

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Химия және химиялық технология факультеті

**Органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және
технологиясы кафедрасы**

14-дәріс

Талшықтардың өндірісі

ПКМ өндірісіндегі армирлейтін талшықтар

6B07104 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы»
білім беру бағдарламасы

Доцент

Токтабаева А.К.

- **Дәріс мақсаты:**

- Студенттерге талшықтардың өндіріс технологиясын және олардың физика-химиялық қасиеттерін түсіндіру;
- Армирлейтін талшықтардың түрлерін, құрылымдық ерекшеліктерін және ПКМ құрамындағы рөлін талдау;
- Талшық алу әдістерінің (балқымадан, ерітіндіден, химиялық және механикалық тәсілдермен) принциптерін қарастыру;
- Армирлейтін талшықтардың полимерлі композициялық материалдардың беріктігіне, серпімділігіне және термиялық тұрақтылығына әсерін түсіндіру.

- **Дәріс жоспары:**
- Талшықтар туралы жалпы түсінік және олардың жіктелуі.
 - Табиғи және синтетикалық талшықтар.
 - Органикалық және бейорганикалық талшықтар.
- Талшық алу әдістері:
 - балқымадан созу;
 - ерітіндіден иіру;
- Талшық өндірісінің негізгі сатылары:
 - полимер дайындау;
 - иіру процесі (экструзия арқылы талшық түзу);
 - созу және термиялық өңдеу;
 - тұрақтандыру және орау.
- ПКМ өндірісінде талшықтардың бағытталуы мен орналасуының рөлі (бірбағытты, тоқылған, қабатты).

Полимерлерді өңдеу әдістерінің классификациясы

1) Алынған өнім түріне қарай өңдеу әдістері бөлінеді:

а) Периодты режимде алынған дискретті (бөлек, дана) өнімдерді қалыптастыру;

б) Үздіксіз әдіспен алынған қалыптау материалдарын (пенкалар, құбырлар, профильді бұйымдар, талшықтар) қалыптау.

2) Өңделетін полимерлердің түріне қарай классификация әдістерінің екі тобын ажыратады:

а) Термопласттарды өңдеу әдістері;

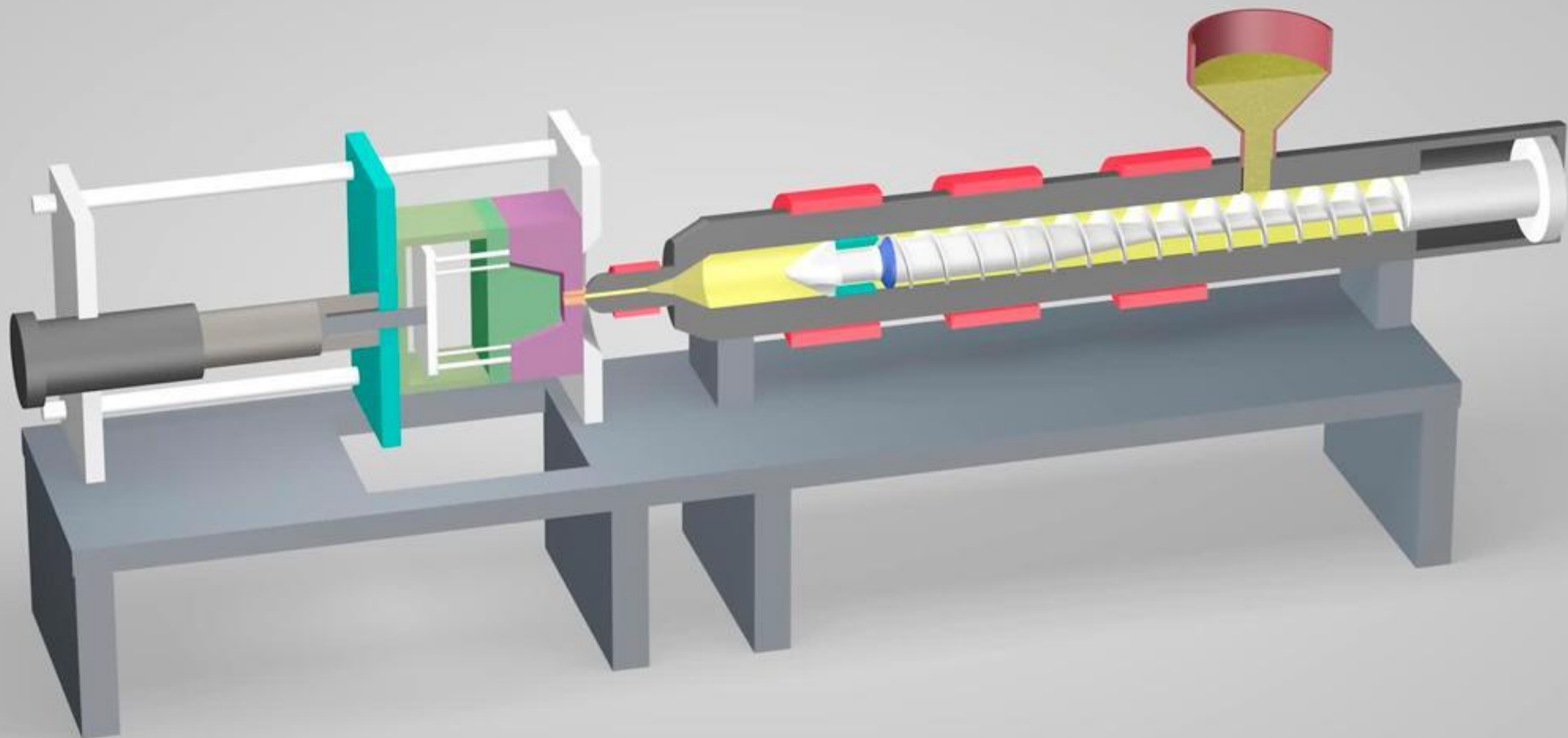
б) Реактопласттарды қалыптау әдістері.

