

«ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ»

Ճարտարապետության և շինարարության

Հայաստանի պետական համալսարանի

գիտական աշխատանքների գծով պրոռեկտորի ժ/պ

Ֆիզմաթ գիտ. դոկտոր

Մ. Գ. Բարսեղյան

20 նոյեմբերի 2020 թ.



**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ**

**ԿԱՐԾԻՔԸ**

Հովհաննես Սուրենի Զիբուխյանի «Թռչող ապարատների բարակապատ մեքենամասերի ամրության բարձրացումը ուլտրաձայնային տեխնոլոգիայի կիրառմամբ» թեմայով թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ, ներկայացված ԲՈԿ-ի 034 մասնագիտական խորհրդին Ե.02.03. - «Մեքենաշինական արտադրության տեխնոլոգիաներ և սարքավորումներ» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

*Մասնակցում էին՝* Տեսական մեխանիկայի և նյութերի դիմադրության ամբիոնի վարիչ՝ ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ Ալբերտ Արամի Գուրգենյանը, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր Կարո Լերենցի Աղայանը, տ.գ.թ. դոցենտ Գևորգ Վահանի Տեր-Պետրոսյանը, տ.գ.թ. դոցենտ Լևոն Սուրենի Մխիթարյանը, տ.գ.թ. դոցենտ Զուլիխետտա Գևորգի Մուրադյանը, տ.գ.թ. Անգին Վիկտորի Մարտիրոսյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Նորիկ Գևորգի Արևշատյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Սամվել Լիպարիտի Գաբրիելյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Սոնա Շանթի Վալեսյանը:

**ԱՏԵՆԱԽՈՍԱԿԱՆ ԹԵՄԱՅԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ատենախոսական աշխատանքի թեման արդիական է, այն նվիրված է թռչող ապարատների աերոդինամիկական և քաշային բնութագրերի կատարելագործման, մրցունակության և որակի ցուցանիշների բարձրացման նպատակով բարակապատ մասերի նյութերի ամրության բնութագրերը լավացնող ամրացման նոր մեթոդների կիրառմանը, որն ունի կարևոր գործնական նշանակություն:

**ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԵՂԻՆԱԿԻ ԿՈՂՄԻՑ  
ՍՏԱՑՎԱԾ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԿԱՐԵՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Բացահայտվել են ուլտրաձայնային տեխնոլոգիաների (ՈԻՉՏ) կիրառմամբ բարակապատ մեքենամասերի մակերևույթային պլաստիկ դեֆորմացիաների (ՄՊԴ) հարթեցման հիմնական առավելությունները և որոշվել է նանոհատիկային կառուցվածքի ստացման հնարավորությունները և ՄՊԴ գործընթացին՝ իրականացման ռեժիմներից կախված, անցման խորությունը: Մշակվել են մեքենաների բարակապատ մասերի համագործունեության և առանցքային կոշտությունների որոշման տեսական հիմունքները, ամրացված շերտը պայմանականորեն բաժանելով, ամրության շերտի անցման խորությունից կախված, ամրության սահմանի փոփոխության փորձարարական կախվածությունների հիման վրա ստացված մեխանիկական որոշակի հատկություններով շերտերի: Կատարված հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա մշակվել է բարակապատ թերթային նյութերի երկկողմանի ուլտրաձայնային ամրացման եղանակ՝ նպատակ ունենալով հետագայում դրանք կիրառելու որպես նախապատրաստվածք՝ ճնշման միջոցով մշակմամբ բարակապատ մեքենամասերի ստացման համար:

Փորձարարական հետազոտությունների վերլուծության հիման վրա հեղինակի կողմից մշակվել է մեքենամասերի ՈԻՉՏ երկկողմանի ՄՊԴ-ի բարձր արդյունավետությունն ապահովող տեխնոլոգիական և գործնական կիրառման երաշխավորություններ:

**ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏԱԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ  
ՆԵՐՆՈՒՄԸ**

Հետազոտությունների ընթացքում մեքենաների մեքենամասերի ամրացված մակերևույթի և բարակապատ մեքենամասերի ծոման և առանցքային կոշտության համագործունեության մեխանիկական որոշակի հատկություններով շերտերի պայմանական բաժանման հիման վրա, հաշվարկի համար ստացվել են բանաձևեր, որոնք թույլ են տալիս մեքենամասի նախագծման փուլում սահմանել դրա հաստությունը՝ ելնելով ամրության հավասարության պայմանից: <<D-Ross>> հայտնի մեթոդի հիման վրա բազմաշերտ կառուցվածքի ծոման համագործունեության որոշման համար ստացվել է բանաձև, որը թույլ է տալիս ընդլայնել դրա գործնական կիրառման ոլորտը: Մշակվել է բարակապատ թերթավոր նյութերի երկկողմանի ուլտրաձայնային ամրացման համար նոր մեթոդ (ՀՀ 3255 A պատենտ), որը թույլ է տալիս ստանալ երկու կողմից ամրացված, լայնական և երկայնական ուղղությամբ հավասար ամրային հատկություններով թերթային նախապատրաստվածքներ: Մշակվել է ուլտրաձայնային տատանումների փոքրածավալ եռամիջուկ մագնիսաստրիկցիոն փոխակերպիչների պատրաստման նոր մեթոդ (ՀՀ 3265 A պատենտ), որը թույլ է տալիս, անկախ մագնիսաստրիկցիոն նյութից, մեծացնել ուլտրաձայնային փոխակերպիչի հզորությո-

յունը մինչև 25,5 % – ով, իսկ առաջադրված հզորության դեպքում փոքրացնել դրա գաբարիտային չափերը մինչև 1,14 անգամ: Կատարված փորձարարական հետազոտություններում ստացվել են ՄՊԴ տեխնոլոգիական գործընթացների պարամետրերից կախված, ամրացված շերտերի միկրոկարծրությունների և դրանց անցման խորության քառակուսային մաթեմատիկական պարզեցված մոդելներ, որոնք կարող են կիրառվել այդ գործընթացների կառավարման համար:

Հետազոտության արդյունքները նախատեսվում են կիրառել << ԵՐԵՎԱՆԻ ԿԱՊԻ ՄԻՋՈՑՆԵՐ ԳԻՏԱՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ >> ՓԲԸ-ում և <<ԱՐՄԲԱԶԱԼՏ >> ՓԲԸ-ում՝ թոչող ապարատների և տարբեր նշանակության մեքենամասերի պատրաստման տեխնոլոգիական գործընթացներում:

**ԱՏԵՆԱԽՈՍԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ**

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլուխներից, ընդհանուր եզրակացությունից և առաջարկություններից, հիմնական եզրակացություններից և երաշխավորություններից, օգտագործված գրականության ցանկից՝ 152 անվանումով և հավելվածից: Այն շարադրված է 128 տպագիր էջի վրա, ընդգրկում է 60 նկար, 14 աղյուսակ: Հավելվածը կազմում է 3 տպագիր էջ:

*Ներածությունում* հիմնավորված է ատենախոսական թեմայի արդիականությունը, ներկայացված են հետազոտության նպատակը, խնդիրները և մեթոդները, աշխատանքի գիտական նորույթը և կիրառական նշանակությունը, բերված են պաշտպանության ներկայացված հիմնական դրույթները:

*Առաջին գլխում* ներկայացված են թոչող ապարատների կառուցվածքում կիրառվող նյութերը և դրանց բնութագրերի համեմատական վերլուծությունը, բարակապատ մեքենամասերը և դրանց ներկայացվող պահանջները: Տրված են թոչող ապարատների բարակապատ մեքենամասերի պատրաստման և մակերևութային շերտի ամրացման ավանդական տեխնոլոգիաների և այդ ուղղությամբ իրականացված աշխատանքների արդյունքների վերլուծությունը: Հեղինակի կողմից կատարվել է բարակապատ մեքենամասերի պատրաստման և մակերևութային շերտի ամրացման ուլտրաձայնային տեխնոլոգիաների (ՈԻՁՏ) առանձնահատկությունների վերլուծությունը:

