

А.Байтұрсынов атындағы ҚМУ

Өңдеу технологиясы және стандарттау кафедрасы

*Өңдеу өндірістерінің  
процестері мен аппараттары*

Авторы: Еріш Н.А.,  
аға оқытушы



# *Тақырып 1 Пәннің негізгі жағдайлары мен ғылыми негіздері .*

**Мақсаты:** Студенттерді курстың мәні мен мазмұнымен, технология-лық үрдістердің жүру заңдылықтарымен және тағам өндірістерінің процестерінің жіктелуімен таныстыру .

**Тамақ өнеркәсібі бағыты бойынша әр түрлі өндірістерден тұрады:**  
**крахмалсірне, ашыту, наубайханалық, қант, ұнды кондитерлік пен макаронды бұйымдар және т.б. Сонымен қатар тамақ өнеркәсібіне сусындарды, әр түрлі қоспаларды, темекі бұйымдарын, сабын мен май негізіндегі тазалық құралдардың өндірісі, парфюмерлік және косметикалық өнімнің өндірісі жатады.**

Бірақ тамақ өнеркәсібінде технологиялық үрдістердің әртүрлілігіне қарамасан, олардың көбісі әртүрлі өндірістер үшін ортақ болып табылады. Кез келген тамақ өндірісінде араластыру кездеседі. **Оның мақсаты** - әр түрлі заттардың арасындағы жақсы байланысты қамтамасыздандыру және осылайша үрдісті немесе химиялық реакцияның, немесе жылу алмасуды сінудің белсенділігін қамтамасыз ету.

**Көптеген өндірістерде (қант, кондитерлік, консерві және т.б.) ерітіндідегі құрғақ заттардың концентрациясын көтеру үшін буландыруды қолданады. Мысалы қанттың, глюкозаның және фруктозаның кристаллизациясын қамтамасыздандыру үшін. Астықты сақтау мен өңдеу кезінде, консерві, макарон, қант, кондитерлік және басқа да көптеген өндірістерде кептіруді қолданады.**

**Осылайша, тамақ өндірістерінің процестерін жалпы және арнайы деп бөлуге болады. Тағам өндірісіндегі процестер мен аппараттар химия технологиясындағы сияқты принципиальды ерекшеліктері болмайды. Оларда жабдықтарды есептеудің іргелі заңдары мен әдістері қолданыла береді.**

**Кәсіпорындарды жобалау мен құру саласындағы техникалық тәжірибе келесі мақсаттарға қол жеткізуге бағытталған:**

- қызмет көрсету аясын кеңейту;**
- кәсіпорындар кешені мен ғимараттарды пайдалану мен құру тиімділігін көтеруді және саланың материалдық-техникалық базасын жетілдіруді қамтамасыз ететін ғылым мен техниканың жаңа жетістіктерін қолдану;**



Курста оқылатын **процес** терминін (латын тілінің «processus» - қозғалу) - физикалық, химиялық, механикалық және басқа әрекеттердің әсерінен бастапқы материал тағам өнімдерінде айналатын өндірістік процессті түсінеді.

Бұл айналулар заттың агрегаттық күйінің, ішкі құрылысының және химиялық құрамының өзгеруімен жалғасады.

Процестер **технологиялық аппараттарда**

(латын тілінің apparatus - құрал, жабдық) жүреді. Көбінесе аппарат әртүрлі түтіктер (трубалар), торлар, полкалар, сақиналар, тарелкелер, сұйық тамшыларды бөлу үшін сепараторлар және т.б. қозғалыссыз орналасқан сыйымдылықтарды елестетеді. Кейбір кездері аппараттарда сұйық заттарды араластыру үшін айналмалы механизмдерді орнатады.

**Машиналар мен аппараттарды есептеу өңделетін материалдардың массалық ағынының, қажетті энергияның санын, аппараттың немесе процестің ұзақтығының жылу массаалмасу жазықтығының оңтайлы ауданын және машина мен аппараттардың негізгі мөлшерлерін анықтауды қарастырады.**

**Процестерді талдауды және машина мен аппараттарды есептеуді келесі тәртіпте жүргізеді:**

- процестің энергетикалық және материалдық балансын құрастырады;**
- статикаға сүйене отырып процестің ағу бағытын және тепе-теңдік шартын анықтайды;**
- жүретін күшті есептейді,**
- кинетика негізінде процестің жылдамдығын анықтайды.**

**Материалдық балансты** массаның сақталу заңы негізінде құрастырады: келіп түсетін материалдар саны  $\sum G_n$ , процесті жүргізу нәтижесінде алынатын соңғы өнім санына  $\sum G_k$  тең болуы қажет.

$$\sum G_n = \sum G_k$$

**Материалдық баланс негізінде өнімнің шығымын анықтайды. Яғни алынған өнім санының алынуы мүмкін ең үлкен өнім санына арақатынасының пайызбен өрнектелуі. Өнім шығымын жұмсалған шикізат бірлігіне есептейді.**

**Материалдық балансты барлық заттар үшін немесе таңдалған уақыт бірлігіне зат үшін құрастырады.**

**Жылу балансын энергияның сақталу заңы негізінде**

**құрастырады: процеске келіп түскен энергия саны  $\sum Q_n$  бөлінген энергия санына тең болуы қажет:**

$$\sum Q_n = \sum Q_k + \sum Q_p$$

**мұнда:  $\sum Q_k$  – берілетін жылу саны;  $\sum Q_p$  – қоршаған кеңістіктегі жылу шығыны.**

Процеске енгізілетін жылу  $\Sigma Q_n$   
бастапқы материалдан келіп түсетін  
жылудан  $Q_1$ , жылу тасушылармен  
жеткізілетін жылудан  $Q_2$  және  
физикалық пен химиялық айналым  
жылуынан  $Q_3$  жиналады.

Берілетін жылу саны  $\Sigma Q_k$  соңғы  
өнімдермен кететін және жылу  
тасымалдаушылармен берілетін  
жылудан жиналады.



Жылу балансынан қыздыратын будың, судың және басқа да жылу тасымалдаушылардың шығымын анықтайды. Жұмыстық және тепе-теңдік параметрлерді сипаттайтын шамалар бойынша процестің жүру күшін анықтайды, содан кейін процестің кинетиксын есептейді және процестің жылдамдық коэффициентін анықтайды.

**Тамақ өндірістерін процестерін қарапайым және күрделіге бөлуге болады. Бірақ іс жүзінде өнімді өндеудің кез келген процесі күрделі болады. Ол өндеуге тікелей қатысатын процестерден ғана емес, сонымен қатар дайындау-қорытынды операцияларынан (өнімді жұмыс зонасына беру және одан шығару) тұрады. Осылайша, әр қарапайым процесті одан да қарапайым процестерге бөлуге болады.**

## **Гидравликалық процестер.**

**Құбырлар және гидравликалық жүйелердің элементтері бойынша, сонымен қатар гидравликалық машиналарда (сорғыштарда мен қозғалтқыштарда) ньютондық сұйықтықтардың ағысы кезінде жүзеге асады.**

**Бұл арнайы заңдылықтарға бағынатын өте жиі таралған процестердің класы.**

**Гидравликалық процестерді зерттемей, тамақ өндірісіндегі көптеген процесерді дұрыс түсіну мүмкін емес.**

## Механикалық процестер.

Оларға ұсақтау (кесу), іріктеу, пресстеу, дөңгелету және т.б. жатқызады. Олар механикалық күштердің әрекетімен жүреді, ал олардың нәтижесі өнім бөлшектерінің өзгеруі болып табылады. Бұл процестер диірменді кешендерде, уатқыштарда, жармабөлгіштерде, ұнтақтағыштарда, көкөніс пен тамыр жемістерді ұсатқыштарда, олардың беттерін тазартқыштарда, пияз, сарымсақ және басқа өнімдердің тазартқыштарда, илегіш машиналарда, триерларда, пресстерда, штамптарда, ұсақ заттарды сепарирлеу құрылғыларында және т.б. жүзеге асады.

# Гидромеханикалық процестер.

Оларға сұйық және сусыма өнімдерді араластыру, сүзу, тұндыру, тамыр жемістерін жуу, пневмо- және гидротасымалдау, сусымалы өнімдерді псевдосұйылту және т.б. процестерді жатқызады. Олар механикалық және гидромеханикалық әсерлердің жиынтығының ықпалымен болады, ал олардың нәтижесі өнімнің бөлек бөлшектіренің немесе қоспа өнімдердің кеңістіктегі орын ауыстыруы болып табылады. Бұл процестер пневматикалық және гидравликалық жіктеуіштерде, сүзгілерде, тұндырмаларда, центрифугаларда, сепараторларда, циклондарда, пневмо-, гидро- және аэрозольды тасымалдаушы құрылғыларда, гидромеханикалық жуу машиналарда, сұйық және сусымалы өнімдерді араластырғышта, кептіргіште және т.б. жүзеге асады.

