

UOT 621.17

## POLİMER İSTEHSALI AVADANLIQLARININ İŞ REJİMİNİN ƏSAS SPESİFİK XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Ç.M.Məmmədov, S.İ.Mehdiyeva

Azərbaycan Texniki Universiteti

E-mail: chingiz.mamedov.2018@inbox.ru

**Açar sözlər:** polimer hissələr,  
pres qəlib, polimerlər,  
termoplastavtomat dəzgah,  
termoplastlar

**Xülasə.** Məqalədə polimer hissələrin hazırlanmasında avadanlığın seçilməsinin tədqiqi analizi aparılmaqla, termoplastavtomat dəzgahların iş rejiminin, məhsulun istismar göstəricilərinə keyfiyyət parametrlərinin təsiri analiz edilmişdir.

**Giriş.** Son illərdə polimer hissələrin istehsalında və istismarında böyük addımlar atılmışdır. Yüksək keyfiyyət xüsusiyyətlərinə malik məhsulların istehsalını təmin edən emalın texnoloji parametrlərinin düzgün seçilməsi üçün çoxsaylı tövsiyələr hazırlanmışdır. Emalın müəyyən texnoloji parametrlərinin hazır məhsulun keyfiyyətinə təsiri öyrənilmişdir. Bununla belə məhsulların xüsusiyyətlərinin istehsal keyfiyyətinə təsiri kifayət qədər öyrənilmədiyini qeyd etmək lazımdır. Məhsulların istehsal prosesinin texnoloji parametrlərinə və nəticədə keyfiyyətinin sabitliyinə nəzarət də kifayət qədər inkişaf etdirilməyib. Texnoloji parametrlərin mövcud vəziyyətini nəzərə alınaraq hazır məhsulların cari (istismar) keyfiyyətinə nəzarət az əhəmiyyət kəsb etməmişdir.

Məlumdur ki, yüksək təzyiqin polimer materiallara təsiri onların sıxlığının artmasına, möhkəmlənməsinə və büzülmənin azalmasına gətirib çıxarır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bu günə qədər dəqiqliyi artırmaq üçün bu cür əmələ gətirən təzyiqin tətbiqi kifayət qədər öyrənilməmişdir [3]. Bu baxımdan, polimer məhsulların istismar xüsusiyyətlərini və ölçülü dəqiqliyini daha da artırmaq məqsədi ilə termoplastavtomat dəzgahlarda yüksək təzyiqlə tökmə prosesinin öyrənilməsinə yönəlmiş işlər çox aktualdır.

