

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті

Өңдеу технологиясы және стандарттау кафедрасы

А.М. Саидов, Б. Аманжол, К.С. Альсеитов

**ТАМАҚ ӨНДІРІСІНІҢ ПРОЦЕСТЕРІ
МЕН АППАРАТТАРЫ**

Оқу құралы

Қостанай, 2021

ӘОК 664.6
КБЖ 36.83
С 14

Авторлары:

Саидов Анзор Мусаевич, қайта өңдеу технологиясы және стандарттау кафедрасының аға оқытушысы

Аманжол Ботагөз, Қостанай жоғары политехникалық колледжінің арнайы пәндер оқытушысы

Альсеитов Кайрат Сапажанович, Қостанай жоғары политехникалық колледжінің арнайы пәндер оқытушысы

Рецензенттер:

Хасенов У.Б. – техника ғылымдарының кандидаты, А. Байтұрсынов атындағы ҚӨУ "Қайта өңдеу технологиясы және стандарттау" кафедрасының аға оқытушысы

Айтбаев Мурзабулат Мукуланович – техника ғылымдарының кандидаты, З. Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық университетінің "Көлік және технология" кафедрасының доценті

Черкасов Юрий Борисович – техника ғылымдарының кандидаты, М.Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университетінің аға оқытушысы

Саидов А.М., Аманжол Б., Альсеитов К.С.

С 14 «Тамақ өндірісінің процестері мен аппараттары»: Оқу құралы. – Қостанай: А. Байтұрсынов атындағы ҚӨУ, 2021. – 104 б.

Оқу құралына тамақ өнімдерін өндірудің технологиялық процестері енгізілген. Техникалық мамандықтар студенттеріне арналған; жоғары оқу орындарының оқытушыларына тамақ өндірісінің процестері мен аппараттары бойынша оқу сабақтарын өткізу кезінде және студенттердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру кезінде ұсынылуы мүмкін.

ӘОК 664.6

КБЖ 36.83

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің оқу-әдістемелік кеңесімен бекітілді және басып шығаруға ұсынылды, _____ 2021 ж., хаттама № _____

© А. Байтұрсынов атындағы
Қостанай өңірлік университеті
© Саидова А.М., 2021

ISBN 978-601-356-003-8

МАЗМҰНЫ

1 ПӘННІҢ ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕРІ	4
1.1 Пәнге кіріспе	4
1.2 Азық-түлік технологиясының жалпы заңдары	5
1.3 Материалдардың қасиеттері	9
1.4 Аппараттарға қойылатын талаптар	13
2 МЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР	17
2.1 Ұнтақтау	17
2.2 Сұрыптау	23
2.3 Сығымдау	30
3 ГИДРОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР	37
3.1 Гидравлика негіздері	37
3.2 Біртекті емес жүйелердің жіктелуі	45
3.3 Біртекті емес жүйелерді бөлу процестері	46
4 ЖЫЛУ ПРОЦЕСТЕРІ	66
4.1 Жылу беру негіздері	66
4.2 Жылу өткізгіштік	67
4.3 Конвекция және сәулелену	68
5 МАССА АЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІ	76
5.1 Масса беру негіздері	76
5.2 Абсорбция және адсорбция	76
5.3 Экстракция және экстракциялау	85
5.4 Айдау және ректификация	91
5.5 Кептіру	92
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	104

1 ПӘННІҢ ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕРІ

1.1 Пәнге кіріспе

Ежелгі заманнан бері адамдар дайын өнімді алу үшін тамақ шикізатын өңдеу әдістері мен құралдарын ойлап тауып, жетілдірді.

Тамақ технологиясындағы алғашқы процестердің бірі: ірімшік дайындау, көкөністерді кептіру, суды сүзу, шарап жасау, пісіру.

Процестер мен аппараттар туралы ғылым 19 ғасырдың басында пайда болды. Шикізатты өңдеудің жаңа әдістерінің пайда болуы процестер мен аппараттар туралы ғылымның дамуына серпін берді.

20 ғасырдың екінші жартысында процестер туралы ең үлкен даму болды.

Ғылым мен техникадағы жаңа ашылымдар, оның ішінде тамақ дайындау технологиясында инфра – қызыл (ИК) сәулеленуді және аса жоғары жиілікті (СВЧ) энергияны пайдалану мүмкіндігі тиісті аппараттардың құрылуына алып келді, онсыз бүгінгі таңда қоғамдық тамақтандыру және тамақ өнеркәсібі кәсіпорындарының жұмысын елестету мүмкін емес.

Тамақ саласына дамып келе жатқан нанотехнологияларды тарту процестер мен аппараттар туралы ғылымның одан әрі дамуына кезекті серпін беретіні сөзсіз.

Кез-келген пән белгілі бір ғылымдардың жетістіктеріне негізделген және қалыптасады.

Алгебраны немесе физиканы бастапқы математиканы оқымай-ақ үйренуге болмайды. Анатомияны биология негізінсіз зерттеуге. Сол сияқты, процестер мен аппараттардың ғылымы басқа ғылымдардың жетістіктеріне негізделген: физика, математика, химия, техникалық ғылымдар, экономикалық пәндер.

Алынған білім маманға прогрессивті технологияларды енгізу және жабдықтың тиімді түрлерін дұрыс таңдау бойынша өз міндеттерін сәтті шешуге мүмкіндік береді.

Тамақ технологиясы процестері 4 негізгі түрге жіктеледі: механикалық, гидромеханикалық, жылу, масса алмасу

Тамақ өнеркәсібі мен тамақтандыру кәсіпорындарында заманауи жабдықтарды сауатты пайдалану үшін олардағы процестердің мәнін терең түсіну қажет.

Әр процестің теориясын, оның статикасы мен кинетикасын білу. Сондай-ақ процестер мен аппараттарды есептеу мүмкіндігі.

Статика (грек. *στατός*, «жылжымайтын») - бұл қарастырылып отырған жүйенің тепе-теңдік күйі.;

Динамика (грек. *δύναμις* «күш, қуат») — қозғалыс жағдайы, даму барысы, оған әсер ететін факторлардың әсерінен құбылыстың өзгеруі.

Кинетика — (грек. *kinetikos* қозғалысқа келтіруші) статика мен динамиканы біріктіретін механика бөлімі. Кинетика – бұл уақыт өте келе жүйенің дамуы

Процесс- бұл жүйеде жаңа қасиеттердің пайда болуына әкелетін күйлердің заңды және рет-ретімен өзгеруі. (лат. Processus - жылжыту).

Аппарат – бұл белгілі бір процесс жүретін құрылғы (лат. Apparatus – жабдық).

Машина — энергияны немесе материалдарды түрлендіру мақсатында механикалық қозғалыстарды орындайтын құрылғы.

Тамақ өндірісінің процестері мен аппараттары тамақ технологиясымен тығыз байланысты.

Технология – бұл шикізатты өндеудің, жартылай фабрикаттарды, өнімдерді және т.б. өндірудің әдістері мен тәсілдерінің жиынтығы.

Кез-келген ғылымда оны ғылыми пән ретінде дамытуға үлес қосқан адамдар әрқашан бар, бұл, әрине, процестер мен аппараттар туралы ғылымға қатысты.

Денисов - Ресейде алғаш рет бірқатар процестер мен құрылғылардың ортақтығы идеясын айтты

Менделеев – өзінің «фабрика-зауыт өнеркәсібінің негіздері» атты кітабында осы күнге дейін қолданылатын процестердің жіктелуін бірінші болып берді.

Архимед- гидравлика саласындағы «Қалқымалы денелер туралы» алғашқы ғылыми еңбегін жазды – «сұйықтыққа батырылған дене ығыстырылған сұйықтықтың салмағындай салмақ жоғалтады»

Эйлер – идеал сұйықтықтың қозғалыс теңдеулерінің негізгі жүйесін құрады

Бернулли – гидродинамиканың негізгі теңдеуін ашты «Бернулли теңдеуі»

Жуковский – ол су құбырларында гидравликалық соққы теориясын жасады (қысымның секіруі, сұйықтықпен толтырылған кез-келген жүйеде өте жылдам өзгерістерден туындайды)

Саблуков – бірінші центрифугалық сорғыны жасады.

1.2 Азық-түлік технологиясының жалпы заңдары

Массаның сақталу заңы

Бұл заңдар процестер мен аппараттар туралы ғылымда үлкен рөл атқарады. Олар табиғатта және технологияда жүйенің ішіндегі масса мен энергия өзгеріссіз қалатын өзгерістер ғана болатындығын анықтайды.

Заттың (массаның) сақталу заңына сүйене отырып, келесі принципке сәйкес материалдық тепе-теңдік жасалады:

$$\text{Материалдың кірісі} = \text{Материалдың шығыны.}$$

Құрылғыдағы өтетін технологиялық процесті қарастырайық.

Аппаратқа МА, МВ, МС мөлшерінде А, В, С компоненттері келіп түседі; аппараттан MD мөлшерінде D компоненті және ME мөлшерінде өндіріс қалдығы ретінде E компоненті шығады.

Материяның сақталу заңы негізінде жазуға болады:

$$MA + MB + MC = MD + ME \quad (1)$$

немесе

$$\sum M_{\text{кір}} = \sum M_{\text{шығ}} \quad (2)$$

Теңдеу-материалдық тепе-теңдіктің теңдеуі болып табылады.

Материалдық тепе-теңдікке сүйене отырып, өнімнің шығымдылығы, алынған өнім мөлшерінің максималды мүмкін болатын пайыздық қатынасы анықталады. Өнімнің шығуы оны өндіруге жұмсалған шикізаттың бірлігіне есептеледі.

Энергияның сақталу заңы

Аппаратқа кіретін немесе одан шығатын әрбір компонент жылу бірліктерінде болады, мысалы Джоуль (Дж).

Сонымен қатар, Q_{қос} сыртқы энергиясы құрылғыға енгізілуі мүмкін, мысалы, электр жылыту арқылы. Сонымен қатар, процесс барысында Q_{шығ} жылу шығыны түріндегі энергияның бір бөлігі қоршаған ортаға жоғалады.

Энергияның сақталу заңы негізінде жылу балансының теңдеуі жасалады. Бұл теңдеуді аппарат үшін жазамыз:

$$QA + QB + QC + Q_{\text{қос}} = QD + QE + Q_{\text{шығ}} \quad (3)$$

$$\sum Q_{\text{кір}} + Q_{\text{қос}} = \sum Q_{\text{шығ}} + Q_{\text{шығ}}, \quad (4)$$

Материалдық және жылу баланстарының теңдеуі кез-келген технологиялық процестің негізінде жатыр.

Жүйенің тепе-теңдік заңы

Тепе-теңдік күйіндегі жүйе уақыт өте келе күйін өзгертпейді. Мұндай жүйені тепе-теңдік күйінен шығару үшін оған сырттан әсер ету қажет, мысалы, механикалық немесе жылу әсерімен. Бұл заңды зерттеу термодинамиканың екі ұстанымына негізделген: Ле – Шателье принципі және Гиббс фазалық ережесі.

Ле-Шателье принципі бойынша тепе-теңдік күйінен шығарылған жүйеде күштердің бағыты тепе-теңдіктен шыққан күштердің бағытына қарама-қарсы болатын өзгерістер болады.

Гиббс фазаларының ережесі бойынша K жүйесінің құрамдас бөліктерінің сандары, f б фазаларының саны, S еркіндік дәрежелерінің саны арасында тәуелділік орнатылады:

$$S = K - f + 2 \quad (5)$$

Кейбір ұғымдарды түсіндірейік: компонент – таза химиялық қосылыстар (фазалар олардан тұрады); фаза – бүкіл массада физикалық біртекті заттың белгілі бір мөлшері (жүйелер олардан тұрады); жүйе – бірнеше фазалардың жиынтығы.

Қозғаушы күш заңы (Масса және энергия тасымалдау заңы)

Өндірісті күшейту үшін технологиялық процестер мүмкіндігінше жоғары жылдамдықпен жүруі керек.

Негізгі Гидромеханикалық, жылу және масса алмасу процестері топтарының кинетикалық заңдылықтарының бірлігі масса-энергия беру процестерін сипаттайтын жалпы заңды тұжырымдауға мүмкіндік береді: I тасымалдау процесінің жылдамдығы D күшінің қозғалыстарына тура пропорционал және R беру кедергісіне кері пропорционал:

$$I = D/R \quad (6)$$

Кедергіге кері $K = 1 / R$ шамасы процесс жылдамдығының коэффициенті деп аталады.

Гидромеханикалық процестер үшін, мысалы, сүзу үшін кинетикалық теңдеу келесідей жазылуы мүмкін

$$dV/(Fd) = (1/Rr)\Delta P = Kr\Delta P \quad (7)$$

мұндағы V -сүзгі көлемі, m^3 ; F -сүзгі бетінің ауданы, m^2 ; ... - процесінің өту уақыты, s ; Rr – сүзгінің гидравликалық кедергісі; $Kr = 1/Rr$ – сүзгі ортасының өткізгіштік коэффициенті; ΔP – қысым айырмасы, Pa (процестің қозғаушы күші).

Жылу процестері үшін кинетикалық теңдеу келесідей болады

$$dQ/(Fd) = (1/RT)\Delta t = K\Delta t \quad (8)$$

мұндағы Q -жылу мөлшері, kJ ; F -жылу алмасу бетінің ауданы, m^2 ; – процесінің өту уақыты, s ; $RT = 1/K$ – жылу беруге төзімділік; K - жылу беру коэффициенті (жылу өткізгіштік), $W/(m^2 \cdot K)$; Δt -температура айырмасы (процестің қозғаушы күші), K .

Масса алмасу процестері үшін кинетикалық теңдеу келесідей болады

$$dM/(Fd) = (1/R'm)\Delta C = K'\Delta t \quad (9)$$

мұндағы dM -уақыт ішінде берілген заттың массасы, kg ; F -масса алмасу бетінің ауданы, m^2 ; $R'm = 1/K'$ – масса беру кедергісі; ΔC – концентрация айырмасы, kg / m^3 (процестің қозғаушы күші); K' – масса беру қарқындылығын сипаттайтын коэффициент (масса өткізгіштік коэффициенті). $Kg/(m^2 \cdot c \cdot kg / m^3)$.

Процесті өткізуді оңтайландыру принциптері

Кез-келген процесті орындау кезінде әрқашан бірнеше шешім таңдау мүмкіндігі болады.

Ең қолайлы нұсқаны таңдау Оңтайландыру деп аталады.

Оңтайландыру критерийі ретінде көбінесе өндіріс үшін ең аз уақыт пен шығындар таңдалады. Айта кету керек, бұл өлшем энергияның, жұмыс күшінің және материалдардың өзіндік құнына байланысты, бұл оның тұрақсыздығын тудырады.

Оңтайландыру әрқашан процеске қарама-қарсы әсер ететін параметрлер мәндері арасындағы ең тиімді ымыраны табуға дейін келтіріледі. Минималды шығындарға процесті және оның аппараттық дизайнын дұрыс таңдау арқылы қол жеткізіледі.

Әрбір процесс оны жүзеге асырудың жеке шарттарын талап етеді. Сонымен қатар, барлық процестер үшін жалпы жағдайлар бар, олар мыналарды қамтиды.

Процестің үздіксіздігі. Процестер мерзімді, үздіксіз және аралас болып бөлінеді.

Мерзімді процесте бастапқы компоненттер аппаратқа түседі, онда белгілі бір өңдеуге ұшырайды, содан кейін түсіріледі. Құрылғы қайтадан жүктеледі. Процестің жеке операциялары бір аппаратта, бірақ белгілі бір ретпен жүзеге асырылады.

Үздіксіз процесте процестің жеке операциялары бір уақытта бір аппаратта немесе әртүрлі аппараттарда жүзеге асырылады.

Аралас процесте жекелеген операциялар мерзімді әрекет ететін аппараттарда, ал қалғандары үздіксіз әрекет ететін аппараттарда кезең – кезеңімен жүргізіледі.

Алмасу ағындарының бағыты. Жүйенің күйі өзгерген кезде өзара әрекеттесетін ағындардың әртүрлі бағыттары болуы мүмкін: Параллель ағынмен; Қарсы ағынмен; Аралас ағындармен жүре алады.

Фазалық байланыс бетін жаңарту. Айырбастау процестерін жүргізу кезінде айырбастау процесінің өзін күшейту үшін алмасу орталарының тығыз байланысын жүзеге асыру қажет. Фазалық байланыс бетін жаңартудың мысалы ретінде масса мен жылуды тасымалдау кезінде ортаның турбулентті қозғалыс режимі болады, бұл байланыс беті үздіксіз жаңарған кезде жанасатын ортаның максималды кедергісін қамтамасыз етеді.

Ауқымды көшу және модельдеу принциптері

Жаңа процесті дамыту әдетте зертханаларда, жартылай өндірістік модельдерде және өндірістік қондырғыларда тәжірибеден басталады. Олардың көмегімен олар процестің қаншалықты ұзақ жүретінін, оның экономикалық және технологиялық тұрғыдан ең жақсы болатындығын анықтайды.

Процестерді аналитикалық және тәжірибелік жолмен зерттеу үшін ұқсастық теориясы қолданылады, онда эксперименттердің ең аз санымен шектеле отырып, олардың нәтижелерін негізді түрде қорытындылау және эксперименталдықтан басқа жағдайларда болатын процестердің бүкіл тобы

үшін заңдылықтар алу үшін эксперименттерді қалай қою және тәжірибелік деректерді өңдеу керектігі қарастырылады.

Геометриядан ұқсастық ұғымы физикалық құбылыстарға, процестерге және аппараттарға кең таралған. Мысалы, екі жүйенің механикалық ұқсастығы, сұйық немесе газ ағындарының ұқсастығы, жылу ағындарының ұқсастығы және т. б.

Ұқсастық теориясының негіздерін қазіргі заманғы мағынада В. Л. Кирпичев жасаған. Содан кейін оның идеялары Н. Нуссельт, М.В. Кирпичев, М.А. Михеев, А.А. Гухман және т. б. шығармаларында дамыды.

Ұқсастық теориясы тек бірдей формадағы және физикалық сипаттағы аналитикалық теңдеулермен сипаттауға болатын бір топтың процестеріне қолданылады.

Аналитикалық теңдеулерден ұқсастық критерийін алуға болады- физикалық шамалардың өлшемсіз қатынасы. Олар ғылымның тиісті салаларында ашқан ғалымдардың аттарымен аталады, мысалы: Архимед критерийі (Ar) – еркін конвекция және сұйықтықта еркін тұндыру критерийі; Рейнольдс критерийі (Re) – сұйықтық режимінің критерийі және т. б.

Мұндай процестердің ұқсастық критерийлері бірдей болғандықтан, эксперименттер жүргізу кезінде зерттелетін процестің ұқсастық критерийлері үшін өрнектерге кіретін шамаларды өлшеу қажет.

Процесті сипаттайтын шамалар арасындағы байланыс ұқсастық критерийлері арасындағы байланыс немесе жалпыланған критериалды теңдеу түрінде ұсынылуы мүмкін.

Ұқсастық теориясы туралы білімге сүйене отырып, жаңа процесті немесе аппаратты дамыту модельдеу принциптеріне сәйкес жүзеге асырылады.

Модель теориялық тұрғыдан құрылғыға ұқсас болуы керек және ондағы барлық процестер құрылғыдағы процестерге ұқсас болуы керек.

1.3 Материалдардың қасиеттері

Материалдардың құрылымдық-механикалық қасиеттері

Тамақ өнімдерінің құрылымы мен құрылысына байланысты олардың сыртқы энергия әсеріне төзімділігін сипаттайтын құрылымдық-механикалық қасиеттері, сондай-ақ тамақ өнімдерінің сапасы оларды тасымалдау және сақтау шарттарын таңдау кезінде ескеріледі.

Тығыздық көлем бірлігіндегі заттың массасы. Өнімнің тығыздығы ондағы қатты заттардың концентрациясымен анықталады. Сонымен, 1-ші сұрыпты тұздалмаған сиыр етінің тығыздығы 1048 кг/м^3 , ал сусыз тұздалған сиыр еті — 1054 кг/м^3 құрайды. Сиыр етінің тұзды тығыздығының жоғарылауы жасуша шырынын бір бөлігін оқшаулау нәтижесінде тұздау кезінде тіндердің тығыздалуымен түсіндіріледі.

Майлардың тығыздығы белгілі бір температурада есептеледі: өсімдік майлары — $10,15$ және $20 \text{ }^\circ\text{C}$, жануарлар майлары — 50 және $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Кейбір тамақ өнімдері үшін салыстырмалы тығыздық анықталады бұл 4°С температурада судың тығыздығындағы және қалыпты атмосфералық қысымдағы өнімнің тығыздығының қатынасы немесе бірдей температурада (20 немесе 15 °С) бірдей көлемде алынған судың массасына қатынасы.

Тығыздық тамақ өнімдерінің сапасын сипаттайды. Оның мөлшері бойынша арақтағы спирттің мөлшерін, қант ерітіндісіндегі сахарозаны, тұздықтағы тұзды бағалауға болады; күрделі сынақтардан аулақ бола отырып, өнімнің құрамын, оның құрылымын анықтауға болады. Мысалы, картоптың тығыздығы неғұрлым жоғары болса, онда крахмал соғұрлым көп болады, тығыздығы жоғары алма ұлпаларда ауа аз болады; піскен қызанақтың тығыздығы неғұрлым жоғары болса, қызанақ пюресі соғұрлым көп болады.

Бірқатар азық-түлік өнімдері үшін (астық, жарма, көкөністер, жемістер және т.б.). Маңызды көрсеткіш сусымалы (көлемді) тығыздық болып табылады. Бұл көрсеткіш дегеніміз - бос ұялары бар өнімнің көлем бірлігіндегі массасы.

Мысалы , картоптың тығыздығы 640, қырыққабат-430 кг/м³ және т. б.. Өнімнің сусымалы тығыздығының көрсеткіші көкөніс үйіндісін, астықты мәжбүрлеп желдету кезінде ауа жылдамдығын есептеу үшін, сондай - ақ өнімнің белгілі бір массасын, көлік құралдарының қажетті санын сақтауға орналастыру үшін ыдыстың, көкөніс және астық сақтау қоймаларының қажетті мөлшерін анықтау үшін қолданылады.

Тығыздық ұғымымен қатар, көбінесе заттың меншікті салмағы туралы ұғымды қолданады.

Заттың меншікті салмағы белгілі бір заттан алынған біртекті дене салмағының Р дене көлеміне қатынасы деп аталады. Меншікті салмақты γ әрпімен белгілейді. Сонда

$$\gamma = \frac{P}{V} \quad (10)$$

Сондай-ақ, меншікті салмақ дегеніміз бір зат көлемінің ауырлық күші деп айтуға болады

Меншікті ауырлық пен тығыздық бір-біріне салмақ пен дене салмағымен бірдей:

$$\frac{\gamma}{d} = \frac{P}{m} = g \quad (11)$$

Меншікті салмақтың бірлігі ретінде мыналар қабылданады: ХБЖ жүйесінде — 1 н/м³, МСЖ жүйесінде -1 дин/см³, ХКЖ жүйесінде— 1 кг/м³. Бұл бірліктер өзара байланысты

$$1 \text{ н/м}^3 = 0,1 \text{ дин/см}^3 = 0,102 \text{ кг/м}^3..$$

Тұтқырлық газдардың немесе сұйықтықтардың ағынды (қатты емес) денелердің бір-біріне қатысты қозғалатын қабаттары арасында қарсылық жасау қабілетін сипаттайды, яғни бұл мән газдың немесе сұйықтықтың қозғалысы кезінде пайда болатын ішкі үйкеліс күшіне (ағылшынша термин: *viscosity*) сәйкес келеді. Әр түрлі денелер үшін бұл әр түрлі болады, өйткені бұл олардың

табиғатына байланысты. Мысалы, балмен салыстырғанда, тұтқырлығы әлдеқайда жоғары, судың тұтқырлығы төмен. Қатты (сусымалы) заттардың ішкі үйкелісі немесе аққыштығы реологиялық сипаттамалармен сипатталады.

Исаак Ньютон 1687 жылы сұйық және газ тәрізді денелер ағымының негізгі заңын құрды:

$$F = \eta \cdot \{(v_2 - v_1) / (z_2 - z_1)\} \cdot S \quad (12)$$

Бұл жағдайда F — қозғалмалы дененің қабаттарының жылжуын тудыратын күш (тангенциалды). $(v_2 - v_1) / (z_2 - z_1)$ қатынасы бір жылжымалы қабаттан екіншісіне ауысу кезінде сұйықтықтың немесе газдың ағу жылдамдығының өзгеру жылдамдығын көрсетеді.

Басқаша айтқанда, ол ағым жылдамдығының градиенті немесе ығысу жылдамдығы деп аталады. S мәні жылжымалы дене ағынының ауданы (көлденең қимада). Пропорционалдылық коэффициенті η динамикалық берілген дененің тұтқырлық коэффициенті болып табылады.

Тұтқырлық көптеген заттардың маңызды физика-химиялық сипаттамасы болып табылады. Оның мәні сұйық немесе газ тәрізді ортаның қозғалысы жүретін құбырлар мен құрылғыларды жобалау және пайдалану кезінде ескеріледі (мысалы, егер олар айдау үшін қызмет етсе). Бұл мұнай, газ немесе оларды қайта өңдеу өнімдері, балқытылған шлактар немесе шыны және т.б. болуы мүмкін. Тұтқырлық көптеген жағдайларда әртүрлі өндірістердің жартылай өнімдері мен дайын өнімдерінің сапалық сипаттамасы болып табылады, өйткені ол заттың құрылымына тікелей байланысты және материалдың физика-химиялық күйін және технологияда болып жатқан өзгерістерді көрсетеді.

Көбінесе деформация немесе жарамдылық кедергісінің шамасын бағалау үшін динамикалық емес, кинематикалық тұтқырлық қолданылады, оның өлшемдері SI жүйесінде секундына шаршы метрмен көрсетіледі.

Материалдардың термофизикалық қасиеттері

Температураның өзгеруіне байланысты материалдардың қасиеттері термофизикалық деп аталады. Олар жылу оқшаулағыш және ыстыққа төзімді материалдар үшін, қоршау конструкцияларының материалдары мен термиялық өңдеу кезінде қатайған өнімдер үшін маңызды.

Жылу сыйымдылық — материалдың қызған кезде жылуды сіңіру және салқындаған кезде белгілі бір мөлшерде жылу беру қасиеті.

Масса бірлігіне жатқызылған жылу сыйымдылығы меншікті жылу сыйымдылығы деп аталады C [Дж/(кг • °С)].

Меншікті жылу сыйымдылығы 1 кг материалды 1 °С - қа қыздыру үшін қажет жылу мөлшеріне тең. Органикалық материалдар үшін ол әдетте бейорганикалық заттарға қарағанда жоғары [кДж/(кг • °С)]: ағаш - 2,38...2,72; болат - 0,46, су - 4,187.

Су ең жоғары жылу сыйымдылығына ие, сондықтан материалдардың ылғалдылығының жоғарылауымен олардың жылу сыйымдылығы артады.

Жылу өткізгіштік қарама-қарсы беттердегі температура айырмашылығынан туындайтын жылу ағынын өзінің қалыңдығы арқылы беру қасиеті. Бұл қасиет қоршау конструкцияларын (қабырғалар, едендер, жабындар) және жылу оқшаулауға арналған материалдарды орнатуда қолданылатын құрылыс материалдары үшін өте маңызды.

Жылу өткізгіштік жылу өткізгіштік коэффициентімен сипатталады, ол материалдың қалыңдығы 1 м болатын материалдың 1 м² бетінен қанша жылу (Дж) және 1 сағат ішінде қарама-қарсы беттерде 1°С температура айырмашылығын көрсетеді.

Жылу өткізгіштік коэффициенті [Вт/м·°с]: ауа - 0,023, талшықтар бойындағы ағаш - 0,35 және талшықтар бойымен - 0,175, су - 0,59, керамикалық кірпіш - 0,82, мұз - 2,3. Сәйкесінше, материалдағы ауа тесіктері оның жылу өткізгіштігін күрт төмендетеді, ал ылғалдану айтарлықтай артады, өйткені судың жылу өткізгіштік коэффициенті ауадан 25 есе жоғары.

Су материалдың тесіктерінде қатып қалған кезде жылу өткізгіштік одан да артады, өйткені Мұз Судан шамамен 4 есе және ауаның жылу өткізгіштігінен жүз есе көп. Кеуек неғұрлым аз болса, яғни материал неғұрлым тығыз болса, соғұрлым ол жылу өткізгіш болады.

Температураның жоғарылауымен көптеген материалдардың жылу өткізгіштігі артады.

Жылулық кеңею материалдың қасиеті қызған кезде кеңейеді және салқындаған кезде кішірейеді, ол температураға байланысты сызықтық өлшемдер мен көлемнің өзгеруімен сипатталады.

Отқа төзімділік материалдың өрт жағдайында жоғары температура, жалын және судың әсерін бұзбай төтеп беру қасиеті. Мұндай жағдайда материал күйіп кетеді немесе жарылып кетеді, қатты деформацияланады немесе беріктігін жоғалтудан жойылады.

Отқа төзімділік бойынша жанбайтын, қиын жанатын және жанғыш материалдарды ажыратады.

Оттың немесе жоғары температураның әсерінен жанбайтын материалдар жанбайды және жанбайды. Бұл кірпіш, бетон және т.б. сонымен қатар, кейбір жанбайтын материалдар — мәрмәр, шыны, асбест цементі — қатты қызған кезде бұзылады, ал болат конструкциялар қатты деформацияланып, беріктігін жоғалтады.

Оттың немесе жоғары температураның әсерінен жануы қиын материалдар баяу тұтанады, бірақ от көзін алып тастағаннан кейін олардың жануы немесе жануы тоқтайды. Мұндай материалдарға асфальтбетон, оттан қорғайтын ағаш сіндірілген фибролит жатады.

Оттың немесе жоғары температураның әсерінен жанғыш материалдар жанып, от көзі алыстағаннан кейін жануды жалғастырады. Бұл ағаш, тұсқағаздар, битумдар, полимерлер, қағаз және т. б.

Отқа төзімділікті арттыру үшін материалдар отқа төзімді — оттан қорғайтын заттар, қосылыстармен сіндіріледі немесе өңделеді. Қызған кезде

олар жануды қолдамайтын газдар шығарады немесе материалда жылуды баяулататын кеуекті қорғаныс қабатын құрайды.

Материалдардың отқа төзімділігін ғимараттар мен құрылыстардың конструкцияларының отқа төзімділігімен анықтауға болмайды, өйткені, мысалы, жанғыш материалдардан жасалған, бірақ жалынға қарсы заттармен өңделген немесе оттан сылақпен немесе жанбайтын материалдардан жасалған қаптамамен қорғалған құрылымдар отқа төзімділігі бойынша қиынжанатындарға жатады.

Материалдардың отқа төзімділігін арттыру үшін әртүрлі отқа төзімді жабындар, соның ішінде бояулар қолданылады. Сұйық әйнек, әк, перхлорвинил және мочевиная шайырлары, фосфорброморганикалық полимерлер осындай бояуларда байланыстырушы болып табылады. Силикат және басқа отқа төзімді бояулар бір уақытта материалдарды оттан қорғайды және әрлеу жабыны ретінде қызмет етеді.

Отқа төзімділік — материалдың деформацияланбай және жұмсармастан жоғары температураның ұзақ мерзімді әсеріне (1580 °C және одан жоғары) төтеп беру қасиеті.

Өнеркәсіптік пештерді ішкі қаптау үшін қолданылатын отқа төзімді материалдар — динас, шамот, хромомгнезит, корунд — 1580° және одан жоғары температурада деформацияланбайды және жұмсартылмайды.

Отқа төзімді материалдар (отқа төзімді кірпіш) 1350...1580 °C температурасын ерітусіз ұстайды, ал тез балқитын (құрылыс керамикалық кірпіші) — 1350°c дейін.

1.4 Аппараттарға қойылатын талаптар

Технологиялық жабдықтың техникалық жетілуінің сипаттамасы оның сенімділігі мен мерзімі болып табылады, оның барысында оның негізгі көрсеткіштері техниканың қазіргі деңгейіне сәйкес келеді.

Нан пісіру және макарон өндірісінің машиналары мен аппараттарына, жалпы машиналардан басқа (беріктігі, қаттылығы, дірілге тұрақтылығы) мынадай талаптар қойылады.

Технологиялық тиімділік. Машиналар мен аппараттар олардың толық өнімділігі кезінде өңделетін өнімге технологиялық оңтайлы әсер етуі тиіс. Бұл жағдайда сөзсіз шығындар аз болуы керек. Осыған байланысты технологиялық процестің оңтайлы режимінде жаңа машиналарды жобалау немесе жұмыс істеп тұрған машиналарды жаңарту кезінде машинаның жұмыс органдарының жылдамдығы мен траекториясын шикізаттың, жартылай фабрикаттардың немесе дайын өнімнің физика-механикалық, химиялық және биологиялық қасиеттеріне сәйкестігін қамтамасыз ету қажет. Жабдық өнім өндірудің прогрессивті технологиясы процестерін іске асыру мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс.

Жоғары техникалық-экономикалық тиімділік. Оның жоғарылауы осы машиналар мен аппараттарда өндірілген өнім бірлігіне шығындардың азаюынан көрінеді. Техникалық-экономикалық тиімділікті арттыру машиналардың өнімділігіне қатысты келесі параметрлерді анықтайды: алынған аумақтың мөлшері, энергия, су, бу шығыны, жабдықты дайындау, орнату, жөндеу және пайдалану құны.

Машиналар мен құрылғылардың жұмыс органдарының жоғары тозуға төзімділігі. Бұл азық-түлік өндірісінің жабдықтарына тән маңызды талап, өйткені егер машина жасалған материалдардың бөлшектері өнімге енсе, онда бұл оларды тұтынуға жарамсыз етуі мүмкін.

Аспирацияланатын ауа көлемін сенімді герметизациялау және ұтымды жылжыту. Бұл талаптар әсіресе ауадағы белгілі бір концентрациядағы ұн шаңының жарылғыштығына байланысты және жеткілікті қарқындылықтағы жылу көздері болған кезде өте маңызды. Бұл шартты орындау өндірістік үй-жайға тозаңның бөлінуіне жол бермейді.

Машиналар мен аппараттардың технологиялылығы (яғни олардың конструкцияларының өндірістің берілген масштабында және материалдарды үнемдеуде жабдықты дайындаудың оңтайлы тәсілдеріне сәйкестігі). Өнімділікті бағалау үшін келесі көрсеткіштер қолданылады: машинаның немесе аппараттың жалпы еңбек сыйымдылығы мен массасы.

Машиналардың бөлшектері мен тораптарын біріздендіру және қалыпқа келтіру, стандартталған бөлшектер мен бұйымдарды барынша кеңінен қолдану. Машиналардың сериялық және технологиялылығын арттырады, демек, өнімділікті арттырады және өндірісті арзандатады, машиналарды жөндеуді жеңілдетеді және жылдамдатады, қажетті қосалқы бөлшектер жиынтығын азайтады.

Машинаны жобалау мен өндіруде үнемді металл профильдерін қолдану. Оның материал шығынын азайтады. Металдарды нығайтудың заманауи прогрессивті әдістерін кеңінен қолдану қажет. Синтетикалық материалдарды (пластмассаларды) қолдану көптеген жағдайларда машина массасының төмендеуіне, оның сенімділігі мен ұзақ мерзімділігінің артуына ғана емес, сонымен қатар еңбек сыйымдылығы мен өндіріс құнының төмендеуіне әкеледі.

Машиналар мен құрылғыларды құру кезінде жеке, оңай қосылатын блоктарды пайдалану. Бұл талапты орындау монтаждау және жөндеу кезінде машиналарды бөлшектеуді, жылжытуды және құрастыруды жеңілдетеді.

Материалдар мен бөлшектердің рұқсаттарының мемлекеттік стандарттарға қатаң сәйкестігі. Машиналар мен аппараттардың қауіпсіздік техникасы мен өндірістік санитария қағидаларында жазылған талаптарға сәйкестігі.

Аппараттарды дайындауға арналған материалдар

Қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарының жабдықтарын жасау үшін қолданылатын материалдар оның ең аз өлшемдері мен салмағы бойынша сенімділігін қамтамасыз етуі керек. Тамақ өнімдерімен тікелей жанасатын

материалдар тамақ өнеркәсібі мен қоғамдық тамақтандыру жабдығына қойылатын санитариялық қадағалау талаптарына сәйкес келуі тиіс. Мұндай материалдар тамақ өнімдерімен жанасу нәтижесінде коррозияға ұшырамауы тиіс, сонымен қатар олар тамақ қалдықтарынан оңай тазартылуы және жуу құралдарының әсерінен бұзылмауы тиіс.

Мақсаты бойынша материалдарды үш топқа бөлуге болады: құрылымдық, жылу оқшаулау, электртехникалық.

Құрылымдық материалдар ретінде қара, түсті металдар, қорытпалар, пластмассалар және басқа синтетикалық материалдар қолданылады. Қара металдарға темір мен оның қорытпалары жатады, олардың ең бастысы шойын мен болат.

Шойын және болат.

Шойын — көміртегі бар жоғары көміртекті темір қоспасы. Шойындағы көміртегі 2-ден 4,5% - ға дейін. Шойынның маркалары келесідей жасалады: бірінші әріптер шойынның атауын білдіреді (СЧ— сұр шойын), алғашқы екі сан — кг/мм² созылу күші, екінші екі сан — кг/мм² иілу күші. Мысалы, шағын жүктемелерді бастан кешіретін механикалық жабдықтың корпустық бөлшектерін жасау үшін СЧ 15-32, СЧ 21-40, СЧ 35-56 маркалы шойын қолданылады; плита конфоркалары әдетте СЧ 18-36 және СЧ 21-40 шойыннан жасалады.

Болат — бұл темір мен көміртектің қоспасы. Болаттағы көміртек әдетте 0,04-тен 2,0% - ға дейін болады. Қоспалар ретінде марганец (0,1 -1,0%), кремний (0,4% дейін) және басқа да қоспалар қолданылады. Сапасы бойынша бұл қорытпалар қарапайым сапалы көміртекті болат және сапалы көміртекті болат болып бөлінеді.

Қарапайым сапалы көміртекті болаттан дәнекерленген корпус бөліктері, қақпақтар, қаптамалар және ауыр жүктемелерді көтермейтін және тамақ өнімдерімен жанаспайтын басқа бөлшектер жасалады.

Темір-көміртекті қорытпаларға белгілі бір қасиеттер беру үшін оларға әртүрлі элементтер қосылады. Сонымен, хром қосылған кезде қорытпалардың қаттылығы мен беріктігі артады; никель қосылған кезде — беріктік, икемділік және коррозияға төзімділік; молибден мен вольфрам — қаттылық пен ыстыққа төзімділік; кремний — беріктік, коррозияға төзімділік, ыстыққа төзімділік; марганец — беріктік, тозуға төзімділік және қаттылық.

Негізгі қасиеттеріне байланысты сапалы болаттар мен қорытпаларды үш топқа бөлуге болады: коррозияға төзімді (тот баспайтын) болаттар және электрохимиялық және химиялық коррозияға төзімді қорытпалар (сілтілі, қышқыл, тұз, атмосфералық және т. б.); ыстыққа төзімді (отқаққа төзімді) болаттар және 550° С-тан жоғары температурада газ ортасында химиялық бұзылуға төзімді қорытпалар; бұл болаттар мен қорытпалар жүктелмеген немесе нашар жүктелген күйде жұмыс істей алады; ыстыққа төзімді болаттар мен қорытпалар белгілі бір уақыт ішінде жоғары температурада жүктелген күйде жұмыс істей алады және жеткілікті ыстыққа төзімді.

Түсті металдардан алюминий және оның қорытпалары (марганец, магний және кремниймен) тамақтандыру кәсіпорындарының жабдықтарын жасау үшін кеңінен қолданылады. Алюминий тамақ өнімдерімен тікелей байланыста болатын ыдыс-аяқтар мен құрылғылардың бөлшектерін жасау үшін қолданылады. Осы мақсаттар үшін кремний бар алюминий қорытпалары (силуминдер) қолданылады. Тамақ өнімдерімен тікелей жанасатын болат бөлшектерді қалайылау үшін қалайы қолданылады.

Жылу оқшаулағыш материалдар

Пластмассалар және басқа да синтетикалық материалдар орташа жүктемелерге әсер ететін бөлшектерді (тісті доңғалақтар, шкивтер) жасау үшін қолданылады. Пластмассаның артықшылығы-олардың жеңілдігі, коррозияға қарсы, жұмыста шуылсыздығы, өңделуі. Алайда, пластмассалар ыстыққа төзімділігі төмен, бұл оларды жылу жабдықтарына қолдануды қиындатады.

Жылу оқшаулағыш материалдар қоршаған ортаға жылу шығынын азайту және жылу аппараттарының сыртқы беттерінің температурасын төмендету үшін қолданылады. Тоңазытқыш жабдықта жылу оқшаулау суықтың жоғалуын азайтуға қызмет етеді. Қалай болғанда да, жылу оқшаулау құрылғы мен қоршаған орта арасындағы жылу алмасуды азайтады.

Жылу оқшаулағыш материалдар: минералды (асбест, саз, кизельгур, гипс), өсімдік (тығын, үгінділер, ұсақталған шымтезек), жануар (жүн, жібек, киіз) жасалған.

