ISSN 0002-306X. ՀԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղ. Տեխն. գիտ. սերիա. 2017. Հ. LXX, N 3.

*ኢ*SԴ 621.762, 620.10

ՄԵՔԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

Գ.Լ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Մ.Ա. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Հ.Ա. ԳԱԼՈՅԱՆ

ՀՈԾ ԵՎ ԵՌԱԿԱԼՎԱԾ ԿԼՈՐ ՀԱՏՈՒՅԹՈՎ ՆՄՈՒՇՆԵՐԻ ԲԱՑ ՄԻՋԱՍԵՂՄՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՑԻՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ

Կատարվել է ավտոմատացված ծրագրային միջավայրում (ԱԾՄ) հոծ և եռակալված նյութերից գլանական նմուշների բաց միջասեղմման գործընթացների մոդելավորում և լարվածադեֆորմացիոն վիձակի հետազոտում, երբ տեղի է ունենում բացարձակ կոշտ մամլամատի տակ նմուշի նյութի հավասար իջեցում։ Հոծ նյութից գլանի դեպքն իրականացվում է՝ օգտագործելով շառավղի ուղղությամբ երեք տարբեր ձնշում հաղորդող երեք կոշտ գլանական մասերից բաղկացած մամլամատ, և քննարկվել են միայն առաջին պլաստիկ դեֆորմացման առաջացման տվյալները։ Եռակալված նյութից գլանի դեպքում նմուշի հավասար իջեցումն ապահովվում է մամլամատի տակ նյութի համապատասխան կետերի նմուշի առանցքի ուղղությամբ հավասար տեղափոխությամբ, և գլանի բավականին մեծ պլաստիկ դեֆորմացման դեպքի տվյալների հետազոտման հետ միասին ուսումնասիրվում են նաև նյութի ծակոտկենության բաշխման գոտիները։

Առանցքային բառեր. հոծ և եռակալված նյութ, գլանի բաց միջասեղմում, առանցքասիմետրիկ դեֆորմացում, լարվածադեֆորմացիոն վիձակ, միջին լարում, ծակոտկենություն։

Մեքենաշինության տեխնոլոգիական գործընթացներում լայնորեն օգտագործվում են հոծ և եռակալված գլանական նախապատրաստվածքների պլաստիկ դեֆորմացման տարբեր մեթոդներ, որոնց ձևափոխման և խտացման օրինաչափությունները զգալի ազդեցություն են ունենում ստացված նյութերի ֆիզիկամեխանիկական և շահագործման հատկությունների վրա։ Այդ հարցերի հետազոտումը հիմնված է համապատասխան նյութերի պլաստիկության տեսությունների վրա։

[1]-ում վերլուծվել են տարբեր հեղինակների կողմից մշակված ծակոտկեն նյութերի պլաստիկության տեսությունները (ԾՆՊՏ), բերված են փոշենյութերի ամրացումը և իրական ծակոտկենությունը հաշվի առնող դեֆորմացիոն և հոսունության տեսությունների հավասարումները, ցույց է տրվել, որ ծակոտկենության բացակայության դեպքում այդ բանաձներից ստացվում են հոծ նյութերի համապատասխան հավասարումները, լուսաբանվել են նյութերի ընթացիկ ծակոտկենության որոշման և դրանց դեֆորմացման գրաֆիկների կառուցման հարցերը, մշակվել են փոշենյութերի ձնշմամբ մշակման խնդիրների լարվածադեֆորմացիոն վիձակների հետազոտման ձշգրիտ, մոտավոր և թվային մեթոդներ, ներառյալ ավելի հեռանկարային՝ վերջավոր տարրերի մեթոդը (ՎՏՄ), ինչպես նաև լուծվել են բազմաթիվ տեխնոլոգիական խնդիրներ։ Uկզբնական D տրամագծերի և h բարձրության գլանական նախապատրաստվածքի (նմուշի) բաց և փակ d տրամագծի մամլամատով միջասեղմման դեպքերում [2] առաջանում է անցք։ [2] - ում քննարկվում են նմուշի սկզբնական ձևի փոփոխության և դրա դեֆորմացման տեսակարար - միջին ուժի (p=P/A, որտեղ P - ն դեֆորմացման ուժն է, իսկ A – ն՝ մամլամատի լայնական հատույթի մակերեսը) վրա D/d հարաբերության ազդեցության հարցերը, ինչպես նաև կատարելով բազմաթիվ ենթադրություններ՝ բաց և փակ միջասեղմման խնդիրների վերլուծական մեթողով լուծման դեպքերում ստացվել են մոտավոր բանաձևեր։