Ձևակերպվել են հետազոտության նպատակը և խնդիրները:

*Երկրորդ գլուխում* հեղինակի կողմից փորձ է արվել գնահատել բարակապատ թիթեղից պատրաստված մեքենամասերի ծոման ու առանցքային կոշտությունների բարձրացման

հնարավորությունները նույն չափերով, սակայն ելակետային վիճակում գտնվող նախապատրաստվածքից պատրաստված մեքենամասի համեմատ, ուլտրաձայնային երկկողմանի ամրացումից հետո: Այդ նպատակի համար կատարվել է բարակապատ թիթեղի ուլտրաձայնային ամրացումից հետո ծոման կոշտության բարձրացման հնարավորությունների հետազոտումը, մասնավորապես՝ բարակապատ թիթեղի միակողմանի և երկկողմանի ուլտրաձայնային ամրացումից հետո ծոման կոշտության բարձրացման հնարավորությունների հետազոտումը: Ստացվել է բազմաշերտ թիթեղի Յունգի համագոր մոդուլի որոշման բանաձև, որով կառուցվել են տարբեր նյութերի համար ՈՒՉՏ - ով թիթեղի մակերևույթների երկկողմանի ամրացումից հետո դրա  $E_{h3}$  համագոր Յունգի մոդուլի կախվածությունները ամրացված շերտերի  $h_1$  և  $h_2$  հաստություններից և նրանց  $h_2/h_1$  հարաբերությունից:

Հեղինակի կողմից գնահատվել են բարակապատ թիթեղից պատրաստված մեքենամասերի ուլտրաձայնային երկկողմանի ամրացումից հետո առանցքային կոշտության բարձրացման հնարավորությունները:

Ստացվել է կառուցվածքային վիճակից, շերտերի և ենթաշերտերի քանակից կախված՝ բազմաշերտ բարակապատ թիթեղի առանցքային կոշտության որոշման արտահայտությունը, որը թույլ է տալիս միկրոկարծրությունների չափման արդյունքներով և ստացված բանաձևով որոշել բարակապատ թիթեղի առանցքային կարծրությունը: Մշակվել են բարակապատ թիթեղի ուլտրաձայնային երկկողմանի ամրացման նոր տեխնոլոգիաները և գնահատվել դրանց առանձնահատկությունները:

Հիմնավորվել է, որ բազմաշերտ թիթեղի շերտերի և ենթաշերտերի առաձգականության հատկությունների և դրանց միկրոկարծրության միջև առկա է որոշակի ֆունկցիոնալ կապ, որը չի ազդում շերտերի Յունգի մոդուլների հարաբերությունների վրա: Հաստատվել է, որ շերտերի Յունգի մոդուլը համեմատական է այդ շերտերի միկրոկարծրությանը: Հաշվարկներով ստացվել է, որ թիթեղի նույնիսկ միակողմանի ուլտրաձայնային մշակումը թույլ է տալիս թիթեղի հաստությունը փոքրացնել 11,6%-ով, իսկ երկկողմանի ուլտրաձայնային մշակումը՝ մինչև 28,2%-ով:

Ներկայացվել են եզրակացություններ:

*Երրորդ գլուխը նվիրված է* փորձարարական հետազոտությունների ընդհանուր մեթոդաբանությանը: Հեղինակի կողմից փորձարարական հետազոտություններն իրականացվել են երկու փուլով: Առաջին փուլում հետազոտվել են մեքենամասերի միակողմանի հարթեցման գործընթացում փորձանմուշների ամրացված շերտի միկրոկարծրության և

