

UDC 621.082

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_01_31_36

Technological Features of Production of Precision Machine Parts Made of Composite Material by Extrusion Method

A.G. Huseynov, V.A. Abbasov, Ch.M. Mammadov, Sh.N. Asadov

Azerbaijan Technical University (Husein Javid pr., 25, Baku, AZ 1073, Azerbaijan)

For correspondence:

Mammadov Chingiz / e-mail: chingiz.mamedov.2018@inbox.ru

Abstract

In the article, in order to increase the efficiency and productivity and accuracy of the extrusion process in the production of precision machine parts made of composite material, in pressure casting machines (extruders) and thermoplastic machines, the working principle and technological losses of nozzles made of brass and copper alloys, equipped with a straight flow nozzle, are revealed. the causes of these losses have been determined.

Keywords: composite material, extrusion process, precision parts, injection molding machines, thermoplastic automaton, screws.

Received 07.04. 2022

Revised 09.02.2024

Accepted 12.02.2024

For citation:

A.G. Huseynov, V.A. Abbasov, Ch.M. Mammadov, Sh.N. Asadov

[Technological Features of Production of Precision Machine Parts Made of Composite Material by Extrusion Method]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, no.1, pp. 31-36 (in Azerbaijani)

Kompozit materialdan olan presizion maşın hissələrinin ekstruziya üsulu ilə alınmasının texnoloji xüsusiyyətləri

Ə.G. Hüseynov, V.A. Abbasov, Ç.M. Məmmədov, Ş.N. Əsədov

Azərbaycan Texniki Universiteti (Hüseyn Cavid pr., 25, Bakı, AZ 1073, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Məmmədov Çingiz / chingiz.mamedov.2018@inbox.ru

Xülasə

Məqalədə müasir maşınqayırmada, təzyiq altında tökmə maşınlarında (ekstruderlərdə) və termoplastavtomat dəzgahlarda, kompozit materialdan olan presizion maşın hissələrinin alınmasında ekstruziya prosesinin səmərəliliyinin və məhsuldarlığının, dəqiqliyinin artırılması məqsədilə, latun və mis ərintilərindən olan, düz axınlı qanovla təchiz edilmiş müştüklərin iş prinsipinin və texnoloji itkilərinin aşkar olunması, bu itkiləri yaradan səbəblər müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: kompozit material, ekstruziya prosesi, presizion hissələr, enjeksiyon qəlibləmə maşınları, termoplastavtomat, şneklər.

Технологические особенности производства прецизионных деталей машин из композиционного материала методом экструзии

А.Г. Гусейнов, В.А. Аббасов, Ч.М. Мамедов, Ш.Н. Асадов

Азербайджанский технический университет (пр. Гусейн Джавида, 25, Баку, AZ 1073, Азербайджан)

Для переписки:

Мамедов Чингиз / e-mail: chingiz.mamedov.2018@inbox.ru

Аннотация

В статье с целью повышения эффективности, производительности и точности процесса экструзии при производстве прецизионных деталей машин из композиционных материалов, в машинах литья под давлением (экструдерах) и термопластавтоматах рассмотрены особенности работы и технологические процессы экструзии с применением сопла из латуни и медных сплавов, оснащенные прямоточными каналами, обнаружены технологические недостатки и установлены причины этих потерь.

Ключевые слова: композиционный материал, процесс экструзии, прецизионные детали, литьевые машины, термопластавтоматы, шнеки.