# Жылу және массаалмасу процестері.

Жылу процестеріне қыздыру, суыту, буландыру және конденсацияны, ал массаалмасуға – кептіру, сорбциялау, айыру, кристаллизацияны, еруді, экстрагирлеу, экстракциялау және т.б. жатқызады.

Олар температуралардың ауытқуымен немесе заттардың концентрациялардың әсерінен болады.

Олардың нәтижесі жылудың кеңістікте (жылу энергиясы) немесе заттардың бөлек компоненттердің қоспасында орын ауыстыруы болып табылады. Бұл

процестер жылытқыштарда, суытқыштарда, пісіргіштерде, айдатқыш құрылғыларда, буландыру құралдарында, кептіргіштерде, конденсаторларда, кристаллизаторларда, еріткіштерде, экстракторларда және т.б. жүзеге асады.

# Химиялық процестер.

Көптеген тамақ өндірісінің химиялық процестері биохимиялық және физико-химиялық процестерді қосатын өзіндік топқа бөлінген.

*Биохимиялық процестерге* ферментация, ашу, стерилдеу, пастерлеу, дезинфекциялау, ыдысты жуу және оны тазарту және т.б. процестерді жатқызады.

Осы процестердің нәтижесі өнім көлемінің немесе ыдыс бетіндегі қант концентрациясының, ашытқыш дақылдарының, бактериялар мен олардың әрекеттену өнімдерінің, споралардың, ластауыш заттардың және т.б. өзгерулері болып табылады.

*Физико-химиялық процестерге* жану және жарылуларды жатқызады. Олар терең арнайы ғылыми пәндермен оқылады.

## Кезенді және үзіліссіз процестер.

Тамақ технологиясының негізгі процестері ұйымдастыру әдістеріне байланысты кезенді және үзіліссіз болып бөлінеді.

*Кезенді процестер* барлық кезендер (шикізатты арту, дайын өнімді өңдеу және түсіру) бір аппаратта, бірақ әр түрлі уақытта жүзеге асуымен сипатталады.

*Үзіліссіз процестер* барлық кезендерінің бір уақытта болуымен және кеңістікте бөлінуімен сипатталады. Себебі, аталған қондырғыны құрайтын әртүрлі аппараттарда немесе ағынды аппараттың әр түрлі бөліктерінде жүзеге асады.



# *Тақырып 2 Гидромеханикалық процестер.*

**Мақсаты:** Студенттерді әртекті жүйелердің пайда болуы жолдарымен, жіктелуімен және бөлу әдістерімен таныстыру .

**Тамақ өнеркәсібінде сұйық ағынының қозғалуымен байланысты процестер кеңінен тараған. Олар сұйықтардың механикасымен (гидромеханика) сипатталады. Гидромеханикалық процестерге құбыр өткізгіштерде сұйықтарды, газдарды, буларды араластыру процестері және шөктіру, сүзу және центрофугалау жолымен бөлу процестері жатады**

**Тамақ өнеркәсібінің процестерінде әртүрлі әртекті жүйелер пайда болады:**

*Механикалық процестерде. Қант, ұн, спирт және сыра зауыттарында қантты, астықты ұсақтағанда қант және ұнның шандары пайда болады. Сонымен қатар шаң астықты, ұнды, құмшекерді және көптеген өнімдерді елегенде пайда болады.*

*Жылу процесстерінде.* Буландыру аппараттарында қант ерітінділерін, қою сүтті буландыруда еріткіштің буымен сұйық ілесіп көтерілгенде тұман пайда болады.

*Химиялық процесстерде.* Қант зауытында диффузиялық шырынды сұйық әкпен сосын көмірқышқыл газбен өндегенде қанықтырылған шырын пайда болады.

*Биологиялық процесстерде.* Биологиялық процес нәтижесіне пайда болатын әртекті жүйеге өте жиі кездесетін сүтті жатқызуға болады.

Екі және одан да көп фазалардан құралған жүйелерді **эртекті жүйелер** деп атайды. Бұл фазалардың біреуі дисперсионды немесе сыртқы фаза деп аталады. Оның ішінде басқа фазалардың бөлшектері таралған. Бұл таралған бөлшектерді дисперсті немесе ішкі фаза деп атайды. Фазалардың физикалық күйлеріне байланысты эртекті жүйелердің төмендегі үрлері болады.

**Суспензиялар** – сұйық және оның ішінде қатты бөлшектер таларғаннан пайда болған әртекті жүйелер. Қатты бөлшектердің өлшеміне байланысты суспензиялар ірі, майда, лайлы (өте майда) және коллоидты ерітінді болып бөлінеді.

**Эмульсиялар** – бір сұйық ішінде онымен араласпайтын екінші сұйық бөлшектері таралғаннан пайда болған әртекті жүйелер.

**Көбіктер** – сұйық және оның ішінде газ көпіршіктері таралғаннан пайда болған әртекті жүйелер. Бұл газды-сұйықты қоспалар өздерінің қасиеттері бойынша эмульсияларға жақындау.

**Шаңдар және түтіндер** газ және оның ішінде қатты бөлшектер таралғаннан пайда болатын әртекті жүйелер. Шаңдар көбінесе қатты заттарды ұсақтағанда, араластырғанда және тасымалдағанда пайда болады. Шаңдағы қатты бөлшектердің мөлшеріне байланысты олар түтін, тұман және аэрозоль болып бөлінеді.



# Кесте 1 - Әртекті жүйелердің жіктелуі

Әртекті жүйенің аты	Дисперсионды (сыртқы) фаза	Дисперсті (ішік) фаза	Дисперсті фазаның бөлшектерінің мөлшері, мкм.
Шаң	газ	қатты бөлшектер	3-70
Түтін	газ	сұйық бөлшектер	0,3-5
Тұман	газ	сұйық бөлшектер	0,3-3
Суспензия:			
ірі	сұйық	қатты бөлшектер	100
майда	сұйық	қатты бөлшектер	0,5-10
лайлы (өте майда)	сұйық	қатты бөлшектер	0,1-0,5
коллоидты ерітінді	сұйық	қатты бөлшектер	0,1
Эмульсия	сұйық	сұйық	0,5
Көбік	сұйық	газ	

Эмульсия мен көбік үшін дисперсті фазаның дисперсионды фазаға және керісінше дисперсионды фазаның дисперсті фазаға айналып кету мүмкіндігі бар. Бұл жағдай фазалардың мөлшерлерінің белгілі бір қатынастарында болады және оны фазалардың инверсиясы деп атайды.

**Тамақ өнеркәсіптерінде әртекті жүйелерді құрамдық бөліктерге бөлу міндеті жиі кездеседі. Мысалы, шарап өндіруде оны ақшылдандыру, яғни қатты бөліктерді сұйық фазадан бөлу. Тамақ өнеркәсібінде әртекті жүйелерді бөлудің негізгі әдістері – шөктіру (тұндыру), сүзу және центрифугалау.**

**Шөктіру (тұндыру) – ауырлық (гравитациялық), акустикалық, центробежді және электірлік өріс күштерінің әсерінен сұйық және газды әртекті жүйелерді бөлу процесі. Сәйкесінше гравитациялық шөктіру, циклонды мен тұндырғышты центрифугалау және электрілі тазартуды ажыратады.**

**Сүзу** – суспензия мен шаңдардың сұйық және газды бөліктерін өткізіп, ал қатты бөлшектерін ұстап қалатын кәуекті бөгеттер жәрдемімен өткізілетін процесс. Сүзу қысым немесе центробежді күш әсерінен жүзеге асады. Сәйкесінше қарапайым сүзу және центробежді сүзуді ажыратады. Сүзу шөктіруге қарағанда суспензияны, эмульсияны және шаңды бөлуде тиімді.

**Центрифугалау** – суспензия және эмульсияларды центробежді күш әсерімен бөлу процесі.

**Сұйықпен бөлу** – шаң, түтін және тұмандардағы қатты бөлшектерді сұйық көмегімен бөлу процесі. Бұл процесте ауырлық пен инерция күштері әсер етеді

# Кесте 2 - Әртекті жүйелерді бөлуге арналған процестер мен аппараттар

Негізгі қозғаушы күш	Әртекі жүйе	Процесс	Аппарат
Ауырлық күш	шаң, түтін	шөктіру	шаң шөктіргіш камералар
	суспензия, сұйық-қатты бөлшек	шөктіру	шөктіргіш
Қысым	суспензия	сүзу	сүзгі
	шаң, түтін	сүзу	газды сүзгілер
Центробежді күш	шаң, түтін	шөктіру	циклон
	суспензия	шөктіру	гидроциклон
	суспензия	сүзу	сүзгілі центрифуга
	эмульсия	шөктіру	шөктіргіш центрифуга
Электр күшінің өрісі	шаң, түтін	шөктіру	электр сүзгі
	тұман	шөктіру	электр сүзгі
Акустика күшінің өрісі	шаң, түтін	шөктіру	ультрадыбысты дабыл және т.б.
	тұман	шөктіру	

# *Тақырып 3 Механикалық және жылуалмасу процестері .*

**Мақсаты:** Студенттерді

механикалық және жылуалмасу  
процестерімен таныстыру



**Материалдарды ұсақтау, жіктеу және престеу механикалық процестерге жатады. Олардың нәтижесінде материалдың физико-химиялық қасиеттері емес, тек қана пішіні өзгереді.**

**Ұсақтау** – материалдарды езу, жару, сындыру, уату, соққы, кесу және аралау жолымен материалдарды бөліктерге бөлу процесі.

