

№ 1 дәріс. Кіріспе

Үдеріс дегеніміз белгілі бір жағдайларда табиғи және технологиялық заттардың өзгеру күйі. Бізді қоршаған табиғи ортада байқалатын құбылыстар – табиғи үдерістер. Мысалы, судың булануы, жер бетінің қызуы мен салқындауы, өзен суларының қозғалысы тағы басқа құбылыстар. Табиғи үдерістерді физика, химия, механика, тағы басқа жаратылыстану ғылымдары зерттейді.

Табиғи үдерістерді зерттеуден алынған мәліметтерге және ғылым мен техника жетістіктеріне талдау жасай отырып, табиғи өнімдерді өндеп, тұтыну өнімдері мен өндіріс құралдарын жасап шығару мақсатында көптеген өнеркәсіптік үдерістер іске асырылады. Мұндай үдерістер өндірістік немесе технологиялық үдерістер деп аталады.

Технологиялық үдерістерді технология ғылымы зерттейді. Жаратылыстану ғылымдары заңдылықтарын қолдана отырып әр алуан технологиялық үдерістерді тиімді жүргізуді қарастырады. Технология өндіріспен тығыз байланысты. Өндіріс үнемі даму мен өзгерісте болады. Соған байланысты технологиялық үдерістер де үнемі жетілдіріліп отырады.

Химиялық технологиядағы үдерістер мынадай топтарға жіктеледі:

1. **Гидродинамикалық үдерістер.** Бұл процестердің жыл-дамдығы гидродинамика заңдарымен анықталады. Мұндай процестерге: газдар мен сұйықтықтарды тасымалдау, сұйық және газ күйдегі біртекті емес жүйелерді алу мен бөлу әдістері жатады.
2. **Жылу алмасу үдерістері.** Жылуды тасымалдау заңдылықтарымен анықталады. Бұларға газдар мен сұйықтықтарды қыздыру мен салқындату, будың конденсациясы, сұйықтықтың қайнауы жатады. Жылу алмасу процестері жылдамдығына жылу алмасу аппараттарындағы гидродинамикалық жағдайлар үлкен әсерін тигізеді.

3. **Масса алмасу үдерістері.** Бұл үдерістердің жылдамдықтары фазалардың бөлу беті аралығында массаның бір фазадан екінші фазаға өту заңдылықтарымен анықталады. Оларға, мысалы, адсорбция, абсорбция, экстракциялау, сұйықтықтарды айдау, кептіру процестері жатады. Массаны тасымалдау жылдамдығына масса алмасу аппараттарындағы гидродинамикалық жағдайлар мен әрекеттесуші фазаларға жылуды беру немесе алу жылдамдығы әсер етеді.

4. **Химиялық үдерістер.** Химиялық кинетика заңдылықтарымен анықталынатын үдерістер. Бұл үдерістердің жылдамдығы химиялық аппараттардағы гидродинамикалық жағдайларға байланысты болады.

5. **Механикалық үдерістер.** Қатты дене механикасы заңдылықтарымен анықталады. Оларға майдалау, жіктеу, қатты денелерді араластыру жатады.

Аталған үдерістер көптеген химиялық өндірістің негізін құрайтындықтан химиялық технологияның **негізгі үдерістері** деп аталады. Жоғарыда аталған үдерістерге ортақ қасиет – олардың жүруі **субстанцияның тасымалдануымен – массаның, энергияның, импульстің өзгерісімен сипатталады.**

Сұйықтық жылдамдығын екі түрге бөліп қарастырады: орныққан және орнықпаған.

Сұйықтықтың орныққан қозғалысы кезінде сұйықтық көлемінің әрбір нүктесінде қозғалыс жылдамдығының шамасы мен бағыты тұрақты:

(1.1)

Дәл осылай қысым да тұрақты болады:

(1.2)

Бұған мысал, қысымның тұрақты мәнінде су құбырындағы шөлмектен судың ағуы.

Сұйықтықтың орнықтаған қозғалысы кезінде жылдамдық пен қысым сұйықтық көлемінің әрбір нүктесінде уақыт бойынша өзгереді. Демек жылдамдық пен қысым көлемдегі нүктенің орналасуының ғана функциясы емес, уақытқа да тәуелді:

(1.3)

(1.4)

Орнықтаған қозғалысқа мысал ретінде сұйықтық деңгейінің төмендеуі нәтижесінде қысымның өзгеруі салдарынан ыдыстағы шөлмектен судың ағуын қарастыруға болады.

Химия-технологиялық үдерістерді ұйымдастыру тәсіліне қарай мерзімді және үздіксіз деп ажыратыды.

Мерзімді үдеріс жеке кезеңдері бір жерде өтуімен және уақыт бойынша орнықтаған жағдайларымен сипатталады. Бұл үдерісте бастапқы заттар аппаратқа мерзімді салынып, өңделеді де, дайын өнімдер аппараттан алынады, яғни үдерістің барлық кезеңдері бір аппаратта өтеді, бірақ әр түрлі уақытта. Мерзімді үдерістер стационар емес.