[3] – ում ներկայացվել են եռակալված գլանական նախապատրաստվածքի խտացման վրա ազդող դեֆորմացիոն սխեմայի տեսական ուսումնասիրության արդյունքները համասեռ և անհամասեռ պլաստիկ դեֆորմացման դեպքում։ Բացահայտվել են միջասեղմման դեպքում ՎՏՄ ստացված **լարվածադեֆորմացիոն վիճակի** բաղադրիչների և նյութի ընթացիկ ծակոտկենության բաշխման (նկ. 1 և 2) առանձնահատկությունները, որոնք թույլ են տալիս կանխատեսել տեխնոլոգիական գործընթացների ռեժիմները և դեֆորմացման աստիձանի մեծ միջակայքի դեպքում նախապատրաստվածքի խտացման օրինաչափությունները։ Ընդ որում, ՎՏՄ-ով խնդրի լուծման թվային հաշվարկը կատարվել է Գ.Վ. Մուսայելյանի կողմից՝ FORTRAN-ի միջավայրում կազմված ծրագրով։





Նկ. 1. Ղլաստիկ դեֆորմացված նմուշի առանցքային հատութի կեսի ծակոտկենության բաշխման գոտիները [3]

Նկ. 2. Պլաստիկ դեֆորմացված նմուշի վերևի մակերևույթի կեսի վրա լարվածադեֆորմացիոն վիձակի բաղադրիչների բաշխման Էպյուրները [3]

Նկ.1-ում ըստ նմուշի գոտիների՝ 16% սկզբնական ծակոտկենության փոփոխված արժեքների մեծություններն են. 1-ում նյութի միջին ծակոտկենությունը դարձել է 10,5%, 2-ում՝ 13,3%, 3-ում՝ 15%, 4-ում՝ 15,8%, 5-ում՝ 16%։ Նկ.2-ում պատկերված են վերևի մակերևույթում առանցքային լարումների (1), շառավղային լարումների (2), շրջանային լարումների (3), շոշափող լարումների (4), համարժեքային լարումների (5) և պլաստիկ դեֆորմացումների համարժեքային աձի ինտեգրալի (6) էպյուրները։ Այս կորերի համադրումը նկ.2 – ում ցույց է տալիս, որ ծակոտկեն նմուշի լարվածադեֆորմացիոն վիձակի բաղադրիչներն ընդունում են իրենց առավելագույն արժեքը նմուշի և մամլամատի եզրի հպման մասերում;

[4] – ում վերլուծվել են հեղինակային խմբի կողմից ավտոմատացված ծրագրային միջավայրում (ԱԾՄ) կատարված հիմնական աշխատանքները։ [1]-ում գլանական եռակալված ձողի մամլման գործընթացը մոդելավորվել է «ABAQUS»-ով։ Խնդիրը լուծվել է առանց հակաձնշման և դրա երեք հետևյալ արժեքների համար` 80, 160, 240 *ՄՊա:* Դրանցից 0 *և 240 ՄՊա* հակաձնշումներով մամլման դեպքերի թվային տվյալները բերված են լարումների և դեֆորմացումների փոփոխման դաշտերի պատկերների տեսքով, ինչը թույլ է տալիս գործընթացի մասին պատկերացում կազմել` կառուցելով նաև դրանց փոփոխության գրաֆիկները։ Խնդրի լուծման համար օգտագործվել է վերլուծական մեթոդով խնդրի լուծման դեպքում մշակված [5] - ի մեթոդը։

[6] – ում գլանական եռակալված ձողի մեծ հակաձնշումներով մամլման գործընթացը մոդելավորվել է ԱԾՄ –ում "ABAQUS"-ով։ Օգտագործվել է [4]-ում մշակված խնդրի լուծման մեթոդը։ Հիմնավորվել է մեծ հակաձնշման արժեքների ընտրության հարցը։ Ստացված լարվածային վիձակի բաղադրիչների և նյութի ծակոտկենության թվային արդյունքների վերլուծության հիման վրա բացահայտվել են գործընթացի որոշ առանձնահատկություններ։ Կատարվել են համապատասխան փորձարարական և տեխնոլոգիական հետազոտություններ։