*Езу кезінде материалды қысатын және тірек тастар арасына салады. Қысатын тасқа күш әсер етіп, осының әсерінен материалдағы ішкі кернеу бірте-бірте көтеріледі. Ішкі кернеу материалдың қысылу беріктігінен асқан кезде, ол бұзылады. Бұзылу кезінде әртүрлі пішінді және мөлшерлі кесектер қалыптасады. Бұл процесс білікті ұнтағыштарда жүреді.*

*Жару* материалдың сына тәрізді жұмыс органымен байланысу нәтижесінде пайда болады. *Сындыру* екі тіреу арасында болатын материалға иілдіру күштері әсерінен жүзеге асады. *Уату* материалды жұқа ұнтақтау үшін арналған. *Соққымен* материдарды ұсақтау ұнтақтағыштарда немесе соққылы құралмен жүзеге асады. *Кесу* үшін әртүрлі құрлымды пышақтарды қолданады. Ұшаларды *аралау* үшін аралар мен фрездерді қолданады. Аралау ұсақтау жазықтығына арамен қысу салдаранан болады.

Ұсақтау процесі ұсақталу деңгейімен сипатталады, яғни ұсақтау дейінгі кесектің орташа мөлшерінің  $d_n$  — ұсақтағаннан кейінгі кесектің орташа мөлшеріне  $d_k$  ара қатынасы:

$$i = d_n / d_k$$

Материал бөліктерінің және ең үлкен кесектерінің бастапқы және соңғы мөлшерлеріне байланысты ұсақтау келесі түрлерге бөлінеді: ірі, орташа, ұсақ, жұқа, коллойдты.

## Кесте 3 – Ұсақтау түрлері

Ұсақтау түрі	Ұсақтауға дейінгі кесектің орташа мөлшері ( $d_H$ ), мм	Ұсақтауға кейінгі кесектің орташа мөлшері ( $d_K$ ), мм
Ірі	1500...2000	250...25
Орташа	200...25	25...5
Ұсақ	25...5	5...1
Жұқа	5...1	1...0,075
Коллойдты	0,2...0,1	$1 \cdot 10^{-4}$ дейін

**Жіктеу (сорттау)** – біртекті материалды мөлшері, пішіні және сапасы бойынша бөлу процесі. Технологиялық талаптар бойынша материалдарды өңдеу кезінде жіктеуді жиі қолдану талап етіледі. Бұл кезде материалдардың мөлшері, пішіні және сапасы қатаң белгілі бір шектерде болады. Мысалы, жемістер мен көкөністерді инспекциялау және консервілеу кезінде аталған белгілер бойынша жіктейді.

Тамақ өнеркәсібінде жиі қолданылатын механикалық процестердің бірі **престеу** болып табылады. бұл кезде арнаулы механикалық құрылғылар престер көмегімен сыртқы қысым әсер етеді.

**Престеу мынадау мақсаттарды көздейді:**

- қаты денеден сұйықты ажырату;**
- пластикалық материалдарды қалыптау (формалау);**
- сусымалы материалдарды нығыздау;**
- материалдарды тесіктерден сығып шығарып, қажетті пішінді өнім алу (экструзия).**



***Жылуалмасу*** – жақсы қызған денелерден  
нашар қызған денелерге жылуды апарудың  
қайтымсыз процесі.

***Жылу (жылу саны)*** – жылу алмасу процесінде  
денеге берілетін немесе денеден алынатын  
энергия санымен анықталатын жылуалмасу  
процесінің энергетикалық сипаттамасы.

***Жылу тасығыш*** – жылуды апару үшін  
қолданылатын қозғалатын орта (газ, бу,  
сұйық).

***Жылуды беру*** – екі жылутасығыш арасындағы  
жылуалмасу.

**Жылуалмасу процестеріне жылуды алып келу немес алып кету жылдамдығымен анықталатын технологиялық процесер жатады. Оларға: қыздыру, буландыру, суыту және конденсация. Аталған процесер жүретін аппараттар жылу алмасу аппараттары деп аталады.**

*Қыздыру* - материалдарға жылуды алып келу жолымен олардың температурасын көтеру процесі. Тамақ технологиясында ыстық сумен немесе сулы бумен, оттық газбен және электр тогымен қаныққан басқа да сұйық тасушылармен қыздыру әдістері кеңінен тараған. Бұл мақсаттар үшін әртүрлі құрылымды жылуалмасу аппараттарын қолданады.

**Буландыру – сұйыққа жылуды алып келу жолымен оны буға айналдыру процесі. Сұйық қайнау кезінде тиімді буланады. Тамақ технологиясында суды тұщыту, ерітінділерді концентрациялау және т.б. қолданады. Буландыру буландырғыштарда жүреді. Суды тұщыту үшін қолданылатын аппараттарды тұщытқыш, ал ерітінділердің концентрациясын көтеру үшін қолданылатын аппараттарды бушықтыру аппараттары деп атайды.**

***Суыту*** – материалдан жылуды алып кету жолымен оның температурасын төмендету процесі. Тамақ технологиясында 15-200С дейін газдарды, буларды және сұйықтарды суыту үшін су мен ауаны қолданады. Ал өнімдерді төмен температураға дейін суыту үшін төмен температуралы хладагенттерді қолданады.

*Конденсация* – заттан жылуды алып кету жолымен бу немесе газ тәрізді күйден сұйық күйге өту процесі. Бұл процесс конденсаторларда жүреді.

Конденсациялау процестері тамақ технологиясында әртүрлі заттарды сұйылту үшін кеңінен қолданылады.

# *Тақырып 4 Массаалмасу процестері .*

**Мақсаты:** Студенттерді  
массаалмасу және биохимиялық  
процестерімен таныстыру

**Массаалмасу** – заттың бір фазадан екінші фазаға ауысу процесі. бұл процестер жүретін аппараттар массаалмасу аппараттары деп аталады. Массаалмасу процестеріне абсорбция, айыру және ректификация, экстракция, кептіру, адсорбция және кристалдауды жатқызуға болады.



**Абсорбция** кезінде сұйық сіңіргішермен (абсорбент) газ немесе буларды селективті сіңіруі байқалады. Яғни, зат газ немесе бу күйден сұйық күйге өтеді.

Физикалық және хемосорбция бар. Физикалық абсорбция кезінде газдың еру процесінде химиялық реакция болмайды. Хемосорбция кезінде абсорбцияланатын газ сұйық фазада химиялық реакцияға түседі.

**Абсорбция процесі техникада көмірсутекті газдарын бөлу үшін және тұз бен күкірт қышқылын, аммиакты суды алу үшін қолданады. Абсорбцияны аппаратты-технологиялық рәсімдеу күрделі емес, сондықтан абсорбция процесі техникада кеңінен қолданылады. Абсорбция процесінің жүргізуге арналған аппараттар абсорберлер деп аталады.**

**Айыру мен ректификация** кезінде сұйық қоспа құрамдық компоненттерге бөлінеді. Зат сұйық фазадан буға және будан сұйыққа айналады.

Айыру және ректификация процестері техникалық және тағамдық этил спиртіні алуда және ароматты заттарды өндіруде кеңінен қолданылады. Айыруды қоспаларды қатаң бөлу үшін қолданады, ал оларды толық бөлу үшін ректификацияны қолданады.

**Айыру және ректификация процестері бірдей температура кезінде қоспалар компоненттерінің әртүрлі ұшпалығынына негізделген. Жоғары ұшпалыққа ие қоспа компоненті жеңіл ұшатын, ал төмен ұшпалыққа ие компонент ауыр ұшатын деп аталады. сәйкесінше жеңіл ұшатын компонент ауыр ұшатын компонентке қарағанда төмен температура кезінде қайнайды. Сондықтан оларды төмен қайнатын және жоғары қайнайтын деп атайды.**

**Айыру және ректификация нәтижесінде бастапқы қоспа дистиллятқа (жеңілұшатын компонентпен байытылған) және қалдыққа (ауыр ұшатын компонентпен байытылған) бөлінеді. Дистиллятты буларды конденсациялау нәтижесінде конденсатор-дефлегматорда, ал қалдықты – қоңдырғы түбінде алады.**

**Экстракция** кезінде еріткіштер көмегімен ерітінділерден немесе қатты заттардың бір немесе бірнеше заттарды алу жүреді. Бұл ретте сұйық-сұйық жүйесінде зат бір сұйық фазадан екінші сұйық фазаға өтеді. Экстракция процесін жүргізуге арналған аппараттарды экстракторлар деп атайды.

