



XҒТАР 55.21.21

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-146-1-8-20>

Ғылыми мақала

Бөлшектердің беткі қабатының сапа параметрлерін аралас әрлеу-қатайту өңдеудің инновациялық әдісімен кешенді қамтамасыз ету

Г.Ж. Булекбаева¹, А.Ө. Табылов¹, А.З. Букаева*¹, Н.Б. Суйеуова¹,
П.А. Кожобекова²

¹ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті» КеАҚ, Ақтау, Қазақстан

² «М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, Шымкент, Қазақстан

(E-mail: ¹mira_gul@mail.ru, ¹tabylov62@mail.ru, *¹amina_bukaeva@mail.ru, ¹nsuyeuova@mail.ru,
²pernesh-63@mail.ru)

Аңдатпа. Қазіргі заманғы машина жасау өндірісінде өнімдердің сенімділігі мен беріктігі көбінесе олардың беткі қабатының сапасына байланысты және бұл бөлшектердің беткі микрогеометриясын жақсартумен қатар, беткі қабаттың құрылымын, физика-механикалық қасиеттерін және кернеулі күйін дұрыс бағытта өзгертетін өңдеу әдістерін қолдану қажеттігін тудырады. Мақалада қатты және серпімді үтіктеуді біріктіретін және бөлшектердің беткі қабатының сапа параметрлерін жан-жақты қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін беттік пластикалық деформацияның аралас әдісі зерттелген. Қатты серпімді үтіктеу үшін біріктірілген құралды және үтіктеу кезінде берілген кернеуді автоматты түрде қамтамасыз ету жүйесін пайдалану мүмкіндіктері қарастырылған. Үтіктеу кезінде берілген кернеуді автоматты қамтамасыз ету жүйесін пайдалану процестің қуат параметрлерін жоғары дәлдікпен реттеуге мүмкіндік береді. Жұмыстың практикалық мәні-қатты серпімді үтіктеу нәтижесінде беткі қабатта біртекті тығыз қатайтылған қабаты бар микроқұрылым пайда болып, қолайлы доғал пішіннің беткі кедір-бұдырының тұрақты профилін қалыптастырады және бөліктің беткі қабатының тозуға төзімділігі мен оның дұрыс геометриялық пішінін қамтамасыз етеді.

Мақаладағы зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын "Балқытылатын бөлшектердің кернеулі-деформацияланған жай-күйін зерттеу және олардың беттік пластикалық деформация процестеріндегі деформацияларын төмендету әдісін әзірлеу" АР19680395 жобасы шеңберінде проблемалық мәселелерді шешуге бағытталған.

Түйін сөздер: бөлшектің беткі қабаты, әрлеу және қатайту, беттік пластикалық деформация, қатты және серпімді үтіктеу, микроқұрылым, беттің кедір-бұдыры, индентор.

Кіріспе

Заманауи машина жасау өнімдері ұзақ мерзімді пайдалану жағдайында, оның ішінде жоғары жүктемелер, температура жылдамдығы, абразивті және агрессивті орталардың болуы сияқты экстремалды жағдайларда машиналар мен механизмдердің сенімді жұмыс қабілетін қамтамасыз етуі керек. Сондықтан жауапты мақсаттағы үйкеліс түйіндерінің материалдарына тозуға төзімділік, үйкеліске қарсы қасиеттер, жанасу жүктемелері кезінде деформацияға қарсы тұру қабілеті, ыстық пен коррозияға төзімділік бойынша жоғары талаптар қойылады.

Пайдалану қасиеттерінің жоғарылауы қазіргі заманғы бөлшектерді жасау үшін қолданылатын материалдардың беткі қабатымен қамтамасыз етілуі керек [1-2]. Бөлшектердің сенімділігі мен беріктігі көбінесе беткі қабаттардың сапасына байланысты. Бұл металдың беткі қабаты ең көп жүктелгендігімен және бөлшектің шаршау беріктігіне теріс әсер ететін құрылымдық, технологиялық және пайдалану кернеу концентраторларының тасымалдаушысы болып табылатындығымен түсіндіріледі. Шаршау беріктігі мен тозуға төзімділігін арттыру үшін бөлшектің беткі микрогеометриясын жақсартумен қатар беткі қабаттың құрылымын, физика-механикалық қасиеттерін және кернеулі күйді қажетті бағытта өзгертетін өңдеу әдістерін қолдану керек. Машина бөлшектерінің пайдалану қасиетін арттырудың тиімді әдістерінің бірі - беттік пластикалық деформациямен (БПД) әрлеу және қатайту. Бұл әдіспен өңдеу кезінде беттің минималды кедір-бұдырына қол жеткізу және беткі қабаттың физика-механикалық қасиеттерін жақсарту қамтамасыз етіледі. Бірақ өндіріске БПД әдісімен өлшемдік-әрлеу және қатайта өңдеуді кеңінен енгізуге байланысты, беттерді кесу және БПД-мен бірге өңдеу әдістерін жасау ерекше маңызға ие. Бұл бір мезгілде илектеу және илектеу немесе үтіктеу арқылы кесуді өңдеуге мүмкіндік береді. Аталмыш әдістер беткі қабаттың наноқұрылымдық күйін және субмикрорельефін қалыптастырады және дәл бөлшектерді сериялық өндіруде пайдалану қасиеттерінің еселенген өсуін қамтамасыз етеді [3-5]. Сондықтан, беттік пластикалық деформациямен әрлеу және қатайту кезінде аралас құралдарды қолдану, әзірлеу және жетілдіру мәселелері қазіргі заманғы машина жасау өндірісінде аса өзекті. Өйткені мұндай өңдеу операцияларды біріктіру арқылы еңбек сыйымдылығының айтарлықтай төмендеуін де, өңделетін бөлшектердің беткі қабатының жоғары сапасын да қамтамасыз етеді. Тегістеу - бөлшектерді беттік пластикалық деформациямен әрлеу және қатайту әдісі, ол өңделетін бетті оның үстінен жылжымалы индентормен деформациялаудан тұрады. Қолданылатын қысымның нәтижесінде беткі қабаттардың қатаюы және тозуға төзімділігі жағынан қолайлы беткі рельефтің пайда болуы, атап айтқанда беттің тегістелген бұдырлы профилі пайда болады.

