

10-дәріс

Экструзия

Доцент

Токтабаева А.К.

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

Дәріс мақсаты:

Студенттерге экструзия әдісінің теориялық және технологиялық негіздерін түсіндіру; Экструзиялық өңдеу процесінің сатыларын, жабдықтардың жұмыс істеу принципін және полимер балқымасының қозғалыс ерекшеліктерін талдау; Экструзия арқылы алынатын бұйымдардың түрлері мен олардың сапасына әсер ететін факторларды анықтау; Экструзиялық процестің артықшылықтары мен шектеулерін қарастыру.

Дәріс жоспары:

1. Экструзия әдісі туралы жалпы түсінік.
2. Экструзияның физика-химиялық негіздері және процестің мәні.
3. Экструзиялық жабдықтардың негізгі элементтері:
 - бункер (шикізатты беру бөлігі);
 - шнек және цилиндр (балқыту және тасымалдау аймағы);
 - қалып (матрица) және шығару бөлігі.
4. Экструзия процесінің сатылары:
 - шикізатты беру және алдын ала қыздыру;
 - балқыту және гомогенизация;
 - қысыммен итеру және қалып арқылы шығару;
 - салқындату және кесу.
5. Экструзия түрлері.
6. Экструзия параметрлері (жылдамдық, температура, қысым) және олардың өнім сапасына әсері.

Қысқаша тезис

Экструзия - полимерлі материалдарды үздіксіз өңдеудің маңызды технологиялық әдісі. Бұл әдіс арқылы полимер балқымасы **матрица (қалып)** арқылы қысыммен итеріледі және нәтижесінде **құбыр, пленка, профиль, талшық, кабель оқшаулағышы** сияқты бұйымдар алынады.

Процесс кезеңдері:

1. **Шикізатты беру және алдын ала қыздыру.** Полимер түйіршіктері бункер арқылы экструдерге жіберіледі.
2. **Балқыту және гомогенизация.** Шнек пен цилиндр аймағында материал біркелкі балқып, тұтқыр масса түзіледі.

3. **Қысыммен итеру және қалып арқылы шығару.** Балқыған материал матрица арқылы өткізіліп, қажетті пішін беріледі.
4. **Салқындату және қатаю.** Материал сумен немесе ауамен салқындатылады.
5. **Кесу және кейінгі өңдеу.** Өнім қажетті ұзындықта кесіледі және қажет болса, созылады немесе жылтыратылады.

Экструдер негізінен **шнек, цилиндр және қалыптан** тұрады. Процесс параметрлері — **жылдамдық, температура, қысым** — өнімнің сапасы мен құрылымына айтарлықтай әсер етеді.

Экструзия түрлері:

- **Тікелей (алға) экструзия** — материал мен қошқар қозғалысы бір бағытта жүреді.
- **Кері (жанама) экструзия** — материал қарсы бағытта қозғалады.
- **Гидростатикалық экструзия** — материал қысымды сұйықтық ішінде экструзияланады.
- **Ыстық, жылы және суық экструзия** — материалдың температурасына байланысты бөлінеді.

Артықшылықтары:

- Үздіксіз өндіріс пен жоғары өнімділік;
- Түрлі пішінді және өлшемді бұйым алу мүмкіндігі;
- Жоғары өлшемдік дәлдік және жақсы бет сапасы;
- Материал қалдықтарын азайту және қайта өңдеуге қолайлылық.

Кемшіліктері:

- Құрал-жабдықтың күрделілігі;
- Температура мен қысымның тұрақсыздығы өнім сапасына әсер етуі мүмкін;
- Қалып пен шнектің тозуы.

Экструзия әдісі **пластмассалар, металдар, керамика және тамақ өнімдері** өндірісінде кеңінен қолданылады.

Экструзия - материалды матрица немесе матрицалар жиынтығы арқылы итеру немесе мәжбүрлеу арқылы бекітілген көлденең қима профилі бар объектілерді жасау үшін қолданылатын өндірістік процесс. Көбінесе қыздырылған немесе жартылай балқытылған күйдегі материал қажетті пішін мен ұзындықты алу үшін матрицаны ашу арқылы жоғары қысыммен мәжбүрленеді. Экструзия әдетте металдарға, пластмассаларға және тіпті тамақ өнімдеріне қолданылады.

