

Հ.Ս. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Վ.Ս. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ, Լ.Զ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ

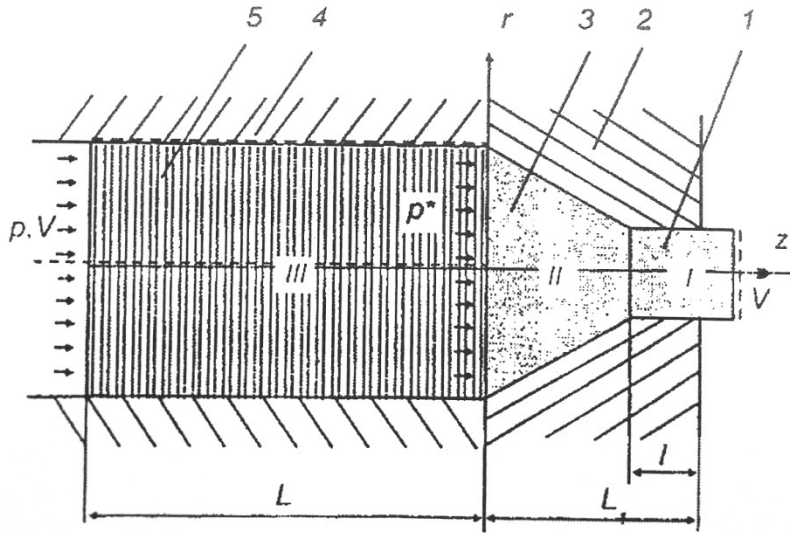
**ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՓՈՇԵՆՅՈՒԹԵՐԻՑ ՏԱՔ ԱՐՏԱՄՂՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ
ԿՈՄՊԼԿՏ ՇԻՆՎԱԾՔՆԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ
ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՄՆԱՑՈՐԴԱՅԻՆ ԾԱԿՈՏԿԵՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Հետազոտված է տաք արտամղման գործընթացի տեխնոլոգիական պարամետրերի, ինչպես, օրինակ, արտամղման գործակցի (λ), մայրակի կոնական անկյան (α) ազդեցությունը շինվածքի մնացորդային ծակոտկենության վրա: Արտամղման գործընթացի տարբեր փուլերի բնութագրման համար կառուցված է արտամղման ճնշման (P^*) կախումը մամլամատի անցած ճանապարհից (ΔL): Ստացված է անալիտիկ հավասարում, որը թույլ է տալիս գնահատել ծակոտկենության փոփոխությունը տաք արտամղման գործընթացում: Հաստատված է, որ ներկայացված բանաձևերը թույլ են տալիս, ըստ սկզբնական բերված ծակոտկենության (θ_0) և տեխնոլոգիական այլ պարամետրերի արժեքների, հաշվարկել արտամղումից հետո վերջնական ծակոտկենությունը և ստանալ անծակոտկեն շինվածք:

Առանքային բառեր. արտամղում, մնացորդային ծակոտկենություն, անալիտիկ հավասարում, անծակոտկեն շինվածք:

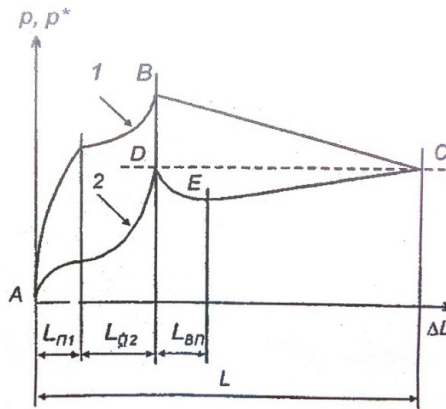
Ներածություն. Մետաղական փոշենյութերից տաք արտամղման եղանակով կոմպակտ շինվածքների ստացման տեխնոլոգիական գործընթացում կարևոր գործոն է մնացորդային ծակոտկենության գնահատումը: Այստեղ կարևոր է ոչ միայն ստանալ անծակոտկեն շինվածք՝ ձողի կամ որևէ պրոֆիլի տեսքով, այլև դուրս բերել հիմնական կախվածություն, որը որոշում է տաք արտամղման գործընթացի տեխնոլոգիական պարամետրերի, ինչպես, օրինակ, արտամղման գործակցի (λ), մայրակի կոնական անկյան (α) ազդեցությունը շինվածքի մնացորդային ծակոտկենության վրա: Այդ պարամետրերի օպտիմալացումը՝ մնացորդային ծակոտկենության փոքրացման նպատակով, թույլ է տալիս ստանալ տեխնոլոգիական պարամետրերի այնպիսի արժեքներ, որոնք կապահովեն ծակոտկենության փոքրագույն արժեքներ:

Նկ. 1-ում պատկերված է գլանական երկայնական առանցքով մամլվածքի տաք արտամղման գործընթացը: Արտամղման գործընթացի տարբեր փուլերի բնութագրման համար կառուցված է արտամղման ճնշման (P) և միջանկյալ ճնշման (P^*) կախվածությունը մամլամատի անցած ճանապարհից (ΔL):



Նկ. 1. Կիսավարմամբ արտամղման սխեման. 1 - մամլվածքի վերջույթ, 2 - մայրակ, 3 - մամլամնացորդ, 4 - կոնտեյններ, 5 - ծակոտկեն մամլվածք (բրիկետ)

Կորերի բնութագրական փոփոխությունները (նկ. 2) ցույց են տալիս արտամղման մի փուլ հաջորդին անցման գործընթացը [1]: Այստեղ ընդգծված են հետևյալ փուլերը՝ $P=P(\Delta L)$ և $P^*=P^*(\Delta L)$: L_{n1} - ը փորձանմուշի նախամամլման տեղամասն է, որտեղ փոշեմասնիկները վերախմբավորվում են առանց պլաստիկ դեֆորմացման: L_{n2} - ը ծակոտկեն փորձանմուշի պլաստիկ դեֆորմացման տեղամասն է, L_{Bn} - ը՝ արտամղման տեղամասը: Կորի AB հատվածը (նկ. 2) ծակոտկեն մամլվածքի պլաստիկ դեֆորմացման փուլում բնութագրում է ճնշման P արժեքի փոփոխությունը: BC հատվածը բնութագրում է նույն ճնշման P արժեքի նվազումը՝ պայմանավորված կոնտեյների պատերի հետ կոնտակտային շփման ուժերի ազդեցությունների փոքրացմամբ: AD հատվածը բնութագրում է L_{n1} տեղամասում ճնշման P^* արժեքի փոփոխությունը՝ ըստ բրիկետի երկարության: DE հատվածը P^* -ի փոփոխությունն է L_{n2} տեղամասում, կապված կոնական մայրակում դեֆորմացվող մետաղի խտության փոփոխման հետ, EC - ն՝ P^* արժեքների մեծացումն է, կապված մամլվածքի նյութի կոնական մայրակ մուտք գործելու հետ: Առանձնակի ուշադրության են արժանի B և D կետերը, որոնք ցույց են տալիս կոնական մայրակից նախամամլման վերջը (B) և արտամղման գործընթացի սկիզբը (D):

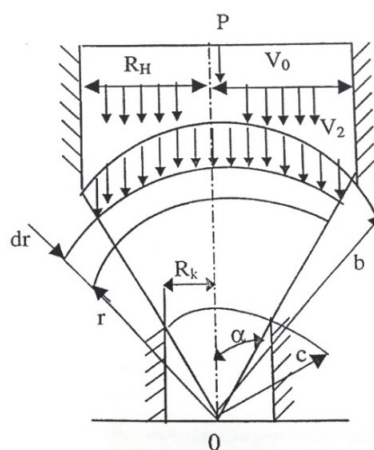


Նկ. 2. Ճնշման $P(1)$ և $P^*(2)$ արժեքների կախվածությունը մամլամարի ΔL անցած ճանապարհից

Արտամղման համար նախատեսված ելքային նախապատրաստվածքի յուրահատկությունը նրա նախնական ծակոտկենությունն է: Ծակոտկեն նյութի դեֆորմացման գործընթացը հետազոտված է մի շարք աշխատանքներում [1-5]:

Ենթադրենք՝ արտամղվող նյութը ստացվել է մետաղափոշու մամլումով և նրա հետագա եռակալումով: Հետևաբար՝ սկզբնանյութի խտությունը և նախնական ծակոտկենությունը հայտնի են (γ , θ_0):

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Խնդիրը լուծվում է ըստ կոորդինատների գլանական համակարգի՝ (r , φ , α) կիրառմամբ: Արտամղման ենթարկվող ծակոտկեն նյութի ծավալը բաժանվում է 3 տիրույթների: I – մայրակի կալիբրացնող տիրույթ (արտամղման տեղամաս), II – կոնական մայրակի պլաստիկ դեֆորմացման տիրույթ, III – նախամամլման տիրույթ (նկ. 3):