Նշենք, որ [2] և այլ հայտնի գիտական հետազոտությունների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ գլանական նմուշների միջասեղմման գործընթացի՝ վերլուծական մեթոդով լուծմամբ հնարավոր չէ ստանալ այնպիսի ձշգրիտ արդյունքներ, ինչպիսիք ստացվում են ՎՏՄ-ի օգտագործման դեպքում։ Սակայն ՎՏՄ-ով հետազոտությունները բավականին քիչ են, մանավանդ ԱԾՄ-ում լուծվածները, ինչով և հիմնավորվում է այդ բնագավառում գիտական հետազոտությունների կատարման արդիականությունը։

Աշխատանքի նպատակն է ԱԾՄ-ում հոծ և եռակալված նյութից գլանական նմուշների բաց միջասեղմման գործընթացների լարվածադեֆորմացիոն վի-Ճակների և նյութի ծակոտկենության բաշխման հետազոտումը՝ բացարձակ կոշտ մամլամատի տակ նմուշի նյութի հավասար իջեցման դեպքում, ինչպես նաև ստացված արդյունքների համեմատումը [2, 3] – ի տվյալների հետ։ 1. Հոծ նյութից գլանական նմուշի միջասեղմման խնդրի լուծումը՝ օգտագործելով շառավղի ուղղությամբ երեք տարբեր ձնշում հաղորդող երեք կոշտ գլանական մասերից բաղկացած մամլամատ։ ԱԾՄ – ում մոդելավորվել է h=40 ddբարձրությամբ և $D=30 \ uu$ տրամագծով գլանի (որի նյութի Յունգի մոդուլը 2·10⁵ $U^{A}uu$ ξ , Պուասոնի գործակիցը՝ 0,3 և հոսունության սահմանը՝ 150 $U^{A}uu$) սեղմման գործընթացը, ինչը հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել գործընթացի ժամանակ առաջացած լարվածադեֆորմացիոն վիճակի բազմաթիվ տվյալները (նկ.3 և աղ. 1)։ Ընդ որում, նկ.3 – ում աղյուսակի տեսքով ըստ գույների բերված են նշված լարումների արժեքները՝ արտահայտված պասկալներով։



Նկ. 3. Գլանի բաց միջասեղմման դեպքում լարվածային վիճակի Միզեսի (ա), շառավղային (բ), առանցքային (գ) և շոշափող (դ) լարումների բաշխման գոտիները

Դիտարկվում է գլանի տրամագծային հատույթի ½ մասը, որի շառավղի կեսին հավասար իջեցումն իրականացվում է տարբեր Ճնշումներով (150, 180, 265*ՄՊա*) իրար հետ աշխատող 3 մասից բաղկացած մամլամատերի միջոցով, որոնցից առաջինի (ներսի փոքր մամլամատի) շառավիղը 2,5*մմ* է, իսկ մյուսները սնամեջ են՝ համապատասխանաբար (2,5 և 5)*մմ* ու (5 և 7,5)*մմ* շառավիղներով։ Ընդ որում, մամլամատի այդ մասերի վրա ընկած դեֆորմացման ուժերի մեծություններն են համապատասխանաբար 0,74, 2,65 և 6,50*կՆ։*

Աղյուսակ 1

Վերևի	S, Mises,	S11,	S22,	S33,	σ٥,	S12,
կետերը	ՄՂա	ปไปแ	ปไปเป	ปไปเป	ปไปเป	ՄՂա
1	63	-85	-149	-85	-106	1
2	65	-88	-153	-88	-110	-2
3	72	-95	-166	-94	-118	-4
4	81	-104	-183	-103	-130	-6
5	106	-118	-224	-119	-154	-8
6	136	-109	-240	-120	-156	17
7	101	-56	-132	-69	-86	37
8	35	-6	-16	-17	-13	17
9	14	9	1	-5	2	1
10	12	9	-2	-4	1	0
11	8	6	0	-3	1	-2
12	5	2	0	-3	0	-1
13	4	1	1	-3	0	-1