Экструзия процесінің қадамдары

Материалды дайындау: Сәйкес шикізатты таңдаңыз, әдетте пластик түйіршіктер немесе металл дайындамалар. Өнімге қойылатын талаптарға байланысты шикізатты қыздыру немесе алдын ала өңдеу қажет болуы мүмкін.

Тамақтандыру және балқыту: Шикізатты бункер сияқты қоректендіру жүйесі арқылы экструдерге жіберіңіз. Экструдердің ішінде материал

қыздырылады және балқытылады, әдетте қыздыру бұрандалары мен жылытқыштар арқылы қол жеткізіледі.

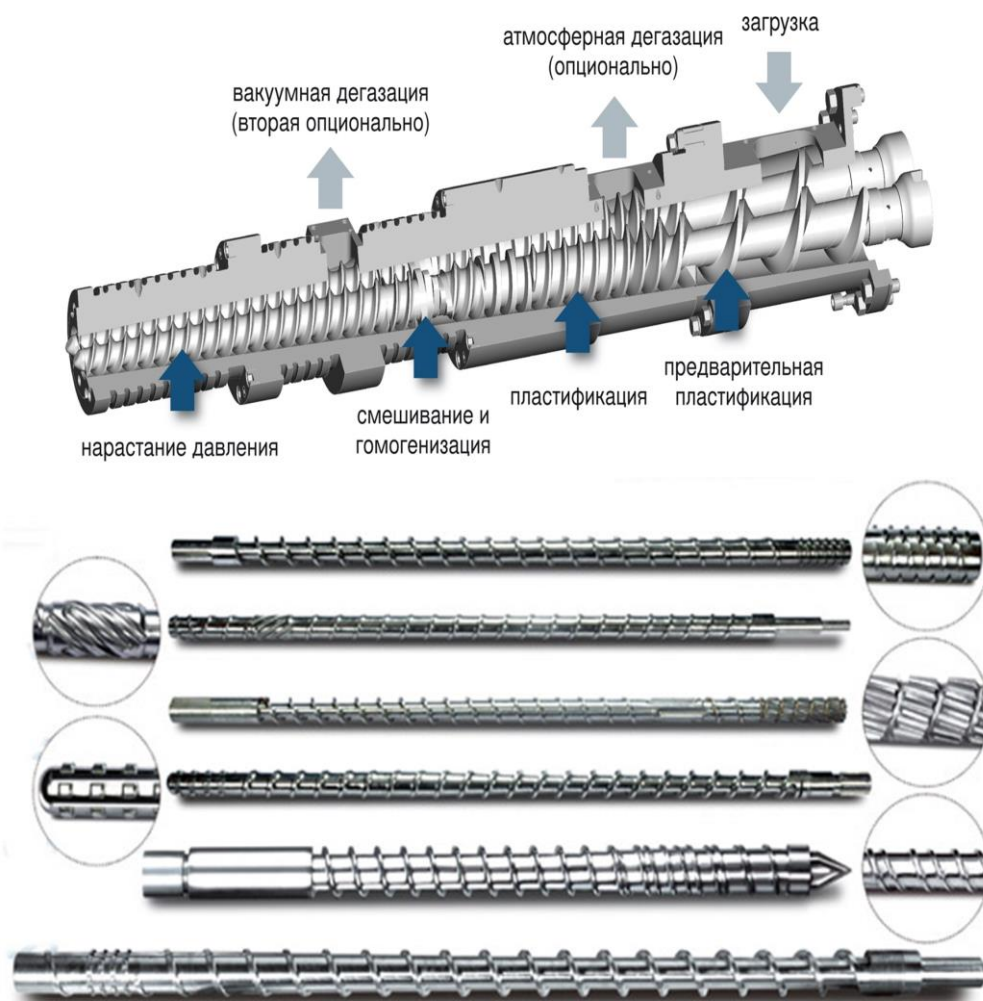
Экструзия: балқытылған материал экструдердің бұрандасына немесе плунжерге итеріледі. Бұрандалы немесе плунжер балқытылған материалды экструзия қалыпқа қарай жылжыту үшін жоғары қысымды қолданады.

Қалып: Балқытылған материал соңғы өнімнің көлденең қимасының пішінін анықтайтын арнайы жасалған қалып арқылы экструдалған. Қалып әдетте металдан жасалған және оның кіруі мен шығуы бар.