Экстракцияны сұйытылған ерітінділерден бағалы өнімдерді алу алу үшін және қою ерітінділерді алу үшін қолданады.

**Адсорбция** кезінде қатты сіңіргіштермен (адсорбент) газ, бу немесе сұйықта еріген заттарды тандаулы сіңіру жүреді.

Адсорбент газ, бу және сұйықта еріген заттардың қоспаларының бір немесе бірнеше компоненттерін сіңіруге қабілетті. Процес аталған қоспалардан қандай да бір компонентті алу қажет көптеген өндірістерде қолданылады.

Адсорбцияға қарсы процес десорбция деп аталады. Адсорбция газдарды тазарту мен құрғату, ерітінділерді тазарту мен ақшылдандыру және булыгазды қоспаларды бөлу үшін өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Тамақ өнеркәсібінде адсорбцияны қант өнеркәсібінде қантты сироптарды тазарту, сыра мен жемісті шырындарды ақшылдандыру, спиртті, арақты, коньякты, шарапты органикалық және басқа да қоспалардан тазарту үшін қолданады. Физикалық және химиялық адсорбцияны бөледі.



**Кептіру** – қатты немесе сұйық ылғалды материалдан оны буландыру жолымен ылғалды жою процесі. Бұл процесте ылғалдың қатты ылғалды материалдан булы немесе газды фазаға ауысуы жүреді. Бұл күрделі жылуалмасу процесі. Көптеген тамақ өнімдерін өндіруде кептіру міндетті операция болып табылады және едәуір процестің энергия сыйымды технологиялық кезеңі болып табылады.

**Кептірудің тәртібіне және  
аппаратты-технологиялық  
рәсімделуіне өнімнің сапасы  
байланысты болады. Кептірудің  
алдында ылғалды басқа әдістермен  
(мысалы, престерде сығу,  
центрифугалау) жою жүргізулі  
мүмкін. Бірақ механикалық тәсілмен  
брс ылғалдың жартысы ғана  
жойылуы мүмкін.**

**Кептіруге әртүрлі агрегатты жағдайда болатын тамақтық материалдар ұшырайды, соның ішінде: түйіршіктелген, формалы, паста тәрізді, еріәтінділер және суспензиялар. Кептіру әдісін және кептіргіш типін тамақтық материалдардың қасиеттерін кешенді талдау негізінде таңдайды.**

**Кристалдау** кезінде сұйық  
фазадан кристал түрінде зат  
бөлінеді. Бұл кезде ерітіндегі  
кристалдардың пайда болуымен  
және өсуінен сұйық фазадан  
қатты фазаға ауысуы жүреді.  
Кристалдау – затты таза күйде  
алудың ең тиімді және кеңінен  
тараған процестердің бірі.

**Кристалдар жазық қырлармен шектелген, әртүрлі геометриялық пішінді қатты дене болып табылады. Су молекуларынан тұратын кристалдар кристалгидраттар деп аталады. Тамақ өнеркәсібінде ерітінділерден немесе балқытпалардан критсалды өнім түрінде қатты фазаны бөлу сахарозаны, глюкозаны, тұзды және басқа да кристалды өнімдерді алудың технологиялық үрдісінің соңғы кезеңі болып табылады.**

**Кристалдауды әдетте сулы  
ерітінділерден жүргізеді.**

**Температураны төмендету немесе  
еріткіштің бір бөлігін жою кезінде  
қатты заттың еру қабілеттілігі  
төмендейді. Ерітінді жоғары  
қанығып және қатты зат  
ертіндіден қалдыққа түседі.**

# *Тәжірибе 1* Денелердің физикалық қасиеттері, өлшем бірлігі және өлшемдерді талдау

Тағам өнеркәсібінде шикізатты өңдеп және әр түрлі агрегаттық күйдегі дайын өнімдерді алады: қатты, сұйық, бу және газ тәрізді. Процестерді және құралдарды есептеу үшін тамақ өнімдерінің және шикізаттың қасиеттерін білу қажет.

**Барлық заттардың қасиеттерін физикалық (тығыздық, үлестік салмақ, тұтқырлық, беттік тартылу және т.б.) және жылуфизикалық (үлестік жылу сыйымдылық, жылу өткізгіштігі, температура өткізгіштік және т. б.) деп бөлуге болады.**



**Тығыздық.** Дене (зат) массасының көлемге қатынасын тығыздық деп атайды. Тығыздық (кг/м<sup>3</sup>)

$$\rho = M / V$$

мұндағы,  $M$  – дене массасы, кг;  $V$  – көлемі, м<sup>3</sup>.

Тығыздық үлестік көлемге  $v_v$  кері шама болып табылады;

$$\rho = 1/v_v,$$

мұндағы,  $v_v = V/M$ .

## **Тұтқырлық (вязкость).**

**Сұйықтықтардың қасиеттерінің ламинарлы ағу кезінде күштерге қарсылығын білдіруін және оның бөліктерін салыстырмалы орын ауыстыруын тұтқырлық деп атайды. Тұтқырлықты динамикалық және кинематикалық деп екі түрге бөледі.**

Динамикалық тұтқырлық техникалық бірлік жүйесінде пуаз (П) және сантипуазбен өлшенеді және СИ жүйесінде динамикалық тұтқырлық бірлігімен байланысты:

$$1\text{П} = 10^{-5} \text{Па}\cdot\text{с}$$

Ньютон заңынан ішкі үйкелесу күші немесе жанама қуат түсінігінен шығады.

$$\tau = T/R = \mu dw/dn$$

Соңғы теңдеуден динамикалық тұтқырлық коэффициенті  $dw/dn = 1$  және  $\tau = \mu$ .

**Кинематикалық тұтқырлық (м<sup>2</sup>/с) келесі теңдеу бойынша анықталады:**

$$\nu = \mu / \rho$$

**Кинематикалық тұтқырлық техникалық бірлік жүйесінде стокс (Ст) және сантистокспен өлшенеді. Техникалық бірлік жүйесінде және СИ жүйесінде кинематикалық тұтқырлық бірлігінің қатынасының түрі:**

$$1\text{Ст} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с} = 1 \text{ см}^2/\text{с}.$$

**Жылу сыйымдылық.** Затқа жеткізілетін жылу санының оның температурасының өзгеруіне ара-қатынасы. Зат санының жылу сыйымдылық бірлігін (с) үлестік жылу сыйымдылық деп атайды. Есептерде массалық, көлемдік және мольдық үлестік жылу сыйымдылықтарды қолданады.

Үлестік жылу сыйымдылық қоршаған орта мен заттар арасында энергия алмасу қандай процес (изобаралық, изохоралық, адиабаталық, политропикалық, изотермиялық ) кезінде жүруіне байланысты болады.

Есептеу тәжірибесінде көбінесе изобаралық жылу сыйымдылықты  $c_p$  және изохоралық жылу сыйымдылықты  $c_v$  қолданады. Олар өзара мына теңдеумен байланысқан:  $c_p - c_v = R$ , мұндағы  $R$  – универсалды газды тұрақтысы, Дж/(моль·К); Дж/(кг·К).  $c_p / c_v = k$  қатынасын адиабатылық көрсеткіштер деп атайды.

**Массалық үлестік жылусыйымдылық массасы 1 кг заттың температурасын бір градусқа көтеру үшін қанша жылу саны қажеттігін көрсетеді. Сұйықтар мен газдардың жылусыйымдылығы температураға байланысты және оны көтерген сайын артады.**

**Заттардың үлестік жылусыйымдылығы келесі диапозондарда өлшенеді:  
сұйықтардікі  $0,8...4,19$  кДж/(кг\*К);  
газдардікі  $0,5...2,2$ ; қатты заттардыкі  $0,13...1,8$  кДж/(кг\*К).**

**Жылуөткізгіштік.** Жылу қозғалысы мен микробөліктердің өзара әрекеті нәтижесінде дене температурасының теңесуіне алып келетін дененің жақсы жылынған бөліктерінен нашар жылынған бөліктеріне энергияны тасымалдау үрдісін жылуөткізгіштік деп атайды. Қатты материалдардағы, сұйықтардағы және газдардағы жылуөткізгіштіктің қарқындылығы жылуөткізгіштік коэффициентімен  $\lambda$  сипатталады.



