қолданылады, олар ұсақтау кезінде мөлшерлері әртүрлі болатын түйіршіктер түзеді. Саңылауларының мөлшерлері әртүрлі болатын елеуіштер арқылы ұсақталған материалды себелегенде, ол әртүрлі фракцияларға бөлінеді.

Грохот – байыту фабрикаларының технологиялық жабдықтауының негізгі түрлерінің бірі болып табылады. Грохот механикалық вибрациялық едлеуіш болып табылады (2.3-сурте). Өзінің ерекше атауын ол жұмыс істеу

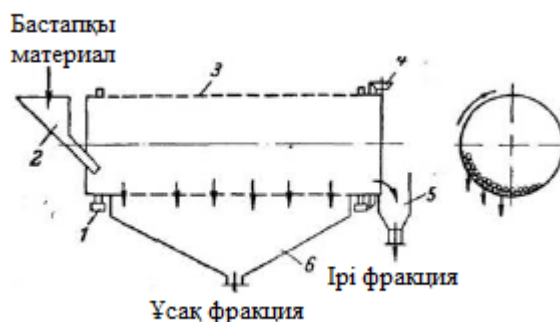
кезіндегі ерекше дыбысына (гүрсіл) байланысты алған. Шикізаттың құрамына кіретін минералдардың беріктігі әртүрлі болады. Ұсақтау кезінде неғұрлым әлсіз беріктікке (сынғыш) ие болатын материалдар, неғұрлым беріктерге карағанда небары кіші түйіршіктерге дейін ұсақталады. Осындай материалды ұсақтағаннан кейін оны мөлшерлері әртүрлі болатын електерден өткізсе, белгілі бір материалмен байытылған әртүрлі фракциялар алуға болады.



2.3-сурет – Грохоттың схемасы

Грохоттар жайпақ және цилиндр тәрізді (барабанды) болуы мүмкін. Жайпақ грохоттар бір немесе бірнеше електерден тұрады. Елеуіштер ірі фракцияның жылжуы үшін біраз еңіс орналасады және шайқалуға, вибрацияға немесе тербелтуге арналған механизмдермен жабдықталған (вибрациялық және дискілі грохоттар). Грохоттың елеуіші бойымен жылжитын материал бөлінеді: Бөлшектердің мөлшерлері үлкен болса, онда қабат биік болады. Көлденең мөлшерлері елеуіштің саңылауының мөлшерінен кіші болатын бөлшектер осы саңылаулардан құлайды, яғни електенеді (тор астындағы төменгі өнім). Неғұрлым ірі бөлшектер елеуіштен сырғып түседі. Бұл үстіңгі торүстілік өнім.

Барабанды грохот (2.4-сурет) саңылаулары бар еңіс айналатын барабан. Бастапқы материал барабанның ішіне келеді. Материал жылжығанда фракцияларға бөлінеді.



2.4-сурет – Барабанды грохоттың схемасы

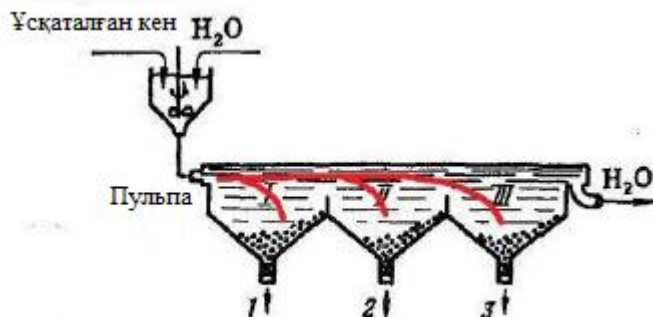
Грохоттардың тиімділігі көптеген факторларға тәуелді болады: ірілік, бастапқы материалдың бөлшектерінің пішіндері және оның грохотта түсіретін салмағы, грохоттың түрі, елеуіштің саңылауларының пішіні, оның ұзындығы және еңістігі. Барабанды грохоттардың максималды тиімділігі 60 % – 70 %,

тербелетіндердіі
болады.

70 % – 80 %, вибрациялықтардыкі 90 % – 98 %

Гравитациялық байыту (ылғалды және құрғақ) сұйықтың немесе газдың ағынында тығыздықтары әртүрлі болатын бөлшектердің құлау жылдамдықтарының әртүрлі болуына немесе ортадан тепкіш күштің әсеріне негізделген. Жиі жағдайда су ағынындағы ылғалды байыту қолданылады.

Ылғалды гравитациялық байытудың принципіалды схемасы 2.5-суретте келтірілген.



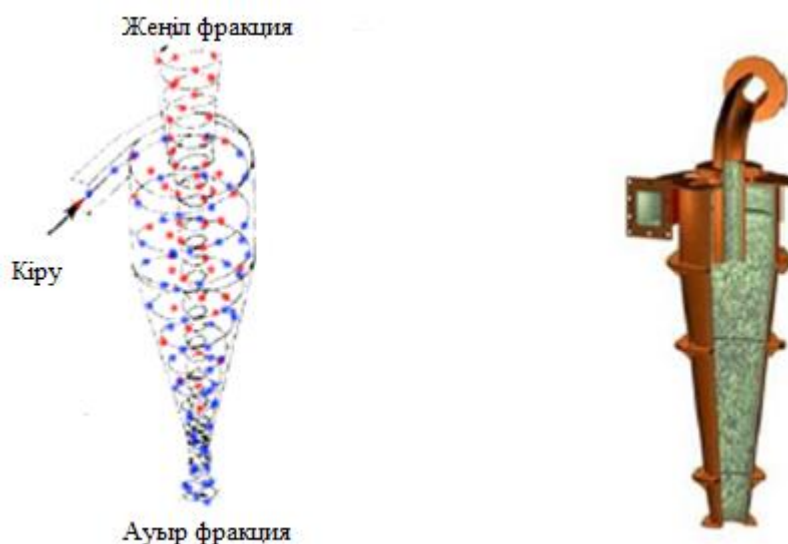
I, II, III – тундырғыш камералар; 1 – ауыр (ірітүйіршікті) фракцияны шығару; 2 – орташа фракцияны шығару; 3 – жеңіл фракцияны (ұсақтүйіршікті) шығару

2.5-сурет – Ылғалды гравитациялық байытудың принципіалды схемасы

Ұсқаталған материал алдымен араластырғышта сумен араластырылады, сонан соң қойыртпақ (пульпа) түрінде вертикалды арабөлгіштермен үш тундыру камерасына бөлінген тундырғышқа беріледі. Әрбір камераның астыңғы бөлімінде бункер (сүйір тәрізді түп) орналасқан. Ең ірі және ауыр бөлшектер камерада I, орташа бөлшектер камерада II, жеңіл бөлшектер камерада III тұнады. Кеннің ең кіші және жеңіл бөлшектері тундырғыштан сумен бірге кетеді.

Ылғалды гравитациялық байытудың тиімдісі гидроциклон болып табылады (2.6-сурет). Оның жұмысы ортадан тепкіш күштің әсерімен байланысқан. Өнімділігі аппарат арқылы өтетін суспензияның (пульпаның) көлемімен анықталады.

Бүйірдегі құбырша арқылы цилиндр корпусқа жанама түрде қысыммен бөлінетін пульпа беріледі. Пульпа айналғанда ауыр бөлшектер ортадан тепкіш күштің әсерінен қабырғаға қарай лақтырылады, тығыздалады, шиыршықты траектория бойымен астына қарай жылжиды және гидроциклонның астыңғы бөлімінен шығарылады. Сұйықта жүзген күйде болатын жеңіл бөлшектер ішкі шиыршықты ағында жылжып, шламның құбыршасымен ағызу камерасына көтеріледі және одан шығарылады.



2.6-сурет – Гидроциклонның схемасы және жалпы түрі

Гидроциклондардың габариттері тұндыру камераларының габариттерінен кіші, ал өнімділігі жоғары болады.

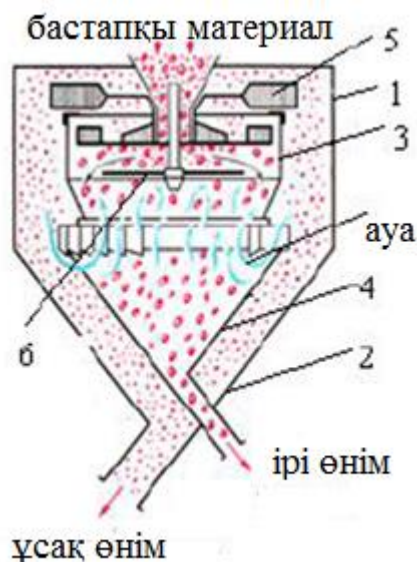
Ауыр ортада байыту. Ауыр ортада байыту әдісі бөлінетін компоненттер мен ауыр ортаның тығыздықтарының әртүрлі болуына негізделген. Ауыр ортаның тығыздығы судың тығыздығынан жоғары және әдетте 2,5– 3,5 г/см³ болады. Қатты жанғыш қазбалардың барлығы (көмірлер, антрациттер, жанғыш тақтатаc), кара және түсті металдардың кендері, фосфатты кендер үшін қолданылады.

Ауыр орталарда байыту процесінің мәні: егер байытылатын пайдалы қазбалардың компоненттерінің (мысалы, тақтатаc және әктас) тығыздықтары әртүрлі болса, онда бұл пайдалы қазбалардың тығыздығы орташа болатын ортаға батқан кезде екі фракция – батқан және қалқытын, алынады. Фракциялардың біреуінде пайдалы минералдар, ал екіншісінде бос кен жиналады. Тығыздығы суспензияның тығыздығынан жоғары болатын бөлшектер ыдыстың астында, ал тығыздықтары төмен болатын бөлшектер суспензияның бетіне қалқып шығады және ескектермен жинап алынады.

Ауыр орталарды байытудың негізгі артықшылығына бөлінетін компоненттердің тығыздықтарының айырмасы өте кішкентай болғанның өзінде қолдануға болатыны жатады. Кемшілігіне суспензияны регенерациялау қажеттілігі жатады.

Ауыр орталарда байытуға арналған аппараттар – сепараторлар (айырғыштар). Олар конфигурациялары әртүрлі болатын (конусты, пирамидалы, барабанды және т.б.) астаулар және олар байыту өнімдерін шығаруға арналған құрылғылармен жабдықталған.

Құрғақ гравитациялық байыту. Құрғақ гравитациялық байытуда ауалы сепараторлар қолданылады (2.7-сурет).