Салқындату және қатаю: Экструзия қалыбының шығуындағы материал тез салқындап, оның қатып қалуына және қажетті пішінді сақтауға мүмкіндік береді. Салқындату сумен немесе ауамен салқындату арқылы жүзеге асырылады.

Кесу және созу: Экструдалған үздіксіз өнім кесу жабдығы арқылы қалаған ұзындыққа кесіледі. Кейбір жағдайларда өнім қажетті механикалық қасиеттерге қол жеткізу үшін созылу немесе одан әрі өңдеуден өтуі мүмкін.

Кейінгі өңдеу: өнім талаптарына байланысты бетті өңдеу, кесу, жылтырату немесе басқа өңдеу операциялары сияқты кейінгі өңдеуден кейінгі қадамдар орындалуы мүмкін.



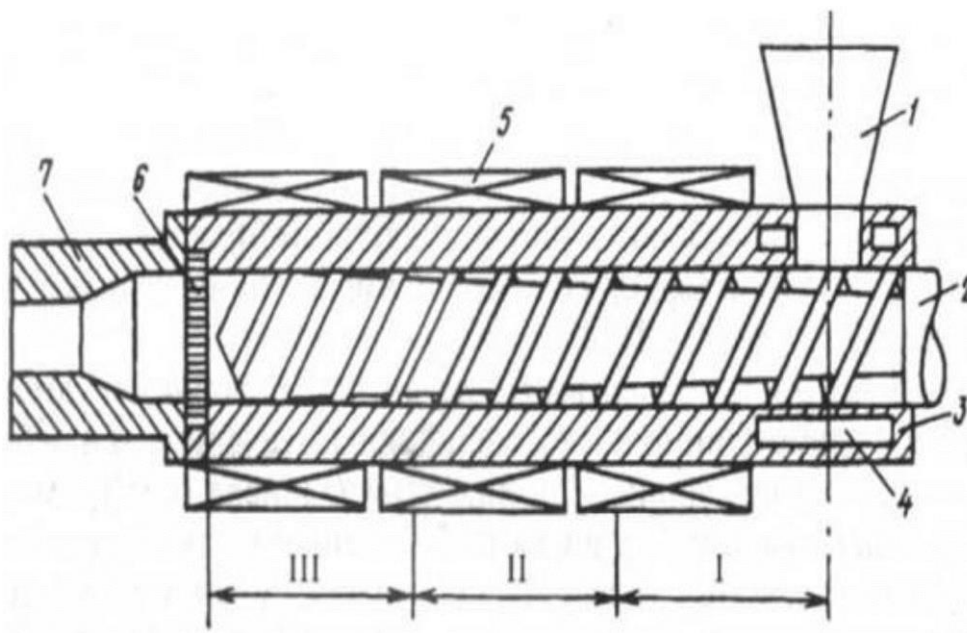


Схема одношнекового экструдера:

1 – бункер; 2 – шнек; 3 – цилиндр; 4 – полость для циркуляции воды; 5 – нагреватель; 6 – решетка с сетками; 7 – формующая головка; I, II, III – технологические зоны .

Экструзия процесінің артықшылықтары

Ол құю, соғу немесе өңдеу сияқты басқа әдістермен шығару қиын немесе мүмкін емес өте күрделі көлденең қималарды жасай алады.

Ол сынғыш немесе иілгіштігі төмен материалдармен жұмыс істей алады, мысалы, керамика немесе шыны, өйткені материал тек қысу және ығысу кернеулеріне ұшырайды, ал сыну немесе сыну тудыруы мүмкін созу кернеулері емес.

Ол тамаша бетті өңдеуге және өлшемдік дәлдікке ие өнімдерді жасай алады, өйткені материал қалып немесе саптама арқылы біркелкі және біркелкі ағып кетеді және одан әрі өңдеу немесе жылтыратудың қажеті жоқ.

Ол экструзия процесі кезінде материалдың қысымын, температурасын және құрамын бақылау арқылы тығыздық, кеуектілік немесе түс сияқты әртүрлі материал қасиеттері бар өнімдерді жасай алады.

Ол жоғары беріктігі мен беріктігі бар бұйымдарды жасай алады, себебі материал ағынының бағытына сәйкес келетін қолайлы дәндік құрылым мен бағдардан өтеді.