- 3) Полимердің қалыптау кезіндегі физикалық күйі бойынша әдістердің келесі топтары бөлінеді:
- а) Полимерлерді тұтқыр балқыма күйінде өңдеу. Бұл әдістер балқыманың жылу мен қысымның бір мезгілде әрекеті кезіндегі елеулі және қайтымсыз деформацияларға (ағынға) қабілеттілігіне негізделген.
- б) Полимерлердің жоғары серпімді (жұмсартылған) күйде түзілуі. Бұл жағдайда әдіс қыздырылған жартылай фабрикаттардың аморфты полимерлерден (қабақтар, пленкалар немесе дайындамалар) айтарлықтай қайтымды жоғары серпімді деформацияларға қабілеттілігіне негізделген.
- в) Полимерлерді ерітіндінің немесе дисперстің тұтқыр күйінде өңдеу.
- д) Полимерлерден қатты (кристалдық немесе аморфты) күйдегі өнімдерді қалыптастыру. Бұл әдістерге полимерлердің мәжбүрлі серпімділік көрсету қабілетіне негізделген суық штамптау, илемдеу, тарту және т.б.

Қысым астында құю

- Пластикалық бүрку үшін әртүрлі термопластиктерді (полимерлер) қолдануға болады: полипропилен, поликарбонат, полиуретан, полиамид, полистирол және т.б.
- Өндірісте қолданылатын барлық пластмассалар екі түрге бөлінеді:
- терморезистивті (қайта балқыту мүмкін емес, өйткені олар қатқаннан кейін қайтымсыз өзгереді);
- термопластикалық (қайта өңдеуге және басқа пішін беруге болады).
- Материал көбінесе түйіршік түрінде қолданылады. Сондықтан оны тасымалдау оңайырақ, дозаны есептеу оңайырақ.

- Пластикалық құю қалыптау процесі келесідей:
- 1. Полимерлер (полипропилен, поликарбонат, полиуретан, полиамид немесе полистирол) тиеу құрылғысына толтырылады.
- 2. Масса қыздырылады, балқытылады және арнайы цилиндрлік бөлікке жиналады.
- 3. Цилиндр бұйымдарды қалыпқа келтіретін түйінге қосылады.
- 4. Пластификатор балқыманың мөлшерленген бөлігін қалыпқа жылжытады.
- 5. Өнім қалыпқа түседі, салқындатылады.
- 6. Пластификаторды кері итеріп, дайын пластмасса бұйымын алу үшін қалып ашылады.



- Қысыммен құю қалыптаудың негізгі артықшылықтары:
- қайта өңделген пластмасса түрлері бойынша әмбебаптығы,
- жоғары өнімділік,
- алынатын өнімнің жоғары сапасы,
- өте күрделі конфигурацияның бөлшектерін немесе жұқа қабырғалы бұйымдарды өндіру мүмкіндігі;
- соңғы өнімді қосымша өңдеудің болмауы (шыршаларды алудан басқа),
- процесті толық автоматтандыру.

