

Дәріс № 5. Салмақ және энергия алмасу түрлері, заңдылықтары. Тамақ өнімдерін өндіруде шикізатты физика-механикалық өңдеу әдістері.

Дәріс жоспары:

1. Салмақ және энергия алмасу түрлері
2. Біртексіз жүйелердің жіктелуі.
3. Механикалық үдерістер
4. Салмақалмасу үдерістері - абсорбция, адсорбция, кептіру

Тамақ өндірісінің технологиясы физика, химия, биология сияқты ғылымдардың заңдылықтарына негізделген.

Технологиялық үдерістер туралы ғылым негізіне табиғаттың негізгі заңдары – салмақ сақтау заңы мен энергия сақтау заңы жатады.

Ал тамақ өнімдерінің технологиясының негізі физика-химиялық, биохимиялық және микробиологиялық үдерістердің күрделі кешенінен тұрады. Көптеген технологиялық үдерістерді зерттеу барысында барлық өндірістер үшін ортақ нәрсе - шикізатты жартылай фабрикат немесе дайын өнімге айналдыру энергия алмасу немесе салмақ алмасу үдерістеріне негізделеді.

Әсіресе барлық технологиялық үдерістер жылулық энергияның алмасуымен жүзеге асырылады.

Негізгі үдерістердің жіктелуі

Барлық үдерістерді қозғаушы күшіне және алмасу типіне қарай былай бөлуге болады:

Алмасу типі	Қозғаушы күші	Үдерістер	Технологиялық операциялар
Қозғалыс санының алмасуы	Механикалық күш, қысым	Механикалық, гидромеханикалық	ұсақтау, кесу, сұрыптау, сығу(престеу), тұндыру, сүзу
Жылу алмасу	Температуралар айырмашылығы	Жылулық	қыздыру, салқындату, буландыру
Салмақ алмасу	Концентрация айырмашылығы	Жылуалмасу	кептіру, экстракциялау, адсорбциялау, абсорбциялау, кристалдау, еріту, айдау(перегонка)

Біртексіз жүйе дегеніміз бір-бірінде өзара ерімейтін, екі немесе одан да көп фазалардан түзілген жүйелер. Біртексіз жүйелер әртүрлі дәрежедегі тұрақтылыққа ие және тек механикалық күш әсерінен ғана бөлінуі мүмкін. Тамақ өндірістерінде көптеген технологиялық үдерістер біртексіз қоспа тұзу арқылы жүзеге асады, ары қарай оларды бөлу қажет болады. Мысалы, ауаны қатты материалды ұсақтау кезінде түзілген шаңнан тазарту керек.

Шикізатты механикалық өңдеу операциялары:

1. Инспекциялау, іріктеу, калибрлеу;
2. Тазалау;
3. Жуу;
4. Кесу және ұсақтау, езу
5. Араластыру
6. гомогендеу
7. формалау немесе қалыптау

Инспекциялау – ұрылған, көгерген, формасы дұрыс емес т.б. сапасы бойынша жарамсыз шикізаттарды алып тастау үдерісі.

Іріктеу – шикізаттың пісу дәрежесі, түсі және сорты бойынша іріктеу үдерісін айтамыз.

Калибрлеу – шикізатты мөлшері, яғни диаметрі бойынша бірдей бөліктерге іріктеу. Бұл операция, әсіресе, бүтіндей консервіленетін шикізаттар үшін іріктеуден соң міндетті түрде жүргізіледі.

Тазалау операциясы – жеміс-көкөніс шикізатын қабығынан, сабақтарынан, тұқым өзегінен, сүйектерінен; ет шикізатын сүйектерінен, сіңірінен; балық шикізатын қабыршағы мен жүзгіштерінен тазалау үдерісі болып табылады.

Жуу үшін қолданылатын су МЕМСТ талаптарына сай ішуге жарамды физика-химиялық, органолептикалық, санитария-бактериялық көрсеткіштері мөлшерленген таза болуы керек. Жуу операциясы шикізатты механикалық қоспалардан (кұм, топырақ) және кейбір микроорганизмдерден тазарту үшін жүргізіледі. Ал топырақпен ластанған көкөністер үшін жуу операциясы (сәбіз, қызылша, картоп) ең бірінші және инспекциялаудан кейін екінші(үшінші) рет жүргізіледі.