Бұл материал қалдықтарын және қоршаған ортаға тигізетін әсерді азайта алады, себебі материал қажет жерде ғана пайдаланылады, ал артық немесе пайдаланылмаған материалды қайта өңдеуге және болашақ экструзия процестеріне қайта пайдалануға болады.

Өнеркәсіптегі экструзияны қолдану

Металл өнеркәсібі: Экструзия алюминий, мыс, болат, жез және титан сияқты материалдардан шыбықтар, жолақтар, түтіктер, құбырлар, сымдар, кабельдер, профильдер және парақтар сияқты металл бұйымдарын өндіру үшін қолданылады. Бұл бұйымдар құрылымдық, электрлік, механикалық және сәндік сияқты әртүрлі мақсаттарда қолданылады.

Пластмасса өнеркәсібі: Экструзия полиэтилен, полипропилен, полистирол және нейлон сияқты материалдардан пленкалар, парақтар, түтіктер, құбырлар, шлангтар, профильдер және талшықтар сияқты пластмасса өнімдерін өндіру үшін қолданылады. Бұл өнімдер орау, оқшаулау, медициналық және тоқыма сияқты әртүрлі мақсаттарда қолданылады.

Керамика өнеркәсібі: Экструзия саз, фарфор және алюминий тотығы сияқты материалдардан құбырлар, өзектер, сымдар және талшықтар сияқты керамикалық бұйымдарды өндіру үшін қолданылады. Бұл өнімдер электрлік, жылулық, оптикалық және биомедициналық сияқты әртүрлі мақсаттарда қолданылады.

Тамақ өнеркәсібі: Экструзия ұн, крахмал, жүгері және күріш сияқты материалдардан макарон, кеспе, жеңіл тағамдар, жарма және үй жануарларына арналған тағам сияқты тамақ өнімдерін өндіру үшін қолданылады. Бұл өнімдер тамақтану, ыңғайлылық, дәм сияқты әртүрлі мақсаттарда қолданылады.

Экструзия түрлері

Экструзияның бірнеше түрі бар, олар материал ағынының бағытымен, материалдың температурасымен және матрицаның немесе саптаманың пішінімен ерекшеленеді. Экструзияның әрбір түрі өзінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие және әртүрлі материалдар мен бұйымдарға жарамды болуы мүмкін.

Материалдық ағынның бағытына негізделген

Материал ағынының бағыты деп экструзия процесі кезінде материал мен матрицаның немесе саптаманың салыстырмалы қозғалысын айтады. Материал ағынының бағыты бойынша экструзияның үш негізгі түрі бар: тура, жанама және гидростатикалық экструзия.

Тікелей экструзия

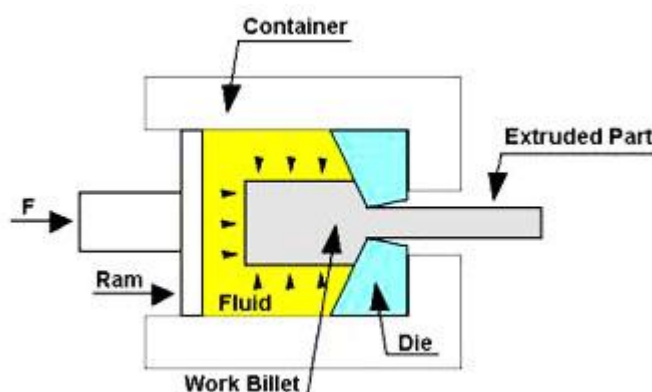
Тікелей экструзия, сондай-ақ алға экструзия ретінде белгілі, экструзияның ең кең таралған түрі, мұнда материал рамкамен бір бағытта қозғалады, ал штамп немесе саптама экструдердің қарама-қарсы жағында бекітіледі. Материал матрицадан немесе саптамадан қошқар арқылы итеріледі және ол екінші жағынан өнім ретінде шығады. Тікелей экструзия қарапайым және үнемді, бірақ сонымен бірге оның жоғары үйкеліс, жоғары температура және жоғары қысым сияқты кейбір кемшіліктері бар, бұл экструзия процесінің сапасы мен тиімділігіне әсер етуі мүмкін. Келесі суретте тікелей экструзия процесінің схемалық диаграммасы көрсетілген.