Құрылымдық дизайн бойынша барлық жылу оқшаулағыш материалдарды төрт топқа бөлуге болады: толтыру (перлит, минералды жүн, шымтезек үгіндісі); мастикалық (асбозурит, мастикалық совелит); икемді орау (асбомата, төсеніштер және минералды жүннен жасалған киіз, құрылыс киізі); қалыптау (қабықтар, цилиндрлер және минералды жүннен жасалған тақталар, сегменттер мен шымтезек плиталары, перлит тақталары).

Жылу оқшаулағыш материалдар келесі талаптарға сай болуы керек: жылу өткізгіштік пен жылу сыйымдылығының төмен коэффициенттері, төмен тығыздық, жоғары температураға төзімділік, жеткілікті беріктік, төмен гигроскопиялық, био кедергісі, коррозияға қарсы, зиянсыз, сонымен қатар орнату кезінде ыңғайлы және арзан болуы керек.

Электртехникалық материалдарды екі негізгі топқа бөлуге болады: жоғары меншікті кедергісі бар материалдар, электр оқшаулағыш материалдар.

Бақылау сұрақтары

- 1 "Процесс" және "аппарат" ұғымдарын анықтаңыз**
- 2 Процестер мен аппараттар туралы ғылымға үлес қосқан ғалымдар**
- 3 Тамақ технологиясы заңдарының жіктелуі**
- 4 Материалдардың қасиеттері**
- 5 Аппараттарға қойылатын талаптар**

2 МЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

Физика-химиялық сипаттамаларын өзгертпестен олардың пішінінің өзгеруіне әкелетін материалдарға механикалық әсер етумен байланысты процестер *механикалық процестер* деп аталады.

Механикалық процестерге ұнтақтау, сұрыптау, сығымдау жатады.

2.1 Ұнтақтау

Ұнтақтау — қатты материалдың бөліктерін қажетті мөлшерге дейін бұзу процесі.

Ұнтақтау процесі материалды одан әрі өңдеу мен сақтаудың ыңғайлылығы, материалдың қасиеттерінің көлемі бойынша біркелкі бөлінбейтін денелерден біртекті масса алу, кейінгі жылу және масса алмасу процестерін күшейту және әртүрлі қасиеттері бар бөліктерді бір - бірінен бөлу үшін қатты материалдардың бетін ұлғайту үшін кеңінен қолданылады. Ұнтақтау ұн тарту, нан пісіру, кондитерлік өнімдер, сыра қайнату және басқа да салаларда кеңінен қолданылады.

Материал бөліктерінің мөлшерін азайту кезінде ұнтақтау келесі процестерге бөлінеді:

- пішінге келтірмей — *бөлшектеу*;
- пішінге келтіріп — *кесу және үккіште ұнтақтау*.

Ұнтақтаудың теориялық негіздері. Ұнтақтаудың тиімділігі көптеген сипаттамалармен бағаланады: ұнтақтау дәрежесі, меншікті энергия шығыны және ұсақтау машинасының жұмыс органына меншікті жүктеме және т. б.

Ұнтақтау дәрежесі I' бұл d_H ұнтақталғанға дейінгі материалдың орташа мөлшерінің d_K ұнтақталғаннан кейінгі бөліктің орташа мөлшеріне қатынасы ретінде көрінеді:

Бөлшектердің ұнтақтау дәрежесіне байланысты ұнтақтау кластары бөлінеді (кесте. 1).

Ұнтақталған материалды сипаттау үшін ірілік шегі деп аталады: жоғарғы ($+d_1$), төменгі ($-d_2$). Бұл дегеніміз: d_x кем емес және d_2 -ден үлкен емес.

1-кесте — Ұнтақтау класының бөлшектердің мөлшеріне тәуелділігі

Ұнтақтау класы	Бөлік мөлшері, мм	
	ұнтақтауға дейін d_H	ұнтақталғаннан кейін d_K
Бөлшектеу:		
ірі	1500... 200	250...25
орта	200... 25	25...5
ұсақ	25 ... 5	5... 1
Тартылған:		
жұқа	5... 1	1... 0,075
коллоидты	0,2...0,1	До 1... 10

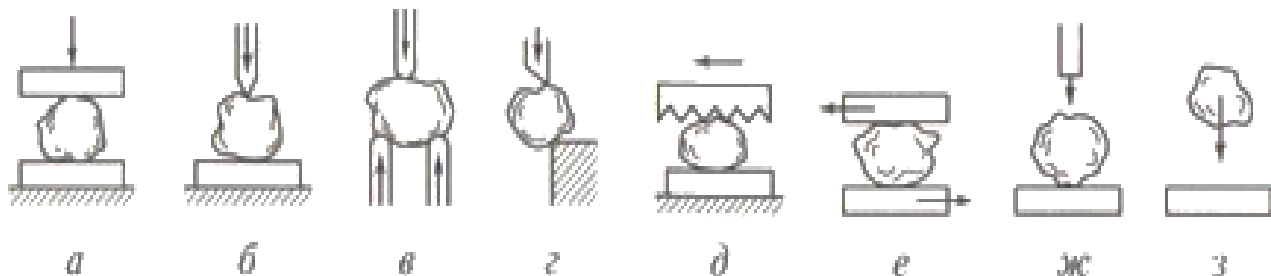
Ұнтақтау дәрежесі материалдың беріктігіне (материал неғұрлым мықты болса, соғұрлым аз болуы керек/), оның қаттылығы мен сынғыштығына байланысты.

Беріктік қысу және сыну кезіндегі материалдардың әртүрлі санаттары үшін кернеу бойынша бағаланады, 10^8 Па: механикалық беріктігі төмен материалдар — 100 - ден кем; ерекше жұмсақ материалдар-100...500; жұмсақ — 500... 1 000; орташа беріктігі-1 000 ... 1 500; берік — 1 500... 1 800; аса берік-1 800-ден астам.

Материалдардың қаттылығы ұнтақтау дәрежесіне ғана емес, сонымен қатар ұнтақтау машиналарының тозуына да әсер етеді. Қаттылық Моос қаттылығының 10 балдық минералогиялық шкаласы бойынша бағаланады. Шкаланың басы тальк (1 балл), шкаланың соңы алмазға (10 балл) сәйкес келеді.

Материалдардың сынғыштығы айқын пластикалық деформациясыз механикалық әсер ету кезінде бұзылу қабілетімен бағаланады. Кейбір материалдардың сынғыштығы температураға байланысты. Ұнтақталған материалдар әдетте айтарлықтай біртекті емес. Қарағанда кіші кесек өлшемі, соғұрлым оның беріктігі. Бір бөлікті ұсақтау кезінде энергия әртүрлі мөлшердегі материалдарды ұжымдық ұнтақтауға қарағанда шамамен 20 есе аз жұмсалады.

Ұнтақтау әдістері ұсақталған материалдардың мөлшері мен физика-механикалық қасиеттеріне, сондай-ақ қолданылатын күш түріне байланысты таңдалады (сур. 1).



Сурет 1 — Ұнтақтау әдістері
*а-езіп-жаншу, б-жару, в-сындыру, г-кесу,
 д-аралау, е-қажалау, ж-қысылған соққы, з-еркін соққы*

Ұнтақтау теориялары. Материалды бұзу үшін сыртқы күштер материалдық бөлшектердің өзара ілінісу күштерін жеңуі керек. Бұл процесс энергияның көп мөлшерін жұмсауға байланысты, оның мөлшерін анықтау келесі ұнтақтау теорияларына негізделеді: Риттингердің беттік теориясы және В.Л. Кирпичевтің көлемдік теориясы.

Риттингер теориясы. Ұнтақтау кезінде жұмыс материалдың бұзылу бетіндегі молекулалық тарту күштерін жеңуге жұмсалады.

Ұнтақтау үшін қажет жұмыс ұсақталған материалдың жаңадан пайда болған бетінің мөлшеріне пропорционалды:

$$A_{AF} = K_I AF, \quad (13)$$

мұнда A_{AF} — жаңа бетті қалыптастыруға жұмсалған жұмыс, Дж; K_x — жаңа бет бірлігін қалыптастыруға жұмсалған жұмысқа тең пропорционалдылық коэффициенті; AF — жаңадан пайда болған беттің шамасы, м².

В. Л. Кирпичевтің теориясы. Ұнтақтау кезінде жұмыс шекті бұзылатын деформацияға жеткенге дейін материалдың деформациясына жұмсалады.

Ұнтақтау үшін қажет жұмыс оларды бұзар алдында материал бөліктерінің көлемін азайтуға пропорционалды:

$$A_{AV} = K_2 AV, \quad (14)$$

мұнда A_{AV} — бұзылатын кесектің көлемін өзгертуге жұмсалған жұмыс, Дж; K_2 — дене көлемінің бірлігін деформациялау жұмысына тең пропорционалдылық коэффициенті; AV — бұзылатын материал көлемінің өзгеруі, м³.

ҰНТАҚТАУҒА АРНАЛҒАН АППАРАТТАР

- **ұсатқыштар** (материалды ірі, ұсақ және орташа ұсақтау үшін)
- **диірмендер** (материалды орташа, ұсақ, жұқа және коллоидты ұсақтау үшін)
- **кескіш және үккіштер** (материалға берілген пішінді, өлшемді және беттің сапасын беру үшін)

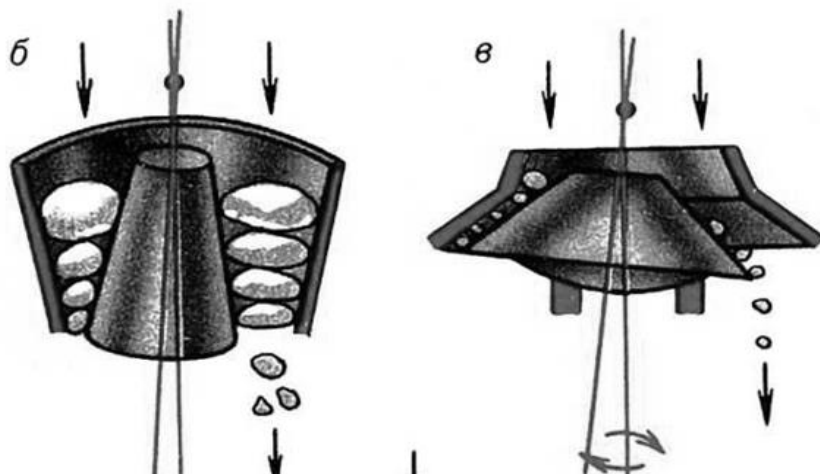
Жақ (ұрт) ұсатқыштар. Материалдың бөліктері (сурет 2) конустық камерада қозғалмалы 1 және қозғалмайтын 2 қабырғалы плиталардың арасында, мерзімді жақындастырылатын тозуға төзімді болатпен ұсақталады және жарылады. Ұсақталған материал қозғалмалы плитаның кері соққысы кезінде ұсатқыштан шығады, ол бекітілген оське орнатылады және тербелмелі қозғалыс жасай отырып, эксцентрлік білікпен қозғалады



Сурет 2 — Жақ ұсатқыштар

Ұсатқыштың жұмысы қатты шаң мен шуылмен бірге жүреді, ал ұсақтау процесі ұсақ заттардың пайда болуымен жүреді

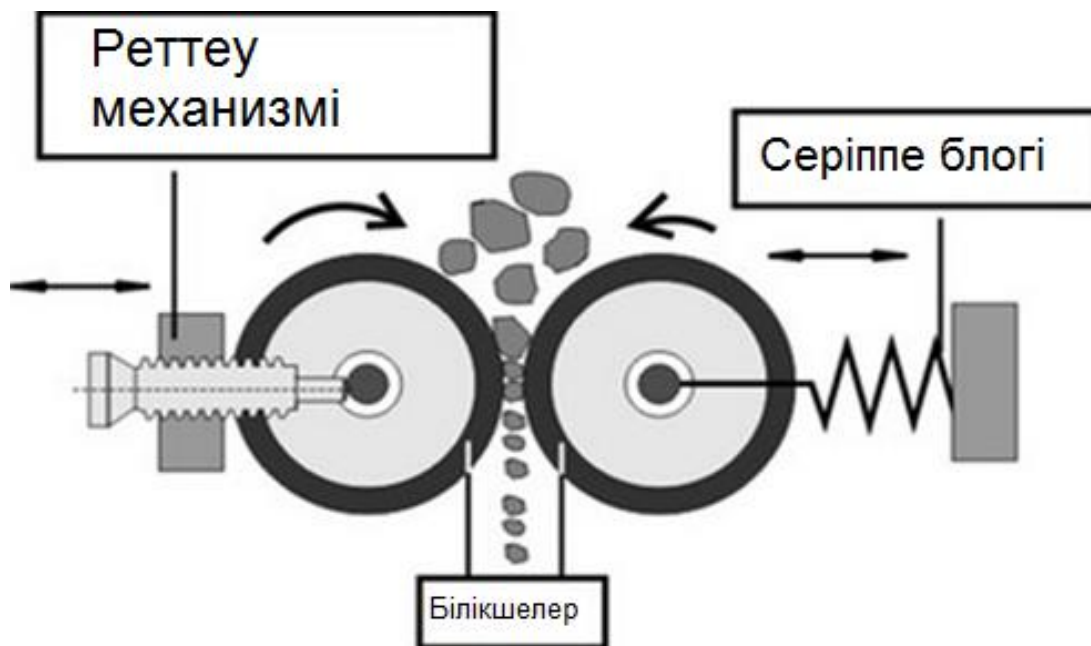
Гирациялық (конустық) ұсатқыштар. Ұнтақтау (сурет 3) конустық ұсақтау басы мен кесілген конус тәрізді корпус арасындағы материалдың бөліктерін үздіксіз ұсақтау және сындыру арқылы жүреді.



Сурет 3-Гирациялық ұсатқыштар

Ұсақтағыш басы эксцентриктері бар корпусқа орнатылады, нәтижесінде ол гирациялық қозғалыс жасайды. Ұсақтағыш басы корпусның бір жағына жақындағанда, ұсақталған материал қарама-қарсы жағынан корпус пен бастың арасындағы кеңейтілген сақина арқылы түседі

Жаншып (білікті) ұсатқыштар. Жұмыс барысында (сурет 4) ұсақталған материал тиеу құйғышына беріледі. Ұсақтау айналмалы цилиндрлік ролик пен бекітілген плита (ролик) арасында қысу және абразия арқылы жүреді. Егер роликтер бұдырланған болса, онда материал да бөлінеді.

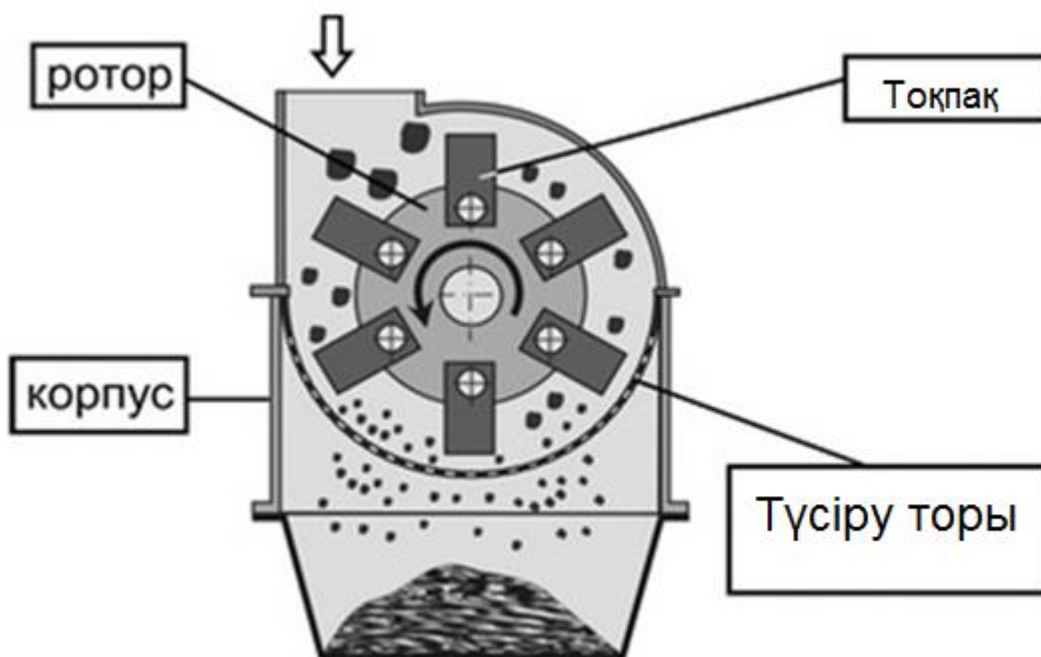


Сурет 4 - Жаншып (білікті) ұсатқыштар

Егер роликтер арасында қатты зат кездейсоқ тиіп кетсе, олардың біреуі екіншісінен алыстайды, содан кейін серіппелер орнына оралады, осылайша біліктердің сынуына жол бермейді. Қатты материал түсіру шұңқырына өтеді. Ұсақтау өнімі қабылдау ыдысына түседі.

Ұсақталған материал бөлшектерінің мөлшерін өзгерту білікше арасындағы алшақтықты реттеу арқылы жүзеге асырылады.

Балғабасты ұнтақтағыштар. Материал машинаға түседі (сурет 5) бункер арқылы соққы әрекетінде және тез айналатын роторға еркін ілінген хромоникельді болаттан жасалған ұсатқыш балғалармен соққы есебінен, сондай-ақ қозғалмайтын броньды плиталарға соққы кезінде ұсақталады.



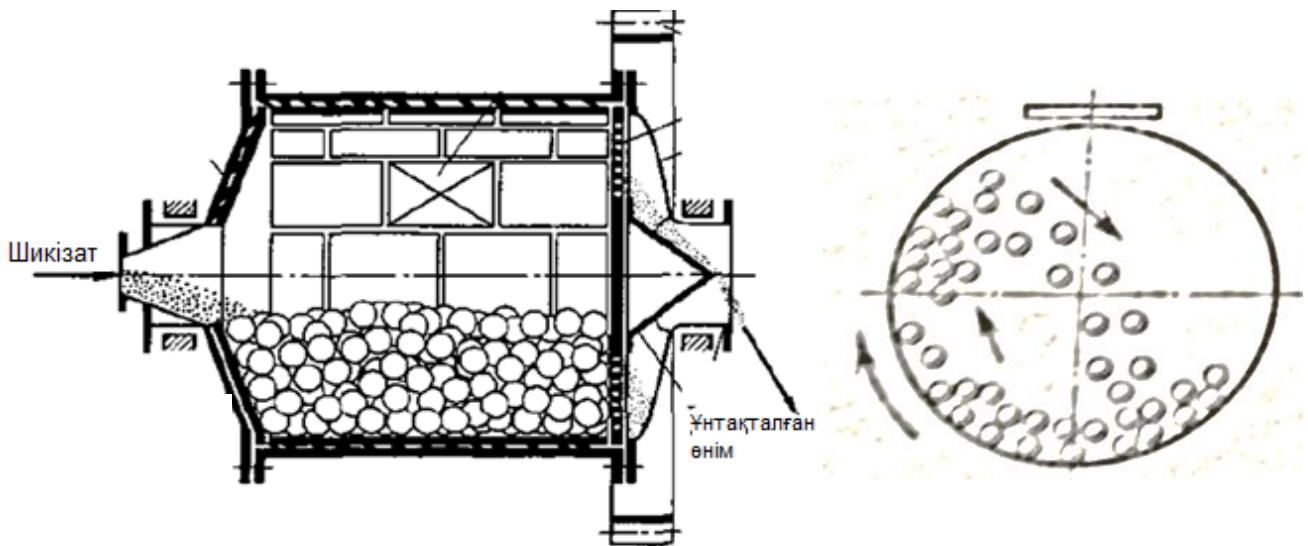
Сурет 5 – Балғабасты ұнтақтағыштар

Ұнтақталған материал масақ торы (елек) арқылы алынады, оны ұнтақтаудың жұқа болуына байланысты өзгертуге болады.

Егер материал електен өтпесе, ол қайтадан ұсақтау аймағына оралып, құрышқа балғалардың кейінгі соққыларымен кесіліп, балғалар мен тордың арасында бір-бірімен сүріледі.. Масақтың тесіктерінің өлшемдері ұсақталған материалдың мөлшерін анықтайды.

Шарлы (өзекті) диірмендер. Жұқа және коллоидты ұнтақтау үшін қолданылады. Материалды құлаған шарлар немесе өзектер арасында ұсақтап, ысқылайды, онымен бірге айналмалы барабанның еденінде, ішінен брондалған плиталармен жабылған.

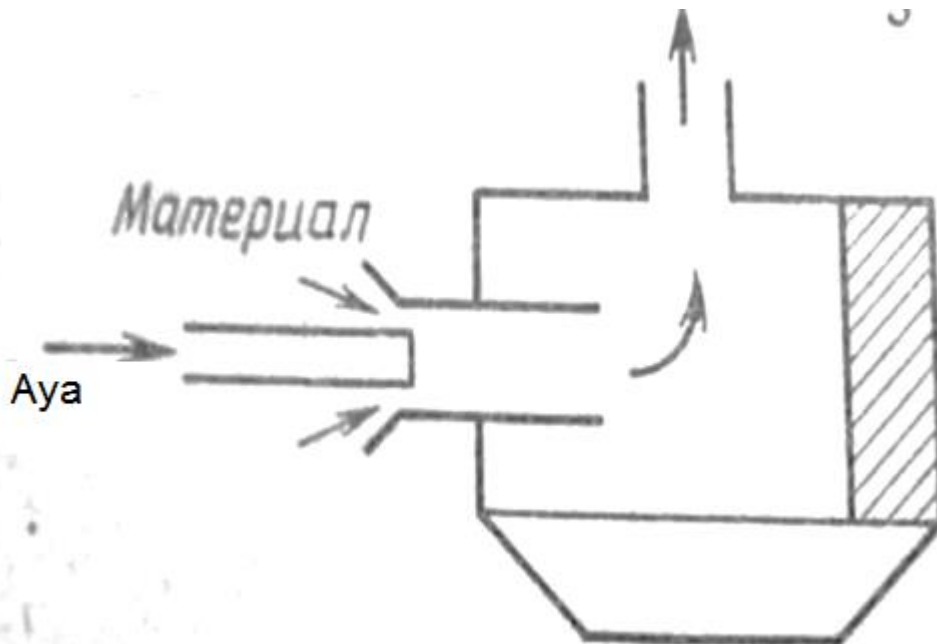
Шар диірмені (сурет.6) шарлармен және материалмен бір уақытта тиеледі. Шарлар болаттан, фарфордан және басқа да қатты материалдардан жасалады. Корпусты диаметрі 3,5-17,5 см, көлемнің 30-35% шарлармен толтырады.



Сурет 6 – Шарлы диірмендер

Диірменнің айналу жылдамдығының жоғарылауымен центрифугалық күш жоғарылайды және сәйкесінше шарлардың көтеру бұрышы шарлардың массалық күшінің құрамдас бөлігі центрифугалық күшке айналғанға дейін артады

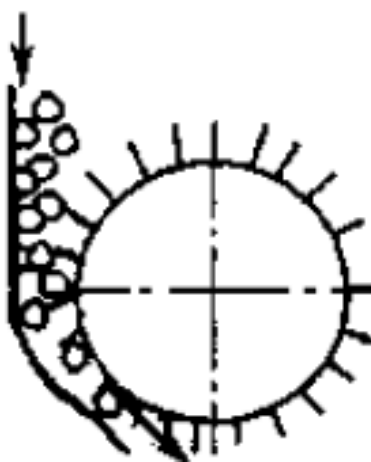
Ағынды диірмендер. (сур.7). Жұқа және коллоидты ұнтақтау үшін қолданылады. Ұсақталған бөлшектерді газ ортасында жоғары жылдамдыққа дейін жылдамдатады және бір бөлшекті екінші бөлшекке ұрады.



Сурет 7 - Ағынды диірмендер

Бұл жағдайда ұсақтауға негізгі әсер бөлшектердің беттерін өзара ысқылау арқылы үйкеліске әкеледі.

Ысқылау машиналары. Ысқылауға түсетін өнім (сурет 8), айналмалы барабанмен корпусқа басылады, оның плиткалары өнімді ысқылайды.



Сурет 8 – Ысқылау машиналары

Соңғы ысқылау барабан мен басу қалыптарының арасында жүргізіледі. Ұнтақтаудың жоғары деңгейіне қол жеткізу үшін төменгі бөліктегі үккіштер тормен жабдықталады

2.2 Сұрыптау

Тамақ саласының көптеген өндірістерінде пайдаланылатын негізгі және қосалқы шикізат, сондай-ақ дайын өнім әртүрлі параметрлер бойынша сұрыпталады және тазартылады, мысалы, ұн тарту, спирт, сыра қайнату өндірістеріндегі астық, нан пісіру және макарон өндірісіндегі ұн, қант және т. б.

Сусымалы қоспаны бөлшектердің пішіні мен мөлшері, сұйық және газ ортасында тұндыру жылдамдығы және магниттік қасиеттері бойынша ерекшеленетін фракцияларға бөлу процесі **сұрыптау** немесе **жіктеу** деп аталады.

Сұрыптаудың негізгі мақсаттары:

- белгілі бір ірілік немесе тығыздық фракциясын алу;
- материалдан ластанулар мен металл қоспаларды бөлу.

Бөлшектерді бөлу процесі келесіге байланысты:

- елек бойынша механикалық қозғалыстан — механикалық жіктеу (елеу);
- сұйық ортадағы бөлшектердің тұндыру жылдамдығы — гидравликалық жіктеу;
- газ ортасында тұндыру жылдамдығы — пневматикалық (ауа) бөлу;
- қоспалардың электромагниттік қасиеттері — магниттік бөлу.

Механикалық сұрыптау. Сұрыптаудың ең көп таралған түрі - механикалық сұрыптау — елеу. Кейде елеу деп аталатын сұрыптау-бұл сусымалы материал белгілі бір мөлшерде d саңылаулары бар елек (үлкен елек)

арқылы елек фракцияларына бөлінеді. Өлшемдері d -ден аз бөлшектер тесік арқылы өтеді (бөлшек *-d өту* деп аталады), ал үлкендері електе қалады (бөлшек *+d шығу* деп аталады).

Сусымалы материалдарды елейтін барлық құрылғылардың негізгі бөлігі *елек*.

Елек өрілген немесе тоқылған торлардан немесе штампталған торлардан жасалады.

Қалыңдығы $8 = 2 \dots 12$ мм металл беттерден штамптау арқылы жасалған електер, *торшалар* деп аталады. Өлшемі 5-10 мм дөңгелек немесе ұзын тесіктерді (бітелуді болдырмау үшін) түбіне қарай кеңейтіп штамптайды.

Сұрыптау түрлері. Тамақ өнеркәсібінде сүзуден басқа сұрыптаудың басқа түрлері де қолданылады: пневматикалық, гидравликалық және магниттік бөлу.

Пневматикалық сұрыптау (Ауамен бөлу) - сусымалы қоспаларды ауа ортасында бөлу процесі.

Ауа сепарациясы дәнді және басқа да дәнді сусымалы қоспаларды сұрыптау кезінде қолданылады. Бұл процеске бөлінетін бөлшектердің біркелкі тығыздығы мен мөлшері әсер етеді. Қозғаушы күштер-ауырлық күші G және көтеру күші P ағыны. Бұл жағдайда ағынның жылдамдығы мөлшері мен тығыздығы белгілі бір бөлшектерге қарағанда аз болатын бөлшектерді тасымалдау ағынымен алып тастайтындай етіп таңдалады, ал Үлкен бөлшектер аппаратта орналасады және тұндыру жылдамдығы жоғары болады.

Гидравликалық сұрыптау. Қатты бөлшектердің қоспаларын сұйық ортада бөлу процесі көлденең немесе жоғары су ағынында бөлшектердің тұндыру жылдамдығын ескере отырып жүзеге асырылады. Ағынның жылдамдығы белгілі бір мөлшерден аз бөлшектер сұйықтықтың бос бетіне шығарылып, үлкен бөлшектер тұндырылатындай етіп таңдалады.

Гидравликалық сұрыптау спирт, қызылша қант және крахмал-сірне өндірісінде картоп, қызылша және жүгері дәндерінен құм, тастар мен басқа қоспаларды бөліп алу үшін, ал консервілеу өндірісінде — жетілу дәрежесіне байланысты әртүрлі тығыздығы бар жасыл бұршақ пен жүгері дәндерін сұрыптау үшін кеңінен қолданылады.

Магнитті бөлу. Азық-түлік кәсіпорындарында қолданылатын сусымалы материалдарда металл қоспалары болуы мүмкін. Аппаратқа кіріп, олар мерзімінен бұрын тозуды тудырады. Бұл қоспаларды кетіру үшін магниттік сепараторлар қолданылады. Олар конструкцияларда әр түрлі және екі топқа бөлінеді: тұрақты магниттермен және электромагниттермен.

СҰРЫПТАУҒА АРНАЛҒАН АППАРАТТАР

Сусымалы материалдарды бөлшектердің мөлшері бойынша бөлу (сұрыптау) үшін өнеркәсіпте құрылғылар немесе *елеуші* машиналар қолданылады.

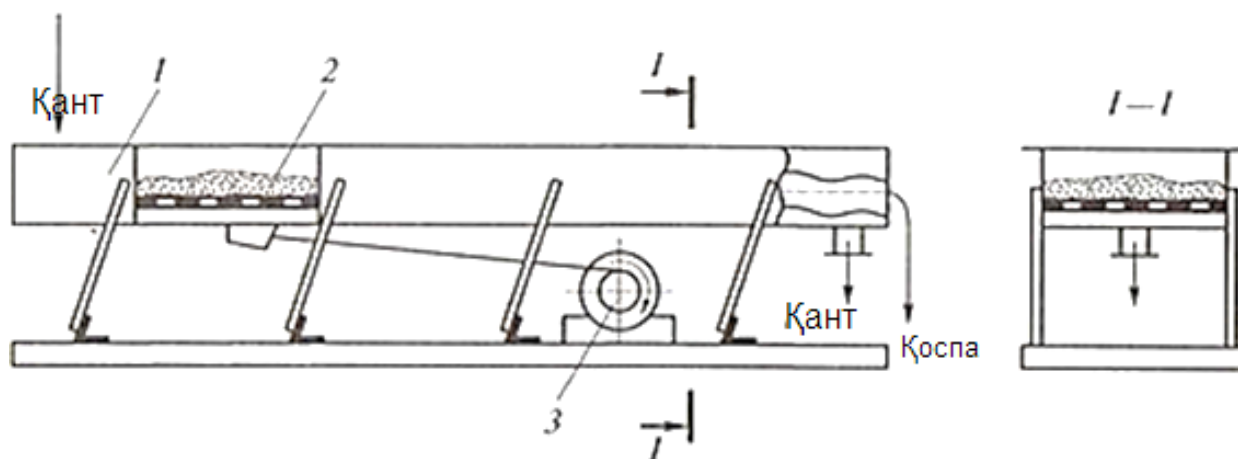
Сусымалы материалды елеу (електеу) електің жұмыс бетіне қатысты кесектердің (немесе бөлшектердің) қозғалысы кезінде жүргізіледі.

Елеуіштердің көптеген түрлері бар, оларды елек түрінде екі топқа бөлуге болады: жалпақ және барабан (цилиндрлік, конустық).

Жазық елеуіштер. Тор, елек, оттықты және роликті болып бөлінеді. Тамақ өнеркәсібінде елек дүрілдері кеңінен қолданылады, олар тербелмелі, дірдемелі және гирациялық болуы мүмкін.

Тербелмелі дүріл (дірілдек). Ол қантты қант өндірісінде, астықты элеваторға сақтау үшін берер алдында, ұн тарту өндірісінде ұнды елеу үшін қолданылады.

Серіппелі тіректерде тегіс тербеліс дүрілі (дірілдек) (сурет 9) горизонтқа 7-14° бұрышпен орнатылған 2 елегі бар 1 тікбұрышты науадан тұрады.



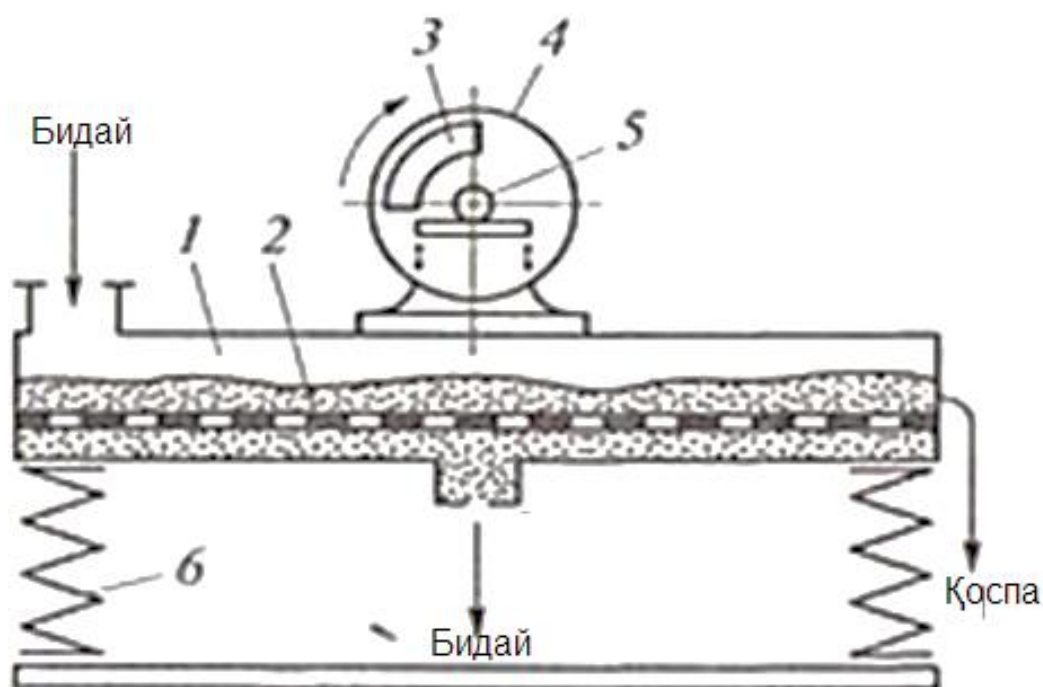
Сурет 9 – Тербелмелі дүріл

1- тік бұрышты науа, 2-елек, 3- эксцентрлік механизм

Науа 3 эксцентрлік механизмнен ауытқумен байланысады, оның білігі шамамен 400 айн/мин құрайды. Науаның қисаюы мен бұрылуының арқасында сусымалы материал електен өтіп, сұрыпталады.

Вибрациялық дүріл. Басқа сұрыптау құрылғыларымен салыстырғанда, энергия шығыны аз болған кезде бөлшектердің жоғары өнімділігі мен айқындылығын қамтамасыз етеді. Бұл дірілдеген кезде електегі өнім қабаты қарқынды босатылып, қозғалатын бөлшектер арасындағы үйкеліс азаяды, бұл олардың мөлшері бойынша салыстырмалы түрде қайта бөлінуіне әкеледі және өтпелі бөлшектердің шығарылуын тездетеді.

Вибрациялық дүрілде (сурет10) елегі 2 бар 1 қорап серіппеге орнатылған 6.

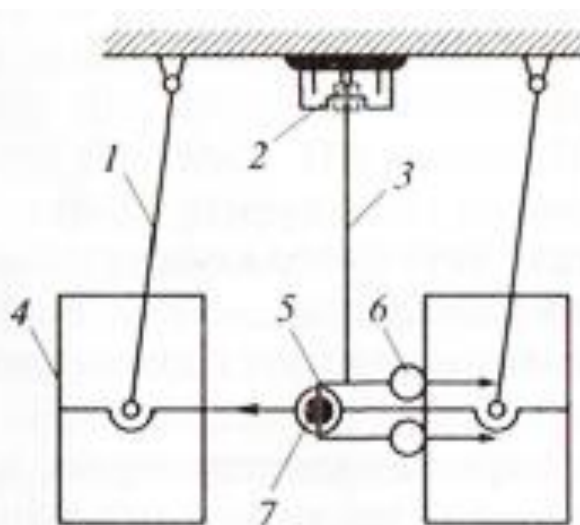
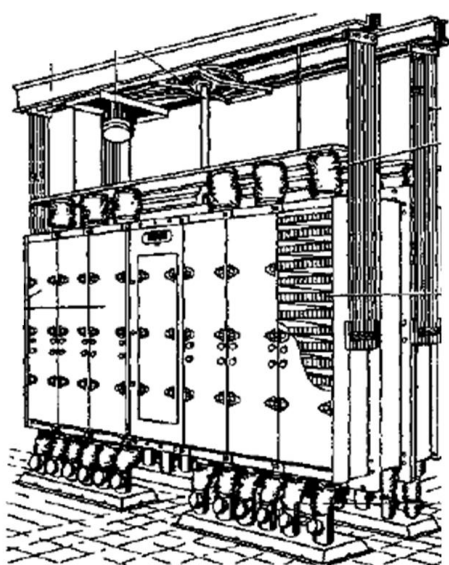


Сурет 10 –Вибрациялық дүріл
1-қорап, 2-елек, 3- теңгерілмеген жүк, 4-шкив, 5-білік, 6 -серіппе

Теңгерілмеген жүктемелерді 3 алып жүретін 4 екі шкивы бар 5 білік айналғанда, орталықтан тепкіш инерция күштері пайда болады, олардың әсерінен қорап 0,5-тен 12 мм-ге дейінгі тербеліс амплитудасы кезінде 1 минутта 900-1500 дірілмен айналады.

Барабанды електер. Оларға сепкіштер, бураттар жатады.

Сепкіш (сур. 11) ол екі корпусынан тұрады 4, олардың әрқайсысында 18-ге дейін көлденең рамалар бар, оларға жібек немесе капрон маталарынан жасалған електер салынған. Екі корпус бір-бірімен тығыз байланған және арқанның көмегімен төбеден ілулі болады.



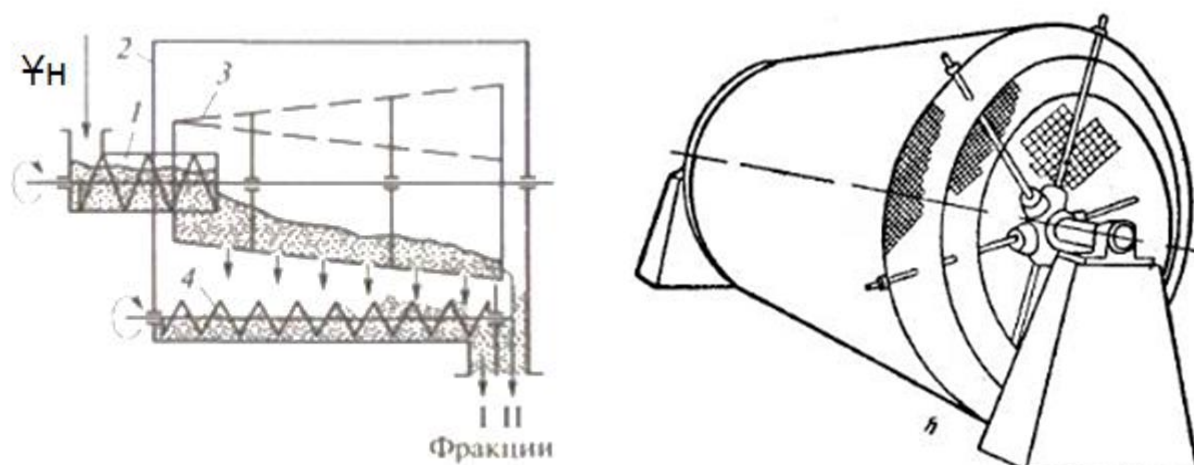
Сурет 11 – Сепкіш

1-арқан, 2,7-мойынтіректер, 3- негізгі білік, 4-корпус,
5- теңгергіш білік, 6 - теңгергіштер

Сепкіштердің жетек механизмі негізгі біліктен **3** және теңгергіші **6** бар теңгергіш біліктен **5** тұрады, олар аппараттың жұмысы барысында корпустардың инерция күштерін теңестіреді. Барлық жетек жүйесі мойынтірекке **2** ілініп бекітілген. Негізгі және теңгергіш біліктер өз осьтері эксцентрлік болатындай етіп тізбек арқылы өзара байланысқан. Теңгергіш білік елек корпустарының рамасына қатаң бекітілген мойынтіректерде **7** айналады. Електер жиынтығының дөңгелек аудармалы қозғалысының арқасында тесіктердің төменгі жағына қарай азаяды, бастапқы қоспасы електен өтеді және төрт-бес фракция алынады.

Бурат. Бурат деп аталатын айналмалы елек машинасында цилиндрлік, алтыбұрышты және конустық барабан болуы мүмкін.

Барабанның жұмыс беті сусымалы материалдың қозғалысы бойынша ұлғаятын түрлі көлемдегі саңылаулары бар електен жасалады. Цилиндрлік және алтыбұрышты барабандар горизонтқа $5-10^\circ$ бұрышпен орнатылады, ал конустық барабандар көлденең; оларда материалдың қозғалысы Елек бетінің көлбеуі мен барабанның айналуына ықпал етеді. Буратта (сурет 12) конустық елеуішпен **3** қоректендіргіш иірмек арқылы ұн беріледі, айналмалы елекке айдалады, мұнда еңіс беті бойынша сырғанап отырып еленеді. Өту шығыс иірмегімен **4** алынып тасталады, ал қалған бөлігі бөлек кетеді.