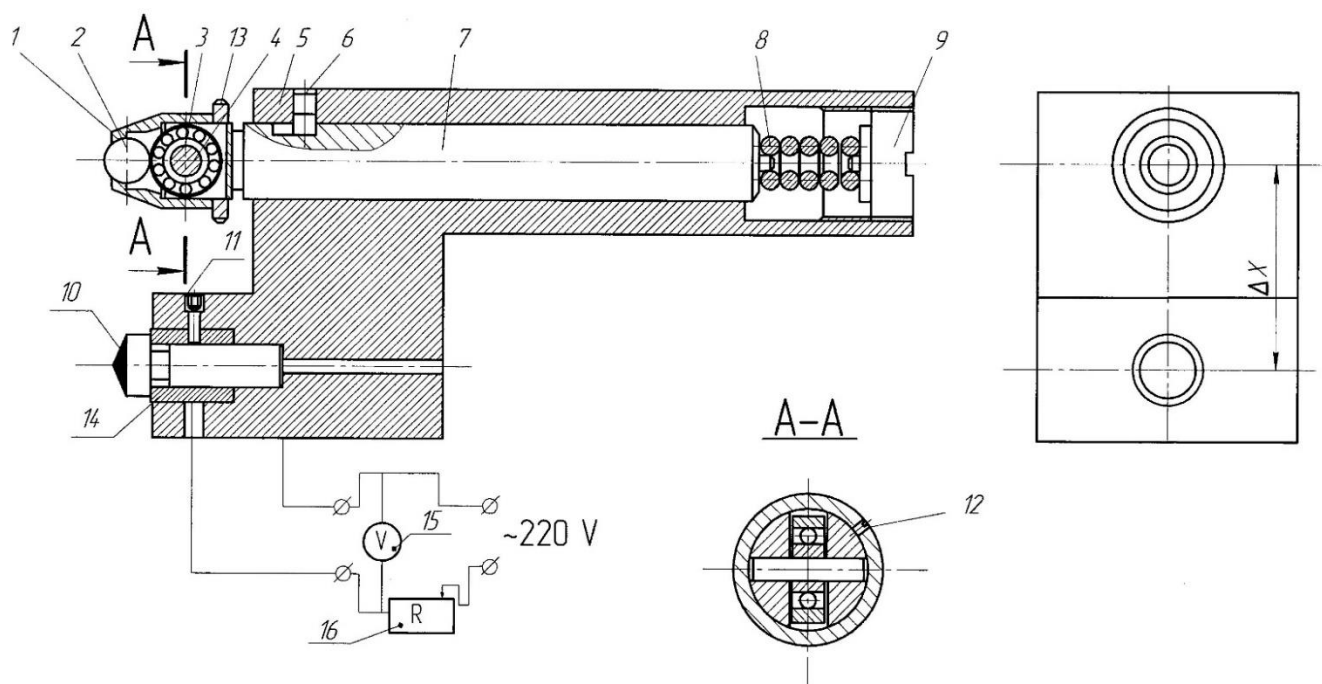
Тегістеу кезінде өңделген беттің кедір-бұдырлығының биіктік параметрлері көбінесе құралдың жұмысына байланысты, бұл тегістеу процесінің өнімділігін төмендетеді. Осылайша, классикалық тегістеуштермен өңдеу кезінде беткі қабаттың микроқаттылығының, қалдық қысу кернеулерінің және тегістелген беттің кедір-бұдырлығының биіктік параметрлерінің берілген мәндерін қамтамасыз ету үшін әрқашан үтіктеудің иссалы шарттары іздестіріледі.

Зерттеу әдістері

Осы мақсат белгілі бір практикалық қызығушылықтың қатаң серпімді тегістеу әдісін қолдану бойынша инновациялық технологиялық шешім болып табылады. Өйткені бөлшектерді екі құралмен (немесе үтіктеу басымен) беттік пластикалық деформациямен әрлеу және өңдеу бөлігінің бетіне сырғып кететін серпімді түйреуішпен екі құралмен (немесе үтіктеу басымен) өңдеу әдісі ретінде, серпімді түйреуіш шыңдар бойымен өтеді бетінің кедір-бұдырлық профилі, қатты бекітілетін индентатордан түзілген [6,7]. Индентордың серпімді бекітілуімен тегістеуішті екі рет қолдану (екі өту үшін тегістеу) белгілі бір жағдайларда наноқұрылымды өңдеуге әкеледі. Қатты серпімді тегістеу үшін 1-суретте тиімді қатты - серпімді тегістеуіштің аралас конструкциясы көрсетілген. Әрлеу-қатайту өңдеуге арналған құрама құралдың конструкциясы мынадай элементтерді қамтиды: 1 сепаратор, 2 шар, 3 мойынтірек, 4 ось, 5 ұстағыш, 6 бұранда, 7 өзек, 8 серіппе, 9 бұранда, индентор 10, 11 бұранда, 12 бұранда, 13 гайка, 14 қыздыру элементі, 15 вольтметр, трансформатор 16. Осылайша, индентор мен бөлік арасындағы қатаң кинематикалық байланыс қамтамасыз етіледі, ал пластина мен бөлік арасында серпімді кинематикалық байланыс орнығады.