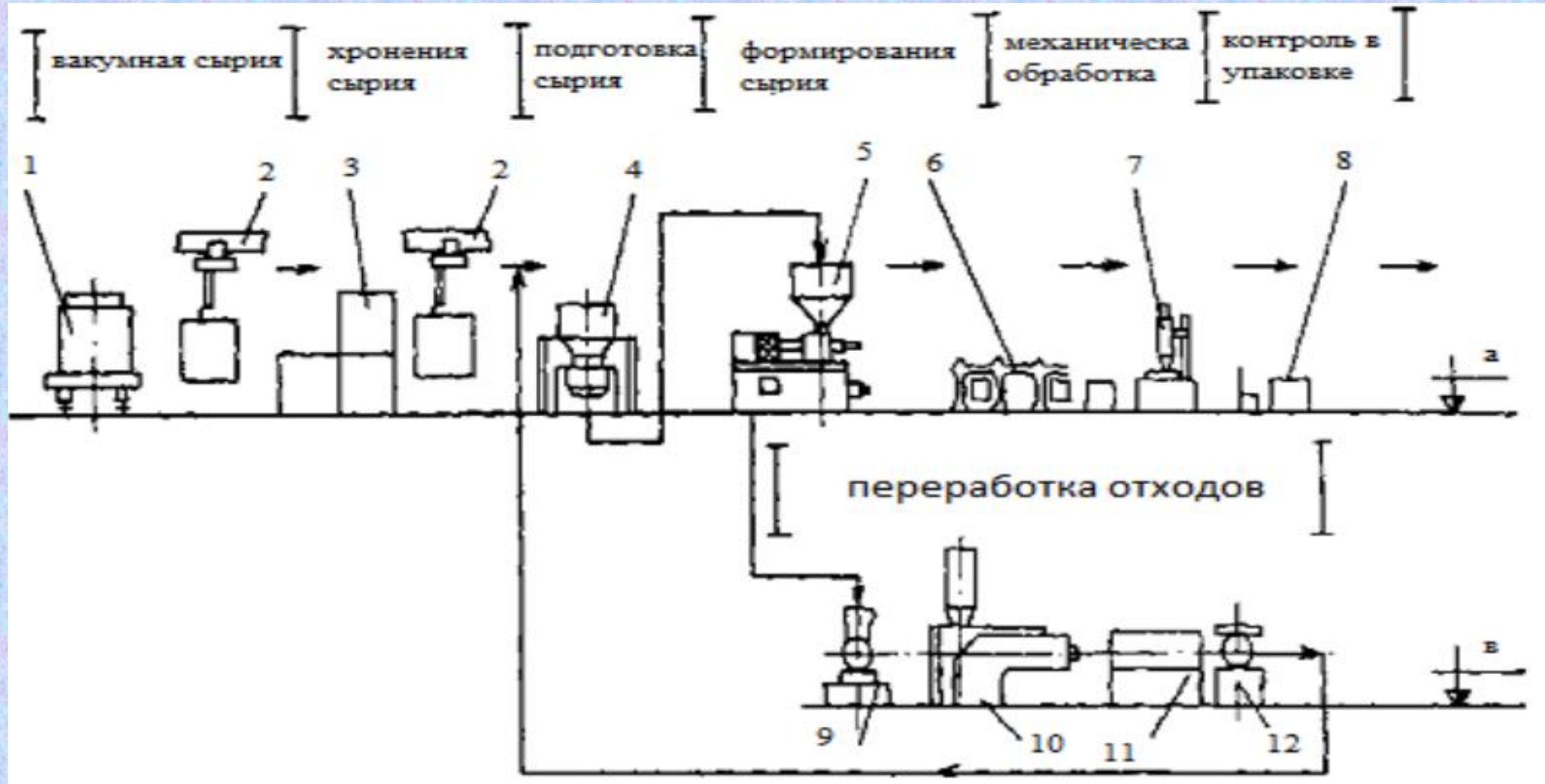
Қысым астында құю әдісі

- Қысыммен құйып қалыптау термопластиктерді өңдеудің ең кең таралған әдісі болып табылады. Бұл ретте дара пластмасса бұйымдары материалды тұтқыр күйге дейін қыздыру және алынған балқыманы жабық құю қалыпқа сығу арқылы қалыпталады, мұнда материал ішкі қалып қуысының өлшемі мен конфигурациясына ие болады және салқындату нәтижесінде қатайды. Құю әдісімен салмағы бірнеше граммнан бірнеше килограммға дейінгі өнімдер шығарылады. Құюға қолданылатын шикізат негізінен термопластика, толтырғышы бар немесе толтырғышсыз (дисперсті). Полимердегі толтырғыштың мөлшері 5-тен 20-30% -ға дейін болуы мүмкін. Термопласттар құйып қалыптау машиналары деп аталатын бүрку машиналарында өңделеді.

- Термопласттарға қарағанда әлдеқайда аз, кейбір реактопласттар құю арқылы өңделеді, олар тұтқыр аққыш күйде жеткілікті ұзақ уақытқа ие. Бұл жағдайда ұнтақ немесе талшықты толтырғыш бар қатты түйіршікті термопластиктердің сорттары қолданылады. Бұл әдіс фенолдарды, аминопласттарды, қанықпаған полиэфирлерді, эпоксидтерді өңдеу үшін қолданылады. Бұл жағдайда құю машиналары ретінде реактопластавтоматтар қолданылады. Реактопласттарды өңдеу кезінде бұл машиналарда мерзімінен бұрын химиялық қатаюды болдырмау үшін құю процесінің параметрлерін (температура, қысым және уақыт бойынша) термопластавтоматтарына қарағанда әлдеқайда дәл бақылауды қамтамасыз етеді.

Термопласттар, қатты реактопласттар сияқты, түйіршіктер түрінде өңдеуге жіберіледі; балқыма шығыны 2-ден 30 г/мин дейінгі термопластикалық сорттар қолданылады. Полимер шикізаты түйіршіктерден адсорбцияланған ылғалды және басқа ұшпа заттарды кетіру үшін алдын ала кептіруді қажет етеді. Ауа ылғалдылығының (полиамидтер, полиэфирлер, поликарбонат) әсерінен тізбектерінің гидролитикалық ыдырауына (үзілуі) бейім полимерлерді өңдеу кезінде, әсіресе мұқият кептіру қажет, өйткені полимер шикізатында ылғал іздері ($> 0,01\%$) жоғары балқыма температурасы молекулалық салмақтың апатты жоғалуына, соның салдарынан өнімдердің беріктігінің және басқа пайдалану қасиеттерінің нашарлауына әкеледі.