Նկ. 3. Արտամղման ժամանակ մեքուսի հոսքի սխեման

Ըստ գրականության վերլուծությունների [1-2]՝ արտաձված է անալիտիկ հավասարում, որը թույլ է տալիս գնահատել ծակոտկենության փոփոխությունը տաք արտամղման գործընթացում: Հետազոտման ծրագրում դիտարկվել է <Fe-Cr+K°> բաղադրությամբ կոմպոզիտային նյութ, որտեղ K° - ն բովախառնուրդի մնացած կոմպոնենտներն են՝ ածխածին, նիկել, մոլիբդեն, պղինձ, որոնց % - ային բաղադրությունները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Փոշեկոմպոզիցիոն նյութերի ելքային բաղադրությունը

N	Cr	Fe	C	Ni	Mo	Cu	MoS ₂
1	0,8	97,5	0,2	1,5	-	-	-
2	-	97,3	0,2	1,5	1	-	-
3	1	96,7	0,25	1,5	0,5	-	-
4	1	94,5	0,5	1,5	0,5	2	-
5	1	92	0,5	1,5	-	3	2

Համաձայն [3] աշխատանքի՝ հայտնի է հետևյալ բանաձևը.

$$\ln \left(\frac{1-\theta}{1-\theta_0} \right) = \frac{\left| 1 - \frac{2}{1+\cos \alpha} \right| (\lambda\sqrt{\lambda}-1)e^A}{\lambda\sqrt{\lambda}(e^A - \sin^3 \alpha)}, \quad (1)$$

$$\text{որտեղ } A = \left\{ 3 \left[\frac{2n}{\sqrt{3}} \frac{\sigma_T}{p} \left[\ln(\sin \alpha) + \frac{C_1}{2n} \right] \frac{C_1 - C_2}{n} \right]^{C_1 - C_2 - n} - \frac{C_1}{2n} \right\}: C_1, C_2 - \text{ը հաշվարկային}$$

մեծություններ են, θ_0 , θ -ն՝ սկզբնական և ընթացիկ ծակոտկենությունները, %, α - ն՝ մայրակի կոնական անկյունը, *աստիճան*, λ - ն՝ տաք արտամղման գործակիցը, P - ն՝ արտամղման ճնշումը, *ՄՊա*, σ_T - ն՝ հոսունության սահմանը տվյալ կոմպոզիտային նյութի համար, *ՄՊա*: Համաձայն աղ. 1-ի 2 բաղադրության, $\varnothing 24 \times 40$ մմ չափերով մամլվածքի համար արտամղման ռեժիմներն են՝ $T_{\text{արտ}} = 1000 \pm 15^\circ \text{C}$, $\tau_{\text{պահ}} = 2 \dots 2,5$ ժամ, $\lambda = 2$, $\alpha = 55^\circ$, $\sigma_T = 27$ ՄՊա [3]:

Դեֆորմացման III գոտում (նկ. 3) $r=b$, որտեղ դեֆորմացման (նախամամլման) գոտին սահմանվում է $r=b$ շառավղով սեգմենտով, իսկ $r=c$ շառավղով սեգմենտով սահմանվում է դեֆորմացման ավարտը: R_H - ծակոտկեն մամլվածքի սկզբնական շառավիղն է, R_k - ն՝ վերջնական շառավիղը (մայրակի անցքի շառավիղը):

Մինչև արտամղումը մամլվածքի նախնական ծակոտկենությունը՝ $\theta_0 = 16,6\%$: Հաշվարկներից պարզվել է, որ արտամղման հաշվարկային ճնշումը կազմում է $P = 123,5$ ՄՊա [4], իսկ փորձարարական տվյալներով այն կազմում է $120 \dots 140$ ՄՊա: Շեղումը կազմում է $2,8 \dots 11,8\%$:

Տաք արտամղումից հետո ծակոտկենությունը որոշվում է (2) բանաձևով, իսկ ըստ համապատասխան հաշվարկների վերջնական ծակոտկենությունը՝ $\theta=0,064$ [4]:

$$\theta = 1 - (1 - \theta_0) e^{\frac{\left(1 - \frac{2}{1 + \cos \alpha}\right) (\lambda \sqrt{\lambda} - 1) e^A}{\lambda \sqrt{\lambda (e^A - \sin^3 \alpha)}}} \quad (2)$$