**300С температура кезіндегі сұйықтың жылуөткізгіш коэффициентін мына формула бойынша есептеуге болады:**

$$\lambda = A_1 \cdot c^3,$$

**мұндағы:  $A_1$  – сұйықтардың ассоциациялық деңгейіне байланысты болатын коэффициенті (ассоциацияланған сұйықтар үшін, мысалы су  $A_1 = 3,58 \cdot 10^{-8}$ ; ассоциацияланбаған сұйықтар үшін, мысалы бензол  $4,22 \cdot 10^{-8}$ )  $c$  – сұйықтардың үлестік жылусыйымдылығы, Дж/(кг\*К);  $\rho$  – сұйықтың тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;  $M$  – молекулярлық салмағы.**

## **Температура өткізгіштік.**

**Берілген нүкте маңында зат көлемінде температуралық өрістің өзгеруі кезінде (температураның бөлінуі) осы көлемде температураның өзгеру үрдісін температура өткізгіштік деп атайды.**

**Температура өткізгіштік  
температураөткізгіштік  
коэффициентімен  $a$  сипатталады:**

$$a = \lambda / (c\rho),$$

**мұндағы,  $a$  – температураөткізгіштік  
коэффициенті, м<sup>2</sup>/с;  $\lambda$  –  
жылуөткізгіштік коэффициенті,  
Вт/(м-К);  $c$  – үлестік  
жылу сыйымдылық, Дж/(кг К);  $\rho$  –  
тығыздық, кг/м<sup>3</sup>.**

# *Тәжірибе 2* Тамақ технологиясының процестеріндегі модельдеу және ұқсастық

**Модельдеу** процесі модельді құбылыспен салыстырудан (егер де айырмашылық үлкен болмаса, онда модель қанағаттанарлық деп есептелінеді) және біздің күтімді модель көрсеткіштерімен салыстырудан тұрады.

**Модельдеудің екі түрін қолданады:  
физикалық және математикалық.  
Физикалық модельдеу кезінде процесті  
зерттеу физикалық модельде жүреді.  
Математикалық модельдеу зерттелетін  
процес моделінің математикалық  
сипаттауын қарастырады. Бұл кезде  
физикалық процесті оны модельдейтін  
алгоритммен алмастырады. Содан  
кейін зерттелетін процеске модельдің  
барабарлығын орнатады.**

## Ұқсастық теориясы.

Тамақ технологиясының процестері күрделі. Кейбір жағдайларда оларды математикалық сипаттау үшін дифференциальды теңдеулерді құрастыруға болады. Бірақ олар әдетте шешілмейді. Бұл дифференциальды теңдеулердің процестердің толық класын сипаттаумен түсіндіріледі. Оның шегінде қолданылатын заңдар әрекет етеді және бөлек процестердің жеке ерекшеліктерін есепке алмайды.

**Жеке процесті сипаттау үшін  
дифференциальды теңдеуді осы  
жеке процесті сипаттайтын  
мәліметтермен толықтыру қажет.**

**Осындай мәліметтер бір  
мағынанлық шарттар деп аталады  
және аталған дифференциалды  
теңдеумен сипатталатын  
процестер-дің барлық класынан  
нақты бір процесті бөлуге  
мүмкіндік береді.**

**Бір мағыналық шарттарға жатады:**

- процес жүретін, аппараттың мөлшері мен формасын сипаттайтын геометриялық шарттар;**
- ортаның физикалық қасиеттері;**
- процесс жүретін көлемді шектейтін, денелердің ортамен өзара әрекетін сипаттайтын шектік шарттар;**
- жүйенің бастапқы шартын, яғни процесті зерттеу басталатын сәттегі жағдайы.**



**Ұқсастық теориясы бір тәжірибенің нәтижелерін бір мағыналық шарттар тапсырмасын ерекше тәсіл жолымен аталған класс шегінде ұқсас процес тобына таратуға мүмкіндік береді. Бір мағыналық шарттар ұқсастығы аппараттардың геометриялық ұқсастығынан, физикалық шамалар ұқсастығынан, шектік және бастапқы шарттардың уақытылы ұқсастығынан тұрады.**

**Аппараттардың геометриялық ұқсастығы салыстырылатын аппараттардың барлық ұқсас мөлшерлерінің ара қатынасы тұрақты шама болып табылуымен тұжырымдалады.**

**Уақытылы ұқсастық процестің баламалы кезеңдерінің аяқталу уақыты интервалы арасындағы ара қатынас тұрақты сақталуымен тұжырымдалады.**

**Физикалық шамалар ұқсастығы геометриялық және уақытылы ұқсастықты орындау кезінде болады.**

**Шектік шарттар ұқсастығы осы шарттарды сипаттайтын шамалардың барлық мәнінің ара қатынасы уақыттың ұқсас сәттерінде ұқсас нүктелер үшін тұрақты сақталуымен тұжырымдалады. Бастапқы шарттар ұқсастығы процесті зерттеу басталатын бастапқы сәтте процесті сипаттайтын физикалық шамалар өрістерінің ұқсастығының сақталуымен түсіндіріледі.**

# *Тәжірибе 3* Құбырдың ұзындық кедергісін анықтау

Тамақ өнеркәсібіндегі сұйықтар (газдар) құбырлар арқылы тасымалданады және ол үшін көптеген энергия шығындалады. Сондықтан нақты сұйықтардың құбырлармен қозғалысындағы гидравликалық кедергілерді есептеу гидродинамиканың ең негізгі мәселелерінің бірі болып табылады.

Сұйықтарды насотар,  
компрессорлар және т.б. арқылы  
тасымалдағанда қажет болған  
энергияны есептеуде  
шығындалған тегеурінді  $h_{ш}$   
(немесе қысымды  $\Delta P_{ш}$ ) анықтау  
өте қажет.

Гидравликалық кедергілердің екі  
түрі болады: үйкеліс кедергісі  
және жергілікті кедергі.

**Үйкеліс кедергісі нақты сұйықтардың құбырдың барлық ұзындығы бойынша қозғалысында пайда болады. Бұл кедергіге қозғалыстың тәртібі әсер етеді. Нақты сұйық ағынының жылдамдығы шамасы және бағыты бойынша өзгергенде жергілікті кедергілер пайда болады. Жергілікті кедергі деп құбыр өткізгеште кездесетін әртүрлі кедергілермен сұйықтың ағуына әсер ететін және ағын формасының немесе құбыр өткізгіштің кескінінің өзгеруі кезінде пайда болатын кедергілерді түсінеді.**

**Сонымен жалпы шығындалған тегеурін  
екі қосындымен өрнектеледі:**

$$h_{ш} = h_{үй} + h_{ж.к.}$$

**мұнда,  $h_{үй}$  – үйкеліс кедергісіне  
шығындалған тегеурін;  $h_{ж.к.}$  –  
жергілікті кедергіге шығындалған  
тегеурін.**

**Түзу құбырдағы ламинарлық  
қозғалыста үйкеліс кедергісіне  
шығындалған тегеурін  $h_{үй}$  Бернулли  
теңдеуін теориялық жолмен пайдаланып  
анықтауға болады.**

Дөңгелек құбырдағы үйкеліске шығындалған тегеурін:

$$h_{\text{үй}} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g}$$

мұнда,  $\lambda$  – үйкеліс коэффициенті,  $w$  – ағынның орташа жылдамдығы, м/с;  $g$  – еркін түсу үдеуі, м/с<sup>2</sup>;  $l$ ,  $d$  – құбырдың ұзындығы мен диаметрі, м.

Ламинарлы қоғалыста дөңгелек кескінді құбыр үшін:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$



Жергілікті кедергілердегі тегеуріннің шығындарын  $\Delta h$  (м) құбыр өткізгіштің ұзындығы бойынша шығындары сияқты жүйрік тегеурін арқылы өрнектейді:

$$\Delta h_{\text{м}} = \xi_{\text{м}} \frac{w^2}{2g}$$

немесе қысымның шығыны (Па)

$$\Delta p_{\text{м}} = \xi_{\text{м}} \frac{w^2}{2}$$

мұнда,  $\xi_{\text{м}}$  – жергілікті кедергінің мөлшерсіз коэффициенті

**Жергілікті кедергілердің  
коэффициенттерін кедергінің әрбір  
түрі үшін тәжірибелік жолмен  
анықтайды.**

$$\xi_m = 2g\Delta h_m/v^2$$

**мұнда,  $\Delta h_m$  – жергілікті  
кедергілердегі тегеуріннің  
шығыны.**

# *Тәжірибе 4* Шөктіру процесін есептеу

Сұйық немесе газды әртекті жүйеден қатты немесе сұйық бөлшектерге айыру үрдісі шөктіру деп аталады. Гравитациялық өрісте шөктіруді **шөгу (тұндыру)** атайды.

**Шөгү механизмі қарапайым: тыныш жатқан немесе ақырын жылдамдықпен қозғалатын әртекті жүйе олардың ауырлық күштерінің әсерінен құрамдық бөлшектерге айырылады. Аталған процесс суспензияны, эмульсияны, шаңды және түтінді қатаң айыру үшін қолданылады. Себебі бөліктерді тұндыру жылдамдығы үлкен емес.**

**Шөктіру процесінің негізгі сипаттамалары болып табылады:**

**- бөлшектерді шөктіру**

**жылдамдығы;**

**- ағынның сызықтық жылдамдығы;**

**- аппаратта ағынның болу**

**ұзақтығы;**

**- алынатын фракция сапасы.**

### 3) шөктіру күші:

$$G = \left[ \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \right] \frac{m}{60} \rho (1 - K_B) \eta$$

### 2) итеріп шығаратын күш (Архимед күші):

$$R = \frac{\varepsilon F \rho_0 w^2}{2} = \frac{\varepsilon \frac{\pi d^2}{4} \rho_0 w^2}{2} = \varepsilon \frac{\pi d^2 \rho_0 w^2}{8}$$

мұнда,  $\varepsilon$  – ортаның кедергі коэффициенті (ағу тәртібіне тәуелді);  $F$  – жазықтықта бөлшек проекциясының ауданы, м<sup>2</sup>;  $w$  – процесс жылдамдығы, м/с.

