



Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Химия және химиялық технология факультеті



Органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасы

ПКНМ алу технологиясы. Өндеу әдістері. Құрамдастарды араластыруға дайындау: кептіру, гранулдеу және ұсақтау. Араластыру үрдісінің теориялық негіздері.

6B07101 – Химиядағы наноматериалдар және нанотехнологиялар» білім беру бағдарламасы

К.х.н., доцент Токтабаева А.К.

- **Мақсаты:**

- Полимерлі композициялық және нанокомпозициялық материалдарды (ПКНМ) алудың технологиялық негіздерін, құрамдастарды араластыру мен дайындау сатыларын және өңдеу әдістерін түсіндіру. Араластыру үрдісінің теориялық заңдылықтарын ашып көрсету, компоненттердің біртектілігін қамтамасыз ететін факторларды талдау және материал қасиеттеріне технологиялық параметрлердің әсерін айқындау.

- **Жоспары:**

- 1.Полимерлі композициялық және нанокмпозициялық материалдарды алудың жалпы технологиялық сұлбасы
- 2.ПКНМ құрамдастары: полимер матрицасы және толтырғыштардың түрлері
- 3.Құрамдастарды араластыруға дайындау кезеңдері:
- 4.Араластыру үрдісінің теориялық негіздері
- 5.Полимер композицияларын алу әдістері:
- 6.ПКНМ өңдеу әдістері:
- 7.Алу технологиясының сапа мен құрылымға әсері

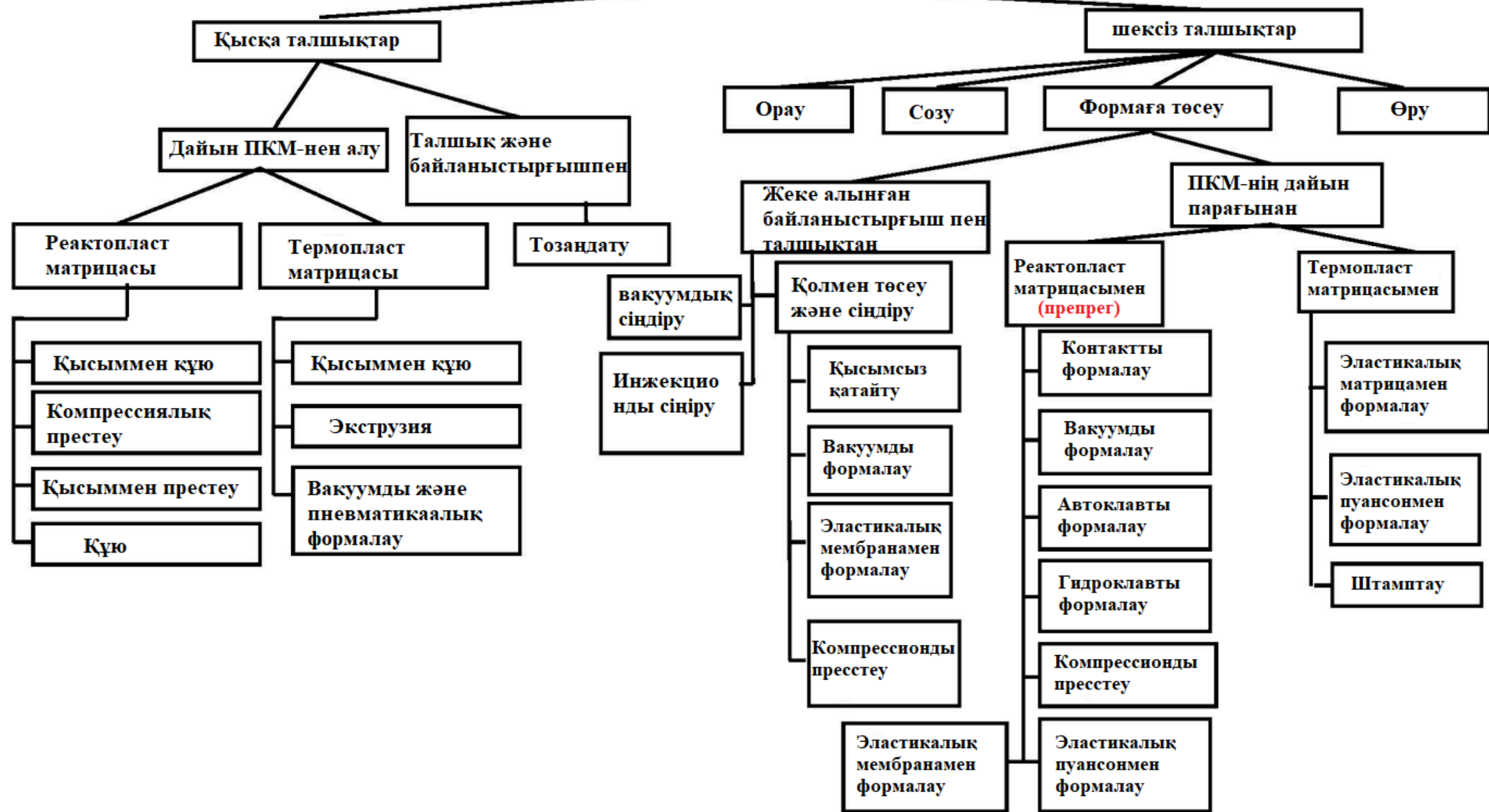
- Өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын реактопласттар негізінде ПКМ-дан өнімдерді өндірудің негізгі әдістері контактілі және инъекциялық қалыптау, вакуумдық инфузия, ыстық престеу, пультрузия, орау және автоклавты өңдеу болып табылады. Әрбір әдістердің композиттер қасиеттеріне тікелей әсер ететін өз ерекшеліктері бар. Бұл жағдайда қалыптау әдісі өнімді қолдану жағдайлары, партия өлшемі және қолжетімді өндірістік ресурстар дизайн негізінде таңдалады.

ТАЛШЫҚТЫ АРМИРЛЕНГЕН ПОЛИМЕР БҰЙЫМДАРЫН АЛУ ӘДІСТЕРІ

Қысқа талшықтармен толтырылған
полимер бұйымдарын алу

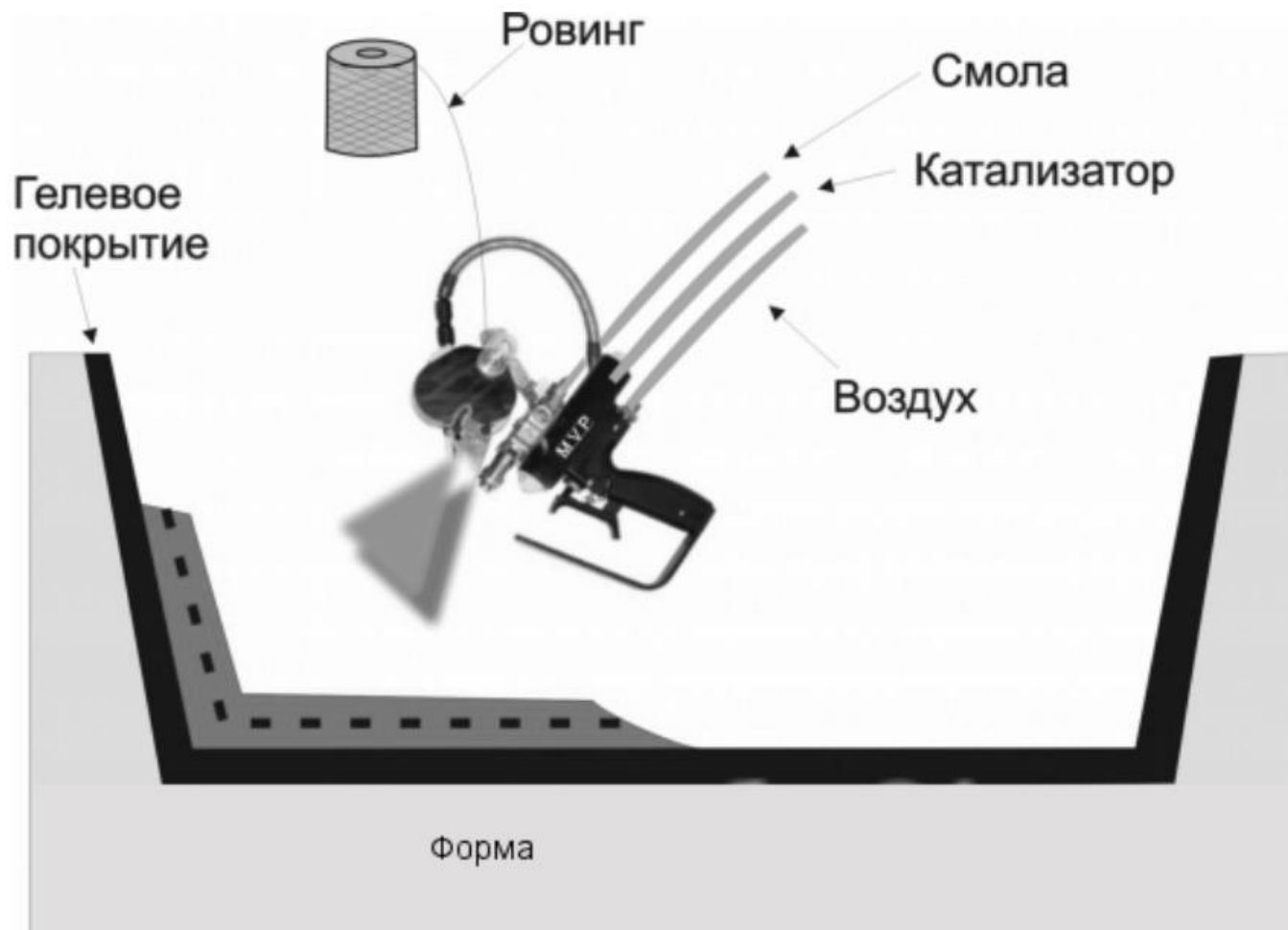
Шексіз талшықтармен толтырылған
полимерлі өнімдерді алу әдістері

Талшықпен армирленген полимерлі заттарды алу технологиясы





- Тозандату әдісімен талшықты армиrlenген полимерлік бұйымдарды алу схемасы



**Бүрку әдісімен
қысқа
талшықтармен
толтырылған
пластикалық
бұйымдарды алуға
арналған
тапаншаның түрі.
1,5-20мм**



Бүрку өнімдерін өндіру технологиясы кейбір басқа әдістерге қарағанда бірқатар **артықшылықтарға** ие.

Бүрку кезінде матаны кесу және шайыр қоспасын қатайтқышпен дайындау қажет емес, бұл уақытты, қызметкерлердің жұмысын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Толтырғыштан және байланыстырушы қалыптан (қолмен төсеу, вакуумды қалыптау, инъекциялық сіңдіру, автоклавты қалыптау) бұйымдар жасаудың көптеген әдістеріне қарағанда өнімді өндірудің жоғары жылдамдығы)

Соңғы өнімнің салыстырмалы түрде төмен құны, өйткені тегістеу талшықтардың ең арзан материалы болып табылады және байланыстырғыш қалдықтар, қарапайым, аппараттық дизайн жоқ.