Кесу және ұсақтау. Бұл операция өндіретін дайын өнімнің түріне байланысты шикізатқа белгілі бір түр беру үшін жүргізіледі. Ол үшін арнайы дискілі пышақтары бар машиналар қолданылады.

Езу операциясы жартылай фабрикат, шикізатты әртүрлі өлшемдегі ұсақ бөліктерге бөлу үшін ұсақтау үдерісі

Араластыру операциясы өнімге механикалық әсер етудің бір түрі, яғни бір немесе бірнеше өнімді бір қоспаға біріктіру

Гомогендеу операциясы сұйық өнімнің қабатталуын болдырмас үшін араластыру, яғни сұйық өнімдегі бөліктердің біртекті таралуын қамтамасыз ету. Бұл жұмсағымен шырын өндіруде шырынның жұмсағының тұнбаға түсуін болдырмас үшін орындалатын соңғы ұсақтау операциясы. Сондай ақ сүт өнімдерін өндіруде сүттегі майдың біртекті таралуын қамтамасыз ету үшін, яғни түйірленіп бетіне шықпауы үшін міндетті түрде орындалатын операция.

Сығымдау(престеу) - сұйықты бөліп алу үшін өнімге механикалық әсер ету, яғни өнімді екі бөлікке: сұйық және қатты бөлікке бөлу мақсатында орындалатын операция.

Формалау немесе қалыптау өнімге белгілі бір форма беру үдерісі

Тұндыру. Ауырлық күшінің әсері бойынша тұндыру бірбірінен тығыздығы бойынша ерекшеленетін құрам бөліктері бар жүйе үшін қолданылады.

Бұл әдіс дәрекі суспензиялар мен кейбір өндірістік шаңдарды бөлу үшін қолданылады.

Ортадан тепкіш өрісті қолдану қозғаушы күштерді айтарлықтай жоғарылатады. Ауырлық күші бұл жағдайда ортадан тепкіш күшпен алмасады. Бұл әдіс құрамында ұсақ бөліктері бар майда суспензиялар мен лайларды, сондай-ақ эмульсияларды бөлу үшін қолданылады. Мұндай өнімге мысалы шырындарды жұмсағынан ажырату арқыла оларды мөлдірлендіру үдерісі жатады. Ортадан тепкіш күш арқылы біртексіз жүйелерді бөлу құрылғыларын центрифугалар деп атайды.

Газды жүйелердегі шаңдарды бөлу үшін электростатикалық өріс қолданылады. Мұнда тұнбаға түсу бөліктердің ионданған газдармен өзара әсерлесу нәтижесінде жүреді. Ағымда айналу нәтижесінде түзілетін ортадан тепкіш күшті қолданатын газды біртексіз жүйелерді бөлуге арналған аппарат циклон деп аталады.

Сүзу(Фильтрование). Біртексіз жүйелерді сүзгіш арқылы «елеу» үдерісі **сүзу** деп аталады. Бұл үдеріс сұйық және газды жүйені бөлу үшін қолданылады. Қозғаушы күш ретінде мұнда ауырлық күші қолданылады.

Саңылаулы қоршаудан өткен сұйықтық немесе газтәрізді фаза **сүзінді(фильтрат)** деп аталады. Сүзуге арналған қоршаулар химиялық тұрақты, берік материалдан жасалуы керек. Тамақ өнеркәсібінде сұйықтарды сүзу үшін сүзгіш картондар кеңінен қолданылады. Сондай ақ мақта мата, синтетикалық талшықтардан жасалған(капрон, лавсан) маталар қолданылады. Ал газдарды сүзу үшін негізінен синтетикалық талшықтардан жасалған мата емес саңылаулы материалдар қолданылады. Сүзгіш элементтер ретінде керамика және метал керамикадан дайындалған пластиналар мен цилиндрлер қолданылады. Сондай ақ кейбір сүзгілер үшін түрлі ұнтақ тәрізді инертті минералдар (диатомит, кизельгур, бор, сөндірілген әк), сондай-ақ талшықты материалдар (целлюлоза) қолданылады.