Металл бетін қатты серпімді үтіктеу кезінде $R_a = 0,02-0,1$ мкм бетінің кедір-бұдыр параметрі қамтамасыз етіледі; қатайтылған қабаттың тереңдігі 0,2 мм-ге дейін; бірінші типтегі қалдық қысу кернеулері 200 МПа-дан асады; беткі қабаттың микроқаттылығы 4000 МПа-дан асады (серпімді бекітумен инденторды $R_a = 0,01$ мкм-ге дейін жеткізу кезінде; орташа, нақты мәндер өңделетін материалдан өндірілген).

Қолайлы күңгірт пішінді беттің кедір-бұдырлығының тұрақты профилі қалыптасады, біртекті қатайтылған қабаттың субстратындағы жоғарғы тығыз біртекті қатайтылған қабат беті айна тәрізді жылтырға ие болады. Қатты серпімді тегістеу баяу бұралудан кейінгі келесі ауысу арқылы жүзеге асырылады. Алдымен беті индентаторды қатты бекітетін құралмен тегістеледі (қатты тегістеу; әмбебап станоктарда немесе сандық бағдарламалық басқарылатын (СББ) станоктарда қолданылған жөн. Осылайша, бұралудан кейін болуы мүмкін толқын жойылады [8,9]. СББ станоктарындағы кернеуді дәл реттеу үшін сенсор қолданылады, оның дискретті сигналы автоматика контроллеріне түседі. Сенсор құралға бекітіледі немесе енгізіледі. Осылайша индентордың бөлікті (координатты) түрту сәті анықталады, яғни "нөлдік созылу". Радиусы 3 мм-ге дейінгі индентор қолданылады. Бұл жағдайда бөліктің беткі қабаты қатайтылып, алдын-ала кедір-бұдыр пайда болады. Содан кейін бөліктің беті серпімді индентаторды бекітетін құралмен үтіктеледі (серпімді үтіктеу), мысалы, Cogsdill DB-3 Diamond Burnishing Tool құралы, негізгі талап — үтіктеу қондырғысы қажетті өңдеу дәлдігін қамтамасыз етеді



Сурет 1. Қатты - серпімді тегістеуіштің конструкциясы

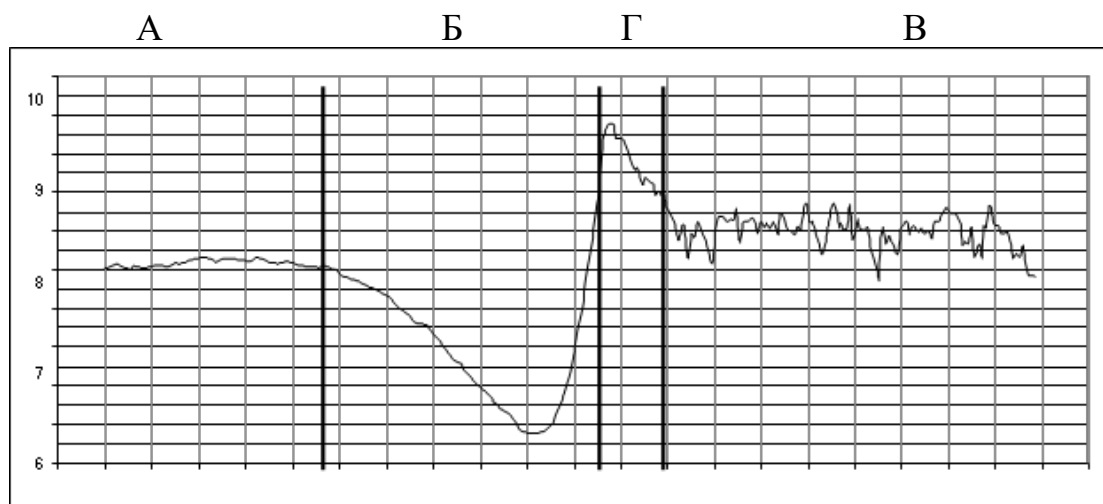
Индендорды қысу күші станоктан тыс реттеледі. Содан кейін басқару бағдарламасында тегістеу үшін координатты орнатуда тарелка кестесі қолданылады (индендорды енгізу мөлшері - тегістеу күші). Тегістеуіш алдын-ала кедір-бұдыр профилінен өтіп, Ra алдын-ала кедір-бұдыр параметрін барынша азайтады және бөлшектің беткі қабатының микроқұрылымын қалыптастырады. Радиусы 3 мм-ден асатын индендор қолданылады (үлкен радиуста тегістелген Ra бетінің кедір-бұдыр параметрі аз болады).