1 – сыртқы цилиндр; 2 – конус; 3 – ішкі цилиндр; 4 – конус;
 – желдеткіштің қанатшасы; 6 – табақша

5

2.7-сурет – Сепаратор схемасы

Табақша мен желдеткіштің қанатшасы айналғанда, сепаратордың ішінде схемада көгілдір түспен көрсетілген ауа ағындары пайда болады.

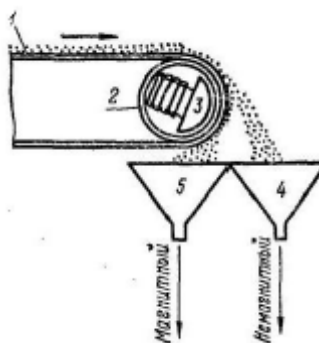
Айналатын табақшаға берілетін ұсақталған материал ішкі цилиндрдің қимасы бойынша лақтырылады.

Материалдың ұсақ бөлшектері ауа ағынымен көтеріп әкетіледі және ішкі және сыртқы цилиндрдің арасындағы кеңістікке әкетіледі, онда қабырғаға соғылып (қозғалу жылдамдығы төмендеп), төменге түседі және конус 2 арқылы нәзік ұсақталған фракция ретінде шығарылады.

Ірі бөлшектер құлайды және ішкі конус 4 арқылы шығарылады.

Электрмагнитті байыту. Электрмагнитті байыту қатты материалдардың әртүрлі магнитті өткізгіштіктеріне негізделген. Сепаратор арқылы өтетін ұсақталған материал магнитті (кен) және магнитті емес (бос жыныс) фракцияларға бөлінеді.

Бөлуді электрмагнитті сепараторларда орындайды (2.8-сурет). Әдісті магнит тасты, хромды тасты және басқа да магнит сезгіш материалдарды бос жыныстан айыру үшін, сонымен қатар кеннің құрамына абайсызда түскен болат заттарды шығару үшін қолданады.

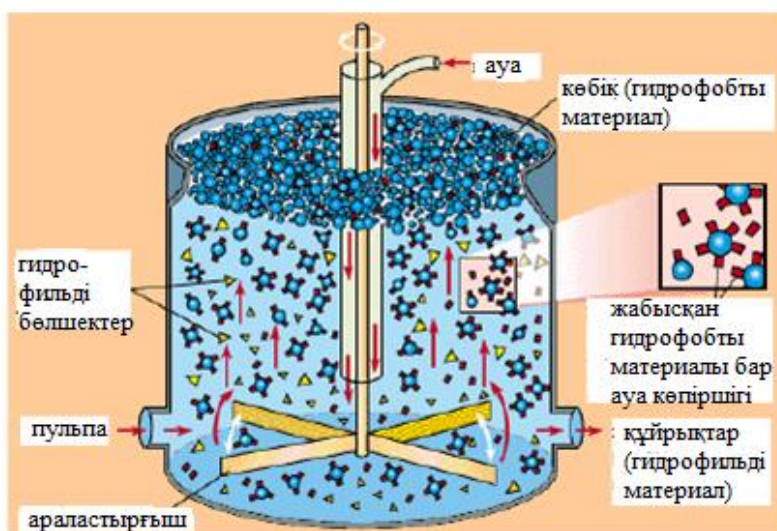


1 – ленталы транспортёр, 2 – барабан, 3 – электромагнит, 4 – магнитті емес материал бункері, 5 – магнитті материал бункері

2.8-сурет – Электромагнитті сепаратор схемасы

Ұсақталғаннан кейін материал электромагнитпен 3 жабдықталған барабаны 2 бар жылжитын ленталы транспортерге 1 келеді. Лентаның барабан бетімен жанасуы кезінде магнитті емес материалдың бөлшектері лентадан бункерге 4 түседі. Магнитті материалдың бөлшектері лентаға жабысады және лента барабанның магнитті бетін өткенше бірге жылжиды, сонан соң олар материалдан босайды. Сонан соң магнитті бөлшектер бункерге түседі.

Флотация – байытудың кең таралған және әмбебапты әдісі. Ол кеннің құрамына кіретін минералдардың әртүрлі сулануына негізделеді. Флотация процесінің схемасы 2.9-суретте көрсетілген.



2.9-сурет – Флотациялау процесінің схемасы

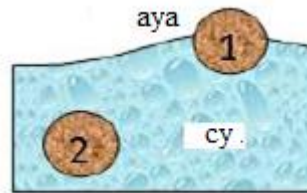
Табиғи материалдар сулануы бойынша бөлінеді:

- сумен суланатын (гидрофильді)
- сумен суланбайтын (гидрофобты).

Суланбайтын (гидрофобты) минералдың бөлшектері ауа көпіршіктеріне жабысады және судың бетіне қалқып шығады. Суланатын (гидрофильді) минералдың бөлшектері су қабықшасымен қапталады да, сұйықтың беттік керілу күшін жойып, аппараттың астына түседі (2.10-сурет).

Көпіршіктерге жабысу минералдардың біреуінің бөлшектерін талғамды түрде беттік-активті затпен қаптағанда күшейеді.

Егер пайдалы компонент пен бос жыныс суланушылықтары бойынша бір біріне жақын болса, онда жүйеге флотореагенттер енгізіледі. Бұл заттар компоненттердің суланушылығын талғамды күшейтеді немесе бәсеңдетеді (флотореагенттер-активаторлар, жойғыштар, көбіктүзгіштер, рН реттегіштері).



1 – суланбайтын (гидрофобты) бөлшек; 2 –суланатын (гидрофильді) бөлшек

2.10-сурет – Бөлшектердің сұйықта жылжуы

Шикізаттың гидрофобты бөлшектері судың бетінде қалады, ал гидрофильді бөлшектер астына түседі. Процесті жылдамдату үшін жүйені интенсивті араластыру немесе ауамен барботаждау арқылы көбіктендіреді.

Флотациялауды әртүрлі типті флотациялық машиналарда орындайды. Флотациялық машиналардың конструкцияларының айырмашылығы негізінде пульпаны аэрациялау тәсілдерімен айырылады.

Осы сипаттама бойынша машиналар үш топқа бөлінеді:

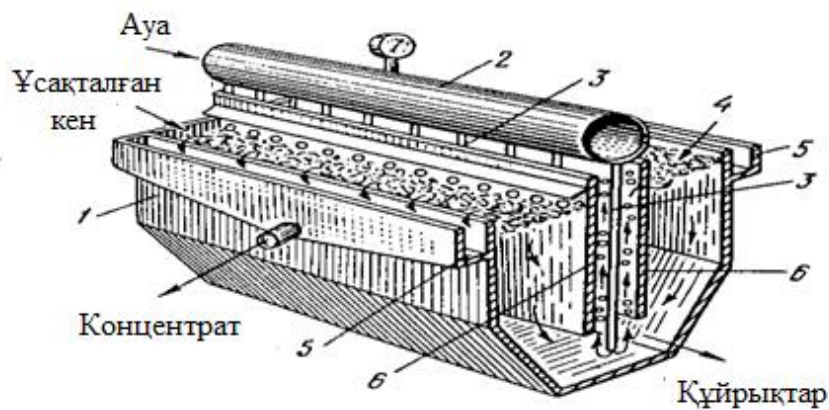
1) механикалық (пульпаны араластыру, ауаны сорып енгізу және диспергирлеу импеллермен орындалады);

2) пневмомеханикалық (ауа ауаүрлегішпен беріледі, пульпаны диспергирлеу және араластыру импеллермен орындалады);

3) пневматикалық (пульпаны араластыру және аэрациялау қысымдалған ауаны әртүрлі конструкциялы аэраторлармен беру арқылы орындалады).

Ауалы араластырғышы бар машинаның көлденең кесіндісі схема түрінде 2.11-суретте берілген.

Флотациялық машинаның 1 резервуарына пульпа (нәзік ұнтақталған кеннің сулы жүзгіні) беріледі, осында флотореагенттер де беріледі. Пульпа арқылы ауа құбырлармен 3 үрленеді. Камерада арабөлгіштер орнатылған, олар суспензияның (жүзгіннің) циркуляциялануына жағдай жасайды. Кеннің гидрофобты бөлшектері ауаның көпіршіктеріне жабысады және судың бетіне қалқып шығады. Флотация кезінде флотореагенттердің шығыны аз болады. Құрамында гидрофобты материалдың бөлшектері бар көбік резервуардың ернеуі арқылы науаға ағады да, машинадан шығарылады. Флотацияланбайтын материал түбіне тұнады және машинадан шлам ретінде шығарылады. Жиі жағдайда пайдалы минералдар көбікте болады, көбікті арнайы тұндырғыштарға жібереді. Сүзілген және кептірілген тұнба дайын концентрат болып табылады.



1 – циркуляциялық камера; 2 – ауа коллекторы; 3 – ауалық құбыршалар; 4 – көбік қабаты; 5 – концентратқа арналған науашық; 6 – арабөлгіш.

2.11-сурет – Ауалық араластыруы бар флотациялық машина

Күкірт қышқылы өндірісінде гидрофобты материал – түсті металдармен байытылған күкіртті колчедан FeS_2 . Құрамында түсті металдар неғұрлым аз болатын, бірақ күкірттің мөлшері көп болатын колчедан флотациялық құйрықтар ретінде машинаның түбіне тұнады. Күкірт қышқылы өндірісінде күкірттің мөлшерін арттыру үшін флотациялық қалдықтарды екінші рет флотациялайды.

Құнды компоненттерді сұйықтардан және газды қоспалардан бөліп алу. Сұйықтардан құнды компоненттерді бөліп алу үшін еріткішті буландыру, аяздату, экстракция, тұндыру, мембраналы технологиялар қолданылады. Мысалы, суды ерітінділерден булардыруды түсті металлургияда, ал аяздатуды – қысқы уақытта табиғи тұздықтарды концентрлеуде жиі қолданады.

Кей жағдайларда ерітіндіні жылыту кезінде пайдалы компонентті буландырады (дистилляциялайды). Мысалы, спиртті немесе эфирді сулы ерітіндіден, бензинді немесе басқа да жеңіл фракцияларды мұнайдан буландырады. Сонан соң буларды конденсациялайды да, концентрленген өнім алады.

Белгілі бір сұйықтағы газ қоспасының компоненттерінің әртүрлі ерігіштігі оларды бөлуге мүмкіншілік береді. Осылай газдар қоспасынан салқын еріткіштерді қолданып, талғамды түрде бір компонент сіңіріледі. Мысалы, кокс газынан моноэтанолламинмен күкіртсутекті сіңіреді, сонан соң әрі қарай қыздыру арқылы бөліп алады.