Сурет 12 –Бурат

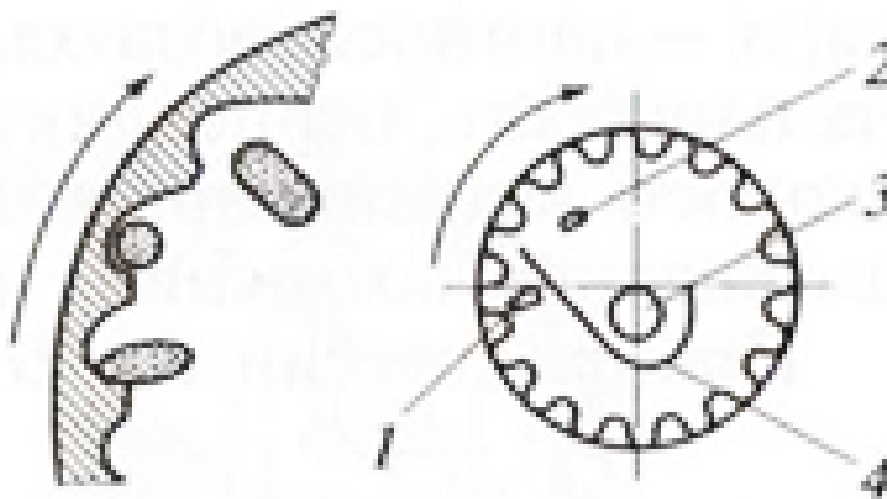
1- қоректендіргіш иірмек, 2-қаптама, 3-конустық елеуіш, 4-шығыс иірмегі

Барлық қол жетімді артықшылықтарына (конструкцияның қарапайымдылығы, техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы) қарамастан бураттардың кемшілігі бар — өнімділігі төмен, өйткені елек бетінің төменгі бөлігі ғана елеуге қатысады.

Триерлер. Шикізаттары астық болып табылатын барлық өндірістерде көлденең қимасы бірдей, бірақ ұзындығы әртүрлі бөлшектерді бөлу үшін триер — машиналар қолданылады. Олар толық астықты жартысынан, қабығынан

және басқа қоспалардан тазарту үшін қолданылады. Триерлер цилиндрлік және дискілі болуы мүмкін.

Триердің жұмыс органы (сурет.13) штампталған немесе бұрғыланған ұяшықтары бар металл цилиндр немесе диск. Өңдеуге берілген астық цилиндрге кіреді. Айналу кезінде цилиндр ұяшықтары дәндермен толтырылады. Бұл жағдайда ұзын (бүтін) дәндер ұяшықтардан қысқа дәндерге дейін түсіп, ұяшықтарға тығыз орналасады. Дәндердің барлық сынықтары, сондай-ақ қоспалар кейінірек цилиндрдің үлкен бұрылу бұрышымен түседі. Оларды қабылдау үшін цилиндр ішіне орнатылған науа қызмет етеді.



Сурет 13 –Триер

1-ұзын дәндер, 2- қысқа дәндер, 3 – иірімек, 4- науа

Триердің жұмысы кезінде центрден тепкіш күш астықтың цилиндрмен бірге айналатын мәннен аспайтындай етіп цилиндрдің айналу жиілігін бақылау қажет.

Пневматикалық сұрыптау жүзеге асырылатын құрылғылар пневматикалық сепараторлар, пневматикалық сұрыптаулар, желдеткіштер, пневматикалық аспираторлар деп аталады.

Ауа сепараторларында, яғни пневмокласификатор деп аталады, сусымалы материал көбінесе гравитациялық және центрден тепкіш күштердің әсерінен фракцияларға бөлінеді.

Ауа сепараторлары материалды өрескел (қайтару) және жұқа (өнім) фракцияларға бөлу үшін құрғақ ұнтақтаудың жабық циклінде жұмыс істейтін әр диірменге құрылымы мен өлшемі бойынша таңдалады.

Сепараторлар *ауа-өткізгіш* болып бөлінеді, онда сепаратор, циклон және желдеткіш біріктірілген, және жабық ауа ағынымен *ауа-айналымы* бар болып бөлінеді.

Гидравликалық сұрыптау. Қатты бөлшектердің қоспаларын сұйық ортада бөлу процесі көлденең немесе жоғары су ағынында бөлшектердің тұнбасының әртүрлі жылдамдығын ескере отырып жүзеге асырылады. Ағынның

жылдамдығы белгілі бір мөлшерден аз бөлшектер сұйықтықтың бос бетіне шығарылып, үлкен бөлшектер тұндырылатындай етіп таңдалады.

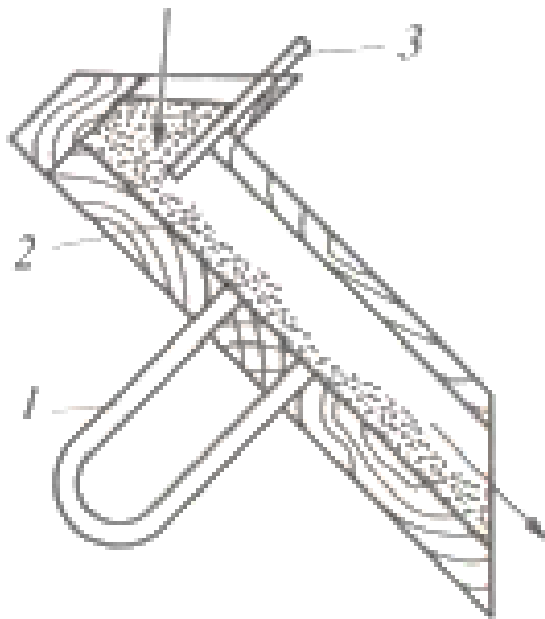
Гидравликалық сұрыптау спирт, қызылша қант және крахмал- сірне өндірісінде картоп, қызылша және жүгері дәндерінен құм, тастар мен басқа қоспаларды бөліп алу үшін, ал консервілеу өндірісінде жетілу дәрежесіне байланысты әртүрлі тығыздығы бар жасыл бұршақ пен жүгері дәндерін сұрыптау үшін кеңінен қолданылады.

Гидравликалық жіктеуде центрден тепкіш күшке байланысты болатын құрылғылар деп аталады гидроциклондар (толығырақ 3-тарауды қараңыз).

Магнитті бөлу. Азық-түлік кәсіпорындарында қолданылатын сусымалы материалдарда металл қоспалары болуы мүмкін. Аппаратқа кіріп, олар мерзімінен бұрын тозуды тудырады. Бұл қоспаларды кетіру үшін магниттік сепараторлар қолданылады.

Олар конструкцияларда әр түрлі және екі топқа бөлінеді: тұрақты магниттермен және электромагниттермен.

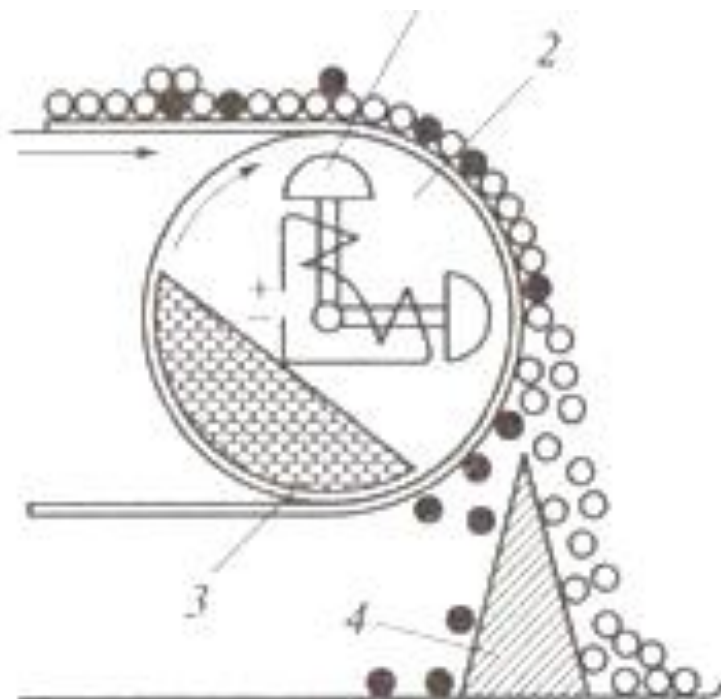
Тұрақты магниті бар магниттік сепаратор. Қарапайым магниттік сепаратор (сурет 14) - бұл науаға 2 көлбеу бұрышпен орнатылған, сусымалы қоспаның табиғи көлбеу бұрышынан 3-5° асатын, таға тәрізді тұрақты магнит. Материал қабатының қалыңдығы қалқалағышпен 3 реттеледі. Магнитпен ұсталған металл қоспалары мезгіл-мезгілмен қолмен алынып тасталады.



Сурет 14 – Тұрақты магниті бар магниттік сепаратор

1-тұрақты магнит, 2- науа, 3 – қалқалағыш

Электромагниттік сепаратор. Электромагниттік сепаратор (сурет 15) сонымен қатар таспалы конвейердің жетекші барабаны болып табылады, мысалы, қызылша, қант, астық және т.б. Сепараторда электромагниттік барабан 1 бекітілген секторлық электромагниттерден 2 тұрады.



Сурет 15 – Электромагниттік сепаратор
 1-электромагниттік барабан, 2- электромагнит, 3 – магнитті шунт,
 4- қалқан

Барабанның айналуы арнайы жетектен жүзеге асырылады, сонымен бірге айналу жиілігі 38 айн/мин аспауы керек. Барабанның сектор полюстерінің қарама-қарсы жағында магниттік шунт **3** орналасқан, ол түсіру аймағындағы магнит өрісінің әсерін әлсіретеді. Барабанмен ұсталған ферромагнитті қоспалар магнит өрісінің шығуында қалқаның **4** сыртына шығарылады.

2.3 Сығымдау

Сығымдау дегеніміз — баспақтарда пайда болатын сыртқы қысымның әсерінен материалдарды өңдеу процестері. Бұл жағдайда сығымдау мақсаттары ерекшеленеді:

- қатты материалдардан жасалған сұйық фазаны сығу;
- пластикалық материалдарды қалыптау;
- сусымалы материалдарды тығыздау.

Қатты материалдан жасалған сұйықтықты сығу. Қатты материалдан жасалған сұйықтықты сығу екі жағдайда қолданылады:

- сұйықтық қалдыққа қарағанда үлкен мәнге ие болған кезде (жүзім шырыны, өсімдік майы);
- сұйықтық қатты қалдықта болған кезде оның құнын төмендетеді (сығынды ішіндегі сұйықтық).

Азық-түлік өндірісінде басудың бұл түрін қолдану өте үлкен, мысалы, жүзім шырынын сығуға арналған шарап өндірісінде, жидектер мен жемістерден шырынды сығуға арналған ликер-арақ өнеркәсібінде. Қысымның көмегімен

өсімдік майы тұқымнан, қант қамысы шырынынан, қызылша сығындысынан (қант өндірісінің қалдықтары) суды сығып, майды теріден ажыратады.

Қатты материалдан сұйықтықты қысыммен сығу процесі теориясының элементтері. Азық-түлік өндірісінде сығымдалған қатты материал негізінен күрделі жасушалық құрылымға ие (тұқымдар, жемістер, жидектер, өсімдік сабағы, жануарлар тіндері).

Бұл құрылымдардың олардан сұйық фазаның шығарылуына төзімділігін азайту үшін, сығылғанға дейін олар механикалық, гидротермиялық, термиялық, ферментативті және электрлік өңдеуден өтеді. Механикалық өңдеу жасалады клеткалық тіндерді ұсақтау жасушалардан сұйықтықтың кетуіне жол бермейтін жасуша қабықтарын бұзу мақсатында. Гидротермиялық, термиялық және электрлік өңдеу кезінде күрделі процестер жүреді.

Қатты материалдан сұйықтықты сығу процесін сипаттайтын негізгі мән - бұл сұйықтықтың шығуы, ол келесі факторларға байланысты:

- сығу жүретін қысым; сығуға түсетін материалдың сапасы, яғни. жасуша құрылымының сипаты және алдын-ала өңдеу кезінде оның бұзылу дәрежесі;
- сығуға ұшырайтын күрделі құрылымдағы сұйық фазаның құрамы;
- сығымдау процесінің ұзақтығы және қысымның өзгеру реттілігі;
- сығу орын алатын жылу жағдайлары; сығылатын материал қабатының қалыңдығы.

Сусымалы материалды тығыздау

Сусымалы материалды тығыздау брикеттеу, түйіршіктеу, дражирлеу, таблеткалау үшін жүргізіледі. Тамақ өнеркәсібінде бұл процестер бөлшектердің мөлшері ұлғайған тамақ өнімдерін алу үшін, яғни ұсақ бөлшектерді үлкен массаларға қосу үшін қолданылады.

Мұндай бөлшектерді жинау жартылай фабрикат, дайын өндіріс өнімі, процестерді жүзеге асыру немесе күшейту үшін көмекші компонент ретінде пайдаланылатын түйіршікті сусымалы масса болып табылады және келесі артықшылықтарға ие:

сақтау кезінде шаң болмайды, аз көлемді алады және технологиялық құрылғылардың жұмыс органдарының бетіне жабыспайды;

тасымалдау және буып-түю кезінде шаң болмайды, бұл материал қозғалысының барлық кезеңдеріндегі шығындарды күрт азайтады және санитарлық жағдайды жақсартады, әсіресе улы заттарды қолданған жағдайда;

әр түрлі өндірістердің механикаландырылған және автоматтандырылған өндірістік желілерінде затты мөлшерлеу дәлдігін жеңілдетеді және арттырады.

Түйіршіктеу процестері тамақ өнеркәсібінде, құрама жем өндірісінде, ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылады; қалдықтарды кәдеге жаратудың маңызды мәселесін шешуде — оларды толыққанды шикізат ретінде өндіріске қайтаруда өте тиімді.

Тығыздау түйіршікті өнімнің келесі түрлерін шығарады: брикеттер (көлденең өлшемі 100-200 мм); шекемтастар (20-40 мм), түйіршіктердің өзі (1-20 мм); таблеткалар (салмағы 0,5-8 г, 12-50 мм).

Брикеттеуге арналған бастапқы материалдар: қант шекер, қант қызылшасы өндірісінің сығындысы, тағамдық концентраттар, құрама жем, тағамдық қалдықтар және басқа да көптеген өндірістер қалдығы болып табылады.

Сусымалы материалдарды брикеттеуге арналған компоненттер ретінде декстроза, желатин, глюкоза, сахароза, лактоза, крахмал, тамақ шайырлары қолданылады.

Брикеттеу. Сусымалы материалды тығыздаудың бұл түрі әсіресе қантрафинад өндірісінде кеңінен қолданылады. Жеке кристалдар мен олардың көшеттерінен тұратын дымқыл тазартылған ботқа сығылады. Кристалдардың беттері қант ерітіндісінің жұқа қабығымен жабылады.

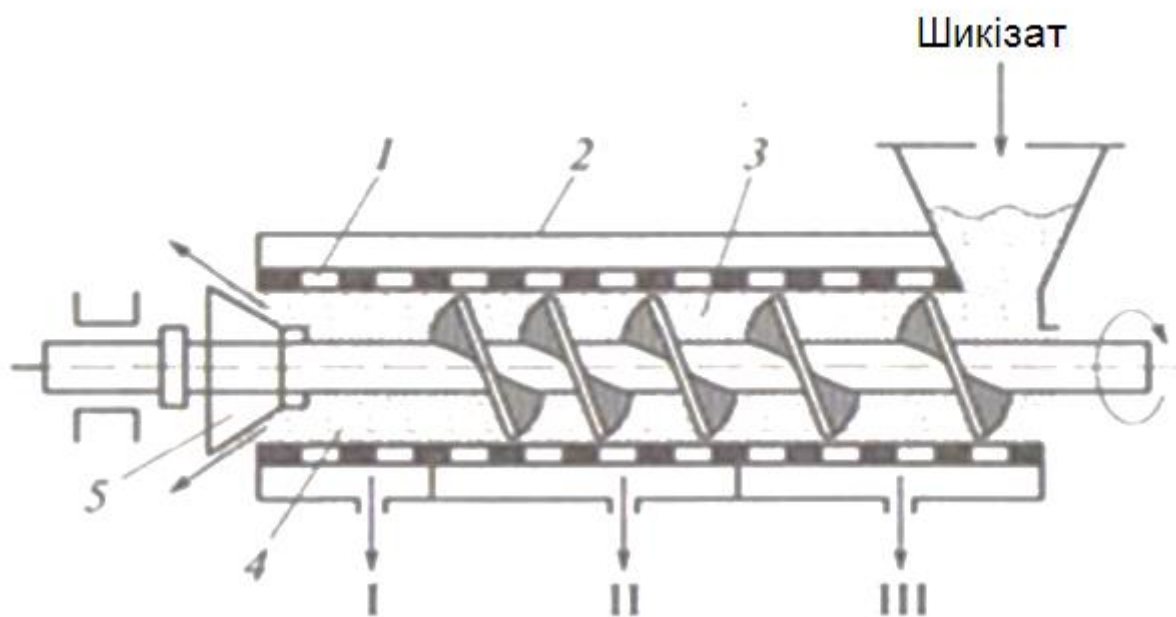
Шаң тәрізді заттарды, ерітінділер мен суспензияларды дисперсті ағындарда түйіршіктеу. Ерітінділерден, суспензиялардан және қойыртпақтардан түйіршіктеу өзара әрекеттесетін фазалардың үлкен бетімен сипатталатын дисперсті ағындарда, сондай-ақ процесс жылдамдығы фазалық байланыс шамасына пропорционалды болған жағдайларда тиімді.

СЫҒЫМДАУҒА АРНАЛҒАН АППАРАТТАР

Бұрандалы сыққыш. Қазіргі уақытта тамақ өнеркәсібінің барлық салаларында үздіксіз жұмыс істейтін бұрандалы престер кеңінен қолданылады. Олар жүзім, қызанақ шырындарын, өсімдік майын және т. б. сығу үшін қолданылады.

Бұрандалы сыққышта (сурет. 16) материал (шикізат) **4**-бункерге беріледі, **1**-барабанға түседі. Бұрандама **3**, оның бұрылысы соңына қарай азаяды, массаны шығысқа қарай жылжытады, ал массаны қысу біртіндеп тығыздаумен жүреді:

- бұрандалар арасындағы материалдың көлемін азайту, бұрандалар қадамын, кейде олардың биіктігін азайту;
- бұранданың айналу процесінде материалға бұрылыстардың механикалық әсері;
- сығымдалған материалдың бетіне, цилиндр қабырғасына және материалдың бөлшектеріне бір-бірімен үйкелуі;
- тығыздалған қалдық үшін шығу тесігінің мөлшерін реттейтін құрылғының кедергісі.



Сурет 16 – Қатты материалдан сұйықтықты сығуға арналған бұрандалы сыққыш

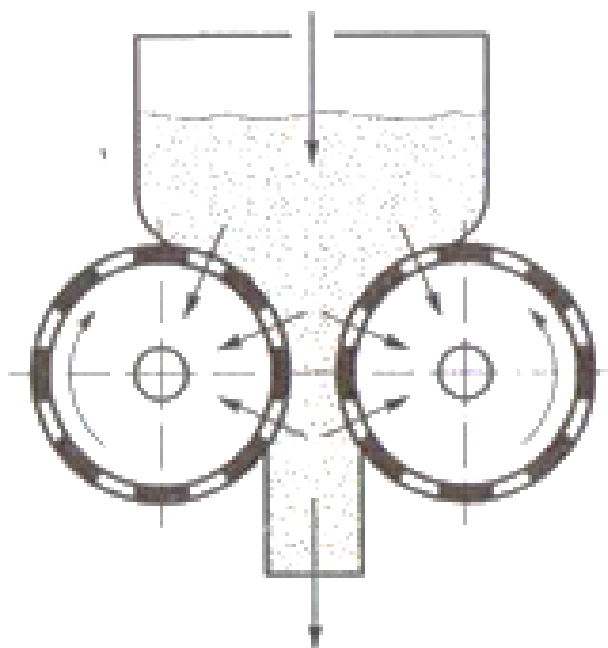
1-барабан, 2 – корпус, 3- бұранда, 4-бункер, 5 –қысатын конус

Шикізатты сығу кезінде сұйықтық барабандағы тесіктер арқылы шығады **I**. Сығымдалған құрғақ қалдық (күнжара) қысатын конустың **5** сақиналы тесігі арқылы алынады. Бұранданың жылдамдығы төмен 5-20 айн/мин. Бұрандалы сыққыштардың цилиндріндегі қысым өте маңызды болады немесе 4-104 Па және одан жоғары болуы мүмкін.

Үздіксіз жұмыс істейтін бұрандалы сыққыштар жоғары өнімділікпен және сығымдау процестерін автоматтандыру мүмкіндігімен сипатталады.

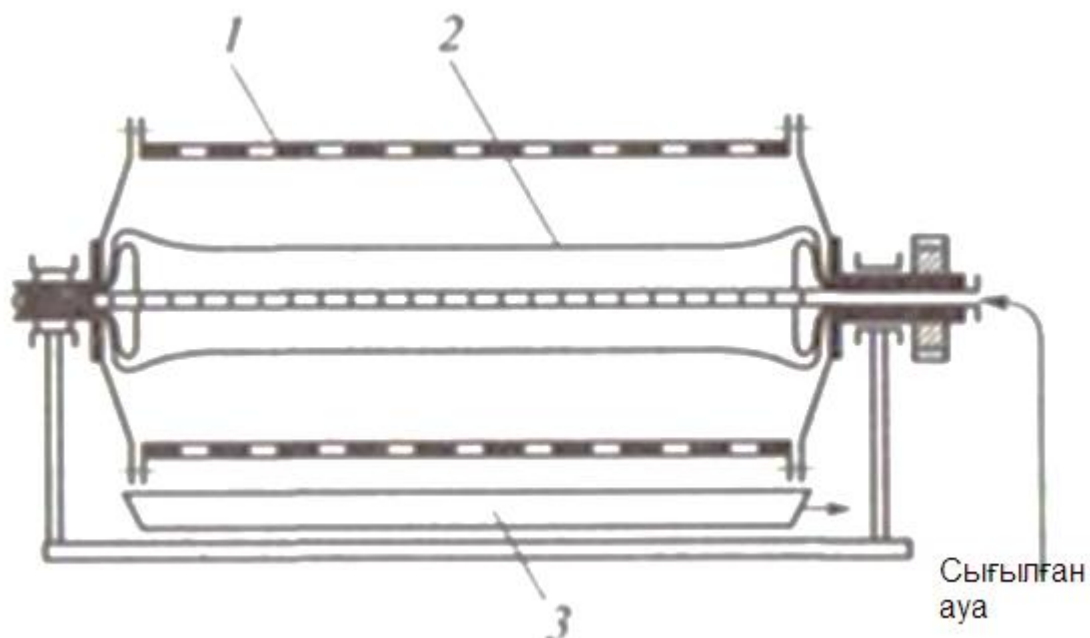
Жаншығыш сыққыш. Үздіксіз сығылатын сыққыштардың бір түрі болып табылатын жаншығыш сыққыштар крахмал өндірісінде картоп былжырынан алу, қант және сұйықтық алу кезінде қант құрағынан алынған шырынды сығу үшін қант өнеркәсібінде кеңінен қолданылды.

Жанғыш сыққыш (сурет 17) бір-біріне қарай айналатын екі қуыс перфорацияланған білікшелерден тұрады. Былжырдан сығылған сұйықтық орамдардың ішіндегі тесіктер арқылы өтеді, содан кейін олардан шығарылады, ал былжыр төмен қарай басылады.



Сурет 17 – Жаншығыш сыққыш

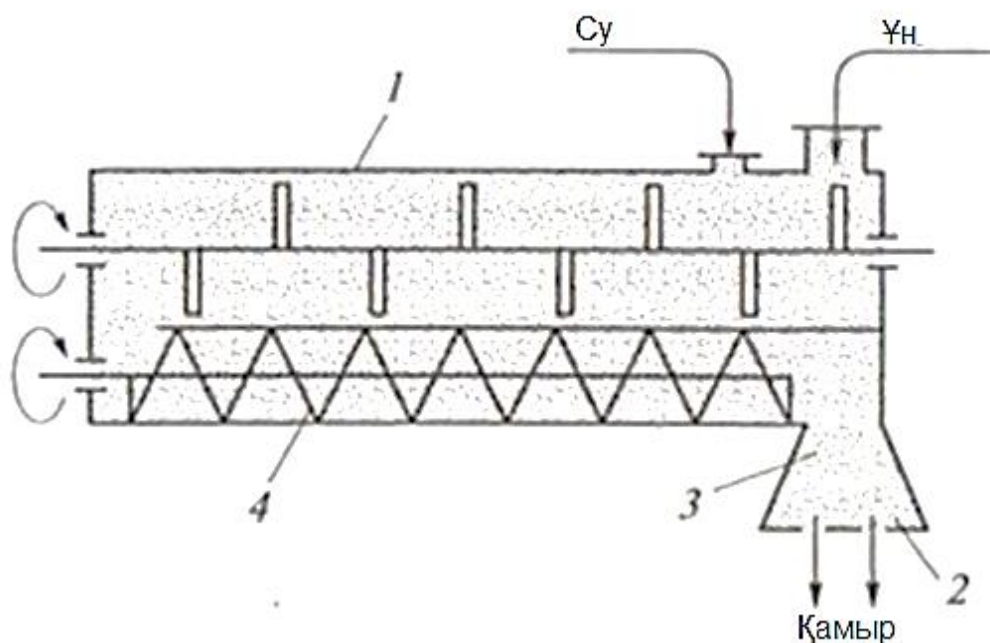
Пневматикалық сыққыш. Пневматикалық сыққыш (сурет 18) мерзімді әсер ететін аппараттарға жатады. Ол жүзім шырынын алу үшін шарап жасауда қолданылады. Сыққышта басылған материалға қысым сығылған ауаның көмегімен жасалады, ол цилиндр 2 көлемін ұлғайтады, ол парақта резеңкеден жасалған.



Сурет 18 – Пневматикалық сыққыш
1-барабан, 2 –цилиндр, 3 -түпқойма

Осының арқасында сығымдалған материал ұнтақталмайды, қабықтың, жоталардың және тұқымдардың механикалық құрылымы бұзылмайды, ал шырын жоғары сапалы болады. Барабанды 1 тиеу және түсіру оның ұзындығы бойынша орнатылған люктер арқылы жүргізіледі. Сыққыштар жұмыс істеп тұрған кезде, цилиндрден ауаны шығарғаннан кейін барабанды айналдыру арқылы бірнеше материалды босатады. Бөлінген шырын барабандағы тесіктер арқылы 3 түпқоймаға, ал одан жинамаға ағады.

Макарон жасауға арналған бұрандалы сыққыш. Макарон, вермишель және кеспе жасауға арналған бұрандалы сыққыш (сурет 19) қамыр араластырғыштан 1, айдау бұрандасынан 4 және матрицаға 2 біркелкі қысым беретін сыққыш басынан 3 тұрады. Қамыр матрица арқылы қысылады және оның астынан белгілі бір қима мен пішіннің өнімі шығады, ол кептіруге түседі.

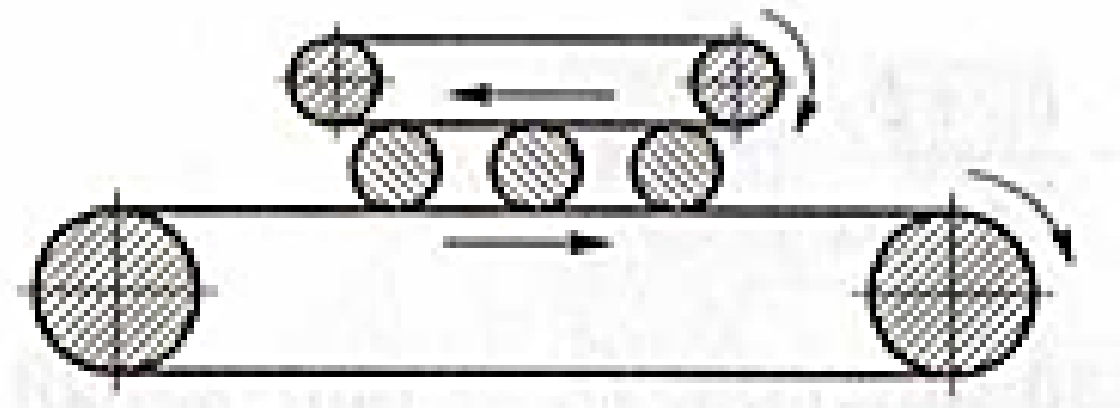


Сурет 19 – Макарон жасауға арналған бұрандалы сыққыш
1-қамыр араластырғыш, 2-матрица, 3-сыққыш басы, 4-айдау бұрандасы

Домалатып жазу машиналары. Домалатып жазу машиналары бидай және қара бидай қамырынан жасалған бұйымдарға цилиндрлік (домалатып жазу) және дөңгелек пішін беру (дөңгелектеу) үшін нан пісіру өндірістерінде қолданылады.

Осы мақсатта қолданылатын машиналар дөңгелектегіш және домалатқыш деп аталады.

20-суретте қамырдың цилиндрлік бөліктерін қалыптастыру үшін таспа түріндегі домалатып жазу машинасының қарапайым схемасы көрсетілген. Оның екі конвейері бар: төменгі және жоғарғы, ол төмен жылдамдықпен қозғалады. Алынған бөлік айналмалы және ілгерілемелі қозғалысқа ие болады, конвейерлер арасында жылжып, цилиндр пішініне ие болады.



Сурет 20 – Таспа түріндегі домалатып жазу машинасы

Бұл машиналардағы қамырға түсетін қысым басу арқылы пайда болатын қысымнан әлдеқайда аз. Бидай қамырын өңдеуге арналған машиналарда қысым 0,1 МПа-дан аспайды, қара бидай қамырына арналған машиналарда ол әлдеқайда аз.

Бақылау сұрақтары

- 1 Ұнтақтау әдістері
- 2 Сығымдау үшін қандай аппараттар қолданылады?
- 3 Макарон жасауға арналған бұрандалы сыққыш қалай жұмыс істейді??
- 4 Пневматикалық сыққыш не үшін арналған?
- 5 Жанғыш сыққыш жаншығыш ұсатқыштан несімен ерекшеленеді?

3 ГИДРОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

3.1 Гидравлика негіздері

Гидравлика-бұл су туралы ғылым, оны көбінесе сұйық механика немесе гидромеханика деп атайды.

Гидравлика бөлінеді:

- гидростатика-сұйықтықтың тепе-теңдігі туралы ғылым

- гидродинамика-сұйықтық қозғалысы туралы ғылым

Гидравлика келесі мәселелерді зерттейді және шешеді:

- сұйықтар мен газдардағы қатты денелердің тепе-теңдігі (денелердің жүзу мәселелері)

- сұйықтықтарды, газдарды және қатты денелерді құбыржолдар арқылы тасымалдау

Қолдану салалары:

– Сумен жабдықтау және су бұру (кәріз);

– заттарды құбыр арқылы тасымалдау: газ, мұнай және т. б.;

– әртүрлі гидротехникалық құрылыстарды, су тарту құрылыстарын салу; әртүрлі құрылғыларды, машиналарды, механизмдерді: сорғыларды; компрессорларды; амортизаторларды; Гидравликалық престерді; гидравликалық жетектерді құрастыру.

Гидравлика бойынша алғашқы ғылыми еңбегі - Архимедтің "Қалқымалы денелер туралы" трактаты (б. з. д. 250 ж.)

Леонардо Да Винчи (1548-1620) - денелердің құбырлар мен каналдар арқылы жүзу, сұйықтықтардың қозғалысы саласында.

Галилео Галилей (1564-1642) сұйықтықтың тепе-теңдігі мен қозғалысының негізгі принциптерін тұжырымдады;

Блез Паскаль (1623-1727) сұйықтыққа қысым беру мәселелерін зерттеді.

Гидромеханиканың (гидравликаның) тәуелсіз ғылым ретінде дамуына негізінен орыс ғалымдары Даниил Бернуллидің (1700 - 1782), Леонард Эйлердің (1707 - 1783), М.В. Ломоносовтың (1711 - 1765) еңбектері ықпал етті.

XVIII ғасырларда Д.Бернулли мен Л. Эйлер гидравликаның одан әрі дамуына негіз болған идеалды сұйықтық қозғалысының жалпы теңдеулерін жасады. Дәл осы кезеңге Н.Е.Жуковскийдің зерттеулері кіреді, олардың гидравликалық соққы туралы жұмысы гидравлика үшін өте маңызды болды.

Паскаль заңы: сұйықтыққа әсер ететін қысым сұйықтықта барлық бағытта бірдей беріледі.

Архимед заңы: сұйықтыққа батырылған денеге итергіш күш әсер етеді:

Гидростатиканың негізгі теңдеуі:

$$P_{абс} = P_{атм} + \rho gh \quad (15)$$

Бұнымен тепе-теңдіктегі сұйықтықтың кез келген нүктесіндегі қысымды есептеуге болады. Бұл қысым, теңдеуден көрініп тұрғандай, екі мәннен тұрады:

сұйықтықтың сыртқы бетіндегі P_0 қысымы және сұйықтықтың үстіңгі қабаттарының салмағына байланысты қысым.

Гидростатиканың негізгі теңдеуінен біз бүкіл ыдыстың көлемінде қандай нүкте алсақ та, P_0 сыртқы бетіне қолданылатын қысым оған әрдайым әсер ететінін көреміз. Басқаша айтқанда, сұйықтықтың сыртқы бетіне қолданылатын қысым осы сұйықтықтың барлық нүктелеріне барлық бағытта бірдей беріледі.

Сұйықтықта әрекет ететін күштер

Әрекет сипаты бойынша күштерді екі санатқа бөлуге болады: көлемдік және беттік.

Көлемдік (массалық) күштер дене салмағына пропорционалды және осы сұйықтықтың әр сұйық бөлшегіне әсер етеді. Массалық күштер санатына ауырлық күштері мен қозғалмалы қозғалыстың Инерция күштері жатады.

Беттік күштер бет бойынша біркелкі бөлінеді және сол беттің ауданына пропорционалды. Бұл күштер сұйық ортаның, қатты заттардың немесе газ ортасының көрші көлемдерінен әрекет етеді.

Идеал және нақты сұйықтықтар туралы түсінік

Идеал-сұйықтық, шексіз үлкен аққыштығы бар, қысымның әсерінен мүлдем сығылмайтын, температура өзгерген кезде тығыздығын өзгертпейтін және тұтқырлығы жоқ.

Нақты: тамшы және серпімді.

- Тамшы (сұйықтық) - іс жүзінде сығылмайтын және көлемдік кеңею коэффициенті аз (су, мұнай, керосин, бензин, сынап) сұйықтықтар.

- Серпімді (газдар мен булар) - температура мен қысымның жоғарылауы немесе төмендеуі кезінде көлемді өзгертеді.

Сұйықтықтың негізгі қасиеттері

1. Тығыздық-сұйықтық массасының алынған көлемге қатынасы
2. Меншікті салмақ-бұл көлем бірлігінің салмағы, яғни сұйықтықтың көлемдік салмағы
3. Тұтқырлық-сұйықтықтың оның қабаттарының салыстырмалы қозғалысына (ығысуына) қарсы тұру қасиеті.
4. Сығылу-сұйықтықтың қысым әсерінен көлемін өзгерту қасиеті

Гидравликалық соққы

Гидравликалық соққы-жұмыс сұйықтығының ағынын кенеттен тежеу кезінде қысым құбырында пайда болатын қысымның күрт жоғарылауы. Белгілі бір жылдамдықпен қозғалатын сұйықтық кенеттен өз жолында қатты кедергіге тап болады, ол әдетте жапқыш немесе бітеуіш болады. Келесі бөліктер артқы жағынан алға тартады, олар бірақ "білмейді", алда өту жолы жоғын!

Нәтижесінде сұйықтық тоқтап, оның кинетикалық энергиясы сұйықтықтың серпімді сығылуының потенциалдық энергиясына айналады (өйткені сұйықтықтар тек газдармен салыстырғанда сығылмайтын болып саналады және іс жүзінде кристалдық құрылымы бар қатты заттармен бірдей дәрежеде сығылады), мұның бәрі тоқтап тұрған жердегі қысымның тез артуына әкеледі. Сұйықтықтың жылдамдығы неғұрлым жоғары болса және оның сығылуы соғұрлым төмен болады, сонымен қатар құбырдың қаттылығы

соғұрлым жоғары болады. Бұл қысымның жоғарылауы және кенеттен тоқтатылған сұйықтықтың гидравликалық соққысы.

Гидравликалық соққы көбінесе шүмекті немесе ағынмен басқарылатын басқа құрылғыны кенеттен ашқанда немесе жапқанда пайда болады.

Гидравликалық соққымен бірге қысымның күрт артуы өте жағымсыз құбылыс, өйткені гидравликалық соққы әсерін сезінетін құбырдың немесе гидравликалық машиналардың кез-келген элементтерін бұзуы мүмкін. Осы себепті гидравликалық соққылардың алдын алу немесе оның теріс әсерін азайту әдістері жасалуда. Гидравликалық соққының күші тікелей массаға байланысты қозғалыстағы сұйықтық, содан кейін гидравликалық соққының алдын алу үшін гидравликалық соққыларға қатысатын сұйықтықтың массасын мүмкіндігінше азайту керек. Ол үшін бекіту арматурасын резервуарға тікелей жақын жерде орнату керек.

Гидравликалық соққының теріс әсерін азайту шарасы ретінде тікелей гидравликалық соққыны жанама соққыларға ауыстыру қолданылады. Мұны істеу үшін қысым құбырларындағы арматураны баяу жабуға жеткілікті, бұл соққы күшін азайтады.

Алайда, кейбір жағдайларда гидравликалық соққы құбылысы сәтті қолданылады. Гидравликалық соққыны қолданудың мұндай жағдайларына материалдардың бұзылуына арналған өндірістік процестер және т. б. жатады.

ГИДРАВЛИКАЛЫҚ МАШИНАЛАР

Құбырлар арқылы сұйықтықтар мен газдарды жылжыту үшін гидравликалық машиналар қолданылады.

Все гидравлические машины можно подразделить на три группы:

- *сорғылар*, сұйықтықтарды жылжыту үшін қолданылады;
- *компрессорлар*, газдарды қалыптыдан жоғары қысымға дейін қысу және жылжыту үшін қолданылады;
- *желдеткіштер*, сығылу дәрежесі аз ($P_2/P_1 = 0,002-1,1$) кезде газдарды жылжыту үшін қолданылатын.

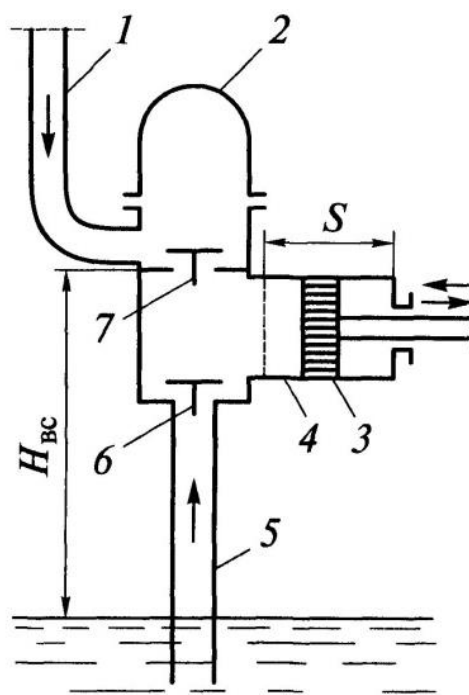
Тамақ өнеркәсібінде қолданылатын барлық сорғыларға келесі талаптар қойылады:

- сорғылардың өнімдермен жанасатын бөліктері жасалған материалдардың тағамдық сұйықтықтарына инерттілігі;
- сорылатын өнімдерге ең аз механикалық әсер;
- біркелкі беру;
- құбырларға ыңғайлы және оңай қосылу;
- жеңіл және жылдам бөлшектеу және құрастыру;
- абразивті бөлшектермен сұйықтықты айдауға арналған сорғылардың тозуға төзімді жұмыс органдары;
- гигиеналық нормаларды техникалық эстетиканың заманауи талаптарымен үйлестіру.

Сорғылардың негізгі параметрлері. Сорғылардың негізгі параметрлеріне мыналар жатады:

- өнімділік (беру) уақыт бірлігінде сорғымен берілетін сұйықтықтың көлемдік мөлшері;
- қысым сорғыға келетін сұйықтықтың әр килограммына жеткізетін механикалық энергияның өсуі, яғни сорғыдан шыққан кезде және оған кірген кезде нақты энергияның айырмашылығы;
- қуат пайдалы (сорғыдан сұйықтыққа беріледі) және электр қозғалтқышы білікке тұтынады. Тұтынылатын қуат шығындар үшін пайдалы болады;
- пайдалы әрекет коэффициенті сорғының пайдалы қуатының тұтынылғанға қатынасы, яғни сорғының жетілу дәрежесі.

Поршеньді сорғы. (сур.21) 4 цилиндр ішінде поршень 3 ілгерілемелі-қайтымды қозғалады. 5 құбыр сорушы, 1 құбыр айдаушы болып табылады.



Сурет 21 - Поршеньді сорғы

Поршень сол жақ позициядан оң жаққа қарай қозғалғанда, цилиндрде сирету пайда болады, нәтижесінде сору клапаны 6 көтеріледі және 5 құбырдағы сұйықтық цилиндрге келіп, поршеньнің 3 артында қозғалады. Поршень оңнан солға қарай жүргенде цилиндрде артық қысым пайда болады және клапан іске қосылады, айдау клапаны 1 көтеріледі және сұйықтық поршеньмен айдау құбырына 7 шығарылады.

Қосиінді-бұлғақты механизмнің көмегімен жүзеге асырылатын поршеньнің бірнеше рет ілгерілемелі-қайтымды қозғалысы кезінде сұйықтық кезекпен сорылады және 5 және 7 құбырларына жіберіледі.