Жанама экструзия

Жанама экструзия, сондай-ақ кері экструзия ретінде белгілі, тікелей экструзияға қарама-қарсы, мұнда материал қошқарға қарама-қарсы бағытта қозғалады, ал матрица немесе саптама қошқарға бекітіледі. Материал қошқармен артқа итеріліп, ол матрицаның немесе саптаманың айналасында ағып, екінші жағынан өнім ретінде шығады. Жанама экструзияның тікелей экструзияға қарағанда кейбір артықшылықтары бар, мысалы, төменгі үйкеліс, төмен температура және төменгі қысым, бұл экструзия процесінің сапасы мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Дегенмен, жанама экструзияның кейбір шектеулері де бар, мысалы, қуыс рамка, үлкенірек экструдер және күрделі қалып немесе саптама дизайны қажет. Келесі суретте жанама экструзия процесінің схемалық диаграммасы көрсетілген.

Гидростатикалық экструзия

Гидростатикалық экструзия, сондай-ақ сұйық экструзия деп те аталады, экструзияның ерекше түрі, онда материал экструзия процесі кезінде май немесе су сияқты қысымды сұйықтықпен қоршалған. Сұйықтық майлаушы және жастық ретінде әрекет етеді, материал мен экструдердегі үйкеліс пен кернеуді азайтады. Материалды матрица немесе саптама арқылы қошқар, сұйықтық немесе екеуі де итеруі мүмкін және ол екінші жағынан өнім ретінде шығады. Гидростатикалық экструзияның тікелей және жанама экструзияға қарағанда кейбір артықшылықтары бар, мысалы, жоғары экструзия коэффициенті, жоғары экструзия жылдамдығы және жоғары материалдың икемділігі, бұл қиын материалдар мен күрделі пішіндерді экструзиялауға мүмкіндік береді. Дегенмен, гидростатикалық экструзияның кейбір кемшіліктері де бар, мысалы, тығыздалған экструдер, жоғары қысымды сұйықтық жүйесі және қымбат және жоғары техникалық қызмет көрсететін жабдық қажет. Келесі суретте гидростатикалық экструзия процесінің схемалық диаграммасы көрсетілген.



Материалдың температурасына негізделген

Материалдың температурасы экструзия процесі кезінде материалды қыздыру немесе салқындату дәрежесін білдіреді. Материалдың температурасы материалдың тұтқырлығына, ағынына және қасиеттеріне әсер

етеді. Материалдың температурасына байланысты экструзияның үш негізгі түрі бар: ыстық, жылы және суық экструзия.

Ыстық экструзия

Ыстық экструзия - материалды қайта кристалдану температурасынан жоғары қыздыратын экструзия түрі, бұл материал деформациядан кейін өзінің бастапқы құрылымы мен қасиеттерін қалпына келтіре алатын температура. Материал экструдерге берілмес бұрын пеш немесе индукциялық катушка сияқты сыртқы көз арқылы қызады. Содан кейін материал матрица немесе саптама арқылы қошқар арқылы итеріледі және ол екінші жағынан өнім ретінде шығады. Ыстық экструзияның кейбір артықшылықтары бар, мысалы, төменгі экструзия күші, төменгі экструзия коэффициенті және үлкен және күрделі пішіндерді экструзиялауға мүмкіндік беретін материалдың жоғары икемділігі. Дегенмен, ыстық экструзияның жоғары энергия тұтынуы, жоғары тотығу және дәннің жоғары өсуі сияқты кейбір кемшіліктері бар, бұл экструзия процесі мен өнімнің сапасы мен өнімділігіне әсер етуі мүмкін.

Жылы экструзия

Жылы экструзия - материалды қайта кристалдану температурасынан төмен, бірақ бөлме температурасынан жоғары қыздыратын экструзия түрі. Материалды пеш немесе индукциялық катушка сияқты сыртқы көз немесе экструзия процесінің алдында немесе оның барысында үйкеліс немесе деформация сияқты ішкі көз арқылы қыздырады. Содан кейін материал матрица немесе саптама арқылы қошқар арқылы итеріледі және ол екінші жағынан өнім ретінде шығады. Жылы экструзияның ыстық және суық экструзияға қарағанда кейбір артықшылықтары бар, мысалы, экструзия процесі мен өнімнің сапасы мен тиімділігін арттыратын төменгі экструзия күші, төмен экструзия температурасы және төменгі материалдың қатаюы.