Экстракция – ерітіндінің компоненттерін құрамында экстрагент бар сұйыққа сіңірумен бөліп алу. Экстракция мұнайөңдеу және мұнайхимия кәсіпорындарында, сирек металдар технологиясында, уранды бөліп алу және концентрлеуде және басқа да салаларда қолданылады.

Гидрометаллургиялық өндірістің соңғы сатысында қоспалар мен металдардың концентраттарын химиялық тұндыру процестері қолданылады. Көптеген жағдайларда тұндыруды реагенттерді қосу арқылы орындайды.

Газды қоспаларды бөлуде олардың қайнау температураларының,

ерігіштіктерінің және басқа да қасиеттерінің әртүрлі болуын қолданады. Әртүрлі қайнау температуралары қатты қысу және конденсациялау арқылы жеке компоненттерді бөліп алуға мүмкіншілік береді. Ауаны жеке компоненттерге төмен температуралардың көмегімен бөлу технологиясы ертеден белгілі. Криогенді қондырғылардың жұмыс істеу принципі ауаны сұйылту және оны әрі қарай азотқа, оттекке және аргонға бөлуге негізделген. Газдық қоспаларды бөлу үшін сорбция (абсорбция немесе адсорбция) әдістері кеңінен қолданылады.

Мембраналы технология – химиялық технологиялық процестердің дамуының жаңа бағыттарының бірі болып табылады. Мақсаты сұйық немесе газды қоспаларды жартылай өткізгіш мембраналардың көмегімен бөлу болып табылады. Бөлу процесі қоспаның кейбір компоненттерінің мембрана арқылы басқаларға қарағанда баяу өтуіне немесе мүлде өтпеуіне негізделеді. Бөлудің тиімділігі «селективтілік», «өнімділік», «бөлу коэффициенті» деген көрсеткіштермен бағаланады. Қоспаларды мембрананың көмегімен бөлу фазалық өзгерулерсіз қоршаған орта температурасында орындалады. Бұл мембраналы аппараттардың конструкцияларының қарапайым болуына және процестің экономикалық тиімді болуына әкеледі.

Бақылау сұрақтары

1. Өнеркәсіптік кәсіпорында не шикізат болып табылады? Оның көздері қандай?
2. Табиғи материалдардың химиялық өнеркәсіптік шикізаты ретіндегі әртүрлі белгілері бойынша жіктелуін келтіріңіздер.
3. Жаңартылатын және жаңартылмайтын табиғи материалдар дегеніміз не? Мысалдар келтіріңіздер.
4. Екіншілік шикізатты пайда болуы және оны қолдану жолдары жайлы айтыңыздар.
5. Химиялық шикізатты өңдеуге дайындау қандай негізгі операциялардан тұрады?
6. Шикізатты байыту дегеніміз не және оны не үшін қолданады? Қатты, сұйық және газтәрізді шикізат үшін мысалдар келтіріңіздер.
7. Байыту процесінің сандық көрсеткіштерін атаңыздар және олардың анықтамаларын беріңіздер.
8. Флотациялық байыту неге негізделген? Флотациялық машинаның жұмыс істеу принципін түсіндіріңіздер.
9. Химиялық өнеркәсіптің шикізатының негізгі түрлерін атаңыздар
10. Шикізатты кешенді қолдану дегеніміз не? Мысалдар келтіріңіздер.
11. Қатты шикізатты байытудың негізгі әдістері. Әрбір әдістің мәні, аппаратурасы.

2.2 Химиялық өнеркәсіптегі су және ауа

Химиялық өнеркәсіп су мен ауаны сан алуан мақсаттарда орасан зор мөлшерлерде қолданады. Бұл олардың құнды қасиеттерінің кешенімен, қол

жетімділігімен және қолданудың ыңғайлылығымен түсіндіріледі. Ауа барлық жерде бар, ол ауаны ректификациялаумен алынатын азот пен оттектің таусылмайтын арзан көзі. Ауа химиялық өнеркәсіпте негізінен технологиялық және энергетикалық мақсаттарда қолданылады. Химиялық процестерде ауаны қолданғанда оны алдымен ылғалдан, механикалық және газтәрізді қоспалардан тазартады. Ауа жылутасымалдағыш немесе салқындатқыш агент ретінде, сұйықтар мен пульпаны араластыру үшін, сұйықтарды реакторлар мен оттықтарда шашырату үшін қолданылады.

Химиялық өнеркәсіп – суды өте көп тұтынушылардың бірі, сондықтан химиялық өндірістер судың жанына салынады. Табиғи су міндеттері бойынша бөлінеді:

- ішетін су (тұрғындар үшін);
- техникалық (өнеркәсіп үшін).

Ішетін суды дайындау негізінде патогенді микроағзалар жою болып табылады, сондықтан суды зарасыздандыру әдістері маңызды болады. Өнеркәсіптік суларды дайындау өз алдына нақты өндірістерде судың сапасына қойылатын талаптарына тәуелді болады (2.12-сурет).

Сол кезде тұтқырлықтың тұздарын жоюға және оны жүзеге асыратын әдістерге үлкен көңіл бөлінеді. Суретте берілген схемадан байқалатындай ішетін су мен өнеркәсіптік суды дайындау механикалық тазартудан басталады. Сонан соң ауыз су дайындау станцияларында қажет болғанда кермектілікті жою әдістерін қолданады, ал өнеркәсіптік суды дайындауда бұл міндетті саты болып табылады. Әрі қарай мөлдірлендірілген су ауыз суды дайындау станциясында міндетті түрде зарасыздандырылады, ал өнеркәсіптік суды дайындауда дегазациялау қолданылады.

Өнеркәсіпте табиғи және айналма су қолданылады.



2.12-сурет – Судайындау сатылары

Айналма су – бұл қолданыста болған және тазартудан кейін өндірістік циклға қайтарылған су.

Табиғи суларда әртүрлі зиянды қоспалар бар. Олар газдар, еріген тұздар, ақуыз заттардың және гуммин қышқылдарының коллоидты бөлшектері, қатты бөлшектер. Қоспалардың құрамы мен мөлшері судың пайда болу тегіне байланысты.

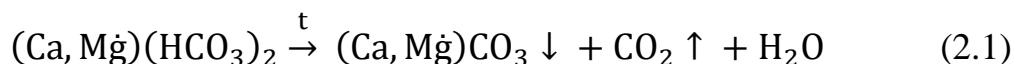
Химиялық өнеркәсіпте қолданылатын су (технологиялық су) сапасы бойынша белгілі көрсеткіштерге ие болуы тиіс. Судың сапасы физикалық және химиялық көрсеткіштердің қосындысы болады. Физикалық көрсеткіштерге судың мөлдірлігі, оның түсі, иісі, температурасы жатады. Химиялық көрсеткіштерге –тұздың жалпы мөлшері (кұрғақ қалдық), кермектілік, тотығушылық, рН (судың реакциясы) және т.б. жатады.

Судың мөлдірлігі ондағы жүзетін бөлшектердің мөлшерімен сипатталады және су қабаты арқылы көрінетін кірестің суретін (кірес әдісі) немесе әріпті анықтау (әріпті әдіс) және осы қабаттың қалыңдығын өлшеу арқылы анықталады.

Судағы тұздың жалпы мөлшері суда минералды және органикалық заттардың болуымен сипатталады.

Кермектілік дегеніміз кальций және магний тұздарының болуымен (мг-экв/дм³) байланысқан судың қасиеті. Кермектілік мерзімді, тұрақты және жалпы болып бөлінеді..

Аниондардың табиғатына байланысты болатын кермектілік уақытша (карбонатты) кермектілік деп аталады, оны қайнату арқылы жоюға болады



Тұрақты кермектілік кальций мен магнийдің сульфаттарының, хлоридтерінің және басқа да тұздарының болуымен анықталады, олар қайнатқан кезде суда қалады.

Жалпы кермектілік – уақытша және тұрақты кермектіліктің қосындысы болып табылады

$$Ж_o = Ж_{ер} + Ж_{посм.}$$

Судың тотығушылығы суда органикалық қосылыстардың болуымен анықталады және бір литр суды 10 минут бойы қайнату кезінде жұмсалатын $KMnO_4$ -тің мг санымен анықталады. Тотығушылық органикалық заттардың, темірдің жеңіл тотығатын қосылыстарының және күкіртсутектің болуымен байланысты болады.

Судың реакциясы – рН көрсеткішімен немесе сутек иондарының концентрациясымен сипатталатын, судың қышқылдылығы немесе негізділігі.

Ауыз су ретінде немесе тұрмыстық мақсатта қолданылатын суды міндетті түрде хлорлы сумен, кальций гипохлоритімен, озондаумен немесе

ультракүлгін сәулемен зарарсыздандыру қажет. Сонымен қатар судың дәміне, иісіне және түсіне ерекше талаптар қойылады.

Механикалық тазарту. Механикалық тазарту тұщы суды алу сатысында басталады. Суды алу сутұтынушылардың барлығын сумен қамтудың күрделі жүйесінің бірінші түйіні болып табылады. Жүйенің басында тұрғандықтан су алу осы жүйенің жұмысында белгілі рөлге ие болады.

Ірі қаланы сумен жабдықтау үшін заманауи су алу энергетикалық және механикалық жабдықтаумен, автоматты және телемеханикалық басқарумен жабдықталған инженерлік құрылғылардың күрделі кешені болып табылады. Бұндай су алу қондырғысы жыл мерзіміне қарамастын тоқтаусыз жұмыс істеуі қажет. Жалпы түрде сумен жабдықтау жүйесі су алу құрылғыларынан, сорғы станцияларынан, судайындау бөлімінен, суды сақтау ыдыстарынан және су жолдарынан тұрады.

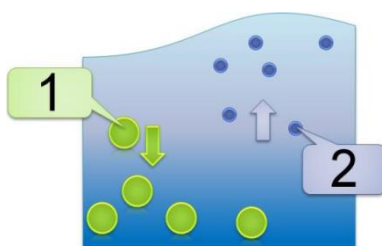
Механикалық тазарту – бұл ерімеген қоспаларды, балшықтың, құмның, тоттың жүзетін бөлшектерін және т.б. шығару.

Механикалық тазарту тұну, тұндыру, сүзу әдістерімен жүзеге асырылады.

Тұну процесі кең қолданыс тапты. Қалаларда ауыз судайындау станцияларының барлығында дерлік тұндырғыштар қолданылады.