Салмақалмасу үдерістері - абсорбция, адсорбция, кептіру

Тамақ өндірісінде жиі кездесетін салмақалмасу үдерістеріне экстракция, абсорбция, адсорбция, еріту және кристалдау, кептіру жатады. Әртүрлі заттар бірнеше фазалық күйде болуы мүмкін. Мысалы, су қатты фаза — мұз күйінде болуы мүмкін, қалыпты қысымда және 0°C тан жоғары температурада ол сұйықтық күйінде болады, ал одан да жоғары температурада ол буға айналады, яғни газды фазаға ауысады. Газдар — сәйкес

заттардың қатты қыздырылған булары. Мысалы, Ұсақталып кесілген қант қызылшасының жаңқасын жуу кезінде клетка сұйықтығындағы қант суға өтеді. Бұл алмасу клеткада шырынындағы қант концентрациясы мен су концентрациясы арасындағы айырмашылыққа байланысты. Судағы қант концентрациясының өсіп, жаңқадағы қант концентрациясының азаюына қарай қанттың жаңқадан суға өту жылдамдығы төмендейді. Соңында бұл концентрациялар теңесіп, үдеріс тоқтайды.

Салмақалмасу үдерістерінің қозғаушы күші концентрациялардың айырмашылығы болып табылады. Мысалы, қантты суда еріту кезінде, қант қаттыдан сұйық фазаға өтеді. Сұйықты немесе газды белсендірілген көмірмен тазалау кезінде заттар сұйық немесе газды фазадан қаттыға өтеді. Ерітінділерді сұйылту кезінде заттар бір сұйық фазадан екінші сұйық фазаға өтеді.

ЭКСТРАКЦИЯ

Экстракция — сұйық еріткіш-экстрагенттің көмегімен ерітінділерден немесе қатты денелерден бір немесе бірнеше еритін компоненттерді іріктеп алу үдерісі. Егер заттар сұйық жүйелерден алынса, процесс сұйық экстракция деп аталады. Микробиологиялық өндірістерде экстрагенттің көмегімен сүт қышқылы мен антибиотиктерді ферментативті ерітінділерден алады. Бұл ретте алынатын компоненттердегі экстрагент пен сұйықтық әртүрлі тығыздыққа ие болуы тиіс және ерімеуі тиіс. Осы қасиеттердің арқасында түзілген біртекті емес жүйе оңай бөлінеді.

Тағамдық өндірістерде көбінесе өсімдік тектес шикізаттар экстракциялауға жиі ұшырайды, мысалы, майлы дақылдардың тұқымдары, қант қызылшасы, жемістер және т.б. физикалық қасиеті бойынша олар қатты денеге жатады.

Өсімдік шикізатын экстракциялау алдында ұсақтайды немесе ұсақ бөліктерге немесе жаңқаға кеседі. Бұл ретте жаңадан пайда болған беттегі жасушалардың бір бөлігі және жасушаішілік зат зақымданады, мысалы қант өндірісіндегі қызылша шырыны бірден экстрагентке ауысады.

Қарапайым экстракциялау үдерісін аппаратты дайындалған шикізатпен және сұйық экстрагентпен толтырып жүзеге асыруға болады. Бұл кезде шикізаттағы қоректік зат концентрациясы үздіксіз азаяды, ал экстрагентте оның мөлшері көбейеді. Үдеріс тұрақты емес және концентрациялар теңескен кезде аяқталады. Процестің жылдамдығы оларды араластыру кезінде айтарлықтай артады.

Жалпы өсімдік шикізатын экстракциялау процесін төрт сатыға бөлуге болады:

- 1) экстрагенттің өсімдік шикізатына енуі;
- 2) алынатын затты экстрагентпен еріту;
- 3) алынатын заттың шикізат кесектері немесе бөліктерінің бетіне диффузиялық тасымалдануы(көшуі);
- 4) алынатын затты шикізат бетінен сұйық фазаға ауыстыру — экстрагент.

Өңделетін шикізаттың түріне байланысты процестің жекелеген сатылары мүлдем болмауы мүмкін, алайда көбінесе жалпы процесс жылдамдығы бір стадияға ауыстыру жылдамдығына байланысты.

АБСОРБЦИЯ

Сұйықтың өзіне газ немесе буды сіңіру үдерісін абсорбция деп атайды. Көптеген жағдайда бұл үдеріс қайтымды, яғни белгілі бір жағдайда, мысалы қыздыру кезінде сұйықтан газды бөліп алуға болады. Мұндай үдеріс десорбция деп аталады.