Հոծ նյութից գլանի բաց միջասեղմման տվյալներլ	<u>n</u>
---	----------

Առանցքասիմետրիկ խնդրի լուծման արդյունքում ստացվել են լարվածադեֆորմացիոն վիձակի բոլոր բաղադրիչները գլանի բաց միջասեղմման դեպքում, երբ տեղի է ունենում բացարձակ կոշտ մամլամատի տակ գլանի նյութի հավասար իջեցում։ Ստացված բազմաթիվ տվյալներից դիտարկենք միայն առաջին պլաստիկ դեֆորմացման առաջացման դեպքերը։ Նկ. 3 – ում գլանի առանցքային հատույթի կեսի վրա ցույց են տրված Միզեսի ($\sigma_i = S$), շառավղային ($\sigma_r = S11$), առանցքային ($\sigma_y = S22$) և շոշափող ($\tau_{r\theta} = S12$) լարումների բաշխման գոտիները, իսկ աղ. 1- ում բերված են գլանի առանցքից հաշված վերևի եզրի 13 կետերում համապատասխան լարումների և միջին $\sigma_0 = (\sigma_y + \sigma_r + \sigma_\theta)/3$ լարման արժեքները։ Ընդ որում, $\sigma_{\theta} = S33$ -ը շրջանային լարումն է, որի հիմնական արժեքները (մամլամատի տակ) բավականին մոտ են շառավղային ($\sigma_r = S11$) լարումներին [7], իսկ σ_0 -ի տվյալներով (1) բանաձևով գնահատվում է նյութի խտացման գործընթացը։

Նկ. 4-ում ցույց է տրված բաց միջասեղմման դեպքում գլանի վերևի եզրի 13 կետերի տվյալներով կառուցված առանցքային $\sigma_y = S22$ լարումների գրաֆիկը։ Ինչպես տեսնում ենք, դրա տեսքը ամբողջապես համապատասխանում է նկ. 2-ի թիվ 1 գրաֆիկին։



Նկ. 4. Բաց միջասեղմման դեպքում առանցքային $\sigma_y = S22$ լարումների գրաֆիկը՝ կառուցված գլանի վերևի եզրի 13 կետի տվյալներով

2. Եռակալված նյութից գլանական միջասեղմման խնդրի լուծումը՝ օգտագործելով մամլամատի տակ նախապատրաստվածքի նյութի կետերի առանցքի ուղղությամբ հավասար տեղափոխությունը։ Խնդրի ԱԾՄ-ում մոդելավորման համար ընտրվել են նմուշի այլ չափսեր. տրամագիծը՝ D=20 dd, բարձրությունը՝ h=30 dd, նյութի տվյալները՝ խտությունը 7800 $\mu q/d^3$, Յունգի մոդուլը՝ 2,1·10⁵ ՄՊա, Պուասոնի գործակիցը՝ 0,3, սկզբնական հարաբերական խտության $\rho = 0,8$ (կամ ծակոտկենության v₀=0,2) և հոսունության սահմանի (150 *ՄՊա)* մեծությունները, ինչպես նաև դրա պլաստիկ դեֆորմացման գրաֆիկի երկու կետերի աղյուսակային տվյալները. 0,3 պլաստիկ դեֆորմացմանը համապատասխան լարումը՝ 160 *ՄՊա* և 0,5 – ին՝ 180 *ՄՊա:* SIMULIA ծրագրային միջավայրում տարրերի բաժանված ցանցի պարամետրերն են. կետերի քանակը՝ 225, տարրերի քանակը՝ 192 և քառանկյուն տարրերի տիպը՝ CAX4R:

Խնդրի լուծման արդյունքում ստացվել են լարվածադեֆորմացիոն վիճակի բոլոր բաղադրիչները գլանի բաց միջասեղմման դեպքում, երբ տեղի է ունենում բացարձակ կոշտ մամլամատի տակ գլանի նյութի հավասար իջեցում։ Նկ. 5 – ում գլանի առանցքային հատույթի կեսի վրա ցույց են տրված Միզեսի (σ_i) և առանցքային ($\sigma_y = S22$) լարումների, ինչպես նաև $\varepsilon_i = PEEQ$ դեֆորմացումների ինտենսիվության ու նյութի V (ԱԾՄ) ծակոտկենության բաշխման գոտիները։



