

## ԿԱՐԾԻՔ

Արման Սմբատի Շահինյանի “Ճոճանակ կրող թռչող սարքի շարժման ղեկավարումը և կայունացումը” թեմայով Ա.02.01 - “Տեսական մեխանիկա” մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհման համար ներկայացված ատենախոսության մասին

Արման Շահինյանի ատենախոսությունը նվիրված է քառապտուտակ անօդաչու թռչող սարքի շարժման և միաժամանակ սարքին ամրակցված ճոճանակի տատանումների մարումն իրականացնող ղեկավարումների, այդ թվում օպտիմալ ղեկավարումների կառուցման խնդիրների ուսումնասիրությանը:

Վերջին մի քանի տասնամյակների ընթացքում բազմապտուտակ անօդաչու թռչող սարքերի (ԱԹՍ) նկատմամբ հետաքրքրության աճը և այս ոլորտում նշանակալի գիտատեխնիկական առաջընթացը հանգեցրել են բազմազան և կարևոր կիրառությունների անընդհատ աճող թվին: Մասնավորապես, ԱԹՍ - երն այժմ լայնորեն օգտագործվում են տարբեր ռազմական, որոնողափրկարարական, արդյունաբերական և քաղաքացիական ոլորտներում: Մինևույն ժամանակ, վերջին տասնամյակում մեծ կիրառություն են ստացել, նաև, այսպես կոչված օդային ռոբոտ մանիպուլյատորները, որոնց կազմում ընդգրկվում է ԱԹՍ-ը և դրան ամրակցված մանիպուլյատորը կամ մանիպուլյատորին փոխարինող բռնիչով ճոճանակը: Նմանատիպ օդային ռոբոտ մանիպուլյատորները նախատեսված են տարբեր տրանսպորտային առաջադրանքներ կատարելու համար, մասնավորապես, ճոճանակի բռնիչով ցանկալի օբյեկտների բռնակցումը և օդային տեղափոխումը նպատակային դիրք: Տրանսպորտային այդպիսի տեղափոխման ընթացքում կարևոր է դառնում ապահովել ճոճանակի բեռնավորված բռնիչի տատանումների մարումը բեռի նպատակային դիրք հասցնելու պահին:

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը պայմանավորված է այս և նմանատիպ բազմաթիվ կիրառական խնդիրների ուսումնասիրության կարևորությամբ և այդ խնդիրներում շարժման ղեկավարման, օպտիմալ ղեկավարման և տատանումների օպտիմալ կայունացման ալգորիթմների մշակման անհրաժեշտությամբ:

Ատենախոսության ուսումնասիրության հիմքում քառապտուտակ թռչող սարքի, ինչպես նաև դրան ամրակցված ճոճանակի մաթեմատիկական մոդելն է: Քառապտուտակ թռչող սարքի շարժման ղեկավարման առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ այն որպես պինդ մարմին ունի ազատության վեց աստիճան, իսկ նրա շարժունակությունն իրականացվում է չորս

պտուտակների անկյունային արագությունների փոփոխման օգնությամբ: Շնորհիվ նրա, որ թոչող սարքի երկու հակադիր պտուտակները պտտվում մի ուղղությամբ, իսկ մյուս երկուսը հակառակ ուղղությամբ, ապա պտուտակների անկյունային արագությունները զույգ առ զույգ փոփոխելով և վերցնելով դրանց տարբեր կոմբինացիաները՝ արդյունքում ձևավորվում է սարքի քարշի ուժ և պտուտակների պտույտների ստեղծած մոմենտներ, որոնց միջոցով հնարավոր է դառնում ղեկավարել սարքի տարածական շարժումները՝ սարքի ծանրության կենտրոնի համընթաց շարժումները դեկարտյան կոորդինատային առանցքների ուղղությամբ և սարքի պտտական շարժումները համապատասխան առանցքների շուրջ: Ընդ որում, սարքի ուղղաթեքման և կողաթեքման անկյունների փոփոխությամբ ղեկավարվում են նաև սարքի շարժումները, համապատասխանաբար  $x$  և  $y$  առանցքների ուղղությամբ:

Ղեկավարման այս առանձնահատկությունը հաշվի է առնվել ատենախոսության առաջին գլխում: Բերվել են թոչող սարքի շարժումները նկարագրող ոչ գծային դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգը, որոնք գծայնացվել են ենթադրությամբ, որ փոքր են սարքի պտտման անկյուններն ու պտտման անկյունային արագությունները: Արդյունքում ստացվել են իրարից անկախ այնպիսի ղեկավարելի ենթահամակարգեր, որոնք նկարագրում են թոչող սարքի շարժումները երեք փոխուղղահայաց առանցքների երկայնքով և պտույտները դրանց շուրջ: Գծայնացված մոդելի համար լուծվել են սարքի շարժման օպտիմալ ըստ էներգետիկ ցուցանիշների ղեկավարման և կայունացման խնդիրներ: Վերջին դեպքում շարժման օպտիմալ կայունացնող ղեկավարումները կառուցվել են Լյապունովի ֆունկցիայի մեթոդի կիրառմամբ: Արդյունքում գտնվել են օպտիմալ ղեկավարող ազդեցությունների և համապատասխան օպտիմալ հետագծերի ժամանակից կախված տեսքերը, ինչպես նաև թվային մոդելավորմամբ կառուցվել են դրանց գրաֆիկական պատկերները: Դիտարկվել է նաև երկթև շրջված մաթեմատիկական ճոճանակի օպտիմալ ըստ քառակուսային ֆունկցիոնալի կայունացման խնդիրը, որտեղ որոնելի օպտիմալ կայունացնող ղեկավարումները, մանիպուլյատորի թևերի պտույտներն իրականացնող պտտման մոմենտները, նույնպես գտնվել են Լյապունովի ֆունկցիայի մեթոդի կիրառմամբ:

Երկրորդ գլխում դիտարկվող թոչող սարքը համալրվել է սարքի ծանրության կենտրոնից ամրակցված ճոճանակով: Դիտարկվել են շրջված, իսկ հետո կախված ճոճանակի դեպքերը: Բերվել են թոչող սարք-ճոճանակ մոդելի շարժումները նկարագրող ոչ գծային դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգը: Քանի որ ճոճանակի առկայությունը հաղորդում է թոչող սարք -

ճոճոնակ մոդելին լրացուցիչ ևս երկու ազատության աստիճան, ապա շարժման ընթացքում ճոճանակի տատանումները ղեկավարելու հարցում առաջանում է ղեկավարումների պակաս: Նման դեպքերում, սովորաբար, ներ են մուծվում լրացուցիչ ղեկավարումներ: Աշխատանքում թոշոդ սարք - ճոճոնակ համակարգի գծային մոդելի համար որպես այդպիսի լրացուցիչ ղեկավարումներ դիտարկվել են սարքի ուղղաթեքման և կողաթեքման անկյունները և թոշոդ սարք - ճոճոնակ գծային մոդելի համար կիրառվել է ղեկավարման կիսահակադարձ եղանակը, որի էությունը կայանում է հետևյալում: Նախ այդ լրացուցիչ կինեմատիկ ղեկավարումները Լյապունովի մեթոդի կիրառմամբ գտնվել են շրջված և կախված ճոճանակների օպտիմալ կայունացման օժանդակ խնդիրներից, որտեղ որպես օպտիմալության ցուցանիշ է դիտարկվել ժամանակի անվերջ միջակայքում էներգետիկ ռեսուրսները հաշվի առնող ինտեգրալային ցուցանիշը: Այնուհետև, ուղղաթեքման և կողաթեքման անկյունների փոփոխման ստացված օպտիմալ օրենքներին համապատասխան գտնվել են հորիզոնական հարթության մեջ սարքի շարժումներն իրականացնող ղեկավարող պտտման մոմենտները: Կոնկրետ թվային պարամետրերի դեպքում կառուցվել են գտնված օպտիմալ կայունացնող ղեկավարումների, համապատասխան ֆազային հետագծերի գրաֆիկական պատկերները, ինչպես նաև հաշվարկվել են որակի ինտեգրալային ցուցանիշների օպտիմալ արժեքները: Թվային հաշվարկներով հաստատվել է, որ կախված ճոճանակի դեպքում էներգետիկ ծախսերը գրեթե կրկնակի անգամ փոքր են՝ համեմատած շրջված ճոճանակի դեպքի:

Աշխատանքի երրորդ գլխում ԱԹՄ-կախված ճոճանակ համակարգի գծային մոդելի համար որոշվել են ղեկավարող այն ազդեցությունները, որոնք ապահովում են թոշոդ սարքի զանգվածի կենտրոնի շարժումը տրված պտուտակաձև հետագծով և միաժամանակ ապահովում են ճոճանակի տատանումները ստորին հավասարակշռության դիրքի տրված շրջակայքում: Տրված ֆազային հետագծերին համապատասխան, հետադարձ քայլերով գտնվել են ղեկավարող ազդեցությունների ժամանակից կախված տեսքերը: Համակարգի պարամետրերի կոնկրետ թվային արժեքների դեպքում կառուցվել են դրանց գրաֆիկական պատկերները:

Ատենախոսության թեմայով հեղինակի կողմից հրապարակված աշխատանքներն արտացոլում են ատենախոսության բովանդակությունը:

Աշխատանքին վերաբերող կան հետևյալ դիտողությունները:

1. Ատենախոսությունում դիտարկված բոլոր խնդիրները համապատասխան լուծումներով և թվային հաշվարկներով վերաբերում են միայն գծայնացված մոդելներին: Սակայն

ներածությունում ձևակերպված ատենախոսության նպատակը և ատենախոսության հիմնական արդյունքներից մի մասը շարադրված են այնպես՝ կարծես դրանք վերաբերում են թռչող սարքի և ճոճանակի ոչ գծային մոդելներին:

2. Ցանկալի կլիներ, որ գծային մոդելի համար ստացված անալիտիկ արդյունքները կիրառվեին ոչ գծային մոդելի դեպքում և ստուգվեր ստացված արդյունքների կիրառելիության արդյունավետությունը ոչ գծային մոդելի համար:

3. Ներածությունում ատենախոսության թեմային վերաբերող հրապարակումների վերլուծությունը կարելի էր ներկայացնել առավել ընդգրկուն ձևով՝ գրականության ցանկում ներառելով ավելի մեծ թվով թեմատիկ հրապարակումներ:

4. Ատենախոսական աշխատանքը գերծ չէ վրիպակներից և տեխնիկական անճշտություններից:

Ներկայացված դիտողությունները բնավ չեն նվազեցնում հեղինակի կողմից ստացված արդյունքների գիտական արժեքները: Ա.Ս. Շահինյանի թեկնածուական ատենախոսությունը ավարտուն գիտական հետազոտություն է, որն ունի և տեսական և կիրառական նշանակություն:

Ելնելով վերը շարադրվածից, կարելի է ասել, որ Արման Սմբատի Շահինյանի “Ճոճանակ կրող թռչող սարքի շարժման դեկավարումը և կայունացումը” ատենախոսական աշխատանքը լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԲՈՀ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող կանոնակարգի 6-րդ և 7-րդ կետերի պահանջներին և հեղինակն արժանի է Ա.02.01 - “Տեսական մեխանիկա” մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս,  
Ֆիզ-մաթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր՝

Վ.Վ. Ավետիսյան

17 հունիսի 2021թ.

Ֆիզ-մաթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Վ.Վ. Ավետիսյանի  
ստորագրությունը հաստատում եմ

ՀՀ ԳԱԱ մեխանիկայի ինստիտուտի գիտական քարտուղար,  
Ֆիզ-մաթ. գիտ. թեկնածու