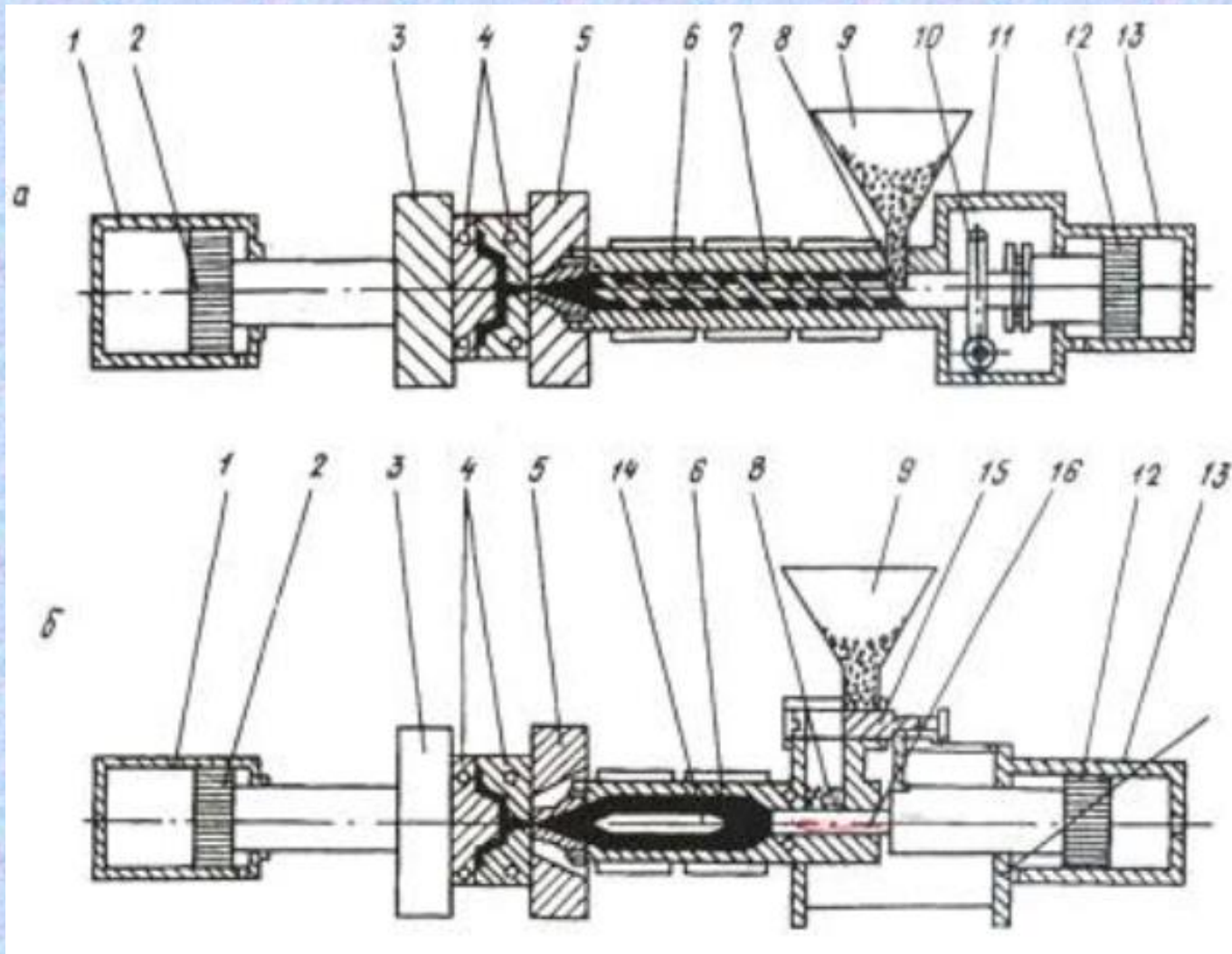
- Полимерлерді термопластавтоматтарда құю әдісімен өңдеудің технологиялық схемасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет. 1 Қысыммен құю арқылы қалыптау процесінің технологиялық схемасы: 1 - вагон (жартылай вагон, вагон-цистерна); 2 - аспалы кран-арқалық; 3 - материалдар қоймасы; 4 - вакуумды кептіргіш; 5 - бүрку машинасы; 6 - конвейер; 7 - станок; 8 - орау үстелі; 9 - ұсақтағыш; 10 - экструдер; 11 – салқындату ваннасы;

- 2-суретте көрсетілген құйып қалыптау машинасының құрылғысы (термопластавтомат немесе реактопластавтомат) келесі құрылымдық элементтерді қамтиды:
- 1) полимердің пластиктенуі (балқуы) жүретін құрт немесе поршеньді түрдегі материал цилиндрі;
- 2) материал цилиндрінің құртының немесе поршөныінің трансляциялық қозғалысын қамтамасыз ететін гидравликалық поршеньді механизм;
- 3) материал цилиндрінен қалыпқа саптама арқылы полимер балқымасын мөлшерлеу қондырғысы (инъекция);
- 4) мөлшерлеу қондырғысы арқылы материал цилиндріне тікелей қосылған жабық қалып;
- 5) гидравликалық поршеньді механизм болып табылатын қалыптың екі жартысын жабуға және ашуға арналған қондырғы (бекітілген матрица және жылжымалы штамп).

- Қысыммен құю қалыптау машинасының осы құрылымдық элементтерінің барлығы компьютерлер басқаратын берілген режимде келісілген түрде жұмыс істейді.
- Қысыммен құю қалыптау машинасының жұмыс схемасы келесідей: бункер арқылы полимер түйіршіктерін тиегеннен кейін олар айналмалы құрттың (бұранданың) немесе поршень қозғалысының әсерінен цилиндрде біртіндеп жылжытылады.