Барлық кезеңдері бір мезгілде өтетін үдерістер – үздіксіз үдерістер.

Қосарланған үдерістерге үдерістің кудейбір кезеңдері үздіксіз, ал қалған кезеңдері мерзімді немесе керісінше болатын пүдерістер жатады.

Химиялық технология үдерістерінің теориялық негізі

Химиялық технологияның үдерістері мен аппараттары жөніндегі ғылымның теориялық фундаментін табиғаттың келесі негізгі заңдары құрайды: **1) масса, энергия және импульстың сақталу заңдары**, бұл заңдарға сәйкес химиялық өзгерістерде жүйенің ішінде массаның, энергияның, импульстың жиынтығы тұрақты болады.

Сақталу заңдары баланс теңдеуімен (**материалдық және энергетикалық**) сипатталады. Баланс теңдеулерін құрастыру *химия-технологиялық үдерістерді есептеу мен сараптаудың маңызды құрам бөлігі болып табылады.*

2) Термодинамикалық тепе-теңдік заңдары. Бұл заңдармен кез-келген субстанцияның (массаның, энергияның, импульстың) тасымалдану үдерісі өзінің аяқталуына келер жағдайды анықтайды. Субстанцияның қайтымсыз тасымалдануы жоқ кездегі жүйе күйі тепе-теңдік күй деп аталады. Тепе-теңдік күй Генри, Рауль және тағы басқа заңдармен сипатталады. Тепе-теңдік жағдайларды білу химия-технологиялық үдерістерді есептеу мен сараптаудың маңызды міндеттерінің бірі – *тасымалдау үдерісінің бағытын, оның шекаралық жағдайларын және үдерістің қозғаушы күшін есептеуді анықтауға мүмкіндік береді.*

3) Массаны, энергияны, импульсты тасымалдау заңдары. Бұл заңдармен меншікті тасымалдау потенциалына тәуелді кез-келген субстанция ағынының тығыздығын анықтайды. Тасымалдау потенциалы масса болса, онда тығыздық немесе концентрация, энергия тасымалданса – энтальпия, импульс тасымалданса, онда сұйықтықтың бірлік көлеміндегі жылдамдық мөлшері қарастырылады. Сонымен тасымалдау заңдары химия-технологиялық үдерістердің өту *қарқындылығын* және үдерістерді жүргізуге қолданатын аппараттардың *өнімділігін* анықтайды.

Жоғарыдағы аталған заңдар барлық технологиялық үдерістердің: **гидромеханикалық, жылу және масса алмасу үдерістерінің** теориялық негізін құрайды. Химия-технологиялық үдерістерді қарастырғанда төртінші – **химиялық кинетика заңдарын** қосып қарастыру қажет.

Тыныштықта тұрған жүйеде массаның және энергияның сақталуы дегеніміз жүйе ішінде бұл шамалар өзгеріске ұшырап, ал жиынтығы өзгермейтін жағдай. Егер жүйе бірнеше компоненттерден және бір фазадан құралса, онда химиялық әсерлесулер жоқ жағдайда, массаның сақталу заңы бойынша барлық компоненттер массасының қосындысы бүкіл жүйе массасына тең болуы қажет. Мысалы,

(1.1)

Егер жүйе бірнеше фазадан және бір компоненттен құралса, онда массаның сақталу заңы бойынша барлық фазалар қосындысының массасы жүйенің жалпы массасына тең болады:

(1.2)

Қарастырылған жағдайлар бойынша үдеріске қатысатын әрбір фаза және әрбір компонент үшін баланс теңдеулерін құрастыруға болады.

Көбінесе химия-технологиялық үдерістерде барлық заттар қозғалыста, яғни ағында болады. Ағын дегеніміз кеңістікте кез-келген бір ортаның орын ауыстыруы. Конвективті ағын дегеніміз кеңістіктің бір орнынан екінші бір орынға көп бөлшектердің кез-келген бір күштің әсерінен орын ауыстыруы. Егер конвективті ағын өзі орын ауыстыратын бірлік ауданға қатынасымен берілсе, онда конвективті ағынның тығыздығы алынады. Ағын тығыздығы вектор, бағыты ағын қозғалысының бағытымен бағыттас. Ағын тығыздығының өлшем бірлігі _____.

Кез-келген жүйені сипаттау үшін үш ағынның: массаның (немесе компоненттің), жылудың және энтальпияның болуы жеткілікті. Массаның, энергияның, импульсиың сақталу заңдарын біріктіріп қарастырады.

Материалдық баланс. Химия-технологиялық үдерістерге қатысатын заттар бойынша материалдық баланстар жіктеледі: 1) барлық заттар бойынша жалпы (бруттобаланс); 2) бір компонент үшін – жеке; 3) бос радикал (мысалы оттегі, көміртегі баланс) немесе химиялық элемент үшін элементті.