Giriş

Müasir maşınqayırmada kompozit materialların sintezi və emalı prosesləri ilə onların texnoloji sxemlərində hissələrin ekstruziya üsulu ilə alınması arasında əlaqə digər spesifik texnoloji proseslərə nisbətən az öyrənilməmişdir. Hazırda dünyada təxminən 124 milyon ton istehsal olunan diapazonu çox geniş olan kompozitlər var. Eyni zamanda, kompozitlərin bir hissəsi olan polimerlərin istehsalında artım, onların istehsalının getdikcə artan tipləşdirilməsi müşahidə olunur, yəni müxtəlif sənaye sahələrində oxşar texnoloji üsul və üsullardan, texnoloji proseslərin həyata keçirilməsi üçün müvafiq avadanlıqlardan istifadə olunur. Polimer materiallar təbii və ya süni mənşəli, makromolekulları monomer (elementar) bağlar adlanan, eyni dəfələrlə təkrarlanan atom qruplarından ibarət olan maddələrdir. Makromolekulu təşkil edən monomer vahidlərin sayı 100-dən 1000-ə qədər ola bilər. Molekulyar çəki dəyəri polimerlərin xüsusiyyətlərinə təsir göstərir. Beləliklə, molekulyar kütlənin artması ilə polimerin həllolma qabiliyyəti azalır, ərimə temperaturu yüksəlir, möhkəmlik və sərtlilik artır. Bundan əlavə, polimerlərin xassələri monomerlərin kimyəvi tərkibindən, molekulların zəncirlərinin formasından və onların strukturundan (polimer quruluşundan) asılıdır. Kompozit materiallar əsas komponent kimi yüksək molekulyar ağırlıqlı üzvi bağlayıcılar (polimerlər) olan materiallardır. Emal zamanı lazımi formanı almaq və mövcud qüvvələr aradan qaldırıldıqdan sonra onu saxlamaq qabiliyyətinə görə polimer materiallara plastik də deyilir. Müasir maşınqayırma sənayesində bu materiallar yəni, kompozit materialdan olan presizion maşın hissələrinin təzyiqlə tökmə üsulu ilə istehsalı və hazırlanması əsas prioritet məsələlərdən biri hesab edilir. Bu

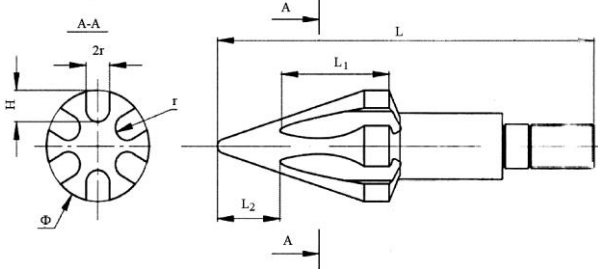
kompozit materialdan olan presizion maşın hissələrinin təzyiqlə tökmə üsulu ilə istehsalı və hazırlanması zamanı təzyiq altında tökmə maşınlarından (ekstruderlərdən) və termoplastavtomat dəzgahlardan geniş miqyasda istifadə olunur. Lakin presizion hissələrin polimerdən ekstruziya üsulu ilə istehsal texnoloji prosesində bir sıra çatışmazlıqlar mövcuddur ki, onların araşdırılması vacib problemlərdən biridir [1-4].

Tədqiqatın əsas qoyuluşu və məqsədi

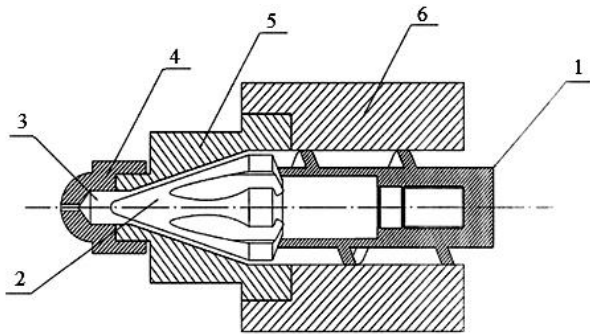
Bu kompozit materiallardan o, cümlədən plastik kütlədən hazırlanan presizion maşın hissələrinin hazırlanmasında və istehsalında tətbiq edilən avadanlıqların, ekstruderlərin və termoplastavtomat dəzgahlarının əsas işçi hissələrinin dəqiqliyi, buraxılan presizion maşın hissələrinin dəqiq və qoyulmuş standartlarla alınmasına birbaşa təsir göstərən əsas faktorlardan biridir. Bu baxımdan aparılmış uzun müddətli istehsalat təcrübələri və müşahidələri, tətbiq edilən texnoloji avadanlıqların əsas işçi hissələrinin dəqiqliklə və maksimal rejimdə məhsuldar işləməsinə zəmin yaradır. Belə ki, burada tətbiq edilən texnoloji avadanlıqların əsas işçi hissələrindən biri olan şneklərdir ki, bunların da işçi zonasında xüsusi konstruksiyaya malik düz axınlı qanovlu müştüklər tətbiq edilir (şək. 1).

