

## ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

Արման Արտակի Բաբայանի՝ «Հոծ եվ փոշենյութերից կազմված երկմետաղյա մեքենամասերի լարվածադեֆորմացիոն վիճակի հետազոտումը դրանց պատրաստման տեխնոլոգիական գործընթացներում» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ ներկայացված Ե.02.01 - «Մեքենագիտություն» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցմանը

Հայտնի է, որ հոծ, ինչպես նաև փոշենյութերից ստացված նախապատրաստվածքների սառը մշակման տեխնոլոգիական, մասնավորապես, արտամղման, կորզանման և գլոցման գործընթացները լայնորեն կիրառվում են մեխանիզմների և մեքենաների տարբեր հանգույցներում շահագործվող մեքենամասերի արտադրության նպատակով: Նշված տեխնոլոգիական գործընթացների ընթացքում նախապատրաստվածքների պլաստիկ դեֆորմացումը և խտացումը, հանգեցնելով ծակոտկենության փոքրացմանը, կարող են էական դրական ազդեցություն ունենալ ինչպես ստացվող նյութերի մեխանիկական հատկությունների, այնպես էլ դրանցից պատրաստված մեքենամասերի շահագործական բնութագրերի վրա:

Վերջերս, համակարգչային «ABAQUS» ավտոմատացված ծրագրային միջավայրի (ԱԾՄ) կիրառմամբ, ինչպես նաև MS EXCEL ծրագրային փաթեթի օգտագործմամբ սկսել են հետազոտել համասեռ (միամետաղ) խողովակների և երկմետաղական եռակցված ու չեռակցված նյութերից շրջանային և ուղղանկյուն հատույթներով մեքենամասերի ձևավորմամբ պայմանավորված լարվածադեֆորմացիոն վիճակները (ԼԴՎ): Դա հիմնականում պայմանավորված է հիշյալ խնդիրների լուծման համար սովորաբար կիրառվող ծակոտկեն նյութերի հոսունության տեսության (ՄՆՀՏ) բանաձևերի բավականին բարդ լինելու հանգամանքով:

Երկմետաղ շերտերի համատեղ պլաստիկ դեֆորմացման գործընթացում կարող են ի հայտ գալ, երբեմն միաժամանակ, այնպիսի գործոններ, ինչպիսիք են դրանց մեխանիկական տարբեր հատկությունները, շերտերի հաստությունների հարաբերությունը, դրանց շփման գործակիցների տարբեր մեծությունները, դեֆորմացման շրջակայքի չափսերը ու դեֆորմացման աստիճանը և այլն: Ուստի՝ շերտերի պլաստիկ դեֆորմացմամբ ձևավորման գործընթացների առանձնահատկությունների բացահայտումը, դրանց համակարգչային, փորձնական եղանակներով ուսումնասիրումը և համապատասխան տեխնոլոգիական գործընթացների օպտիմալ պարամետրերի սահմանումը հանդիսանում են խիստ արդիական և հրատապ լուծումներ պահանջող հիմնախնդիրներ:

Ա.Ա. Բաբայանի կողմից պաշտպանության ներկայացրած ատենախոսությունը, հիմնականում, նվիրված է վերոհիշյալ հիմնահարցերի տեսական և փորձարարական բազմակողմանի և նպատակաուղղված հետազոտություններին, որով և հիմնավորվում է ատենախոսության թեմայի շրջանակներում արժանի հարցերի արդիականությունը:

Ատենախոսությունը, որը շարադրված է համակարգչային 125 էջի վրա հայերեն, բաղկացած է ներածությունից, չորս գլխից, եզրակացություններից, 102 անուն ցիտված գրականության ցանկից: Այն ներառում է 45 նկար և 26 աղյուսակ:

Ներքո համառոտ անդրադարձ է կատարվում ատենախոսության սահմաններում իրականացրած հետազոտություններին և ստացված արդյունքներին:

**Ներածությունում** հիմնավորվել է ատենախոսությունում արծարծվող հարցերի արդիակա-  
նությունը, ձևակերպվել է կատարված հետազոտությունների նպատակն ու խնդիրները,  
ներկայացվել են հայցվորի կողմից կիրառված հետազոտական մեթոդները, աշխատանքի  
գիտական նորույթը, գործնական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնա-  
կան դրույթները:

**Առաջին գլխում** կատարվել է ատենախոսության թեմային առնչվող գիտական գրակա-  
նության վերլուծություն: Մասնավորապես՝ ուսումնասիրվել են կետում լարվածային ու  
դեֆորմացիոն վիճակների վերլուծության հիման վրա բերված գլխավոր լարումներով ու  
դեֆորմացիաներով ատահայտված դրանց միջին արժեքների, ինտենսիվությունների ու  
քառակուսի աստիճանի արմատ լարումների դեվյատորի երկրորդ ինվարիանտից ընդհան-  
րացված բնութագրերի բանաձևերը: Քննարկվել են երկմետաղական խողովակների  
արտամղման գործընթացների վերլուծական, համակարգչային մոդելավորման ու փորձարա-  
րական մեթոդներով կատարված հետազոտությունները:

**Երկրորդ գլխում** բերված է արդյունաբերության մեջ օգտագործվող ամենաարտադրողա-  
կան և լայն տարածում գտած հոծ և փոշենյութերից կազմված երկմետաղական խողովակների  
արտամղման և ուղղանկյուն հատույթով շերտի գլոցման գործընթացների «ABAQUS» ԱՕՄ-  
ում մոդելավորման ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Ստացվել են վեցը տարբեր սկզբնական ծակոտկենություններով երկմետաղ բաղադրիչ  
խողովակների արտամղման, ինչպես նաև ուղղանկյուն հատույթով կենտրոնական 20%  
սկզբնական ծակոտկենությամբ եռակալված պողպատյա և եզրային այլումինե երկմետաղա-  
կան շերտի գլոցման գործընթացների մոդելավորման հիմնական ցուցանիշները, որոնք  
կարող են օգտագործվել պրակտիկայում տարբեր նպատակներով:

Ներքին և արտաքին տարբեր ծակոտկենությամբ շերտերով երկմետաղական խողովակ-  
ների արտամղման գործընթացների համար կատարված հետազոտություններով հայցվորը  
ցույց է տվել, որ ծակոտկեն նյութերի պլաստիկության դեֆորմացիոն տեսության (ՄՆՊՏ)  
ընթացիկ ծակոտկենության տեսական բանաձևով առանձին դեպքերում որոշված ծակոտկե-  
նությունները բավականին մոտ են միմյանց: Ընդ որում, օգտագործվել են Ռ. Ջ. Գրինի կողմից  
ստացված գնդային տեսք ունեցող ծակոտկենության  $\alpha$  և  $\beta$  ֆունկցիաները և եռակալված  
նյութի ծակոտկենության փորձնականորեն որոշված  $m$  և  $n$  պարամետրերը:

**Երրորդ գլուխը** նվիրված է երկմետաղ խողովակների ԼԴՎ հետազոտմանը: Այստեղ  
ներքին և արտաքին խողովակները դիտարկվել են առանձին-առանձին՝ օգտագործելով  
դրանց համատեղ աշխատելու պայմանները, իսկ այնուհետև կատարվել է միավորում:

Ուսումնասիրվել է եռակալված տարբեր նյութերից բարակապատ խողովակների կոնա-  
կան մամլամայրում արտամղման գործընթացի ԼԴՎ-ը՝ շփման բացակայության և առկայութ-  
յան պայմաններում՝ օգտագործելով դրանց տարբեր ծակոտկենության դեպքերում հոսու-  
նության սահմանների  $\sigma_{hv}$  լարումներն՝ արտահայտված եռակալված նյութերից խողովակ-  
ների հիմնանյութի  $\sigma_h$  - ով և ՄՆՊՏ ծակոտկենության երկրորդ ֆունկցիայով: Պարզեցվել է  
ծակոտկենության որոշման ՄՆՊՏ բանաձևը:

Ինչպես հայտնի է, տարբեր հավասարակշռության հավասարումներով (ՀՀ) և պլաստի-  
կության պայմաններով (ՊՊ) երկմետաղի ներքին և արտաքին խողովակները գտնվում են  
համապատասխանաբար հարթ և ծավալային ԼՎ-ներում: Նման խնդիրների բարդ լուծումը  
պարզեցնելու նպատակով հայցվորը ներքին խողովակի համար ընտրել է Տրեսկա-Սեն-



Վենանի ՊՊ-ն, իսկ արտաքինի համար՝ Միգեսի պարզեցված ՊՊ-ն: Ստացված հավասարումների համակարգերի լուծմամբ, շփման առկայության և բացակայության դեպքերի համար, ստացվել են չափագուրկ միջօրեական և շրջանային լարումների որոշման հիմնական բանաձևերը: Ընդ որում, արտաքին խողովակի լուծման դեպքում հաշվի է առնվում մամլամայր մտնելու եզրային պայմանը:

Սկզբնական սեղմող միջօրեական չափագուրկ լարումների տարբեր արժեքների դեպքերում կատարվել է արտաքին խողովակի արտամղման գործընթացի համակարգչային մոդելավորում և ընտրվել խողովակի արտամղման գործընթացին համապատասխանող  $\bar{\sigma}_m$  միջօրեական լարման այնպիսի սկզբնական  $\bar{\sigma}_{m0}$  մեծություն, որը մամլամայրից դուրս գալու պրոցեսի ժամանակ կարող է հավասարվել գրոյի:

**Չորրորդ գլխում** ներկայացված են չեռակալված փոշենմուշների պլաստիկ դեֆորմացման գործընթացների հետազոտման արդյունքներն՝ ըստ Դրուկեր-Պրագերի երկու ճյուղերից բաղկացած մոդելի:

Դրուկեր-Պրագերի ձևափոխված մոդելի ուղղագծային մասի հիման վրա բարակ հատույթների մեթոդի կիրառմամբ հետազոտվել է կոշտ կոնական մամլամայրում չեռակալված փոշենմուշի մամլման գործընթացի լարվածային վիճակը: Ստացվել են առանցքային ու նորմալ հպակային ճնշումների որոշման բանաձևեր, որոնց օգտագործմամբ հաշվարկված արդյունքների համեմատությունից հետևում է, որ առանցքային և նորմալ հպակային ճնշումները ըստ փոշենմուշի բարձրության աստիճանաբար նվազում են:

Օգտագործելով ՊՊ և դրա հետ կապված հոսունության օրենքը՝ Դրուկեր-Պրագերի գլխարկաձև մոդելի գլխարկի մակերևույթի համար ստացվել են գլխավոր պլաստիկ դեֆորմացիաների աճերի և գլխավոր լարումների բաղադրիչների միջև եղած կապերը: Ստացված բանաձևերը հնարավորություն են տալիս ոչ միայն իրականացնել տեխնոլոգիական գործընթացներում փոշենյութից մեքենամասերի ԼԴՎ բաղադրիչների հետազոտում, այլ նաև որոշել դրանց ընթացիկ ծակոտկենությունները:

Վերլուծելով Դրուկեր-Պրագերի ձևափոխված մոդելը, ցույց է տրվել, որ որոշ խնդիրներ լուծելու համար նպատակահարմար է պարզեցնել Դրուկեր-Պրագերի փոշենյութի պլաստիկ դեֆորմացման գլխարկաձև մոդելի կոր մասը, այն վերածելով ուղիղ գծի:

$\sigma_m$  սկզբնական միջօրեական չափագուրկ լարումների տարբեր դեպքերի համար իրականացվել է նաև խողովակի արտամղման գործընթացի մոդելավորում MS EXCEL ծրագրային միջավայրում:

MS EXCEL ծրագրային միջավայրում իրականացվել է չեռակալված խողովակի արտամղման գործընթացի համակարգչային մոդելավորում՝  $\bar{\sigma}_m$  սկզբնական միջօրեական չափագուրկ լարումների տարբեր դեպքերի համար: Արդյունքում ընտրվել է խողովակի արտամղման գործընթացին համապատասխանող միջօրեական լարման  $\bar{\sigma}_m$  սկզբնական այնպիսի մեծություն, որը խողովակի մամլամայրից դուրս գալիս կհավասարվի գրոյի:

Չեռակալված փոշենյութի ծակոտկենության աճի արժեքների որոշումը կատարվել է եռակալված նյութերի հոսունության տեսության մեթոդների հիման վրա: Ցույց է տրվել, որ չեռակալված փոշենյութի արտամղման գործընթացի ավարտին խողովակն ամբողջությամբ խտացվում է:

Ատենախոսությունում ներկայացված արդյունքների հավաստիությունը հիմնավորվում է նրանով, որ այնտեղ քննարկվող խնդիրների, մասնավորապես՝ եռակալված նյութերից

պլաստիկ դեֆորմացմամբ մեքենամասերի ձևավորման գործընթացների ԼԴՎ հետազոտումը իրականացվել է նման դեպքերում հաճախ կիրառվող վերլուծական մեթոդներով և «ABAQUS» ԱՕՄ-ում՝ համակարգչային մոդելավորմամբ: Մեքենամասերի ճնշմամբ մշակման գործընթացների վերլուծական մեթոդով հետազոտման դեպքում կիրառվել են հայտնի ՇՆՊՏ բանաձևերը և բարակ հատույթների մեթոդը:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքների հիման վրա ձևակերպվել և գրախոսվող հանդեսներում տպագրվել են 14 գիտական հոդվածներ:

22 էջի վրա ռուսերեն շարադրված սեղմագրի հիման վրա հնարավոր է ամբողջական պատկերացում կազմել ատենախոսության սահմաններում հեղինակի կողմից իրականացրած և պաշտպանության ներկայացրած հետազոտությունների ծավալի, ստացված հիմնական արդյունքների ու դրանց գիտագործնական նշանակության վերաբերյալ:

Հայցվորի կողմից հետևողականորեն իրականացված նպատակաուղղված հետազոտություններով ստացված և ատենախոսությունում ներկայացված մի շարք գիտագործնական կարևոր նշանակության արդյունքներից նշենք հետևյալները:

- հաստատված է, որ ներքին և արտաքին տարբեր ծակոտկենությամբ օժտված շերտերից արտամղմամբ ստացվող երկմետաղական խողովակների՝ վերոհիշյալ տեսական բանաձևերով որոշված ծակոտկենությունները բավականին մոտ են ( $v_1 = 0,290 \approx v_2 = 0,295$ ) և համակարգչային մոդելավորմամբ ստացված արժեքների նկատմամբ ունեն 18% տարբերություն,

- «ABAQUS» ԱՕՄ-ում մոդելավորմամբ ցույց է տրված երկմետաղական խողովակների կոնական մամլամայրում արտամղման գործընթացներում, երկմետաղի 350 ՄՊա արտաքին և  $\sigma_h = 950$  ՄՊա ու  $\sigma_h = 1050$  ՄՊա ներքին հոսունության սահմանի արժեքների դեպքերում արտաքին խողովակի շառավղային  $\sigma_r$  և շրջանային  $\sigma_\theta$  լարումների գոտիների միջինացված արժեքները գործնականում կարելի է ընդունել նույնը,