խորության կախվածությունները մշակման տեխնոլոգիական ռեժիմներից, որոնց հիման վրա բացահայտվել են ամենաբարձր միկրոկարծրություն և խորություն ապահովող ռեժիմները: Երկրորդ փուլում, ըստ առաջին փուլում ստացված մշակման լավագույն ռեժիմների, հետազոտվել են մեքենամասերի երկկողմանի հարթեցման գործընթացում փորձանմուշների մեխանիկական հատկությունները բնութագրող համագոր առանցքային կոշտությունը, հոսունության սահմանները և նանոհատիկային կառուցվածքների ստացման հնարավորությունները: ՈւՊՏ-ով մակերևութային պլաստիկ դեֆորմացիայի հարթեցուցիչի մագնիսաառաձգական տրանսֆորմատորը պատրաստվել է նոր եղանակով, ըստ մագնիսաառաձգական տրանսֆորմատորի պատրաստման նոր եղանակի: Հաստատվել է, որ առաջարկվող եղանակն ուլտրաձայնային մագնիսակծկման կերպափոխիչի տրված զարբիտային չափերի դեպքում թույլ է տալիս մինչև 1,25 և ավելի անգամ բարձրացնել դրա հզորությունը կամ տրված հզորության դեպքում իջեցնել դրա զարբիտային չափերը 1,14 անգամ: Ներկայացվել է հարթեցուցիչի ուլտրաձայնային տատանումների ամպլիտուդի չափման և հարթեցման Pst ուժի ստեղծման մեթոդաբանությունը:

Ներկայացվել են եզրակացություններ:

*Չորրորդ գլխում* ներկայացված է փորձարարական հետազոտությունների արդյունքների մեքենայական մշակումը և վերլուծությունը: Փորձարարական հետազոտությունների արդյունքների մեքենայական մշակումը հեղինակի կողմից իրականացվել LabView միջավայրում մշակված հայտնի ծրագրի միջոցով: Ստացվել են հետազոտվող պարամետրի մաթեմատիկական մոդելի ռեգրեսիայի հավասարման հաստատուն գործակիցները, այդ պարամետրի առավելագույն և նվազագույն մեծություններն ապահովող տեխնոլոգիական ռեժիմները: Հեղինակն ստուգել է ստացված մաթեմատիկական մոդելի համարժեքությունը՝ ըստ Ֆիշերի 95% հավաստիության սահմանի: Փորձարարական հետազոտության ստացված արդյունքների հիման վրա հաստատվել է, որ բոլոր դեպքերում բազմաշերտ փորձանմուշի ՈւՊՏ-ով երկկողմանի ամրացումը, կախված նյութից, թույլ է տալիս դրանց առանցքային կոշտության գործակիցը բարձրացնել 22...36,7%-ով: Ընդ որում, որքան բարձր են նյութի պլաստիկ հատկությունները, այնքան բարձր է նշված գործակցի մեծությունը:

Իրականացված բազմաշերտ նմուշների առանցքային ձգման վիրտուալ հետազոտությունների իրականացման միջավայր է ընտրվել ANSYS Multiphysics փաթեթը: Հաստատվել է, որ դեֆորմացնող ինդենտորով շառավղային ուղղությամբ ՈւՊՏ-ով X18H9T մակնիշի չժանգոտվող պողպատից պատրաստված հարթ մեքենամասի մակերևութային շերտի երկկողմանի մշակելուց հետո մեքենամասի հոսունության սահմանը մեծանում է 13...49%-ով կախված հաստությունից: Հեղինակն ապացուցել է, որ դեֆորմացնող ինդենտորով

շառավղային ուղղությամբ ՈԻՁՏ-ով BT1-0 մակնիշի տիտանի համաձուլվածքից պատրաստված հարթ մեքենամասի՝ մակերևութային շերտի երկկողմանի մշակելուց հետո հոսունության սահմանը մեծանում է 9...17 %-ով՝ կախված հաստությունից:

Ներկայացվել են եզրակացություններ:

Ատենախոսության վերջում բերված են ընդհանուր եզրակացություններ և առաջարկություններ, հիմնական եզրակացություններ և երաշխավորություններ:

Ատենախոսական աշխատանքն ունի գիտագործնական նշանակություն, որի արդյունքները կարող են օգտագործվել գիտահետազոտական կազմակերպություններում, ուսումնական հաստատություններում, ինչպես նաև տարբեր նշանակության թոչող ապարատներ և բարակապատ մեքենամասեր արտադրող ընկերություններում և կազմակերպություններում:

Ատենախոսության վերաբերյալ կան հետևյալ դիտողությունները.

1. Նպատակահարմար կլիներ աշխատանքում ներկայացնել նաև անօդաչու թոչող սարքերի բարակապատ մեքենամասերի վերաբերյալ տվյալներ:
2. Ներկայացված չի ՈԻՁՏ հարթեցման տեխնոլոգիական ռեժիմների փոփոխության ազդեցության գնահատումը վերջնարդյունքների վրա:
3. Տրված չէ TIRA test 2300 մակնիշի պոկման /խզման/ մեքենայի փորձարկման սխալանքի մեծությունը:
4. Բերված չեն Y3Γ-10 մակնիշի 10 կՎտ հզորությամբ ուլտրաձայնային գեներատորի տեխնիկական բնութագրերը:
5. Ցանկալի կլիներ ներկայացնել առաջարկվող նոր տեխնոլոգիաների կիրառման արդյունքում տնտեսական արդյունավետության ցուցանիշները:
6. Նկ4.7-4.11 –ում չափողականությունները տրված են ռուսերեն:

Արված դիտողությունները սկզբունքային չեն և ամենևին չեն ազդում թեկնածուական ատենախոսության որակի վրա:

**ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ**

Հովհաննես Մուրենի Չիբուխյանի ատենախոսությունն ավարտուն գիտական աշխատանք է, որտեղ հեղինակի կողմից կատարված հետազոտությունների հիման վրա լուծվում են թոչնոդ ապարատների աերոդինամիկական և քաշային բնութագրերի կատարելագործման, մրցունակության և որակի ցուցանիշների բարձրացման նպատակով բարակապատ մասերի նյութերի ամրության բնութագրերը լավացնող ամրացման խնդիրները և առաջարկվում են նոր մեթոդներ:

Սեղմագրում արտացոլված են ատենախոսության հիմնական բովանդակությունը:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները ներկայացված են հեղինակի կողմից հրատարակված տասնմեկ գիտական հոդվածներում: Ատենախոսի կողմից հետազոտական աշխատանքը կատարվել է պատշաճ մակարդակով:

Ատենախոսությունը բավարարում է «Հայաստանի Հանրապետության գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի» 7-րդ կետի, ինչպես նաև ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, համապատասխանում է Ե.02.03 - «Մեքենաշինական արտադրության տեխնոլոգիաներ և սարքավորումներ» մասնագիտությանը, իսկ ատենախոսության հեղինակը՝ Հովհաննես Մուրենի Չիբուխյանն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

*Առաջատար կազմակերպության կարծիքը ձևավորվել է Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանի Տեսական մեխանիկայի և նյութերի դիմադրության ամբիոնի 2020 թ. նոյեմբերի 18-ին առցանց եղանակով կայացած նիստի քննարկման արդյունքում (արձանագրություն թիվ 02):*

Տեսական մեխանիկայի և նյութերի դիմադրության ամբիոնի վարիչ  
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու,  
դոցենտ

*Ա.Ա. Գուրգենյան*

Ա.Ա. Գուրգենյանի ստորագրությունը հաստատում է  
ՃՀՀԱՀ գիտական քարտուղար  
տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ



*Լ.Հ. Լևոնյան*