

H.K. MKRTCHYAN, B.A. BALASANYAN, M.A. BALASANYAN
A MANUALLY ADJUSTABLE IRRIGATION SYSTEM OF MEDICINES
OF AN AUTONOMOUS ULTRASOUND DENTAL APPARATUS

A manually adjustable irrigation system for medicines of an autonomous ultrasound dental device has been developed, which allows to quickly clean the remnants of previous medicines in the irrigation system, reducing that time period from 12 to 20 times. The proposed system for cleaning medicines of an autonomous ultrasound dental device, manually adjustable, will find application for dental treatment and treatment of tooth canals during surgical operations, laundering, the removal of debris from the tooth and treatment with various medications, which is especially important for expanding the capabilities of the irrigation system and simplifying its structure, increasing the productivity of dental operations, and also expanding the capabilities of autonomous dental ultrasound devices with a single vessel of an irrigated medicine:

Keywords: manual control, dental, autonomous, ultrasonic device, irrigation system.

ՀՏԴ 539.3:621.793

Հ.Ս. ՉԻՐՈՒԽՉՅԱՆ, Պ.ՅՈՒ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ԱՎԻԱՑԻՈՆ ՏԵԽՆԻԿԱՅՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԲԱՐԱԿԱՊԱՏ ՄԵՔԵՆԱՄԱՍԵՐԻ
ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Ներկայացվել է ժամանակակից ավիացիոն տեխնիկայում օգտագործվող տիտանե համաձուլվածքներից պատրաստված բարակապատ մեքենամասերի մեխանիկական հատկությունների լավացման համար ուլտրաձայնային երկկողմանի գրտնակման գործնական կիրառումը:

Մեքենաշինական արտադրանքի հուսալիության և երկարակեցության բարձրացումը պայմանավորված է մշակման բարձր որակով և հասանելի է՝ ի հաշիվ ամրացումից հետո մեքենամասերի կառուցվածքային և հոգնածային ամրության, հպման կոշտության, մաշակայունության և դրանց մակերևույթների դիմացկունության բարձրացմամբ և այլն: Տիտանե համաձուլվածքները համարվում են ներկայումս մեքենաշինության տարբեր ճյուղերում օգտագործվող հիմնական կառուցվածքային նյութերից մեկը: Դրանց լայն կիրառումը պայմանավորված է տիտանի և դրա համաձուլվածքների համալիր հատկություններով՝ բարձր տեսակարար ամրությունը, մի շարք ագրեսիվ միջավայրերում կոռոզիակայունությունը, ապամագնիսականությունը, շահագործման մինչև 500...600 ° C ջերմաստիճաններում լավ ջերմակայունությունը:

ՄՊԴ ամրացման վերջնամշակման, նաև նախորդող՝ կտրման, հատկապես հղկման ժամանակ մակերևույթի արտաքին շերտերում առաջացող արատները զգալիորեն վերանում են, արտաքին շերտը ամրանում է, դրանում ձևավորվում են սեղմող մնացորդային միկրոլարումներ, մեքենամասի երկարակեցությունը մեծանում է: ՄՊԴ ավանդական

մեթոդներից են գնդիկով կամ հոլովակով գրտնակումը, փայլեցումը, ավաստային հարթեցումը և այլն: Առավել հեռանկարային եղանակ է ուլտրաձայնային գործիքով մշակումը կամ ուլտրաձայնային վերջնամշակումը: Ուլտրաձայնային հաճախականությամբ մեքենամասերի հարթեցման ժամանակ, ի հաշիվ մշակման ազդեցության իմպուլսային բնույթի, նյութի վրա ազդեցության արդյունավետությունը էլ ավելի է մեծանում:

Առանցքային բառեր. ավիացիոն տեխնիկա, բարակապատ մեքենամաս, տիտանե համաձուլվածք, ուլտրաձայնային երկկողմանի գրտնակում:

Ներածություն: Ժամանակակից ավիացիոն տեխնիկայում լայն կիրառություն են ստացել տիտանե համաձուլվածքները [1-2]: Ամրության համեմատաբար նույն արժեքների դեպքում դրանք զգալիորեն ավելի թեթև են, քան պողպատե մեքենամասերը: Սակայն տիտանե համաձուլվածքներից պատրաստված մեքենամասերը պողպատե մեքենամասերին զիջում են մաշակայունությամբ: Տիտանե համաձուլվածքներից պատրաստված ավիացիոն մեքենամասերի մաշակա-յունության և արտաքին մակերևույթի ամրության բարձրացման համար կա-տարում են քրոմացում կամ նիկելապատում, որոնք առաջացնում են տեխնոլոգիական բարդություններ [1-2]:

Ինչպես ցույց են տալիս նանո և սուբմիկրոբյուրեղային կառուցվածքով նյութերի հատկությունների հետազոտությունները [3-5], դրանց ցիկլային ամրությունը մեծանում է ինչպես բազմացիկլային, այնպես էլ փոքր ցիկլային հոգնածային տիրույթում՝ խոշորահատիկ նյութերի հետ համեմատած, մասնավորապես տիտանի դեպքում՝ միկրոկարծրությունը 2...7 անգամ, և դա կախված չէ նյութի ստացման մեթոդից. նանոկառուցվածքով մետաղական նյութերի մաշակայունությունը զգալիորեն մեծ է, քան խոշոր հատիկավոր նյութերի համաձուլվածքներինը [6-8]:

Տիտանե համաձուլվածքները զգայուն են մեխանիկական մշակման ռեժիմների խախտման նկատմամբ, և նույնիսկ մեքենամասի պտտման արագության կամ գործիքի մատուցման օպտիմալ արժեքների աննշան շեղումների դեպքում առաջանում են արատներ [7-8]: Դրանք միշտ չէ, որ տեսանելի են, իսկ քրոմային կամ նիկելային ծածկույթները դրանց տեղերում չեն նստում: Բացի դա, տիտանե համաձուլվածքից պատրաստված մեքենամասի քրոմապատման վրա ազդում են նաև տարբեր աղտոտումները, որոնք չեն հեռացվել մինչ քերմային մշակումը: Այդ աղտոտումները մինչև 740 °C տաքացվելիս փոփոխում են մեքենամասի արտաքին շերտի քիմիական կազմությունը, և այդ հատվածում ծածկույթը չի նստում [7-8]:

Տիտանի և տիտանե համաձուլվածքների կարևորագույն հատկություններից են առաձգականության համեմատաբար փոքր մոդուլը և տեսակարար մեծ

ամրությունը [7-8]: Այսպիսի համաձուլվածքների որոշակի ֆունկցիոնալ հատկությունների ապահովման համար անհրաժեշտ է մոդիֆիկացնել գոյություն ունեցող տեխնոլոգիաները կամ մշակել մակերևութային շերտի մշակման նոր տեխնոլոգիաներ, որպեսզի հարթեցվեն միկրոռելիեֆները և հետագայում պատվեն պաշտպանիչ շերտով: Այս առումով մակերևութային պլաստիկ դեֆորմացիաները համարվում են մեքենաշինական արտադրանքի վերջնամշակման արդյունավետ մեթոդներից մեկը:

Մեքենամասի մակերևութային շերտի ուլտրաձայնային ամրացումը՝ ի հաշիվ ստատիկական և դինամիկական ուժերի գումարային ազդեցության, որը գործիքից փոխանցվում է մակերևութին, զգալիորեն փոխում է դրա հատկությունները: Հատկապես պլաստիկ դեֆորմացվում է մեքենամասի արտաքին շերտը, փոքրանում է մակերևութի խորդուբորդությունը, մոտավորապես 2 անգամ մեծանում է միկրոկարծրությունը, իսկ ամրացված շերտի խորությունը հասնում է մինչև 0,5 մմ: Վերջին տարիներին հատուկ ուշադրություն է դարձվում լայն զարգացում ստացած սուբմիկրո և նանո բյուրեղային նյութերին, քանի որ այդպիսի կառուցվածքով նյութերը գերազանցում են իրենց հատկություններով խոշորահատիկ նյութերին:

Հետազոտության նպատակը: Հետազոտել տիտանե բազմաշերտ փայլաթիթեղների (մինչև 10 շերտ) մեխանիկական հատկությունները ուլտրաձայնային վերջնամշակման արդյունքում:

Փորձարարական հետազոտություններ: Ընտրվել է BT1-0 (մատակարարման վիճակում α – ֆազի կազմությունը՝ ըստ զանգվածի՝ % : 99,58 Ti; 0,12 O; 0,18 Fe; 0,07 C; 0,04 N; 0,01 H) 20 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղ, որից պատրաստվել են ГОСТ 618-2014 պահանջներին համապատասխան չափերով փորձանմուշներ:

Մշակումն իրականացվել է 4772A մակնիշի ուլտրաձայնային հատիչ հաստոցի վրա, որը սնվում է ՄՅՄ-10 մակնիշի 10կՎտ հզորությամբ ուլտրաձայնային գեներատորից: Փորձարկումների ճշտության ապահովման համար պատրաստվել է հենարան, որի արտաքին մակերևույթը մշակվել է ԿՊՄ 67K25 ՈՓ20 մակնիշի ֆրեզային հաստոցով և հղկվել է հարթ հղկման 3E711B մակնիշի հաստոցով: Հետազոտությունների արդյունքները հաստատում են, որ BT1-0 մակնիշի տիտանի բազմաշերտ փայլաթիթեղի ուլտրաձայնային երկկողմանի մշակումն առաջացնում է արտաքին շերտում սուբհատիկային կառուցվածք և մեծացնում առանցքային կոշտության գործակիցը 20...22 %-ով, որն ունի շահագործական կարևոր նշանակություն տիտանե համաձուլվածքներից պատրաստված ավիացիոն արտադրանքի համար:

Ինչպես ցույց տվեցին կատարված ուսումնասիրությունները [9], կարելի է ընդունել, որ կա ամրացված շերտի i -րդ ենթաշերտի Յունգի մոդուլի և միկրոկարծրության միջև որոշակի ֆունկցիայով կախվածություն: Օրինակ, հայտնի է, որ սահմանային ամրությունը կախված է նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններից գրեթե գծային օրինաչափությամբ [2-9]: Մյուս դեպքերում առաձգականության մոդուլը որոշում են բարակ շերտի կամ ծածկույթի միկրո-ինդենտավորման ժամանակ ինդենտորի (մխրճասայրի) վրա ազդող բեռնվածքի փոփոխության հայտնաբերմամբ դրա բեռնավորման և բեռնաթափման ժամանակ [4-9]: Այս հետազոտություններով հայտնաբերվել է, որ Յունգի մոդուլի կախվածությունը նյութի կարծրությունից կամ Hv միկրոկարծրությունից կրում է գծային կամ ոչ գծային բնույթ: Սակայն կարևորն այն է, որ կախված նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններից՝ գոյություն ունի որոշակի ֆունկցիոնալ կապ Յունգի մոդուլի և միկրոկարծրության միջև [10]:

Այս կապը նշանակենք $F(Q)$ ֆունկցիայով, որտեղ Q -ն նյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները բնութագրող բազմություն է:

Այս դեպքում, եթե ելակետային նյութի համար ընդունենք

$$E_2 = F(Q) \cdot Hv_2,$$

որտեղ՝ Hv_2 -ն ելակետային նյութի միկրոկարծրությունն է, ապա 1 և 3 ամրացված շերտերի i -րդ Δh հաստությամբ ենթաշերտերի համար կարելի է գրել՝

$$E_{1i} = F(Q) \cdot Hv_{1i}, \quad E_{3i} = F(Q) \cdot Hv_{3i},$$

որտեղ Hv_{1i} և Hv_{3i} համապատասխանաբար 1 և 3 ամրացված շերտերի i -րդ ենթաշերտի միկրոկարծրություններն են:

Հետևապես, կարելի է գրել.

$$\begin{aligned} \frac{E_{1i}}{E_2} &= \frac{F(Q) \cdot Hv_{1i}}{F(Q) \cdot Hv_2} \Rightarrow E_{1i} = E_2 \frac{Hv_{1i}}{Hv_2}, \\ \frac{E_{3i}}{E_2} &= \frac{F(Q) \cdot Hv_{3i}}{F(Q) \cdot Hv_2} \Rightarrow E_{3i} = E_2 \frac{Hv_{3i}}{Hv_2}: \end{aligned} \quad (1)$$

Անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև այն հանգամանքը, որ ուլտրաձայնային տատանումներով ամրացված 1-ին և 3-րդ շերտերի ենթաշերտերի $Hv_{1i} = Hv_{3i}$ միկրոկարծրությունները կախված շերտի մակերևույթի նկատմամբ եղած խորու-

թյունից, փոփոխվում են որոշակի $H\nu_{1i} = H\nu_{3i} = F(h_{1i}) = F(h_{3i})$ օրինա-
չափությամբ:

Ընդունենք, որ ուլտրաձայնային տատանումներով ամրացված 1-ին և 3-րդ
շերտերի միկրոկարծրությունները առաջին մոտավորությամբ կարելի փոխարի-
նել դրանց ինտեգրալ մեծությամբ՝

$$H\nu_1 = \frac{1}{h_1} \int_0^{h_1} F(h) dh, \quad H\nu_3 = \frac{1}{h_3} \int_0^{h_3} F(h) dh : \quad (2)$$

Կարելի է ձևափոխել հետևյալ տեսքի՝

$$E_1 = E_2 \frac{H\nu_1}{H\nu_2}, \quad E_3 = E_2 \frac{H\nu_3}{H\nu_2} \quad (3)$$

Այսպիսով, եթե հայտնի են ուլտրաձայնային ամրացման ենթարկվող թի-
թեղի նյութի E_2 առաձգականության մոդուլը և ուլտրաձայնային ամրացմամբ

ստացված շերտերի միկրոկարծրությունների $\frac{H\nu_1}{H\nu_2}$ ու $\frac{H\nu_3}{H\nu_2}$ հարաբերությունները,

որոնք կարելի որոշել չափման հայտնի եղանակներով և ստանդարտներով, ապա
(3) արտահայտությամբ կարելի է որոշել ուլտրաձայնային տատանումներով
երկկողմանի ամրացված բարակ թիթեղի համազոր առաձգականության մոդուլը
և նույն ամրության պայմաններում՝ թիթեղի տեսակարար քաշի իջեցման հնա-
րավորությունները, որի համար անհրաժեշտ է իրականացնել դրա թվային լու-
ծումները:

Փորձ է արվել բարակապատ մեքենամասերի կոշտության բարձրացման
տեսական կախվածությունները հաստատել միառանցք ձգման դեպքում, մա-
կերևույթների երկկողմանի ուլտրաձայնային պլաստիկ դեֆորմացմամբ ամրա-
ցումից հետո: Բարակապատ մեքենամասի մակերևույթի պլաստիկ դեֆոր-
մացմամբ երկկողմանի ուլտրաձայնային ամրացումով առանցքային ձգման
դեպքում, որպես կոշտության բարձրացման K գործակից, ելակետային վիճա-
կում գտնվող թիթեղի համեմատ, կարելի է ընդունել հետևյալ հարաբերու-
թյունը.

$$K = \frac{K_{np}}{K_1} = \frac{\sigma_c h_c + 2\Delta h_i \sum_1^n \sigma_i}{\sigma_c h} : \quad (4)$$

Այսպիսով, ստացվել է բանաձև (4), որը թույլ է տալիս արտահայտության միջոցով հոսունության սահմանների չափումներով որոշել բարակապատ թիթեղի առանցքային կոշտությունը՝ թիթեղի շերտերի և ենթաշերտերի կառուցվածքային վիճակից կախված:

Փորձարարական հետազոտություններում խնդիր է դրվել բացահայտել մետաղաթերթերի երկկողմանի ուլտրաձայնային ամրացումից հետո դրանց մեխանիկական հատկությունների բարձրացման հնարավորությունները:

Փորձանմուշները պատրաստվել են լարային էլեկտրաէրոզիոն հաստոցի միջոցով, որը հնարավորություն է տվել բացառել մշակումից հետո փորձանմուշում ամրացված շերտի առաջացումը:

Փայլաթիթեղից պատրաստվել են 20 մկմ հաստությամբ թերթավոր փորձանմուշներ՝ համաձայն ГОСТ 618-2014-ի: Փորձանմուշի չափը կազմել է 0,42 մմ:

Աղ.1-ում բերված են BT1-0 տիտանի համաձուլվածքի խզման ուժերը մշակումից առաջ և հետո:

Աղյուսակ 1

Բազմաշերտ փորձանմուշի նյութը	Խզման ուժը, Ն		Ամրացված փորձանմուշների առանցքային կոշտության բարձրացման գործակիցը, K
	Առանց ՈՒՁՏ ամրացման	ՈՒՁՏ-ով երկկողմանի ամրացմամբ	
BT1-0 տիտանի համաձուլվածք	3444	4203,4	1,22

Ստացված արդյունքների հիման վրա կարելի է փաստել, որ բազմաշերտ փորձանմուշի ՈՒՁՏ-ով երկկողմանի ամրացումը թույլ է տալիս դրա առանցքային կոշտության գործակիցը բարձրացնել 22...36,7%-ով:

Առաջին փուլի ՈՒՁՏ-ով ամրացված շերտի միկրոկարծրությունների հետազոտությունների փորձարարական տվյալներով հաշվարկվել է բարակապատ մեքենամասերի կոշտության բարձրացման K գործակիցը՝ առանցքային ձգման ժամանակ երկրորդ փուլում ստացված (4) բանաձևով, որի արդյունքները ներկայացված են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2

Բազմաշերտ փորձանմուշի նյութը	Խզման ուժը, Ն			Ամրացված փորձանմուշների առանցքային կոշտության բարձրացման գործակիցը, K	
	Առանց ՈՒՁՏ ամրացման	ՈՒՁՏ-ով երկկողմանի ամրացմամբ	ՈՒՁՏ-ով միակողմանի ամրացմամբ		
BT1-0 տիտանի համաձուլվածք	3562	4222	3843	1,098	1,185

Աղ. 2-ից երևում է, որ նույնիսկ միակողմանի ՈՒՁՏ-ով ամրացումից հետո ամրացված փորձանմուշների առանցքային կոշտության բարձրացման գործակիցն աճում է 9,8...13,8%-ով, իսկ երկկողմանի ՈՒՁՏ-ով ամրացումից հետո այդ թվերն աճում են երկու անգամ:

Եզրակացություն: Փորձարարական հետազոտություններով բացահայտվել են մետաղաթերթերի երկկողմանի ուլտրաձայնային ամրացումից հետո դրանց մեխանիկական հատկությունների բարձրացման հնարավորությունները: Ստացված արդյունքների հիման վրա հաստատվել է, որ բազմաշերտ փորձանմուշի ՈՒՁՏ-ով երկկողմանի ամրացումը թույլ է տալիս դրա առանցքային կոշտության գործակիցը բարձրացնել 22...36,7 %-ով:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՄՍՆ գիտության կոմիտեի ֆինանսական աջակցությամբ՝ «Մեքենաշինական տեխնոլոգիաներ» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայի պահպանում և զարգացում ծրագրի և 18T-2D408 ծածկագրով գիտական նախագծի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Авиационная промышленность остается первым и основным потребителем титана. <http://www.vsmo.ru/ru/pages/Aviastroenie/>
2. **Чепурных И.В.** Прочность конструкций летательных аппаратов: Учеб. пос. – Комсомольск на Амуре:ФГБОУ ВПО "КнаАГТУ", 2013. – 137 с.
3. **Клименов В.А., Нехорошков О.Н., Уваркин П.В., Иванов Ю.Ф.** Ультразвуковая финишная обработка как метод получения нанокристаллических структур // Физикохимия ультрадисперсных (нано-) систем: Материалы VI Всероссийской (международной) конференции. -М.: МИФИ, 2002. – С. 168.
4. Влияние состояния поверхностного слоя на механизм пластического течения и сопротивление деформации малоуглеродистой стали / **А.В. Панин, В.А. Клименов, Ю.И. Почивалов и др.** // Физическая мезомеханика. – 2001. – Т.4, № 4. – С. 85–92.

