

G.L. PETROSYAN, N.G. HAKOBYAN

**PECULIARITIES OF CONSIDERING THE PLASTIC LIMIT CONTOUR
AT SOLVING PROBLEMS OF PLANE DEFORMATION**

Based on the plasticity conditions of Tresca – Saint - Venanta and the terms of the Hubera-Misesa plasticity condition in the case of complex deformation, plasticity condition, for the solid materials having unequal resistance to tension and compression and for the porous materials are used. The features of the plastic limit contour in different cases of plane deformation of solid plastic materials are discussed.

Keywords: complex deformation, plane problems, solid and porous materials, condition of plasticity.

ՀՏԴ 681(075.8)

Ն.Լ. ՀԱԿՈՒՅԱՆ, Մ.Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

**ԿՈՐՐԴԻՆԱՏԱՅԻՆ ՏԵՂԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԿԱՏԱՐՈՂ ՄԻԿՐՈՌՈՒՓՈՏԻ
ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Ներկայացված է եռաչափ կորրդինատային տեղափոխություններ կատարող այնպիսի էլեկտրական ակտուատորներով և երկշարժուն առաձգական հողակապերով միկրոռոբոտի մոդելավորումը և նրա բնութագրերի հետազոտումը ANSYS ծրագրային միջավայրում: Որոշվել են հողակապերի կոշտությունը ու պտտային տիրույթը նրա գոյության պայմանից և միկրոռոբոտի կառուցվածքային կոշտությունն ու ելքի օղակի տեղափոխության առավելագույն մեծությունը:

Առանցքային բառեր. միկրոռոբոտ, առաձգական հողակապ, կորրդինատային տեղափոխություն, կոշտություն:

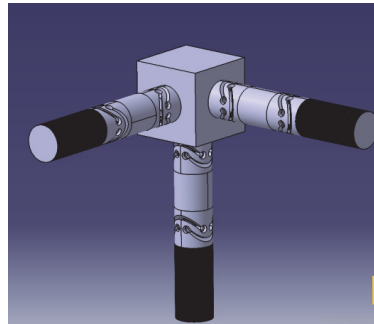
Ներածություն: Հետազոտության օբյեկտն է այնպիսի էլեկտրական և առաձգական տարրերի հիման վրա կառուցված գերճշգրիտ կորրդինատային տեղափոխություններ կատարող միկրոռոբոտը: Նմանատիպ սարքերն [1 – 4] ունեն լայն պահանջարկ և կիրառման բազմատեսակ բնագավառներ՝ ճշգրիտ օպտիկամեխանիկական համակարգերում, կենսաբանական մանրաչափ օբյեկտների հետազոտություններում, միկրովիրաբուժությունում և այլուր:

Խնդրի դրվածքը: Կատարվել է կորրդինատային տեղափոխությունների միկրոռոբոտի [3] մոդելավորում, և որոշվել են նրա առաձգական տարրերի և համակարգի բնութագրերը:

Միկրոռոբոտը (նկ.1) բաղկացած է երեք փոխուղղահայաց տեղակայված օղակներից, դրանց երկշարժուն առաձգական հողակապերով միացված ելքի օղակից ու կանգնակին և ամեն օղակին նույնատեսակ հողակապերով միացված երեք այնպիսի էլեկտրական ակտուատորներից, որոնցից յուրաքանչյուրն ակ-

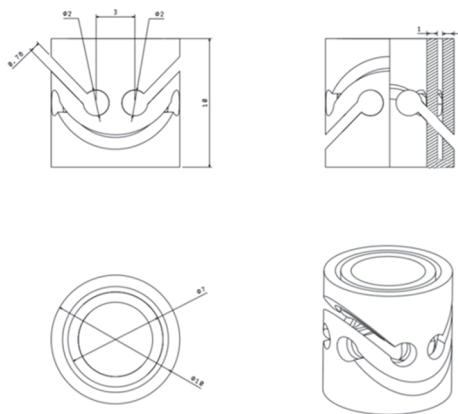
տիվացման ժամանակ ապահովում է իր երկայնական ուղղությամբ ելքի օղակի համապատասխան կոորդինատային տեղափոխությունը: Պլեզոէլեկտրական ակտուատորը ներկայացնում է բազմաշերտ փաթեթ՝ հավաքված օղակաձև պլեզոէլեկտրական բարակ սալիկներից, որոնք բևեռացված են ըստ հաստության, և որի ակտիվացման ժամանակ նրա յուրաքանչյուր միավոր միլիմետրը ապահովում է մոտ մեկ միկրոմետրի չափով գումարային տեղափոխություն:

Ակտուատորների սնուցման աղբյուրին համապատասխան էլեկտրական միացումների միջոցով կարող են իրականացվել միկրոռոբոտի ելքի օղակի կառավարվող տեղափոխությունները՝ երեք կոորդինատային հարթություններում կամ տարածության մեջ: Միևնույն էլեկտրական կառավարմամբ հնարավոր է ճշգրտել կոորդինատային տեղափոխությունները:



Նկ. 1. Տարածական կոորդինատային տեղափոխությունների միկրոռոբոտի մոդելը

Միկրոռոբոտում օգտագործվել են կրկնական առաձգական հողակապեր՝ պտտման անկյան տիրույթները կրկնապատկելու նպատակով: Դրանց կառուցվածքը և երկրաչափական պարամետրերը ներկայացված են ստորև (նկ.2):



Նկ. 2. Երկշարժուն կրկնական առաձգական հողակապի կառուցվածքը

Որպես արդիական նյութ առաձգական հողակապերի համար վերցվել է TI6AL4V համաձուլվածքը: Նյութի հատկությունները բերված են աղյուսակում.

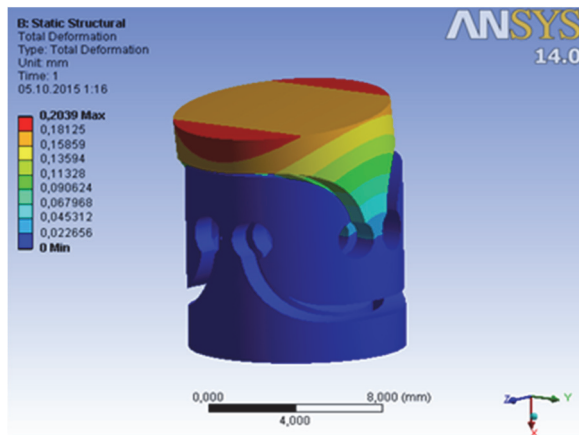
Աղյուսակ 1

Հողակապերի նյութի բնութագրերը

Նյութը	TI 6AL4V	
Խտությունը	4419	կգմ ⁻³
Իզոտրոպ առաձգականությունը		
Յունգի մոդուլը	1.138E+11	Պա
Պուասոնի գործակիցը	0.342	
Ծավալային մոդուլը	1.20042E+11	Պա
Սահքի մոդուլը	4.23994E+10	Պա
Հոսունության սահմանը	8.8E+8	Պա

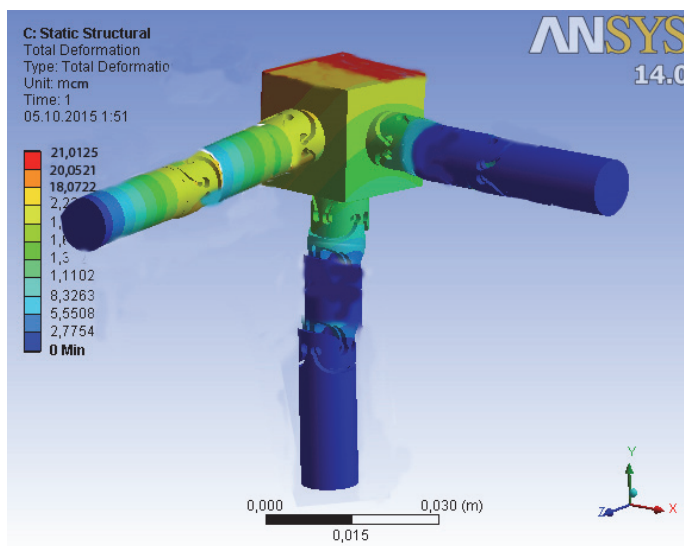
Միկրոռոբոտի առաձգական հողակապերը մոդելավորվել են “ANSYS” ծրագրային միջավայրում [4]: Հաշվարկի համար հողակապի մի օղակն անշարժ ամրացվել է, իսկ մյուսին կիրառվել է պտտող մոմենտ, որն աճեցվել է, մինչև լարումները հողակապում հասնեն թույլատրելի արժեքին: Որոշվել են առաձգական հողակապի բնութագրերը՝ կոշտությունը և պտտման անկյունները: Հաշվարկի արդյունքները ներկայացված են նկ.3-ում: Ստացվել են հողակապի կոշտությունը և նրա պտտման առանցքների նկատմամբ θ_1 և θ_2 անկյունների առավելագույն արժեքները, որոնց տիրույթն է՝