Токарлық-револьвер тобындағы көлбеу кереуеті бар екі калибрлі СББ станогында (немесе HYPER QUADREX 250 MSY «Mazak» және ұқсас жабдықтар) бір қатты және серпімді тегістеуіштерді қолданған жөн. Бұл ретте серпімді тегістеуіш кедір-бұдырды барынша тегістеу үшін тегістеуіштердің берілуі тең болған кезде, бойлық берудің жартысының еселенген шамасына (тақ сандар) қатты тегістеуішке қатысты қысуы тиіс. Индендор мен пластина бір-бірінің арақашықтығында станок орталықтарының осі бағытында орналасқандықтан, индендордан пайда болған беттің кедір-бұдырлығының биіктік параметрлері 4 есеге дейін азаяды. Өйткені пластина индендордан пайда болған беттің кедір-бұдыр профилінің шығыңқы бөлігінен өтеді (бұл жұмыс беруін таңдаумен қамтамасыз етіледі). Бөлшекті өңдеу кезінде-жұмыс берудегі айналу денелері, алдымен индендормен қатты тегістеу арқылы бөліктің беткі қабатының максималды микроқаттылығы және қалдық қысу кернеулері, сондай-ақ бастапқы кедір-бұдыр, содан кейін пластинамен серпімді тегістеу нанометрлік диапазондағы бөлік бетінің кедір-бұдырын және беткі қабаттың қабатты микроқұрылымын қалыптастырады.

Нәтижелер және талқылау

Бұл құралдың конструкциясы элементтердің әртүрлі радиустары есебінен жауапты бөліктердің жұмыс беттері беткі қабатының сапа параметрлерін жан-жақты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді: индентор пластинадан аз радиусты алуы керек. Қатты серпімді тегістеуішті қолдану тәжірибесі бөліктің бетінде тығыз, біртекті қатайту қабаты пайда болатынын көрсетті. Содан кейін ол бөлшектердің жоғары өнімділік қасиеттерін қамтамасыз ететін гетерогенді қатайтылған қабатқа өтеді. Беткі қабатта қатты серпімді тегістеу нәтижесінде біртекті тығыз қатайтылған қабаты бар микроқұрылым қалыптасады (серпімді бекітумен тегістеу арқылы қалыптасады; қатты бекітпесі бар индентормен тегістелгеннен кейін материалдың пластикалық деформациясы бөліктің өлшемін өзгертуге әкелетіндіктен, серпімді бекітпесі бар индентор үшін "0" бетін анықтауда станокты баптау міндетті болып табылады; сығымдау күші біртекті қатайтылған қабатты қалыптастыру үшін қажет болатындай серпімді индентор алдын-ала кедір-бұдырдың шыңдарын тегістеп, оны толығымен "жыртып" алмауы керек, яғни, егер қажетті күштен асып кетсе - "жаңа" кедір-бұдыр пайда болады, ал егер күш аз болса-көп қабатты микроқұрылым пайда болмайды; бірінші жуықтауда белгілі бір материалды тегістеу кезінде тегістеу режимі үшін күштің жоғарғы мәніне назар аудару керек), ол қатайтылған біркелкі емес қабатқа өтеді (қатты бекіту арқылы тегістеу қалыптасады); $R_a < 0,1$ мкм бөлігі бетінің кедір-бұдыр параметріне қол жеткізіледі. Осылайша, бөліктің беткі қабатының тозуға төзімділігі және оның дұрыс геометриялық пішіні қамтамасыз етіледі.

Беткі бұзылулардың деформациясын және үтікшелген беттің пайда болу процесін зерттеу үшін өңделген беттен бастапқы бетке өту орындарының профильдері алынып тасталды (2 сурет).



А – тегістелген бет; Б – өңделетін беттің үтіктеу құралының жұмыс бетімен жанасу учаскесі;
В – үтіктеу құралымен көтерілген бастапқы беттің учаскесі; Г – бұйымның бастапқы беті

2 сурет. Титан нитридімен қапталған TiN бөлшектің жұмыс беті профилограммасы:

Алынған профиль бағдарлама арқылы цифрландырылды. Алынған мәліметтер Excel электрондық кітабының парағына орналастырылды, содан кейін беттердің кедір-бұдырлығы есептелді. Жұмыс беттерінің Rz кедір-бұдырлығын өлшеу нәтижелері кестеде көрсетілген.