Суық экструзия

Суық экструзия - бұл материал қыздырылмаған немесе бөлме температурасынан төмен қыздырылған экструзия түрі. Материал экструдерге қоршаған ортаның температурасында беріледі, содан кейін ол матрица немесе саптама арқылы қошқар арқылы итеріледі және ол екінші жағынан өнім ретінде шығады. Суық экструзияның жоғары экструзия жылдамдығы, жоғары бетті өңдеу және өнімнің өнімділігі мен сыртқы түрін жақсарта алатын жоғары өлшемдік дәлдігі сияқты кейбір артықшылықтары бар. Дегенмен, суық экструзияда үлкен және күрделі пішіндердің экструзиясын шектей алатын жоғары экструзия күші, жоғары экструзия коэффициенті және жоғары материалдың қатаюы сияқты кейбір кемшіліктер бар.

Келесі суретте материалдың температурасына негізделген экструзияның әртүрлі түрлерінің салыстыру диаграммасы көрсетілген.

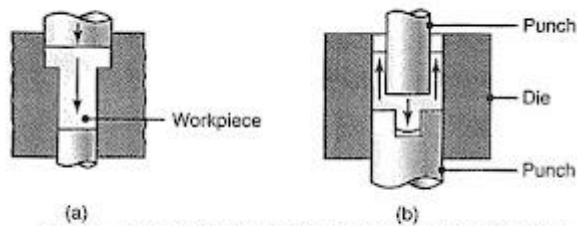
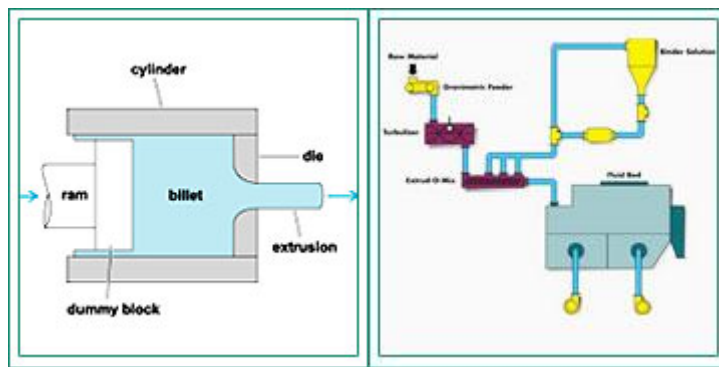


FIGURE Two examples of cold extrusion. Thin arrows indicate the direction of metal flow during extrusion.
<http://ashwintopdesigner.blogspot.com>

Қалыптың немесе саптаманың пішініне негізделген

Қалыптың немесе саптаманың пішіні экструзия процесі кезінде материал өтетін тесіктің немесе саңылаудың көлденең қимасының профилін білдіреді. Қалыптың немесе саптаманың пішіні экструзия процесі арқылы өндірілетін өнімнің пішіні мен өлшемін анықтайды. Қалыптың немесе саптаманың пішініне негізделген экструзияның үш негізгі түрі бар: тұтас, қуыс және профильді экструзия.

Қатты экструзия

Қатты экструзия - пішіннің немесе саптаманың дөңгелек, шаршы немесе алтыбұрышты сияқты тұтас көлденең қима профилі болатын экструзия түрі. Материал матрицадан немесе саптамадан қошқар арқылы итеріледі және ол екінші шетінен матрица немесе саптама сияқты көлденең қимасы бар қатты өнім ретінде шығады. Қатты экструзия қарапайым және кең таралған және ол пішіннің немесе саптаманың өлшеміне байланысты әртүрлі диаметрі мен ұзындығы бар өнімдерді шығара алады. Қатты экструзия негізінен алюминий, мыс, болат және жез сияқты материалдардан шыбықтар, жолақтар және сымдар сияқты металл бұйымдарын өндіру үшін қолданылады.