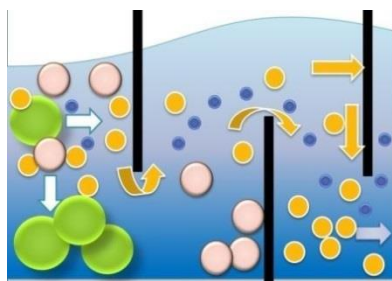
Тұну – судан гравитациялық күштердің әсерінен жүзетін бөлшектерді бөліп алу (2.13-сурет).

Сол кезде тығыздықтары судың тығыздығынан жоғары болатын бөлшектер төмен қарай жылжиды, ал тығыздықтары судың тығыздығынан төмен болатын бөлшектер жоғары қарай жылжиды.



2.13-сурет – Тұну механизмі: 1 – тығыздықтары судың тығыздығынан жоғары болатын бөлшектер; 2 – тығыздықтары судың тығыздығынан төмен болатын бөлшектер.

Тұндыру – қатты бөлшектерді күштеп шығару. Тұндыру процесінің механизмі 2.14-суретте берілген. Тұнба табиғи түрде өздігінен шығарылатын тұну процесінен тұндыру процесінің айырмашылығы, жылдамдықты арттыру үшін немесе небары ұсақ бөлшектерді шығару үшін конструкциялық ерекшеліктер қолданылады. Осындай конструкциялық шешімдер ретінде арабөлгіштер қолданылуы мүмкін. Тұндыру жылдамдығы бөлшектердің тығыздықтарына, мөлшерлеріне және пішіндеріне тәуелді болады.



2.14-сурет – Тұндыру процесі

Сүзу. Сүзу суды мөлдірлендірудің соңғы сатысы болып табылады және суды алдын ала тұндырғыштарда немесе мөлдірлендіргіштерде мөлдірлендіруден кейін қолданылады.

Процесс суды ұсақтүйіршікті сүзетін материал арқылы өткізу арқылы жүзеге асырылады. Сүзетін материал ретінде өзен немесе карьер құмы, ұсақталған антрацит қолданылады.

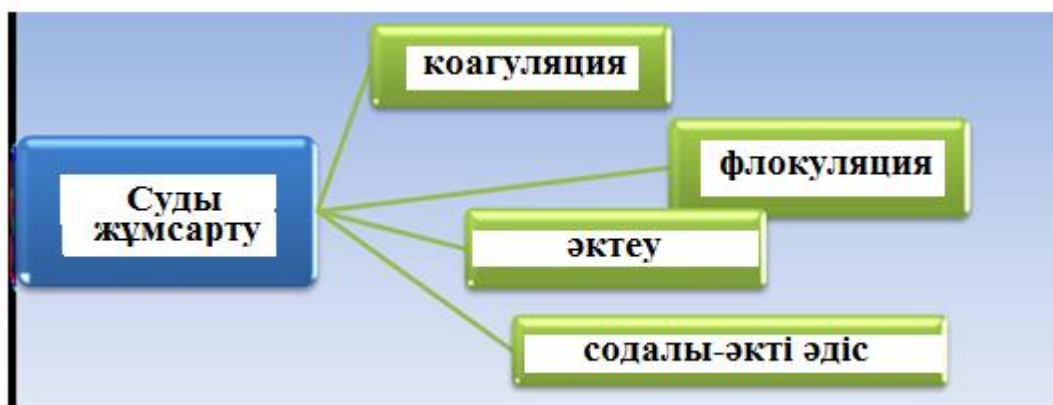
Сүзу тәртібінде сүзгінің жұмыс істеу принципі 2.15-суретте келтірілген. Қоспалар түйіршікті материал қабатында ұсталады да, жаңа сүзетін қабат түзеді.



2.15-сурет – Сүзу тәртібіндегі сүзгі

Жұмсарту және тұзсыздандыру. Тазарту алдындағы операциялардан өткен суда ірі дисперсті бөлшектер жоқ және коллоидты бөлшектерден елеулі мөлшерде босатылған. Дегенмен қоспалардың негізгі бөлімі шынайы еріген күйде суда қалады және оларды судан шығару қажет. Кермектіліктің көптеген

тұздарының ерігіштігі төмен. Жұмсарту әдістері 2.16-суретте берілген.



2.16-сурет – Жұмсарту әдістері

Қазіргі уақытта суды жұмсарту үшін иондық алмасу, мембраналы және термиялық әдістер қолданылады. Соңғы әдістер тиісті сапалы су алу үшін жиі иондық алмасумен бірге қолданылады. Иондық алмасу әдістерінің жіктелуі 2.17-суретте берілген. Суды жұмсарту кезінде әдетте екі ионалмастырғыш әдістер: натрий (Na) – анионитті және сутек (H) – катионитті қолданылады.

Дегазация. Дегазация – судан еріген күйде болатын газдарды (көмірқышқыл газын, оттекті, күкіртсутекті, хлорды, сирек жағдайда метанды) шығару үшін қолданылады. Бұл газдар суға жағымсыз иіс беретін коррозияға жағдайлар жасауы немесе коррозияны күшейтуі мүмкін. Дегазациялау әдісін таңдау бастапқы судан шығарылатын газдың түріне және мөлшеріне байланысты болады.

Судайындау тәжірибесінде жіктеудің негізі ретінде әсер ету принципі қолданылатын, суды дегазациялаудың келесі әдістері белгілі:

а) физикалық:

- судың температурасының немесе шығарылатын газдың парциалды қысымының өзгеруі;

- үрлеу немесе аэрациялау;

б) химиялық:

- реагенттерді енгізу арқылы еріген газдарды байланыстыру;

- оттекті гидразиннің көмегімен шығару. Гидразин негізгі дегазациялайтын құрылғыдан кейін қалатын оттекті шығару құралы ретінде қолданылады;

- биохимиялық – микроағзалардың тотықтырғыш қасиеттерін қолдану;

- сорбционды-алмастыру – шығарылған газдарды сорбционды-алмастыру материалдары арқылы сүзу арқы бөліп алу.



2.17-сурет – Иондық алмасу түрлері

Еріген газдардан суды шығарудың физикалық әдістері екі әдіспен орындалады:

1) егер шығарылатын газдың парциалды қысымы нөлге жақын болса, онда құрамында шығарылатын газ бар су ауамен жанастырылады;

2) газдың суда ерігіштігі нөлге жақын болатындай жағдайлар жасалады.

Бірінші әдістің немесе суды аэрациялаудың көмегімен әдетте еркін көмірқышқыл және күкіртсутек шығарылады, себебі бұл газдардың атмосфералық ауадағы парциалды қысымы нөлге жақын.

Өнеркәсіптік судайындау. Өнеркәсіптік кәсіпорындар судың қолданылу мақсаты бойынша суға сапасы және ондағы қоспалардың мөлшері бойынша қатаң белгілі талаптар қояды.

Қоспалардың зияндылығы химиялық күйіне және олардың дисперстілігіне, сонымен қатар суды қолданатын өндірістің технологиясына тәуелді болады. ірідисперсті, мехааникалық жүзгіндер құбырлар мен аппараттарды ластайды, олардың өнімділіктерін төмендетеді, тығындар түзеді және апаттық жағдайлардың пайда болуына әкеледі. Коллоидты бөлшектер түрінде болатын қоспалар электролизерлердің диафрагмаларын ластайды да, судың көбіктенуіне әкеледі. Суда еріген тұздар мен газдар қаспақтың түзілуіне және металдардың беттік коррозиясының пайда болуына әкеледі, яғни өте зиянды болып табылады.

Өнеркәсіпте қолданылатын судың құрамындағы қоспалардың зиянды әсерін жою үшін, мақсатына байланысты табиғи суды тазартудың арнайы технологиясы (өнеркәсіптік судайындау) қолданылады.

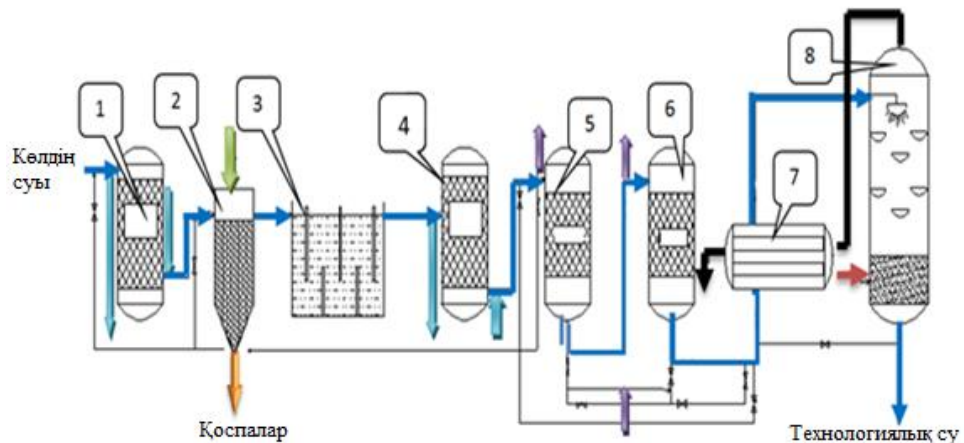
Судайындау деп табиғи сулардан жүзгіндер, коллоидты бөлшектер, еріген тұздар және газдар түрінде болатын және өндіріс үшін зиянды болып табылатын қоспаларды жоюдың операцияларының кешенін айтады. Ол келесі негізгі операциялардан тұрады (2.18-сурет):

- тұндыру, мөлдірлендіру және сүзу;
- жұмсарту және тұзсыздандыру;
- газдарды шығару (дегазация) және бейтараптау;
- зарарсыздандыру (дезинфекциялау).



2.18 – Суды тазарту процесінің негізгі сатылары

Өнеркәсіптік судайындаудың технологиялық схемасы 2.19-суретте берілген.



1 – механикалық сүзгі; 2 – мөлдірлеткіш; 3 – тұндыру камерасы; 4, 5 – катионитті сүзгі; 6 – анионитті сүзгі; 7 – жылуалмастырғыш; 8 – дегазатор.

2.19-сурет – Өнеркәсіптік судайындаудың технологиялық схемасы

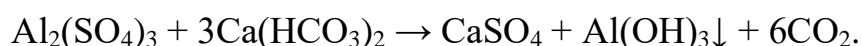
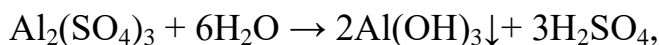
Көлдің (өзеннің) суы су алу құрылғысынан сорғылармен судайындаудың бірінші сатысына – механикалық тазартуға келеді. Біріншілік тұндыруды бетондалған резервуарларда орындайды.

Құммен, гравиймен немесе антрацитпен тотырылған механикалық сүзгіден өтетін су ірідисперсті бөлшектерден тазартылады.