Тамақ өндірісінде абсорбция үдерісі айтарлықтай маңызды орын алады. Мысалы, минералды суды және басқа да сусындарды көміртек диоксидімен қанықтыру үдерісі сатурация және карбонизация деп аталатын арнайы технологиямен жүргізіледі, спирт өндірісінде ашыту нәтижесінде түзілетін көміртек диоксиді абсорбция арқылы спирт буларын өзіне сіңіреді, содан соң бұл тазаланған газды басқа өндірісте қолдану үшін сұйылтады(сжижают).

Сұйықтықтың сіңіретін газ мөлшері газ бен сұйықтықтың қасиеттеріне, сіңірілетін газдың температурасы мен парциалды қысымына байланысты.

Мұнда үш еркіндік дәрежесі-үш ауыспалы параметр: температура, қысым және концентрация маңызды. Олардың кез келгенінің өзгеруі белгіленген тепе-теңдікті бұзады.

Компоненттің өзгермейтін жалпы қысымы мен концентрациясы кезінде, температураны жоғарылату арқылы сұйықтықтағы газдың ерігіштігін азайтуға болады.

Мысалы: Суды жылыту кезінде алдымен ыдыстың қабырғаларында оңай байқалатын газ көпіршіктері бөлінеді. Бұл құбылысқа ұқсас, стаканға таза су құбырынан су құйған кезде газдар қарқынды бөлінеді. Бұл жағдайда су алдымен мөлдір емес деген ой туындайды. Бұл судағы қысымның күрт азаюына байланысты. Қалалық су құбыры желісінде қысым $(2...4)10^5$ Па, ал стакандағы су қысымы атмосфералық қысымға тең. Жалпы қысымды азайту Дальтон Заңына сәйкес компоненттердің парциалды қысымын азайтуға әкеледі; газ қоспаның жалпы қысымы қоспадағы компоненттердің парциалды қысымдардың қосындысына тең.

АДСОРБЦИЯ

Газ, бу немесе сұйық ерітіндідегі бір немесе бірнеше құрам бөлігін қатты заттың(адсорбент) беткі қабаты арқылы сіңіріп алу үдерісі адсорбция деп аталады.

. Адсорбция үдерісінде қатты адсорбенттің сіңіретін зат мөлшері қысым жоғарылаған сайын көбейеді, сондай ақ ол ерітінді немесе бу-газды қоспадағы сіңірілетін зат концентрациясына және үдеріс жүретін ортаның температурасына байланысты.

Адсорбция және адсорбция үдерістері бір біріне ұқсас, олардың айырмашылығы біріншіде заттар бүкіл сұйық көлемімен сіңіріледі. Ал екіншіде тек адсорбенттің беткі қабаты арқылы сіңіріледі. Тамақ өнеркәсібінде адсорбция ликер-арақ өндірісінде су спирттік қоспаны тазарту үшін қолданылады. Қант қызылшасынан қант өндіру кезінде сатурация үдерісінде диффузиялы шырынды тазартуда, сондай-ақ кристалдандыру алдында қант шәрбаттарын түссіздендіру үшін қолданылады

Адсорбенттер

Сіңірілетін зат мөлшері сіңіруші беттің ауданына байланысты. Сондықтан адсорбенттер өте жақсы дамыған бетке ие, бұл қатты денеде көп мөлшерде саңылаулардың болуына байланысты.

Белсенді көмір - ең кең тараған адсорбент. Оны ағашты құрғақ айдап, ары қарай белсендіру, яғни шамамен 900 °С температурада қыздыру арқылы алады. 1г белсендірілген көмірдің беттік ауданы 600...1700 м².

Белсендірілген көмірді сондай-ақ малдың сүйектерінен және басқа да құрамында көміртегі бар материалдардан алуға болады. Белсендірілген көмірдің өлшемдері оның маркасына байланысты 1 - 5 мм аралығында болады. Белсендірілген көмір су буына қарағанда органикалық зат буын жақсы сіңіреді. Оның кемшіліктері - механикалық беріктілігі төмен және жанғыш.