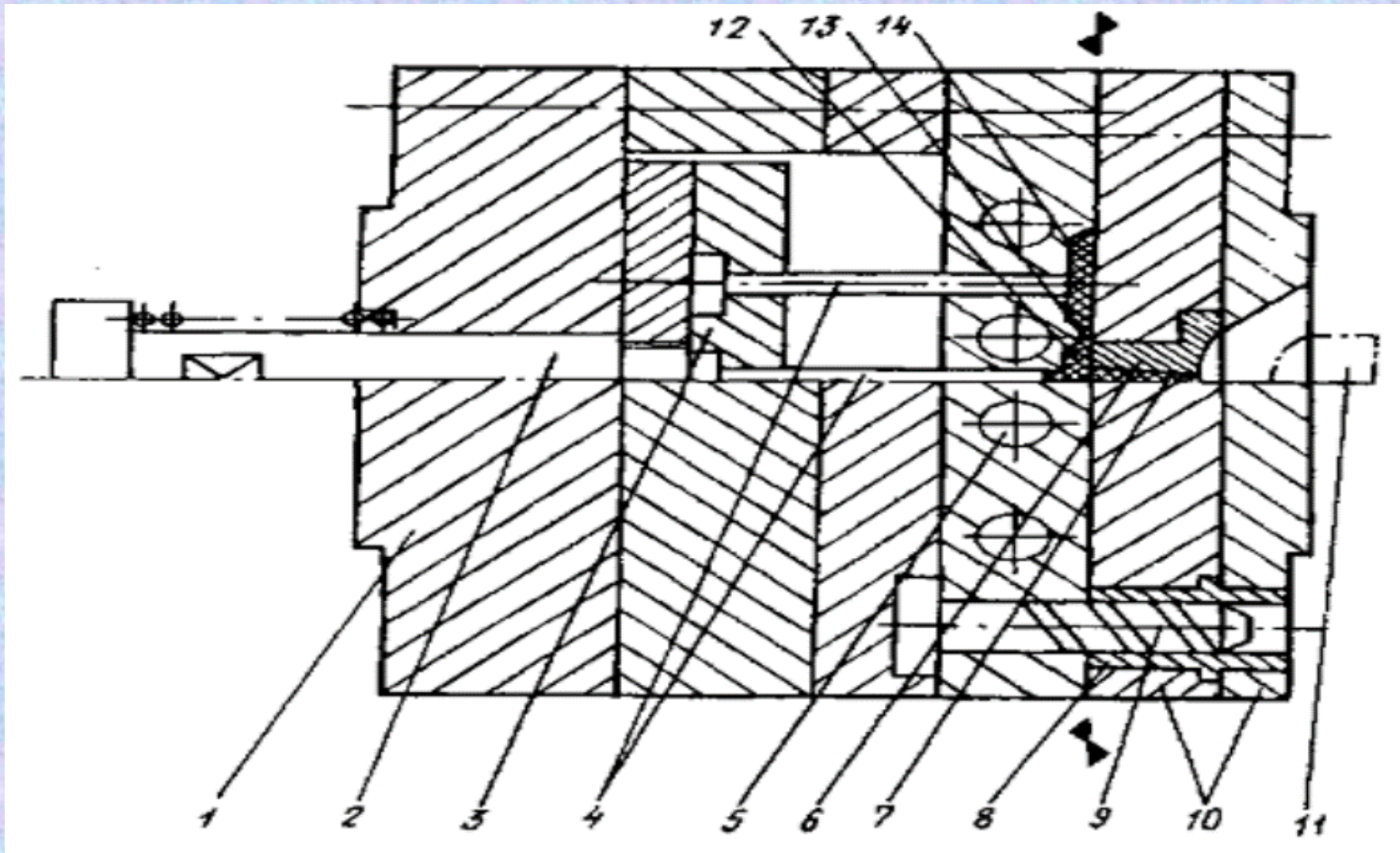
2-сурет Бұрандалы (а) және плунжерлі (б) балқыманы пластификациялаушы құю қалыптау машинасының схемасы:

1 - жабу механизмінің гидравликалық цилиндрі; 2 - жабу механизмінің гидравликалық цилиндрінің поршені; 3 - жылжымалы пластина; 4 - жартылай пішіндер; 5 - бекітілген пластина; 6 – пластиктендіргіш цилиндр; 7 - шнек; 8 - пластиктендіргіш цилиндрді тиеу терезесі; 9 - бункер; 10 – бұрандалы жетек; 11 - айдау механизмінің гидравликалық цилиндрінің корпусы; 12 - поршеньнің екциялық гидравликалық

- Бір мезгілде материал цилиндрдің сыртқы электр орамасының, сондай-ақ цилиндрдегі қозғалыс кезінде полимер бөлшектерінің үйкеліс күштерінің жұмыс жылуына ауысуы есебінен қызады. Нәтижесінде цилиндрде полимер балқымасы пайда болады. Оны құюға қажетті балқыма тұтқырлығы **аморфты полимерлер үшін шыны ауысу температурасынан $100-150^{\circ}\text{C}$ жоғары температурада, ал кристалды полимерлер үшін аққыш нүктесінен бірнеше градус жоғары болады.** Барлық жағдайларда температура полимердің ыдырау температурасынан $30-40^{\circ}\text{C}$ төмен болуы керек. Материал қозғалған кезде температура қыздыру аймақтары арқылы бақыланады. Бұл жағдайда қажетті температураға қол жеткізіледі, оның массасы бойынша туралануы және қалыпқа берілетін балқыманың біркелкі тығыздығы мен тұтқырлығы орнатылады.