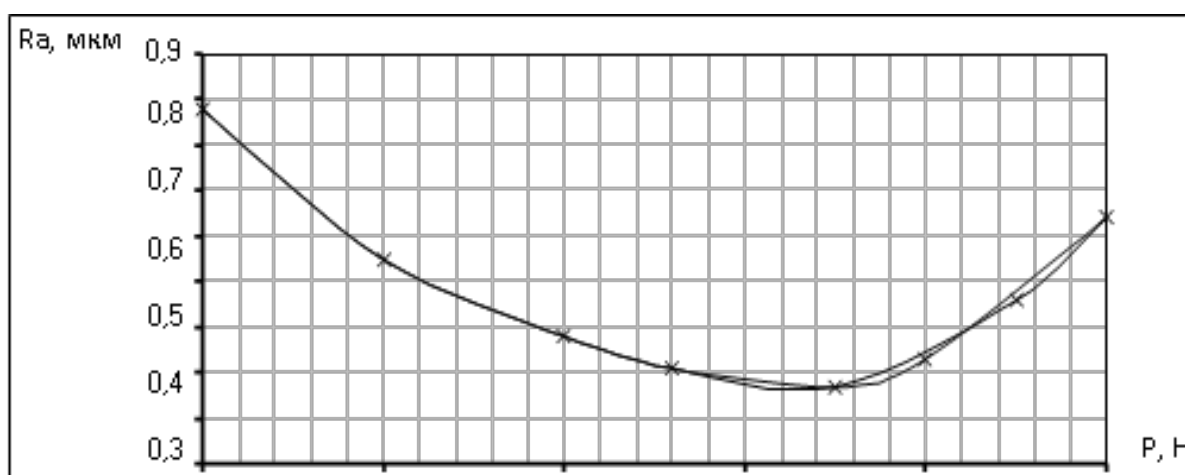
1 кесте. Тегістелген және тегістелмеген жұмыс беті TiN жабыны бар бөлшектер Rz кедір-бұдырын өлшеу нәтижелері

Профограмма учаскелері	Негізд. ұзындығы	Тік ұлғайту	Мах, мм бар бес нүктенің ординаттары	Мін, мм бар бес нүктенің ординаттары	Rz кедір бұдыр параметрі, мм
Учаске Г	0,8	10×10^3	27,2; 27,2; 26,5; 26,3; 26,7	11,6; 7,6; 14; 13,7; 13	$1,48 \times 10^{-3}$
Учаске А	0,8	10×10^3	8,2; 8,0; 7,9; 8, 2; 7,7.	5; 5,4; 5,7; 6,4; 5,5	$0,24 \times 10^{-3}$

Алмаз құралдарымен тегістелгеннен кейін беттің кедір-бұдырлығын зерттеу жоғары қаттылыққа (HRC 62...64) дейін қатайтылған, жоғары беріктігі бар TiN жабынды жоғары жылдамдықты болаттар беттік пластикалық деформацияға жақсы жауап беретінін көрсетті, бұл кезде беттің кедір-бұдырлығы күрт төмендейді және бөлшектердің беткі қабаты қатаяды.

Алмазды тегістеу келесі режимдермен жүзеге асырылды: өңдеу жылдамдығы $V = 20$ м/мин; беру – $S = 0,05$ мм/айн; радиалды күш $P = 180$ Н. Өңдеу үшін цилиндрлік жұмыс беті бар құрал қолданылды $R\zeta = 1$ мм. TiN тозуға төзімді жабыны бар зерттелетін жоғары жылдамдықты болат үшін бұл комбинация $R = 1$ мм кезінде 160...210 Н аймағында орналасқан. Шағын қалыңдықтағы жабындарды үтіктеу кезінде (2-10 мкм) радиалды күштің оңтайлы мәнімен салыстырғанда шамалы жоғарылауы байланыс кернеуі ілінісу беріктігінің шамасынан асып кетуіне байланысты кедір-бұдырдың күрт төмендеуіне және жабынның қабыршақтануына әкелуі мүмкін.

Осылайша, титан нитридi бөлігінің бетін үтіктеу кезінде оңтайлы P күші негізінен жабынның қалыңдығына, негіз мен жабын материалдарының физика-механикалық қасиеттеріне және олардың адгезиясының беріктігіне байланысты. $R = 1$ мм кезінде P радиалды күшінің кедір-бұдырлардың биіктігіне әсері 3 суреттегі графиктермен көрсетілген. Үлгілерді өңдеу токарлық станокта 0,05 мкм/айн. беріліс арқылы жүзеге асырылды.



болат Р6М5 жабыны TiN

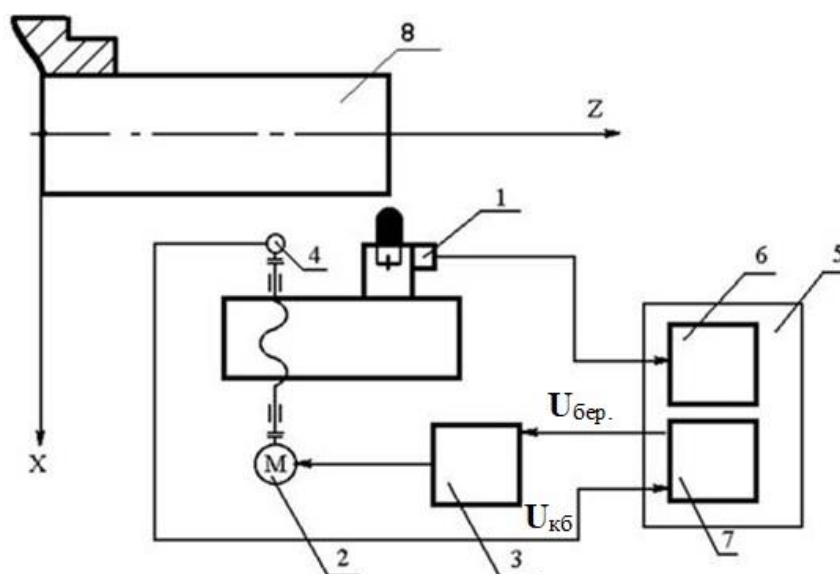
(жұмыс бетінің пішіні бар алмаз тегістеу құралы радиусы RЦ = 1 мм цилиндр;
S = 0,05 мм / айн)