Նկ. 5. Տվյալները՝ տեղափոխություններով լուծված գլանի բաց միջասեղմման դեպքում

Աղ. 2 – ում բերված են մամլամատի ազդման գլանի վերևի եզրից հաշված առանցքի 10 և արտաքին եզրի 10, ինչպես նաև գլանի առանցքից հաշված վերևի եզրի 9 կետերում համապատասխան լարումների մեծությունների և միջին $\sigma_0 = (\sigma_y + \sigma_r + \sigma_\theta)/3$ լարման արժեքները, որտեղ σ_r, σ_θ - շառավղային և շրջանային լարումներն են։ Ընդ որում, σ_0 - ի արժեքները հետագայում հնարավորություն կտան վերլուծական մեթոդով որոշել ընթացիկ ծակոտկենության մեծությունները, V (ՀԱՇ)։

Աղյուսակ 2

Առանցքի	S, Mises,	S, S22,	σ٥,	DEEO		V
կետերը	UNW	ปฑิพ	<i>Մщш</i>	PEEQ	v (uou)	(2UC)
1	120	-194	-114	0,167	0,127	-0,064
2	123	-195	-113	0,194	0,121	-0,103
3	131	-195	-107	0,268	0,107	-0,187
4	142	-188	-93	0,355	0,098	-0,215
5	147	-176	-79	0,393	0,104	-0,169
6	141	-167	-73	0,362	0,121	-0,123
7	131	-159	-72	0,285	0,142	-0,060
8	124	-149	-67	0,191	0,165	0,037
9	120	-135	-55	0,107	0,184	0,126
10	119	-117	-38	0,049	0,195	0,177
Վերևի						
կետերը						
1	120	-194	-114	0,167	0,127	-0,064
2	119	-202	-123	0,180	0,122	-0,119
3	118	-221	-145	0,221	0,106	-0,300
4	140	-278	-190	0,396	0,064	-1,106
5	161	-230	-173	0,624	0,048	-1,689
6	139	-28	-39	0,705	0,065	-0,145
	139	-28	-39	0,053	0,207	0,178
7	118	22	29	0,041	0,204	0,214
8	118	-13	28	0,026	0,202	0,209
9	117	11	42	0,023	0,203	0,212
Եզրի						
կետերը						
1	117	11	42	0,023	0,203	0,212
2	117	10	40	0,027	0,203	0,213
3	117	14	41	0,034	0,204	0,217
4	117	16	42	0,039	0,205	0,220
5	118	7	37	0,041	0,204	0,218
6	119	-11	30	0,039	0,203	0,214
7	120	-35	18	0,037	0,201	0,208
8	121	-61	4	0,035	0,199	0,202
9	121	-84	-11	0,034	0,198	0,196
10	120	-103	-25	0,033	0,197	0,190

Հարվածադեֆորմացիոն վիճակի բաղադրիչների տվյալները

266

Նյութի ծակոտկենության բաշխման գոտիների տվյալները ցույց են տալիս, որ նյութի խտացման գործընթացը մամլամատի տակ հիմնականում իրականացվում է անհավասարաչափ (նկ. 6), և մամլամատի եզրին մոտ նյութի v₀=0,2 սկզբնական ծակոտկենության մեծությունը փոքրանալով դառնում է v_{min} =0.048։ Նշենք, որ նկ. 5 և 6-ում բերված նյութի ծակոտկենության բաշխման գոտիների տեսքերը նույնպես լավ համապատասխանում են նկ. 1-ի տվյալներին։



Նկ. 6. Մամլամատի տակ նմուշի հպման տեղում նյութի V ընթացիկ ծակոտկենության տվյալները

ՈՒսումնասիրվել է նաև ծակոտկենության բաշխումը նմուշի կենտրոնական առանցքի ուղղությամբ։ Առաջին 10 հանգույցների տվյալներով կառուցվել է V ծակոտկենությունների բաշխման գրաֆիկը (նկ. 7)։



Նկ. 7. Նմուշի առանցքով նյութի V ընթացիկ ծակոտկենության բաշխման տվյալները

Այժմ քննարկենք վերլուծական մեթոդով ծակոտկենության հաշվառման առանձնահատկությունները։ Դրա համար օգտագործվում է [4] – ի մեթոդը։ Ծակոտկեն նյութերի պլաստիկության դեֆորմացիոն տեսության (ԾՆՊԴՏ) հավասարումների ընթացիկ V (ՀԱՇ) ծակոտկենության որոշման բանաձևն արտահայտվում է նյութի սկզբնական ծակոտկենությամբ՝ v_0 , միջին σ_0 լարումով, \mathcal{E}_i =PEEQ դեֆորմացումների ու σ_i լարումների ինտենսիվություններով և ունի հետևյալ տեսքը՝

$$V(2UC) = v = 1 - (1 - v_0) \exp(-9v_0^m \sigma_0 \varepsilon_i / \sigma_i):$$
(1)