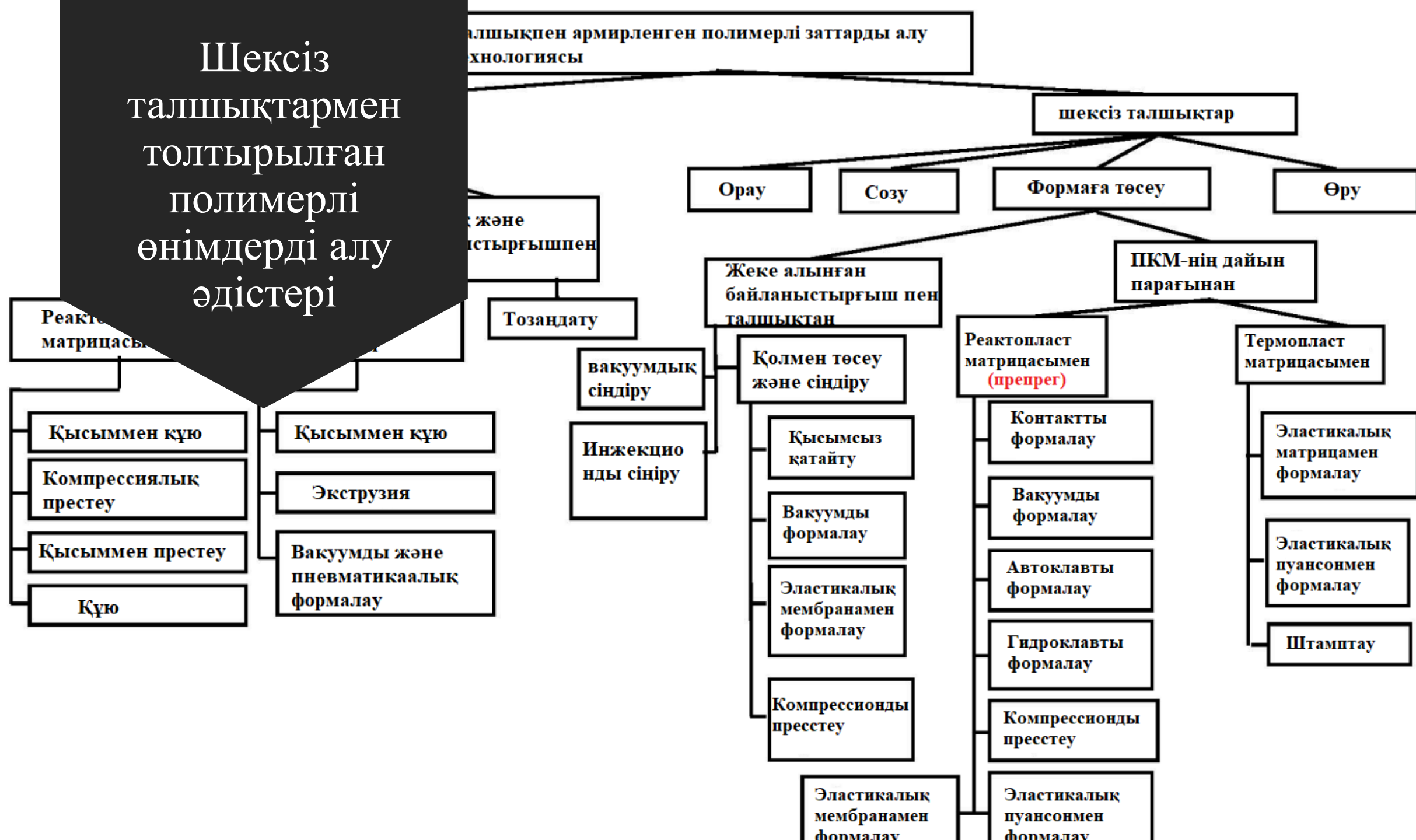
Бұрку әдісінің кемшіліктері





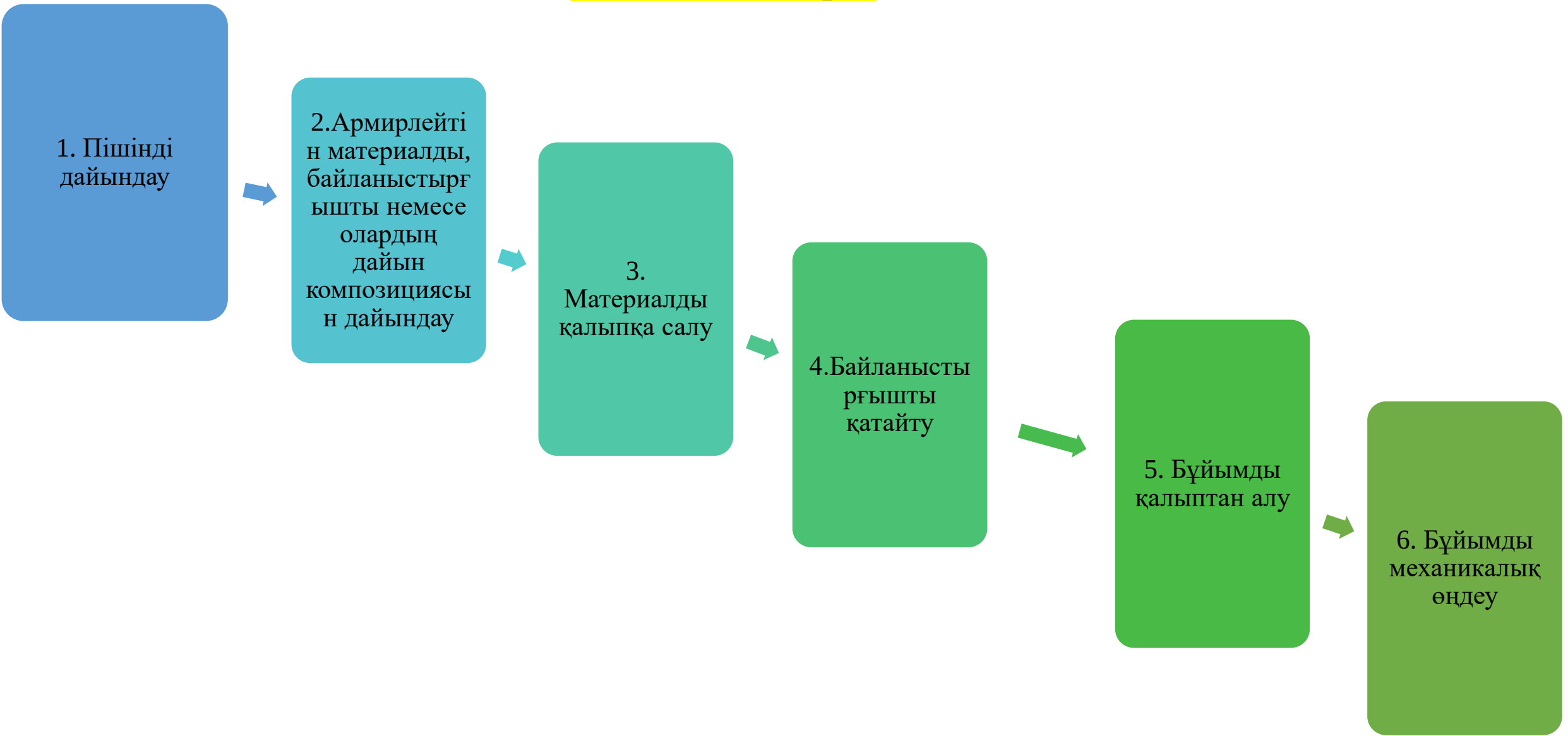
Бұл әдіс үшін ең көп
таралған шикізат – винил
мономерімен араласқан
шыны талшық пен
полиэфир шайыры.

Шексіз талшықтармен толтырылған полимерлі өнімдерді алу әдістері



Бұйымдарды қалыпқа салу арқылы алу әдістері

Материалдарды қалыпқа салудың барлық әдістері өнімді өндірудің келесі негізгі кезеңдерін қамтиды.



1 стадия.
Пішінді
дайындау

- пішінді құрастыру (егер форма жиналмалы болса);

- майлау қалдықтарын, адгезивті, материал компоненттерін тазалау;

- ақаулар мен кедір-бұдырларды бітеу;

- антиадгезионды қабат төсеу;

- болашақ өнімнің бір немесе бірнеше сыртқы сәндік және қорғаныш қабаттарын қолдану.

Пішіндер:

- тұтас немесе құрама;
- жеңіл жұқа қабатты немесе ауыр монолитті;
- шұңқыр немесе дөңес.

- Форма келесі материалдардан жасалынады:
- ағаш;
- гипс;
- армирленген ПКМ;
- алюминий;
- болат;
- керамика;
- аралас.

Антиадгезионды қабат қондыру.

- Адгезияға қарсы қабатқа қойылатын талаптар:
 - байланыстырғышқа төмен адгезия;
 - қалыпқа жағудың жеңілдігі;
 - келесі қабаттарды қолданған кезде құлап кетпеу үшін жеткілікті беріктік;
 - байланыстырғыштың қатаю температурасына байланысты жеткілікті температураға төзімділік.



Сыртқы сәндік және қорғаныш қабатын қолдану (gelcoat)

ИЛИ

- Бұл қабаттар бірнеше болуы мүмкін, мысалы:

- сыртқы мөлдір (ерекше жылтырлық);
- екінші қабат түсті;
- еріткіштер мен ылғалдан қорғайтын үшінші қабат.

полиэфирная
смола

эпоксидная
смола

2 стадия

Армирлейтін материалды, байланыстырғышты немесе олардың дайын композициясын дайындау

Бастапқы материалдар болуы мүмкін:

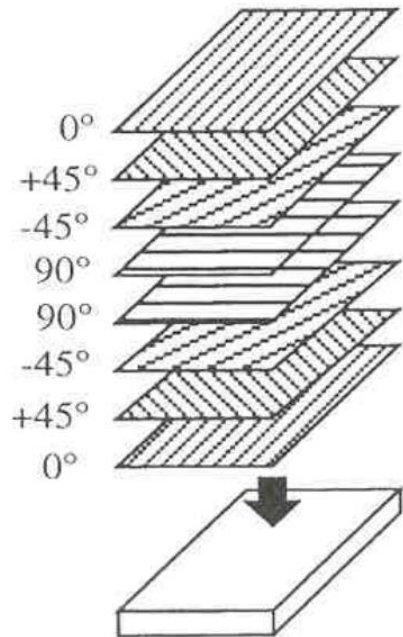
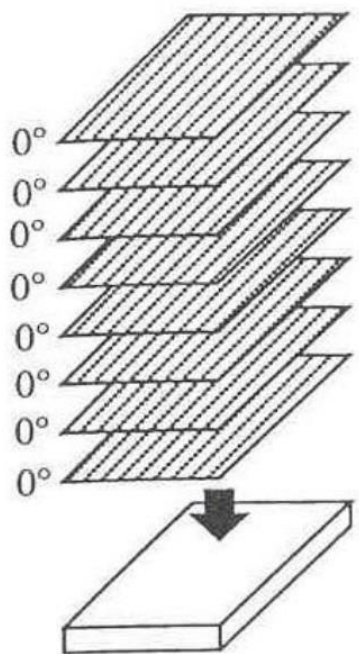
- құрғақ (сіңірілмеген) арматуралық толтырғыш;
- олигомерлі реактопластикалық байланыстырғыш;
- парак (жолақ) түрінде байланыстырғышқа малынған арматуралық толтырғыштан дайын композит).