- Балқыма қысым астында таралып, қалып қуысында таралады және қалыптың орталық бөлігіне ағуын жалғастырады. Балқыманың кіруі қақпаның қатаю сәтінде аяқталады. Осыдан кейін саптама қақпадан шығарылады және қалыптағы өнім қысымсыз салқындатылады. Салқындату аяқталғаннан кейін қалыптың жылжымалы бөлігі алынады, ал өнім қалыптан алынады. Содан кейін бункердегі полимерлік шикізат таусылғанша бүкіл қалыптау циклі қайтадан қайталанады.

- Құю қалыптау процестерінің негізгі технологиялық параметрлері мыналар болып табылады: бұрандадағы және қалыптағы балқыманың **температурасы мен қысымының** мәндері, балқыманың қысыммен **қалыпта ұстау уақыты** және өнімді **салқындату ұзақтығы**. Белгілі бір техникалық разрядтағы белгілі бір полимер үшін қалыптау технологиясын жасау кезінде осы мәндердің әрқайсысы полимердің құйылу температурасын, балқыма тұтқырлығын, өнімнің көлемі мен конфигурациясын ескеретін арнайы теңдеулер арқылы есептеледі.
- Қалыптау құрылғысы 3-суретте көрсетілген.



Сурет. 3. Құю қалып:

1 - жылжымалы жартылай пішін; 2 - итергіш; 3 - эжекторлық пластина; 4 - эжекторлар; 5 – қалып температурасын реттеу арналары; 6 - шырша втулкасы; 7 - орталық шырша; 8 - орталықтандыру гильзасы; 9 -орталықтандыру бағанасы; 10 - бекітілген жартылай пішін; 11 - инъекциялық қалыптау машинасының шүмегі; 12 – шырша; 13 - кіріс шыршасы; 14 - пішіндеу қуысы.

- Құю қалыптау машинасының құрамына кіретін қалып екі жартылай қалыптан – қозғалмайтын қалып пен жылжымалы штамптан тұрады (3-сурет). Жартылай қалыптардың балқымамен жанасатын беттері **пішіндеу** деп аталады. Олар айнадай етіп ұнтақталған және қаттылық пен тозуға төзімділікті жақсарту үшін әдетте хромдалған. Қалыптаушы беттер арасында қалып жабылғаннан кейін қалыптаушы қуыс (ұя) пайда болады, онда бұйым қалыпталады. Қалып жабылғаннан кейін, бүрку машинасының материал цилиндрінің шүмегі шырша гильзасына іргелес болады, балқыма цилиндрден қалыпқа айдалады және шпур арналары арқылы қалып қуысына (розеткаға) түседі.

- Ұядағы балқыманың қатуы салқындатқыш сұйықтықтың (судың) арқасында пайда болады, ол қалыптың денесінде арнайы арналарда айналады. Осыдан кейін пішін ашылып, дайын өнім мен пуансондағы спрейде шындалған полимер қалады. Содан кейін эжектор өнімді қабылдау контейнеріне түсіреді. Қатты шыршаларды бұйымнан бөлу және аршуды жұмысшы қолмен жүргізеді.
- Осылайша, инъекциялық қалыптау арқылы бұйымдарды қалыптау процесі циклдік үздіксіз режимде жүзеге асырылады. Бұл әдіс жоғары өнімділікпен және қалыптау режимін толық автоматтандырумен сипатталады.