Təzyiq altında universal tökmə maşınları (ekstruderlər) və termoplastavtomat dəzgahlar ən geniş çeşiddə məhsulların istehsalı üçün nəzərdə tutulub və onların konstruksiyası injeksiya qəliblərinin dəyişdirilməsinin rahatlığını və sürətini təmin edir, idarəetmə sistemi isə geniş diapazonda təzyiq altında tökmənin texnoloji parametrlərini dəyişməyə imkan verir. Şəkil 2-də hal-hazırda mövcud olan dəzgahlarda tətbiq olunan düz axınlı müştük və başlığın bərkitmə işçi zonası göstərilmişdir.

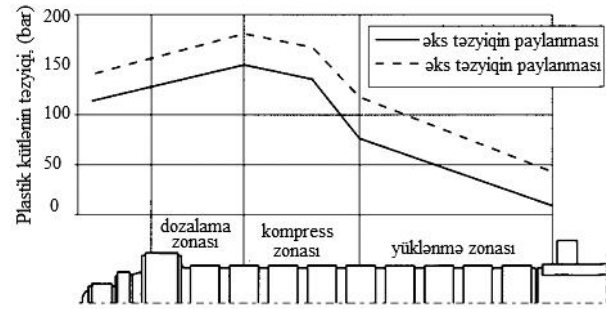
Burada, 1 – şnek, 2 – şnekə bağlanmış düz axınlı qanovlu müştük, 3 – müştükdən axaraq çıxan mayenin işçi zonası, 4 – işçi qapaq, 5 – müştüyün oymağı, 6 – qızdırma oymağının sxemləri göstərilmişdir.



Şəkil 1 – Düz axın qanovlu müştük
Figure 1 – Straight-flow nozzle

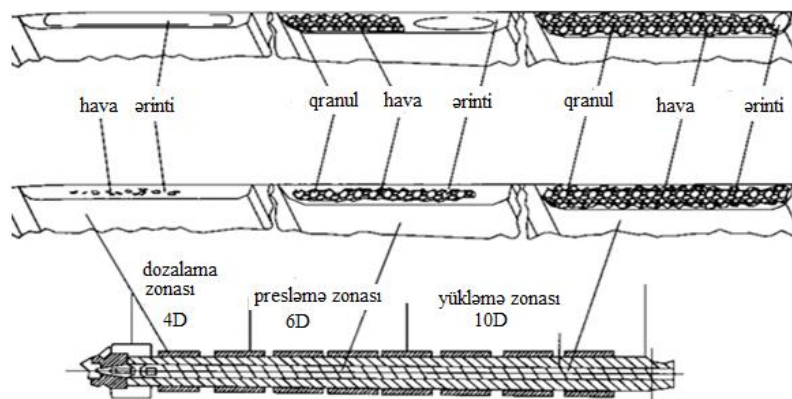


Şəkil 2 – Şnekin işçi hissəsində düz axın qanovlu müştük
Figure 2 – In the working part of the auger a nozzle with a straight flow



Şəkil 3 – Şnekin silindrik hissəsində əridilmiş plastik kütlə təzyiqinin paylanma sxemi
Figure 3 – The distribution scheme of the pressure of the molten plastic mass in the cylindrical part of the screw

Yüksək özlülüklü materialları emal edərkən ərinmiş material silindrin 2 – düz axınlı qanovlu müştüyü əhəmiyyətli hidravlik müqavimətə malik olur, polimer ərintisinin sərbəst buraxılmasının qarşısını alır və şnek fırlanmağa davam etdiyi üçün bu sahədə təzyiq yaranır (plastikləşdirici təzyiq yaranır) ki, bu onu uzaqlaşdırmağa və bununla da sərbəst dozanın həcmi artırmağa meylli olur. Burada dozalaşdırma zamanı şnekin əks təzyiq qüvvəsini, müştüyün ucluğuna yığılmış əridilmiş həbbin təzyiqini sxemdə analiz etmək mümkündür (şək. 3).