Құрғақ арматуралық толтырғышты дайындау мыналарды қамтуы мүмкін:

- майлағышты алып тастау;
- бетті аппретпен өңдеу.

Шыны және базальт талшықтары технологиялық майлағышпен қапталған болады. Белсенді емес майлағыштар талшықтардың ылғалдануына кедергі келтіреді және талшық пен байланыстырғыш арасындағы адгезияны күрт төмендетеді.

3 стадия. Материалды қалыпқа салу

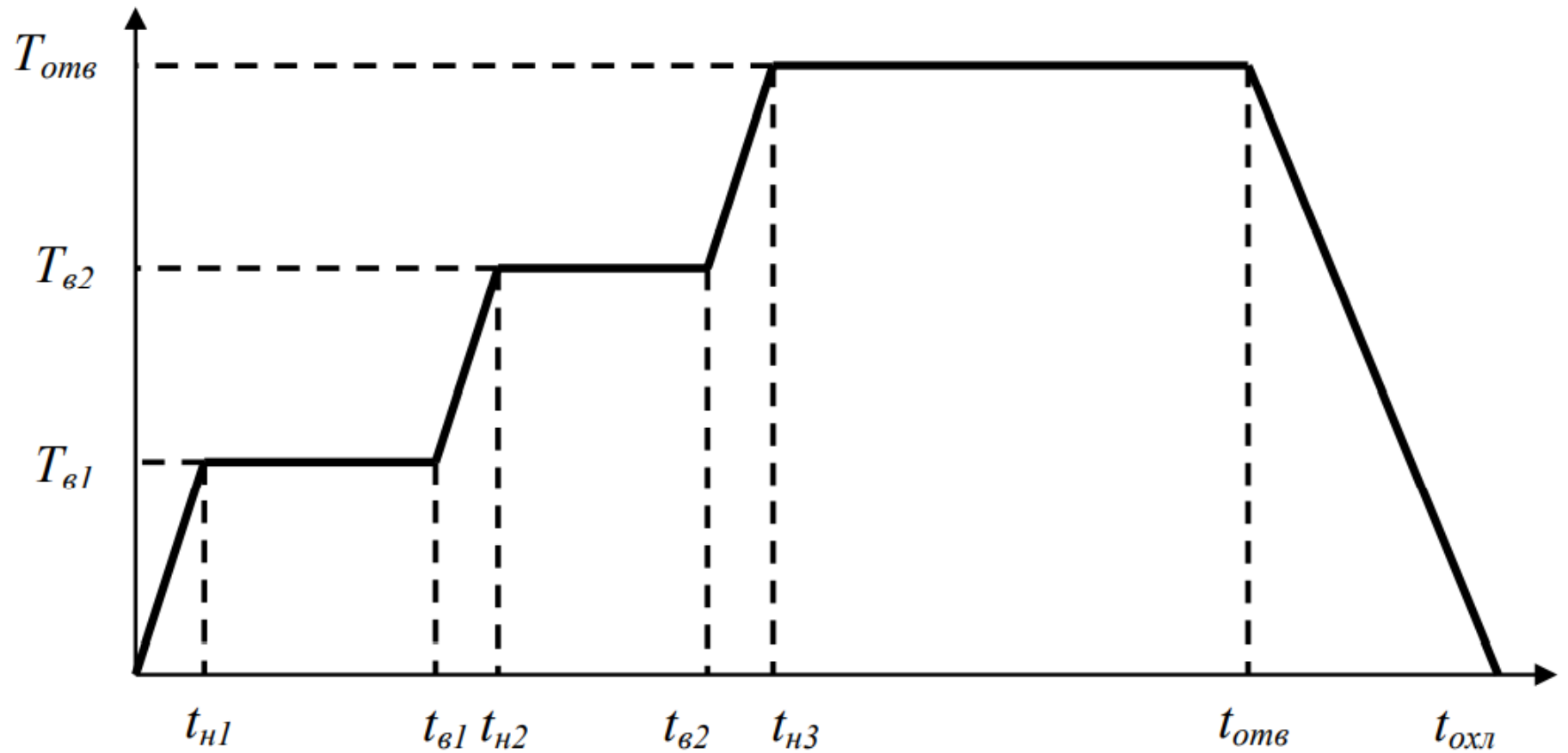


- толтырғышты кейіннен байланыстырғышпен сіңдіре отырып қалыпқа салу (вакуумдық сіңдіру, инъекциялық сіңдіру)

- толтырғышты байланыстырғышпен бір мезгілде сіңдіре отырып қалыпқа салу (қолмен төсеу)

- дайын (сіңірілген) қабатты композитті қалыпқа салу (дайын композиттен қалыптаудың барлық әдістері)

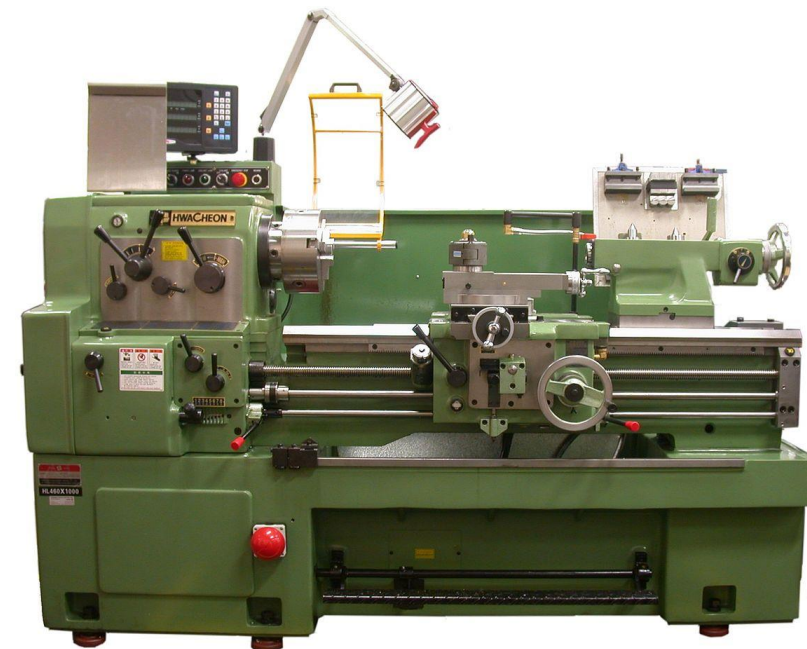
4 стадия.
Байланыстырғышты қатайту



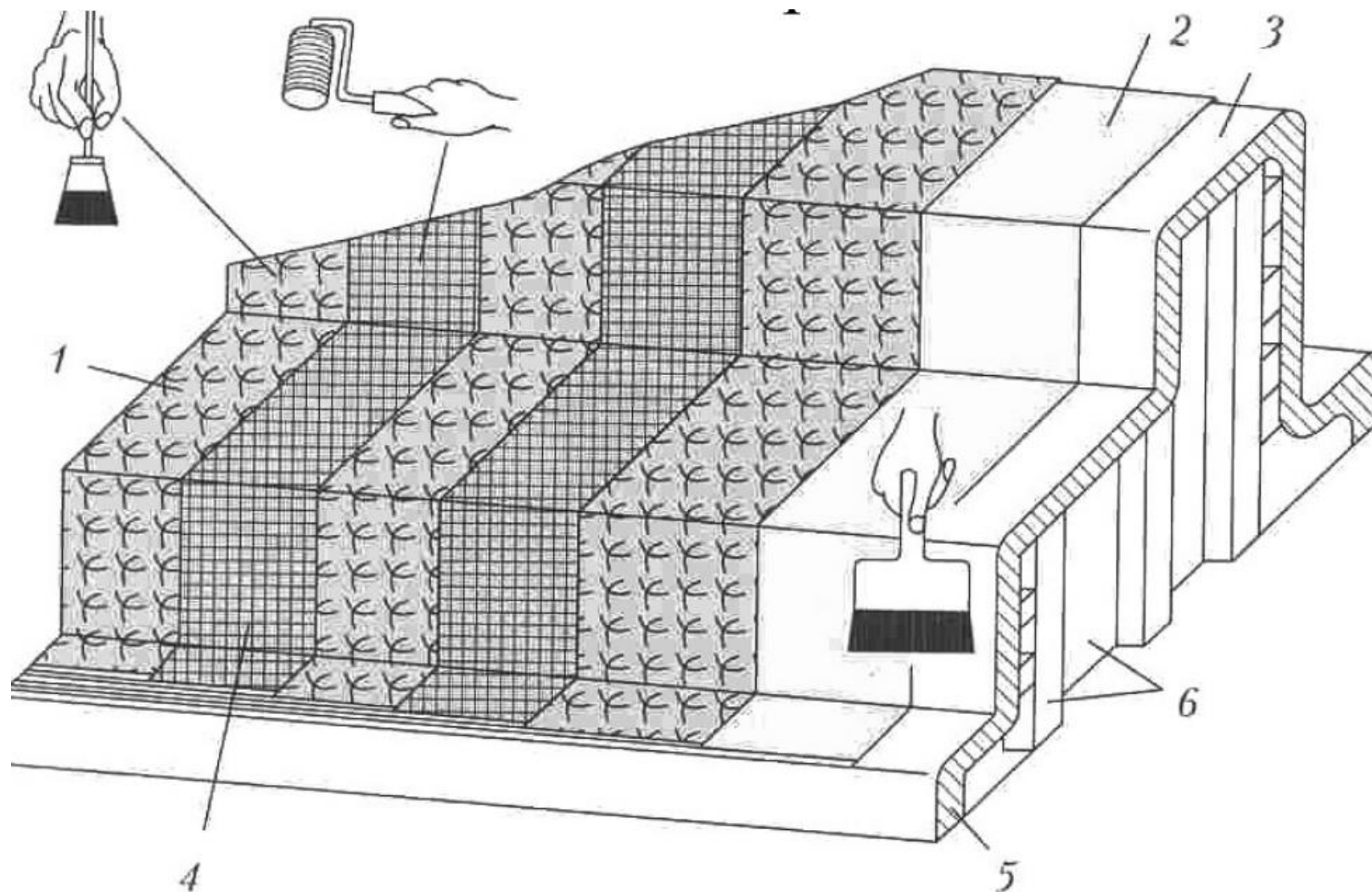
Өнімді қатайту кезінде қыздыру мен салқындатудың температуралық-уақыттық диаграммасы.

5 стадия.
Бұйымды
қалыптан
алу

6 стадия.
Бұйымды
механикалы
қ өңдеу



Негізгі құралдар-ролик (ролик), бүріккіш, щетка, шпатель.



Қолмен сәндеу әдісімен өнімді алу схемасы: 1-талшықты қабат, 2-Сыртқы сәндік қабат, 3 - антиадгезион қабаты, 4 - мата, 5 - пішін, 6-пішіннің қаттылық элементтері.