5. Ультразвуковое модифицирование поверхности и его влияние на свойства покрытий /В.А. Клименов, Ж.Г. Ковалевска, П.В. Уваркин и др. // Физическая мезомеханика. -2004. – Т.7 (Специальный выпуск), ч. 2. – С. 157-160.
6. Наноструктурный титан биомедицинского назначения /Ю.П. Шаркеев, А.Д. Братчиков, Ю.Р. Колобов и др. // Физ.мезомех. – 2004. – Т.7 (Спец. Выпуск). – С. 107-110.
7. Valiev R.Z. Nanostructuring of Metals by Severe Plastic Deformation for Advanced Properties // Nature Materials. – 2004. – Vol.3. – P. 511.
8. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные методом интенсивной пластической деформации. – М.: Логос, 2000. – 272с.
9. Вахрушев А.В., Шушков А.В., Шушков А.А. Экспериментальное исследование модуля упругости Юнга и твердости микрочастиц железа методом индентирования // Химическая физика и мезоскопия.-2009.- Том11, No2. – С. 258-262.
10. Չիրուխյան Հ.Ս. Թռչող ապարատների բարակապատ մեքենամասերի ամրության բարձրացումը ուլտրաձայնային տեխնոլոգիայի կիրառմամբ: Տ.գ.թ. գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության սեղմագիր. – Երևան, ՀԱՊՀ, 2020.- 22 էջ:

Օ.Տ. ՇԻԲՄԻՉՅԱՆ, Ս.ՅՈՒ. ԳԱՏՔԱՐՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

В технологии машиностроения за последнее время заметно увеличился удельный вес процессов обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД). Большой интерес к методам ППД связан с их возможностью совмещать в одном процессе эффекты отделочной и упрочняющей обработки, что позволяет заменять операции, например, тонкого точения, шлифования или полирования на финишную обработку упрочнением. Повышение надежности и долговечности изделий машиностроения обусловлено высоким качеством обработки и достигается за счет увеличения конструктивной и усталостной прочности деталей после упрочнения, контактной жесткости, износостойкости и выносливости их рабочих поверхностей и др.

Титановые сплавы являются одним из основных конструкционных материалов, применяемых в настоящее время в разных отраслях промышленности. Широкое их использование связано с присущими титану и его сплавам свойствами – высокая удельная прочность, коррозионная стойкость во многих агрессивных средах, немагнитность, хорошая жаропрочность при температурах эксплуатации до 500...600 °С. При упрочняюще-чистовой обработке ППД дефекты, созданные в поверхностном слое детали на предшествующих операциях резания, особенно при шлифовании, в значительной мере ликвидируются, слой упрочняется, в нем создаются сжимающие остаточные микронапряжения, долговечность деталей возрастает. К традиционным методам ППД относятся обкатывание шаром или роликом, полирование, алмазное выглаживание и т.п. Наиболее перспективным способом при этом является обработка ультразвуковым

инструментом или ультразвуковая финишная обработка. При выглаживании деталей на ультразвуковой частоте за счет импульсного характера воздействия обработки эффективность воздействия на материал детали еще более возрастает.

Ключевые слова: авиационная техника, тонкостенная деталь, титановый сплав, двустороннее ультразвуковое выглаживание.

H.S. CHIBUKHCHYAN, P.YU. GASPARYAN

RESEARCH OF IMPROVEMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF THIN-WALLED PARTS USED IN AVIATION TECHNOLOGY

In mechanical engineering technology, the share of surface plastic deformation (SPD) processing processes has noticeably increased recently. The great interest in SPD methods is associated with their ability to combine the effects of finishing and hardening treatment in one process, which makes it possible to replace the operations, for example, fine turning, grinding or polishing, with hardening finishing.

An increase in the reliability and durability of engineering products is due to the high quality of processing and is achieved by increasing the structural and fatigue strength of parts after hardening, contact stiffness, wear resistance, endurance of their working surfaces, etc.

Titanium alloys are one of the main structural materials currently used in various industries. Their widespread use is associated with a set of properties inherent in titanium and its alloys - high specific strength, corrosion resistance in many aggressive environments, non-magnetism, good heat resistance at operating temperatures up to 500...600 °C.

During hardening and finishing by surface plastic deformation (SPD), defects created in the surface layer of the part during previous cutting operations, especially during grinding, are largely eliminated, the layer is strengthened, compressive residual macrostresses are created in it, and the durability of the parts increases. Traditional SPD methods include rolling with a ball or roller, polishing, diamond burnishing, etc.

The most promising way in this case is processing with an ultrasonic tool or ultrasonic finishing (UFO). When smoothing parts at ultrasonic frequency, due to the pulsed nature of the processing effect, the effectiveness of the impact on the material of the part increases even more.

Keywords: aviation technology, thin-walled part, titanium alloy, double-sided ultrasonic ironing.