Şəkil 4 – Şnekin plastikasiya zonaları
Figure 4 – Plasticizing zones of the screw

Müştüyün ucluğunda yaranan təzyiq qüvvəsi şnekin düz silindrik sonsuz vint hissəsindəki yaranan təzyiqdən və şnekin

hərəkət sürətindən birbaşa asılıdır. Əridilmiş həbbin materialından asılı olaraq dozalaşdırma zamanı şnekin hərəkət sürətinin aşağı

salınması, plastifikasiya prosesinin və soyumanın yaranmasına səbəb olur ki, bu da nəticədə 3 – işçi zonaya tökülən əridilmiş maye həbbin tez soyumasına səbəb olur. Burada plastifikasiya temperaturu polimerin axın temperaturundan 10-20°S yüksək olmalıdır. Burada şnekin fırlanma sürəti əridilmiş xammalın materialından asılı olmayaraq, aşağı salınmalı və plastik kütlənin düz xətt üzrə plastikasiyası və sürtünmədən yaranan temperatur həddinin nominal qiymətdə saxlanması təmin olunmalıdır. Müxtəlif xammal materialından olan plastik ərinmiş xammal materialları üçün standart üzrə şneklərin diametri, çevrəvi sürət həddi və fırlanma momenti müəyyən edilmişdir ki, bu da aşağıdakı sxemdə bölünmüş müvafiq zonalar üzrə öz qiymətində tətbiq edilməklə emal zamanı istifadə edilir (şək. 4). Bundan əlavə müxtəlif xammal materialından olan plastik ərinmiş xammal şnekin diametrindən, şnekin çevrəvi sürətindən, şnekin temperaturundan və yaranan təzyiq qüvvəsindən asılı olaraq plastikasiya üçün standart fırlanma, burucu momentinin tapılaraq təyin olunması tələb olunur ki, bu da müxtəlif materiallar üçün məsələn, PP, PE – aşağı fırlanma burucu momenti; PMMA, POM – orta fırlanma burucu momenti, PK, PVX və s. – yuxarı həddə fırlanma burucu momenti qiymətlərindədir.

Aşağı ərimə özlülüyünə malik polimerlərin emalı vəziyyətində isə dozanın toplanması zamanı başlıq xüsusi bir klapan ilə bağlanır. Şnekin plastifikatorunda tələb olunan polimer dozası yığıldıqdan sonra material silindrinin ucluğu intiqal vasitəsilə əvvəlcədən qapalı formaya – 5 verilir. Bu zaman şnekin sonsuz vintində buruna, irəliyə doğru yönəlmiş P_x oxboyu qüvvə yaranır. Müvafiq olaraq, polimerin yığılmış həcmində yüksək

təzyiq (enjeksiyon təzyiqi) yaradılır və polimer həbb düz axınlı müştüyün hidravlik müqavimətini aşaraq qəlibin qapı sistemi 4 vasitəsilə daxil edilir və əmələ gələn boşluğa daxil olur. Doldurulma prosesi davam edərkən polimer həbb bir neçə müddət ərzində təzyiq altında qalır, sonra soyuma prosesi gedir.

Bundan əlavə qeyd etmək tələb olunur ki, bu müştüklərin materialı şnekin materialından fərqli olaraq latun, mis ərintilərindən hazırlanmış konstruksiyada olmaqla düz axınlı en kəsiyə malik kanalla təchiz edilmişdir. Kompozit materialın təzyiqlə püskürərək tökülməsi prosesində müştüyün işçi (L_2 , şək.1) zonasında temperaturun itməsi nəticəsində kompozit maye kristallaşma halına gəlir. Mövcud konstruksiyada kristallaşmış polimer həbblər müştüyün qanovunun en kəsinin qeyri-bərabər olması səbəbindən ərimə prosesində buradan keçən polimer materialın toplanaraq müştük qanovu boyunca qeyri-bərabər soyuması baş verir və nəticədə polimer material müştüyün qanovunun çıxışında toplanaraq kristallaşır və bərkiyir. Bu halda müştük pərçimlənərək oymağa yapışır. Bu səbəbdən şnekin başlığında yerləşən müştük püskürmə əməliyyatının yerinə yetirilməsi üçün vaxtaşırı şnekdən açılıb çıxarılır, kristallaşmış kütlə təmizlənir. Müştüyün kristallaşmış kütlə ilə birgə çıxarılması anında kompozit material müştüklə oymaq arasında bərkitmiş formada olduğu üçün şneklə bərkitmə boyuncuğundan müştüyü təmizləməyə açılıb çıxarılması zamanı, yəni yiv hissəsindən qırılma baş verir. Qırılmanın baş verməsinin ikinci səbəbi kristallaşmış həbb maye, düz axında qeyri-bərabər kristal kütlə yarandığından tətbiq edilən püskürmə qüvvəsi axın boyu üzrə qeyri-bərabər paylanır, belə paylanmaya görə təsir qüvvəsindən tarazlıq pozulur və qırılma