## Ортаның кедергі коэффициенті:

- ламинарды тәртіп үшін:  $\varepsilon = 24/Re$ ,  
 $Re \leq 2$ ;
- ауысу тәртібі үшін:  $\varepsilon = 18,5/Re^{0,6}$ ,  $2 < Re < 500$ ;
- турбулентті тәртіп үшін:  $\varepsilon = 0,44$ ,  $Re \geq 500$ .

# *Тәжірибе 5* Сүзу процесін есептеу

---

Қатты бөлшектерді ұстап қалатын, ал сұйықты өткізіп жіберетін кеуекті бөгеттер көмегімен суспензияларды ажырату **сүзу** процесі деп аталады.



Суспензияларды сүзгі деп аталатын аппараттарда ажыратады. Сүзгілер сүзу бөгеттері арқылы екі бөлікке бөлініп, оның бір бөлігіне суспензия құйылады. Осы екі бөліктің екі жағындағы қысымдар айырмасының әсерінен сұйық сүзу бөгеттерінің кеуектерінен өтіп, ал олардың бетінде қатты бөлшектер ұсталынып қалады.

**Сонымен суспензия таза сүзінді және ылғалды тұнбаға ажыратылады. Кейбір кезде қатты бөлшектер сүзу бөгетінің кеуектерінде ұсталынып, тұнба пайда болады. Осындай қасиеттерге байланысты сүзу процесі екі түрге бөлінеді:**

- 1) Тұнба пайда болу жолымен сүзу;**
- 2) Сүзу бөгетінің кеуектерін толтыру (бітеу) арқылы сүзу,**

**Тамақ өнеркәсібінде тұнба пайда болу тәсілі қант зауыттарында қанықтырылған шырынды және ашытқы ашытқы масаларын сүзуде қолданылады. Ал сүзу бөгетінің кеуектерін толтыру тәсілі сыра зауытында сыраны сүзуге қолданылады. Сүзу процесінің қозғаушы күші – қысымдар айырмасы болып табылады.**

Өндірісте сүзу процесін төмендегі қысымдар айырмасында өткізеді:

- суспензияның гидростатикалық қысым әсерінен –  $\Delta P < 0,05 \text{ МПа}$ ;
- вакуум әсерінен –  $\Delta P < 0,05 + 0,09 \text{ МПа}$ ;
- қысылған газ әсерінен –  $\Delta P < 0,05 - 0,3 \text{ МПа}$ ;
- суспензия поршенді және центробежді насос көмегімен берілсе –  $\Delta P < 0,5 \text{ МПа}$ .

**Сүзу бөгеттері. Сүзу процесінің өнімділігі және алынатын сүзіндінің тазалығы, көбінесе сүзу бөгеттерінің қасиеттеріне және олардың дұрыс таңдалуына байланысты болады. Олар мынадай қасиеттерге ие болуы керек:**

- кеуектерінің өлшемі тұнбаның бөлшектерін ұстап қалатындай;**
- гидравликалық кедергісі аз;**
- сүзілетін ортаның әсеріне химиялық берікті;**
  - механикалық және жылулық (сүзу температурасында) беріктері жеткілікті болуы керек.**

**Сүзу жылдамдығы. Сүзу жылдамдығы уақыт бірлігінде сүзгі бетінен алынған сүзінді көлемін көрсетеді. Яғни дифференциал түрінде былай жазуға болады:**

$$w_c = \frac{dV_c}{S d\tau}$$

**мұнда,  $V_c$  – сүзінді көлемі, м<sup>3</sup>;  $S$  – сүзгі беті, м<sup>2</sup>;  $\tau$  – сүзу уақыты, с.**

# *Тәжірибе 6* Вакуум- бушықтыру аппаратын сынау

Сұйықтың қайнау кезінде  
еріткіштің жартылай булану  
жолымен қатты ұшпайтын  
заттардың ерітінділерін  
концентрациялау процесі  
*бушықтыру* деп аталады.

**Бушықтыруды ұшпайтын заттардың ерітінділерін концентрациялау, еріткіштен таза ерітіндіні бөлу және ерітілген заттарды кристалдау үшін қолданады. Бушықтыру қантты өндіруде, консерві, сү және кондитер өндірісінде кеңінен қолданылады. Бушықтырылатын ерітінділерді қайнауға дейін қыздыру үшін оттық газды, электржылытқыштарды және жоғары температуралы жылу тасымалдағыштарды қолданады.**



**Бірақ жэылуда берудің жоғарғы коэффициентімен және конденсацияның жоғарғы үлестік жылуымен сипатталатын сулы бу ең көп қолданылады. Аппаратты жылыту үшін қолданылатын бу бастапқы, ал ерітіндінің қайнау кезінде қалыптасатын бу қосалқы деп аталады.**

**Бушықтыру жүргізіледі: вакууммен, атмосфералық қысыммен, жоғары қысым кезінде.**

**Вакуммен бушықтыру кезінде ерітіндінің қайнау температурасы төмендейді. Бұл аппаратты жылыту үшін төмен қысымды буды қолдануға мүмкіндік береді. Бұл тәсілді жоғары температураға сезімтал ерітінділерді бушықтыру кезінде қолдануға болады.**

**Атмосфералық қысыммен бушықтыру кезінде қалыптасатын қосалқы бу әдетте қолданылмайды және атмосфераға шығарылады.**

**Жоғары қысым кезінде бушықтыру ерітіндінің қайнау температурасының көтерілуіне алып келеді және төмен қысыммен бушықтыру қондырғысының басқа да корпустарын жылыту үшін қосалқы буды қолдануға мүмкіндік береді. Булы жылытқышты бушықтыру аппараты қыздыру камерасынан (кипятельник) және сепаратордан тұрады. Қыздыру камерасында ерітіндіні бушықтыру жүреді, ал сепараторда қосалқы бу ерітіндіден бөлінеді.**

**Бушықтыру аппаратында қайнап жатқан сұйықтың қозғалу сипатына байланысты бушықтыру аппараттарын бөледі:**

- бос циркуляциялы;**
- табиғи циркуляциялы;**
- мәжбүрлі циркуляциялы;**
- қабықшалы бушықтыру аппараттары.**

**Бос циркуляциялы бушықтыру аппараты.**

**Бұндай аппаратта баяу жүретін немесе қозғалмайтын ерітінді (көбінесе тұтқырлы) құбыр сыртында болады. Ерітіндіде тәртіпсіз конвекционды ағындар (бос циркуляция) пайда болады.**

**Табиғи циркуляциялы бушықтыру аппараты.**

**Аппаратта ерітіндінің циркуляциялау қайнатқыш түтікшелер мен циркуляционды құбырдағы орта тығыздығының әртүрлілігі есебінен жүреді. Циркуляциялау үшін қыздыру буы мен ерітінді арасындағы 7...100С температура айырмашылығы қажет.**

## **Мәжбүрлі циркуляциялы бушықтыру аппараты.**

**Ерітінді циркуляциясының қарқындылығын көтеру және жылу беру коэффициентін арттыру үшін мәжбүрлі циркуляциялы аппараттарды қолданады. Оларды тұтқырлы сұйықтарды бушықтыру кезінде қолданған тиімді.**

## **Қабықшалы бушықтыру аппараты.**

**Бұл типті аппараттарды таза кристалданбайтын ерітінділерді және жоғары температураға сезімтал ерітінділерді бушықтыру үшін қолданады.**

# *Тәжірибе 7* Жылуалмасу аппараттарын есептеу

**Жылуалмасу** кезінде жылуды беретін жоғары температуралы орта ыстық жылутасығыш, ал жылуды қабылдайтын төмен температуралы орта суық жылутасығыш (хладагент) деп аталады.

**Тамақ өнеркәсібінде жылутасығыш ретінде қаныққан сулы бу, су, түтінді газдар, ал хладагент ретінде аммиак, фреон, ауа, азот кеңінен тараған. Жылутасығышты немесе хладагентті таңдау оның бағытымен, процесс температурасымен және бағасымен анықталады. Орталар арасында жылуды беру орныққан (стационарлы) және орнықпаған (стационарлы емес) шарттарда жүруі мүмкін.**



**Орныққан процесс кезінде аппараттағы температура өрісі уақытында өзгермейді.**

**Орнықпаған процесс кезінде**

**температура уақытында өзгереді.**

**Орныққан процестер үздіксіз әрекет**

**ететін аппараттарда жүреді. Ал**

**орнықпаған процестер кезеңді әрекет**

**ететін аппараттарда, үздіксіз әрекет**

**ететін аппараттарды тоқтату мен қосу**

**және олардың жұмыс тәртібін өзгерту**

**кезінде жүреді.**

Берілетін жылу саны мен жылуалмасу жазықтығының арасындағы тәуелділік жылу берудің негізгі теңдеуі деп аталады:

$$dQ = KF\Delta t_{орт}d\tau,$$

ол орныққан процесс үшін мына түрге ие.

$$Q = KF\Delta t_{орт},$$

мұндағы,  $dQ$  – берілген жылу саны;  $K$  – орталар арасындағы жылу беру коэффициенті;  $F$  – жылу алмасу жазықтығының ауданы;  $\Delta t_{орт}$  – орталар арасындағы температура айырмашылығы;  $d\tau$  – процесс ұзақтығы.