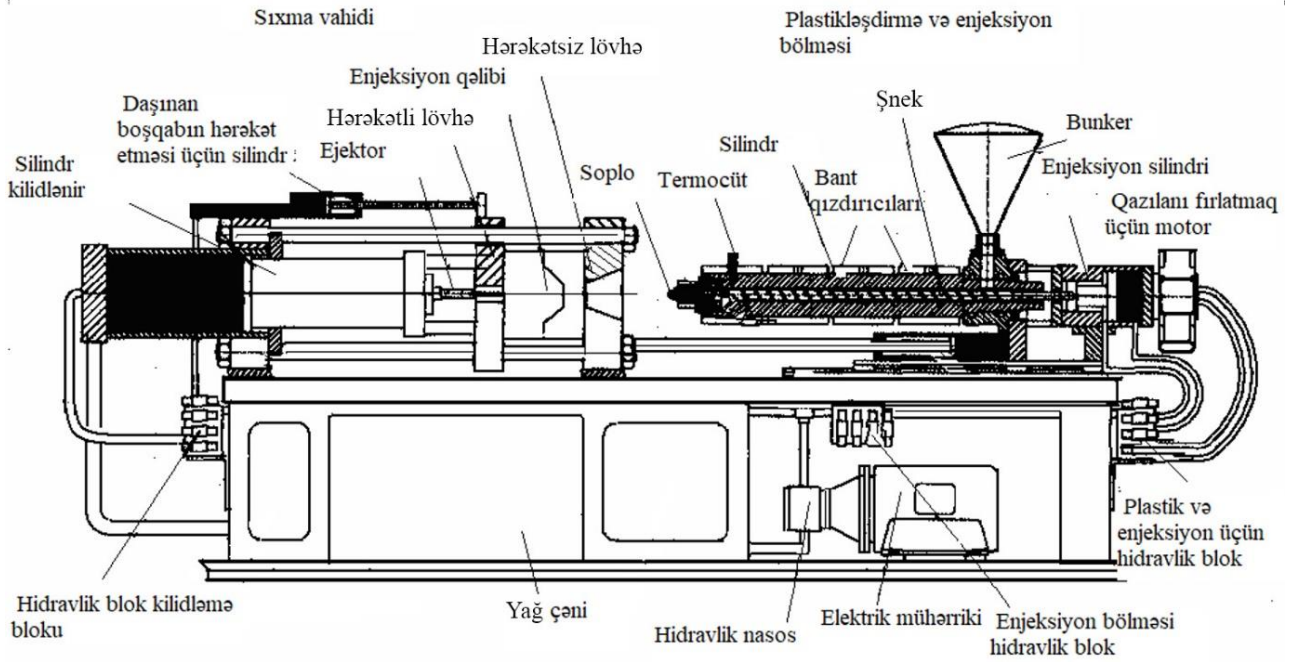
İşin məqsədi, artan təzyiqin (600 MPa-a qədər) dəqiq tökmə üçün istifadə olunan struktur termoplastiklərin xüsusiyyətlərinə və əldə edilmiş nəticələrə əsasən termoplastavtomat dəzgahlarda hissələrin istehsalının texnoloji prosesinə təsirini öyrənməkdir. Bu problemin həlli aşağıdakı əsas istiqamətlərdə həyata keçirilmişdir:

- yüksək təzyiqdə tökmə prosesi üçün (500 MPa-ya qədər);
- artan tökmə təzyiqinin termoplastik hissələrin sıxılma təsirinin araşdırılması;
- yüksək təzyiqdə alınan prototiplərin quruluşunun müayinəsi;
- artan təzyiqin keyfiyyət xüsusiyyətlərinə təsirinin öyrənilməsi;
- yüksək təzyiqlə alınan nümunələrdə uzunmüddətli dayanıqlığın və stabilliyin müayinəsi.

İşin əsas elmi yeniliyi – 125 qramlıq termoplastavtomat dəzgahlarda tökmə prosesinin birbaşa qəlibin içərisində 600 MPa təzyiq təmin edən, proses hazırlanmışdır. Burada:

- amorf və kristal termoplastların termoplastavtomat dəzgahlarda artan tökmə təzyiqinin təsiri öyrənilmişdir;
- strukturun parametrləri ilə artan təzyiqdə alınan prototiplərin gücünün artması arasında əlaqə qurulmuşdur.

Prosesin əsas avadanlığı qəliblərlə təchiz olunmuş termoplastavtomat dəzgahdır. (Şək. 1) Burada proses injeksiyon qəlibləmə ilə aparılır ki, bu da bir materialın axan vəziyyətə çevrildiyi və sonra təzyiq altında məhsulun formalaşdığı bir qəlibə injekte edildiyi bir prosesdir. Bu üsul ən çox maşınqayırma sənaye termoplastiklərinin işlənməsində ən çox yayılmışdır. Bundan əlavə, möhkəmləndirilmiş, hibrid, içi boş, çox rəngli, köpüklü plastik məhsullar və s., injeksiyon şəklində istehsal olunur [1].