baş verir. Eyni zamanda, qəlibi tam doldura bilmir. Buna görə də müştüyün yenisi ilə əvəzlənməsi tələb olunur ki, bu da material və vaxt sərfiyyatına səbəb olur, məhsuldarlığın aşağı düşməsinə və digər itkilərə gətirib çıxarır. Mövcud olan konstruksiya ilə müxtəlif həcmli TP-63, TP-125, TP-250, TP-500 termoplastavtomat dəzgahlarda və ekstruziya maşınlarında tətbiq edilməklə kompozit materialdan olan maşın hissələrinin hazırlanmasında istifadə edilir ki, buda məhsuldarlıq və texniki-iqtisadi nöqteyi-nəzərindən sərfəli deyildir.

Məsələnin həlli

Aparılmış nəzəri analizlər, şnekin silindrik hissəsində əridilmiş həbbin yaratdığı təzyiqin paylanma sxemləri, şnekin plastikasiya zonalarına bölünməsi sxeminin analizi belə qərara gəlməyə əsas verir ki, şnekin uc işçi hissəsində yaranan qeyri-bərabər plastikasiya təzyiqləri və ox boyu qüvvələr, uc hissədə yaranan temperaturun itkisi və kristallaşmanın yaranması mövcud olan konstruksiyada çatışmazlıqların olmasını bir daha sübut edir. Kompozit materialdan olan presizion maşın hissələrinin alınmasında yuxarıda qeyd olunan əsaslı çatışmazlıqları aradan qaldırmaq məqsədilə və keyfiyyətli

nəticələrin əldə olunması üçün tətbiq edilən texnoloji avadanlıqlarda müştüyün şneklə birgə konstruksiyasına yenidən baxılması zərurəti yaratmışdır. Bu məqsədlə, burada tətbiq edilən texnoloji avadanlıqlarda şneklər üçün yeni konstruksiyalı müştüklərin yaradılması və bu istiqamətlərdə tədqiqat işlərinin qurulması zəruri hesab edilmişdir.

Nəticə

Kompozit materialdan olan presizion maşın hissələrinin alınmasında ekstruziya prosesinin səmərəliliyinin və məhsuldarlığının artırılması, ekstruziya prosesinin işçi zonasında, yəni müştüyün qanovundan axan ərimiş kompozit həbb materiallarda temperatur itkisinin azaldılması hesabına, maye həbblərin kristallaşmasını aradan qaldırmaq üçün müştüyün yiv birləşməsindən qırılmasının qarşısının alınması məqsədilə yeni konstruksiyalı şnek müştüklərinin yaradılması və təchiz olunması əsas təzyiqlə tökmə emalının ən prioritet məsələlərindən biri hesab edilir.

Maraqlar münaqişəsi

Müəlliflər bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edirlər.

REFERENCES

1. **Rauvendaal K.M.** Vyjavlenie i ustranenie problem v ekstruzii. - SPb.: *Professiya*, 2008. - 328 s. (in Russian)
2. **Shvarc O.** Pererabotka plastmass / O. Shvarc, F.V. Ebeling, B. Furt. - SPb.: *Professiya*, 2005. - 320 s. (in Russian)
3. Ling.http:desktop_safe&msid1&suggest_reqid759875767162823916603788058009653& src
4. **Guseinov A.G., Nazarov I.A., Asadov Sh.A.** Strengthening of parts of special-purpose products by diffusion metallization // *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy*, 2022, Vol. 14, №3, pp.54-63 (in Azerbaijani)