$$\theta_1, \theta_2 \in (-2.23^\circ, +2.23^\circ):$$



Նկ. 3. Կրկնական առաձգական հողակապի դեֆորմացումները

Այս հաշվարկում երեք այեզդելեկտրական ակտուատորների կանգնակին միացված ծայրերն անշարժացվել են և ակտուատորներից մեկի՝ միկրոռոբոտին միացման ծայրում կիրառվել է ակտիվացման արդյունքում ազդող ուժը:



Նկ. 4. Միկրոռոբոտի ելքի օղակի տեղափոխությունը

Ակտուատորի ազդող ուժի մեծությունը որոշվել է առաձգական հողակապի գոյության պայմանից՝ $\theta_1, \theta_2 < 2.23^\circ$, այն հավասար է՝ $F = 520.43$ Ն: Այս դեպքում ելքի օղակի առավելագույն տեղափոխությունը կազմել է՝ $u = 21$ մկմ:

Որոշվել է միկրոռոբոտի կառուցվածքային կոշտությունը, որը կազմում է՝

$$C = F/u = 520.43/0.000021 = 24780000 \text{ Ն/մ:}$$

Վերը շարադրված բոլոր հաշվարկները համապատասխանում են ստատիկական բեռնավորման պայմաններին:

Եզրակացություն: Կատարվել է կորդինատային տեղափոխությունների միկրոռոբոտի կառուցվածքի բարելավում՝ երկշարժուն առաձգական հողակապերի կառուցվածքի կատարելագործման միջոցով, ինչի արդյունքում գրեթե կրկնակի անգամ մեծացվել է միկրոռոբոտի ելքի օղակի կորդինատային տեղափոխությունների տիրույթը՝ կրկնական առաձգական հողակապերի պատման անկյունների մեծացման շնորհիվ: Կատարվել է առաջարկված միկրոռոբոտի մոդելավորում և հողակապի բնութագրերի որոշում ANSYS ծրագրային փաթեթի միջոցով, ցույց է տրվել հողակապերում թեքման անկյան մեծացումը, որոշվել են միկրոռոբոտի ելքի օղակի կորդինատային տեղափոխությունները և նրա կառուցվածքային կոշտությունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Հարությունյան Մ.Գ., Մկրտչյան Մ.Հ. Ճշգրիտ սարքերի մշակման և մոդելավորման հայեցակարգային սկզբունքներ // ՀԱՊՀ-ի Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու. Մաս 2. – Երևան: Ճարտարագետ, 2015. – էջ 302-307:
2. ՀՀ գյուտի արտոնագիր, N 2757 А. Զուգահեռ միկրոմանիպուլյատոր / Մ. Հարությունյան, Մ. Մկրտչյան, Ս. Սարգսյան, Ն. Զարարյան. – Երևան, 25.07.2013:
3. А.с. СССР № 1814353, кл. F 16 Н 21/46. Механизм для координатных перемещений/ А.В. Кочикян, М.Г. Арутюнян, Т.Ф. Парикян, А.Л. Акопян и К.М. Рагульскис.- 1987.
4. Мкртчян М.Г., Верлинский С.В., Арутюнян М.Г., Аракелян В.А. Исследование кинематических и жесткостных характеристик параллельного микроманипулятора с упругими шарнирами // Сб. трудов XX Межд. научн.-техн. конф. “Машиностр. и техносфера XXI века”. – Донецк-Севастополь, 2013. – Том 2. – С.185-188.

Н.Х. АКОПЯН, М.Г. АРУТЮНЯН

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОРОБОТА С КООРДИНАТНЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ

Представлена трехмерная модель и проведено исследование жесткостных и кинематических характеристик микроробота с координатными перемещениями в программной среде ANSYS.

Ключевые слова: микроробот, упругий шарнир, координатное перемещение, жесткость.

N.KH. HAKOBYAN, M.G. HARUTYUNYAN

MODELING AND INVESTIGATING THE MICROROBOTS OF COORDINATE DISPLACEMENTS

A three-dimensional model is presented and the stiffness and kinematic characteristics of a microrobot with coordinate displacements, using the ANSYS program are investigated.

Keywords: microrobot, elastic joint, coordinate displacement, stiffness.