Оգտագործելով «ABAQUS» ԱԾՄ-ում լարվածադեֆորմացիոն վիճակի բաղադրիչների տվյալները՝ որոշվել են ընթացիկ V (ՀԱՇ) ծակոտկենության մեծությունները (աղ. 2), և դրանց հիման վրա կառուցվել են նկ. 8-10 –ի գրաֆիկները։ Ընդ որում, 1-ով նշված կորերին համապատասխանում են V (ԱԾՄ) –ում որոշված տվյալները, իսկ 2-ով նշված բարակ գծերով բացասական արժեքներով կորերին՝ V (ՀԱՇ) –ի արդյունքները։ Ինչ վերաբերում է 3 –րդ՝ հաստ գծերով զրո արժեքներով կորերին (V ԻՐԱԿԱՆ), ապա հաշվի է առնվել այն հանգամանքը, որ չի կարող լինել բացասական արժեքներով ծակոտկենություն։ Այսինքն՝ ըստ ծակոտկենության որոշման (1) բանաձևի՝ այդ կետերում եռակալված նյութը ամբողջապես խտացել է։

Նշենք, որ V (ԱԾՄ)-ում և V (ՀԱՇ)-ով ծակոտկենության որոշման արդյունքները որակապես նկարագրում են եռակալված նյութի խտացման գործընթացը, այն դեպքում, երբ քանակական տվյալների միջև որոշ դեպքերում կան տարբերություններ։ Դա բացատրվում է նյութերի սկզբնական տվյալների տարբերությամբ, որն անհրաժեշտ կլինի հետագայում ուսումնասիրել։



Նկ. 8. Մամլամատի տակ նմուշի հպման տեղում նյութի V ընթացիկ ծակոտկենության բաշխումը՝ ըստ ԱԾՄ-ի (1 կորը) և ըստ ծակոտկենության տեսական բանաձևի (2 և 3 կորերը)



Նկ. 9. Նմուշի առանցքի ուղղությամբ նյութի V ընթացիկ ծակոտկենության բաշխումը՝ ըստ ԱԾՄ-ի (1 կորը) և ըստ ծակոտկենության տեսական բանաձևի (2 և 3 կորերը)



Նկ. 10. Նմուշի եզրով նյութի V ընթացիկ ծակոտկենության բաշխումը ըստ ԱԾՄ-ի (1 կորը) և ըստ ծակոտկենության տեսական բանաձևի (2 կորը)

Եզրակացություն

1. Հոծ և եռակալված նյութերից գլանական նմուշների բացարձակ կոշտ մամլամատով բաց միջասեղմման գործընթացների մոդելավորումը և լարվածադեֆորմացիոն վիՃակների հետազոտումն իրականացվում են ԱԾՄ-ում։

2. Հոծ նյութից պատրաստված գլանի դեպքում մամլամատի տակ նմուշի նյութի հավասար իջեցման համար օգտագործվում է շառավղի ուղղությամբ երեք տարբեր Ճնշում հաղորդող երեք կոշտ գլանական մասերից բաղկացած մամլամատ։ Ընդ որում, քննարկվել են միայն առաջին պլաստիկ դեֆորմացման առաջացման արդյունքները, և դրանք բավականին լավ համընկնում են գրականությունում նշված տվյալների հետ։

3. Եռակալված նյութից գլանի դեպքում նմուշի հավասար իջեցումն ապահովվում է մամլամատի տակ նյութի համապատասխան կետերի առանցքի ուղղությամբ հավասար տեղափոխությամբ։ Գլանի բավականին մեծ պլաստիկ դեֆոր-

մացման դեպքի լարվածադեֆորմացիոն վիձակների հետազոտման հետ միասին ուսումնասիրվում են նաև նյութի V(ԱԾՄ) ծակոտկենության բաշխման գոտիները։

4. Օգտագործելով ԾՆՊԴՏ հավասարումների ընթացիկ V(ՀԱՇ) ծակոտկենության որոշման բանաձևը՝ հաշվարկվել են դեֆորմացված եռակալված նյութերից գլանի ընթացիկ ծակոտկենության մեծությունները։ Յույց է տրվել, որ V(ԱԾՄ)-ում V ՀԱՇ)-ով ծակոտկենության որոշման արդյունքները որակապես նկարագրում են եռակալված նյութի խտացման գործընթացը։