Şəkil 1. TP-125 termoplastavtomat dəzgah

### Müasir injeksiyon qəlibləmə maşınlarının əsas xüsusiyyətləri

**1. Forma kilidləmə səyi.** Bu, Sıxma gücünün böyüklüyü bir qayda olaraq maşınlarının kilidləmə gücünün nominal dəyərini yüksək qiymətləndirərək çox istismar olunur. Bağlama qüvvəsi – qəlibin kilidlənməsi üçün tələb olunan qüvvə tökmə sahəsi və doldurulması və ya polimerin təzyiqlə altında tutulması zamanı qəlibdəki təzyiqlə paylanması ilə müəyyən edilir. Bu qüvvə tökmə zamanı qəlibdə yaranan qüvvəyə bərabər və ya daha böyük olmalıdır. Bu şərtə riayət edilməməsi, qəlibin açılmasına, qırılma və kütlə meydana gəlməsinə, həmçinin məhsulların ölçülərinin artmasına gətirib çıxarır ki, bu da tökmə prosesinin keyfiyyəti və qənaəti üçün müasir tələblər baxımından qəbul edilməzdir. Tökmə sahəsindəki bir artımla, qəlibi kilidləmək üçün lazım olan gücü artırmaq lazımdır. Qəlibin tələb olunan sıxma gücü tökmə texnologiyasına, polimerin texnoloji xüsusiyyətlərinə və döküm prosesinin bir çox digər amillərinə bağlıdır. Aşağı bağlama qüvvəsi olan maşınlarda işləyərkən yüksək keyfiyyətli hissələr yalnız xüsusi rejimlərlə (təzyiqlə azaldılması ilə) və yüksək istehsal texnologiyası ilə həmçinin tökmə kimi xüsusi injeksiyon qəlibləmə texnologiyalarından istifadə etməklə mümkündür.

**2. Termoplastavtomat dəzgahın injeksiyon həcmi.** Termoplastavtomat dəzgahın injeksiyon həcmi də injeksiyon qəlibləmə maşınlarının seçimi üçün ən vacib texniki xüsusiyyətdir. Hal-hazırda, injeksiyon qəlibləmə maşınları müxtəlif injeksiyon həcmi ilə istehsal olunur. Çox sayda injeksiyon tökmə istehsalçısı tərəfindən müxtəlif ölçülü yüzrlə injeksiyon qəlib maşınları istehsal olunmasına baxmayaraq, bir injeksiyon həcmi yaratmaq çətinidir. 20-ci əsrdə yerli injeksiyon qəlibləmə maşınları üçün 2-yə bərabər bir əmsal var. Maşınlar dövr başına aşağıdakı nominal injeksiyon həcmələrinə malik idi: 8, 16, 32, 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 və s. [5]. Hal-hazırda, injeksiyon qəlibləmə maşınlarının injeksiyon həcmi üçün sərti bir standart yoxdur.

**3. Lövhələr arasındakı məsafə və lövhənin hərəkəti.** Lövhələr arasındakı məsafə və daşınar lövhənin hərəkəti tökmə məhsulların çeşidindən asılıdır. Plitələr arasındakı maksimum məsafə və daşınar lövhənin gedişi qəlibin maksimum hündürlüyünü və buna görə də müəyyən bir maşınla əldə edilə bilən məhsulun hündürlüyünü təyin edir. Plitələr arasındakı məsafə, injeksiyon qəlibləmə maşınlarının istehsalçısı tərəfindən seçilən kifayət qədər geniş bir aralıqda tənzimlənə bilər. Bir qayda olaraq, müasir injeksiyon qəlibləmə maşınlarında, qəlibin mümkün olan maksimum hündürlüyü minimum hündürlükdən təxminən 2,5 dəfə çoxdur. İnjeksiyon qəlibləmə maşınının lövhələri arasındakı