Հետևաբար՝ հաստատված է, որ ներկայացված բանաձևերը թույլ են տալիս ըստ սկզբնական ծակոտկենության (θ_0) և տեխնոլոգիական այլ պարամետրերի արժեքների հաշվարկել արտամղումից հետո վերջնական ծակոտկենությունը և ստանալ անծակոտկեն շինվածք ($\theta=0$): Տեսական և փորձարարական արժեքների շեղումը՝ ըստ վերջնական ծակոտկենության, կազմում է 5...7% (աղ. 2) [5]:

Աղյուսակ 2

Տաք արտամղումից հետո շինվածքների ծակոտկենությունը

Արտամղման ջերմաստիճան, T, °C	Արտամղման գործակից, λ	Արտամղման ճնշում, P, ՄՊա	Հոսունության սահման, σT, ՄՊա	Սկզբնական ծակոտկենություն, θ ₀ , %	Շինվածքի ծակոտկենություն, %			
					մայրակի կոնական անկյուն, α, աստ			
					փորձարարական տվյալներ		հաշվարկային տվյալներ	
					55°	60°	55°	60°
1100	2	87,5	25,83	25	7,8	4,45	8	4,3
	4	162,5	25,83	25	1,9	0,2	1,95	0,15
	6	200	25,83	25	0,3	0	0,31	0
	8	240	25,83	25	0	0	0	0

Եզրակացություն. Բերված տվյալները հաստատում են փոշեմետալուրգիայի մեթոդների (տաք դրոշմում, տաք արտամղում և այլ տեխնոլոգիական գործընթացներ) կիրառման նպատակահարմարությունը բարձրամուր անծակոտկեն մետաղական շինվածքների ստացման համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р. Новые композиционные материалы / Киев: Вища школа, 1977.- 312 с.
2. Ушаков В.Г., Филагов В.И., Ибрагимович Х.М. Выбор марки стали и режима термической обработки деталей машин.- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001.-23с.
3. Диаграмма состояния двойных многокомпонентных систем на основе железа: Справочник/ О.О. Банных и др. - М., 1983.- 439 с.

4. **Петросян А.С., Туманян Г.А.** Способ изготовления беспористых длинномерных заготовок горячей экструзией // Механика.- 2007.– Т. 60, N 3.– С.127-131.
5. **Պետրոսյան Հ.Ս., Գալստյան Լ.Զ.** Տարբար արտաձևման եղանակով երկաթ-քրոմային փոշեկոմպոզիտային նյութերի ստացման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊԿ Տեղեկագիր.- ՏԳ սեր.- 2017.- Հատոր 70, N1.- էջ 30-38:

А.С. ПЕТРОСЯН, В.С. ГУКАСЯН, Л.З. ГАЛСТЯН

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОЙ ПОРИСТОСТИ В КОМПАКТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ, ПОЛУЧЕННЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ЭКСТРУЗИИ ПОРОШКОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Исследовано влияние технологических параметров, т.е. коэффициента вытяжки (λ), угла матрицы (α), на остаточную пористость изделия. Для характеристики различных этапов цикла выдавливания (экструзии) построена зависимость среднего давления (P^*) от перемещения пуансона (ΔL). Выявлено аналитическое уравнение, которое оценивает изменение пористости в процессе горячей экструзии. Установлено, что представленные уравнения позволяют по значениям начальной пористости (θ_0) и разных технологических параметров рассчитать окончательную пористость после экструзии, а также получить беспористое изделие.

Ключевые слова: экструзия, остаточная пористость, аналитическое уравнение, беспористое изделие.

A.S. PETROSYAN, V.S. GUKASYAN, L.Z. GALSTYAN

ESTIMATION OF RESIDUAL POROSITY IN COMPACT PRODUCTS OBTAINED IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF EXTRUSION OF POWDER METALLIC MATERIALS

The influence of technological parameters, i.e. the draw ratio (λ), the angle of the matrix (α) on the residual porosity of the product is investigated. To characterize different stages of the extrusion cycle (extrusion), the dependence of the average pressure (P^*) on the displacement of the punch, (ΔL) is constructed. An analytical equation has been identified that estimates the change in porosity during hot extrusion. It is established that the presented equations allow to calculate the final porosity after extrusion by the initial porosity (θ_0) and various parameters of the process, and also obtain a non-porous product.

Keywords: extrusion, residual porosity, analytical equation, non-porous product.