Айдау құбыры арқылы сұйықтықтың біркелкі емес қозғалысы ауа қалпақшасын 2 орнату арқылы тегістеледі.

Поршень жолының ұзындығы S (оның шекті позицияларының арасында)

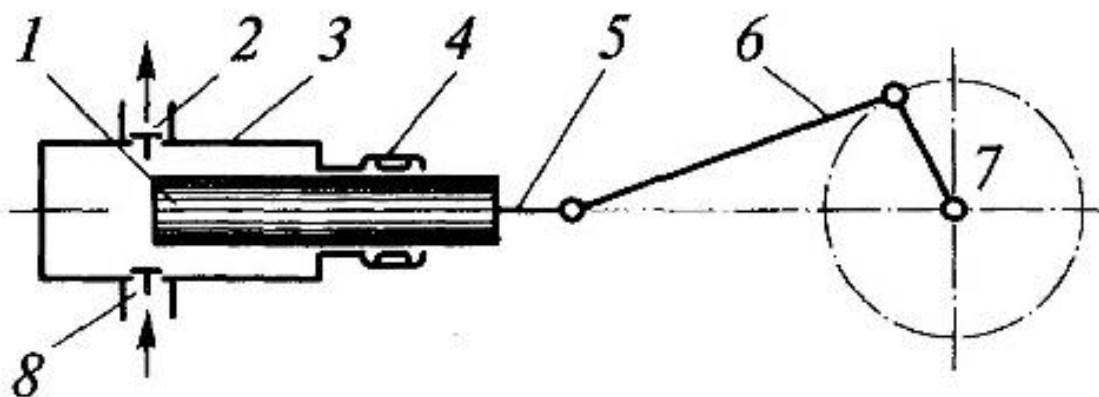
поршень жүрісі деп аталады. Поршень біліктің бір айналымында екі жүрісті жасайтын сорғы (біреуі сору кезінде және біреуі айдау кезінде) *қарапайым әрекет ететін* сорғы болып табылады. Цилиндр қақпақпен жабдықталған сорғы (поршень өзегінің өтуіне арналған тығыздағышпен) және поршень екі жағынан жұмыс істейді, екі есе көп сұйықтық береді, бұл *қос әрекет ететін* сорғы.

Қарапайым жұмыс істейтін сорғылардан айырмашылығы, қос жұмыс істейтін поршеньдік сорғыларда екі жұмыс камерасы бар; бір цилиндрде қозғалатын поршень бар. Әрбір камера сору және айдау клапандарымен жабдықталған. Бір камерада айдау жүреді, ал екінші жағында поршеньнің екінші жағында сору болады. Бұл сорылатын сұйықтықтың біркелкі берілуін қамтамасыз етеді, айдау құбырындағы қысымның пульсациясын азайтады және қарапайым жұмыс істейтін сорғылармен салыстырғанда өнімділікті 2 есе арттырады.

Поршеньдік сорғылардың кемшіліктері-сорғыны бөлшектеу, тазалау және жууды қиындататын клапандардың болуы және сорғыны электр қозғалтқышының білігіне қосу үшін редукторларды орнату қажеттілігі, бұл сорғы қондырғысын тұтастай қиындатады және оны көлемді етеді.

Поршеньді сорғылардың артықшылығы-олар айдау құбырында үлкен қысым жасайды, тұтқыр сұйықтықтарды айдауға жарамды, тиімділігі жоғары және сорылатын сұйықтыққа аздап әсер етеді.

Плунжерлік сорғылар. Әр түрлі қондырғыларда, мысалы, гомогенизаторларда, бүріккіш кептіргіштерде жоғары қысым жасау үшін плунжерлік сорғылар қолданылады (сурет 22).



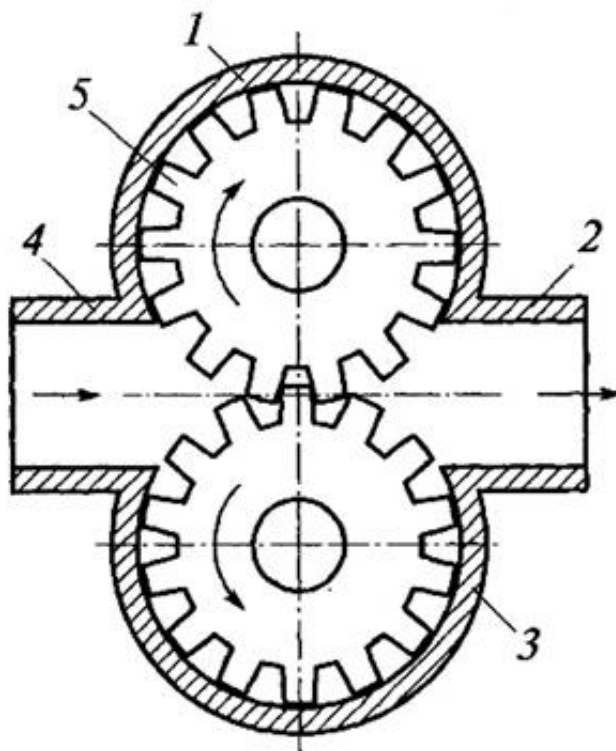
Сурет 22- Плунжерлік сорғы

1- плунжер, 2 – айдау клапаны, 3-цилиндр, 4-тығыздағыш, 5- соташық, 6-бұлғақ, 7- қосиін, 8- сору клапаны

Олардың жұмыс принципі поршеньді сорғылармен бірдей. Плунжер сорғысының артықшылығы-плунжер құрылғысы мен тығыздағыштың тығынының қарапайымдылығы, бұл плунжер мен цилиндр арасында қосымша тығыздауды қажет етпейді, ондайды поршеньді сорғылармен жасауға болмайды

Тісті доңғалақты сорғылар. Тісті доңғалақты сорғы (сурет 23) сору 4 және айдау 2 келте құбыры бар 1 корпустан және екі тісті доңғалақтан

тұрады. Жұмыс білігіне қосылған * берілістердің бірі электр қозғалтқышынан айналады және ротор деп аталады, ал екіншісі — бірінші редуктормен қозғалатын бос беріліс.

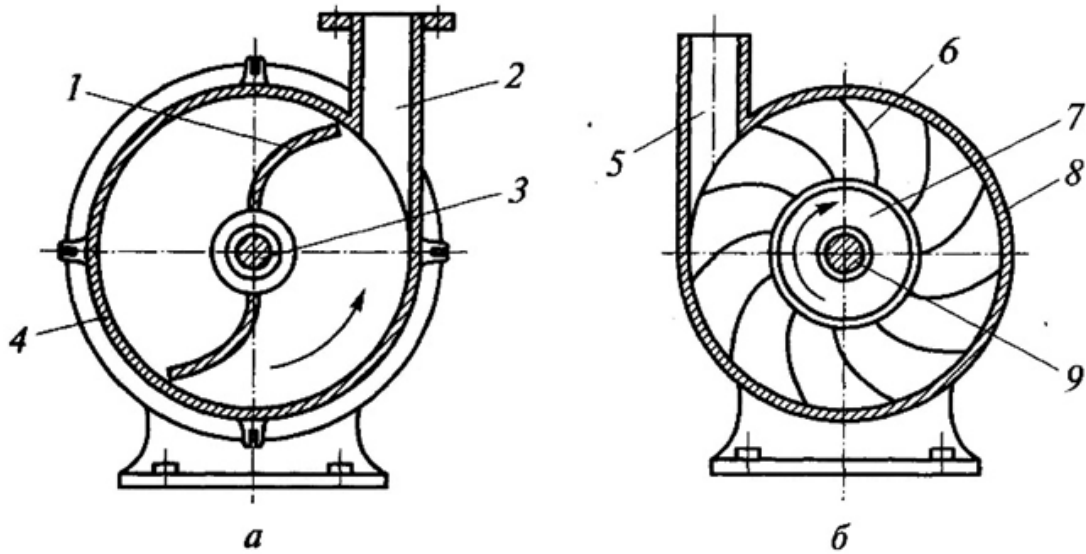


Сурет 23 - Тісті доңғалақты сорғылар

Сорғы келесідей жұмыс істейді. 5-Ротор сағат тілімен бұрыла отырып, қозғалысты сағат тіліне қарсы айналатын 3 тұйықтағышқа береді. Тісті доңғалақ тістері іліністен шыққан кезде босату пайда болады және сұйықтық корпусқа енеді. Берілістер келіп түскен сұйықтықты ұстап, оны айналу бағытына жылжытады. Тістер айдау келте құбыры аумағындағы ағытпаға қайтадан кірген кезде тістер мен корпус қабырғалары арасындағы қуыстардағы сұйықтық айдау құбырына шығарылады.

Тозған сайын редукторлар мен сорғы корпусы арасындағы соңғы және радиалды саңылаулар артып, сорғының көлемдік тиімділігі төмендейді. Сорғы жұмыс істеп тұрған кезде, тістер арасындағы, сондай-ақ редукторлар мен корпус қабырғалары арасындағы саңылаулар арқылы сұйықтықтың ағуы болуы ықтимал.

Орталықтан тепкіш сорғы. Орталықтан тепкіш сорғының маңызды бөлігі (сурет.24) Екі 1 және 3 дискілерден құрылған жұмыс дөңгелегі. Дискілер дискілердің арасындағы кеңістікте қисық сызықты арналарды құрайтын 2 артқа иілген қалақшалармен жалғанады. Сол жақ 3 дискісінде жұмыс доңғалағының ішіне сорылатын сұйықтықтың енуіне арналған тесік бар. Оң жақ диск 1 — біркелкі. Жұмыс дөңгелектері бекітілген білік муфтамен қозғалтқыш білігіне жалғанады. Доңғалақ ұлулар тәрізді корпуста айналады.



Сурет 24 - Орталықтан тепкіш сорғы

*а- қалақты (дисксіз); б- дискілі (бір сатылы); 1,6-қалақша;
2,5- айдау келте құбыры; 3,9- сору саңылауы; 4,8-корпус; 7- жұмыс дөңгелегі*

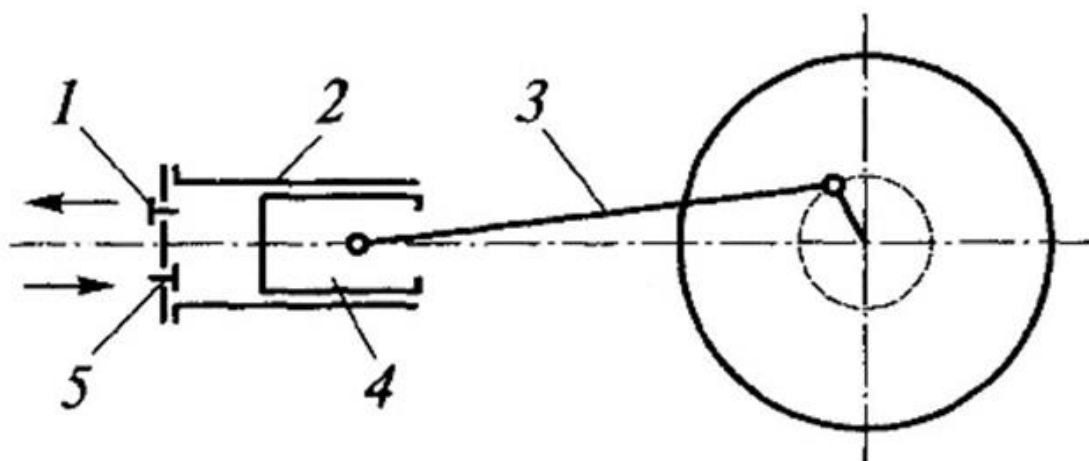
Доңғалақтың айналу жылдамдығы соншалық жоғары, қалақтардың астындағы каналдардағы сұйықтық 3 (9) сору тесігінен (сорғының ортасында орналасқан) орталықтан тепкіш күшпен қалақшалардың шетіне шығарылады және сорғы корпусына ағып кетеді. Ұлу тәрізді корпустан сорылатын сұйықтық айдау құбырына түседі. Сонымен бірге, орталықта сорғы құрылады сиретілу, салдарынан қысымның әртүрлілігі сұйықтық бойынша соратын құбыр орталықтан тепкіш сорғының ішіне өтеді.

Іске қосар алдында сорғының корпусына айдалатын сұйықтық құйылуы тиіс. Бұл айналдыру кезінде доңғалақ сұйықтықты сору құбырына көтеру үшін қажетті қысым айырмашылығын тудыруы үшін жасалады, оның соңында сұйықтық құйылған кезде сорғыдан ағып кетпес үшін қайтару клапаны орнатылады.

Орталықтан тепкіш сорғының жұмыс принципі айналу кезінде қозғағыш сұйықтыққа қысымның потенциалдық энергиясына айналатын жылдамдықты беретіндігіне негізделген. Энергия қалақшалардың ағынға динамикалық әсер етуі арқылы беріледі, бұл сұйықтық бөлшектері доңғалақ каналдары арқылы өткен кезде олардың жылдамдығының өзгеруіне әкеледі.

Жұмыс тізелерінің санына байланысты орталықтан тепкіш сорғылар бір және көп сатылы болуы мүмкін. Бір сатылы орталықтан тепкіш сорғылар қажетті қысым өлшегішті дамытады (сұйықтық бір қозғағыштан өткен кезде).

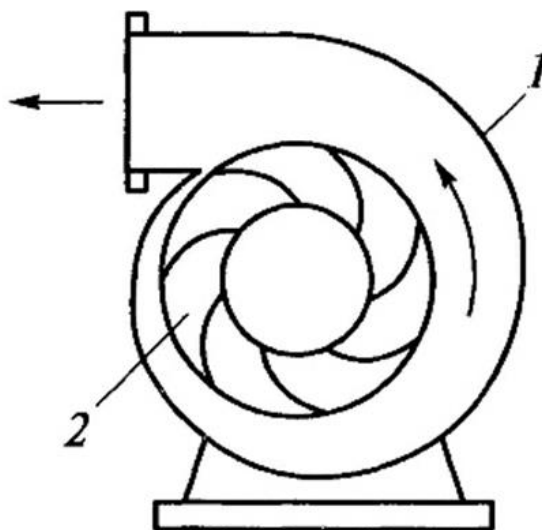
Поршеньді компрессор. Поршеньдік бір сатылы компрессор поршеньдік сорғыға ұқсас. Қарапайым әрекет ететін бір сатылы поршеньді компрессордың схемасы 25-суретте көрсетілген.



Сурет 25 - Поршеньді компрессор

Поршень компрессордың 2 цилиндрінде қозғалады, онда газ сору клапаны арқылы рх қысымымен енеді 5 және қысыммен сығымдалған р2 қысым клапаны арқылы шығады 1: поршеньнің ілгерілемелі-қайтымды қозғалысы 3 қосиінді-бұлғақты механизмнің көмегімен жүзеге асырылады (қозғалтқыштан). Поршень цилиндр қуысын сол және оң бөліктерге герметикалық түрде бөледі. Поршень солдан оңға қарай сорылады. Майлау майының күйіп кетуіне жол бермеу үшін цилиндр қабырғалары сумен салқындатылады.

Орталықтан тепкіш желдеткіштер. Әрекет принципі мен құрылғы бойынша орталықтан тепкіш желдеткіштер бір сатылы орталықтан тепкіш компрессорларға ұқсас, бірақ аз айналмалы жылдамдықпен ерекшеленеді (80 м/с аспайды). Төмен қысу жағдайында газдың сығылуын елемеуге болады. Орталықтан тепкіш желдеткіштің схемасы 26-суретте келтірілген.



Сурет 26 - Орталықтан тепкіш желдеткіштер

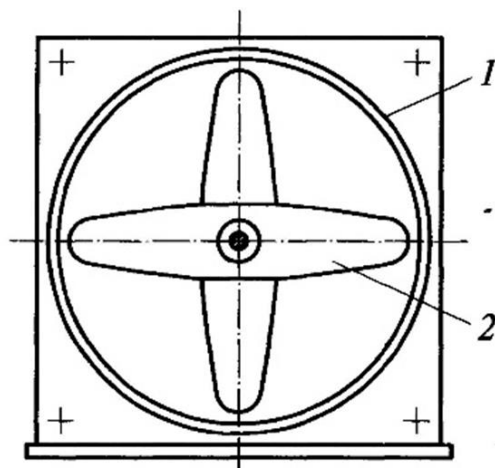
Орталықтан тепкіш желдеткіште жұмыс дөңгелегі бар 2, қалақшалары немесе қалақ бар, ол 1 спиральды корпуста айналады. Желдеткіштің корпусы тұғырға бекітіледі. Ауа (газ) сору құбыры арқылы доңғалақтың орталық қуысына енеді, қалақшалармен ұстап, кеңейтілген шығыс құбыры арқылы айдалады. Желдеткіштерде әртүрлі типтегі қалақшалар қолданылады-тік және қисық. Қысқа қалақтары бар кең дөңгелектер — барабан түріндегі дөңгелектер кең таралған. Ағынның доңғалақтарға берілуі қысымның жоғалуын азайту үшін тегіс болуы керек.

Желдеткіштер — Вентеляторлар — үй-жайларды желдету, аэроқоспаларды құбырлар арқылы тасымалдау, тартым жасау және т.б. кезінде олардың қозғалысы үшін ауаның немесе газдың артық қысымын (әдетте 11,5 кПа дейін) тудыратын құрылғылар-әдетте қуаты аз бір сатылы машиналар, сондықтан олардың конструкциясы қарапайым. Көптеген желдеткіштер бағыттаушы құрылғыларсыз жасалады.

Орталықтан тепкіш желдеткіштердің шығыс келте құбыры: қысқа цилиндр; конустық воронка; қысқа цилиндрлік учаскесі бар конустық воронка; бірқалыпты иілген воронка түрінде орындалады.

Орталықтан тепкіш желдеткіштердің өнімділігі қалақтардың айналу жиілігін өзгерту сору немесе айдау желілеріндегі ысырманы ашу және жабу арқылы реттеледі. Каталогтарға немесе МемСТ-қа сәйкес желдеткіш маркасын таңдау үшін сіз геометриялық ұқсас машиналардың сипаттамалары бірдей екенін білуіңіз керек, яғни желдеткіштердің барлық сериялары үшін сіз жалпы сипаттаманы қолдана аласыз.

Осьтік желдеткіштер. Егер үлкен көлемде газ беру қажет болса, осьтік желдеткіштер қолданылады (сурет 27)



Сурет 27 - Осьтік желдеткіштер

Осьтік желдеткіштің жұмыс 2 қалақшасының 2-ден 16-ға дейін қалақ бар, олардың пішіні ұшақ ебелегіне ұқсас. Осьтік желдеткіштер реверсивті және ПӘК жоғары, ықшам. Олар тұрақты емес жұмыстың салыстырмалы түрде кең аймағымен сипатталады.

3.2 Біртекті емес жүйелердің жіктелуі

Біртекті емес жүйе деп екі немесе бірнеше физика-химиялық біртекті емес (әртүрлі агрегаттық күйлерде) фазалардан (мысалы, газ — сұйық, сұйық — қатты бөлшектер, газ — қатты бөлшектер) тұратын жүйе аталады.

Ұсақ бөлшектелген күйдегі фаза **дисперсті** (немесе ішкі) деп аталады. Дисперсті фазаның бөлшектері таралған орта болып табылатын фаза **дисперсионды** (немесе сыртқы) деп аталады. Бұл тегіс фаза болып табылады.

Фазалардың физикалық жағдайына байланысты келесі біртекті емес (гетерогенді) жүйелер бөлінеді: эмульсия, суспензия, көбік, тұман, шаң, түтін, олардың мысалдары 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 - Біртекті емес (гетерогенді) жүйелер

Фаза		Біртекті емес (гетерогенді жүйе)	Біртекті емес жүйелердің мысалдары
дисперсионды	дисперсті		
Сұйық	Сұйық	Эмульсия	Сүт
Сұйық	Қатты	Суспензия	Көкөністерді жуу кезінде су мен құм қоспасы; су мен ұсақталған дән қоспасы - сыра кептелісі
Сұйық	Газ	Көбік	Сыра көбігі, флотация кезіндегі лас көбік, ауаны дымқыл тазарту
Газ	Сұйық	Тұман	Екінші будың конденсациясы кезінде су мен ауа тамшыларының аараласпасы
Газ	Қатты	Шаң	Ұн, қант шаңы
Газ	Қатты	Түтін	Жану өнімі

Эмульсиялар мен көбіктер дисперсті фазаның дисперсиондыға және керісінше дисперсиондыдан дисперсияға ауысу мүмкіндігімен сипатталады. Бұл ауысу фазалардың белгілі бір қатынасында мүмкін және фазалардың инверсиясы (айналымы) деп аталады.

3.3 Біртекті емес жүйелерді бөлу процестері

Технологиялық процестерде пайда болған біртекті емес жүйелер келесі мақсаттарда бөлінеді:

* қоршаған ортаны қорғау, атап айтқанда атмосфералық ауа мен су қоймаларын ластанудан қорғау үшін;

* сатурациялық аппараттарда қант өндірісінде қатты бөлшектерден бос шырын алу;

* утфельден кристалды қант алу;

* сыра ашытқысын сыра кептелістерінен жармадан босату;

* май концентрациясын арттыру үшін және одан әрі май өндіру үшін сүтті қоюландыру және т. б.

Біртекті емес жүйелерді қозғаушы күш бойынша бөлу процестерінің жіктелуі, оған электрлік (электр тогының әсерінен пайда болатын) те жатады, 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 - Біртекті емес жүйелерді бөлу процестерінің жіктелуі

Бөлу әдісі	Қозғаушы күші	Процесс
Тұндыру	Ауырлық күші Ортадан тепкіш күш Электрлік күштер	Тұндыру Центрифугалау, сепарациялау арқылы тұндыру Электр өрісіндегі тұндыру
Сүзу	Қысым айырмасы Ортадан тепкіш күш Электрлік күштер	Сүзу Центрифугалау Электрлік сүзу
Флотация	Қысым айырмасы Электрлік күштер	Пневматикалық, ағынды, эжекторлық флотациялар Электролиттік флотация

Тұндыру

Қатты немесе сұйық бөлшектердің сұйық немесе газды біртекті емес бөлшектерден бөлу процесі **тұндыру** деп аталады.

Гравитациялық өрістегі тұндыруды **тұнбалану** деп атайды. Тұндыру механизмі өте қарапайым: тыныштықта немесе төмен жылдамдықпен қозғалатын біртекті емес жүйе ауырлық күшіне байланысты оның құрамдас бөліктеріне бөлінеді. Бұл процесс суспензияларды, эмульсияларды, түтін мен шаңды өрескел бөлу үшін кеңінен қолданылады, өйткені бөлшектердің тұндыру жылдамдығы төмен.

Тұндыру процесінің негізгі сипаттамалары болып табылады:

- бөлшектердің тұндыру жылдамдығы;
- сызықтық ағын жылдамдығы;
- аппаратта ағынның болу ұзақтығы;
- алынған фракциялардың сапасы.

Диаметрі d және массасы m шар тәрізді бөлшекке, тұндыру кезінде әрекет етеді:

- ауырлық күші:
- итергіш күш (Архимед күші):
- ортаның қарсылық күші R Ньютон теңдеуіндегі үйкеліс пен инерция күштерінен тұрады:

Ламинарлық қозғалыс кезінде, төмен жылдамдықта және бөлшектердің аз мөлшерінде немесе ортаның жоғары тұтқырлығында, бөлшек сұйықтықтың шекаралық қабатымен қоршалған және ағынмен тегіс ағады. Мұндай жағдайларда энергияның жоғалуы негізінен үйкеліс кедергісін жеңумен байланысты.

Ағынның турбуленттілігінің дамуымен (мысалы, дене жылдамдығының жоғарылауымен) инерция күштері маңызды рөл атқара бастайды. Осы күштердің әсерінен шекара қабаты дененің бетінен шығады, бұл оған жақын жерде қозғалатын дененің артындағы қысымның төмендеуіне және белгілі бір кеңістікте тәртіпсіз жергілікті құйынданулардың пайда болуына әкеледі.

Сүзу

Сұйық және газды біртекті емес жүйелерді кеуекті бөгет арқылы тоқтатылған бөлшектерді ұстап, фильтратты немесе тазартылған газды өткізуге қабілетті бөлу процесі **сүзу** деп аталады.

Процестің қозғаушы күштері болып табылады:

- сүзгі бөгеттегі қысымның төмендеуі (қысымның төмендеуі әсерінен сүзу);
- орталықтан тепкіш күш (сүзгілі центрифугалау);
- электр күші (электр сүзгілеу).

Сүзу процесі тамақ өнеркәсібінің барлық салаларында кеңінен таралды: қызылша қант өндірісінде (тұнбаны сатурациялық шырындардан бөлу үшін, сироптарды тазарту үшін); Сыра алкогольсіз (дәнді сыра ашытқысынан және сыраны ағартудан бөлу үшін); консервілерде (жеміс шырындарын ағарту үшін); нан пісіру, ұн тарту өндірісінде (ауаны тазарту үшін).

Сүзу түрлері

Сүзгіш бөгеттің бетінде тұнба түзе отырып және жиынтықтар түзе отырып сүзу. Бұл әдіспен қатты бөлшектер сүзу басталғаннан бастап алғашқы сәттерде сүзгі бөлімінің тесіктерінен өтеді, бірақ көп ұзамай оған жиналады және сүзгі арқылы тек тазартылған сұйықтық-сүзгі ағыла бастайды (сыра зауыттарындағы кептелістерді сүзу).

Саңылауларды бітеп сүзу. Бұл сүзу әдісімен қатты бөлшектер сүзгі бөлігінің тесіктеріне еніп, сүзгі өнімділігінің төмендеуіне әкеледі (сыраны сүзу).

Аралық сүзу түрі. Сүзудің аралық түрінде тұнбаның капиллярларға енуі, олардың бітелуі және капиллярлардың сағаларында жиықтардың пайда болуы байқалады.

Сүзу түрі суспензияның қасиеттеріне, сүзу қысымына және сүзгі бөліміне байланысты.

Дисперсті фаза $dч$ бөлшектерінің орташа мөлшеріне байланысты процестерді ажыратады:

- * сүзу ($dч > 100$ мкм);
- * микрофльтрация ($100 > dч > 0,05$ мкм);
- * ультрасүзгілеу ($0,05 > dч > 10^{-3}$ мкм);
- * кері осмос ($dч < 5 \cdot 10^{-3}$ мкм).

Сүзгі бөлімдерінің түрлері. Сүзгі бөлімдері ретінде өсімдік талшықтарынан (мақтақағаздар - бельтинг, миткал және т.б.), жануарлардан (жүн), минералды (асбест) және синтетикалық талшықтардан (капрон, нейлон және т. б.) жасалған арнайы маталар қолданылады. Соңғы уақытта кеуекті металл, керамика және металл-керамикалық сүзгі бөлімдері кеңінен қолданыла бастады. Кейбір жағдайларда құм, қиыршықтас және т. б. қабаттары қолданылады.

Қысымның төмендеуі әсерінен сүзу. Дифференциалды қысым әсерінен сүзу кезіндегі негізгі мән — бұл тұнба құрылымына, оның қабатының қалыңдығына, сүзгі бөлімінің сипатына, сұйықтықтың тұтқырлығына және процестің қозғаушы күшіне байланысты сүзу жылдамдығы.

Ортадан тепкіш күш әсерінен сүзу. *Центрифугалау* деп аталатын сүзгі бөлімі арқылы ортадан тепкіш күш әсерінен біртекті емес жүйелерді бөлуді атайды.

Центрифугалау жүзеге асырылатын құрылғылар *центрифугалар* деп аталады.

Флотация

Газ көпіршіктерінің жүйенің ішкі фазасын құрайтын бөлшектерге таңдамалы жабысуына негізделген сұйық біртекті емес жүйелерді бөлу процесі *флотация* деп аталады.

Флотация ет және май комбинаттарының сұйықтықтары мен ағынды суларын майсыздандыру, жүгері крахмалы өндірісінде крахмал сүтінен глютенді шығару, мәдени сұйықтықтан жемшөп ашытқысын шығару және т.б. үшін кеңінен қолданылады.

Флотация процесінде сұйықтықтағы газ көпіршіктері нашар суланған (гидрофобты) бөлшектерге жабысып, оларды сұйықтықтың бетіне көтереді, онда олар пайда болған көбікпен бірге сілтсізденеді, ал сумен жақсы суланған (гидрофильді) бөлшектер газ көпіршіктеріне жабыспайды, аппараттың түбіне жиналып, шығарылады.

Жоғары дисперсті күйдегі газ көпіршіктерінің саны сұйық жүйенің көлем бірлігіне біркелкі бөлінетіні анықталды, яғни оның аэрация дәрежесі неғұрлым жоғары болса, флотация жылдамдығы соғұрлым жоғары болады.

Флотация-пневматикалық, эжекторлық, электролиттік, қысымдық болып келеді.

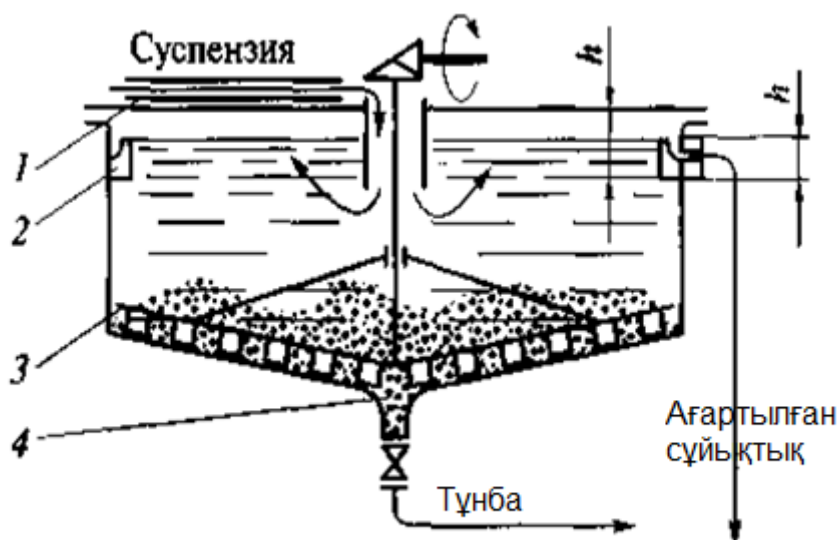
Пневматикалық флотация кезінде ауа сұйықтыққа қысыммен барботерлер - диаметрі 1 - ден 10 мм-ге дейін тесіктері бар құбырлар арқылы енгізіледі.

Эжекторлық флотация кезінде сұйықтық пен ауа эжекторға түседі, онда олардың жақсы араласуы қамтамасыз етіледі.

Электролиттік флотация кезінде бөлінетін су қоспасы арқылы тұрақты электр тогы өтеді. Судың электролизі кезінде пайда болған оттегі мен сутегі электрофлотация деп аталатын заттар үшін қолданылады.

БІРТЕКТІ ЕМЕС ЖҮЙЕЛЕРДІ БӨЛУГЕ АРНАЛҒАН АППАРАТТАР

Тұндырғыш. Үздіксіз жұмыс істейтін бір деңгейлі тұндырғышты қарастырыңыз (28-сурет). 1-құбыр арқылы суспензия аппараттың "орталық" бөлігіне беріледі, 2-сақиналы науа арқылы тазартылған сұйықтық шығарылады, тұнба аппараттың төменгі бөлігінде жиналады.

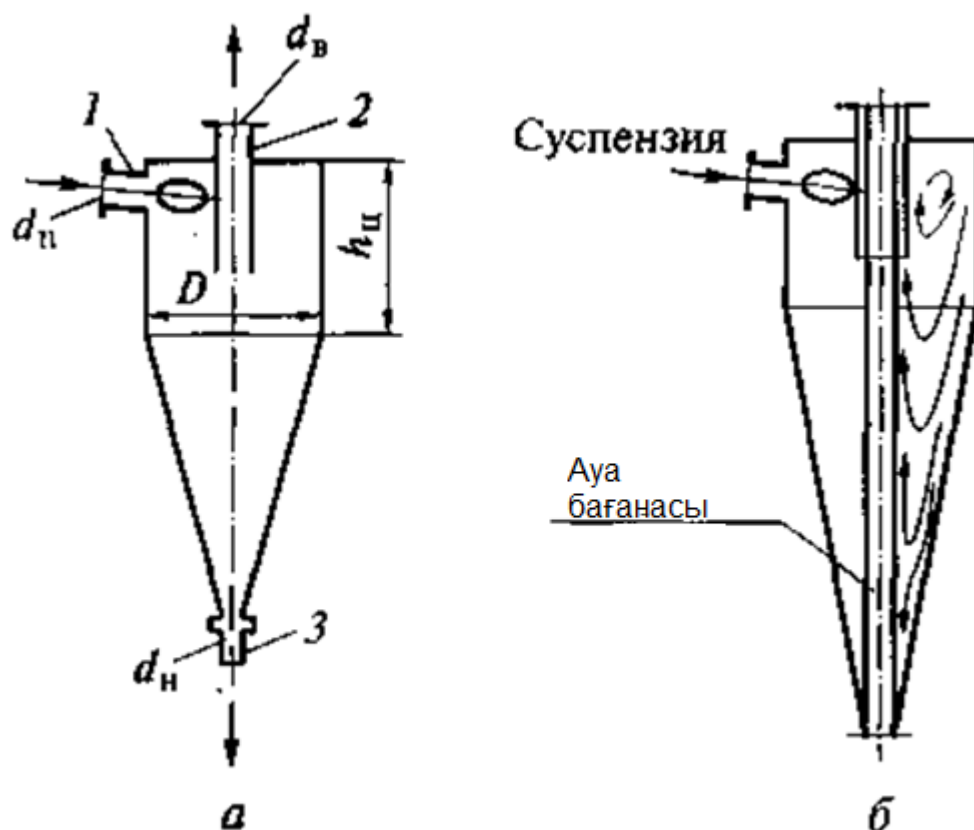


Сурет 28 - Үздіксіз жұмыс істейтін бір деңгейлі тұндырғыш
1-құбыр, 2-сақиналы науа, 3-қырғыш, 4-түсіру штуцері

3 қырғыш (айналу жиілігі 0,02-0,5 айн/мин) тұнбаны түбі бойынша 4 түсіру штуцеріне үздіксіз жылжытады. Тұндырғыштардың кемшілігі - тұнба ылғалдылығының жоғары мөлшері (60% - дан астам).

Гидроциклон. Гидроциклонның жұмыс принципін қарастырайық (29-сурет) шамамен 250 кПа қысыммен бөлінетін суспензия корпусының цилиндрлік бөлігіне 1-ші түтік арқылы тангенциалды және горизонтқа шамамен 4° бұрышпен жеткізіледі.

Суспензия центрифугалық күштің әсерінен айналғанда гидроциклонда екі айналмалы ағын пайда болады — сыртқы және ішкі. Үлкен және тығыз бөлшектер құрылғының қабырғаларына лақтырылады және конустық бөлік бойымен пайда болған сыртқы ағынмен төменгі 3 құбырға түседі, ол арқылы олар қоюландырылған суспензия түрінде шығарылады.



Сурет 29 - Гидроциклон

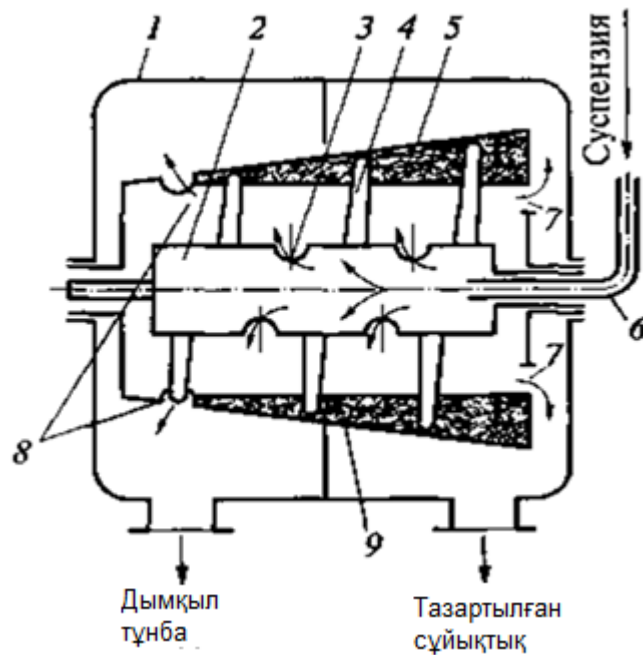
а-құрылғы схемасы, б-гидроциклондағы ағындардың қозғалысы

1-қоректендіру келте құбыры, 2-ағызу келте құбыры, 3-төменгі келте құбыры

Жұқадисперсті бөлшектері бар тазартылған сұйықтық құрылғының жоғарғы жағында орналасқан 2 ағызу келте құбыры арқылы шығарылады. Гидроциклон осіне жақындаған сайын айналмалы жылдамдық артады, сонымен бірге сұйықтықты периферияға лақтыратын центрифугалық күш пайда болады, нәтижесінде құрылғының ортасында ауа арнасы пайда болады. Осы тік канал арқылы гидроциклоннан тазартылған сұйықтықты шығаратын ішкі ағын төменнен жоғарыға бағытталған. Гидроциклондағы бөліну тиімділігі оның радиусының төмендеуімен және ондағы суспензияның айналу жылдамдығының жоғарылауымен артады.

Үздіксіз жұмыс істейтін тұндырғыш көлденең шнекті центрифуга (ҮЖТКШ). Үздіксіз жұмыс істейтін тұндырғыш көлденең шнекті центрифуга (ҮЖТКШ) тұнбаны механикаландырылған түсірумен (сурет 30) крахмал-сірне өндірісінде қолданылады.

ҮЖТКШ центрифугасы 1 корпусында әртүрлі айналмалы жылдамдықпен айналатын екі барабаннан тұрады. Цилиндрлік барабанның 2 суспензия үшін 3 терезе және конустық барабанның 5 ішкі беті бойымен қозғалту үшін шнек 4 бар.

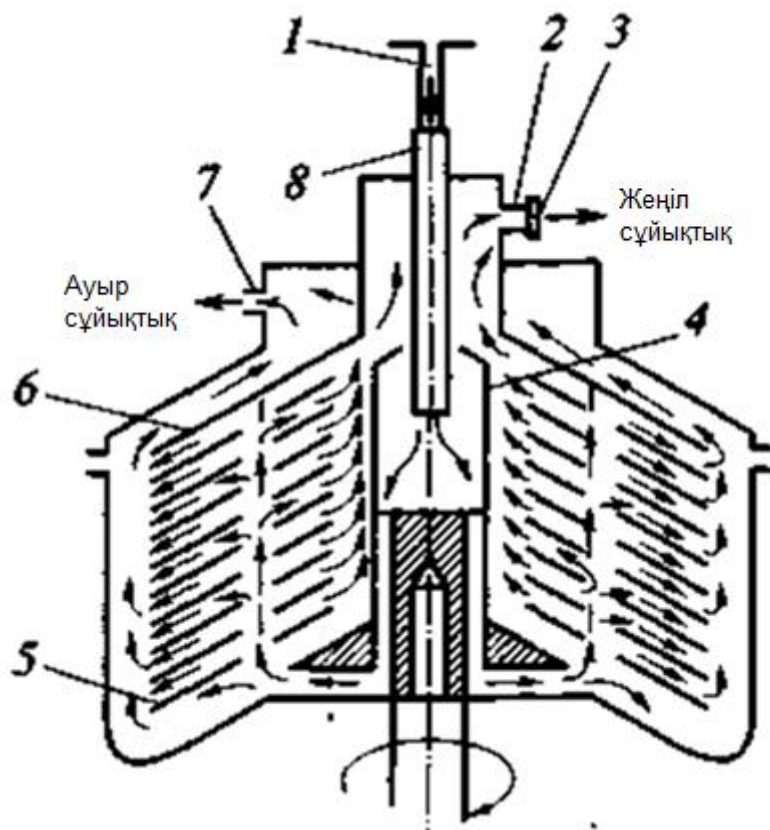


Сурет 30 – Үздіксіз жұмыс істейтін центрифуга тұндырғышкөлденең шнекті
 1-корпус, 2-цилиндрилік барабан, 3,7-терезелер, 4-шнек, 5-конустық барабан, 6-құбыр,
 8-түсіру терезелері, 9-бөгет

6 құбыр арқылы бөлінетін суспензия цилиндрилік барабанның ішіне енгізіледі және 3 терезе арқылы конустық барабанның ішкі қуысына енеді 5. Центрифугалық күштің әсерінен тұнба конустық барабанның қабырғаларына лақтырылады және аз жиілікте айналатын шнек 8 түсіру терезелеріне ауысады, ал тазартылған сұйықтық 7 терезелер арқылы шығарылады. 9 бөлімі алынған фракциялардың араласуына жол бермейді.

Тарелка тәрізді сепаратор. Барабанның диаметрі 150-300 мм болатын 5000-10000 айн/мин жылдамдықпен айналатын сүт сепараторының мысалын қолдана отырып, тарелка тәрізді сепаратордың жұмысын қарастырайық (31-сурет).

1 бекітілген құбыр арқылы сүт 8 орталық құбырға беріледі, ол жерден 5 конустық табақтар пакетіне түседі. Сүт сепараторларының тақтайшаларында 120° арқылы үш тесік бар, ал олардың ішкі бетінде биіктігі шамамен 0,4 мм болатын шыбықтар (табандар) бар. 5 конустық табақшалар пакеті 4 ұстағышқа орнатылады, осылайша тесіктер в тарату тақтасына жететін үш тік канал құрайды, онда тесіктер жоқ.