Әрі қарай су коагуляциялану үшін мөлдірлеткішке барады. Мөлдірлеткішке коагулянт $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ ерітіндісі беріледі.

Суды мөлдірлендіруді тұндыру және одан әрі қарай сүзетін түйіршікті қабат арқылы өткізумен орындауға болады, бірақ бұл процесс баяу жүреді, сондықтан коллоидты бөлшектерді коагуляциялау және боялған заттарды абсорбциялау үшін коагулянттар (алюминий мен темір сульфаттары, темір хлориді) қосылады. Түзілетін жапалақ тәрізді тұнбаны тұндырудан кейін

шығарады, ал біраз мөлшерде тұнбай қалған бөлшектерді сүзумен бөліп алады.



Мөлдірлеткіштен кейін су тұндырғышқа жіберіледі, онда коагуляция процесінен кейін тұнбай қалған бөлшектер тұнады. Бұл мақсатта сумен механикалық сүзгілерді толтырады, коагуляциядан кейін қалған бөлшектер шығарылады.

Мөлдірлендірілген су тұрақты кермектілікті жою үшін ионалмастырумен тазартуға келеді. Су бір бірінен кейін орналасқан және ионалмастырғыш шайырман толытырылған ионалмастырғыш сүзгілер арқылы өтеді. Судың құрамындағы Ca^{2+} , Mg^{2+} катиондардың иониттердің Na^+ , H^+ катиондарына алмасуы жүреді.

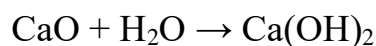
Суды жұмсарту және тұзсыздандыру кезінде кальций және магний тұздары толығымен немесе жартылай шығарылады. Тұзсыздандыру судың тазалығына ерекше қатал талаптар қойылатын өндірістерде (ерекше таза реактивтер, фармацевтикалық препараттар алу, ТЭО-да жоғары қысым қазандары үшін) қолданылады.

Суды жұмсартудың әртүрлі әдістері белгілі:

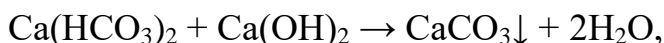
- физикалық (қайнату немесе аяздату, дистилляциялау);
- химиялық (химиялық реагенттердің көмегімен);
- физика-химиялық (ионалмастырғыш);
- электрхимиялық (электродиализ, электроосмос)

Өнеркәсіпте суды жұмсартудың небары жиі әктасты-содалы және фосфатты әдістері қолданылады.

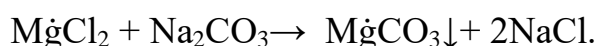
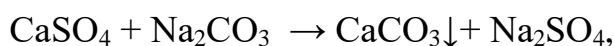
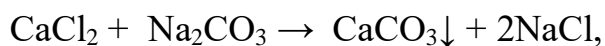
Әктасты-содалы әдісте суды алдымен әк сүтпен $\text{Ca}(\text{OH})_2$, сонан соң содамен Na_2CO_3 өңдейді. Сол кезде түзілетін ерімейтін қосылыстар тұнбаға түседі. Әк сүтті алу үшін кальций оксидін сумен араластырады.



Уақытша кермектілікті жою:

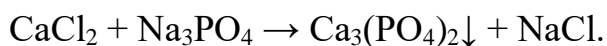
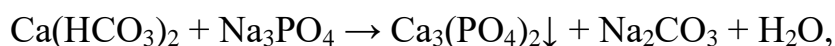


Тұрақты кермектілікті жою:



Бұл әдіс арзан, бірақ су тұздардың мөлшері 0,3 мг-экв/л шамасына жеткенше ғана жұмсартылады.

Фосфатты әдісте су натрий фосфатымен өңделеді. Бұл әдіс тиімдірек және соңғы кермектілік 0,03 мг-экв/л болады.



Фосфатты әдіс қымбат, сондықтан әдетте құрандалы әдіс қолданылады. Бұнда тұздардың негізгі бөлігі әкті-содалы әдіс бойынша шығарылады, ал әрі қарай жұмсарту фосфатты әдіспен жүзеге асырылады.

Физика-химиялық әдістердің ішінде ең көп қолданыс тапқан әдіс ионалмастырғыш әдіс (иондау) болып табылады. Бұл әдіс жұмсартудың немесе тұзсыздандырудың химиялық әдістерімен бірге қолдаылады. Ионалмастырғыш әдіс кейбір қатты денелердің (иониттердің) басқа иондардың эквивалентті мөлшеріне сай болатын иондардың орнына ерітіндіден басқа иондарды (суда еріген тұздардың иондарын) сіңіру қабілетіне негізделген. Иондық алмасу процесі қайтымды болғандықтан, уақыт өткеннен кейін тепе-теңдік орнайды да, тұзсыздандыру процесі тоқтайды. Қаныққан кезде ионитті қышқыл немесе сілті ерітіндісімен жуу арқылы регенерациялауға болады.

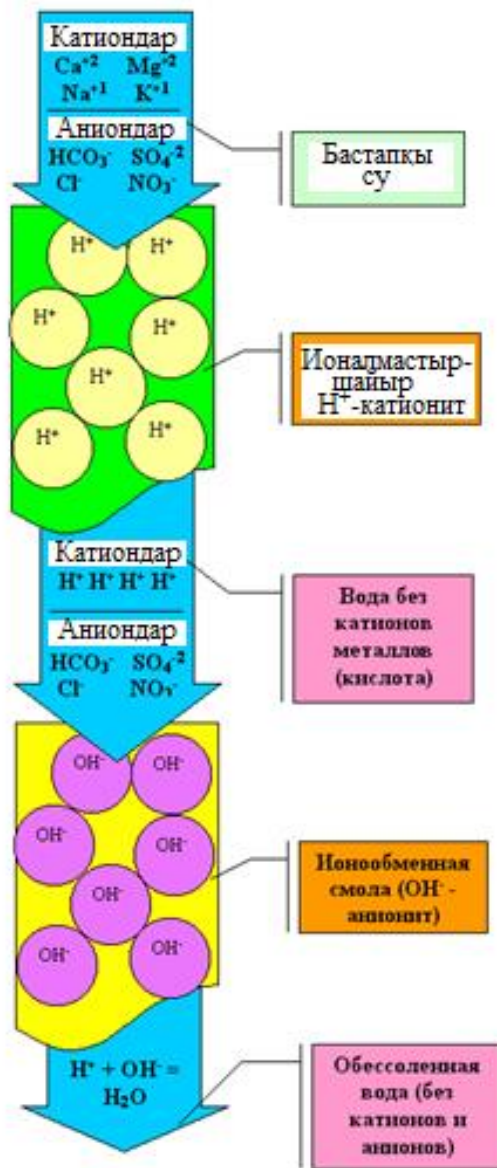
Суды иониттермен тұзсыздандыру тұздың иондарын сутек немесе гидроксил иондарына алмастыруға негізделген. Сонан соң сутек иондары мен гидроксил-иондар бірігіп, су түзеді.

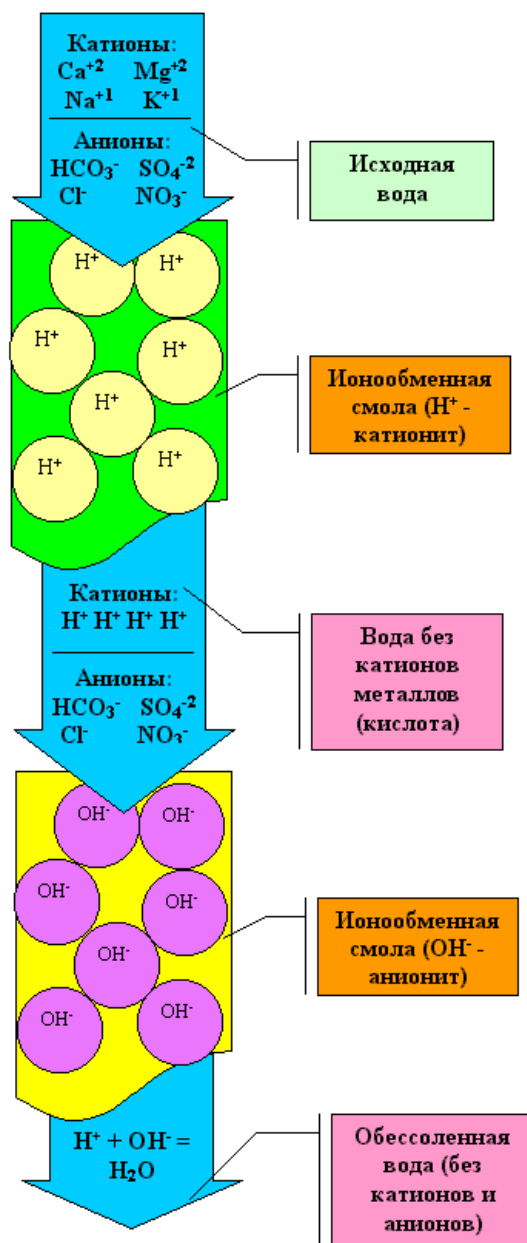
Иониттердің екі түрі бар. олар катиониттер мен аниониттер. Олардың әрқайсысының топшалары белгілі, олар бөліп алатын иондардың түрлері бойынша бөлінеді (күшті- және әлсізқышқылды катиониттер, күшті- және әлсізнегізді аниониттер). Осыған байланысты процестер де катиондау және аниондау деп бөлінеді (2.20-сурет).

Бастапқы судың сапасы мен қойылатын мақсатқа сай иониттері бар сүзгілерді қолданумен судайындаудың әртүрлі схемалары құрастырылады.

Сүзгілерді регенерациялау қышқылдармен немесе сілтілермен орындалады.

Иониттері бар схемаларда судың сілтілігін төмендету үшін жиі декарбонизатор қолданылады.



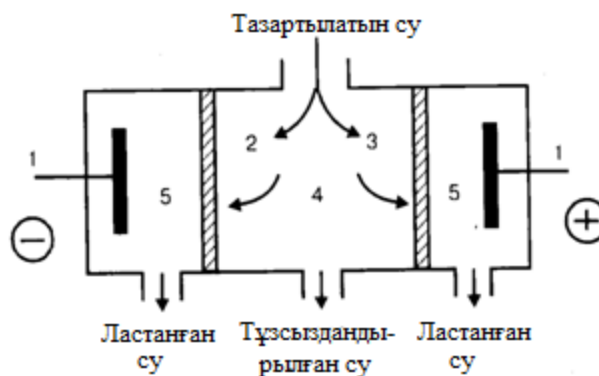


2.20-сурет – Тұзсыздандыру процесінің схемасы

Қарастырылған әдістерден басқа да әдістер белгілі. Мысалы, оксолатты әдіс. Бұл әдісте суды жұмсарту үшін қымыздық қышқылының $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ тұздары қосылады.