3 сурет. P радиалды күштің өңделген беттің кедір-бұдырына әсері:

Өңделген беттің кедір-бұдырына S беріліс мөлшері айтарлықтай әсер етеді. Оңтайлы беріліс мәні беріліс қозғалысы бағытындағы пластикалық басып шығару мөлшеріне байланысты. S = 0,25 мкм/айн. берілу кезінде кедір-бұдырдың минималды мәніне қол жеткізіледі. Азықтандыру мөлшерінің одан әрі төмендеуі кедір бұдырға аз әсер етеді

Тәжірибелер көрсеткендей, негізгі қозғалыс жылдамдығы үтіктелген беттің кедір-бұдырына әсер етпейді. Алайда, құралдың серпімді бекітілуімен де, дайындаманың радиалды соққысы кедір-бұдырға айтарлықтай әсер етеді.

Айта кету керек, классикалық индентормен пластина түрінде үтіктегенде, оның жұмыс беті радиуспен ені бойынша профильденген кезде, бөлшектердің – айналу денелерінің сатылы беттерін толығымен үтіктеу мүмкін емес. Өйткені сфералық индентор үтіктелген бетке іргелес сатының соңына түседі және ұзындығы индентор мен пластина арасындағы қашықтыққа тең болатын аймақ үтіктелмеген күйінде қалады. Бөлшектердің – айналу денелерінің сатылы беттерін толығымен үтіктеу мүмкіндігін іске асыру үшін инденторды пластина түрінде қолдану ұсынылады, оның жұмыс беті пластинаның қалыңдығы бойынша радиуспен қосымша профильденеді. Үтіктеу кезіндегі созылу тек ондаған микрометр болғандықтан, оны орнатудағы дәлдік үтіктеуден кейін алынған бөліктің беткі қабатының сапасын анықтайды. Демек, құралды "нөлдік" кернеуге (берілген кернеу мәнінің анықтамалық нүктесі) баптаудың негізгі мәні бар, оны СББ токарлық станоктарда келесі жолмен жүзеге асыруға болады (4 сурет).



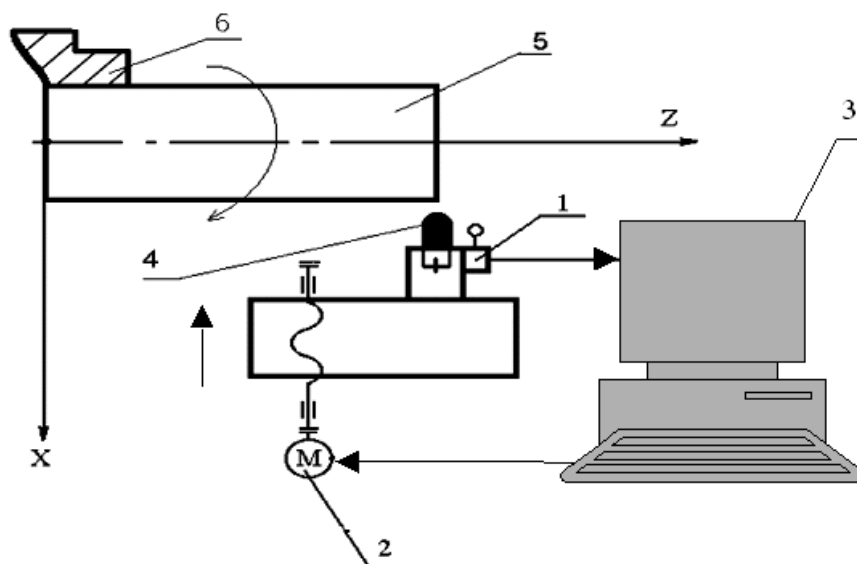
1 - дайындаманың құралмен жанасу сенсоры; 2 - беріліс жетегінің атқарушы электр қозғалтқышы; 3 - тиристорлық түрлендіргіш; 4 - беріліс жетегінің жағдайы бойынша кері байланыс сенсоры, 5 - СББ құрылғысы; 6 - электр автоматика контроллері; 7 - электр жетектерінің контроллері; 8 - дайындама

4 сурет. Берілген кернеуді автоматты түрде қамтамасыз ету жүйесі:

Берілген кернеуді автоматты түрде қамтамасыз ету жүйесі келесідей жұмыс істейді: басқару бағдарламасында өңделетін дайындамаға жылдам жүріс жылдамдығымен құралдың соққысыз жетегі 8-ден дайындаманың бетінен X координатасы бойынша $\Delta = 0,2 - 0,1$ мм шамасына дейінгі нүктеге дейін беріледі. Әрі қарай, басқару бағдарламасында Δ -дан асатын $\Delta_{зад}$ кепілдендірілген артқы жағына минималды беріліспен X бойынша жылжу беріледі. 7 Электр жетегінің контроллері тиісті $U_{бер.}$ сигналын құрайды. Қосуды тиристорлық түрлендіргіш 3 координатасы бойынша X. беріліс жетегінің электр қозғалтқышы 2 берілген қозғалысты орындай бастайды. Бұл ретте берілген орын ауыстыруды және оның кері байланыс арнасы арқылы 4 ($U_{кб}$) кері байланыс сенсорынан алынған нақты мәнің салыстыру орын алады. Сонымен қатар, жанасу сенсорының күйі тексеріледі 1. Ол үшін сенсорға сауалнама жүргізіледі немесе жүйенің жоғары дәлдігіне қолжеткізілетін осы жүйенің үзіліс бойынша жұмысы ұйымдастырылады. Дайындаманы құралмен тұрту кезінде 1 электрконтактілі датчиктен дискретті сигнал 6 автоматика контроллеріне түседі, бұл интерполяция процедурасының тоқтатылуына, $U_{бер.} = 0$ түзілуіне, демек, беріліс жетегінің электр қозғалтқышының тоқтауына, "жақтауды өңдеудің аяқталуы" белгісін қалыптастыруға әкеледі. Әрі қарай, берілген кернеудің мәні беріледі және жұмыс режимдерінде үтіктеу процесі басталады.