Сурет 31 – Тарелка сепараторы

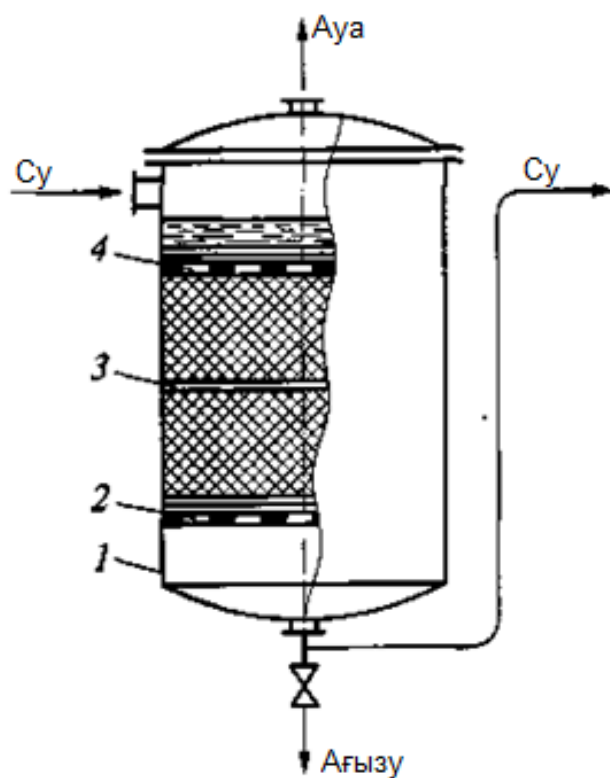
1-бекітілген құбыр, 2-канал, 3,7-реттеу бұрандалары, 4-тарелка ұстағыш, 5-конустық тарелка, 6-тарату тарелкасы, 8-орталық құбыр

Шиптердің болуы тарелкалар арасында бос орындардың пайда болуын қамтамасыз етеді.

Сүт тік арналар арқылы көтеріліп, тарелкалар арасындағы саңылауларда таратылады. Центрифугалық күштің әсерінен майсыз сүт (ауыр компонент) шеткеріге шығарылады, ал қаймақ (жеңіл компонент) барабан осіне қарай жылжиды. Майсыз сүт 6 табақшасының үстінен өтіп, 3 реттеу бұрандасындағы тесік арқылы шығарылады, ал крем в табақшасының астынан өтеді, 2 арнасы арқылы шығарылады және барабаннан 7 реттеу бұрандасындағы тесік арқылы шығарылады.

Құм сүзгісі. Құм сүзгісі (32-сурет) мәні жоқ тұнба түзетін қатты және қабыршақты қоспалардың аз мөлшері бар суды, арақтарды және басқа сұйықтықтарды сүзу үшін қолданылады.

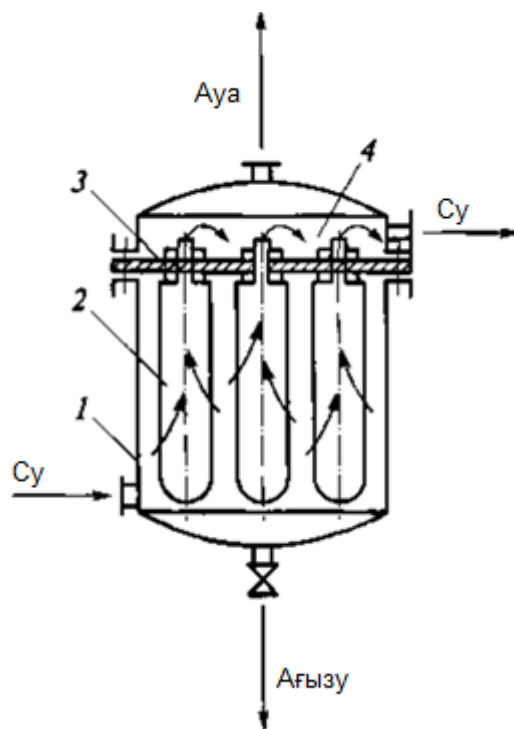
1 және 2 металл торларының арасындағы 4 құм сүзгісінің цилиндрлік корпусында матаның тығыздағышымен 3 бөлінген құмның екі қабаты бар (жоғарғы және төменгі жағында үлкен). Сондай-ақ, мата құмның сүзгіге түспеуі үшін төменгі торға және құмның тез ластануына жол бермеу үшін жоғарғы торға орналастырылады. Сүзу шамамен 0,05 МПа қысыммен жүзеге асырылады. Құм ластанған сайын оны төменнен жоғары қарай берілетін сумен жуады.



Сурет 32 – Құм сүзгісі

1-цилиндрлік корпус, 2,4-металл тор, 3-мата тығыздағышы

Патронды сүзгі. Патронды сүзгілер (сурет 33) алкогольсіз сусындар өндірісінде суды тоқтатылған бөлшектер мен микроорганизмдерден босату, қант пен басқа ерітінділерді, сондай-ақ газдарды тазарту үшін қолданылады.



Сурет 33 – Патронды сүзгілер

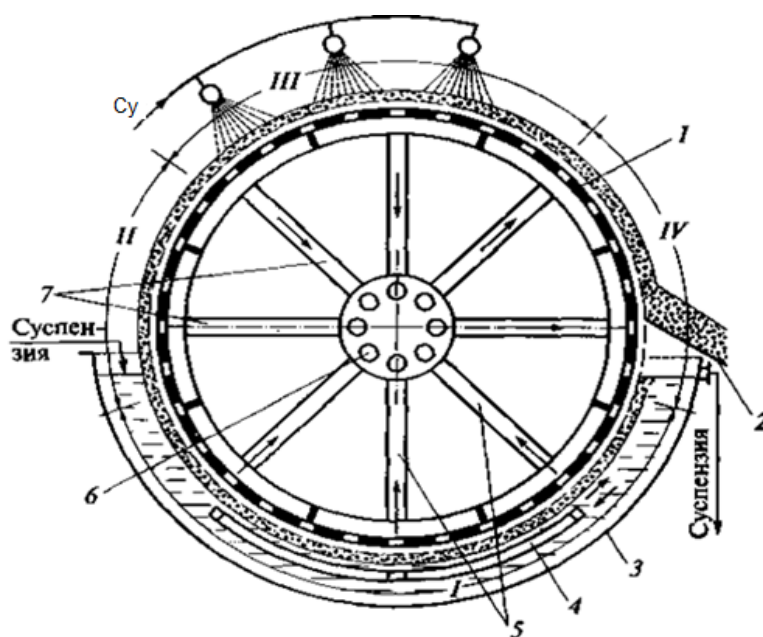
1-корпус, 2-патрондар, 3-тор, 4-жоғарғы камера

Мұндай сүзгінің элементтері кеуекті керамикадан, диатомиттен немесе болат тесілген түтіктерден жасалған картридж түрінде жасалады, оның бетіне тот баспайтын сым оралған, сондықтан оның бұрылыстары арасында шамамен 0,1 мм бос орын пайда болады, ол арқылы сүзгі диатомит қабатын картридждің бетіне алдын-ала жуғаннан кейін пайда болады.

2 патрондары 3 корпусында орнатылған 1 торының тесіктеріне бекітіледі. 0,2-0,4 МПа қысымымен бөлінетін сұйықтық корпусың бүйіріне беріледі, патрондардың қабырғалары арқылы олардың ішіне сүзіледі, содан кейін сүзгі 4 сүзгінің жоғарғы камерасына кұйылады және одан тыс шығарылады.

Жұқа суспензиялар мен газдарды сүзу үшін диаметрі шамамен 60 мм, ұзындығы 700 мм және қалыңдығы 3 мм-ге дейінгі металл-керамикалық сүзгілер 60 мкм-ден 0,5 мм-ге дейінгі болат, титан немесе мыс түйіршіктерін дәнекерлеу арқылы алынады. Мұндай сүзгінің сақтау қабілеті шамамен 99% кұрайды. Картридж сүзгілері әдетте сығылған ауамен қалпына келтіріледі.

Барабанды вакуум-сүзгі. Металл тормен және сүзгі шүберекпен жабылған бүйір бетіндегі тесіктері бар 1 қуыс барабан (34-сурет) 3-шұңқырда төмен жылдамдықпен айналады (0,1-2,6 айн/мин).



Сурет 34 – Барабанды вакуум-сүзгі

*I, II, III, IV – тиісінше сүзу, кептіру, жуу және кептіру, үрлеу аймақтары,
1-барабан, 2-пышақ, 3-шұңқыр, 4-араластырғыш, 5-түтіктер, 6-тарату басы, 7- арналар*

Шұңқыр суспензиямен толтырылған, оған барабанның беті 0,3-0,4 батырылған. Барабан радиалды бөлімдермен ұшықтарға бөлінеді, олардың әрқайсысы білік шұңқырындағы 7 каналдар арқылы 6 тарату басымен байланысып, иықтың соңғы бетіне басылады. Тарату басы барабан жасушаларын вакуум мен Сығылған ауа сызықтарымен дәйекті түрде қосуға қызмет етеді. Суспензияға батырылған барабан жасушалары вакуумдық

сызықпен байланысады. Барабанның сырты мен ішіндегі қысым айырмашылығының әсерінен тұнба оның бетіне түседі, ал сүзгі барабанның ішіне сорылып, тарату басы арқылы шығарылады.

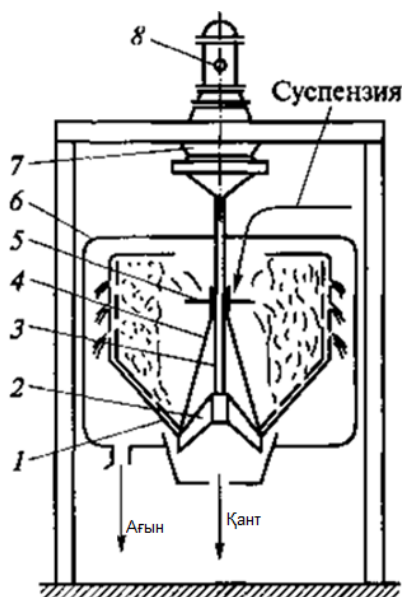
Тұнба жиналатын барабан жасушаларының беті і сүзу аймағы деп аталады, барабанның тиісті жасушалары суспензиядан шыққан кезде тұнба жұқарған кезде кептіріледі (кептіру аймағы II). Содан кейін тұнба 5 түтіктері арқылы берілетін сумен жуылады, ал жуу суы фильтрат сияқты тарату басы арқылы сорылады. Осы аймақта жуғаннан кейін (жуу және кептіру аймағы III) тұнба ауамен кептіріледі, ол тұнба қабаты арқылы өтеді.

Осыдан кейін жасушалар тарату басы арқылы сығылған ауа желісіне қосылады (IV үрлеу аймағы). Ауа ғана емес алады, бірақ және разрыхляет тұнба, соның арқасында жеңілдетіледі оның кейіннен жою.

Кептірілген тұнбасы бар ұяшықтар 2 пышаққа жақындаған кезде сығылған ауаның берілуі тоқтайды және тұнба ауырлық күшінің әсерінен матаның бетінен түседі. Пышақ негізінен матадан бөлінген шөгінді қабаты үшін бағыттаушы жазықтық ретінде қызмет етеді. Барабанның одан әрі айналуы кезінде тұнбадан босатылған мата ауамен үрлеу арқылы тазартылады. Осыдан кейін барабанның бір айналымына сәйкес келетін операциялардың бүкіл циклі қайтадан қайталаынады.

Осылайша, сүзгі бетінің әр бөлігінде барлық операциялар — сүзу, Жуу, кептіру, тұнбаны алу және матаны тазарту — бірінен кейін бірі орындалады, бірақ бөлімдер бір-біріне тәуелсіз жұмыс істейді, сондықтан сүзгідегі барлық операциялар бір уақытта жүзеге асырылады, яғни процесс үздіксіз жүреді.

8 Өздігінен түсіретін аспалы центрифуга. Тесілген барабанның 1-нің ішкі беті астарлы тормен, содан кейін сүзгі елегімен жабылған (35-сурет). Барабанның төменгі бөлігі конустық пішінге ие, сондықтан тежеу кезінде тұнба ауырлық күшімен түсіріледі.



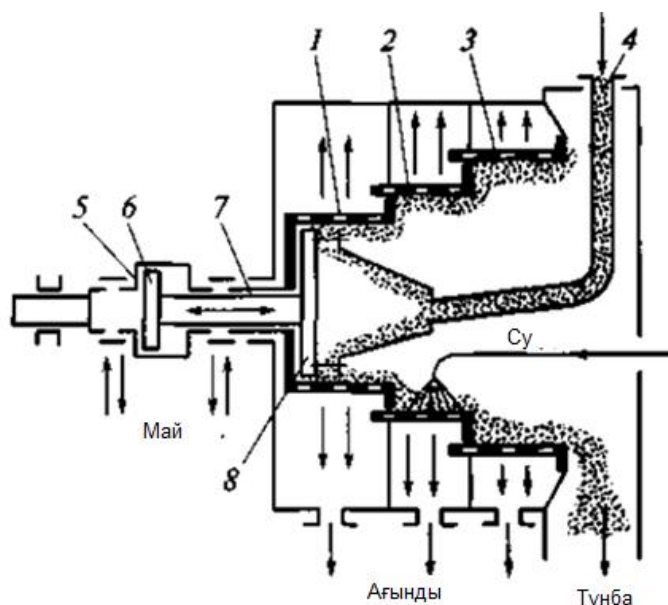
Сурет 35 – Өздігінен түсіретін аспалы центрифуга
1-тесілген барабан, 2-розетка, 3-білік, 4-конус, 5-табақ,
6-қаптама, 7-шарикті мойынтірек

Барабанның төменгі бөлігі 3 білігіне 2 розеткасын пайдаланып, қабырғалары мен хабы бар. Тұнбаны түсіруге қызмет ететін қабырғалар арасындағы саңылаулар барабанды тиеу алдында білікке еркін орнатылған 4 конустпен жабылады, ол Тұнбаны түсіру алдында көтеріледі. Конустың жоғарғы жағына орнатылған 5 табақ суспензияны айналмалы барабанның жұмыс бетіне біркелкі таратуға қызмет етеді. Білік шарикті мойынтірекке 7 ілулі және екі жиілігі бар 8 Электр қозғалтқышының білігіне муфтамен қосылады: 300 және 1000 айн/мин центрифуганың 6 корпусы төсекке бекітіледі.

Суспензия барабан 300 айн/мин жиілікте айналған кезде тарату табағына жүктеледі; осыдан кейін электр қозғалтқышы 1000 айн/мин ауысады және сүзу жүргізіледі.

Барабан айналған кезде центрифугалық күшпен суспензия қабырғаға түсіріледі, сүзгі елегінде қатты фаза сақталады, ал сұйықтық тұнба қабаты, Елек және барабанның тесіктері арқылы өтеді және барабан мен корпус арасындағы сақина кеңістігінен центрифугадан тыс шығарылады. Сұйықтықтың негізгі бөлігінің бөлінуінің соңында тұнба ыстық сумен немесе бумен жуылады. Жуғаннан кейін тұнба кептіріледі, содан кейін конусты көтеріп, электр қозғалтқышы 300 айн/мин ауысады және күрт тежеу нәтижесінде тұнба түсіріледі. Циклдің жалпы ұзақтығы 3,5-6 мин құрайды және суспензияның сапасына байланысты.

Пульсирленген поршеньді центрифуга. Пульсирленген поршені бар үздіксіз жұмыс істейтін центрифугада (36-сурет) айналмалы ротор 1, 2 және 3 сатылы орналасқан үш сүзгіш барабаннан тұрады, бұл қоспаны дәйекті жылжыту кезінде бірінші сатыда сүзуге, тұнбаны екінші сатыға жууға және оны үшінші сатыда кептіруге мүмкіндік береді.



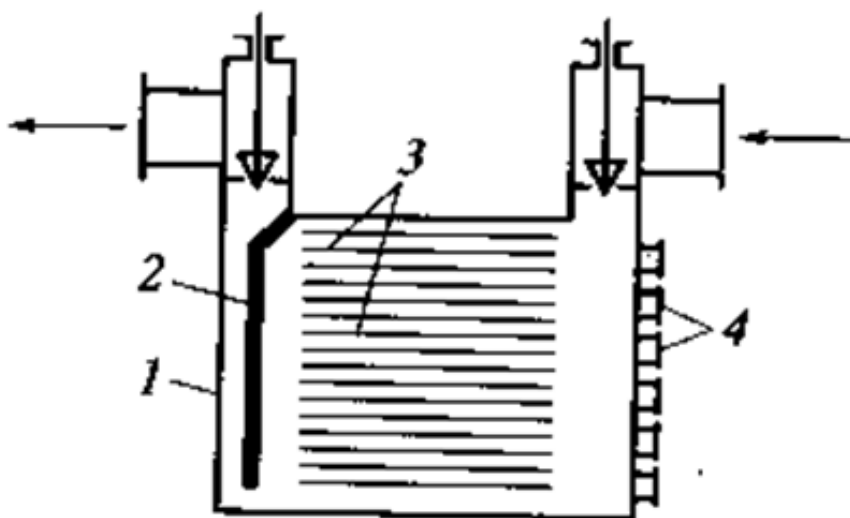
Сурет 36 – Пульсирленген поршеньді центрифуга
1,2, 3-сүзгі барабандары, 4-құбыр, 5-цилиндр, 6-поршень, 7-толық білік, 8-диск

Әрбір барабанның саңылау тәрізді електері болады және шектес барабанның сүзгі беті бойынша тұнбаны жылжытуға арналған сақиналы бортпен аяқталады. 1 және 3 барабандары 7 қуыс білікке қатты қосылып, онымен бірге айналады, ал 2 барабан мен 8 диск 6 поршеньге қосылады. Диск пен барабанмен айналып, поршень цилиндрдің оң және сол жақ қуыстарына кезекпен берілетін майдың қысымына байланысты өзара әрекеттеседі 5. Масса үздіксіз 4-құбыр бойынша Центрифугаға беріледі және центрифугалық күшпен 1-барабанның сүзгі бетіне лақтырылады. Поршень 6, диск 8 және барабан 2 пульсациясына байланысты тұнба сатылы беттер бойымен қозғалады және соңғы барабаннан шығады.

АУАНЫ ТАЗАЛАУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАЛАР

Ауырлық күшінің әсерінен шаңды тұндыру. Ауырлық күшінің әсерінен шаңды тұндыру газ массасының бағыты мен ағымының жылдамдығының өзгеруіне әкелетін мерзімді және жартылай үздіксіз әрекеттің әртүрлі аппараттарында жүзеге асырылады.

Гравитациялық күштердің әсер ету өрісінде Шаң-газ жүйелерін бөлу мерзімді әсер ететін аппараттар болып табылатын гравитациялық шаң-тозаң тұндыру камераларында жүзеге асырылады (37-сурет).



Сурет 37 - Шаң жинайтын камера:

1 - камера; 2 - шағылыстырғыш бөгет; 3 - сөрелер; 4 - шаңды алып тастауға арналған люктер

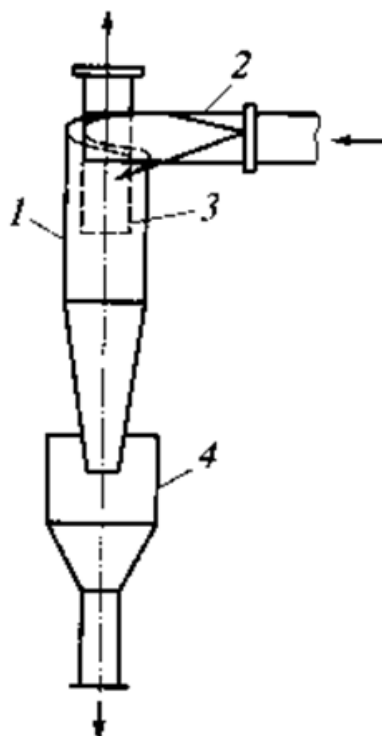
Шаңды газ 1 камерасына түседі, оның ішінде 40-100 мм қашықтықта көлденең сөрелер (бөгеттер) орнатылған 3. Шаң бөлшектері сөрелерде орналасады, ал газ 2 тік шағылысатын бөлімді айналып өтіп, 4 люктері арқылы камерадан шығарылады.

Шаңсорғыш камералар газ ағындарын шаңнан өрескел (50-100 мкм)

тазартуға арналған. Тазалау деңгейі 40-50% құрайды.

Орталықтан тепкіш күш әсерінен шаң-газ біртекті емес жүйелердің шөгуі. Қатты бөлшектердің центрифугалық тұндыруы гравитациялық күштердің әсерінен тұндырудан гөрі тиімді.

Циклондар аз гидравликалық кедергіге ие және салыстырмалы түрде жоғары тазарту деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Олар орталықтан тепкіш күш әсерінен гетерогенді "қатты газ" жүйелерін бөлу үшін кеңінен қолданылады, мысалы, қант бөлшектерін, сүт ұнтағының бардаларын және т. б. Циклон (38-сурет) конустық түбі бар 1 цилиндрлік корпустан тұрады.



Сурет 38- Циклон:

1-корпус; 2-кіріс құбыры; 3-Шығыс құбыры; 4-шаң шығаратын құбыр

Шаң-газ жүйесі циклонға айтарлықтай жылдамдықпен (20-25 м/с) 2 келте құбыр арқылы тангенциалды түрде енгізіледі, бұл ретте газ ағынының тік сызықты қозғалысы айналмалы қозғалысқа айналады. Шаңды газ ағыны циклонда спиральдан төмен қарай жылжиды. Шаң бөлшектері ауыр ретінде циклонның ішкі бетіне басылады және осы құбырға қосылған шаң жинағышқа 4 шаң жинағыш арқылы төмен қарай жылжиды. Газ циклонның конустық бөлігінің соңына жетіп, шығуды таппай (шаң жинағыш жабық) бағытты өзгертеді, аз радиуста бұралып, Шығыс құбырынан шығады 3.

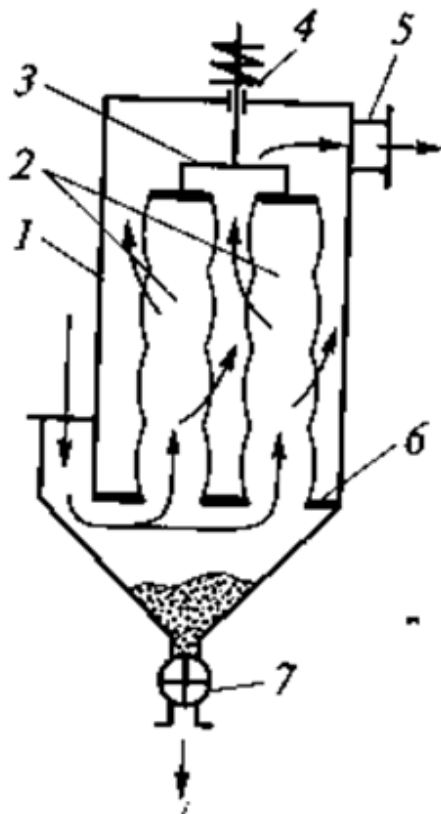
Газды сүзу

Шаңды газды тазарту газды өткізетін және оның бетінде қатты бөлшектер пайда болатын Сүзгіш кеуекті бөлімдердің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін.

Сүзгіш кеуекті бөлімдер үш түрге бөлінеді: жұмсақ, жартылай қатты және қатты.

Түтік сүзгілері. Түтік сүзгілері (39-сурет) темекі өнеркәсібінде темекі шаңын бөлу үшін, сүт өнеркәсібінде ұнтақ сүт бөлшектерін ұстау кезінде бүріккіш кептіргіштерде қолданылады..

Түтік сүзгісі 7 корпусынан тұрады, онда 2 мата қапшықтары (түтіктер) орналасқан (әдетте $d = 200$ мм және $l = 3-8$ м). Түтіктердің төменгі ашық ұштары 6 жалпы құбыр торының келте құбырларына бекітілген, жоғарғы ұштары 3 жалпы рамаға ілінген қақпақтармен жабдықталған.



Сурет 39- Түтік сүзгілері:

1-корпус; 2-мата қаптары; 2-жақтау; 4-жұдырық механизмі;
5-шығару құбыры; 6-тор; 7-сектор қақпасы

Шаңды газ жеңдердің ішінен сыртқа өтеді. Бұл ретте шаң ішкі бетіне және матаның тесіктеріне шөгіледі, ал тазартылған газ шығару құбыры арқылы шығарылады 5. Шаң қабатының қалыңдығы ұлғайған сайын матаның кедергісі артады. Сондықтан жеңдер мезгіл-мезгіл 4 арнайы камера механизмінің көмегімен сөмкелерді шайқау арқылы тазаланады, ал шаң 7 сектор қақпасы арқылы шығарылады. Кейбір сүзгілерде механикалық шайқаумен қатар жеңдер тазартылған газдың кері қозғалысына қарай өтетін ауамен үрленеді.

Сөмке сүзгілері газды шаңсыздандырудың жоғары деңгейімен сипатталады (5 мг/м^3 дейін). Олардың кемшіліктері-жеңдердің үлкен тозуы және газға жоғары қарсылық.

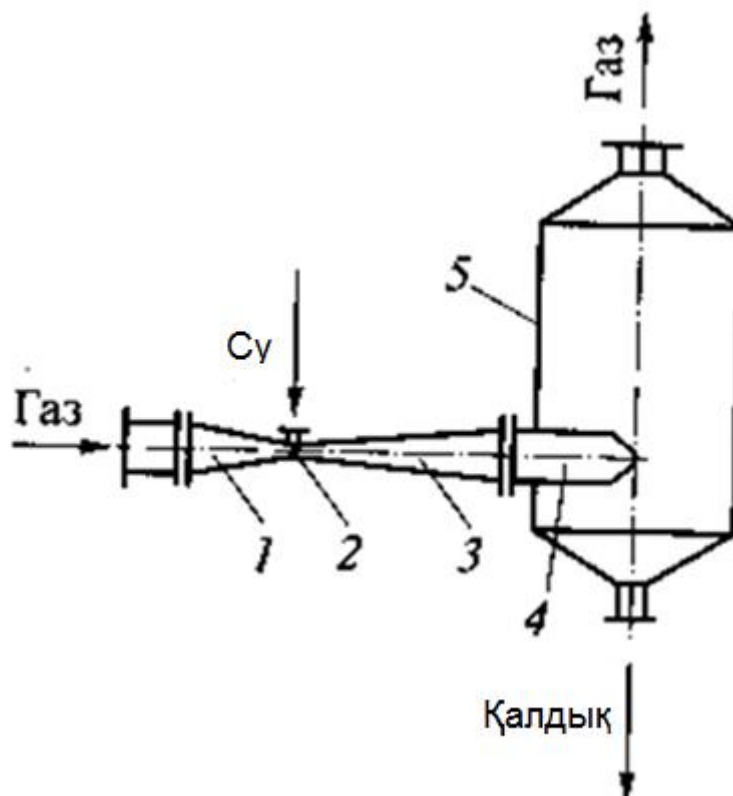
Газдарды дымқыл тазарту. Газдарды ылғалдан тазарту *скрубберлер* деп аталатын аппараттардағы шаңды тазарту үшін қолданылады, онда газдар сумен немесе басқа сұйықтықпен жуылады. Бұл жағдайда беттік керілу күштері

қолданылады, соның арқасында қатты заттар сұйықтықтың тамшыларына немесе қабығына жабысады (сұйықтық шаңды ылғалдандыруы керек).

Кейде дымқыл тазарту қалдық газдардағы зиянды газ тәрізді немесе бу қоспаларын сіңіру процесімен біріктіріледі. Тиімді шаңсыздандыру үшін жуу сұйықтығының шаңдалған газбен жанасуының максималды бетін қамтамасыз ету қажет.

Ылғалды тазалаудың "кұрғақ" тәсілдерге қарағанда бірнеше артықшылығы бар (тазалаудың жоғары деңгейі, жарылыс қаупін азайту), алайда үлкен кемшіліктер-бұл құрылғы конструкцияларының коррозиясы, айналмалы сумен жабдықтау жағдайында сұйық ағындарды жою және тазартуды ұйымдастыру қажеттілігі, суық климатта жұмыс істеген кезде аппараттарды жылу оқшаулау қажеттілігі.

Вентури скруббері. Газдарды шаңнан тазарту үшін Вентури скруббері (40-сурет) қолданылады, ол 1 мкм-ден аз бөлшектерді ұстау үшін қолданылады. Бұл центрифугалық скруббер мен Вентури құбырының тіркесімі.



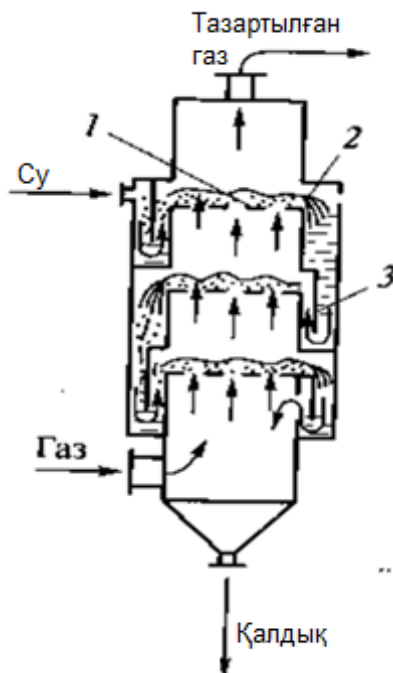
Сурет 40- Вентури скруббері:

1-конфузор; 2-шашыратқыш; 3-диффузор; 4-келте құбыр; 5-циклондық сепаратор

Шаңдалған газ 1-ге түседі, онда ол 60-150 м/с жылдамдыққа дейін жылдамдайды, жуу сұйықтығы 2 спринклер арқылы аппаратқа беріледі және жоғары жылдамдықты газ ағынымен шашырайды. Диффузор арқылы қозғалу кезінде 3 ағынның жылдамдығы төмендейді және ол тангенциалды түтік арқылы 4 циклон сепараторына енгізіледі 5 мұнда центрифугалық күштің әсерінен Сығылған қатты бөлшектері бар сұйықтық тамшылары газдан бөлініп,

шлам түрінде конустық түбіне төменгі құбырға өтіп, ол арқылы шығарылады. Тазартылған газ атмосфераға шығарылады. Тазалау дәрежесі 2 200-12 800 гидравликалық кедергісі өте жоғары.

Көбікті шаңұстағыш. Жоғары шаңды газдарды тазарту үшін көпіршікті (көбік) шаң жинағыштар қолданылады. Құрамында 300 г/м³ дейін суда ерітілген заттар бар газдарды тазартудың жоғары дәрежесіне М.Е. Позин әзірлеген көбік шаң жинағышта қол жеткізіледі (41-сурет).



Сурет 41- Көбікті шаңұстағыш:

1-тор; 2 - ағызу шегі; 3-гидравликалық ысырма

Бұл құрылғыда 1 торлары арқылы өтетін су ол арқылы көбіктенетін газбен әрекеттеседі және жылжымалы көбік қабатына айналады, бұл фазалардың үлкен жанасу бетін, демек, газды шаңнан тазартудың жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді. Әрбір пластинадан артық көбік пен сұйықтық 2 ағызу шегі арқылы құйылып, 3 гидравликалық жапқыш арқылы келесі табаққа өтеді, ал нәтижесінде пайда болған суспензия төменнен құбыр арқылы шығарылады. Ауа жылдамдығы 2,5-3,0 м/с, көбік қабатының биіктігі 150-200 мм және Аппаратта кемінде екі тарелка болған кезде ауаны тазарту дәрежесі 98-99% - ға жетеді. Ауа жылдамдығының жоғарылауымен ауа-су қоспасының тығыздығының төмендеуіне байланысты көбік қабатының гидравликалық кедергісі төмендейді.

Электр күштерінің әрекет ету өрісінде ауаны және газдарды тазарту.

Егер газда өлшенген қатты немесе сұйық бөлшектерді ағыннан жоғарыда аталған әдістермен бөлу мүмкін болмаса, электр сүзгілерінде пайда болатын электр күштерінің әсер ету өрісінде жауын-шашын қолданылады. Бұл жағдайда кішігірім бөлшектер ($d > 0,005$ мкм) айтарлықтай электр зарядын жеткізе алады, бұл $G = 95-99\%$ тазартудың жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді. Электр

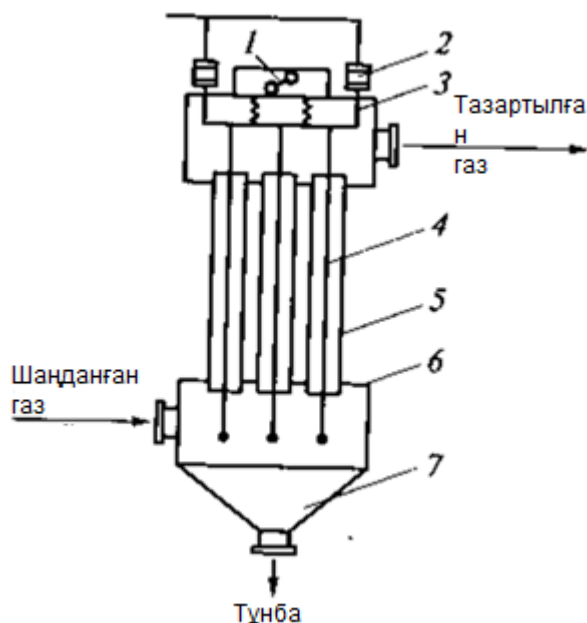
сүзгілері Жоғары кернеулі $U = 35-75$ кВт тұрақты электр тогымен қоректенеді.

Электрлік тұндыру процесінің физикалық мәні мынада: тоқтатылған бөлшектері бар газ ағыны тәуелсіз электр разрядымен иондалады, ал шығарылған бөлшектер электр зарядын алады. Иондалған газ ағыны екі электрод арасындағы электр өрісінде өткен кезде теріс зарядталған бөлшектер оң зарядталған электродқа (анодқа) ауысады және оған орналасады.

Электродтар арасындағы барлық газдың ионизациясын болдырмау үшін (қысқа тұйықталу аралығының бұзылуы) электростатикалық сүзгінің конструкциясы тәждік разряд немесе газ қабатының жарқырауы тек теріс электродқа (катодқа) жақын болған кезде біртекті емес электр өрісін құруды қамтамасыз етуі тиіс. Бұл жағдайда электрод кеңістігінің қалған бөлігі оқшаулағыш болып қалады.

Анодтың пішініне байланысты электростатикалық сүзгілер құбырлы және ламельді болып бөлінеді.

Құбырлы электрлік сүзгі. Шаңды газ (42-сурет) аппараттың төменгі бөлігіне түседі және 5 құбырлы электродтар (анодтар) арқылы таратылады, олардың ішінде 4 (катодтар) тәждік электродтар өзектер түрінде орналасқан.



Сурет 42 - Құбырлы электрлік сүзгі:

1-шайқағыш құрылғы; 2-оқшаулағыш; 3-жақтау; 4-корона электрод (катод); 5-құбырлы электрод (анод); 6-тор; 7-шаң жинағыш

Катодтар 3 оқшаулағыштарына сүйенетін 2 жалпы рамаға ілінеді. Анодта тұндырылған қатты бөлшектер мезгіл-мезгіл 1 шайқау құрылғысымен шайқалады және құрылғының төменгі жағында орналасқан 7 шаң жинағыштан шығарылады.

Өнеркәсіптік газдарды тазалағаннан кейін жиналған шаңды кәдеге жарату немесе үйіндіге шығару қажет.

Бақылау сұрақтары

- 1 Сұйықтық дегеніміз не және ол қандай негізгі қасиеттермен сипатталады?
- 2 Гидростатикалық қысымның мөлшері қандай параметрлерге байланысты?
- 3 Бернулли теңдеуін практикалық қолдануға мысалдар келтіріңіз.
- 4 Сорғылардың, компрессорлардың, желдеткіштердің негізгі сипаттамаларын тізімдеңіз.
- 5 Кері осмостың физикалық мағынасын түсіндіріңіз.

4 ЖЫЛУ ПРОЦЕСТЕРІ

4.1 Жылу беру негіздері

Өзара әрекеттесетін ортаның жылу күйінің өзгеруіне байланысты процестер **жылулық** деп аталады

Температура — жүйенің термодинамикалық тепе-теңдік күйін сипаттайтын физикалық шама. *кельвин (K) T. Цельсий градуыс (°C) t.*

$T = t + 273$, мұнда T - Кельвин бойынша, t Цельсий бойынша.

$0^{\circ}\text{C} = +273.15^{\circ}\text{K}$

Жылулық қозғалыс — затты құрайтын бөлшектердің хаостық (ретсіз) қозғалысы процесі (зат неғұрлым көп қыздырылса, бөлшектер соғұрлым тез қозғалады)

Ішкі энергия - бұл денені құрайтын бөлшектердің қозғалысы мен өзара әрекеттесу энергиясы.

Денені құрайтын барлық молекулалардың кинетикалық энергиясы және олардың өзара әрекеттесуінің потенциалдық энергиясы дененің ішкі энергиясын құрайды.

Ішкі энергия - денелер оның молекулаларының орташа кинетикалық энергиясына тәуелді, бұл өз кезегінде температураға байланысты. Өзгерту t біз ішкі энергияны өзгертеміз.

Затты бір агрегаттық күйден екіншісіне ауыстыру үшін ішкі энергияны өзгерту қажет.

- Егер олар денеге жұмыс жасаса (үйкеліс, деформация), онда дененің ішкі энергиясы артады

- Егер дененің өзі жұмыс жасаса, онда дененің ішкі энергиясы төмендейді

Әр түрлі температурасы бар денелер арасында болатын жылу беру процестері *жылу алмасу* деп аталады.

Жылу алмасу (Жылу беру) - дене немесе дененің өзі жұмыс жасамай-ақ ішкі энергия өзгертін температурасы әртүрлі денелер арасында болатын жылуды беру процесі.

Жылу алмасу әрқашан жоғары температурасы бар денелерден төмен денелерге дейін жүреді.

Денелердің температурасы теңестірілген кезде жылу беру тоқтайды.

Жылу берудің 3 әдісі:

- жылу өткізгіштік
- конвекция
- сәулелену

4.2 Жылу өткізгіштік

Жылу өткізгіштік (*дененің жылуды өзі арқылы өткізу қабілеті*) — энергияны дененің көп қызған жерлерінен аз қызғанға дейін беру процесі.

Жоғары жылу өткізгіштік коэффициенті бар заттар жақсы жылу өткізгіштер деп аталады

Жақсы жылу өткізгіштер — металдар, балқымалар, қатты денелер

Нашар жылу өткізгіштер (оқшаулағыштар): — ауа, газдар, сұйықтықтар, жер, ағаш, шыны

----- Темір жылуды суға қарағанда 100 есе, ал су ауаға қарағанда 27 есе жақсы өткізеді -----

Ішкі энергия, энергияның кез-келген түрі сияқты, бір денеден екіншісіне берілуі мүмкін. Ішкі энергия дененің бір бөлігінен екіншісіне берілуі мүмкін. Мысалы:

- *Егер шегенің бір ұшы жалынмен қыздырылса, онда оның қолындағы екінші ұшы біртіндеп қызады және қолды күйдіреді. Сонымен, темір жақсы жылу өткізгіштікке ие.*

- *Егер сіз отқа ағаш таяқшаның ұшын қоссаңыз. Ол тұтанады. Сырттағы таяқтың екінші ұшы суық болады. Демек, ағаш нашар жылу өткізгіштікке ие.*

Жүн, шаш, құс қауырсындары, қағаз, тығын және басқа кеуекті денелер нашар жылу өткізгіштікке ие. Бұл заттардың талшықтары арасында ауа бар екеніне байланысты. Вакуум ең төмен жылу өткізгіштікке ие.

Жылу беру үшін *жылу тасымалдағыштар* деп аталатын қозғалмалы жұмыс орталары қолданылады.

Ыстық жылу тасымалдағыштар (жылу тасымалдағыштар) — жылу алмасу процесінде жылу беретін жоғары температурасы бар заттар.

Тамақ өнеркәсібінде қаныққан су буы, су, электр тогы, түтін газдары сияқты ыстық жылу тасымалдағыштар кең таралған.

Суық жылу тасымалдағыштар (хладагенттер) — жылуды қабылдайтын температурасы төмен заттар.

Хладагенттер ретінде аммиак, фреондар, кальций хлоридінің тұздықтары, ауа, азот қолданылады.

Жылу тасымалдағышын немесе хладагентті таңдау олардың мақсатымен, технологиялық температурамен және құнымен анықталады.

Жылу процестері жылутасымалдаушылар арасында температура айырмашылығы болған кезде ғана жүреді, яғни *температура айырмашылығы - жылу алмасудың қозғаушы күші*.

Фазалық байланыс бетімен немесе қыздыру бетімен (қатты қабырға) бөлінген екі немесе одан да көп қозғалатын жылу тасымалдағыштар арасындағы күрделі жылу алмасу *жылу беру* деп аталады.

Жылу процестерін жүргізудің екі негізгі әдісі бар:

* жылу тасымалдаушылардың тікелей жанасуы;

* жылу тасымалдаушыларды бөлетін қабырға арқылы жылу беру.

Жылуды тікелей жанасу арқылы беру кезінде жылу тасымалдағыштар әдетте бір-бірімен араласады, бұл әрдайым қолайлы емес, сондықтан бұл әдіс салыстырмалы түрде сирек қолданылады, дегенмен жабдықты орындау оңайырақ.