Әдістің артықшылықтары:

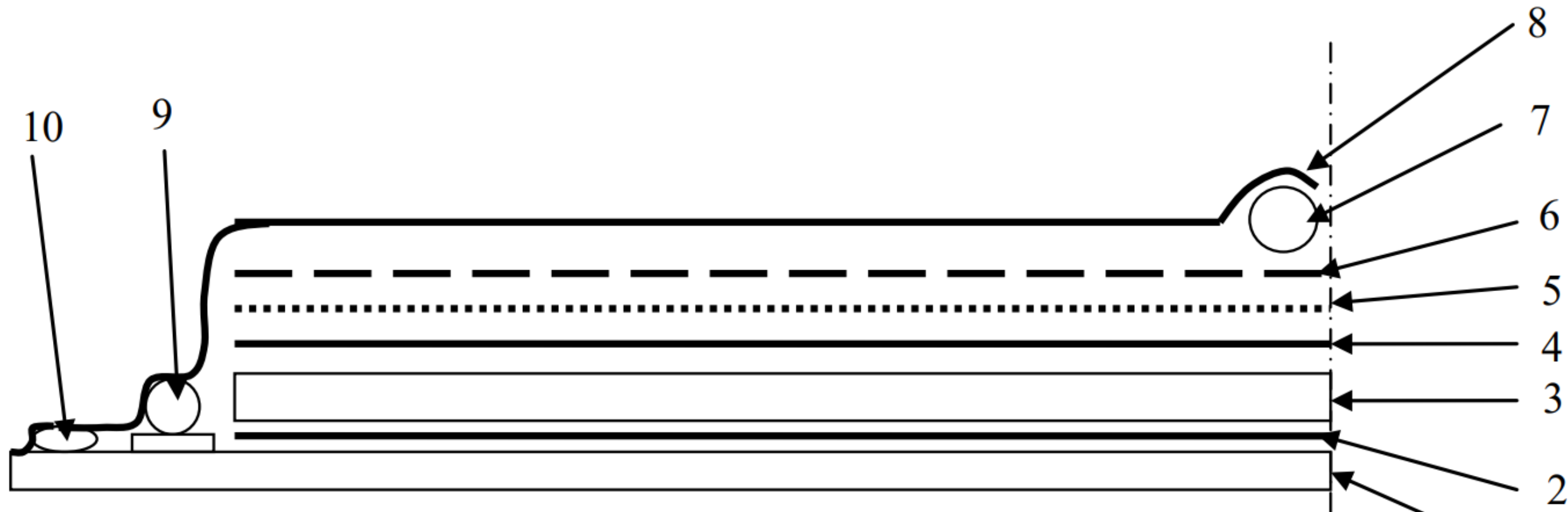
- қалыптауға арналған жабдықтың салыстырмалы түрде төмен құны;
- жабдықтың болмашы құны (бүріккіш, білікшелер, қылтаяқшалар)
- ірі көлемді бұйымдарды алуға болады.

Әдістің кемшіліктері:

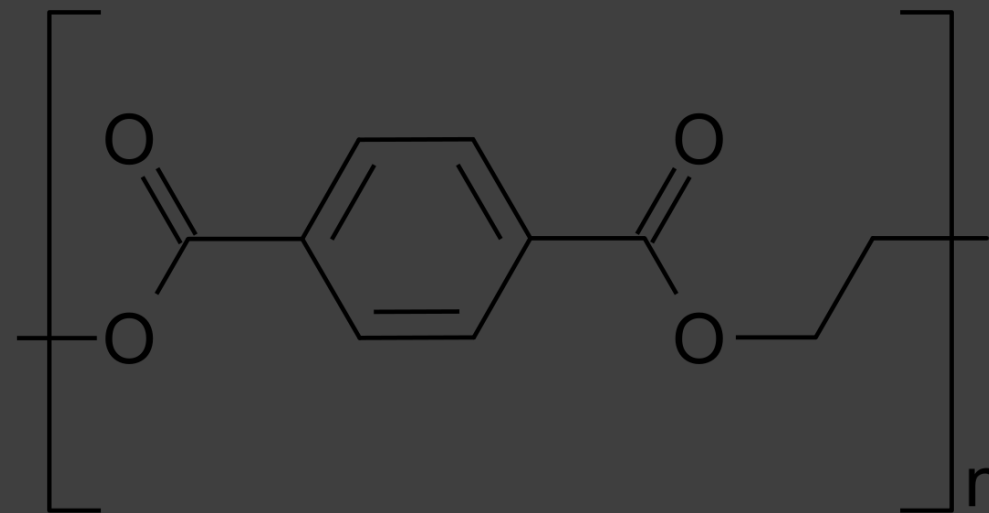
- жоғары еңбек сыйымдылығы;
 - төмен өнімділік;
- өнімнің төмен механикалық қасиеттері;
- өнімнің қасиеттері мен массасының төмен репродуктивтілігі;
 - өнімнің үлкен әртүрлілігі;
- жұмысшылардың ауыр еңбек жағдайлары.

Б. Вакуумдық сіңдіру

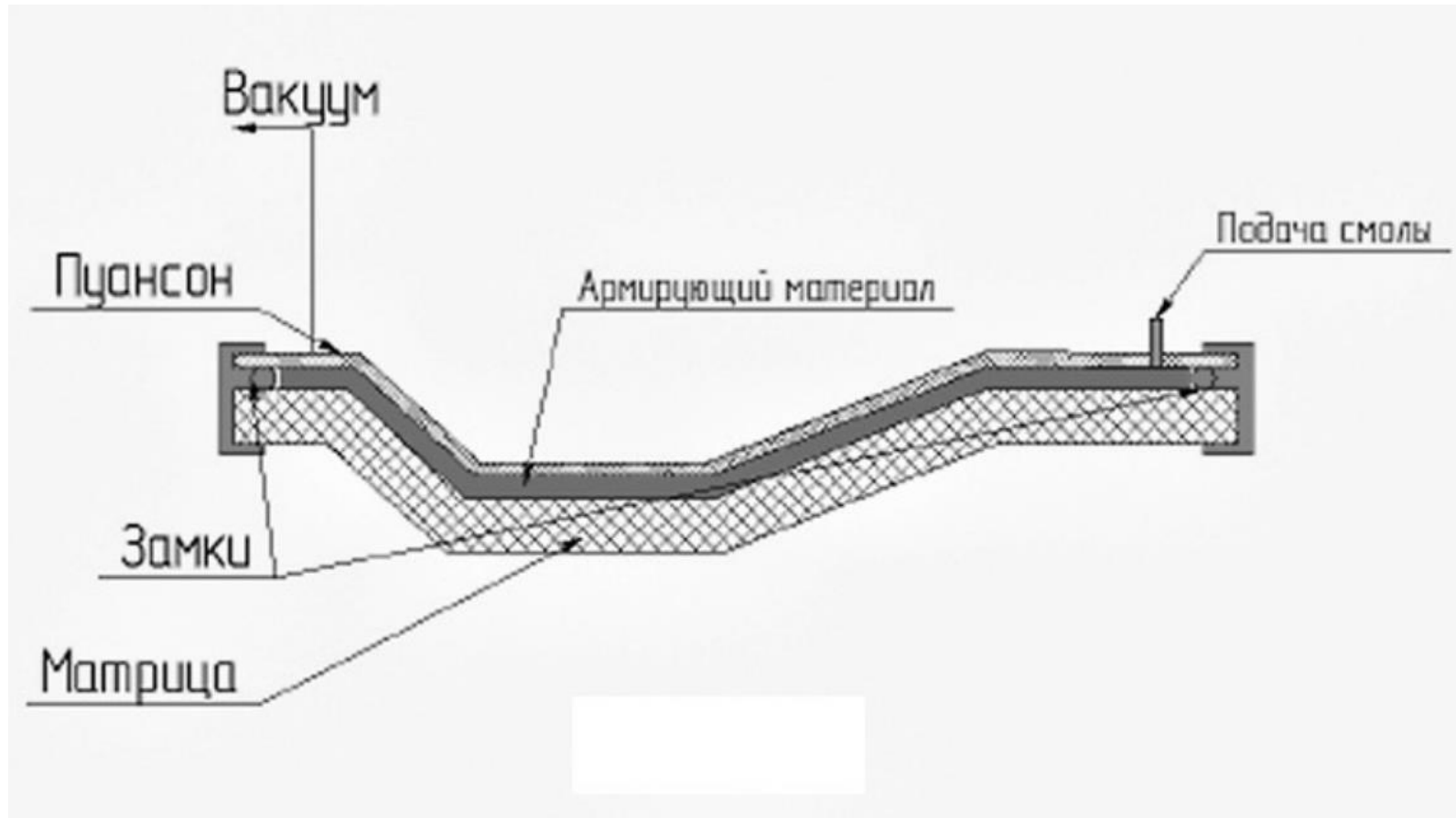
Вакуумды насостың көмегімен зарядсыздандыру жүреді. Зарядсыздандырудың арқасында шайыр осы кеңістікке сіңеді және армирленетін материалдарды сіңдіреді.



Вакуумды сіңдіру кезінде қабаттарды төсеу схемасы: 1 - форма, 2 - антиадгезионды қабаты, 3 - армирлейтін (талшықты) толтырғыш, 4 - **бөлетін мата**, 5 - тесілген пленка, 6 - дренажды тор, 7 - шайыр беру магистралі, 8 - вакуумдық пленка, 9 - вакуумдық магистраль, 10-герметикалық бұру құралы.



- Бөлу маталарының әртүрлі түрлері бар:
- полиамид,
- полиэтилентерефталат,
- шыны талшық.



Құрғақ талшықты байланыстырғышпен инжекциялық сіндіру арқылы өнімді алу схемасы. Бұл әдіс 5 м² дейін өте үлкен өнімдерді шығара алады.

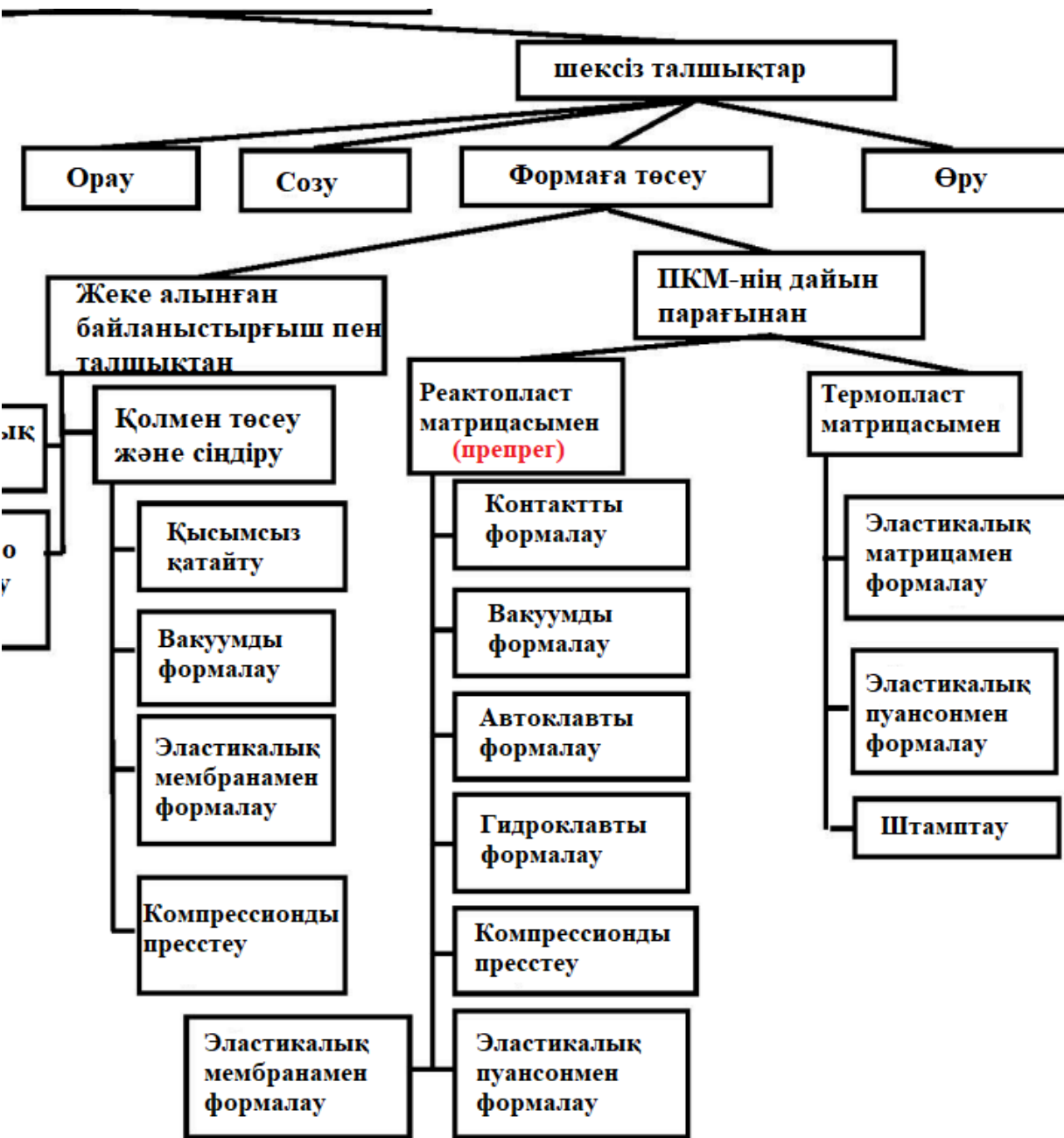
• Қолмен сіңдірумен салыстырғанда әдістің артықшылықтары:

- өнімнің екі жағында алдын-ала белгіленген тегіс бет бар;
- аз материалдық қалдықтар;
- өнімнің нақты өлшемдері және тамаша репродукциясы;
- толтырғыштың жоғары мөлшері (өнім көлемінің 65% дейін);
- қуыстардың едәуір аз саны;
- өнімді дайындау уақытын 5-20 есе қысқарту;
- жұмысшылар санын азайту;
- жұмысшылардың біліктілігіне қойылатын талаптарды төмендету;
- атмосфераға зиянды заттардың бөлінуінің күрт төмендеуі.

Әдістің кемшіліктері:

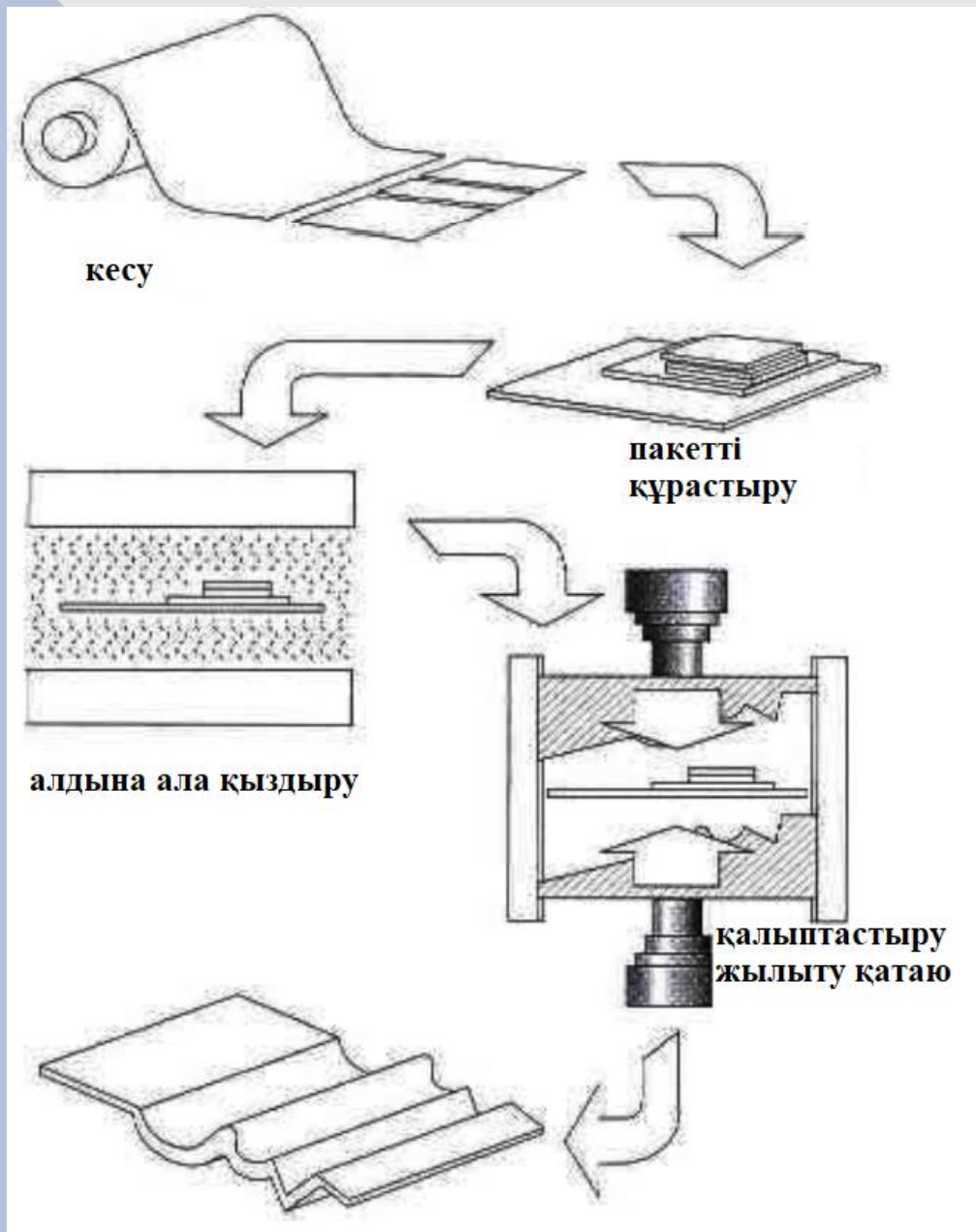
- екі бөліктен тұратын күрделі және қымбат форма;
- шайыр жеткізуге арналған арнайы жабдықты қажет етеді.



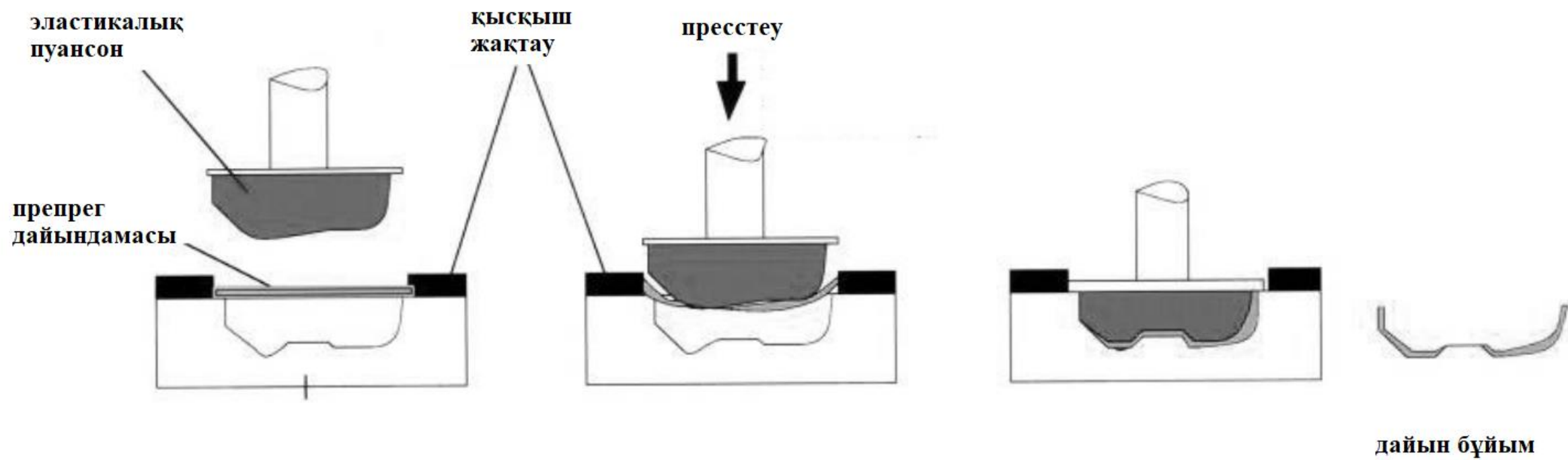


Реактопласт матрицасы бар ПКМ бұйымдарын қалыптау әдістері.

Препрег — бұл талшықты армирлейтін толтырғыштан тұратын және байланыстырғыштың екі жағында қолданылатын композициялық материалдың жартылай фабrikаты. Ең алдымен шыны және көміртекті талшықтардан жасалған арматуралық толтырғыш қолданылады.



Препрегтен өнімді
сығымдау кезіндегі
операциялар тізбегінің
схемалық бейнесі.



- Эластикалық пуансонмен формалау

Престеу

Престеу – пресс пішінді қолданатын полимерлі композит алудың ең жылдам әдістерінің бірі. Престеу процестерінің екі түрі бар:

- **Ыстық престеу**, онда қалыптау қоспасы қалыптау кезінде қыздырылады.
- **Суық престеу**, қоспаны пресс-формаға салып, жылусыз қатайтатын процесс.

Прессование

Заполнение формы требуемым количеством компонентов.



Использование пресса для развития требуемого давления.



Пресс-форма остается закрытой до завершения процесса затвердевания смолы.



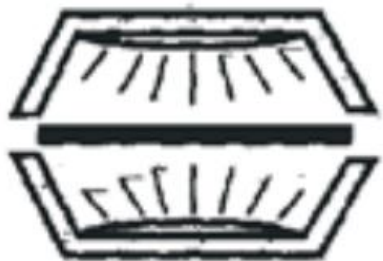
Извлечение готового изделия.



Схема реализации метода прессования

Источники:

М. Эшби, Д. Джонс Конструкционные материалы. Полный курс. Учебное издание / М.