Силикагелдер. Бұл адсорбент кремний қышқылының гелін натрий силикатын(сұйық әйнек) минералды қышқылармен өңдей отырып, ылғалсыздандыру арқылы алады. Силикагел түйірлерінің өлшемдері 0,2мм-ден 7 мм-ге дейін болады. 1г силикагелдің беттік ауданы 400...770 м². Силикагелдер органикалық зат буларын, сондай-ақ ауа және газдағы ылғалды жақсы сіңіреді. Сондықтан силикагел түйірлерін ылғалды сіңіретін материалдар мен аспаптарды сақтау үшін буып-түю кезінде қолданады. Белсендірілген көмірге қарағанда силикагел жанбайды және механикалық беріктілігі жоғары.

Цеолиттер. Бұл Д. И. Менделеевтің периодты жүйесіндегі бірінші және екінші топ элементтері катиондарының саңылаулы сулы алюмосиликаттары. Табиғатта кездеседі, өнеркәсіпте көбінесе синтетикалық цеолиттер қолданылады, олар біртекті құрылымға ие және саңылауларының мөлшерін ірі молекула өлшемімен салыстыруға болады. Сондықтан цеолиттер микросүзуші мембрана қасиеттеріне ие. Цеолиттер жоғары сіңірушілік қасиеттерімен ерекшеленетіндіктен оларды құрамында ылғал мөлшері аз ауа мен газдарды толық кептіру үшін қолданады. Өнеркәсіптік цеолит түйірлерінің өлшемдері 2- 5 мм аралығында.

Иониттер. Бұл тазаланатын ерітінділермен химиялық өзара әсерлесуіне негізделген табиғи және жасанды адсорбенттер. Ионит қолданылатын үдерістер хемосорбцияға — химиялық реакциялар арқылы жүретін адсорбцияға жатады. Өнеркәсіпте кең таралған иониттерге ионалмасушы қара майлар(смола) жатады. Мысалы, қант, рафинад өндірісінде ионалмасушы қара майлардың көмегімен шәрбаттарды түссіздендіреді. Оларды кей жағдайда суды өңдеуде қолданады.

Тамақ өнеркәсібінде табиғи адсорбент ретінде, мысалы шараптарды мөлдірлендіруде ұсақдисперсті саздар(глины): бентонит және каолин қолданылады.

Кептіру

Тағамдық өнімдерді кептіру ондағы микроорганизмдердің қалыпты қоректену жағдайын тоқтату арқылы, яғни өнімнің құрамындағы ылғал мөлшерін азайтып

микроорганизмдердің тіршілік етуі мен дамуына кедергі келтіретін үдеріс. Кептіру кезінде шикізат немесе өнімнің құрамындағы ылғал 8 – 25% ға дейін азаяды.

Кептіру әдісінің мынадай артықшылықтары бар:

- кептіру технологиясы мен қондырғылары қарапайым;
- кептіру процесінде өнімнің салмағы мен көлемі бірнеше есе азаяды;
- ол ыдысты, сақтау аудандары мен тасымалдау құралдарын үнемдеуге мүмкіндік береді.

- кептірілген өнімдер тұмшаланған ыдыс пен буып-түюді және арнайы сақтау қоймаларын қажет етпейді.

Кептірілген өнімдердің негізгі кемшілігі толық бастапқы қалпына келмейді, тек ылғал қатысында шектеулі мөлшерде ғана қалпына келетіндігі.

Кептіру әдістері жылу табиғатына және оның материалға берілуіне байланысты мынадай түрлерге бөлінеді:

- Конвективті – жылу қыздырылған ауа арқылы беріледі;
- Контактілі(жанаспалы) немесе кондуктивті – жылу қыздырылған бет арқылы беріледі;
- Терморрадиациялы – жылу күн сәулесі арқылы беріледі – инфрақызыл сәулелер;
- Электрлі – жылу материалдың өзінде электр тоғының әсерінен оның бөліктері, атомдары, молекулаларының үйкеліп тербелуінің нәтижесінде пайда болады.
- Вакуумды – негізгісі сублимациялық кептіру.

Конвективті кептіру негізгі әдіс болып табылады. Кептіру агенті ретінде қыздырылған ауа, бу, газ қолданылады. Материалды қабатта немесе ауа ағынында кептіреді, мысалы, бүтін немесе ірі кесектелген өнімдерді тығыз қабатта, ұсақтау өнімдерді(дән, жарма, жидектер т.б.) өнімдерді қайнаған қабатта, сұйық өнімдерді(шырын, сүт) және езбелерді қыздырылған ауада шашыратып кептіреді.