Жылуды қабырға арқылы беру кезінде жылу тасымалдағыштар араласпайды және олардың әрқайсысы жеке канал арқылы қозғалады; жылу тасымалдаушыларды бөлетін қабырға беті жылуды беру үшін қолданылады және *жылу алмасу беті* деп аталады.

Тұрақтанған және **анықталмаған** жылу алмасу процестерін ажыратады. Тұрақтанған (стационарлық) процесс кезінде аппараттың әр нүктесіндегі температура уақыт бойынша өзгермейді, ал анықталмаған (стационарлық емес) процесс кезінде температура уақыт бойынша өзгереді.

Тұрақтанған процестер тұрақты режимдегі аппараттардың үздіксіз жұмысына сәйкес келеді; анықталмаған процестер кезеңдік әрекет ететін аппараттарда, сондай-ақ үздіксіз әрекет ететін аппараттарды іске қосу және тоқтату немесе олардың жұмыс режимін өзгерту кезінде жүреді.

4.3 Конвекция және сәулелену

Конвекция — бұл сұйық немесе газ ағындары арқылы энергияны беру арқылы жүзеге асырылатын жылу беру процесі.

Конвекция құбылысының мысалы: көтерілген қыздырылған ауаның әсерінен шамның немесе электр шамының жалынының үстіне қойылған кішкентай қағаз бұрағыш айнала бастайды.

(Ауа жылы шаммен жанасқанда қызады, кеңейеді және айналасындағы суық ауаға қарағанда аз тығыз болады. Архимед күші салқын жағынан төменнен жоғары қарай жылы ауаға әсер ететін жылы ауаға әсер ететін ауырлық күшінен үлкен. Нәтижесінде қыздырылған ауа "қалқып", көтеріліп, суық ауа оның орнын алады.

Конвекцияның екі түрі бар:

Табиғи (немесе еркін)

Бұл зат біркелкі емес қызған кезде өздігінен пайда болады. Мұндай конвекция кезінде заттың төменгі қабаттары қызады, жеңілдейді және қалқып шығады, ал жоғарғы қабаттар, керісінше, салқындатылады, ауырлайды және төмендейді, содан кейін процесс қайталанады.

Мәжбүрлі (еріксіз)

Сұйықтықты араластырғышпен, сорғымен және т. б. араластыру кезінде байқалады.

Сұйықтар мен газдарда конвекция пайда болуы үшін оларды төменнен қыздыру керек.

Қатты денелердегі конвекция мүмкін емес.

Сәулелену (сәуле шығару) — электромагниттік толқындар түрінде энергия беру арқылы жылу беру процесі.

Барлық денелер энергия шығарады: қатты қыздырылған және әлсіз, мысалы, адам денесі, пеш, шам және т.б. бірақ дене температурасы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ол сәуле арқылы энергия береді. Бұл жағдайда энергия ішінара осы денелерге сіңіп, ішінара шағылысады. Энергияны сіңіру кезінде денелер бетінің күйіне байланысты әр түрлі қызады.

Қараңғы беті бар денелер жеңіл беті бар денелерге қарағанда энергияны жақсы сіңіреді және шығарады. Сонымен қатар, қараңғы беті бар денелер жеңіл беті бар денелерге қарағанда сәулелену арқылы тезірек салқындатылады. Мысалы, жеңіл шәйнекте ыстық су қараңғыға қарағанда жоғары температураны ұзақ сақтайды.

Абсолютті қара дене - оған түскен барлық сәулелі энергияны сіңіретін денене

Абсолютті ақ дене - оған түскен барлық энергияны толығымен шағылыстыратын денее

Абсолютті мөлдір дене - оған түсетін барлық энергияны өткізетін дене

ЖЫЛУ АЛМАСУ АППАРАТТАРЫ

Жылу алмастырғыш аппараттар (жылу алмастырғыштар) — бұл қыздыру және қыздырылған орта арасында жылу алмасу жүзеге асырылатын құрылғылар.

Жылу алмастырғыштарда әртүрлі процестер пайда болуы мүмкін: қыздыру, салқындату, булану, буландыру, конденсация, қатаю және күрделі аралас процестер.

Жылу алмастырғыштар тамақ өнеркәсібінің барлық салаларында қолданылады, мысалы, Плиталық жылу алмастырғыштағы сыраны пастерлеу, қант өндірісіндегі диффузиялық шырынды буландыру, кондитерлік өндірістегі карамель массасын қайнату, ерітінділерді буландыру кезінде қайталама будың конденсациясы және т. б.

Рекуперативті (беттік) жылу алмастырғыштарда қабырғаға бөлінген жылу тасымалдағыштар болады, ал жылу бір жылу тасымалдаушыдан екіншісіне бөлу қабырғасы арқылы беріледі.

Регенеративті жылу алмастырғыштарда жылу беру бір салқындатқыштың бұрын қыздырылған денелермен — басқа салқындатқышпен мезгіл-мезгіл жылытылатын немесе салқындатылатын қозғалмайтын немесе қозғалатын саптамамен жанасуы арқылы жүреді.

Араластырғыш жылу алмастырғыштар-жылу тасымалдағыштар арасында олардың тікелей жанасуы кезінде бөлу қабырғасынсыз жылу алмасу жүзеге асырылатын аппараттар.

Рекуперативті (беттік) жылу алмастырғыштар. Рекуперативті (беттік) жылу алмастырғыштар келесі түрде шығарылады:

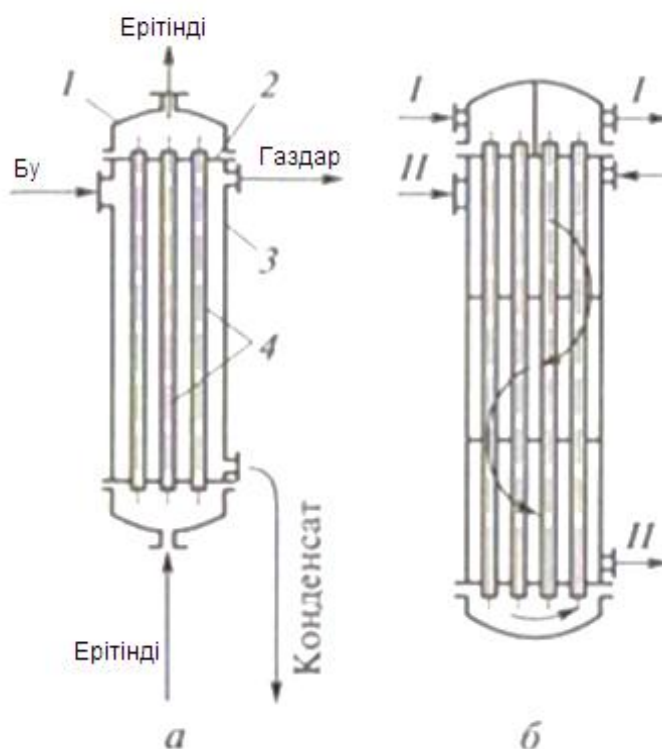
құбырлы - қаптама-құбырлы, "құбырдағы құбыр" түріндегі, суландыратын, батыратын (ирек түтікті) ;

спиральді;

пластиналар-жылу алмасудың беткі қабаты бар;

аппараттың қабырғалары пайда болған бетімен.

Қаптама құбырлы жылу алмастырғыштар. Қаптама-құбырлы бір жүрісті жылу алмастырғыш (43-сурет, а) 2 Құбыр торларына қатаң бекітілген және 3 қаптамамен және штуцерлері бар 1 қақпақтармен шектелген 4 құбырлар шоғырынан тұратын аппарат болып табылады. Қақпақтар мен құбырлар арасында құбыр кеңістігі, ал корпус пен құбырлардың сыртқы беті арасында құбыр аралық кеңістік пайда болады.



Сурет 43 - Қаптама құбырлы жылу алмастырғыштар:

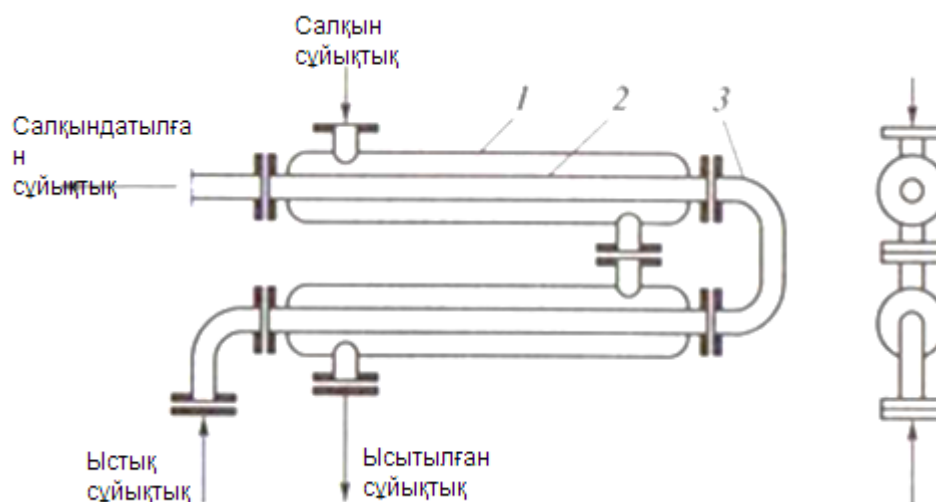
а-бір жүрісті, б-көп жүрісті,і,

1 — қақпақ; 2 — құбыр торы; 3-қаптама; 4-құбырлар

Жылу тасымалдағыштар қозғалатын құбырлы және құбыраралық кеңістіктер жылу алмасу бетімен бір-бірімен бөлінеді, олардың әрқайсысын бірнеше қозғалыстарға бөлуге болады. 43-суретте б, құбыр кеңістігінде екі (/ және II) жүрісі бар көп жүрісті жылу алмастырғыш бейнеленген. Бөлімдер жылу тасымалдаушылардың жылдамдығын, демек, жылу беру қарқындылығын арттыру үшін орнатылады. Бұл құрылғыларда қақпақтардағы бөлімдер құбырларды сұйықтық кезекпен өтетін бөлімдерге бөледі. Бөлімдердегі құбырлардың саны бірдей. Көп жүрісті жылу алмастырғышта бетінің бірдей бір жүрісті ауданымен салыстырғанда жылдамдық пен жылу беру коэффициенті қозғалыс санына сәйкес артады.

"Құбырдағы құбыр" түріндегі жылу алмастырғыштар. Құбырдағы құбыр түріндегі жылу алмастырғыштар (44-сурет) бір-бірінің үстінде орналасқан бірнеше элементтерді қамтиды, олардың әрқайсысы екі құбырдан

тұрады: 1 үлкен диаметрлі сыртқы құбыр және оның ішінде концентрлік орналасқан 2 Құбыр. Элементтердің ішкі құбырлары бір-біріне қатарға қосылған; сыртқы құбырлар да бір-бірімен байланысты.



Сурет 44 - "Құбырдағы құбыр" түріндегі жылу алмастырғыш:

1 - сыртқы құбыр; 2-ішкі құбыр; 3-калач

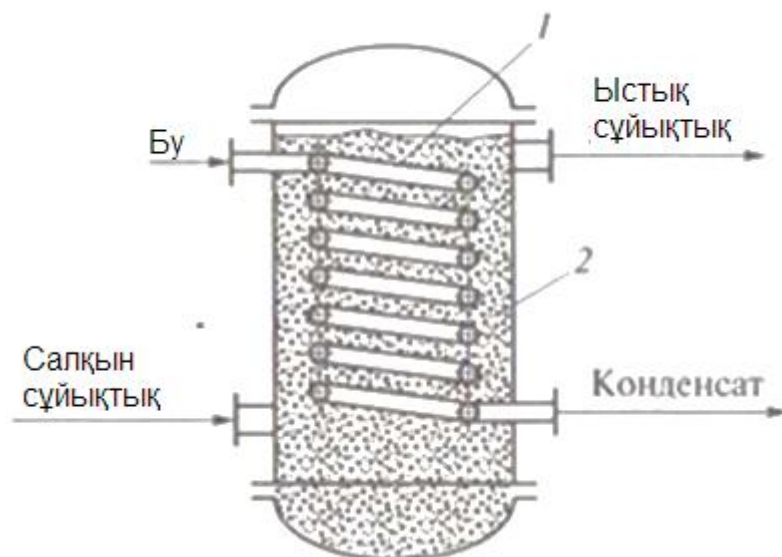
Тазарту үшін ішкі құбырлар дөңгелек "Калач" құбырларының көмегімен қосылады 3 . Осы жылу алмастырғыштардағы кішкене көлденең қиманың арқасында салқындатқыштардың жоғары жылдамдығына оңай қол жеткізіледі құбырларда да, құбыраралық кеңістікте де. Салқындатқыштардың едәуір мөлшерімен жылу алмастырғыш жалпы коллекторларға қосылған бірнеше параллель секциялардан тұрады.

"Құбырдағы құбыр" түріндегі жылу алмастырғыштардың артықшылықтары: екі салқындатқыштың жоғары жылдамдығына байланысты жылу берудің жоғары коэффициенті; өндіріс қарапайымдылығы.

Бұл жылу алмастырғыштардың кемшіліктеріне көлемділік жатады; жылу алмасуға қатыспайтын сыртқы құбырларға металдың көп тұтынылуына байланысты жоғары шығындар; құбыраралық және құбыр кеңістігін тазалаудың қиындығы.

Батырылатын ирек түтікті жылу алмастырғыштар. Батырылған ирек түтікті жылу алмастырғыштар сұйық жылу тасымалдағышы бар ыдысқа салынған ирек түтіктерден тұрады. Ирек түтіктердің ішінде басқа жылу тасымалдағыш қозғалады. Осы жылу тасымалдағыштың көп мөлшерімен оған қажетті жылдамдықты жеткізу үшін бірнеше параллель секциялардан ирек түтіктер қолданылады.

45-суретте 2 цилиндрлік корпуста орнатылған 1 цилиндрлік ирек түтіктерден тұратын батырылған типтегі ирек түтікті жылу алмастырғыш көрсетілген. Ирек түтік концентрлік параллель секциялардан жасалған.

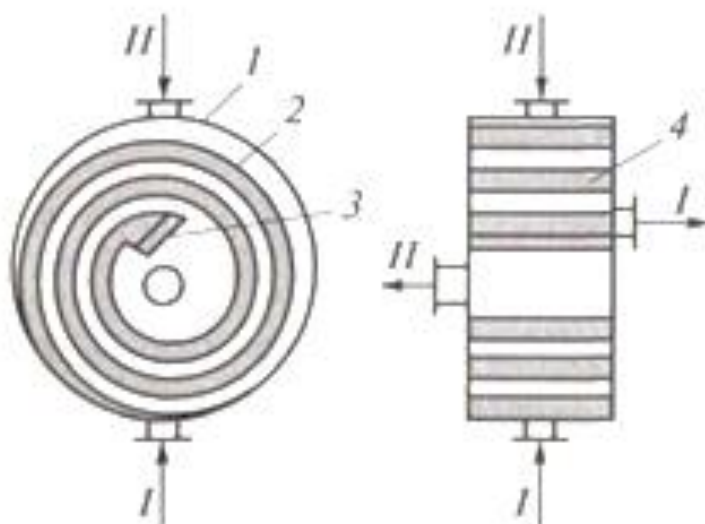


Сурет 45 – Батырылатын ирек түтікті типті жылу алмастырғыш
1-ирек түтік; 2 — корпус

Батырылатын ирек түтікті типті жылу алмастырғыш артықшылықтары мыналар болып табылады: дайындау қарапайымдылығы; тексеру және жөндеу үшін жылу алмасу бетінің қол жетімділігі; ыдыстағы сұйықтықтың үлкен көлемінің болуына байланысты режимнің өзгеруіне төмен сезімталдық.

Бұл жылу алмастырғыштардың кемшіліктері: көлемділік; ыдыстағы сұйықтықтың бұзылған қозғалысы, нәтижесінде катушкалардың сыртында жылу беру төмен жылу беру коэффициентімен еркін конвекция арқылы жүреді; құбырларды ішкі тазалаудың қиындығы.

Спиральды жылу алмастырғыштар. Спиральды жылу алмастырғыштар салқындатқыштар қозғалатын екі спиральды каналдан тұрады (46-сурет).



Сурет 46 – Спиральды жылу алмастырғыш
1,2- парақтар; 3 - бөгет, 4- қақпақтар

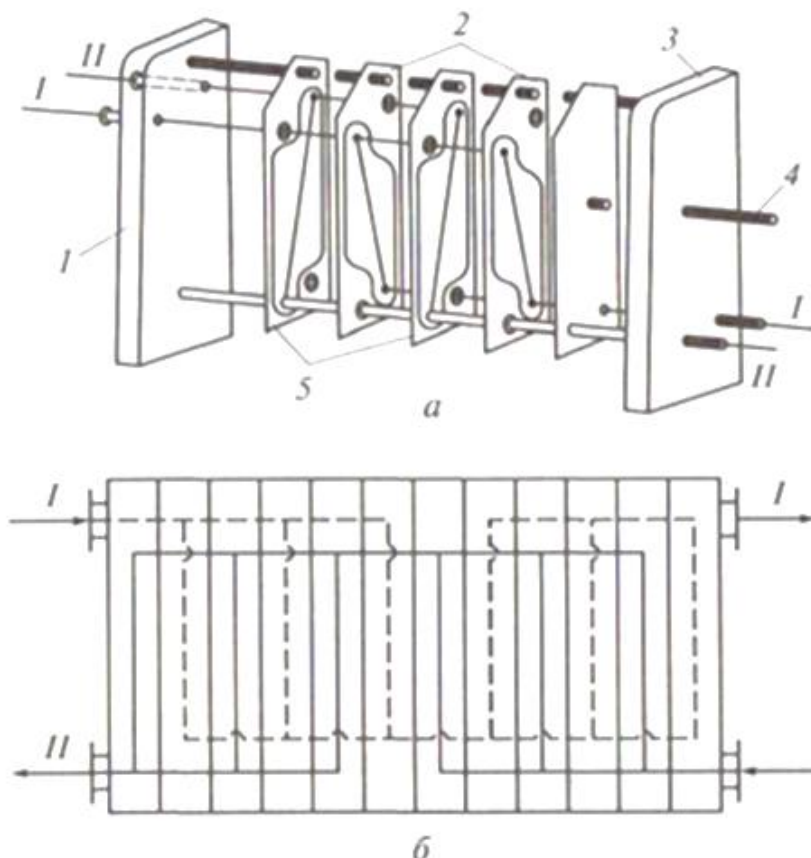
Арналар жылу алмасу беті ретінде қызмет ететін 1 және 2 жұқа металл парақтардан тұрады. Спираль түрінде орналасқан парақтардың ішкі ұштары 3 бөлгіш бөлікке қосылған. Спиральдарға қаттылық беру және олардың арасындағы қашықтықты бекіту үшін электродтар бар. Арналар жүйесі 4 қақпақтарымен жабылған.

Спиральды жылу алмастырғыштардың артықшылықтары: ықшамдылық; екі салқындатқыштың да жоғары жылдамдықпен өту мүмкіндігі, бұл үлкен жылу беру коэффициентін қамтамасыз етеді; сол жылдамдықта спиральды жылу алмастырғыштардың гидравликалық кедергісі көп жүрісті корпус-құбырлы жылу алмастырғыштардың кедергісінен аз болады.

Кемшіліктерге мыналар жатады: өндіріс күрделілігі (арнайы орау машинасы қажет) және жөндеу; 6 атм (немесе 10 атм) жоғары артық қысыммен жұмыс істеуге жарамсыздығы; қақтан тазалау қиындығы.

Пластиналық жылу алмастырғыштар. Сұйықтықтарды қыздыру, салқындату, пастерлеу және зарарсыздандыру үшін сүт, сыра қайнату, шарап жасау, консервілеу және басқа да салаларда кеңінен қолданылады.

Пластиналық жылу алмастырғыштың құрылымы (47, а-сурет) оған қойылатын өндірістік талаптарға байланысты.



Сурет 47 – Пластиналық жылу алмастырғыш
а-құрылғы, б-жылу тасығыштардың қозғалыс сызбасы
1,3-бас тақталар, 2-жұп арналар, 4-байланыс құрылғысы,
5-тақ арналар

Бұл жылу алмастырғыштың айрықша ерекшелігі-олардың қыздыру беті 2 және 5 гофрленген тақталардан тұрады, олар қатарға қосылып, аралық төсемдермен жабдықталған.

Пластиналардың көмегімен толқынды қабырғалары бар ені 3-6 мм тар арналар жүйесі жасалады. Салқындатқыштар іргелес плиталар арасындағы каналдарда қозғалады, әр пластинаның қарама-қарсы жақтарын жуады. Пластиналар 4 және 1 бас плиталары арасындағы бұрандалы құрылғымен бекітілген. Жылу тасығыш I тақ арналар бойынша 5, жылу тасығыш II — жұп арналар бойынша 2 (47-сурет, б) қозғалады.

Жылу алмастырғыштағы барлық тақталар пакеттерге жиналады. Пакет пластиналар тобы деп аталады, олардың арасында салқындатқыш бір бағытта қозғалады.

Пакеттерге жиналған тақталар салқындатқыштар өтетін жалпақ параллель арналарды құрайды (4.10, б суретті қараңыз). Әрқайсысында пластиналардың аз саны бар пакеттер салқындатқыштың бағыты бойынша қатарға қосылады.

Жылу алмастырғыштар үшін бір пластинаның жылу алмасу бетінің ауданы F :

аралық парақтар жоқ

Бір пластинадағы арналардың жалпы ұзындығы:

nd_3z

мұнда d_3 — эквивалентті арна диаметрі, м; z — пластинаның бір жағындағы арналар саны.

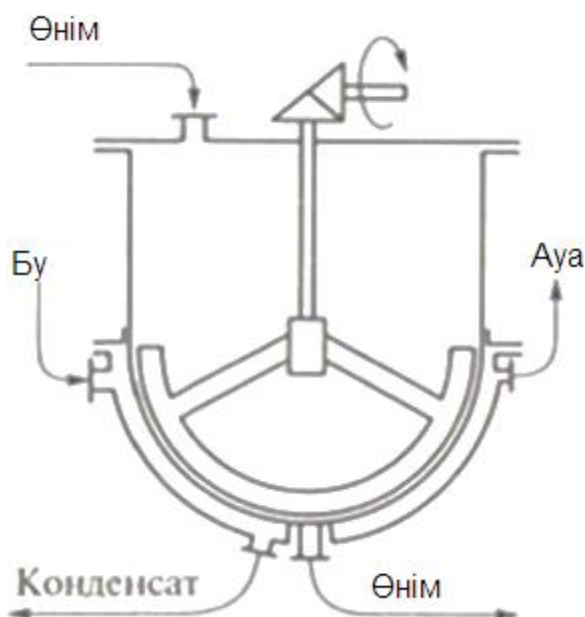
Бір пластиналық жылу алмастырғышта аралық плиталардың көмегімен әр түрлі жылу және салқындатқыштармен жылыту және салқындату процестері жиі жасалады.

Мұндай жылу алмастырғыштардың артықшылықтарына мыналар жатады: салқындатқыштардың жоғары жылдамдығы және пластиналар арасындағы қысқа қашықтыққа байланысты салыстырмалы түрде төмен кедергісі бар жоғары жылу беру коэффициенттері; салқындатқыштарды пластиналық жылу алмастырғыштан қарама-қарсы ток, тікелей ток және аралас схема арқылы өткізуге болады.

Бұл құрылғылардың кемшіліктері: жұмыс температурасы мен қоршаған ортаның диапазоны, тығыздағыш материалдардың жылу және химиялық төзімділігімен шектелген; қақтан тазарту қиындықтары.

Жейделі және зәкірлі араластырғышы бар жылу алмастырғыш (сурет 48). Жейде корпусқа (дәнекерлеу арқылы) немесе аппараттың фланеціне (болттарда) бекітіледі. Жейде немесе корпустың сыртқы беті арасындағы жабық кеңістікте қыздыру (бу) немесе салқындатқыш агент өткізіледі. Мұндай жейделерді қолдану 10 атм аспайтын рұқсат етілген артық қысыммен шектеледі.

Зәкір араластырғышы түбінде тұнба немесе қақтың пайда болуын болдырмау үшін және бүкіл массаны біркелкі қыздыру (салқындату) үшін қолданылады.



Сурет 48 - Жейделі және зәкірлі араластырғышы бар жылу алмастырғыш

Регенеративті жылу алмастырғыштар. Регенеративті жылу алмастырғыштарда кірпіш, түйіршікті материал, металл парақтар, шарлар, алюминий фольга және басқалар саптама ретінде қолданылады. Бірінші кезеңде (саптаманы қыздыру кезеңі) ыстық салқындатқыш құрылғы арқылы өтеді, ал оларға берілген жылу саптаманы жылытуға жұмсалады және онда жиналады.

Екінші кезеңде (саптаманың салқындату кезеңі) суық салқындатқыш аппарат арқылы өтеді, ол саптамамен жинақталған жылу есебінен қызады. Саптаманы жылыту және салқындату кезеңдері бірнеше минуттан бірнеше сағатқа дейін созылады.

Салқындатқыштар арасында жылу беруді үздіксіз жүзеге асыру үшін екі Регенератор қажет: олардың бірінде ыстық салқындатқыш салқындатылады, ал екіншісінде суық салқындатқыш қызады. Содан кейін құрылғылар ауысады, содан кейін олардың әрқайсысында жылу беру процесі кері бағытта жүреді.

Бақылау сұрақтары

- 1 Қандай технологиялық процестер жылулық деп аталады? ады?
- 2 Жылу бір жылу тасымалдаушыдан басқасына қандай жолмен берілуі мүмкін?
- 3 Жылу берудің жалпы жылу кедергісі қандай шамалардан тұрады?
- 4 Жылу алмасу процестерінің қозғаушы күші қалай анықталады?
- 5 Азық-түлік өндірісінде қандай қыздыру әдістері қолданылады?

5 МАССА АЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІ

5.1 Масса беру негіздері

Масса беру — заттың бір фазадан екіншісіне ауысу процесі.

Масса беру процестерінің жіктелуі төменде келтірілген.

Абсорбция — сұйық сіңіргіш-абсорбенттермен газдарды немесе буларды селективті сіңіру. Диффузиялық ауысудың мәні-заттың газ немесе бу фазасынан сұйықтыққа ауысуы.

Адсорбция — газдарды, буларды немесе сұйықтықта еріген заттарды кеуекті қатты сіңіргіштің бетімен селективті сіңіру. Диффузиялық ауысудың мәні заттың газ, бу немесе сұйық фазалардан кеуекті қатты материалға ауысуы болып табылады.

Айдау және ректификация — біртекті сұйық қоспаларды олардың құбылмалылығы мен сұйықтық пен будың кері әсерлесуінің айырмашылығы нәтижесінде компоненттерге ішінара немесе толық бөлу. Диффузиялық ауысудың мәні заттың сұйық фазадан бу фазасына және бу фазасынан сұйықтыққа ауысуы болып табылады.

Экстракция (жүйеде сұйық-сұйықтық) - сұйықтықта еріген затты, біріншісімен іс жүзінде араласпайтын басқа сұйықтықты алу. Диффузиялық ауысудың мәні-заттың бір сұйық фазадан екіншісіне ауысуы.

Экстрагирование (жүйеде қатты дене - сұйықтық) - еріткіштің көмегімен қатты кеуекті материалдан зат алу. Диффузиялық ауысудың мәні-заттың сұйық немесе газ тәрізді фазадан қатты фазаға ауысуы.

Кептіру — қатты ылғалды материалдардан ылғалды буландыру және пайда болған буларды бұру жолымен кетіру. Диффузиялық ауысудың мәні ылғалдың қатты ылғалды материалдан бу немесе газ фазасына ауысуы болып табылады.

Кристалдану — қатты ерітіндіні оның ерітіндісінен немесе балқымасынан шығару. Диффузиялық ауысудың мәні сұйық фазаның қатты фазаға ауысуы болып табылады.

Масса беру кинетикасы. Кезінде массопередаче жүреді көшіру заттың бір фазадан басқа бағытта тепе-теңдік.

5.2 Абсорбция және адсорбция

Сұйық сіңіргішпен (абсорбентпен) газды немесе буды сіңіру процесі *абсорбция* деп аталады.

Абсорбцияның кері процесі — ерітіндіден сіңірілген газдың шығуы — *десорбция* деп аталады.

Физикалық абсорбция мен химосорбцияны ажыратады.

Физикалық абсорбция кезінде газды еріту кезінде химиялық реакция болмайды..

Химосорбция кезінде абсорбцияланатын газ сұйық фазада химиялық реакцияға түседі.

Абсорбция тамақ өнеркәсібінде кеңінен қолданылады.

Спирт өндірісінде және шарап жасауда ашыту кезінде бөлінетін газдарды олардағы этил спиртінің буын ұстау үшін сумен жуу кезінде абсорбция орын алады.

Алкогольсіз сусындар мен шараптардың кейбір түрлерін өндіруде оларды көмірқышқыл газымен қанықтыру қолданылады.

Қызылша қант өндірісінде қант ерітіндісі көмірқышқыл газымен өңделеді, содан кейін алынған сироп күкірт газымен өңделеді.

Абсорбция кезінде қолданылатын аппараттар абсорберлер деп аталады.

Кеуекті қатты денелер - адсорбенттердің бетімен газдарды, буларды және сұйықтықтарды сіңіру процесі **адсорбция** деп аталады.

Адсорбция тамақ өнеркәсібінің көптеген салаларында қолданылады.

Спирт өндірісінде — су-спирт қоспаларын тазалауға, газдардан спиртті ұстап қалуға арналған.

Қант өндірісінде — шырындар мен спирттердің түссізденуі үшін.

Сыра қайнату өндірісінде-сыраны ағарту үшін.

Әсіресе, адсорбцияның экология мәселелерін шешуде, Ағынды суларды және басқа да өндірістік қалдықтарды тазартуда рөлі зор.

Адсорбция процестері кері процеспен — **десорбциямен** тығыз байланысты.

Қатты дененің бетінде әрекет ететін күштердің сипатына байланысты:

* физикалық адсорбция (молекулалық өзара әрекеттесу күштерінен туындаған);

* химосорбция (химиялық өзара әрекеттесу күштерімен шартталған).

Әр түрлі мөлшердегі жоғары дамыған ішкі кеуекті беті бар кез-келген қатты зат адсорбция қабілетіне ие бола алады.

Мөлшеріне байланысты кеуектердің үш түрі бөлінеді: микропорлар; өтпелі кеуектер; макропорлар.

Микропорлар шағын өлшемдерге ие, олар тек сіңірілетін компоненттің молекулаларының өлшемдерімен өлшенеді.т.

Өтпелі қуыс тесігі адсорбцияланатын молекулалардың мөлшерінен әлдеқайда үлкен радиусқа ие.

Макропорлар — адсорбенттердің ең үлкен тесіктері, олардың радиусы $2 \cdot 10^7$ м-ден асады, олар адсорбент дәндеріндегі барлық арналарды білдіреді.

Тері тесігінің мөлшеріне байланысты барлық адсорбенттер үш құрылымдық түрге бөлінеді: микропорлы; өтпелі кеуекті; макропорлы.

Микропорлы адсорбенттер қатарына белсендірілген көмір және "молекулалық елек" деп аталатын цеолиттер жатады.

Өтпелі кеуекті адсорбенттерге силикагельдер, алюмогельдер, табиғи саздар жатады: бентониттер, диатомиттер, каолиндер.

Кейбір кең таралған адсорбенттердің сипаттамалары. *Белсендірілген көмір* — құрамында көмір бар заттарды (сүйектер, ағаш) құрғақ айдау өнімі, содан кейін 900 °С-тан жоғары температурада кальцийлеу.

Ол қолданылады:

өнеркәсіптік газдар мен ауаны, спирт-ректификатты сірке-эфир альдегидтерінен, жоғары молекулалы қышқылдардан (сивуш майларынан), арақты глюкоза мен фруктозадан тазартуға арналған;

сыраны, жеміс шырындарын ағарту;

қант шәрбаттарын, шараптарды, коньяктарды, эфир майларын түссіздендіру (парфюмерлік өндіріс үшін);

әр түрлі қоспалардың иісін, дәмін кетіру.

Белсендірілген көмірдің мөлшері 1-5 мм. оның басты кемшілігі-жанғыштық және төмен механикалық беріктік.

Силикагельдер — натрий силикатын (сұйық шыныны) минералды қышқылдармен немесе олардың тұздарының ерітінділерімен өңдеу кезінде кремний қышқылы гелін сусыздандыру өнімдері.

Силикагельдер суды, сыраны, жеміс шырындарын тазарту және ауадан ылғалды кетіру үшін қолданылады. Силикагель түйіршіктерінің диаметрі шамамен 7 мм. Силикагель жанбайтын және жеткілікті механикалық беріктікке ие.

Цеолиттер құрамында сілтілі және сілтілі жер металдарының оксиді бар алюмосиликаттар ұсынылған. Цеолиттердің бөліну қабілеті принципі барлық адсорбенттерге қарағанда біршама ерекшеленеді: сіңірілетін компоненттің молекулалары цеолиттің ашық құрылымы арқылы "електен өтеді", сондықтан бұл адсорбент молекулалық Елек деп аталады.

Цеолиттер мембраналық технологияда кеңінен қолданылады және олардың сіңіру қабілетіне байланысты газдар мен ауаны терең кептіру үшін қолданылады; Карьер әдісімен өндіріледі. Жақында табиғи цеолиттер синтетикалық заттармен алмастырылды, олардың түйіршіктері 2-5 мм жетеді.

Алюмогельдер — алюминий гидрототығын термиялық өңдеу өнімдері. Қасиеттері мен қолданылуы бойынша алюмогель кремний геліне жақын, бірақ оның беті аз.

Саз және саз материалдары — бентониттер, диатомиттер, каолиндер адсорбентті таңдауда маңызды рөл атқарады. Минералды қышқылдармен өңдеу кезінде олардан калий, магний, темір, алюминий оксидтері алынып, қосымша тесіктер пайда болады (тері тесігінің орташа радиусы 3-10 мкм). Балшықтар мен саз материалдары бояуларды заттардан тазарту, түссіздену, шараптарды, жеміс шырындарын ағарту, өсімдік майларын тазарту үшін қолданылады. Кейбір саздар бірнеше функцияларды орындайды. Сонымен, натрий бентониті шараптарды ағартып қана қоймайды, сонымен қатар тұрақтандырады, пісетін және қартаю уақытын тездетеді.

Адсорбенттердің қасиеттері. Тамақ өнеркәсібінде пайдаланылатын барлық адсорбенттер белгілі бір қасиеттерге ие болуы тиіс: селективтілігі (селективтілігі); ең жоғары адсорбциялық сыйымдылығы (белсенділігі);

десорбция қабілеті; механикалық беріктігі; химиялық инерттілігі; экологиялық қауіпсіздігі; төмен құны.

Бірі негізгі қасиеттерін адсорбенттерді ең адсорбционная сыйымдылығы (белсенділік), ол санын анықтайды поглотяемого компонент бірлік массасының немесе көлемінің адсорбент.

Адсорбент белсенділігі. Адсорбенттер статикалық және динамикалық белсенділікпен сипатталады. Біраз уақыт жұмыс істегеннен кейін адсорбент алынған компонентті толығымен сіңіруді тоқтатады және адсорбент қабаты арқылы компоненттің өтуі деп аталады. Осы сәттен бастап шығатын бу-газ қоспасындағы компоненттің концентрациясы тепе-теңдік басталғанға дейін артады.

Адсорбцияның басталуынан секірудің басталуына дейінгі кезеңде адсорбенттің салмақ (немесе көлем) бірлігімен сіңірілетін заттың мөлшері адсорбенттің *динамикалық белсенділігін* анықтайды. Адсорбцияның басталуынан тепе-теңдікті орнатуға дейінгі кезеңдегі адсорбенттің бірдей мөлшерімен сіңірілген зат мөлшері *статикалық белсенділікті* сипаттайды.

Адсорбенттің белсенділігі газдың температурасына және ондағы сіңірілетін компоненттің концентрациясына байланысты. Динамикалық белсенділік әрдайым статикалық белсенділіктен аз болады, сондықтан адсорбентті тұтыну оның динамикалық белсенділігімен анықталады.

Десорбция. Белсенділігі жоғары адсорбенттер негізінен қымбат материалдар болып табылады, сондықтан оларды бірнеше рет қолданған жөн. Ол үшін адсорбция процесін жүргізгеннен кейін адсорбентті *қалпына келтіру*, яғни одан бұрын сіңірілген затты бөліп алу, *десорбцияны* жүзеге асыру қажет.

Адсорбентті қалпына келтіру әдістері келесідей:

* адсорбент температурасының жоғарылауы немесе оның үстіндегі қысымның төмендеуі (ұшпа компоненттерді кетіру үшін);

* қыздырылған газбен немесе қыздырылған бумен үрлеу;

* сіңірілген компоненттерді адсорбция дәрежесі жоғары басқа затпен ығыстыру, содан кейін десорбцияның қарапайым әдістерінің бірімен оңай алынып тасталады.

Аралас қалпына келтіру әдістері мүмкін.

Десорбция процесс температурасының жоғарылауымен тездетіледі. Ол үшін сіңірілген компоненттерді барынша жою кезінде қызып кету кезінде адсорбенттің бұзылуы болмайтындай адсорбция температурасын таңдау қажет.

Десорбциядан кейін адсорбенттің толық қалпына келуіне қол жеткізу үшін кептіру процесі және адсорбентті кейіннен салқындату көзделеді. Десорбция кезінде адсорбенттің бастапқы белсенділігін толық қалпына келтіру әрдайым мүмкін емес екенін атап өткен жөн.

АБСОРБЕРЛЕР МЕН АДСОРБЕРЛЕР

Саптама абсорберлер. (49 сурет) Беттік типтегі ең көп таралған абсорберлердің бірі - саптамалы абсорбер. Ол құрылғының қарапайымдылығымен және агрессивті орталармен жұмыс істеуге жарамдылығымен ерекшеленеді. Бұл абсорберлер - саптамамен жүктелген бағандар - әртүрлі пішіндегі қатты заттар; саптама болған кезде газ бен сұйықтықтың жанасу беті артады. Көбінесе Рашиг сақиналары кеңінен қолданылады (50-сурет), биіктігі диаметрге тең, ол 15-150 мм аралығында болады. Крест тәрізді бөлімдері бар сақиналар мен спиральдары бар сақиналар тек үлкен мөлшерде жасалады (кем дегенде 75 мм).

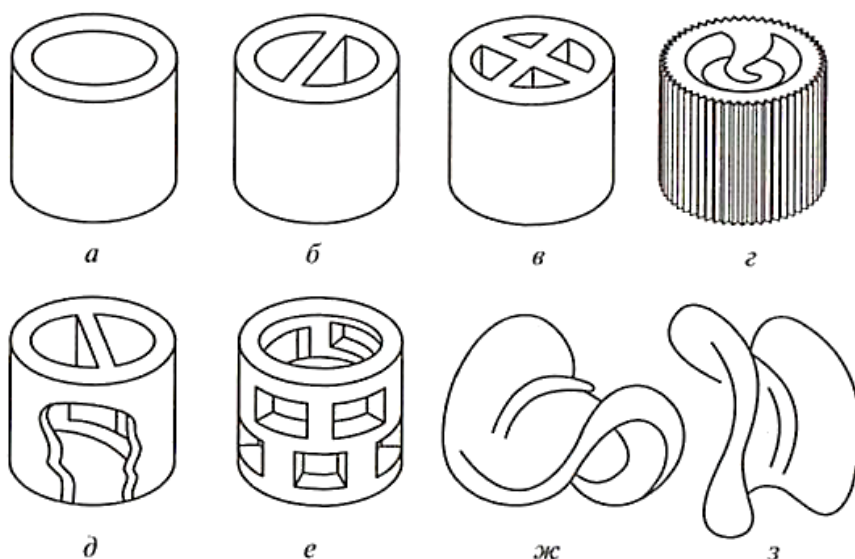


Рисунок 49 – Саптама түрлері

сақиналар: а-Рашиг, б-Лессинг, в-крест тәрізді бөгеттермен, г-бір спиральмен, д-қос спиральмен, е-Палля, ер-тоқым тәрізді, ж-Берль, з-Инталокс

Саптама денелер механикалық берік және коррозияға және температураның өзгеруіне төзімді болуы керек. Көлемі 75 мм-ден асатын сақиналар олардың тік осьтері сәйкес келмейтіндей етіп үнемі (бір қабат екінші қабатқа) қойылады. Дұрыс орналастырылған сақиналар сұйықтықты жақсы таратады және аз гидравликалық кедергіге ие. Сақиналар оған мықтап жабысқанына көз жеткізіп, қабырғадан төсеу басталады. Орнату сақиналарының диаметрі құрылғы диаметрінің 1/8 аспауы керек.

Сақиналар коррозияға қарсы материалдардан (керамика, фарфор), сирек болаттан жасалады.