Тәжірибе көрсеткендей, кейде СББ жүйесін жетектердің электрлік бөлігін өзгертпестен сақтайтын дербес компьютермен ауыстыру орынды. Құрал дайындаманың бетіне тиген кезде пайда болатын діріл сигналдарын компьютерлік талдауға негізделген

берілген кернеуді автоматты түрде қамтамасыз ету жүйесі 5-суретте көрсетілген. Бұл жағдайда компьютердің металл өңдеу жабдықтарымен байланысы арнайы интерфейс құрылғылары арқылы жүзеге асырылады және барлық дискілер үшін өзіндік сервистік бағдарлама жасалады. Құралды "нөлдік" кернеуге орнатқан кезде дербес компьютерден басқарылатын станоктар үшін құралдың жанасуын бақылаудың қосымша құрылғыларын енгізбей-ақ жасауға болады [10].



1-діріл датчигі 1, 2-беріліс жетегінің атқарушы электр қозғалтқышы, 3-компьютер, 4 - тегістегіш, 5-дайындама 5, 6-картридж

5 сурет. Берілген кернеуді автоматты түрде қамтамасыз ету жүйесі:

Ол үшін сервистік (басқарушы) бағдарламада аспаптың өңделетін дайындамаға жылдам жүріс жылдамдығымен дайындаманың бетінен X координаты бойынша $\Delta = 0,2 - 0,1$ мм шамасына дейінгі нүктеге "соққысыз" жеткізілуі беріледі. Әрі қарай, ең аз беріліспен X бойымен, Δ -дан асатын кепілдендірілген Δ бер, артқы жағына жылжу беріледі.

Түрту пайда болғаннан кейін (тиісінше діріл сигналы пайда болады), бағдарлама станокқа қызмет көрсететін X-сервистік бағдарлама бойынша координатаны бекіту туралы хабарлама жібереді. Құралды "нөлдік" кернеуге бекіткеннен кейін берілген кернеудің мәні орнатылады. Бұл әдіс практикалық іске асыруда қарапайым және теңдеу дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Діріл сигналын талдайтын бағдарламада дірілге сезімталдықты өзгерту мүмкіндігі қарастырылған, онда "нөлдік" кернеуге жету туралы хабарлама жіберіледі. Бұл үтіктегіштің жұмыс бөлігінің геометриясы мен материалына байланысты кернеуді реттеуге мүмкіндік беру үшін (олар діріл деңгейіне айтарлықтай әсер етеді), сондықтан күшті демпферлік деңгей болған жағдайда да (діріл энергиясын сіңіру өлшемі) дірілге сезімталдық шегін арттыруға және жоғары дәлдікті сақтауға болады. Егер құрал инденторы дайындаманың бетіне тиген кезде амплитудасы қандай жиілікте өзгертетіні белгілі болса, онда бұл жағдайда бағдарламада осы (көрсетілген) жиілікте пайда болған тербелістерді бақылау мүмкіндігі қарастырылған.

Қорытынды

Бөлшектерді екі құралмен беттік пластикалық деформациямен өңдеудің біріктірілген әрлеу және қатайту технологиясы өңдеу өнімділігін арттыруға, бөлшектердің жұмыс беттерінің беткі қабатының сапа параметрлерін, соның ішінде құралды дәл баптау арқылы жан-жақты қамтамасыз етуге, бөлшектерді өндірудің минималды құнын қамтамасыз етуге және бәсекеге қабілетті құралдарды әзірлеуге және енгізуге ықпал етеді.

Авторлардың қосқан үлесі:

Булесбаева Г.Ж., Табылов А.Ө., Букаева А.З. – тұжырымдама, әдістеме, ресурстар, мәліметтер жинау.