Жылулық кептірудің ең көп тараған тәсілі — конвективті. Бұл әдіс жылудың қыздырылған кептіргіш агенттен материалға конвективті тасымалдануын қарастырады. Кептіру агенттері ретінде отындық және инертті газдар, сондай-ақ ауа пайдаланылады.

Контактілі кептіру сирек қолданылады, негізінен қою езбелер мен пасталарды кептіру үшін барабанды кептіргіштер қолданылады.

Терморрадиациялы кептіру табиғи, күн сәулесінде жүргізіледі. Оны дәстүрлі сүйекті жемістер мен жүзімді кептіру үшін қолданады – кепкен өрік мейіз, қара өрік т.с.с. оның ерекше әдісі – көлеңкеде кептіру.

Электрлі(диэлектрлі) кептіру тамақ өнеркәсібінде қолданылмайды.

Вакуумды кептіру, оның негізгі түрі – сублимациялық кептіру. Ол арқылы көбінесе сұйық өнімдерді, сүт және сүт өнімдерін, шырындарды кептіреді.

Ылғалдың материалмен байланысу түрлері

Тамақ өнеркәсібінде кептірілетін шикізат пен материалдарды екі топқа бөлуге болады:

- қатты кристалды заттар - қант, лимон қышқылы, ас тұзы және т. б.
- коллоидты-дисперсті жүйелер, олардың өзін үш топқа бөлуге болады:

Бірінші топ — сусыздандыру кезінде кішірейетін, бірақ иілгіштігін сақтайтын эластикалық гельдер. Эластикалық гелге престелген ұн қамыры, агар-агар (пастила, зефир) және желатин (мармелад) негізінде жасалған өнімдер жатады.

Екінші топ — нәзік гельдер, олар кептіргеннен кейін де нәзік болады: макарон өнімдері, керамика және т. б.

Үшінші топқа коллоидты капиллярлы- кеуекті(шұрықты) заттар жатады: нан, дән және т.с.с. Олардың иілгіш қабырғалары кептіру кезінде деформацияланады, сондықтан өнімдер өзінің көлемін (шөгуін) және пішінін (үгіндісін) өзгерте алады. Кептіруден кейін коллоидты капиллярлы-кеуекті дене нәзік болуы мүмкін, мысалы, сухари.

Тіпті мұндай шартты бөлу де кептіру объектілерінің көптеген типтерін көрсетеді, олардың ерекшеліктері кептіру тәсілі мен технологиялық регламенттің мақсатын таңдауда ескерілуі тиіс. Әр түрлі денелер олардың ішіндегі ылғалмен әртүрлі өзара байланысады.

Академик П. А. Ребиндер байланыс энергиясы негізінде ылғалдың байланыс формаларын жіктеуді ұсынды:

- а) механикалық байланыс - капилляр және макрокапиллярдағы суланған ылғал

Бұл байланыс түрі берік емес. Мұндай ылғалды механикалық әсер ету арқылы жоюға болады, мысалы, сығу(престеу) немесе центрифугалау кезінде;

б) байланыстың физико-химиялық түрі - адсорбциялық, осмостық және құрылымдық ылғал, жасушалар мен микрокапиллярларда болады. Бұл байланыс түрін бұзу үшін әлдеқайда көп энергия қажет. Әдетте, мұндай ылғалды жою бұл түрінде, яғни суды алдын ала жылудың едәуір мөлшерін жұмсай отырып бұға айналдыру қажет;

в) байланыстың химиялық түрі анағұрлым берік. Бұл иондық байланыс және кристаллогидраттардағы ылғал ($\text{SiSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$). Бұл байланыс химиялық әсер ету арқылы немесе жоғары температураға дейін қыздыру арқылы бұзылуы мүмкін.

Өнімді толық кептіру үшін Алдымен механикалық тәсілмен материалдан ылғалды шығарып, содан кейін ғана жылулық кептіруге көшкен жөн.

Бақылау сұрақтары:

1. Біртексіз жүйе дегеніміз
2. Шикізатты механикалық өңдеу операцияларын атаңыз
3. Салмақалмасу үдерістері
4. Абсорбция мен адсорбция үдерістерінің айырмашылығы
5. Жиі қолданылатын тиімді адсорбенттер
6. Ылғалдың материалмен байланысу түрлерін атаңыз