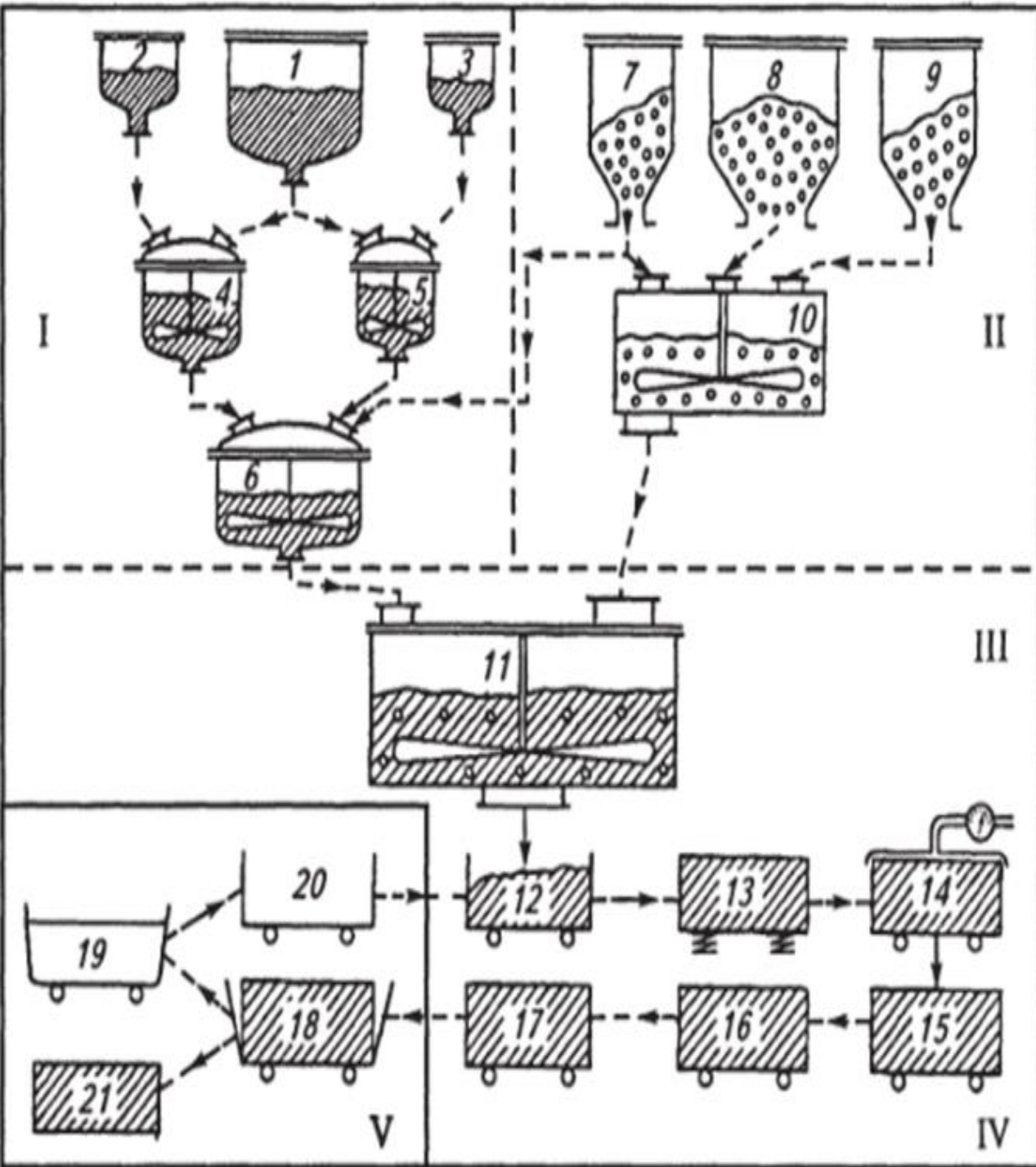
- Әдістің кемшіліктері:
- құю қалыптау машиналары заманауи техникалық шешімдермен қаныққан күрделі және қымбат құрылғылар;
- нақты технологиялық процесті жүзеге асыру үшін құю машиналарын пайдалану білікті техникалық-экономикалық негіздемесін талап етеді.

● Қысымсыз құю

- Қысымсыз құю – сұйық композициялардан жасалған бұйымдарды сыртқы қысымсыз тікелей қалыпқа құю. Бұл әдіс термопласттардан да, термореактивті композициялардан да өнімдер шығарады.
- Термопластиктерді қысымсыз қалыптау кезінде мономер немесе мономерлердің қажетті қоспалары бар қоспасы бұйымды құрылымдау (немесе полимерлеу) және қалыптау процестері бір уақытта жүретін қалыпқа құйылады.
- Қысымсыз термореактивті полимерлер қалыптау кезінде қатты пластикті өңдеу және алу процесі үш өлшемді желі құрылымын қалыптастырумен байланысты. Бұл әдісті қымбат жабдықты қолданбай қалың қабырғалы және ірі габаритті бұйымдарды, сондай-ақ физикалық, механикалық және электрлік қасиеттері жоғары кез келген дерлік өлшемдегі және салмақтағы дайындамаларды дайындау үшін қолдануға болады. Композицияның тұжырымын өзгерту арқылы жақсы электрлік, үйкеліске қарсы және басқа да арнайы қасиеттері бар өнімдер алынады. Бұл әдіспен алынған термопластикалық дайындамалар механикалық жолмен жақсы өңделеді. Тісті дөңгелектер, төлкелер, сырғанау подшипниктері және т.б. механикалық жолмен алынады.

- Қысыммен құю полимер синтезі мен өңдеуді бір технологиялық циклде біріктіреді. Сұйық (немесе балқытылған) күйдегі мономерлердің көпшілігінің тұтқырлығы төмен. Сондықтан процесті жүзеге асыру айтарлықтай сыртқы қысымды қолдануды қажет етпейді, бірақ сорғы жабдықтары (сорғылар) арқылы жасалған атмосфераның немесе бірнеше атмосфераның фракцияларының ретті қысымы жеткілікті.

- Полимерлену (қатайту) мономерді (шайырды) инициатормен, катализатормен немесе қатайтқышпен араластырғаннан кейін бірден басталады және композицияның тұтқырлығының жоғарылауына әкеледі. Тұтқырлықтың жоғарылауы екі кезеңде жүреді: алдымен баяу, содан кейін тез. Виброқалыптау тұтқырлықтың жоғарылауының бірінші кезеңінде ғана мүмкін болады.