Бірқатар органикалық реагенттер (комплексондар) кальций және магний катиондарымен тұрақты кешенді қосылыстар түзеді және су жұмсарады. Трилон-Б және минералды тұздардың шөгуінің ингибиторы (МТШИ) жақсы белгілі және кеңінен қолданылатын реагенттер болып табылады.

Электродиализ дегеніміз электр тогының өрісіне диализдеу процесі. Бұл процесте диализденетін ерітіндіден тұздардың бөлінуі, құрамында катионит (катодтың маңында) және анионит (анодтың маңында) бар кеуекті мембраналар арқылы өтуі нәтижесінде орындалады. Сонан соң олар электродтарда разрядталады. Суды тұзсыздандыруға арналған электродиализатордың схемасы 2.21-суретте көрсетілген.



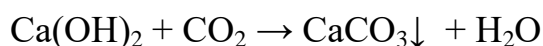
1 – электродтар; 2 – катионитті мембрана; 3 – анионитті мембрана; 4 – ішкі камера; 5 – сыртқы камералар.

2.21-сурет – Суды сусыздандыруға арналған электродиализатордың схемасы

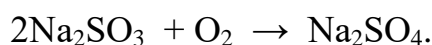
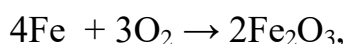
Сонан соң су жылуалмастырғыштың құбыраралық кеңістігіне беріледі, онда дегазациялаудан шығатын газдармен жылытылады.

Ыстық су дегазатордың үстіңгі бөліміне беріледі, онда форсункамен шашыратылады, табақшалармен астына қарай аққанда астынан үстіне қарай көтерілетін газ ағынымен жылытылады. 90 °С-ға дейін жылынғанда судан газдар (CO, CO₂, O₂) бөлінеді, олар дегазатордың алдында орналасқан жылуалмастырғышқа келеді.

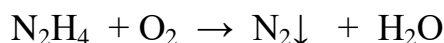
Судан газдар (H₂S, NH₃, SO₂, CO₂, O₂) физикалық немесе химиялық әдістермен шығарылады. Физикалық әдіс – деаэрация, ал судан еріген тұздарды химиялық әдіспен шығару – дегазация деп аталады. Физикалық әдістер еріген газдардың елеулі мөлшерлерінің суды ыстық бумен барботаждау кезінде немесе суды вакуумда жылытумен шығаруға мүмкіндік береді. Химиялық әдістерде газдар енгізілетін реагенттермен әрекеттеседі. Мысал ретінде сөндірілген әкпен толтырылған сүзгі арқылы суды өткізуді немесе суға әк сүт қосуды келтіруге болады



Оттекті шығару үшін суды темір жоңқасымен немесе темір үгіндісімен толтырылған сүзгі арқылы өткізеді:



Бу қазандарын қоректендіру үшін қолданылатын судан оттегін шығару үшін гидразин N₂H₄ енгізіледі



Механикалық сүзгілерден, ионалмастырғыш сүзгілерден, дегазатордан

шыққан судың талдауы қанағаттанарлықсыз болғанда, оны қайта тазартуға жібереді.

Бақылау сұрақтары

1. Химиялық өнеркәсіпте суды қолданудың негізгі бағыттарын атаңыздар. Мысалдар келтіріңіздер.
2. Химиялық өнеркәсіпте су ресурстарын рационалды қолдану дегеніміз не?
3. Суайналу дегеніміз не және ол қандай мақсатта қолданылады?
4. Технологиялық суға қандай талаптар қойылады?
5. Технологиялық суды дайындаудың негізгі сатыларын атаңыздар.
6. Судың кермектілігі дегеніміз не және оны жоюдың қандай әдістері бар?
7. Иондық алмастыру әдісімен суды жұмсарту процесі неге негізделген?
8. Химиялық өнеркәсіпте су қандай мақсаттарда қолданылады?
9. Айналма су дегеніміз не? Айналма су жабдықтау схемасын салыңыздар.

2.3 Химиялық өндірістегі энергия

Химиялық өндіріс неғұрлым энергиясыйымды немесе энергияны көп тұтынатын өндірістерге жатады. Өнімнің 6 %-н өндіру кезінде 12 %-ға дейін электр энергиясы тұтынылады. Аммиак, фосфор, кальций карбиді, натрий карбонаты, химиялық талшықтар және пластмассалар өндірумен байланысқан өндірістер энергияны көп тұтынады.

Химиялық өндірісте энергияны тұтыну оның энергосыйымдылығымен бағаланады. Өндірістің энергосыйымдылығы – бұл өнімнің бірлігін өндіруде жұмсалатын энергия шығыны. Ол кВт·сағатпен (кДж) немесе шартты отынның (ШО) тоннасымен сипатталады. Энергосыйымдылығы бойынша химиялық өндірістер үш класқа бөлінеді:

- I класс. Өнімнің бір тоннасына ШО-ның 2 тоннасы жұмсалатын өндірістер (химиялық талшықтар, ацетилен, капролактама, полиэтилен және т.б.);

- II класс. Өнімнің бір тоннасына ШО-ның 1-ден 2 тоннаға дейін жұмсалатын өндірістер (натрий карбонаты, аммиак, кальций карбиді, метанол және т.б.);

- III класс. Өнімнің бір тоннасына ШО-ның 1 тоннасынан кем жұмсалатын өндірістер (сұйылтылған азот қышқылы, қос суперфосфат, этиленгликоль, сірке қышқылы, анилин және т.б.).

Химиялық өндірісте энергия химиялық реакцияларды жүргізуде, газдар мен сұйықтарды қысымдауда, материалдарды жылытуда, жылу және массаалмасу процестерін жүзеге асыруда (ректификация, суалту), механикалық және гидромеханикалық процестерді жүргізуде, материалдарды тасымалдауда қолданылады.

Энергия түрлері

1) электр энергиясы – электр тогының әсерінен ерітінділер мен

балқымаларды ыдырату үшін электр процестері), реакциялық қоспаларды жылыту үшін (электротермиялық процестер), механикалық энергияны алмастыру үшін қажет;

2) жылу энергиясы – жылыту, кептіру, суалту, дистилляциялау үшін қажет;

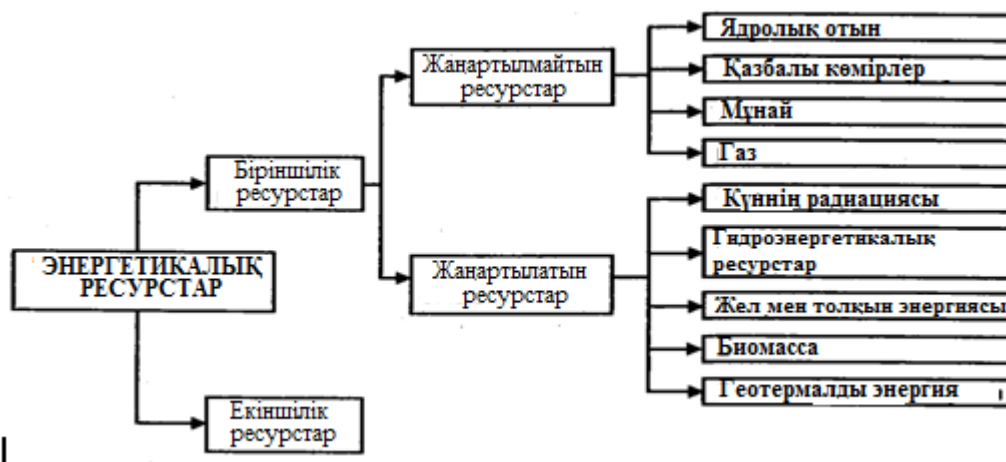
3) химиялық энергия – гальваникалық элементтер мен аккумуляторларда қолданылады, онда электр энергиясына дейін түрленеді;

4) жарық энергиясы – фотохимиялық процестер үшін қажет;

5) ядро ішіндегі энергия – радиоактивтік сәулелену әсерінен реакцияларды жүргізу үшін қажет;

б) екіншілік энергия ресурстары – өндірістің жоғары температураға ие болатын энергетикалық қалдықтары немесе жанама өнімдер, олар кәсіпорынның мұқтаждары үшін қолданылады және энергияның қоршаған ортаға жоғалуларын азайтады.

Өнеркәсіптің қолданатын энергиясының негізгі көздеріне жанғыш қазбалар және оларды өңдеу өнімдері; судың энергиясы мен ядролық отындар жатады. Барлық энергетикалық ресурстардың жіктелуі 2.22-суретте берілген.



2.22-сурет – Энергетикалық ресурстардың жіктелуі

Химиялық отынның энергетикалық құндылығы сипатталады:

- каллория коэффициентімен, η_k ;
- отынның 1 кг-ы жанғанда түзілетін энергия мөлшерімен, кВт·сағ.

Өнеркәсіпке қажетті энергияның негізгі бөлімін ГРЭС, ГЭС және АЭС береді. Энергоресурстарының таусылуы энергияның жаңа түрлері мен көздерін іздестіруді қажет етеді. Оларға сутек, сонымен қатар жаңартылатын энергия түріне жататын гидроэнергия, желдің және судың көтерілу энергиясы, геотермалды энергия жатады.

Сутекті қолданудың артықшылықтары:

- 1) сутектің таралуы және судың сутек көзі ретіндегі таусылмайтын қоры;
- 2) энергия мөлшері жоғары (мұнайдан 3,5 есе артық);
- 3) тасымалдау қарапайымдылығы және арзандығы;
- 4) жану өнімдерінің экологиялық таза болуы.

Сутекті өнеркәсіптік масштабтарда өндіру судың H_2O электролизімен,

судың H_2O пиролизімен және т.б. орындалуы мүмкін.

Энергияның басқа да альтернативалы көздері энергияның концентрленуімен шектеледі. Мысалы, адамның барлық энегетикалық мұқтаждықтарын күннің энергиясының 0,5 % қамти алады. Бірақ оны жинау және осы энергияны пайдаға жарату үшін өте үлкен қондырғылар қажет.