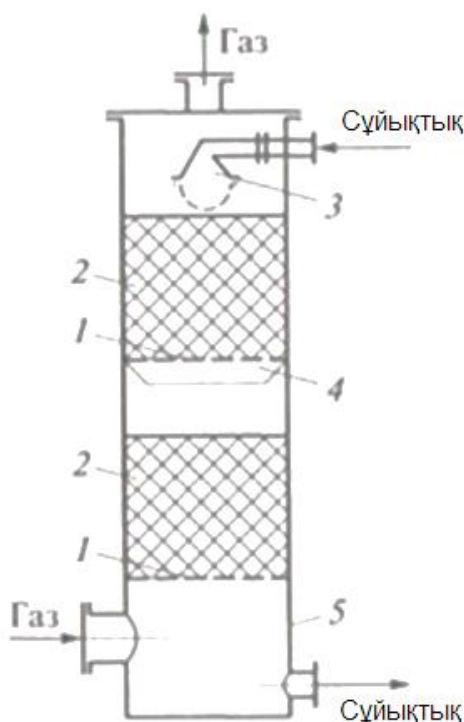
Хордалық саптама кеңінен қолданылады, ол бірнеше торлар мен тақталар болып табылады, ал торлар бір-біріне қатысты 45 немесе 90°жылжиды. Ағаш саптама 80 °С-тан төмен температурада өте әлсіз сілтілер мен қышқылдарға төзімді. Оны пайдалану кезінде саптаманың көлденең

қимасында сұйықтықты біркелкі тарату үшін күрделі суару құрылғылары қажет.

Саптама ретінде **кокс** пен **ұсақталған кварц** та қолданылады, олар аппаратқа 25-100 мм өлшемді бөліктер түрінде енгізіледі. Әдетте саптама ең кіші бөліктердің мөлшері ең үлкен бөліктерге қарағанда $V2$ есе аз болатындай етіп таңдалады. Жүйенің тұнбамен ластануы жағымсыз болған жағдайларда кесек саптама ұсынылмайды. Мұндай саптаманың гидравликалық кедергісі ағаш тордан немесе сақиналардан үлкен. Ол төмен құны мен химиялық төзімділігімен ерекшеленеді.

Соңғы уақытта торлар (плиталар) арасындағы кеңістік биіктігінің $1/3$ қабатымен жабылған, диаметрі 25-35 мм қуыс полиэтилен шарларынан жасалған **шар саптамасы** бар абсорберлер қолданылады. Жылжымалы саптаманың мұндай қабаты фазалық байланыс бетін едәуір арттырады, сондықтан сіңіргіштің тиімділігін арттырады.

Саптама абсорберінің схемасы 50-суретте көрсетілген. Саптама аппараттың көлемін толығымен немесе 1,5-3 м қабаттармен толтыра алады. әр қабаттан кейін (төменнен басқа) корпусстың қабырғаларына сұйықтықтың таралуын болдырмас үшін саптамадағы сұйықтықтың біркелкі таралуын реттейтін тарату конусы орнатылады.



Сурет 50 – Саптама абсорбер

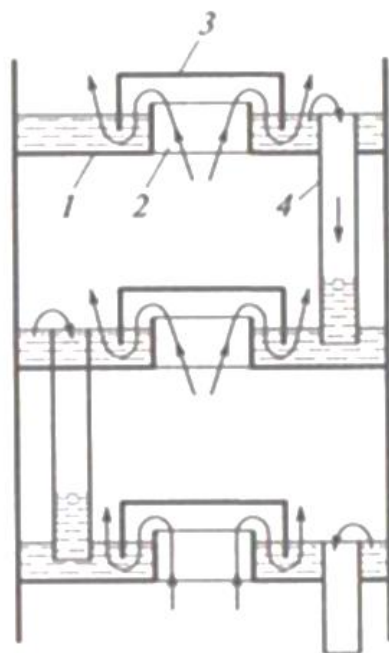
1-торлар, 2-саптама қабаттары, 3-тарату құрылғысы, 4-конус, 5-корпус

Барботажды абсорберлер. Барботажные абсорберы әдетте білдіреді табақтық бағананы колпачками. Пластинада сұйықтық қабаты сақталады, ол арқылы газдың жоғары ағымы көпіршіктер мен ағындармен сұйықтыққа таралады. Газдың бұл қозғалысы **барботаж** деп аталады.

Газ белгілі бір қашықтықта бағанға орналастырылған табақшалардағы сұйықтық қабаттарынан өтеді. Сұйықтық жоғарыдан төмен орналасқан плиталарға үздіксіз ағып кетеді. Тарелка аралық кеңістікте газ түсірілген тамшылар мен шашырандылардан бөлінеді. Көтерілетін газ бен ағатын сұйықтық арасындағы байланыс үздіксіз жүзеге асырылады. Абсорберлердегі тақтайшалар әртүрлі түрлер мен дизайндарда болуы мүмкін.

Қақпақ тәрелкелері бар колонналарда газ сұйықтық арқылы көпіршіктенеді, әрбір тәрелкеде орналасқан қалпақшалардың тіліктерінен шығады. Саңылауларда газ ұсақ ағындарға ұсақталады, олар ойықтан шыққан кезде бірден жоғары көтеріледі және пластинадағы сұйықтық қабаты арқылы өтіп, бір-бірімен біріктіріледі.

Қақпақ тәрелкелері бар колонналарда (51-сурет) 1 келте құбырлары бар, үстіңгі жағы қалпақшалармен жабылған 2 тәрелке болады, 3. Қақпақтардың төменгі жиектері тар тік саңылаулар түрінде тістермен немесе ойықтармен жабдықталған. Сұйықтық пластинадан табаққа толып жатқан құбырлар арқылы ағып кетеді 4. Пластинадағы сұйықтық деңгейі толып жатқан құбырлардың жоғарғы ұштары табақтың үстінен шығатын биіктікке сәйкес келеді. Сұйықтық тек құбырлар арқылы емес, толып кететін құбырлар арқылы ағып кетуі үшін, саптамалардың жоғарғы ұштары сұйықтық деңгейінен жоғары болуы керек. Қақпақтардың төменгі жиектері сұйықтық деңгейі саңылаулардың жоғарғы жағынан жоғары болатындай сұйықтыққа батырылады.

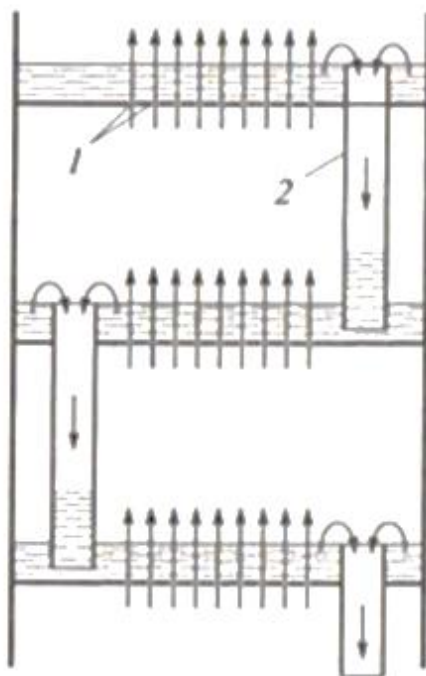


Сурет 51 – Қалпақты тәрелкелері бар бағана
1-тәрелке, 2-келте құбыр, 3-қалпақ, 4- толтыру құбыры

Газ құбырлар арқылы қақпақтардың астындағы кеңістікке өтеді және тістер арасындағы тесіктер арқылы немесе қақпақтардағы саңылаулар арқылы сұйықтық қабаты арқылы көбіктенеді.

Газ толып жатқан құбырларға түсіп кетпеуі үшін және сұйықтықтың табақтан табаққа қалыпты ағып кетуіне жол бермеу үшін толып жатқан құбырлардың төменгі ұштары сұйықтық деңгейіне түседі. Осының арқасында газдың толып кететін құбырлар арқылы өтуіне жол бермейтін су тығыздағыш жасалады.

Елек тәрелкелері бар бағана. Елек тәрелкелі бағандарда (52-сурет) диаметрі 2-5 мм 7 тесік болады; газ саңылаулардан өтіп, тәрелкедегі сұйықтық қабаты арқылы көпіршіктенеді. Колоннаның қалыпты жұмысы кезінде сұйықтық тесіктер арқылы ағып кетпейді, өйткені ол төменнен газдың қысымымен ұсталады. Пластинадағы сұйықтық қабатының биіктігі 25-30 мм құрайды және Толып жатқан құбырлардың жоғарғы ұштарының орналасуымен анықталады 2.



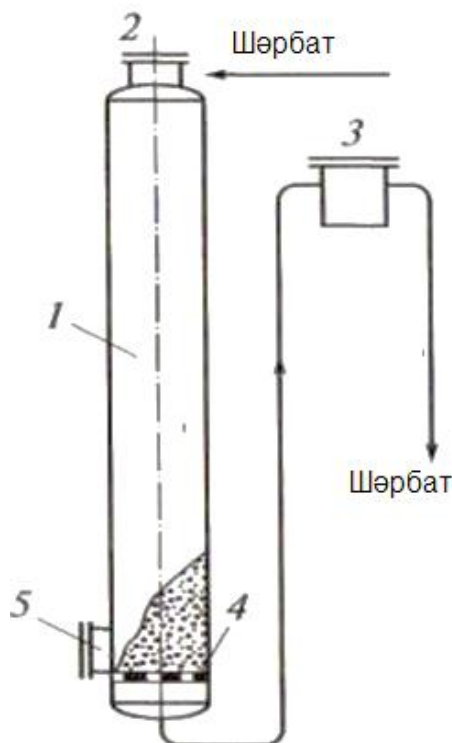
Сурет 52- Елек тәрелкелері бар бағана:

1 — тесіктер; 2-толтыру құбыры

Елек бағаналары құрылғының қарапайымдылығымен және жоғары тиімділігімен ерекшеленеді. Олардың басты кемшілігі-олар шектеулі жүктеме диапазонында ғана қанағаттанарлық жұмыс істейді. Төмен жүктемелерде, газдың жылдамдығы аз болған кезде, сұйықтық тесіктер арқылы ағып, бағанның жұмысы бұзылады. Үлкен жүктемелерде пластинаның гидравликалық кедергісі едәуір артады және сұйықтықтың едәуір кетуі байқалады (дегенмен, сито плиталарында сорғыш табақтарға қарағанда аз болады). Елек бағаналарының тағы бір кемшілігі-табақтардағы тесіктер тез бітеліп қалады.

Көрсетілген ыдыс сіңіргіштерден басқа, сәтсіз, клапанды және сиялы табақшалары бар бағандар қолданылады. Адсорбция процестерін жүргізу үшін келесі типтегі адсорберлер қолданылады: бекітілген түйіршікті адсорбентпен.

Бағаналы адсорбер (сурет 53) Ол қант шәрбаттарын ағарту үшін қолданылады. Адсорбент-белсендірілген көмір болып табылады.



Сурет 53- Бағаналы адсорбер

1-цилиндрлік корпус, 2-мойын, 3-мата сүзгісі, 4-тор, 5-түсіру люгі

Колонналық адсорбер диаметрі 1,2 м-ге дейін және биіктігі 10 м-ге дейін жететін, 4-тормен және көмірге арналған 5-разрядты люкпен жабдықталған цилиндрлік корпус болып табылады.

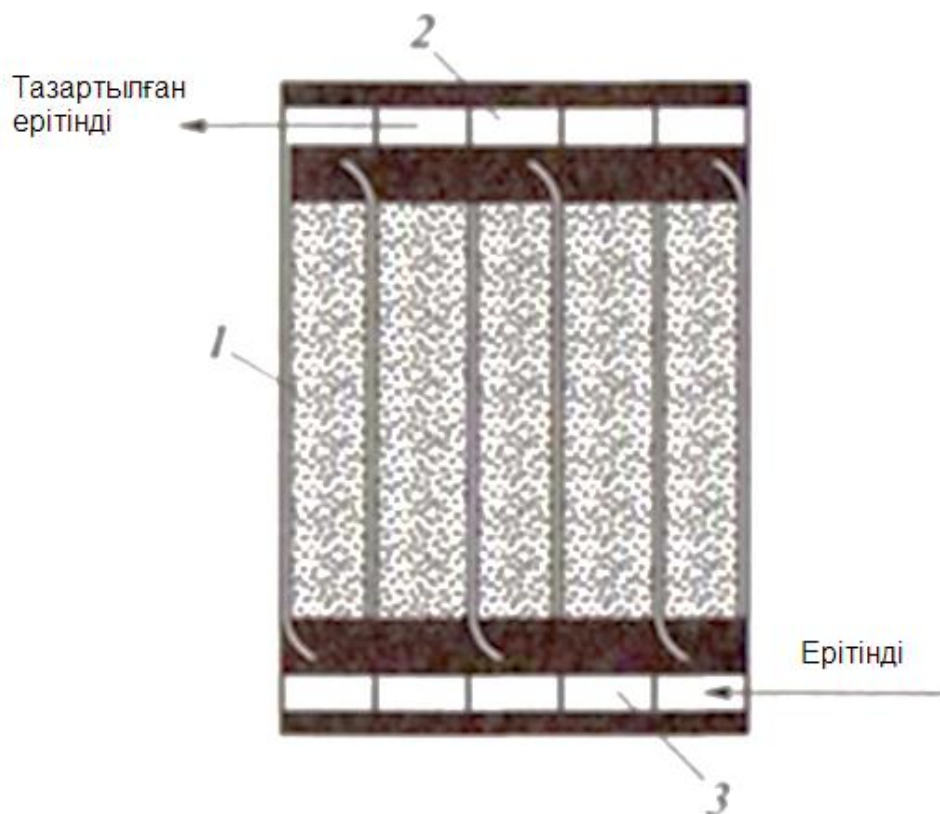
Металл Елек торға қойылады, содан кейін мата мен көмір құйылады, содан кейін мойын 2 қақпақпен жабылады.

Сироп адсорберде жоғарыдан төменге қарай жылжиды, аппараттан шығады, содан кейін ағартылған сироп 3-ші бақылау мата сүзгісінен өтеді, онда көмір бөлшектері ағып кетеді.

Кейде адсорбент тікелей ағартылатын ерітіндіге енгізіледі, содан кейін бұл қоспасы 5-10 минут араластырылады, ал тазартылған ерітінді сүзгіде шығарылады, ал қалпына келтірілгеннен кейін адсорбент қайтадан өндіріске қайтарылады.

Сүзгі-адсорбер. Сүзу және ағарту үшін, мысалы, сыра, рамкаға салынған целлюлоза адсорбент ретінде қолданылады.

Әрбір 1 рамада (54 - сурет) тесіктері бар екі кіріс (ағын) саңлау бар: 3 — сүзілмеген сыраны беру үшін және 2-тазартылған сыраны шығару үшін.



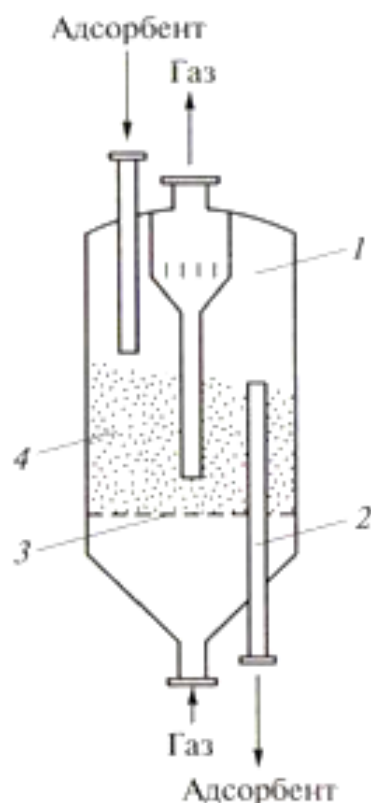
Сурет 54 – Сүзгі-адсорбер
1-рама, 2,3-саңлау

Жинау кезінде ағындағы тесіктер арналарды құрайды, олар арқылы әр жақтауға жарықтандырылмаған сыра беріледі және қазірдің өзінде тазартылған сыра беріледі.

Ұсақ түйіршікті адсорбенттің "қайнаған" қабаты бар адсорбер. Адсорбцияның "қайнаған" қабатында адсорбцияны жүргізу кезінде қабаттың гидравликалық кедергісі өте аз, сондықтан сіз адсорбенттің бекітілген қабатына қарағанда газ ағынының жылдамдығын бірнеше есе арттыра аласыз. Газдың жоғары жылдамдығының фазалық байланыстың өте дамыған бетімен үйлесуіне байланысты адсорбция процесін едәуір күшейтуге болады. "Қайнаған" қабаттағы бөлшектерді қарқынды араластыру кезінде температура тез теңестіріледі және адсорбенттің қызып кету қаупі алдын алады.

Ұсақ түйіршікті адсорбенттің "қайнаған" қабаты бар адсорберлер бір сатылы немесе көп сатылы болуы мүмкін.

Бір сатылы адсорбер. Бір сатылы адсорбердің 1 корпусында (55-сурет) 3 тарату торы бар, ол арқылы ұсақ түйіршікті адсорбентті "қайнаған" қабат күйіне келтіретін газ төменнен беріледі 4.



Сурет 55 - Адсорбенттің "қайнаған" қабаты бар бір сатылы адсорбер:
 1-корпус; 2-құбыр; 3-тарату торы; 4 - "қайнаған" қабат

Газ жоғарғы фитинг арқылы шығарылады. Адсорбент жоғарыдан келіп, 2 құбыр арқылы шығарылады. Құрылғы адсорбенттің "стационарлық" "қайнаған" қабатының белгілі бір деңгейін сақтайды.

Алайда, газ ағыны "қайнаған" қабаттан адсорбенттің қаныққан бөлшектерімен байланысқан кезде адсорбенттен сіңірілген заттың ішінара десорбциясы пайда болуы мүмкін екенін атап өткен жөн. "Қайнаған" қабатта қарқынды араластыру кезінде адсорбенттің қатты бөлшектері қатты абразияға ұшырайды, осыған байланысты сипатталған процесті жүргізу үшін жеткілікті механикалық беріктігі бар адсорбенттерді қолдану қажет.

5.3 Экстракция және экстракциялау

Сұйық қоспаларды бөлу және қатты заттардан компоненттерді тек алынған компоненттерді іріктеп ерітетін сұйық еріткішпен (экстрагентпен) алу процесі *экстракциялау* (немесе экстракция) деп аталады.

Экстракция <<қатты - сұйық>> жүйесіндегі экстракцияға және сұйық - сұйық жүйеде экстракцияға бөлінеді".

Бұл процестер тамақ өнеркәсібінде қызылша чиптерінен қант, майлы дақылдардан өсімдік майын тарту, көкөністерден тағамдық бояу алу, сүт қышқылын шығару және т. б. үшін қолданылады.

"Сұйық-сұйықтық" жүйесіндегі экстракция. Тасымалдаушыдан (А+ В сұйықтығы) ерітілген компонент (А) экстрагентпен (С сұйықтығы) алынады

және қалдықта (В рафинаты) сығынды (С+ А экстрагент және ерітілген компонент) алынады.

Экстрагенттердің қасиеттеріне келесі талаптар қойылады: мақсатты компоненттің селективтілігі; мақсатты компонент үшін жоғары экстракциялық сыйымдылық (мақсатты компонентті алу бастапқы еріткішке қарағанда жақсы); жақсы реэкстракция (сіңірілген компонентті алу); фазалардың жақсы стратификациясы; қауіпсіздік (экстрагент улы, жарылғыш, ұшпа болмауы керек); сақтау тұрақтылығы; төмен құны мен қол жетімділігі.

ЭКСТРАКТОРЛАР

Перколятор (диффузор). Диффузор (56-сурет) қатты дененің бекітілген қабаты - конустық түбі мен қақпағы бар тік цилиндрлік аппарат болып табылады.

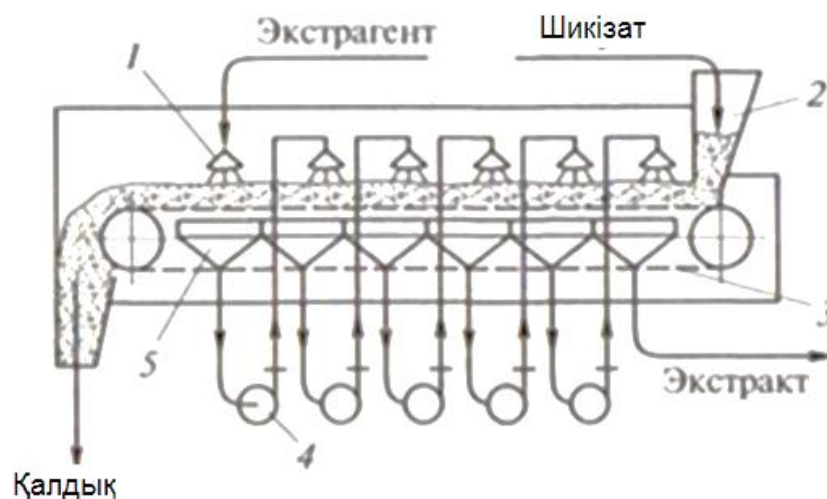


Сурет 56 –Перколятор(диффузор)

1-корпус; 2-құбыр; 3-тарату торы; 4 - "қайнаған" қабат

Төменгі жағында тор орналасқан, оған Жоғарғы люк арқылы ұсақталған қатты материалдың қабаты салынған. Шаймалаудан кейін материал төменгі жиналмалы люк арқылы қысыммен ауырлық күшімен түсіріледі.

Таспалы экстрактор. Сығындысының рециркуляциясы бар таспалы экстрактор (57-сурет) өсімдік майлары өндірісінде қолданылады. Бұл аппаратта 2-бункерден арнайы дайындалған ұсақталған майлы тұқымдар 3 транспортердің перфорацияланған таспасына түседі және олардың қабатына түсетін экстрагентке (бензинге) қарай жылжиды.

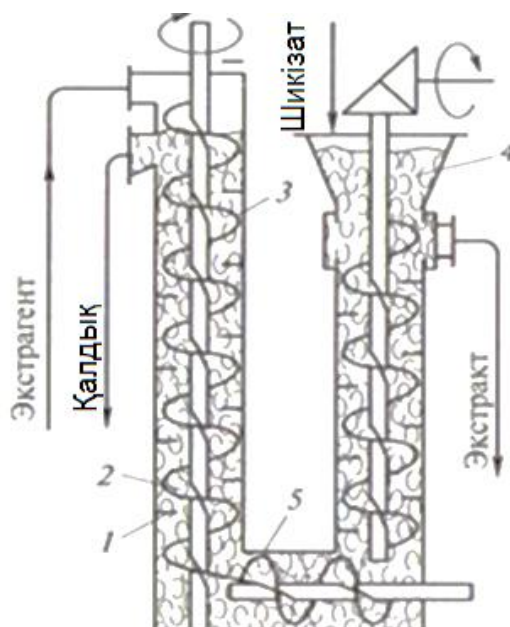


Сурет 57- Таспалы экстрактор

1-бүріккіш, 2-бункер, 3-перфорацияланған таспа, 4-сорғы, 5-жинақ

Жаңа экстрагент 1 бүріккішке беріледі, тұқым қабаты арқылы өтеді, олардан қалған майды алып тастайды және 5 жинаққа ағызады. Содан кейін 4 сорғысы осы аздап қаныққан экстрагентті тұқым қабатын өндеудің келесі аймағына береді, одан да қаныққан экстрагентті алады және т.б. нәтижесінде экстрактордың бір (оң) бөлігінде сығынды, ал екінші (сол) бөлігінде май жоқ қалдық болады. Бензин сығындысынан шығарылып, май тазартылады.

Бағаналы экстрактор. 58-суретте тұқымнан өсімдік майын алуға арналған тік (бағаналы) экстрактордың сызбасы көрсетілген. Экстрактор 4 жүктеу бағанынан, 5 көлденең буыннан және 3 экстракция бағанынан тұрады.



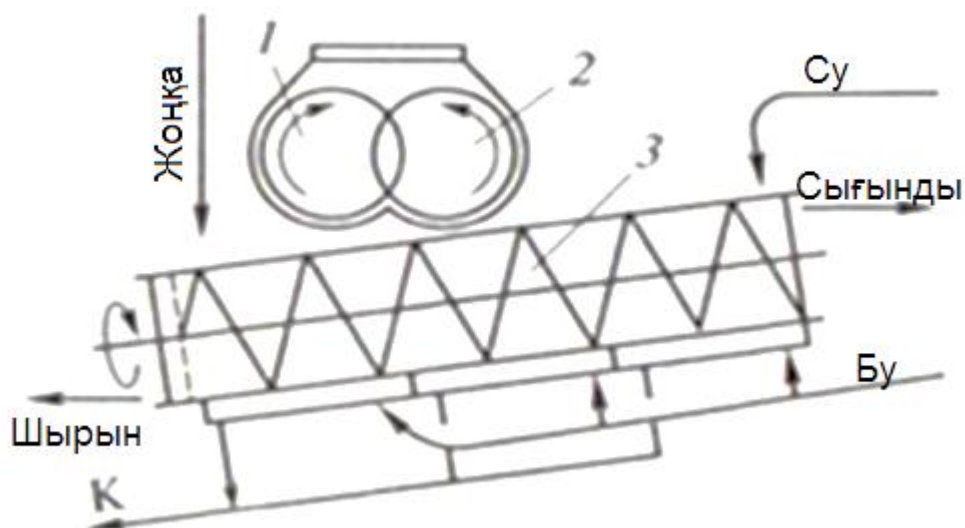
Сурет 58 - Бағаналы экстрактор

1-жолақ, 2-перфорацияланған шнек, 3-бағана, 4-жүктеу бағанасы, 5-көлденең буын

Бағанның ішінде 2 тесілген бұрандалар бар, олар шикізатты жылжытады және экстрагент бұрылыстарының саңылауларынан өтеді, ал 1 штангалар материалдың бұрандалармен бірге айналуына жол бермейді және оның аудармалы қозғалысын қамтамасыз етеді. Жалбыз тұқымы еріткішке қарай беріледі, алынған сығынды бағанадан шығарылып, сүзіледі.

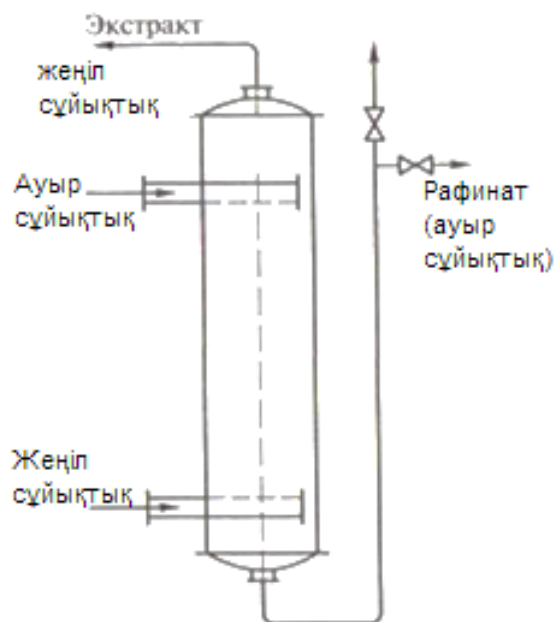
Көлбеу бұрандалы экстрактор. Көлбеу бұрандалы экстрактор (59-сурет) қызылша қант өндірісінде қызылша чиптерінен қант алу үшін қолданылады. Ол суретте көрсетілген көлденең қимасы бар 3 көлбеу ойық түрінде жасалады. Науада жоңқа жолақты болаттан жасалған және бір бұранданың бұрылыстары екіншісінің бұрылыстарына енетін етіп орналастырылған 1 және 2 бұрандалармен қозғалады. Айналдыру жолақтары арасындағы жарықтар шырынның өтуіне қызмет етеді. Процестің оңтайлы температуралық режимін сақтау үшін аппараттағы шырын мен қырыну бу көйлекіне кіретін бумен қыздырылады.

Барлық бұрандалы экстракторлардың басты кемшілігі - шикізатты бұрандамен ұсақтау және өнімнің бөлшектерін сығындыға енгізу, бұл оны тазартуды қиындатады.



Сурет 59 – Көлбеу бұрандалы экстрактор
1, 2-шнектер, 3-науа

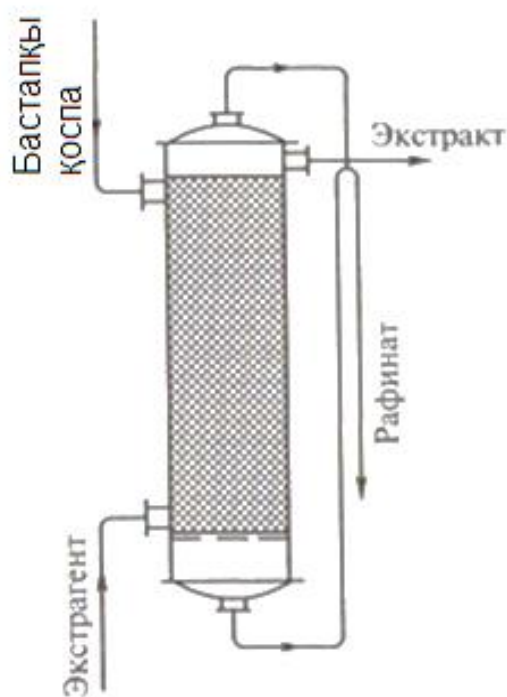
Бүріккіш экстрактор. Бұл қуыс цилиндр (60-сурет), оның төменгі және жоғарғы бөліктерінде сұйықтықты енгізуге және таратуға арналған құрылғылар бар. Жеңіл сұйықтық (экстрагент) колоннаның түбінен шығады және оның тамшылары көтеріледі. 60-суретте көрсетілгенге ұқсас ағызу жүйесі бар ауыр сұйықтық үздіксіз фаза болып табылады, төмен түседі. Жеңіл сұйықтық бағанның жоғарғы жағында жиналып, сығынды ретінде шығарылады.



Сурет 60 – Бүріккіш экстрактор

Бұл бағандардың тиімділігі салыстырмалы түрде аз. Олардағы алмасатын орталардың қозғалыс жылдамдығы да төмен - қатты орта үшін 0,004-0,009 м/с. Сондықтан олардың өнімділігі төмен.

Саптама экстрактор. Цилиндр еденіндегі саптама бағанасында (61-сурет) саптама торға орналастырылады. Рашиг сақиналары жиі қолданылады. Саптамалы экстракциялық бағаналарда осы типтегі абсорбциялық аппараттардағыдай режимдерді жүзеге асыруға болады.



Сурет 61 – Саптама экстрактор

Өзара әрекеттесетін ағындардың төмен жылдамдығымен пленка режимі жүреді, ағындардың жылдамдығы жоғарылаған кезде эмульсия режимі пайда болады. Шашатын экстракторлар шашыратқыштарға қарағанда тиімді

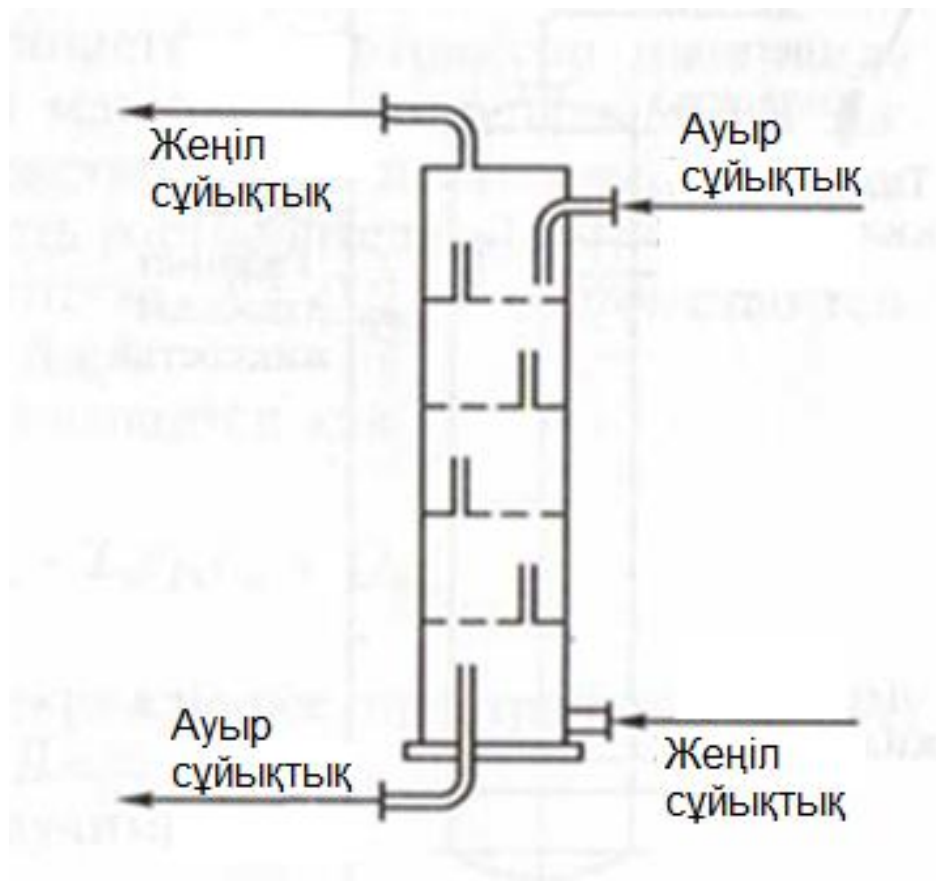
Сөрелік экстрактор. Сөре бағанында (62-сурет) сұйықтықтың қозғалыс бағытын өзгертетін сөрелер бар. Жеңіл сұйықтық бағанның түбіне еніп, жоғарыдан шығарылады. Ауыр сұйықтық жеңіл сұйықтыққа қарай жылжиды.



Сурет 62 – Сөрелік экстрактор

Бұл бағандарда сөрелер олардың арасындағы қашықтық $h = 75-100$ мм болған кезде бағанның бүкіл қимасының 70% - ын алады. тар қимадағы екі сұйықтық ағындарының жалпы жылдамдығы 0,01 м/с дейін болуы мүмкін. $N = 0,1-0,15$ м кезінде концентрацияның бір сатысына балама биіктік 0,12-0,18 м құрайды.

Тарелкалы экстрактор. Тарелка бағанасында (63-сурет) елек тәрелкелері бар. Тарелкаларда жеңіл сұйықтық жоғары қарай көтеріліп, диаметрі 2-10 мм тесіктер арқылы өтеді.



Сурет 63 – Тарелкалы экстрактор

Ауыр сұйықтық табақтардың үстінен көтерілген су төгетін құбырлар арқылы бір-бірінен екіншісіне ағып кетеді. Пластиналар арасындағы қашықтық 0,15-тен 0,6 м-ге дейін болуы мүмкін. табақтың тірі бөлімі 10-15% аралығында.

5.4 Айдау және ректификация

Сұйық қоспаны оның құрамдас бөліктеріне олардың өзгергіштігі мен сұйық және бу ағындарының қарама-қарсы әрекеттесуінің айырмашылығы нәтижесінде бөлу процесі **айдау** деп аталады.

Бастапқы қоспа оған жылу беру кезінде жеңіл ұшатын компонентке (ЖҰК) (төмен қайнататын - ТҚ) және ауыр ұшатынға (АҰК) (жоғары қайнататын - ЖҚ) бөлінеді.

Іс жүзінде қарапайым айдау мен күрделі айдау ерекшеленеді.

Қарапайым айдау - күрделі қоспаларды өрескел бір рет бөлу.

Күрделі айдау (ректификация) - күрделі қоспаларды бірнеше рет бөлу.

Айдау және ректификация спирт және ликер-арақ өндірісінде, сондай-ақ шарап жасауда қолданылады: спирт өндірісінде брагадан бастапқыда қоспалары (альдегидтер, сивуш майлары және т.б.) бар су-спирт қоспасы алынады, содан кейін таза компоненттер осы сұйықтықтан ректификация арқылы алынады; соңғы өндірісте коньяк спирті шараптан түзіледі.

5.5 Кептіру

Кептіру-бұл булану және пайда болған буларды кетіру арқылы материалдан ылғалды кетіру процесі. Процесті жүргізу кезінде кептірілген материалға жылу беру керек, нәтижесінде қатты денеде ылғалдың диффузиялық ауысуы пайда болады, сондықтан кептіру - бұл күрделі жылу, масса алмасу процесі.

Азық-түлік саласының барлық өндірістерінде кептіру қолданылады, ол міндетті емес болса, онда көмекші операция болып табылады және процестің өте күрделі технологиялық кезеңін білдіреді.

Кептіру *қызылша қант өндірісінде* қолданылады-құмшекер алынады; *спиртте* - өндіріс қалдықтары (барда, тағамдық ашытқы, жануарларға арналған құрама жем); *сыра қайнатуда* - уыт және өндіріс қалдықтары: жарма; *консервілерде* - кептірілген жемістер; *наубайханада* - сухари және т. б.

Барлық дымқыл материалдарды үш түрге бөлуге болады: қатты (бөлік, кесек, түйіршікті); паста тәрізді; сұйық (суспензиялар, ерітінділер).

Ылғал материалдардың қасиеттерін егжей-тегжейлі жан-жақты талдаумен кептіру әдісі мен кептіргіш түрін таңдау жүзеге асырылады.

Кептіру әдісін таңдағанда ескеру керек тамақ материалдарының маңызды ерекшелігі-бұл ыстыққа төзімділіктің төмендігі, тотығу және жойылу үрдісі; тауарлық түрін бұзуға және жоғалтуға бейімділік; бастапқы су құрамындағы материалдың гетерогенділігі; белсенді биохимиялық және химиялық белсенді заттардың болуы және басқа да бірқатар ерекшеліктер.

Кептірудің әртүрлі түрлері бар:

контактілі кептіру - жылуды салқындатқыштан (мысалы, қаныққан су буынан) оларды бөлетін қабырға арқылы материалға беру;

конвективті немесе ауамен кептіру - кептіру агенті кептірілетін материалмен тікелей байланыста болған кезде жылу беру;

радиациялық кептіру-инфрақызыл сәуле шығарғыштармен жылу беру;

диэлектрлік кептіру (СВЧ-кептіру) - жоғары жиілікті токтар өрісіндегі материалды қыздыру;

сублимациялық кептіру - мұздатылған күйінде терең вакуумда кептіру.

Кептіру статикасы. Табиғатта ылғалды қатты материал сикыршыны қоршаған ортадан сіңіре алады немесе оны қоршаған ортаға бере алады. Өз кезегінде, қоршаған ортада тек су буы немесе су буының газдармен қоспасы болуы мүмкін.

КЕПТІРГІШТЕР

Кептіру — бұл булану және пайда болған буларды кетіру арқылы материалдан ылғалды кетіру процесі. Процесті жүргізу кезінде кептірілген материалға жылу беру керек, нәтижесінде қатты денеде ылғалдың диффузиялық ауысуы пайда болады, сондықтан кептіру - бұл күрделі жылу, масса алмасу процесі.

Азық-түлік саласының барлық өндірістерінде кептіру қолданылады, ол міндетті емес болса, онда көмекші операция болып табылады және процестің өте күрделі технологиялық кезеңін білдіреді.

Кептіру **қызылша қант өндірісінде** қолданылады-құмшекер алынады; **спиртте** - өндіріс қалдықтары (барда, тағамдық ашытқы, жануарларға арналған құрама жем); **сыра қайнатуда** - уыт және өндіріс қалдықтары: жарма; **консервілерде** - кептірілген жемістер; **наубайханада** - сухари және т. б.

Барлық дымқыл материалдарды үш түрге бөлуге болады: қатты (бөлік, кесек, түйіршікті); паста тәрізді; сұйық (суспензиялар, ерітінділер).

Ылғал материалдардың қасиеттерін егжей-тегжейлі жан-жақты талдаумен кептіру әдісі мен кептіргіш түрін таңдау жүзеге асырылады.

Кептіру әдісін таңдағанда ескеру керек тамақ материалдарының маңызды ерекшелігі-бұл ыстыққа төзімділіктің төмендігі, тотығу және жойылу үрдісі; тауарлық түрін бұзуға және жоғалтуға бейімділік; бастапқы су құрамындағы материалдың гетерогенділігі; белсенді биохимиялық және химиялық белсенді заттардың болуы және басқа да бірқатар ерекшеліктер.

Кептірудің әртүрлі түрлері бар:

контактілі кептіру - жылуды салқындатқыштан (мысалы, қаныққан су буынан) оларды бөлетін қабырға арқылы материалға беру;

конвективті немесе ауамен кептіру - кептіру агенті кептірілетін материалмен тікелей байланыста болған кезде жылу беру;

радиациялық кептіру-инфрақызыл сәуле шығарғыштармен жылу беру;

диэлектрлік кептіру (СВЧ-кептіру) - жоғары жиілікті токтар өрісіндегі материалды қыздыру;

сублимациялық кептіру - мұздатылған күйінде терең вакуумда кептіру.

Кептіру статикасы. Табиғатта ылғалды қатты материал сиқыршыны қоршаған ортадан сіңіре алады немесе оны қоршаған ортаға бере алады. Өз кезегінде, қоршаған ортада тек су буы немесе су буының газдармен қоспасы болуы мүмкін. Материалдың ылғалды ауамен жанасуы кезінде жүйенің үш күйі бар: материалдан қоршаған ортаға ылғалдың десорбциясы (кептіру) — $p_m > p_n$ (p_m — ылғалды материалдағы су буының қысымы; p_n — ауа қоспасындағы су буының парциалды қысымы); материалмен ылғалдың сорбциясы (ылғалдандыру) — $p_n > p_m$ динамикалық тепе — теңдік (тепе-теңдік ылғалдылық) - $p_m = p_n$. Ылғал мен материал арасындағы байланыс түрлері. Кептіру процесіне ылғалдың материалмен байланысы әсер етеді. Материалдағы бос және байланысты ылғалды ажыратыңыз.

Еркін ылғалдылық дегеніміз ылғал деп түсініледі, оның булану жылдамдығы материалдан судың булану жылдамдығына тең

Беттер: $p_m = p_n$, мұнда p_n — қаныққан су буының қысымы.

Байланысты ылғал — бұл материалдың булану жылдамдығы бос бетінен судың булану жылдамдығынан аз болатын ылғал. Бұл ретте $p_m < p_n$.