məsafələrin optimal qiyməti ilə qəlibin kütləsi azalır, işləməsi asanlaşdırılır, qəliblərdə xüsusi əlavə lövhələrin istifadəsinə ehtiyac qalmır və s. Daşınan lövhənin gedişi və lövhələr arasındakı maksimum məsafə bir-birinə bağlıdır; injeksiyon qəlibləmə maşınının dizaynı müəyyən dərəcədə onların dəyərinə asılıdır. Məsələn, vurma qollarının uzunluğunu və injeksiyon qəlibləmə maşınına bağlamaq və bağlama mexanizminin hidromexanik strukturlarında işləmə şərtlərinə təsir edir; hidravlik silindrin uzunluğu və bəzi köməkçi mexanizmlərin ölçüləri lövhənin vurmasından asılıdır. Plitələr arasındakı məsafəni tənzimləmək üçün müxtəlif mexanizmlərdən istifadə edilə bilər. Bu mexanizmlərin dizaynının seçimi bu məsafədən və injeksiyon qəlibləmə maşın istehsalçılarının üstünlüklərindən və onların necə olduqlarından asılıdır.

**4. Sütunlar arasındakı məsafə.** Bu məsafələr və xüsusilə injeksiyon qəlibləmə maşınının sütunları arasındakı üfüqi məsafə, əsas injeksiyon qəlibləmə maşını seçərkən də vacibdir. Bu məsafələr injeksiyon qəliblərinin maksimum ölçülərini, eləcə də strukturlarının bəzi elementlərinin mövcudluğunu (məsələn, hidravlik çubuqların varlığını) məhdudlaşdırır.

İnjesiyan qəlibləmə maşınlarının sıxma vahidlərinin dizaynları sütunların sayına və düzülüşünə görə fərqlənir. Hər dövrü üçün kiçik bir injeksiyon həcmi olan maşınlarda, press bölmələri bəzən üfüqi və ya çarpaz olaraq iki sütuna malikdir. Bu vəziyyətdə, injeksiyon qəliblərinin quraşdırılması və maşının istismarı asanlaşdırılır. Bununla birlikdə, bir qayda olaraq, müasir injeksiyon qəlibləmə maşınlarının sıxma vahidləri dörd sütuna malikdir. Nominal injeksiyon həcmi 1000 sm<sup>3</sup>-ə qədər olan müasir maşınlarda, tökmə sahəsi ilə sütunlar arasındakı boşqab sahəsi (iş sahəsi) arasındakı nisbət ortalama 30-60%-dir. İstifadə olunan sahənin (töküm sahəsi) plitələrin ümumi sahəsinə nisbəti 12 ilə 25% arasındadır [3].

**5. Həcmi injeksiyon dərəcəsi.** Materialın həcmli injeksiyon sürətinin qiyməti polimerin qəlibi doldurma sürətini və nəticədə hidrodinamikani (təzyiq itkisi) və termodinamikani (polimer qəlibi doldurduqda əmələ gələn soyudulmuş təbəqənin ölçüsünü təyin edir, cari polimerin temperaturu) injeksiyon qəlibləmə prosesini müəyyən edir. Həcmli injeksiyon dərəcəsi, plastik qəliblənmərkən yüksək keyfiyyətli məhsul əldə etmək üçün ən vacib parametrdir [4]. Bu parametrdən, qəlibin doldurulması zamanı meydana gələn polimerin mexaniki bərkliyinə də təsir göstərir. Bu baxımdan, injeksiyon həcm sürəti aşağıdakı kimi olmalıdır:

1) qapı sistemini və qəlib boşluğunu doldurmaq üçün nisbətən aşağı bir tökmə təzyiqi tələb olunur ki, bunun üçün injeksiyon dərəcəsi bir tərəfdən çox yüksək olmamalıdır, belə ki doldurma zamanı böyük soyuma polimeri qatının əmələ gəlməməsi və ərimənin temperaturunun əhəmiyyətli dərəcədə azalması üçün böyük kəsilmə gərginliyi və bu səbəbdən böyük itkilər təzyiqi və digər tərəfdən böyük təzyiq itkiləri baş verir və bu sabit bir həcm axını dərəcəsi ilə doldurulmalıdır;

2) məhsulların polimer materialının quruluşu qənaətbəxş keyfiyyət göstəriciləri təmin edir; Bəzi məhsulların (0,2-1 mm qalınlığında) istehsalı üçün yüksək injeksiyon dərəcələri tələb olunur. Belə bir injeksiyon qəlibləmə maşını, adətən azot olan xüsusi injeksiyon akkumulyatorları ilə təchiz edilə bilər. Həcmli injeksiyon dərəcəsi, injeksiyon qəlibləmə maşınının hidravlik sistemindəki işləyən mayenin axını dərəcəsini dəyişdirərək (hidravlik injeksiyon qəlibləmə maşınları istifadə edərək) müasir sistemlərinə istifadə edilərək idarə olunur.