Инженерлік есептеулерде балансты алғашқы екі варианттар бойынша құрастырады. Кез-келген химиялық-технологиялық үдерістерді есептеу мен сараптау материалдық балансты құрастырудан басталады. Материалдық баланс өңдейтін затта қанша компоненттер болса, сонша теңдеуден құралуы қажет.

Өндірістің иерархиялық құрылымы бойынша материалдық баланстар келесі түрлерге жіктеледі:

- 1) аппараттың бір бөлігі бойынша (үдерістің жеке бір элементі үшін);
- 2) аппарат бойынша (үдерістің барлық элементтері үшін);
- 3) қондырғының (өндірістің бір бөлігі үшін);
- 4) шикізаттан бастап дайын өнімге дейінгі – барлық өндірістің (цех үшін немесе бірнеше цехтар үшін);
- 5) бірнеше өндірістің (комбинаттың);
- 6) халық шаруашылығы саласының.

Химиялық технологияның негізгі үдерістері мен аппараты курсыңда жоғарыдағы аталған материалдық баланс түрлерінің алғашқы үшеуін қарастырады. Қалған түрлері арнайы курстарда немесе инженерлік практикада қарастырылады. Материалдық баланс негізінде теориялық мүмкіндігінен салыстырғанда өнім шығымы (%) және бірлік уақыт ішіндегі алынатын өнімнің мөлшері (массасы) анықталады. Сақталу заңына сәйкес өндеуге алынатын зат массасы (мөлшері), үдеріс нәтижесінде алынатын зат массасына тең болуы қажет:

Технологиялық үдерістерді практикада жүргізгенде заттардың қайтымсыз шығыны (мысалы, ағынды сулармен, газ ағынымен) болады, сондықтан жалпы түрде материалдық баланс теңдеуі жазылады:

(1.2)

Стационар емес (мерзімді) үдерістер үшін материалдық баланс теңдеуінде қарастырылатын көлем ішіне қарай бағытталған ағындар (кіріс) мен көлемнен сыртқа шығарылатын ағындар (шығыс) өзара тең болмайды. Мысалы массаның жинақталуы жүреді. Бұл жағдайда материалдық баланс теңдеуі өрнектеледі:

Кіріс – Шығыс = Жинақталу немесе (1.3)

Жинақталу субстанцияның бастапқы және соңғы мөлшерінің айырымымен сипатталады. Бұл айырма оң мәнді, егер субстанция мөлшері өссе, ал егер субстанция мөлшері кемісе, онда теріс мәнді болады. Стационар үдерістерде (үздіксіз үдерістер) мұндай өзгерістер байқалмайды. Мұндай үдерістер үшін Жинақталу = 0.

Энергияның сақталу заңы

Термодинамиканың бірінші заңы бойынша энергияның сақталу заңы тұжырымдалады: сыртқы ортадан оқшауланған жүйенің ішкі энергиясы тұрақты, яғни $U = \text{const}$. Олай болса:

(1.4)

Бұл теңдеудегі жылу мен жасалатын жұмыс шамалары жүйені емес, оның қоршаған ортамен әсерлесу процесін сипаттайтындықтан толық дифференциал түрінде өрнектелмейді. Жүйе бір энергетикалық күйден екінші бір энергетикалық күйге ауысқанда, ішкі энергияның жаңа бір мәнімен сипатталады.

Энергетикалық баланс. Химия-технологиялық үдерістерді есептеу мен сараптауда үдерісті жүргізуге қажетті энергияның немесе жылудың жұмсалу мөлшерін анықтау қажет. Жылудың жұмсалу мөлшерін анықтау үшін жалпы энергетикалық баланстың бір бөлігі болып табылатын жылу балансын құрастырады.

Материалдық баланс сияқты жылу балансы да жалпы түрде келесі өрнекпен сипатталады:

(1.4)

мұндағы – бастапқы материалмен аппаратқа берілетін жылу; – физикалық және химиялық өзгерістердің жылу эффектісі; – өніммен аппараттан шығарылатын жылу; – қоршаған ортаға жылудың шығыны.

Жылудың жұмсалу мөлшерінен басқа энергетикалық баланс бойынша сұйықтықтарды тасымалдау, газдарды тасымалдау мен сығу үдерістерінде кинетикалық және потенциалдық энергиялардың шығының анықтайды.

Импульстың сақталу заңы

Импульстың (қозғалыс мөлшері) сақталу заңы қарастырылатын көлем үшін термодинамиканың бірінші заңының жалпы сипаттамасы болып табылады. Анықтамасы бойынша импульс сұйықтықтың бөліп алынған элементі массасының осы сұйықтық қозғалысының жылдамдық векторына көбейтіндісіне тең. Демек, импульс те вектор. Сондықтан импульстың сақталу заңын вектор түріндеде және скаляр шама түрінде координата осьтерінің бағыттары бойынша үш скаляр теңдеулермен де өрнектеуге болады.