**Жылу беру коэффициенті ауданы  $1 \text{ м}^2$   
бөліп тұрған қабырға арқылы,  
жылу тасымалдағыштар арасындағы  
температура айырмашылығы  $10$  кезінде,  
1 сағат ішінде бір жылу тасымалдағыштан  
басқа жылу тасымалдағышқа жылудың қандай  
саны (кДж) берілетіндігін көрсетеді.  
Жылу алмасу аппараттарының жобалық  
және тексерулік есептеулерін  
анықтайды.**

## Жобалық есептеу.

Жылулық есеп кезінде жылуалмасу жазықтығының ауданы, температуралардың орташа айырмашылығы, жұмыс денелерінің орташа температурасы, жылулық жүктемені, жылу тасымалдаушының шығындарын және жылу беру коэффициентін анықтайды.

Конструктивті есеп құбырлы кеңістіктің ағынды мөлшерін, торларда құбырлардың орналасу сипатын және аппарат корпусының диаметрін анықтаумен сипатталады.

Гидравликалық есеп аппараттың ағындық бөлігіндегі қысым шығынын ( $\Delta p$ ) анықтаумен сипатталады.

## Тексерулік есептеу.

Тексерулік есептеу нақты міндетті орындау үшін бар жылуалмасқыштың жарамдылығын анықтаудан тұрады. Яғни, бар  $\Delta t_b$  және қажетті  $\Delta t_k$  температуралық тегеуріндердің ара қатынасын анықтау:

$$\chi = \frac{\Delta t_b}{\Delta t_k}$$

Бар температуралық тегеурін  $\Delta t_b$  – жылуалмасу кезінде қолданылуы мүмкін температуралардың максималды айырмашылығы, ал қажетті тегеурін  $\Delta t_k$  – аталған жылуалмасқышта технологиялық қажетті жылу ағының беру үшін температуралардың қажетті айырмашылығы.

# *Тәжірибе 8* Жылуалмасу

## аппаратын сынау

Жылуалмасу процестерін жүргізу үшін тамақ өндірісінде қолданылатын аппараттарды **жылуалмасқыштар** деп атайды. Жылуалмасқыштардың

құрылымы әртүрлі, бұл аппараттардың әртүрлі бағытымен және процестерді жүргізудің әртүрлі шарттарымен түсіндіріледі.

**Әрекет ету принципі бойынша  
жылуалмастырғыштар бөлінеді:**

**Рекуперативті жылуалмастырғыштарда жылу тасымалдағыштар қабырғамен бөлінге және жылу бір жылу тасымалдағыштан басқа жылу тасымалдағышқа оларды бөлетін қабырға арқылы беріледі.**

**Регенеративті жылуалмастырғыштарда бір жылуалмасқыш бет ыстық және суық жылу тасымалдағыштармен алма-кезек шайылады.**

**Араластырғыш аппараттарда жылу жылу тасымалдағыштармен тікелей әрекеттесу кезінде беріледі.**

# Рекуперативті жылуалмастырғыштар бөлінеді:

## Қаптамақұбырлы

жылуалмастырғыштар тамақ өндірісінде  
кеңінен тараған. Олар  
конденсацияланатын бу мен сұйық  
арасында жылуалмасу үшін  
қолданылады. Сұйық құбыр бойымен,  
ал бу құбыраралық кеңістіктен  
өткізіледі.



**«Құбыр құбырда» типіндегі жылуалмасқыштар үлкен диаметрлі бірнеше сыртқы құбырлардан және олардың ішінде орналасқан кішкентай диаметрлі құбырлардан тұрады. Ішкі және сыртқы құбырлар бір-бірімен буын мен түтіктер көмегімен қосылған.**

**Жылутасығыштардың бірі *I* – ішкі құбыр бойымен, ал екіншісі *II* – ішкі және сыртқы құбырлармен қалыптасқан сақиналы канал бойымен қозғалады.**

**Жылуалмасу ішкі құбырдың қабырғасы арқылы жүзеге асады.**

**Жылан түтікті жылуалмасқыштар жылан түрінде иілген және сұйық орталы аппаратқа салынған құбыр болып табылады. Жылу тасымалдағыш жылан түтіктің ішінде қозғалады. Жылан түтікті жылуалмасқыштардың артықшылығы – жасау қарапайымдылығы. Бірақ бұндай жылуалмасқыштар абажадай және тазарту қиынға соғады. Бұл жылуалмасқыштарды конденсатты қыздыру және суыту үшін қолданады.**

Сұйықтандырғыш жылуалмасқыштарды сұйықтарды, газдарды суыту және буларды конденсациялау үшін қолданады. Олар бірінің үстіне бірі орналасқан, буындармен қосылған бірнеше құбырлардан тұрады. Құбыр бойымен суытылатын жылу тасымалдағыш ағады. Суытытын су бөлгіш астаушаға келеді, одан біркелкі жылуалмасқыштың жоғарғы құбырына ағады. Суытытын судың жартысы құбыр бетінде буланады. Төменгі құбыр астында суды жинауға арналған астауша орналасқан. Бұндай жылуалмасқыштардағы жылу беру коэффициенті үлкен емес.

**Спиралды жылуалмасқыштар метал парақтармен қалыптасқан тікбұрышты қималы екі спиралды каналдардан тұрады. Спиралдардың ішкі ұштары қалқамен қосылған. Каналдар сыртынан қақпақпен жабылған. Каналдардың сыртқы ұштарынан жылу тасымалдағыштар кіру және шығу үшін түтік қарастырылған, басқа екі түтік жалпақ бүйірлік қақпақтарға орнатылған.**

**Пластиналы жылуалмасқыштарды төменгі және жоғарғы салмақ түсетін қырлы бөренелерден тұратын рамаға монтаждайды. Қырлы бөренелер бағананы қозғалмайтын плитамен қосады. Бағыттағыш тартулы шпилькалар бойынша қозмалы плита қозғалады. Қозғалатын және қозғалмайтын плиталар арасында болатты штампталынған пластиналар пакеті орналасқан. Оларда жылутасығыштар өтуі үшін каналдар бар. Пластиналардың нығыздалуы тереңдетілген аралық төсемдер көмегімен жүреді.**

**Жиделі жылуалмасқыш  
аппараттарда (автоклава)  
жылу тасымалдағыштардан аппарат  
қабырғаларына жылу беру  
жылу тасымалдағыштар корпусының  
сыртқы қабырғаларын шаю кезінде  
жүреді. Жиде мен корпус  
арасындағы кеңістікте  
жылу тасымалдағыш циркуляцияланады,  
ол аппараттың ортаны жылытады.**

**Регенеративті жылу тасымалдағыштар** екі секциядан тұрады. Олардың біреуінен жылу жылу тасымалдағыштан аралық материалға, ал екіншісінен аралық материалдан технологиялық газға беріледі.

**Араластырғышты жылу тасымалдағыштар** дымқыл және құрғақ типті болады. Жылу олардан бір жылу тасымалдағыштан басқасына араластыру кезінде беріледі.

# *Тәжірибе 9* Массаалмасу аппаратын есептеу

**Массаалмасу** **аппараттарының**  
инженерлік есептері феноменология-  
лық тәуелділікті қолданады.  
Массаалмасу процестерінің қозғаушы  
күші — концентрациялар  
айырмашылығы.



**Ерітінді (қоспа) концентрациясы.**

**Ерітіндегі (қоспадағы) аталған компоненттің салыстырмалы саны оның концентрациясы деп аталады.**

**Ерітілген заттың үлкен концентрациялы ерітінділері концентрацияланған, ал кішкентай концентрациялы ерітінділері сұйытылған деп аталады.**

**Концентрацияны өрнектеудің келесі тәсілдері  
ең көп қолданылады:**

***Массалық* – 100 бірлік ерітінді массасындағы  
ерітілген зат массасының бірлік саны.**

***Көлемді мольді* – ерітінді көлемінің бірлігіне (1  
дм<sup>3</sup>) ерітілген зат молінің саны.**

***Массалық мольді* – 1000 г еріткіштегі ерітілген  
зат молінің саны.**

***Салыстырмалы мольді (мольдік үлес)* –  
қарастырылатын зат молінің санының  
ерітіндегі барлық заттардың молінің жалпы  
санына ара қатынасы.**

## Фазалардың тепе-теңдігі.

Массаалмасу аппаратындағы процестер тепе-теңдігінің негізгі шарты – фазалардың тепе-теңдігі. Тепе-теңдіктен заттар жағдайының ауытқуы кезінде, мысалы термодинамикалық параметрлердің өзгеруі нәтижесінде тепе-теңдікті қайта қалпына келтірудің ауыспалы процесі (Ле Шателье принципі) жүзеге асады.