- հաստատված է, որ կոնական մամլամայրում բարակապատ խողովակի պլաստիկ դեֆորմացման ժամանակ փոքր դեֆորմացիաների դեպքում (50%), դեֆորմացիաների համարժեքայինի փոխարեն կարելի է օգտագործել ավելի դյուրին որոշվող դեֆորմացիաների ինտենսիվությունը,

- արտաքին խողովակի արտամղման գործընթացի համակարգչային մոդելավորմամբ ցույց է տված, որ հպակային շփման բացակայության դեպքում տարրերի ծակոտկենության մեծությունը կարող է ձգտել զրոյի՝  $\varepsilon_i$  դեֆորմացիաների ինտենսիվության համապատասխանաբար 0,142; 0,137 և 0,132 արժեքների դեպքերում,

- ապացուցված է, որ երկմետաղական խողովակի ներքին և արտաքին խողովակների, ինչպես նաև չեռակալված բարակապատ խողովակի արտամղման գործընթացներում ԼԴՎ հետազոտմամբ հնարավոր է ստանալ արտամղման գործընթացին համապատասխանող  $\bar{\sigma}_m$  միջօրեական լարման այնպիսի  $\bar{\sigma}_{m0}$ , սկզբնական մեծություններ, որոնք մամլամայրից դուրս գալու պրոցեսի ժամանակ կարող են հավասարվել զրոյի,

- հաստատված է, որ կոնական մամլամայրում չեռակալված փոշենմուշի մամլման գործընթացի լարվածային վիճակի գնահատման խնդիրներ լուծելու դեպքում նպատակահարմար է պարզեցնել Դրուկեր-Պրագերի փոշենյութի պլաստիկ դեֆորմացման գլխարկաձև մոդելի կոր մասը, այն վերածելով ուղիղ գծի, որը և հիմնավորվել է Դրուկեր-



Պրագերի տիպային գլխարկաձև կառուցած մոդելի իրական և պարզեցված տեսքերի ներկայացմամբ:

Ատենախոսության վերաբերյալ կան հետևյալ դիտողություններ-ցանկությունները՝

- ատենախոսական աշխատանքը էլ ավելի կշահեր, եթե իրականացվեին ավելի շատ փորձարարական հետազոտություններ և կատարվեր ստացված հաշվարկային ու փորձնականորեն որոշվախ արդյունքերի համեմատական վերլուծություն,

- ցանկալի կլիներ աշխատանքում ներկայացված լինեին տվյալներ նաև տարբեր նյութերում՝ վերոհիշյալ պրոցեսների արդյունքում առաջացող իրական լարումների գնահատման վերաբերյալ:

Վերը շարադրածը թույլ է տալիս հիմնավորել, որ «Հոծ եվ փոշենյութերից կազմված երկմետաղյա մեքենամասերի լարվածադեֆորմացիոն վիճակի հետազոտումը դրանց պատրաստման տեխնոլոգիական գործընթացներում» թեմայով ավելի քան 8 տարվա ընթացքում իրականացված նպատակաուղղված հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա ձևակերպված ատենախոսական աշխատանքն իր արդիականությամբ, գիտական և պրակտիկ նշանակության նորություններով, ինչպես նաև այդ արդյունքների հավաստիությամբ լիովին բավարարում է Հայաստանի Հանրապետության գիտական աստիճանաշնորհման գործող կանոնակարգով թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին և նրա հեղինակը՝ Արման Արտակի Բաբայանը միանգամայն արժանի է Ե.02.01 «Մեքենագիտություն» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտի  
Փորձարարական հետազոտությունների  
լաբորատորիայի վարիչ, տ.գ.դ

Կ.Ա. Կարապետյան

տ.գ.դ. Կ.Ա. Կարապետյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝  
ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտի  
գիտ. քարտուղարի ժ/պ, ֆ-մ.գ.թ.



Տ.Ա. Գալեյան

20.06.2024թ.