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

- 1. Петросян Г.Л. Пластическое деформирование порошковых материалов. М.: Металлургия, 1988.-153с.
- 2. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 1971. -421 с.
- Петросян Г.Л., Мусаелян Г.В. Исследование влияния схемы деформирования на уплотняемость спеченных цилиндрических заготовок // Известия вузов. Машиностроение.- 1983. - N10.- С. 102-105.
- 4. **Պետրոսյան Գ.Լ., Խաչատրյան Հ.Հ., Պետրոսյան Հ.Գ., Մարգարյան Մ.Ա.** Կոնական մամլամայրում գլանական եռակալված ձողի հակաձնջմամբ մամլման գործընթացի «ABAQUS»-ով մոդելավորումը // ՀԱՊՀ ԼՐԱԲԵՐ. Գիտական հոդվածների ժաղովածու. - Երևան։ Ճարտարագետ, 2015. – Մաս 2. – Էջ 295-301:
- 5. Петросян Г.Л., Петросян А.С. Левонян Г.Л. Усовершенствование инженерного метода использования формулы для определения пористости спеченных материалов // Материалы секции "Наука и технологии будущего" Международного конгресса, посвященного 160-летию со дня рождения выдающегося русского инженера В.Г. Шухова, 17-18 апреля 2014 года. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.- С. 211-217.
- Моделирование процесса прессования круглого стержня в конической матрице в условиях больших противодавлений / Г.Л. Петросян, Г.Г. Хачатрян, М.Б. Сафарян и др. // Вестник НПУА: Механика, машиноведение, машиностроение.- 2015 - N1. - С. 26-35.
- 7. Томсен Э., Янг Ч., Кобаяши Ш. Механика пластических деформаций при обработке металлов. М.: Машиностроение, 1969. 504с.

ՀԱՊՀ, Մեխանիկամեքենաշինական, տրանսպորտային համակարգերի և դիզայնի ինստիտուտ։ Նյութը ներկայացվել է տպագրության 15.04.2017։

Г.Л. ПЕТРОСЯН, М.А. МАРГАРЯН, Г.А. ГАЛОЯН

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ ПРОШИВКИ СПЛОШНОГО И СПЕЧЕННОГО ОБРАЗЦОВ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

Проведено моделирование и исследование напряженно-деформированного состояния открытой прошивки цилиндрических образцов из сплошного и спеченного материалов в автоматизированной программной среде, когда под абсолютно жестким пуансоном происходит равное снижение материала образца. В случае цилиндра из сплошного материала это снижение осуществляется с использованием пуансона, который состоит из трех твердых цилиндрических частей, передающих по направлению радиуса три разных давления, при этом обсуждаются данные возникновения только первой пластической деформации. В случае цилиндра из спеченного материала равное снижение материала образца под пуансоном обеспечивается равным перемещением соответствующих точек материала по направлению оси образца. Путем исследования данных довольно большой пластической деформации цилиндра изучаются зоны распределения пористости материала.

Ключевые слова: сплошной и спеченный материалы, открытая прошивка цилиндра, напряженно-деформированное состояние, осесимметричная деформация, среднее напряжение, пористость.

G.L. PETROSYAN, M.A. MARGARYAN, H.A. GALOYAN

COMPUTER MODELING OF THE OPEN BROACHING PROCESS OF THE ROUND SECTION SOLID AND SINTERED SAMPLES

Modeling and investigation of the stress-strain state of open broaching of solid and sintered cylindrical samples in an automatic program environment are carried out when under an absolutely rigid punch, an equal decrease of the sample material occurs. In the case of solid-material cylinder that decrease is implemented by using a punch which consists of three hard cylindrical parts which transmit three different pressures in the radial direction. At that, only the data on the emergence of the first plastic deformation are discussed. In the case of a cylinder from a sintered material, an equal reduction in the material of the sample under the punch is ensured by an equal displacement of the corresponding points of the material along the direction of the sample axis. At the same time, by studying the data on a rather large plastic deformation of the cylinder, the distribution zones of porosity of the material are also studied.

Keywords: solid and sintered material, open broaching of cylinder, stress-strain state, axis-symmetric deformation, average stress, porosity.