Қысымсыз құю арқылы бұйымдарды алудың технологиялық схемасы: I - қоспаның сұйық компоненттерін дайындауға арналған бөлім: 7 - мономерге арналған ыдыс (шайыр); 2 - катализаторға арналған сыйымдылық (инициатор, қатайтқыш); 3 - активаторға арналған ыдыс (пластификатор, еріткіш); 4, 5 - компоненттерді алдын ала араластыруға арналған реакторлар; 6 - преполимерді (байланыстырушы) дайындауға арналған реактор; II - қоспаның қатты компоненттерін дайындау алаңы: 7-9 - толтырғыштарға, пигменттерге, модификаторларға арналған ыдыстар; 10 - сусымалы компоненттерге арналған аралық араластырғыш; III - композицияларды араластыру, құю және қалыптау бөлімі: 11 - композицияларды араластыру; 12 - композицияны қалыпқа құю; 13 - композицияны дірілдеу; 14 - құрамды эвакуациялау; IV - композицияларды емдеу бөлімі: 15 - қалыптарды қыздыру; 16 - қалыптарды соңғы қатаюға дейін ұстау; 17 - қалыптарды салқындату; V - пішіндерді дайындау алаңы: 18 - өнімді шығару; 19 - формаларды тазадау және құрастыру; 20 - пішіндерді

- Қысымсыз құю әдісі полимерлеу кезінде термопластикалық өнімдер беретін мономерлерді де, қатаю кезінде үш өлшемді құрылымы бар ерімейтін және ерімейтін өнімдерді беретін термореактивті материалдарды да өңдеуге болады. Бұл әдісті толтырылмаған, толтырылған және жоғары толтырылған композициялардан өнімдер алу үшін қолдануға болады.

- Реактивті олигомерлерге негізделген композицияларды қысымсыз құю арқылы өңдеуге болады. Химиялық байланыстыру үшін олигомерлерге қатайтқыштар, инициаторлар және катализаторлар қосылады. Олигомерлі композициялардың құрамына сонымен қатар толтырғыштар, бояғыштар, пластификаторлар және басқа да қоспалар кіруі мүмкін.
- Олигомерлік құю қоспалары әдетте толтырылған күйде [20–50% (көлем)] құйма қоспаларын, мүсіндік және архитектуралық бөлшектерді (эпоксидті және полиэфирлі шайырлар), жөндеу мастикалары мен толтырғыштарды (фуран, эпоксидті және полиэфирлі шайырлар) дайындау үшін қолданылады. .

- Қысымсыз құю арқылы алынған бұйымдарды қатайту бөлме температурасында көп деңгейлі полимерлеу камераларында жүргізіледі. Жоғары температурада өнімдерді қатайтуды туннельдік типтегі пештерде немесе ыстық ауамен қыздырылатын, электр қыздырғыштарды немесе инфрақызыл сәулеленуді пайдалана отырып, периодты пештерде жүргізеді. Аэродинамикалық қыздыру пештері жұмыс кезінде өте ыңғайлы болып шықты, онда ауа қалақтардың аэродинамикалық сапасы өте төмен қуатты желдеткіштердің айналуымен (механикалық жұмыстың жылуға ауысуы) қыздырылады. Бұл пештер инерциясыз дерлік жылыту және салқындатумен жақсы ерекшеленеді, бұл қыздырудың немесе салқындатудың белгіленген жылдамдықтарын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

- Салқындату кезеңінің негізгі параметрі температураның төмендеу жылдамдығы болып табылады, ол әдетте 0,1-0,5 ВК/мин. Салқындату жылдамдығынан асып кету үлкен температуралық градиенттердің және жоғары температуралық кернеулердің пайда болуынан немесе полимер кристалданудың оңтайлы режимінің бұзылуынан (капролон жағдайында) алынған өнімдердің беріктік сипаттамаларын төмендетеді.

- **Қорытынды**

- Талшықтар — қазіргі заманғы материалтанудың негізгі элементтерінің бірі, олардың құрылымы мен қасиеттері дайын өнімнің сапасын анықтайды.
- Синтетикалық және бейорганикалық талшықтар (шыны, көміртекті, арамидті) полимерлі композициялық материалдарда негізгі армирлейтін компонент ретінде қолданылады.
- Армирлеу арқылы композициялық материалдардың механикалық беріктігі, модулі және температураға төзімділігі бірнеше есеге артады.
- Талшықтардың өндірісі дәл бақылауды, біркелкі құрылым мен қажетті молекулалық бағдарлануды талап етеді, себебі олар материалдың серпімділігі мен шаршауға төзімділігін анықтайды.
- Қазіргі кезде ПКМ өндірісінде гибриді армирлеу (әртүрлі талшық түрлерін біріктіру) кеңінен қолданылып, авиация, құрылыс, медицина және спорт индустрияларында жоғары сапалы материалдар алуға мүмкіндік береді.

- **Әдебиет:**
- Дәуітбаев М.Т. Полимерлерді өңдеудің технологиясы мен теориялық негіздері. — Алматы, 1993. — 114 б.
- Власов С.В., Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс. — М.: Мир, 2006. — 600 с.
- Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. — М.: Химия, 1991.
- Коршак В.В. Технология пластических масс. — М., 1978.
- Басов Н.И. Техника переработки пластмасс. — М., 1980.
- Колбановский А.Ф. Армированные полимерные материалы и технологии их получения. — СПб.: Профессия, 2009. — 390 с.
- Гуляев Ю.В. Композиционные материалы на основе полимеров. — М.: Химия, 2008. — 420 с.
- Меркулов В.А. Производство стеклянных и углеродных волокон. — М.: Химия, 1995. — 310 с.

**Назарларыңызға
рахмет!**