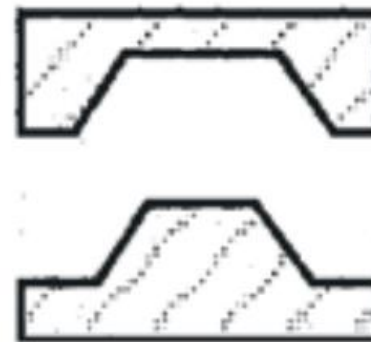
1



2



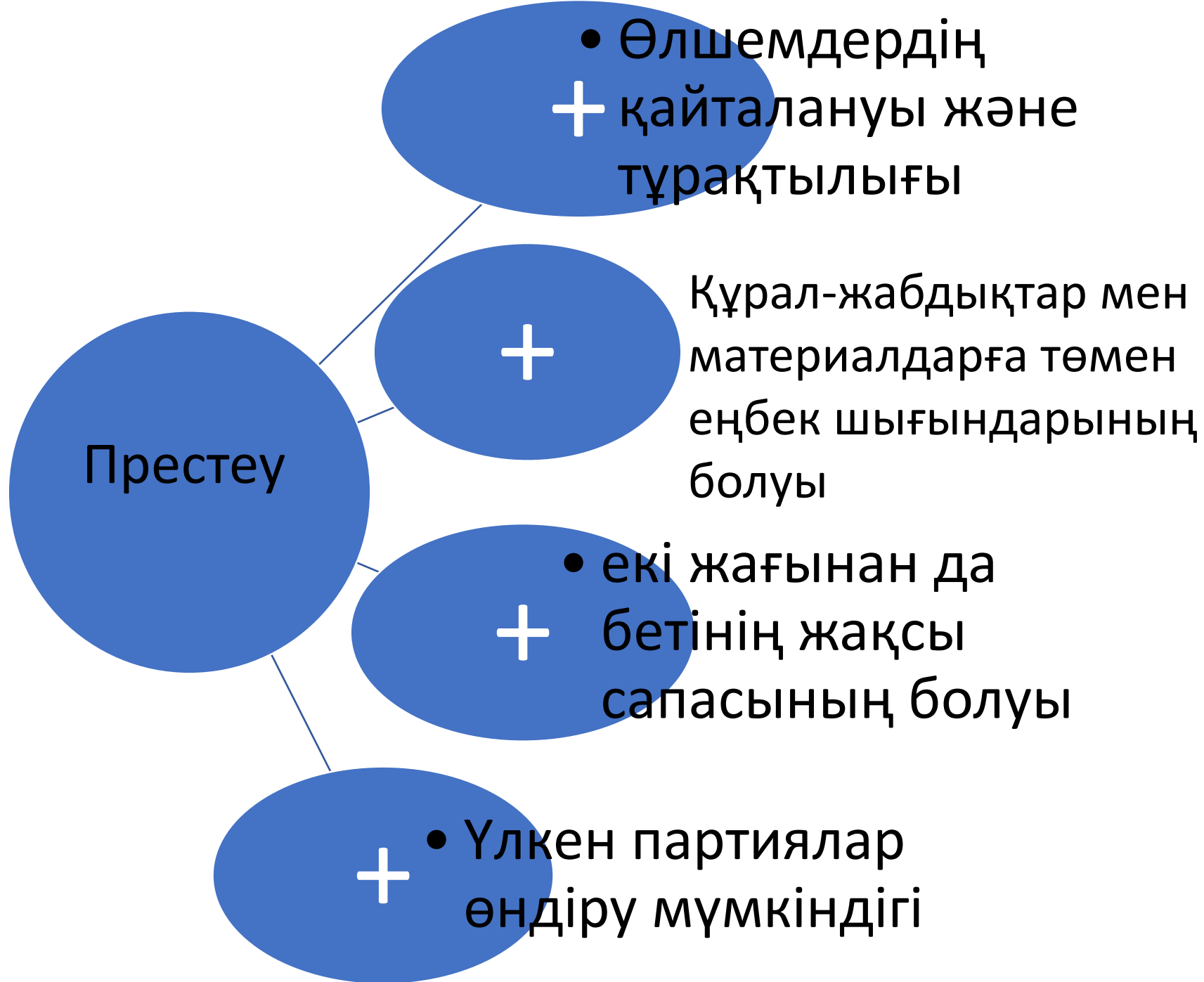
3



4

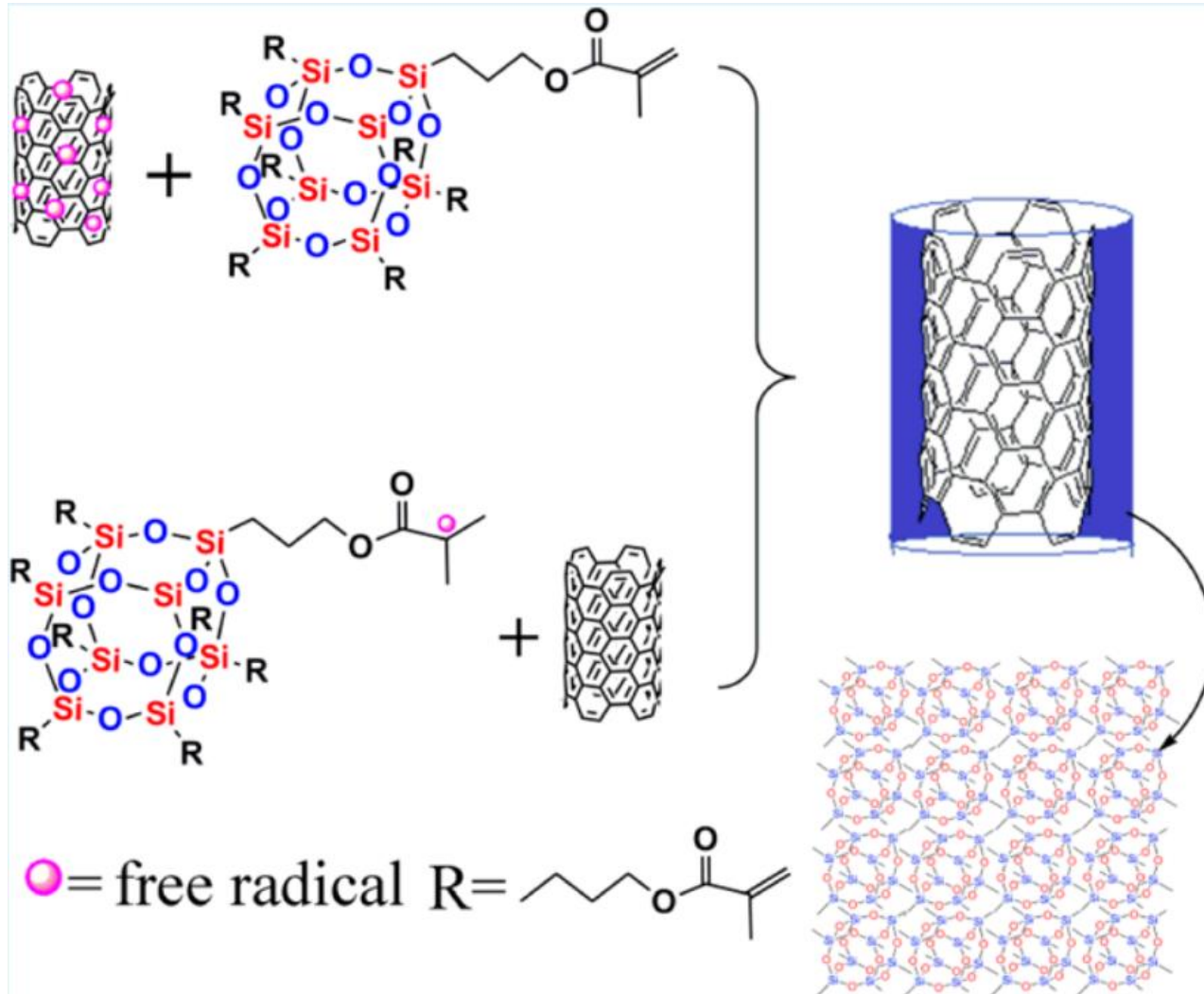


- Престеу кезіндегі операциялардың реттілігі: 1 - дайындаманы жылыту, 2 - қалыпқа ауыстыру, 3 - салқындату кезінде қалыптау және ұстау, 4- пішінді ашу, өнімді шығару.



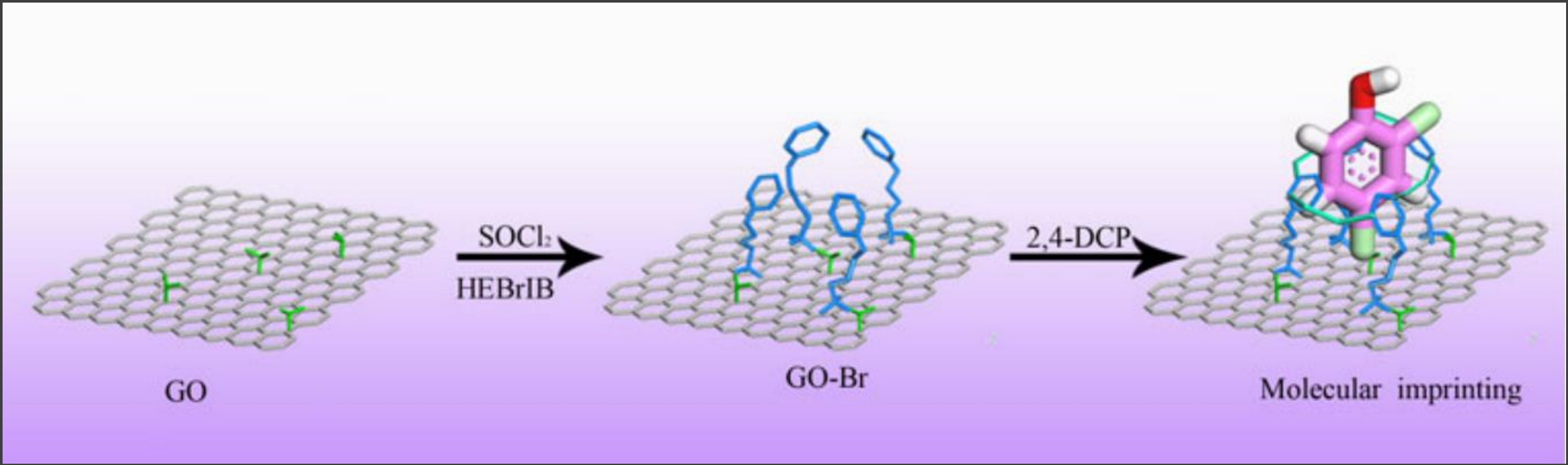


Толықтырғыштың бетінде радикалды полимерлену әдісімен полимерлік қабат алу.