Қуыс экструзия

Шұңқырлы экструзия - пішінде немесе саптамада дөңгелек, тікбұрышты немесе сопақ тәрізді қуыс көлденең қима профилі бар экструзия түрі. Материал матрицадан немесе саптамадан қошқар арқылы итеріледі және ол екінші шетінен матрица немесе саптама сияқты көлденең қимасы бар қуыс

өнім ретінде шығады. Қуыс экструзия қатты экструзияға қарағанда күрделірек және қиынырақ, өйткені ол үшін бұйымның ішкі қабырғасын ұстап тұратын және оның құлауын болдырмайтын өзек немесе түтік болып табылатын оправка қажет. Шұңқырлы экструзия пішіннің, саптаманың және оправканың өлшеміне байланысты әртүрлі диаметрі, қабырғасының қалыңдығы және ұзындығы бар өнімдерді шығара алады. Қуыс экструзия негізінен алюминий, мыс, болат және титан сияқты материалдардан құбырлар, құбырлар және шлангтар сияқты металл бұйымдарын өндіру үшін қолданылады.

Профильді экструзия

Профильді экструзия - матрицаның немесе саптаманың Т-тәрізді, L-тәрізді немесе U-тәрізді сияқты күрделі және дұрыс емес көлденең қимасы бар экструзия түрі. Материал матрица немесе саптама арқылы итеріледі және ол екінші шетінен матрица немесе саптама сияқты көлденең қимасы бар профильді өнім ретінде шығады. Профильді экструзия экструзияның ең қиын және әмбебап түрі болып табылады, өйткені ол матрицаның немесе саптаманың конструкциясына байланысты әртүрлі пішіндер мен өлшемдері бар өнімдерді шығара алады. Профильді экструзия негізінен полиэтилен, полипропилен, полистирол және нейлон сияқты материалдардан пленкалар, парақтар және профильдер сияқты пластмасса бұйымдарын өндіру үшін қолданылады.

Қорытынды

Экструзия - полимер материалдарын үздіксіз өңдеу әдістерінің бірі, ол арқылы құбырлар, пленкалар, профильдер және кабель оқшаулағыштары сияқты өнімдер алынады. Процесс барысында полимер ұнтағы немесе түйіршігі шнек арқылы қозғалып, қыздырылып, балқып, қалып (матрица) арқылы шығарылады. Экструзияның басты артықшылығы - үздіксіз өндіріс, жоғары өнімділік және түрлі пішінді бұйым алу мүмкіндігі.

Процесс параметрлерін (жылдамдық, температура, қысым) дұрыс таңдау өнімнің сапасын, біртектілігін және механикалық беріктігін қамтамасыз етеді.

Экструзия қазіргі полимер өңдеу технологияларында ең көп қолданылатын әдістердің бірі болып табылады және ол автоматтандыруға өте қолайлы.

Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Экструзия процесінің мәні неде және ол қандай мақсатта қолданылады?
2. Экструзияның негізгі технологиялық кезеңдерін атаңыз.
3. Экструдер құрылымының негізгі элементтерін және олардың қызметін сипаттаңыз.
4. Экструзия процесінде температура, қысым және жылдамдық қандай рөл атқарады?

5. Экструзияның тікелей, кері және гидростатикалық түрлерінің айырмашылығы неде?
6. Ыстық, жылы және суық экструзияның ерекшеліктерін салыстырыңыз.
7. Экструзия әдісімен алынатын бұйымдардың мысалдарын келтіріңіз.
8. Экструзия процесінің артықшылықтары мен кемшіліктерін атаңыз.
9. Қалып пен шнектің экструзия сапасына әсері қандай?
10. Өнімнің сапасын қамтамасыз ету үшін қандай параметрлерді бақылау қажет?

Әдебиет:

Дәуітбаев М.Т. Полимерлерді өңдеудің технологиясы мен теориялық негіздері. - Алматы, 1993. - 114 б.

Власов С.В., Кандырин Л.Б., Кулезнев В.Н. Основы технологии переработки пластмасс. - М.: Мир, 2006. - 600 с.

Коршак В.В. Технология пластических масс. - М., 1978.

Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. - М.: Химия, 1991.

Басов Н.И. Техника переработки пластмасс. - М., 1980.

Крыжановский В.К. Производство изделий из полимерных материалов. - М., 2004.

Талмур Т. Теоретические основы переработки полимеров. - М., 1985.

Паниматченко А.Д., Крыжановская Ю.В. Технические свойства полимерных материалов. - СПб: Профессия, 2003. - 240 с.