Химиялық өнімнің өзіндік құнындағы энергияның үлесінің жоғары болуы, оны рационалды және үнемді қолдануды қажет етеді. *Энергияны қолдану коэффициенті* (η_{ε}) үнемділіктің критерийі болып табылады. Ол өнімнің бірлігін өндіруге теориялық қажетті мөлшерінің (W_T) тәжірибеде жұмсалған энергия мөлшеріне (W_{II}) қатынасы ретінде анықталады

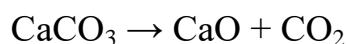
$$\eta_{\varepsilon} = \frac{W_T}{W_{II}} \quad (2.4)$$

Жоғарытемпературалы процестерде бұл коэффициент 0,7 болады, яғни жылу энергиясының 30 %-ы реакция өнімдерімен бірге жылулық жоғалулар ретінде әкетіледі.

Химиялық кәсіпорындарда көбінесе жылу энергиясы қолданылады. Оның қолданылу дәрежесі жылулық пайдалы әсер коэффициентімен (η_T) сипатталады және негізгі химиялық реакцияларды жүргізу үшін теориялық қолданылатын жылудың мөлшерінің (Q_T) жылудың тәжірибеде жұмсалған мөлшеріне (Q_{II}) қатынасына тең болады

$$\eta_T = \frac{Q_T}{Q_{II}} \quad (2.5)$$

Көптеген өндірістерде бұл коэффициент жоғары емес болады. Мысалы, реакция 900 °C-да жүретін әктасты күйдіру процесінде бұл



коэффициент 65 % ғана болады. қалдық 35 % жоғалады: 25 % түзілетін өнімдермен және 10 % қоршаған ортаға кетеді. Сондықтан жылудың шығынын төмендету мәселесі (жылуды регенерациялау) күрделі мәселе болып табылады.

Энергияны рационалды қолдану 2 топқа бөлінеді:

I топ. Энергия үнемдеуіш технологияларды жасау:

- жаңа энергия үнемдеуіш технологиялар схемаларын құрастыру;
- катализаторлардың белсенділіктерін арттыру;
- өндірістің өнімдерін бөлудің белгілі әдістерін неғұрлым энергияны аз тұтынатынына ауыстыру (мысалы, ректификацияны экстракцияға);
- өндірістің құрандалы схемаларын құрастыру, сол кезде бөлінетін жылуды басқа сатыда жылытқыш ретінде қолдану.

II топ. Өндірістік процестерде энергияны қолдануды жақсарту:

- оқшаулағыштардан жылулық жоғалуларды төмендету;
- электрхимиялық өндірістерде кедергіге жұмсалатын шығындарды

төмендету;

- екіншілік энергия ресурстарын (ЕЭР) қолдану.

Энергия түрі бойынша екіншілік ресурстар бөлінеді:

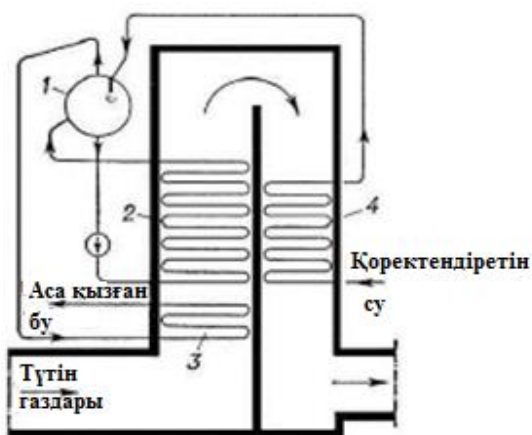
-жанғыш (отындық) ЕЭР – технологиялық процестердің отын ретінде қолданыла алатын жанама газтәрізді өнімдері;

- жылулық ЕЭР – технологиялық агрегаттардың кететін газдарының, ыстық су мен будың физикалық жылуы, химиялық реакциялардың жылуы;

- артық қысымның ЕЭР – агрегаттардың артық қысыммен шығатын және қолданыла алатын газдар мен сұйықтардың потенциалды энергиясы.

Екіншілік энергия ресурстары отын ретінде қолданыла алады, олардың жылуы бу алу үшін, реакцияндық аппараттарға келетін суды, материалдарды жылыту үшін және т.б. қолданылуы мүмкін. Ең кең тараған пайдаға жарататын қондырғыларға қазан-утилизаторлар, сулы экономайзерлер, рекуператорлар мен регенераторлар жатады.

Қазан-утилизатор – бұл реакцияның газтәрізді өнімдерінің және кететін газдардың жылуы бу өндіру үшін қолданылады. Қазан-утилизаторлар энергетикалық және технологиялық буды алу арқасында отынның үлкен үнемделуін қамтамасыз етеді. Қазан-утилизатордың схемасы 2.23-суретте көрсетілген.



1 – барабан-сепаратор; 2 – буландыратын бөлім; 3 – буды қатты қыздырғыш; 4 – сулы экономайзер

2.23-сурет – Суқұбырлы қазан утилизатордың схемасы

Суқұбырлы қазан-утилизаторда су құбырлармен, ал жанғыш түтін газдары (температурасы 800–1500 °С) құбырлардың сыртқы бетімен жылжиды. Қоректендіргіш су экономайзерді 4 өтіп, барабанға 1 (қазанның үстінде орналасқан) келеді, одан ауырлық күшінің әсерінен (қазандарда табиғи циркуляция әсерінен) түсетін жылытылмайтын құбырларға, сонан соң бүтүзілетін көтеретін жылытылатын құбырларға келеді (көтеретін және түсіретін құбырлар циркуляциялық контур түзеді). Температуралардың айырмасы салдарынан, сонымен қатар ортаның тығыздықтарының айырмасының салдарынан түсіретін және көтеретін құбырлардағы су

барабанға қайта көтеріледі. Онда бусулы қоспа су мен буға бөлінеді. Су қайтадан түсетін құбырға барады, ал қаныққан бу буды қатты қыздырғышқа 3 кетеді. Табиғи циркуляцияны қолданатын қазандарда судың циркуляциялық контурдағы айналу еселігі 5-тен 30-ға дейін болады.

Газқұбырлы қазанның суқұбырлыдан айырмашылығы ыстық газдардың қазанның корпусына орнатылған құбырларда, ал судың құбыраралық кеңістікте жылжуында болады.

Суқұбырлы қазандардың газқұбырлы қазандарға қарағанда қолданылу аймағы неғұрлым кең болады, әсіресе жоғары қысымды бу қажет болғанда қолданылады.

Сулы экономайзер – бұл суды жылытуға арналған құрал, ол әдетте кететін газдардың жылуымен жылытылады және жылуалмасу тиімді болу үшін газдар үстінен астына қарай, ал су астынан үстіне қарай жылжиды.

Экономайзерлердің қолданылу аймағы – бу қазандарының қоректендіргіш суын жылыту, сонымен қатар технологиялық және тұрмыстық ыстық сумен қамту жүйесінің суын жылыту.

Рекуператор (лат. recuperator – қайтып алатын, қайтаратын) – кететін газдардың жылуын қолдану үшін беттік типті жылуалмастырғыш. Онда жылуалмасу үздіксіз түрде ағындарды бөліп тұратын қабырға арқылы орындалады.

Реакция өнімдерінің немесе кететін газдардың жылуын реакциондық аппаратқа келетін материалдарды алдын ала жылыту үшін қолдануға болады (2.24-сурет).

Рекуперация жоғары- және төментемпературалы екіншілік энергия ресурстарын қолдануға мүмкіншілік береді.



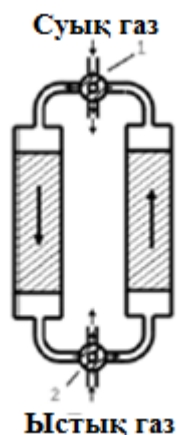
1 – реактор; 2 – жылуалмастырғыш

2.24-сурет – Бастапқы реагенттерді жылыту үшін реакция өнімдерінің жылуын қолдану схемасы

Реакцияның газтәрізді өнімдерінің немесе кететін газдардың жылуын қолдану үшін рекуператорлардан басқа регенераторларды қолдануға болады.

Регенераторлар – насадқамен толтырылған мерзімді жұмыс істейтін камералар. Әдетте насадка ретінде кірпіштен жасалған торлар, керамикалық немесе металл шарлар және т.б. қолданылады. Жанғыш газдардың жылуы алдымен жылусыйымды насадқада аккумуляцияланады да, сонан соң жылытылатын газға (мысалы, ауаға) беріледі. Насадкасы қозғалмайтын регенератордың схемасы 2.25-суретте көрсетілген. Бұл схема бойынша

жылутасымалдағыштардың арасында үздіксіз жылутасымалдау процесі екі регенератордың көмегімен орындалады: Олардың біреуінде ыстық жылутасымалдағыш салқындатылады, ал екіншісінде салқын жылутасымалдағыш жылытылады. Сонан соң аппараттар клапандардың 1 және 2 көмегімен қайта ауыстырылады, сонан соң әрқайсысында жылуалмасу процесі кері бағытта жүреді.



2.25-сурет – Регенераторлардың жұмысының схемасы

Реакциондық аппараттардан шығатын қысымдалған ауаның немесе сұйықтардың энергиясын сорғымен және электржетекпен бір білікке монтаждалған газ және су турбиналарының доңғалақтарын айналдыру үшін қолданады, сөйтіп электрқозғалтқыштардағы электр энергиясының шығынын төмендетеді.

Екіншілік энергия ресурстарын қолдану отынның шығынын көп тиімдеуге, зиянды заттардың тасталуын азайтуға, қоршаған ортаның жылулық ластануын төмендетуге мүмкіншілік береді.

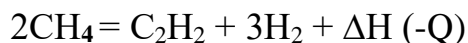
Химиялық өнеркәсіптегі энергияның жаңа түрлері. Химиялық өнеркәсіптің дамуы үшін энергияның көп мөлшері қажет, сондықтан өнеркәсіптің бұл саласына энергияның жаңа көздері интенсивті түрде енгізіледі:

- плазмохимиялық;
- ультрадыбысты;
- фото және радиациялық сәулелену;
- төменвольтті электр разряды;
- лазерлік сәулелену.

Бұл энергиялардың әсері молекулалардың активациялануына, қозған бөлшектердің пайда болуына әкеледі. Бұл химиялық процестің бастамашылық етуіне әкеледі. Бұл химияның жаңа саласы – жоғары энергиялар химиясы. Плазмохимиялық процестер немесе плазмада жүретін химиялық процестер әсіресе келешекті және әмбебапты болады. Плазма деп құрамында молекулалар, атомдар, иондар және электрондар бар жартылай немесе толық ионданған газ аталады. Өнеркәсіптік масштабтарда плазмохимиялық процестер табиғи газдан тұз қышқылын (HCl), ацетиленді (C₂H₂), этиленді

(C₂H₄), сутекті өндіруде қолданылады.