Барлық байланысты ылғалды академик П. А. Ребиндер келесі формаларға сәйкес жіктейді.

1. Химиялық (гидратты немесе кристалданған ылғал). Кептіру процесінде *химиялық байланысты ылғал* жойылмайды.

2. Физикалық-химиялық (адсорбциялық және осмотикалық ылғал). *Адсорбциялық ылғал* микропорларда болады және адсорбциялық күштер материалмен тығыз байланысты. *Осмотикалық ылғал* материал жасушаларының ішінде және арасында болады және осмотикалық күштер аз ұстайды. Осы екі түрдің де ылғалын кептіру процесінде кетіру қиын.

3. *Механикалық* (ылғалдану). Ылғалдау ылғал макропорларды толтырады, материалмен ең аз тығыз байланысты және оны кептіру кезінде ғана емес, сонымен қатар механикалық жолмен де алып тастауға болады.

Ылғал мен материал арасындағы байланыстың барлық формаларын талдағанда, алдымен материалдан ылғалды механикалық жолмен бөліп алған жөн, содан кейін тек жылу әдісіне өткен жөн.

Материалдағы су оған біркелкі бөлінбейді. Әдетте материалдың ылғалдылығын сипаттау үшін ондағы ылғалдың орташа концентрациясы анықталады.

Материалды кептіру ұзақтығын тек эмпирикалық жолмен дәл орнатуға болады. Процестің жалпы ұзақтығы екінші кезеңдегі кептіру жылдамдығының төмендеуі түзу сызықты болатындығын ескере отырып, тұрақты жылдамдық пен құлдырау кезеңіндегі кептіру ұзақтығының қосындысы ретінде анықталады.

Кептіру жылдамдығы кептіру агентінің кептірілген материалға қатысты қозғалыс бағытына да байланысты.

Тікелей ағынмен кептіргіштің кіреберісіндегі дымқыл материал таза ыстық ауамен байланысады; сондықтан кептіру алдымен қарқынды жүреді, содан кейін баяулайды, процестің соңында материалдың температурасы пайдаланылған ауаның t_2 температурасына жақындайды.

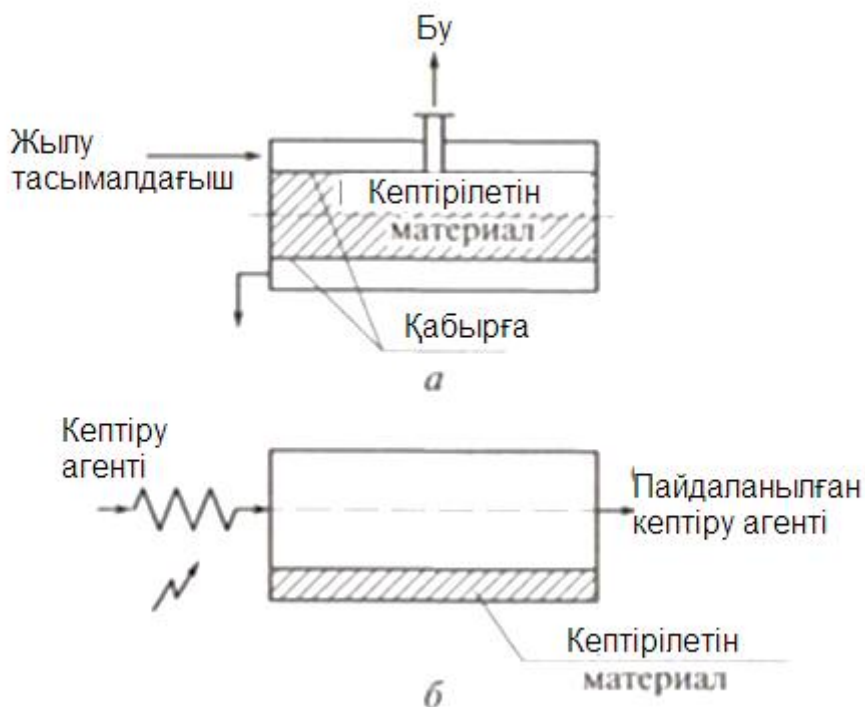
Қарама - қарсы ағынмен дымқыл материал алдымен пайдаланылған ауамен, ал кептірілген материал кептіргішке кіретін таза ыстық ауамен байланысады. Нәтижесінде, процестің басында кептіру баяу жүреді, соңында материалдың ылғалдылығы тез төмендейді, ал оның температурасы артып, кептіру агентінің 1 температурасына жақындайды және бұл материал үшін рұқсат етілгеннен жоғары болуы мүмкін.

Сондықтан, жану газдарымен (немесе жоғары температурасы бар басқа кептіру агентімен) кептіру кезінде тікелей ағын қолданылады. Бұл жағдайда қысқа уақыт ішінде қол жеткізілетін материалды төменгі ылғалдылыққа кептіру кезінде қарсы ток таңдалады.

Кептіру әдістері. Процесті жүргізудің оңтайлы жағдайларын белгілеу үшін кептіру тәсілін таңдау кезінде мыналарды ескеру қажет: өнімге қойылатын негізгі талаптар; кептірілетін материалдың физикалық-химиялық қасиеттері; кептірілетін материалдың түрі-қатты (кесектер, түйіршіктер, бөлшектер), паста тәрізді, сұйық; кептіру жылдамдығы;

рұқсат етілген кептіру температурасы; материалдың бастапқы және соңғы ылғалдылығы; қондырғының берілген өнімділігі.

64-суретте контактілі және конвективті кептірудің негізгі схемалары келтірілген.



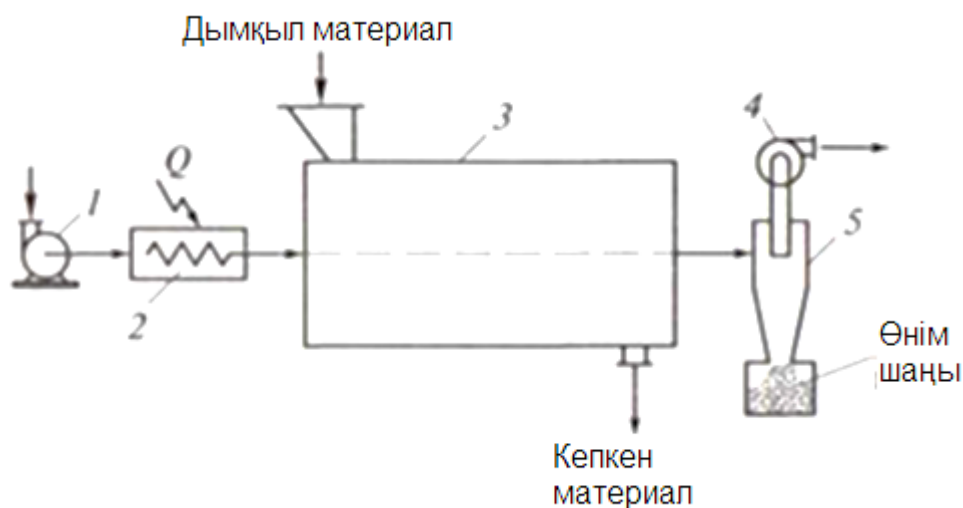
Сурет 64 – Кептіру схемасы
 а-байланыстық, б-конвективті

Байланыстық кептіру. Контактілі кептіру немесе жылыту беттерінде кептіру атмосфералық қысым немесе вакуум астында жүзеге асырылады. Вакуумды кептіруді таңдау үшін кептіру температурасын төмендету, процестің жылдамдығын арттыру, еріткішті ұстап алу мүмкіндігі, кептірілген өнімнің тазалығы ескеріледі.

Конвективті кептіру. Конвективті кептіру-бұл ылғалды материалды ыстық ауа немесе жану газының ағынында кептіру. Ыстық газ екі функцияны орындайды: бұл салқындатқыш және ылғал тасымалдағыш.

Конвективті кептіру қондырғысында (65-сурет) атмосфералық ауа айдау желдеткішімен сорылады 1, калорифер 2 өтеді, онда қыздырылады және кептіргішке беріледі 3. Диаграммада үздіксіз жұмыс істейтін жолақты кептіргіш көрсетілген. Түйіршікті материал таспаға беріледі, онымен бірге қозғалады және таспадан таспаға құйылады. Қыздырылған ауа кептірілген материалдың үстінен өтеді, ауа ағынымен буланған ылғал сору желдеткішімен 4 кептіру камерасынан шығарылады. 5 циклонында атмосфераға шығарылмас бұрын ауа өнімнің шаңынан босатылады.

Конвективті кептіргіштің мысалын қолдана отырып, кептіргіштер үшін материалдық және жылу баланстарын құру әдісін қарастырамыз.



Сурет 65 – Конвективті кептіру қондырғысының схемасы
 1-айдағыш желдеткіш, 2-калорифер, 3-кептіргіш, 4-сорғыш желдеткіш, 5-циклон.

Тамақ өнеркәсібінде қолданылатын кептіргіштер әртүрлі. Кептірілетін материалдардың қасиеттеріне байланысты әртүрлі құрылғылар қолданылады.

Кептіргіштер келесі жіктеу белгілері бойынша жіктеледі:

- * жылу беру тәсілі (конвективті кептіргіштер, түйіспелі, радиациялық, жоғары жиілікті токтарды қолданатын кептіргіштер, сублимациялық);

- * кептіру агентінің сипаттамасы (ауа кептіргіштері, жану газдарын қолданатын кептіргіштер);

- * кептіру камерасындағы қысым (атмосфералық қысым кезінде жұмыс істейтін кептіргіштер, вакуумдық кептіргіштер, терең вакуумдық кептіргіштер);

- * қалыпты (негізгі) процесі бар кептіру процесінің нұсқасы, камера ішінде жылыту, аралық жылыту, пайдаланылған ауаны қайтару және т. б.);

- * кептіргіштердің (үздіксіз жұмыс істейтін кептіргіштер, мерзімді жұмыс істейтін кептіргіштер) жұмыс режиміне);

- * кептіру агентінің айналымы (табиғи айналымы бар, мәжбүрлі айналымы бар);

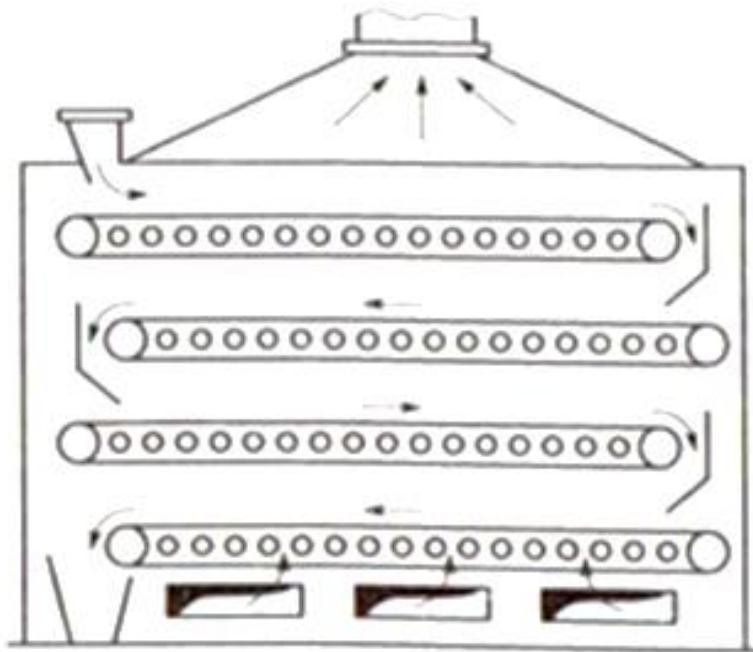
- * материал ағынының бағыты және кептіру агенті (ағынды және тікелей ағынды кептіргіштер, кросс-ағынды кептіргіштер);

- * кептіргіштердің конструкциялары (камералық, дәліздік, ленталық, барабандық, шахталық, біліктік, бүріккіш, "қайнаған" қабаты бар және т.б.).

Кептіргіштердің негізгі түрлерін қарастырайық.

Конвективті кептіргіштер

Таспалы конвейерлік кептіргіштер. 66-суретте төрт қабатты конвейер кептіргішінің схемасы көрсетілген. Мұндай кептіргіштер жемістерді, нанды, крахмалды, ұсақ макарон өнімдерін кептіру үшін кеңінен қолданылады. Кептіру агенті-ауа.



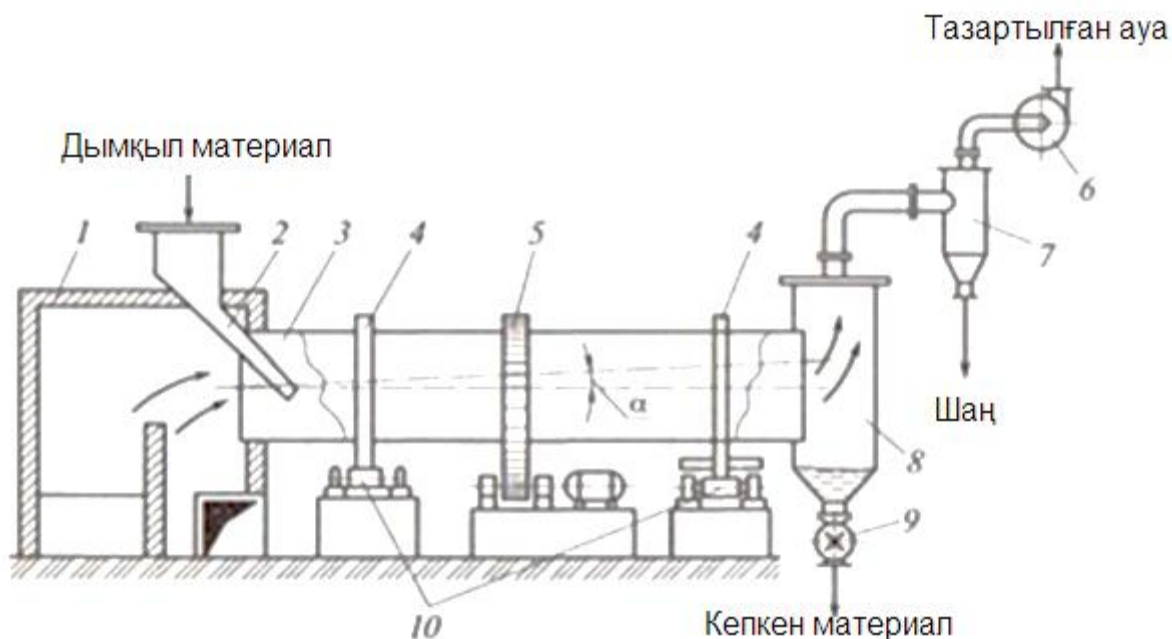
Сурет 66- Төрт қабатты конвейер кептіргіш

Кептіргішке кіретін материал бір-бірінің үстінде орналасқан кеуекті материалдың (мата, металл тор) таспаларына беріледі. Материал ленталармен дәйекті түрде тасымалданады. Әр таспаның бос және жұмыс бұтақтарының арасында жылытқыштар орналасқан. Сондықтан, бұл кептіргіш аралық жылыту опциясы бойынша жұмыс істейді. Таспалы кептіргіш-бұл материал мен ауаның кросс-ағынымен үздіксіз жұмыс істейтін кептіргіш. Таспаның жылдамдығы редуктордың көмегімен өзгереді. Көкөніс кептіру қондырғылары үшін жылдамдық 0,1-0,7 м / мин құрайды.

Барабанды кептіргіштер. Олар астықты, құм қантын, қызылша целлюлозасын, картоп барда дәндерін кептіру үшін қолданылады.

Барабанды кептіргіштерде кептіру атмосфералық қысым кезінде жүреді. Жылу тасымалдағыш-бұл ауа немесе жану газдары.

Барабанды кептіргіштерде (67-сурет) горизонтқа сәл бұрышпен орнатылған цилиндрлік қуыс көлденең 3 барабаны болады. Барабан 4 таңғыштарымен жабдықталған, олардың әрқайсысы екі 10 тірек роликтерімен оралып, тұрақты роликтермен бекітілген. Барабан барабанға орнатылған 5 тісті доңғалақтың көмегімен электр жетегінен айналады. Барабанның айналу жиілігі 5-8 айн/мин аспайды, дымқыл материал 2-бункер арқылы кептіргішке түседі. Барабан айналған кезде кептірілген материал құйылады және шлюз қоректендіргішіне қарай жылжиды. Барабанда болған уақыт ішінде материал салқындатқышпен әрекеттескенде кептіріледі — бұл жағдайда барабанға пештен кіретін жану газдарымен.



Сурет 67 - Барабанды кептіргіштер

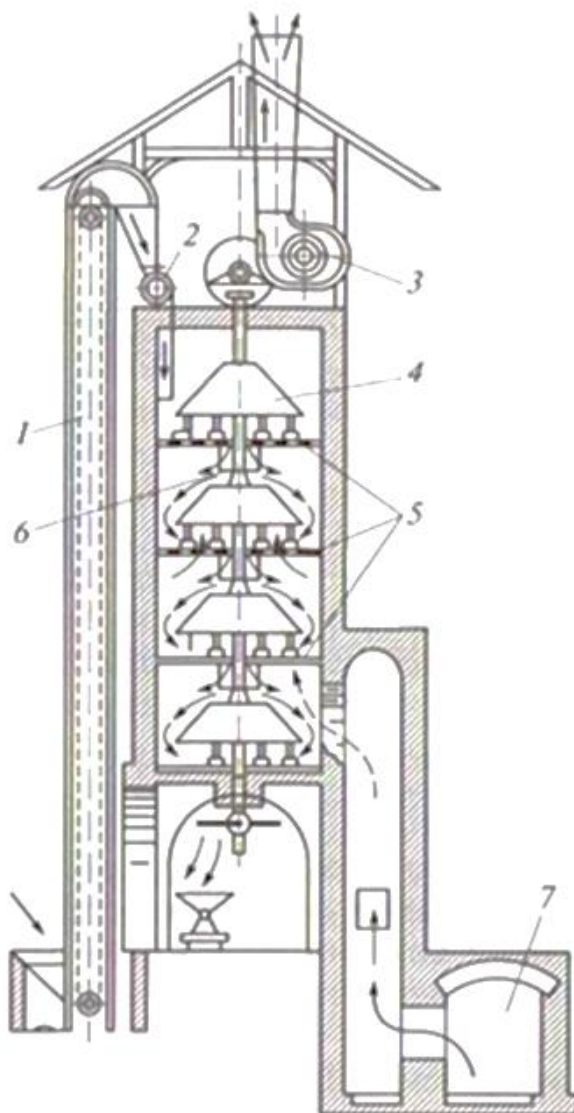
1-пеш, 2-бункер, 3-барабан, 4-таңғыш, 5-редуктор, 6-желдеткіш, 7-циклон, 8-қабылдау бункері, 9-шлюзді қоректендіргіш, 10-тірек роликтер

Материалды кептіру агентімен жақсы байланыстыру үшін барабанда ішкі саптама орнатылады. Барабан айналған кезде, саптама материалды айналдыруға және оны кептіру агентімен жақсырақ айналдыруға көмектеседі. Саптаманың түрі материалдың қасиеттеріне байланысты таңдалады. 5.65-суретте барабан кептіргіштерінің ішкі саптамаларының әртүрлі түрлері көрсетілген. Суретте көрсетілген саптамалар кептіру кезінде қолданылады: жабысуға бейім ірі кесекті материалдар; төмен сусымалы және тығыздығы жоғары ірі кесекті материалдар;

жақсы сусымалы ұсақ материалдар; көптеген шаңды құрайтын материалдар (мысалы, жабық ұяшық жүйесі).

Шахталық кептіргіштер. Олар сусымалы өнімдерді кептіру үшін қолданылады: астық, целлюлоза, қызылша чиптері механикалық дегидратациядан кейін, көкөністер, көмір, саз және т.б. бұл кептіргіштерде материалдың қозғалысы ауырлық күшінің әсерінен болады. Материалдың қозғалысын бәсеңдету үшін кептіргіштер әртүрлі пішіндегі сөрелермен жабдықталған.

68-суретте көрсетілген шахта кептіргіші қызылша целлюлозасын кептіруге арналған — қызылша қант өндірісінің қалдықтары.



Сурет 68 - Шахталық кептіргіштер

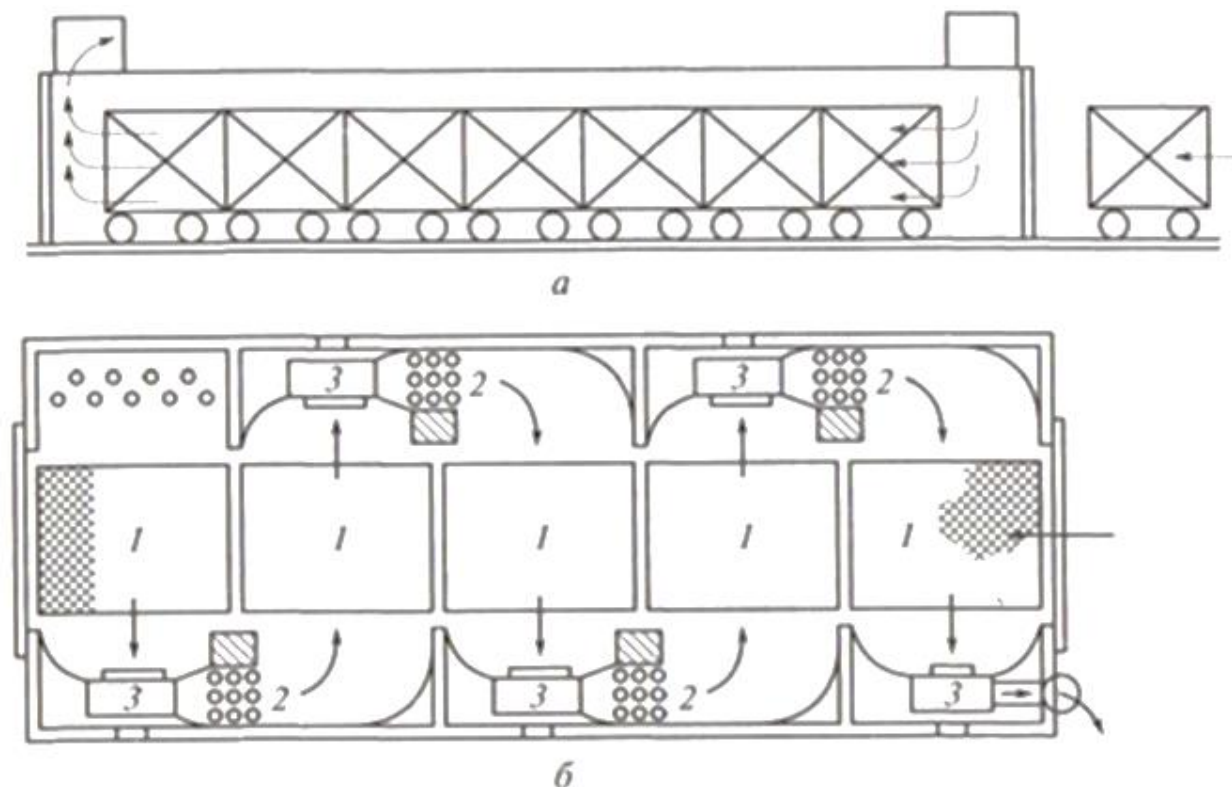
1-элеватор, 2-жүктеу бергіші, 3-желдеткіш, 4-айналмалы конустар, 5-торлы сөрелер, 6-тарату құрылғылары, 7-газ өткізгіш

Элеватормен 1 шикі сығынды 2 тиегіш коректендіргішке беріледі, ол сығымдағышты кептіргішке береді. Құрылғыда орталық тесіктері бар 5 торлы сөрелер бар. Кептіргіштердің тік білігіне айналмалы 4 конустары мен қырғыштар орнатылады, олар конустардан құлаған материалды торлардың орталық тесігіне апарды. Ыстық кептіру агенті 7 газ құбырынан келеді және 3 желдеткішімен сорылады. Кептіргіштердің бұл түрі жану газдарында немесе ауада жұмыс істейді.

Туннельді (дәлізді) кептіргіштер. Тамақ өнеркәсібінде туннельді кептіргіштер көкөністерді, крекерді, жемістерді, мармеладты, пастиланы, макаронды кептіру үшін қолданылады. Туннельді кептіргіштер кептірілген материалдың пішінін сақтау қажет болған жағдайда тиімді (бірнеше рет бұрылмай).

Туннель немесе дәліз кептіргіштері атмосфералық кептіргіштер тобына жатады. Салқындатқыш ретінде олар ауаны немесе жану газдарын пайдаланады.

69 — суретте а материалды жылжытуға арналған вагонеткалары бар дәліз кептіргішінің схемасы, ал 70-суретте б-аралық ауаны жылытатын дәліз кептіргішінің жоспары көрсетілген. Кептіргіштің негізгі элементі туннель болып табылады, онда 1 вагоншалары рельстер бойымен қозғалады.



Сурет 69 – Аралық ауа жылытқышы бар дәліздік кептіргіш
а-жалпы көрініс, б-жоспар, 1-вагоншалар, 2-калориферлер, 3-желдеткіштер

Вагонеткаларға стеллаждар орнатылған, оларға материал төселеді. Материалды газбен жақсы жылыту үшін сөрелер електен жасалады. Вагоншалар қозғалған кезде матная қозғалыссыз қалады. Кептіргіштегі ауа ағыны ағынға қарсы немесе материалға параллель болуы мүмкін. Кептірілген материалы бар вагоншалар кептіргіштен белгілі бір уақыт аралығында шығады. Ауа үздіксіз қозғалады.

Туннельді кептіргіштер кептіру процесінің әртүрлі нұсқалары үшін ыңғайлы.

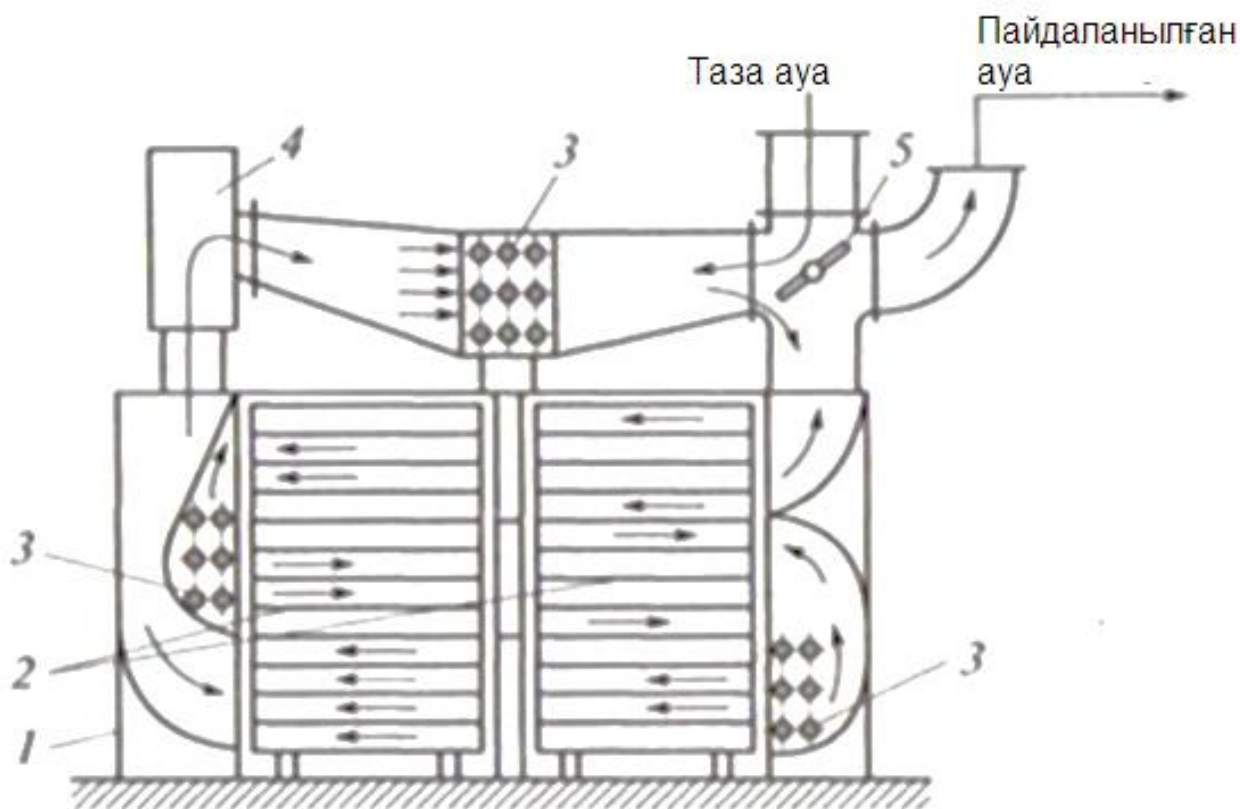
Камералық кептіргіштер. Осы типтегі кептіргіштер аз тонналы өндірістерде Сусымалы материалды кептіру үшін қолданылады. Құрылымдық жағынан олар туннельді кептіргіштерге ұқсайды, бірақ ұзындығы аз.

Камералық кептіргіштердің ішінде (70-сурет) 2 вагоншалары болады. Вагоншалардың сөрелеріне ылғалды материал орналастырылады. Салқындатқыш кептіргішке 4 желдеткішпен құйылады, жылытқышта 3 қызады

және кептірілген материалдың бетінен өтеді немесе материалдың қабатын төменнен жоғары қарай теседі.

Пайдаланылған ауаның бір бөлігі таза ауамен араласады. Бұл мерзімді кептіргіштер атмосфералық қысым кезінде жұмыс істейді.

Камералық кептіргіштер туннельдерге қарағанда ықшам, бірақ кемшіліктері бар: өнімділігі төмен және өнімді біркелкі емес кептіру.

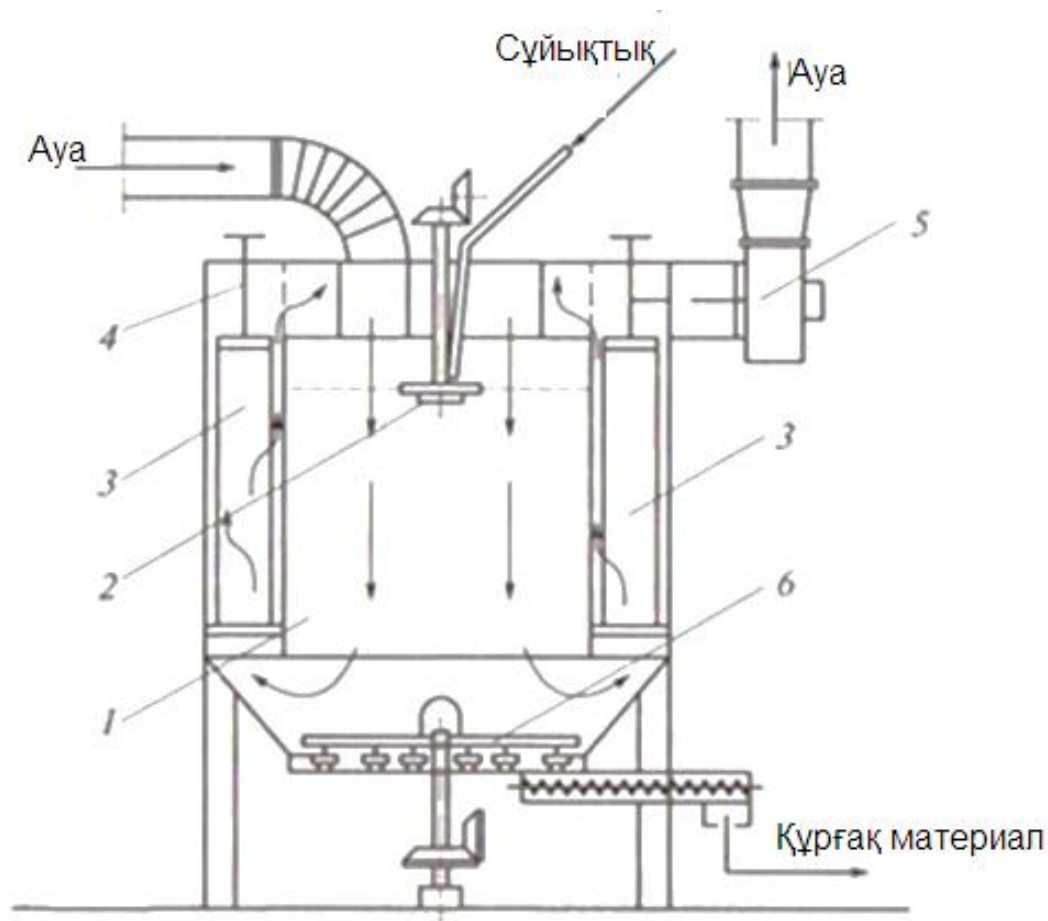


Сурет 70 – Камералық кептіргіштер

1- корпус, 2-вагонеткалар, 3-калориферлер, 4-желдеткіш, 5-шибер

Бүріккіш кептіргіштер. Бүріккіштер арқылы немесе сығылған газдың көмегімен пневматикалық тәсілмен тамшылап шашылатын сұйықтықтарды кептіру үшін бүріккіш кептіргіштер пайдаланылады (71-сурет).

Мұндай кептіргіштің 1 кептіру камерасы едәуір мөлшердегі қуыс мұнара түрінде жасалған ($D= 2-5$ м, $H = 3-5$ м). Кептіргішке кіретін Материал 2 бүріккіш дискімен кептіргіштің жоғарғы жағына шашыратылады. Оның тамшылары түсіріледі және материал мен кептіргіштің төменгі бөлігіне кіретін кептіргіш арасындағы байланыс жасалады.



Сурет 71 – Бүріккіш кептіргіш

1-кептіру камерасы, 2-бүріккіш диск, 3-түтік сүзгілері, 4-дірілдейтін механизм, 5-желдеткіш, 6-қырғыш

Сұйықтықтарды шашырату бұрку (центрифугалық бұрку) арқылы жүзеге асырылады. Осыған байланысты, кептіргіште материалдың жоғары дисперсиясына байланысты, ол кептіру агентімен (ауа немесе түтін газдарымен) үлкен байланыс бетіне ие, сондықтан кептіру жылдамдығы өте жоғары. Кептіргіш агенті кептіргіште төмен жылдамдыққа ие (0,2-0,4 м/с), бірақ осы жылдамдықта ол материалдың ұсақ бөлшектерін алып тастайды. Оларды ұстап алу үшін ауа сүзгілер арқылы өтеді. Кептірілген материал камераның түбіне түсіп, 6 қырғыштармен кептіргіштен шығарылған бұрандаға қарай жылжиды. Кептіру агенті 3 сәмке сүзгілері арқылы шығарылады.

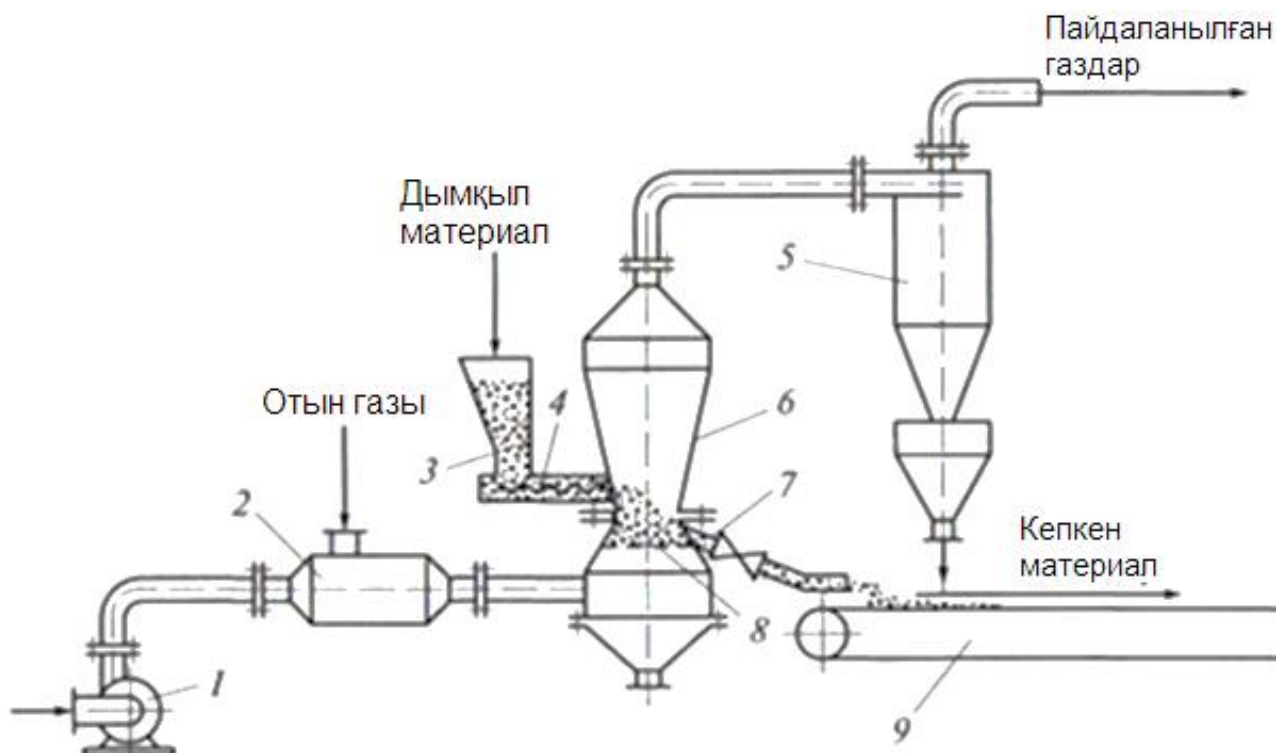
Бүріккіш кептіргіштер тікелей ағынмен де, кептіргіш агент пен материалдың қарама-қарсы ағынымен де жұмыс істей алады. Өнеркәсіпте қалыпты процеспен және пайдаланылған ауаны қайтарумен жұмыс істейтін кептіргіштер қолданылады. Материалдың қасиеттеріне және ауа температурасына байланысты кептіргіштердің кернеуі 2 - ден 25 кг/(м³-сағ) аралығында болады.

"Қайнаған" қабаты бар кептіргіш. Өлшенген (жалған күйдірілген) қабаты бар кептіргіштер сусымалы материалдарды (астық, жарма, көкөністер және т.б.), сондай-ақ пасталар мен ерітінділерді кептіру үшін қолданылады.

Осы типтегі кептіргіштер үздіксіз, мерзімді және жартылай үздіксіз жұмыс істейтін құрылғыларға жатады. Дизайн бойынша олар әртүрлі.

72-суретте псевдооживленным қабаты бар кептіргіш схемасы көрсетілген.

Білгалды материал 3-бункерге үздіксіз беріледі. Ауа 1 желдеткішімен сорылып, жылытқышта 2 жану газымен жылытылады. Әрі қарай, ауа материал құйылған тарату торының астына түседі.



Сурет 72 – Жалған күйдірілген қабаты бар кептіргіш

1-желдеткіш, 2-калорифер, 3-бункер, 4-шнек, 5-циклон, 6-кептіргіш корпус, 7-түсіру құбыры, 8-газ тарату торы, 9-конвейер

Материалды кептіру 8 газ тарату торына іргелес кептіру аймағында жүреді. Кептірілген материал 7 келте құбыр арқылы алынады. Кептіргіштен шығатын газдар 5 циклондағы шаңнан тазартылып, атмосфераға шығарылады.

Кептіргіштердің "қайнаған" қабаты бар жұмысы негізінен газ тарату торының дизайнына байланысты.

Бақылау сұрақтары

- 1 Масса алмасу процестеріне не жатады?
- 2 Адсорбция абсорбциядан несімен ерекшеленеді?
- 3 Экстракциялау деп нені атайды?ы?
- 4 Кептірудің қандай түрлері бар??
- 5 Жалған күйдіру мәні неде?

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абрамов, О.В. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.В. Логинов; Под ред. А.Н. Остриков. — СПб.: ГИОРД, 2012. — 616 с.
2. Бобович, Б.Б. Процессы и аппараты переработки отходов: Учебное пособие / Б.Б. Бобович. — М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. — 288 с.
3. Вобликова, Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебное пособие. 2-е изд., пер. и доп. / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков и др... — СПб.: Лань, 2016. — 204 с.
4. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
5. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Массообменные процессы и аппараты. В 2 т. стер. 2 ч. / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2016. — 368 с.
6. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах 1 т / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 400 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Уч. пос. для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. — М.: Альянс, 2015. — 496 с.
8. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. — М.: Альянс, 2014. — 752 с.
9. Копылов, А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты / А.С. Копылов. — М.: МЭИ, 2009. — 222 с.
10. Пилипенко, Н.И. Процессы и аппараты: Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / Н.И. Пилипенко, Л.Ф. Пелевина. — М.: ИЦ Академия, 2008. — 304 с.
11. Семенов Е.В. Методы расчетов процессов обработки дисперсных систем в мукомольной и хлебопекарной промышленности. — М.: Машиностроение, 2010. — 321 б.
12. Технология пищевых производств / А. П. Нечаев, И. С. Шуб, О. М. Аношина и др.; А. П. Нечаев редак.- М.: Колос С, 2008. - 768
13. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. Оқулық: - 5 басылым. Өңделген және қосылған. М.: Легкая и пищевая промышленность. 2007. — 423 б.
14. Карамзин В.А., Семенов Е.В. Расчет характеристик твердой фазы пищевых суспензий. — М.: Пищевая промышленность, 2009. — 320 б.
15. Калинина В.М. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности. М.: Оқу құралы, 2016.
16. Федькина М. Оборудование предприятий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства. Оқу құралы, 2010.