# Материалдық баланс теңдеуі. Жұмыс сызығының теңдеуі.

Массаалмасу аппаратындағы материалдық балансты биіктігі  $H$  аппаратында қарастыруға болады. Ол тігінен орналасқан және онда компоненттердің екі фазасы бір-біріне қарсы қозғалады. Үстінен аппаратқа екінші компоненттің бастапқы концентрациялы ( $C_{2н}$ ) сұйық ( $m_{2н}$ ) келеді, ал астынан соңғы концентрациялы ( $C_{2к}$ ) сұйық ( $m_{2к}$ ) жойылады. Астынан бірінші компоненттің бастапқы концентрациялы ( $C_{1н}$ ) газ ( $m_{1н}$ ) келеді, ал үстінен соңғы концентрациялы ( $C_{1к}$ ) газ ( $m_{1к}$ ) жойылады.

## Массаберу коэффициенті.

Массаберу процесінде қозғаушы күші ретінде ағын ядросы мен фазалар бөлінуінің шегіндегі концентрация айырмашылығы, ал жүйе реакциясы ретінде – тасымалданатын заттың ағын массасы қызмет атқарады. Олардың феноменологиялық тәуелділіктегі байланысы мына түрде көрсетіледі:

$$dM = \alpha \Delta C,$$

мұнда,  $\alpha$  – тұрақты.

# *Тәжірибе 10* Абсорбция процесін зерттеу

---

Сұйық (абсорбенттермен) сiңiргiштермен газ немесе буды сiңiру процесi **абсорбция** деп аталады. Абсорбцияға қайтымды процесс, яғни ерiтiндiден сiңiрiлген газды бөлуде десорбция деп аталады.

# Абсорбцияның материалдық балансы.

Процестің жүруі кезінде компонент (абсорбтив) тасығыштан абсорбентке ауысады. Абсорбцияның материалдық балансы келесі теңдеумен көрсетіледі:

$$Gy_H + Lx_H = Gy_K + Lx_K$$

мұнда,  $G$  – тасығыш саны, кг/с;  $y_H, y_K$  – сәйкесінше тасығыштағы сіңірілетін компоненттің бастапқы және соңғы құрамы, инертті газдың кмоль/кмоль;  $L$  – абсорбент саны, кг/с;  $x_H, x_K$  – сәйкесінше абсорбенттегі сіңірілетін компоненттің бастапқы және соңғы құрамы, сіңіргіштің кмоль/кмоль.

**Абсорбенттің үлестік шығымы (сұйық кг/тасығыш кг) мына формула бойынша анықталады:**

$$l = \frac{L}{G} = \frac{y_H - y_K}{x_K - x_H}$$

**Абсорбция процесінің жұмыс сызығы мына теңдеумен жазылады:**

$$y = y_K + \frac{L}{G} (x - x_K)$$



## Абсорбция процесінің кинетикасы.

Абсорбция процесінің жылдамдығы мына теңдеумен сипатталады:

$$M = K_y F \Delta u_{орт}; M = K_x F \Delta x_{орт}$$

мұнда,  $K_y$  және  $K_x$  – сәйкесінше газ және сұйық фазадағы массаберу коэффициенттері;  $\Delta u_{орт}$  және  $\Delta x_{орт}$  – оңтайлы мольдық үлесте өрнектелген орташа қозғалыс күштері.

Осы теңдеулерді қолдана отырып, әдетте фазалардың байланысу бетінің ауданын  $F$  табады және ол бойынша аппараттың негізгі мөлшерлерін есептейді.

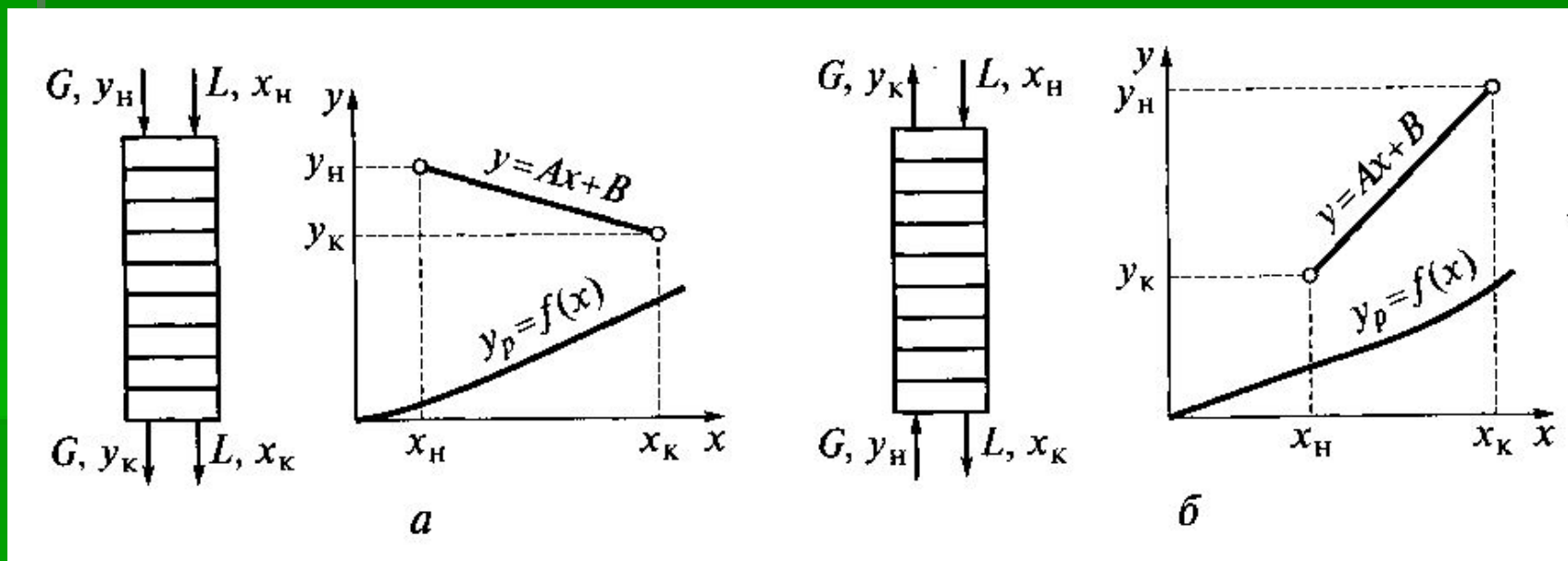
Массаберу теңдеулерінде  $K_y$  және  $K_x$  коэффициенттері келесі тәртіппен анықталады;

$$K_y = \frac{1}{\left(\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}\right)}$$

$$K_x = \frac{1}{\left(\frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{m\beta_y}\right)}$$

мұнда,  $\beta_y$  – газдан фазалардың байланысу бетіне массаберу коэффициенті;  $\beta_x$  – сұйыққа фазалардың байланысу бетіне массаберу коэффициенті;  $m$  – бөліну коэффициенті.

**Абсорбцияның принципалды сызбалары.  
Тамақ өнеркәсібінде абсорбцияның тура  
ағынды және қарама-қарсы ағынды  
принципалды сызбалары кеңінен  
қолданылуда.**



**Сурет 1 – Абсорбция сызбасы және  $y - x$   
координаттарындағы процесс суреті: а – тура  
ағынды; б – қарама-қарсы ағынды.**

Тура ағынды сызбаның абсорбердегі өзара әрекеті 1 суреттің (а) көрсетілген. Бұндай сызбада газ бен абсорбент ағындары бір бағытта қозғалады; бұл ретте жоғары концентрациялы газ төмен концентрациялы сұйық ортамен байлансқа түседі, ал төмен концентрациялы газ абсорберден шығу кезінде жоғары концентрациялы сұйыққа өзара әрекеттеседі.

Қарама-қарсы ағынды сызба 1 суреттің (б) көрсетілген. Қарама-қарсы абсорберде аппараттың бір шетінде жоғары концентрациялы, ал екінші шетінде төмен концентрациялы сұйық пен газ байланысады.

## **Абсорберлер.**

**Абсорбция процесі фазалардың бөліну бетінде жүреді. Сондықтан абсорберлер сұйық пен газ арасындағы үлкен жанасу бетін қамтамасыз етуі қажет. Абсорбенті таңдау кезінде оның қасиеттерін бағалау қажет. Абсорбентке қойлатын талаптар: селективтілігі; уыттылығы; өрт қауіпсіздігі; бағасы; қол жетімділігі; десорбция кезінде ұстау қабілеттілігі; аз ұшқыштылығы.**