Плазмохимиялық реакторлар үшін уақыттың аз болуы (10⁻² – 10⁻⁵ секунд) тән болады, сондықтан реакторлардың размерлері кішкентай болады. Бұл реакциялар жеңіл басқарылады, оптимизацияланады және модельденеді. Энергияның шығыны дәстүрліден артпайды. мысалы, метанның пиролизі:

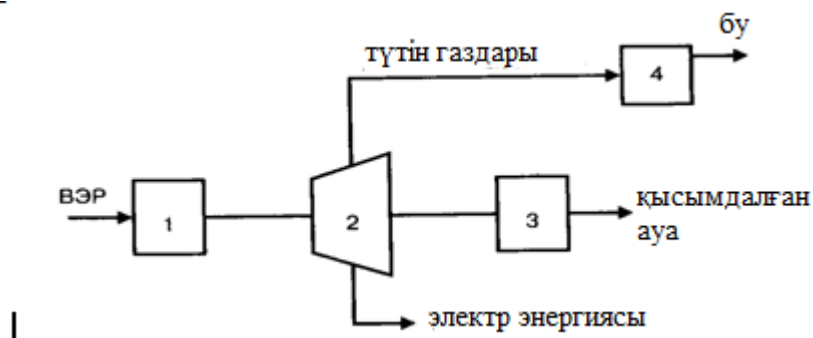


Бұл реакция жоғары температуралы болады, температура 1500 °К жоғары. Плазмохимиялық процестер метанның конверсиялану дәрежесі 0,7; реактордың диаметрі 0,15 м; биіктігі 0,65 м, көлемі 0,05 м³, бірақ оның өнімділігі 25000 т/жылына ацетилен болады.

Отындардың тиімділігін арттырудың небары әсерлі құралдарына энерготехнологиялық процестерге ауысу жатады.

Энерготехнологиялық қондырғы дегеніміз бір-бірімен тығыз байланыста болатын технологиялық және энергетикалық агрегаттардан тұратын химия-технологиялық жүйе. Бұндай қондырғыларда химиялық реакциялардың, реакциялардың өнімдерінің, кететін газдардың және т.б. жылуы осы процестің ішінде жұмсалатын немесе сыртқа берілетін энергияны өндіру үшін қолданылады. Энерготехнологияның екі басты бағыты бар. Бірінші бағыт электр станцияларда және өнеркәсіптік энергетикада қолданылатын отынның органикалық және минералды бөлімін қолданудың тиімділігін арттыру жолдарын іздеумен байланысқан. Екінші бағыт – өнеркәсіптік өнімдердің (химиялық, құрылыс материалдары және т.б.) маңызды түрлерін өндірудің энерготехнологиялық әдістерін құрастыру.

Отынды қолданудың энерготехнологиялық жүйелері. Отындарды энерготехнологиялық қолданудың мәні отынды қазандықтың оттығында жандыру алдында белгілі жағдайларда жоғарыкалориялы газ бен құнды қатты және сұйық отындар алумен термиялық өңдеуге ұшыратуда болады (2.26-сурет). Бұндай схемалар көптеген қатты, сұйық және газтәрізді отындарды қолданғанда жарамды болады, дегенмен олардың қолданылуы жеке жағдайларға байланысты болады.

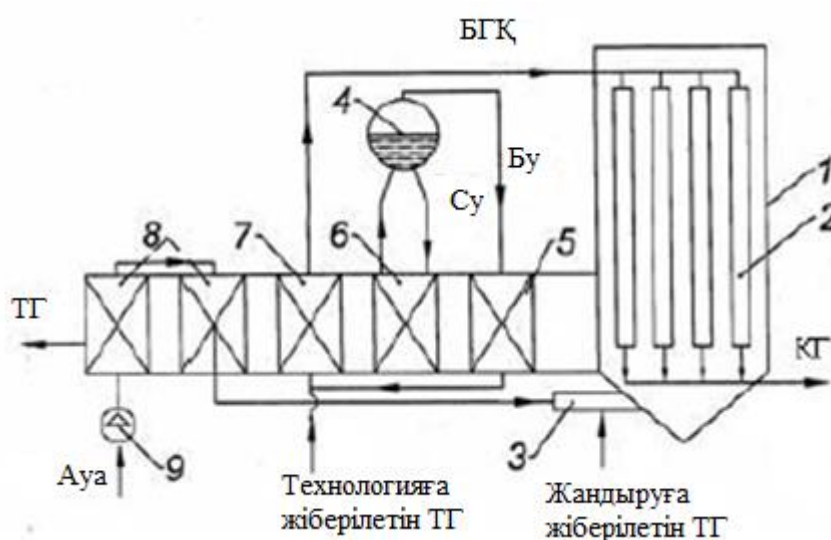


1 –оттық камера; 2 – газды турбина; 3 – ауалы компрессор; 4 – бу генераторы

2.26-сурет – Газды турбинасы бар схемада отын ретінде жанғыш ВЭР-ЕЭР (екіншілік энергетикалық ресурстар) қолдану

Химиялық реакциялардың жылуын қолданудың энерготехнологиялық жүйелері. Заманауи химиялық технологияда химиялық реакциялардың жылуы қолданылатын энерготехнологиялық процестер мен жүйелерді құрастыру өте маңызды болады. Классикалық мысалдар ретінде аммиак, сұйылтылған азот қышқылы, карбамид өндірістерін келтіруге болады.

Аммиак өндірісінде табиғи газды булы конверсиялаумен сутекті алу мысалында энерготехнологиялық схеманы құрастыру принципін қарастырамыз.(2.27-сурет). Сутекті алудың энерготехнологиялық қондырғысының негізгі технологиялық түйіні құбырлы пеш-реактор 1 болып табылады, онда метанның булы конверсиясы жүреді



1 – құбырлы пеш; 2 – катализаторы бар құбырлар; 3 – жанғыш; 4 – барабан; 5 – буды қатты қыздырғыш; 6 – қазан-утилизатордың буландырғышы; 7 – бугазды қоспаның жылытқышы; 8 – ауа жылытқышы; 9 – ауа үрлегіш; ТГ – табиғи газ; БГҚ – бугазды қоспа; КГ – конверсияланған газ; ТГ – түтін газдары.

2.27-сурет – Табиғи газды конверсиялаумен сутекті алудың энерготехнологиялық схемасы

Қысым астындағы бастапқы шикізат (табиғи газ) бумен бірге жылытқыш 7 арқылы сорылады, одан кейін жылытылған күйдегі БГҚ конверсиялану үшін пеш-реакторға 1 келеді. Конверсиялануға қажетті су буы, тиісті температурамен және қысыммен, реактордан келетін шығатын жану өнімдерінің жылуынан істейтін, бу қазанынан келеді. Қазандық суы барабаннан 4 қазанның буландыру бөліміне 6 келеді. Сепарацияланған бу барабаннан 4 будың қатты қыздырғышына 5 бағытталады, одан бу табиғи газбен бірге жылытқышқа 7 келеді, сонан соң реакторға конверсиялау процесіне қатысу үшін келеді. Табиғи газды су буымен конверсиялау

эндотермиялық болғандықтан, реакциондық құбырлар 2 сыртынан, отындық табиғи газды жанғыштарда 3 жандыру кезінде алынатын түтін газдарымен жылытылады. Жандыруға арналған ауа желдеткішпен 9 ауажылытқышқа 8, сонан соң құбырлы пештің жанғышына беріледі. Реактордан 1 шығатын жану өнімдері 900 °С-дан жоғары температурамен бірізді түрде буды қатты қыздырғыштың 5, буландырғыштың 6, шикізатты жылытқыштың 7, ауажылытқыштардың 8 газ жолдарымен өтеді және түтінсорғышпен атмосфераға серпіледі. Конверсияланған газдың реактордан шығар жердегі температурасы 750 °С – 850 °С. ол әрі қарай технологиялық қолдануға жіберіледі.

Бұл энерготехнологиялық қондырғыда алынатын будың мөлшері конверсияға қажетті мөлшерден артық болады. Будың артық мөлшері зауыттық торапқа өндірістің қажеттіліктеріне жіберіледі.

Аммиак өндірісінде энерготехнологиялық жүйелерді қолдану нәтижесінде электр энергиясының шығыны 8 есеге дейін, карбамид өндірісінің қондырғыларында сырттан алынатын будың мөлшері 40 %-ға төмендейді.

Бақылау сұрақтары

1. Химиялық өндірісте отын мен энергияның ролі қандай?
2. Химиялық өнеркәсіпте энергияның қандай түрлері және қандай мақсатта қолданылады?
3. Химиялық өндірістің энергосыйымдылығы дегеніміз не және ол қандай кластарға бөлінеді? Мысалдар келтіріңіздер.
4. Энергияның негізгі көздерін атаңыздар және оларды жіктеңіздер.
5. Жаңартылатын және жаңартылмайтын, біріншілік және екіншілік энергия ресурстарының сипаттамаларын беріңіздер.
6. Химиялық отынның энергетикалық құндылығы немен сипатталады?
7. Химиялық өндірістің энергетикалық ресурстарының түрлерін және көздерін атаңыздар. Олардың қолданылуы.
8. Химиялық өндірісте энергияны рационалды қолданудың негізгі жолдарын атаңыздар.
9. Екіншілік энергетикалық ресурстар (ЕЭР) дегеніміз не? Мысалдар келтіріңіздер.
10. Химиялық өндірісте энергияның жаңа түрлерін қолданудың ерекшеліктері мен артықшылықтары неде?
11. Химиялық өнеркәсіпте плазмохимиялық процестер қандай мақсатта қолданылады?
12. Химиялық өнеркәсіптік шикізаттары қандай белгілері бойынша жіктеледі?
13. Химиялық өнеркәсіпте қолданылатын энергияның негізгі түрлері.
14. Энергетикалық ресурстардың қандай негізгі түрлері бар? Олардың қайсысы неғұрлым перспективалы болады?
15. Отын мен энергияны тиімдеуде екіншілік энергетикалық

ресурстардың ролі қандай?

16. Екіншілік энергетикалық ресурстарды тиімді қолданудың қандай тәсілдері қолданылады?

17. Қатты отындарды өңдеудің энерготехнологиялық схемаларының мысалдарын келтіріңіздер.

18. Энерготехнологиялық жүйелерде химиялық реакциялардың жылуын қолдану мысалдарын келтіріңіздер. Отын мен энергияны тиімдеуде екіншілік энергетикалық ресурстардың ролі қандай?

19. Екіншілік энергетикалық ресурстарды тиімді қолдану үшін қандай әдістер қолданылады?