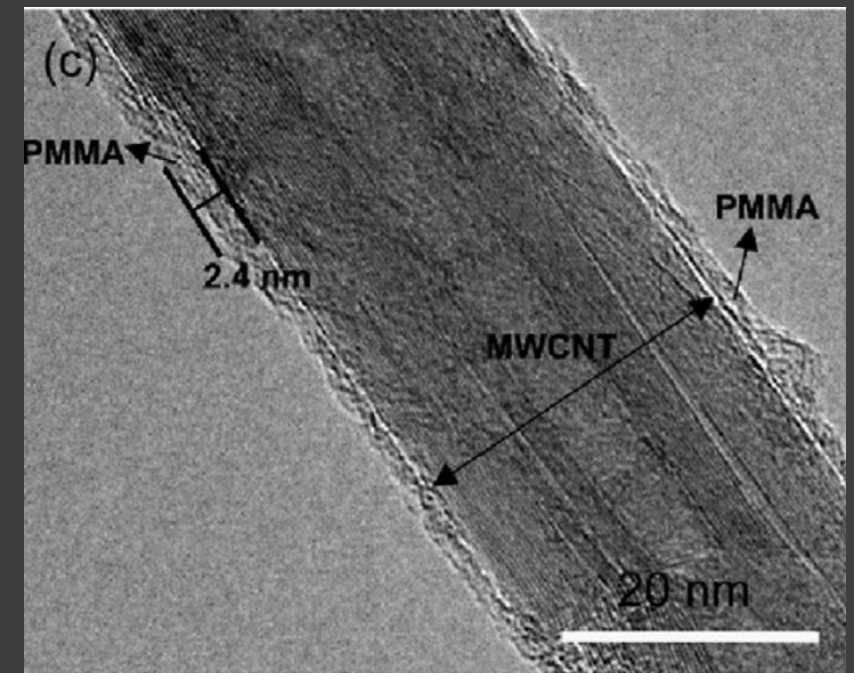
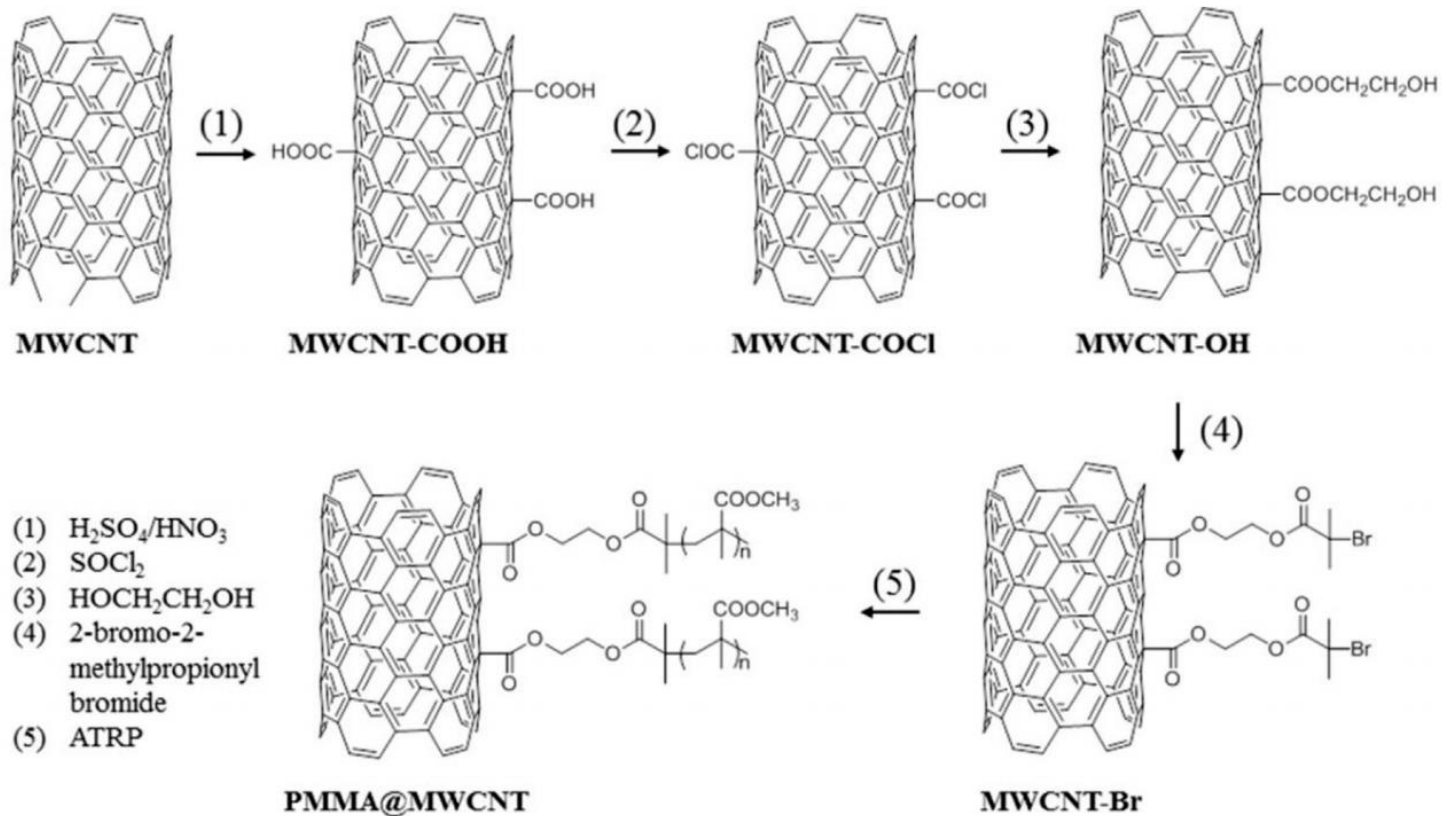
Regulated Dielectric Loss of Polymer Composites from Coating Carbon Nanotubes with a Cross-Linked Silsesquioxane Shell through Free-Radical Polymerization

Регулируемые диэлектрические потери полимерных композитов при покрытии углеродных нанотрубок сшитой силсесквиоксановой оболочкой посредством свободнорадикальной



Получение композитов оксид графена–полимер с молекулярными отпечатками методом радикальной полимеризации с переносом атома

- Preparation of graphene oxide–molecularly imprinted polymer composites via atom transfer radical polymerization



Достижение значительного улучшения
 диэлектрических свойств композитов
 полимер/углеродные нанотрубки путем создания
 поверхности нанотрубок посредством радикальной
 полимеризации с переносом атома

- Achieving large dielectric property improvement in
 polymer/carbon nanotube composites by engineering
 the nanotube surface via atom transfer radical
 polymerization

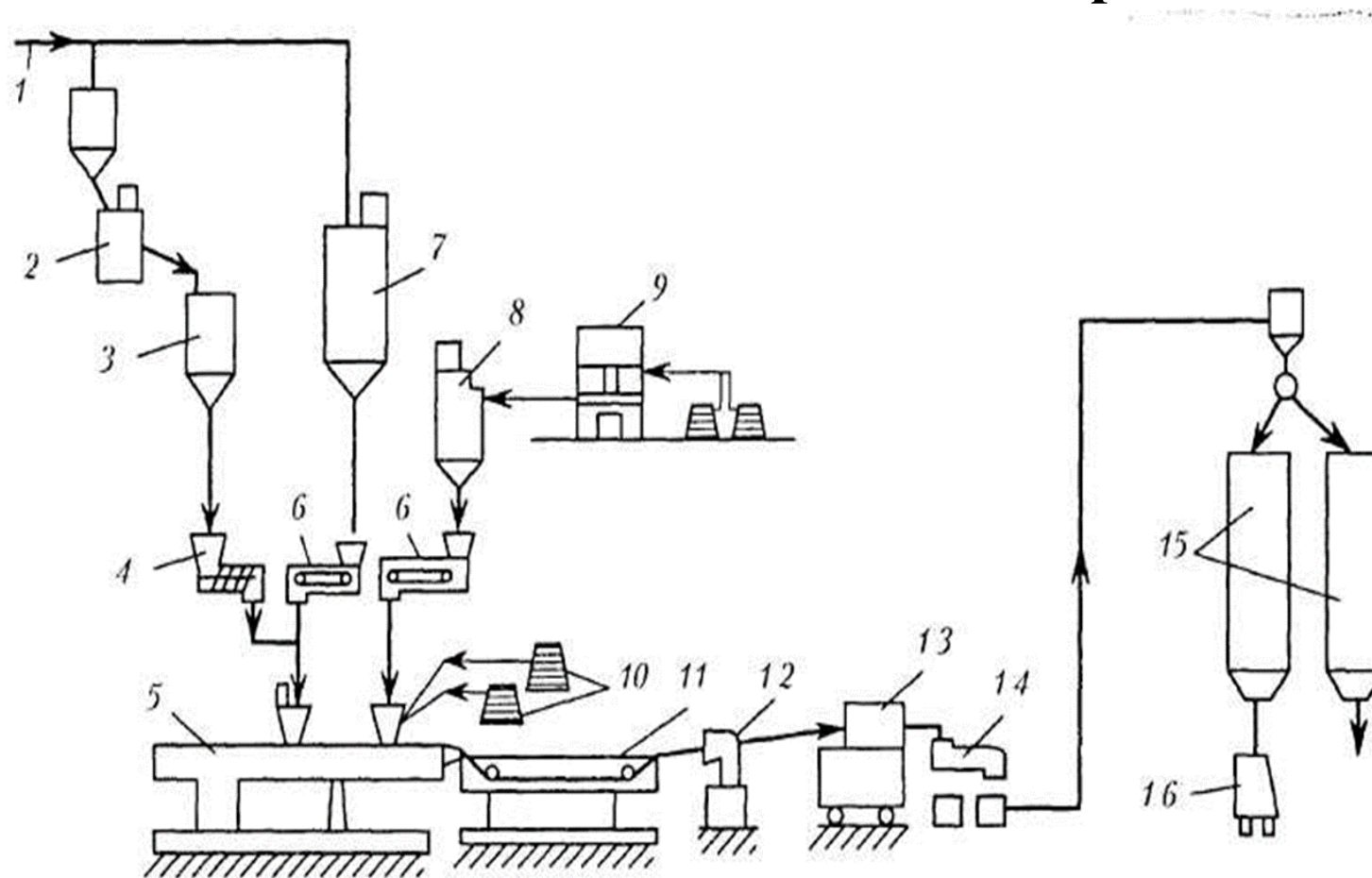
Дисперсті толтырылған пластикалық массаны алудың негізгі технологиялық схемаларына тоқталатын болсақ, олар үш негізгі схемадан, яғни термо- және реактопласттар негізіндегі дисперсті толтырылған пластикалық массалардан тұрады.

Суретте термопластармен толтырылған алу схемасы келтірілген. Дисперсті толтырылған полимерлі материалды алуға арналған шикізаттар 1 труба арқылы 2 араластырғышқа, әрі қарай 3 аралық бункер, 4дозатор, 5 арнайы тандалған шектері бар екі құртты (двухчервячный) экструдерге келіп түседі. Тағы екінші тәсілі болады, ол яғни 1 труба арқылы компонент 7 аралық бункерге келіп, сосын 6 дозатордан 5 экструдерге келеді. Термопластикалық полимерлердің балқуы осы 5 экструдерде жүреді.

Берілген размердегі шыныталшықты толтырғыштар 9 кесуге арналған қондырғыда алынып, 8 бункерде жиналуы мүмкін. Ол жерден 6 таразылық дозатордың көмегімен экструдердің балқытылатын аймағына немесе экструдердің жинау аймағынадағы бункерге түседі.