İnjesiyan bölməsinin işi, maşının texniki və iqtisadi göstəricilərini və xüsusilə texniki imkanlarına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Bununla birlikdə, injeksiyon bölməsinin konstruksiyası verilmiş injeksiyon həcm sürətindən asılıdır. Həcmli injeksiya sürəti maşının enerji intensivliyini təyin edən vacib amillərdən biridir.

**6. Tökmə təzyiqi.** Qəlibin boşluğunu və qapı sistemini doldurmaq üçün tələb olunan tökmə təzyiqi (varsa) hidravlik maşının hidravlik bölməsində qurulur. Termoplastik hidravlik müqavimət göstərir. Töküm təzyiqinin qiyməti hər bir konkret vəziyyətdə, qəlibin və məhsulun konstruksiyası, işlənmiş polimer materialının xüsusiyyətləri, emalın texnoloji xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla müəyyən edilir. Töküm təzyiqi nəticədə çıxarılan məhsulların keyfiyyətinə təsir göstərir.

Qəlibi doldurmaq üçün lazım olan təzyiq injeksiya müddətindən asılıdır. Yüksək viskoziteli polimerlərdən nazik divarlı məhsullar tökərkən yüksək injeksiyon təzyiqləri tələb olunur. Bununla

birlikdə, keyfiyyətli məhsulların əldə edildiyi tutma təzyiqi (polimer xarici təzyiq altında qəlibdə saxlanılıqda) ümumiyyətlə tökmə təzyiqindən xeyli aşağıdır. Əsas böyük tonnajlı polimerlər üçün təxminən 25-50 MPa-dır. Maşının parametri istisnalar olmasına baxmayaraq sonradan təzyiq altında tutmaq üçün deyil, qəlibin doldurulması üçün tələb olunan maksimum təzyiqdir (injeksiyon təzyiqi). Müasir dəzgahlarda tökmə təzyiqi 60-200 MPa-dır.

Müasir injeksiyon qəlibləmə maşınlarında injeksiyon təzyiqlərindəki əhəmiyyətli fərqlər, istifadə olunan qəlib dizaynlarının müxtəlifliyi və işlənmiş polimerlərin xüsusiyyətlərindəki fərq ilə müəyyən edilir. Əksər polimerlərin injeksiyon qəlibləmə maşınlarında ilkin plastikləşdirmə ilə işlənməsi üçün 100 MPa-a qədər bir təzyiq, yüksək polimerlərin hissələrə işlənməsi və tökülməsi üçün 120-MPa təzyiq kifayətdir. Ümumiyyətlə 200 MPa tələb olunur.

**8. Plastikləşdirmə qabiliyyəti.** TPA-nın plastikləşdirmə qabiliyyəti, bir injeksiyon silindrinin əridilmiş polimer (ümumiyyətlə polistiren) üçün təmin edə biləcəyi məhsuldarlıq kimi başa düşülür [5]. Həqiqi istehsal şəraitində plastikləşmənin təyin olunmuş müddəti qəlibdəki hissənin əvvəlcədən təyin olunmuş bir temperatura qədər soyutma müddətindən asılıdır ki, bu da işlənən polimerin xüsusiyyətlərindən, məhsulun qalınlığından, işləmə rejimi və məhsulun təyin olunmuş keyfiyyət parametrləri. Bu səbəbdən dəzgahın həqiqi plastikləşdirmə qabiliyyəti şərti və dəyişkən bir dəyərdir. İnjeksiyon qəlibləri maşınları və injeksiyon qəlibləmə maşınları üçün kataloqlar üçün texniki sənədlərdə polistirol üçün plastikləşdirmə qabiliyyəti adətən maksimum vida sürətində və injeksiyon silindrinin temperaturu 190-220° C-də verilir. İnjeksiyon qəlibləmə maşınlarının məhsuldarlığı, məhsul vahidinə işlənən polimer miqdarı kimi başa düşülür. Məhsuldarlığa tökmə dövrünün müddəti, maşın işləmə müddətinin effektiv fondu və dövr başına injeksiyon həcmi təsir göstərir.

**9. Sürət.** Dəzgahın sürəti zaman vahidi içərisində quru (quru) dövrlərin sayı ilə müəyyən edilir. Parametr, müəyyən bir istehsalçının injeksiyon qəlibləmə maşınının müqayisəli qabiliyyətini və qısa dövrlü (2-10 saniyə) məhsulların istehsalına ehtiyac şəraitində istifadə modelini təyin edəcəkdir. Ümumiyyətlə qablaşdırma sənayesində yüksək sürətli injeksiyon qəlibləmə maşınları istifadə olunur. Müasir qablaşdırma materialları istehsalında, məhz məhsulların bağlanması, formasının açılması və atılması kimi injeksiya dövrünün mərhələləri həlledicidir.

## Nəticə

Polimer məmulların istehsalı zamanı seçilən texnoloji avadanlıq olaraq termoplast avtomat dəzgahlar və bu dəzgahların iş rejiminin düzgün şəkildə qurulması, emal rejimi elementlərinin mövcud texnoloji şəraitə uyğun olaraq və əməliyyat şəraitinə görə sazlanması əsas prinsipdir. Termoplast avtomat dəzgahlar püskürtmə çəkisinə görə fərqlənirlər və ən effektiv olaraq termoplast avtomat injeksiyon həcmələrinə görə 125 qramlıq dəzgahlar hesab edilir. Pres qəliblərin, məmulun texnoloji ölçülərinin tələblərinə və ümumi standartta cavab verməsi, pres qəlibin soyudulması, pres qəlibin açılma tempini və məmulun anbara yığılma tempini tənzimləyir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Allahverdiyev K.İ., Əhmədov O.X. Konstruksiya materiallarının emalı. Bakı, 2007, 262 s.
2. Əhmədov O.X. Plastik kütlə və rezin materiallarının texnikada tətbiqi. Bakı, 2005, 96 s.
3. Аверко-Антонович Ю.И., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Учебное пос. Казань, КГТУ, 2002, 604 с.
4. Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров. ЛТА, СПб, 1999, 628 с.
5. Айзинсон И.Л., Восторгов Б.Е., Кацевман М.Л. Основные направления развития композиционных термопластичных материалов. М., Химия, 1998, 48 с.

**THE MAIN SPECIFIC CHARACTERISTICS OF THE WORKING MODE  
OF POLYMER PRODUCTION EQUIPMENT**

**Ch.M.Mammadov, S.I.Mehtieva**

*Azerbaijan Technical University*

*E-mail: chingiz.mamedov.2018@inbox.ru*

**Abstract.** In the article, an analysis of the selection of equipment in the preparation of polymer parts was carried out, and the influence of the operating mode of thermoplastic machines, the effect of quality parameters on the performance indicators of the product was analyzed.

**Keywords:** *polymer products, press-form, polymers, thermoplast machine, thermoplasts.*

**ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРОВ**

**Ч.М.Мамедов, С.И.Мехтиева**

*Азербайджанский технический университет*

*E-mail: chingiz.mamedov.2018@inbox.ru*

**Резюме.** В статье проведен анализ выбора оборудования при изготовлении полимерных изделий, а также проанализировано влияние режима работы термопластавтоматов, влияние параметров качества на эксплуатационные показатели изделия.

**Ключевые слова:** *полимерные изделия, пресс-форма, полимеры, термопластавтомат, термопласты.*