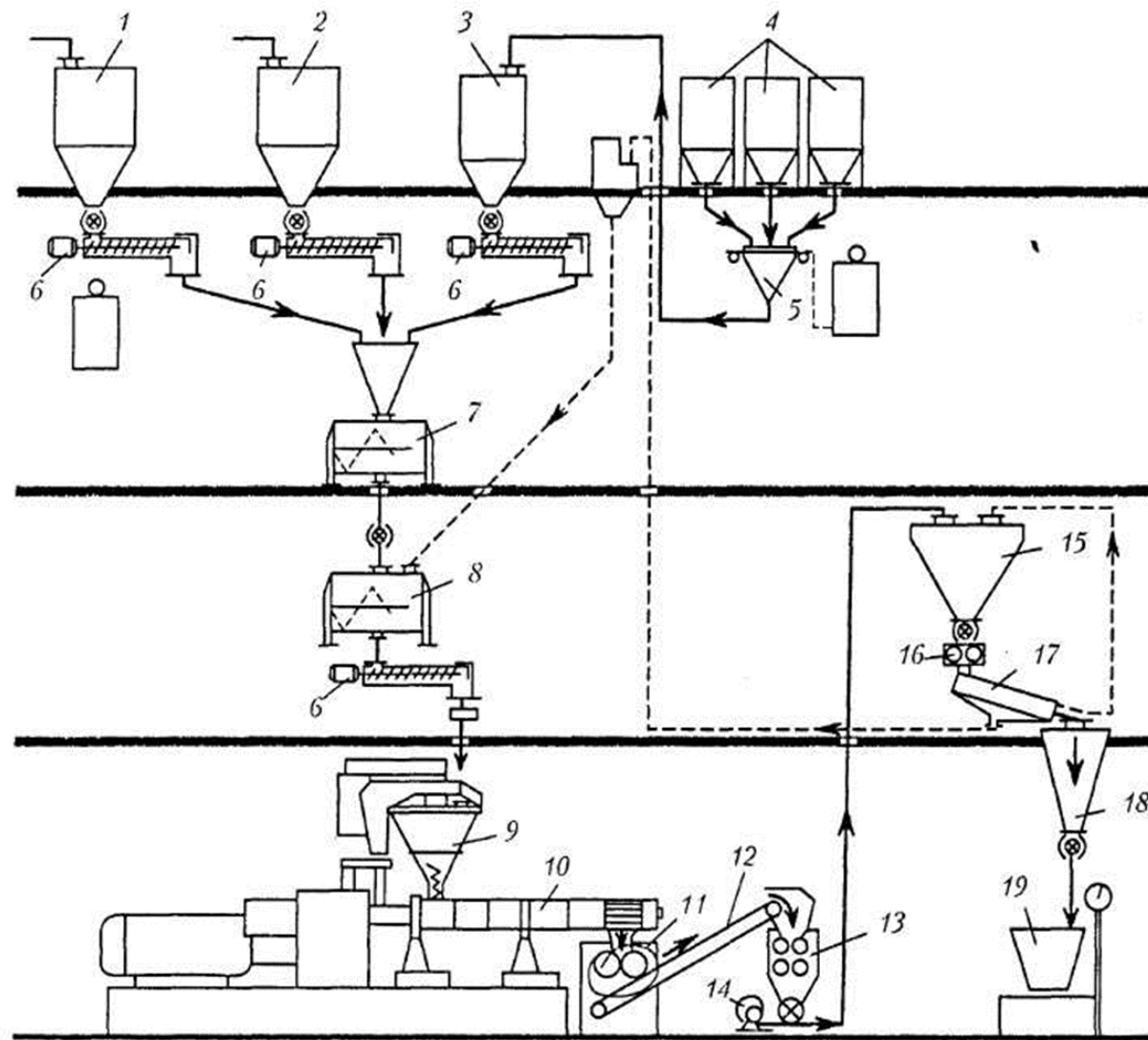
Екі шнекті экструдерде компоненттердің арласуы жүреді және толтырылған материал шыбық (прут) түрінде фильер арқылы қысылып өтеді де 11 сулы баняда суытылады. Шыбықтар 12созуға арналған қандырғымен ұсталады және оларды 13 алдын ала берілген размерлерде кеседі. Сосын виброситада 14 түйіршектер (гранулы) іріктелеп, 15 силос бункеріне бағытталады. Ол жерден 16 арнайы қаптарда қапталады.

Дисперсті толтырылған пластикалық массаны алудың негізгі технологиялық схемалары



Термопластармен толтырылған пластикалық массаны алу схемасы

Фенопластарды алу схемасы

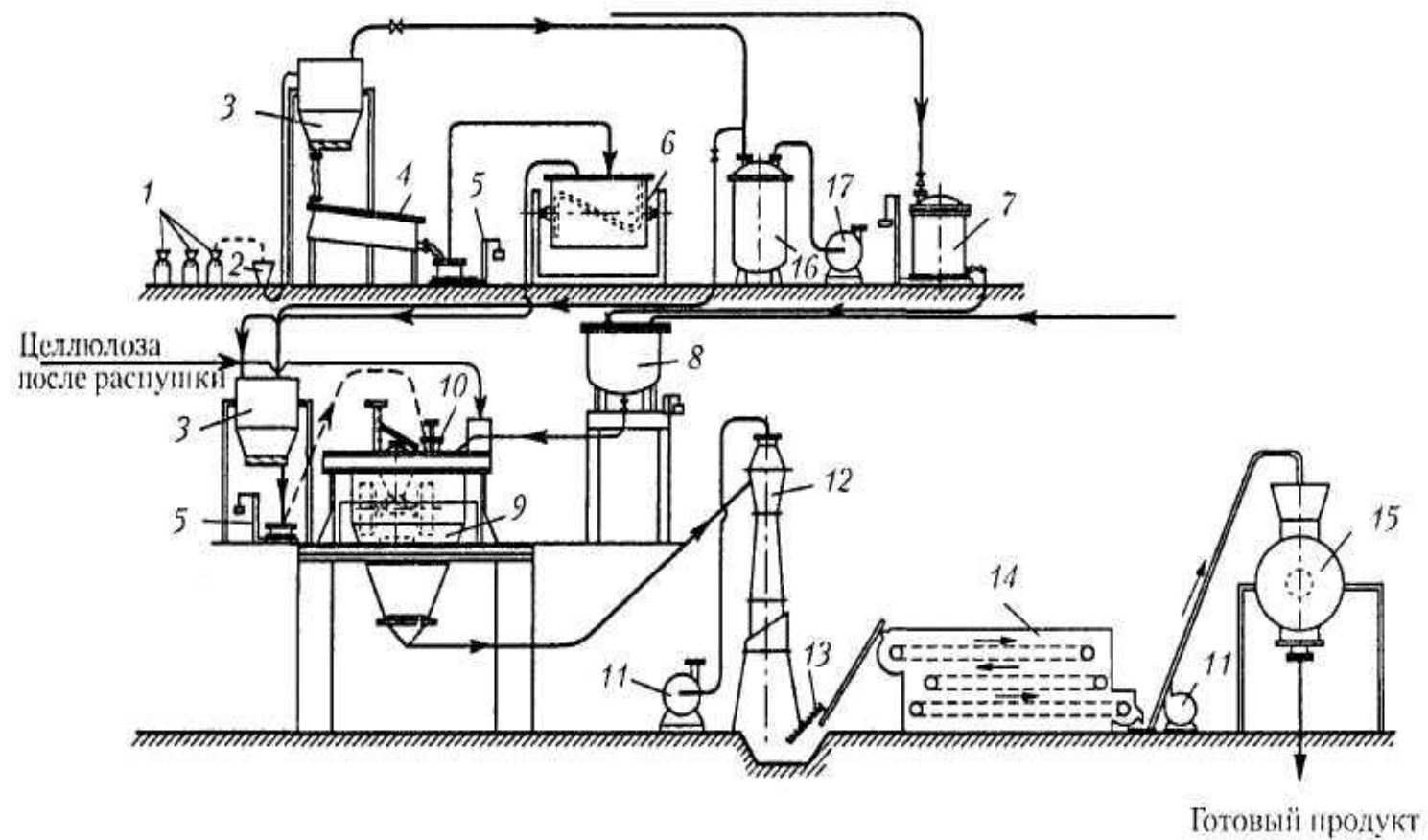


Суретте жаңа талшықты типтегі фенопласттардың пресс-ұнтақтарын өндірудің технологиялық схемасы келтірілген.

1 және 2 бункерден алынған негізгі компоненттер (фенол-формальдегид шайыр ұнтағы, толтырғыш) 6 дозатор-араластырғыш арқылы сұйық компоненттердің аз мөлшерімен сусымалы қоспаларды араластыруға арналған Z-тәрізді пышақтары бар 7 араластырғышқа түседі. Араластырғышта алдын-ала араластырғаннан кейін 4 бункерден әртүрлі қоспалар, модификаторлар, қатайтқыштар, майлағыштар 5 араластырғышта арласқаннан соң 3-ші бункерге және дозатор-араластырғыш арқылы 7-ші миксерге түседі. 7 араластырғыштан кейін қоспасы 8 орташа араластырғышқа түседі және 6 дозатор арқылы 10 екі құртты экструдердің 9 бункеріне жіберіледі.

Шайыр балқымасындағы негізгі араластыру экструдерде жүреді және экструдерден алынған материалдың бос массасы 11 тығыздағыш роликтерге түседі, олардан 12 таспалы конвейердегі материал бөліктері 13 роликті ұсақтағышқа жіберіледі. 14 желдеткішінің көмегімен материалдың ұнтағы 15 сыйымдылығына жүктеледі, оның ішінен 16 шар диірменіне жұқа ұнтақтауға түседі. Пресс-ұнтақ вибросито 17-ге түседі, шашырайды және қажетті фракция 18-бункерге жіберіледі, содан кейін дайын материал 19 қаптарға құйылады.

Фенолформальдегид шайырлары негізіндегі талшықтарды алу схемасы



Фенол формальдегид шайырына негізделген талшықты алу схемасы.

Талшықтардың құрамында ұзын талшықтар бар (100 м дейін), олар ағып кетпейді, бұл оларды қоспаның басқа сұйық және ұнтақ компоненттерімен араластыруды қиындатады. Сондықтан оларды алу схемасы басқаша.

Қорытынды:

Полимерлі композициялық және нанокомпозициялық материалдарды (ПКНМ) алу технологиясы — полимер матрицасы мен толтырғыштардың біртекті қоспасын дайындауға және олардың өзара әрекеттесуін қамтамасыз етуге бағытталған көпсатылы процесс. Бұл технологияның негізгі кезеңдері — **құрамдастарды араластыруға дайындау, араластыру және алынған композицияны өңдеу.**

ПКНМ алу әдістерінің ішінде **механикалық араластыру (экструзия, миксерлеу)** ең кең таралған, себебі ол өндірістік тұрғыдан тиімді және масштабтауға қолайлы. Ал **in situ** әдісі (толтырғыш қатысында полимерлеу) құрылымдық біртектілікті арттырып, нанотолтырғыштардың тиімді диспергирленуін қамтамасыз етеді.

Өңделген материалдың қасиеттері араластыру біртектілігіне, температуралық режимге, араластыру жылдамдығына және толтырғыштың табиғатына тікелей байланысты. Технологиялық параметрлердің дұрыс таңдалуы ПКНМ-ның механикалық беріктігін, термиялық тұрақтылығын және эксплуатациялық ұзақтылығын арттырады.

Әдебиет:

1. Тоқтабаева А.Қ. Полимерлік қомпозиттік материалдарды алу және зерттеу әдістері. Алматы, 2009. -153б.
2. Ирмухаметова Г.С. Основы технологии полимерных композиционных материалов: учеб. пособие для вузов; КазНУ им. аль-Фараби. - Алматы: Қазақ ун-ті, 2016. - 175 с.
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. Под.редакцией Берлина А.А. –СПб., Изд-во «Профессия», 2008. – 560с.
4. Принципы создания композиционных полимерных материалов А.А. Берлин, С. А. Вольфсон, В. Г. Ошмян, Н. С. Ениколопов. — М.: Химия, 1990. — 240 с.
5. Сайфуллин, Р.С. Физикохимия неорганических полимерных и композиционных материалов / Ренат Саляхович Сайфуллин- М.: Химия, 1990.- 239 с.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер и др.; под общ. ред. А. А. Берлина- СПб.: Профессия, 2009.- 556, [4] с.

Батаев, А. А. Композиционные материалы. Строение, получение, применение: учеб. пособие / А. А. Батаев, В. А. Батаев- М.: Логос, 2006.- 397, [3] с.- (Новая унив. б-ка).