Сүйеуова Н.Б., Кожобекова П.А. – талдау, визуализация, интерпретация, жазу, өңдеу, қаржыландыру.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Абульханов С.Р. Особенности формирования поверхностного слоя при алмазном выглаживании деталей / С.Р. Абульханов, Д.С. Горяинов, Д.Л. Скуратов, А.Н. Швецов // СТИН. – 2014. – №8. – С. 28-31.
2. Антонюк, Ф.И. Влияние шероховатости исходной поверхности на силу алмазного выглаживания / Ф.И. Антонюк, В.В. Калмыков, В.А. Федоров // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 12. – С. 171-180.
3. Губанов В. Ф. Выглаживание: качество, технологии и инструменты: монография. — М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2013. — 70 с.
4. Губанов В.Ф. Технология обработки деталей концентрированной энергией и комбинированным поверхностным пластическим деформированием // Технология машиностроения. – 2017. – № 3. – С. 10-12.
5. Губанов В.Ф. Выглаживание: качество, технологии и инструменты: монография / В.Ф. Губанов. – М: Изд-во Академия Естествознания, 2013. – 70 с.
6. Губанов В.Ф. Комплексное обеспечение профиля шероховатости и микротвердости поверхности при алмазном выглаживании / В.Ф.Губанов // Упрочняющие технологии и покрытия. – М.: Машиностроение. – 2009. – №1(49). – С. 49-52.
7. Зубков Э.И. Повышение эффективности выглаживания наружных цилиндрических поверхностей инструментом из минералокерамики: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08/ Зубков Э.И. - М., 1992.
8. Кузнецов В. П. Теоретическое обоснование и реализация наноструктурирующего выглаживания при обработке прецизионных деталей из конструкционных сталей: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.02.07 / [Институт физики прочности и материаловедения СО РАН]. – Томск, 2013. – 34 с.
9. Кузнецов В.А. Теоретические исследования зависимости геометрических параметров области контакта инструмента и заготовки от способа установки инструмента при обработке выглаживанием / В.А. Кузнецов, В.А. Васильев, Э.Н. Беженарь, И.В. Заболотная, Д.А. Сазонов, А.В. Смирнов // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. - 2012. - Т. 2. - № 2. - С. 104-109.

10. Кузнецов В.А., Заболотная И.В., Смирнов А.В., Сазонов Д.А. Технологическое обеспечение параметров макро- и микрогеометрии при выглаживании наружных цилиндрических поверхностей деталей машин./ В.А. Кузнецов, И.В. Заболотная, А.В. Смирнов, Д.А. Сазонов // Грузовик. – 2013. – № 5. – С. 35-37.

References

1. Abul'hanov, S.R. Osobennosti formirovaniya poverhnostnogo sloja pri almaznom vyglazhivanii detalej / S.R. Abul'hanov, D.S. Gorjainov, D.L. Skura-tov, A.N. Shvecov // STIN. – 2014. – №8. – S. 28-31. [in Russian].

2. Antonjuk, F.I. Vlijanie sherohovatosti ishodnoj poverhnosti na silu almaznogo vyglazhivaniya / F.I. Antonjuk, V.V. Kalmykov, V.A. Fedorov // Nauka i obrazovanie. MGTU im. N. Je. Baumana. – 2014. – № 12. – S. 171-180. [in Russian].

3. V.F. Gubanov. Vyglazhivanie: kachestvo, tehnologii i instrumenty: Monografija. — M.: Izdatel'skij dom Akademii Estestvoznaniya, 2013. — 70 s. [in Russian].

4. V.F. Gubanov. Tehnologija obrabotki detalej koncentrirovannoj jenergiej i kombinirovannym poverhnostnym plasticheskim deformirovaniem // Tehnologija mashinostroeniya. — 2017. — № 3. – S. 10-12. [in Russian].

5. Gubanov, V.F. Vyglazhivanie: kachestvo, tehnologii i instrumenty: monografija / V.F. Gubanov. – M: Izd-vo Akademija Estestvoznaniya, 2013. – 70 s. [in Russian].

6. Gubanov, V.F. Kompleksnoe obespechenie profilja sherohovatosti i mikrotverdosti poverhnosti pri almaznom vyglazhivanii / V.F. Gubanov // Uprochnjajushhie tehnologii i pokrytija. – M.: Mashinostroenie. – 2009. – №1(49). – S. 49-52. [in Russian].

7. Zubkov Je.I. Povyshenie jeffektivnosti vyglazhivaniya naruzhnyh cilindricheskih poverhnostej instrumentom iz mineralokeramiki: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.02.08/ Zubkov Jeduard Igorevich - M., 1992. [in Russian].

8. V.P. Kuznecov. Teoreticheskoe obosnovanie i realizacija nanostrukturirujushhego vyglazhivaniya pri obrabotke precizionnyh detalej iz konstrukcionnyh stalej : avtoreferat dis. ... doktora tehniceskix nauk: 05.02.07 / [Institut fiziki prochnosti i materialovedeniya SO RAN]. – Tomsk, 2013. – 34 s. [in Russian].

9. Kuznecov V.A. Teoreticheskie issledovaniya zavisimosti geometricheskix parametrov oblasti kontakta instrumenta i zagotovki ot sposoba ustanovki instrumenta pri obrabotke vyglazhivaniem / V.A. Kuznecov, V.A. Vasil'ev, Je.N. Bezhenar', I.V. Zabolotnaja, D.A. Sazonov, A.V. Smirnov // Izvestija Moskovskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta MAMI. - 2012. – T. 2. – № 2. – S. 104-109. [in Russian].

10. Kuznecov V.A., Zabolotnaja I.V., Smirnov A.V., Sazonov D.A. Tehnologicheskoe obespechenie parametrov makro- i mikrogeometrii pri vyglazhivanii naruzhnyh cilindricheskix poverhnostej detalej mashin./ V.A. Kuznecov, I.V. Zabolotnaja, A.V. Smirnov, D.A. Sazonov // Грузовик. - 2013. – № 5. – S. 35-37. [in Russian].

Г.Ж. Булекбаева¹, А.У. Табылов¹, А.З. Букаева*¹, Н.Б. Суйеуова¹, П.А. Кожобекова²

¹НАО «Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова», Актау, Казахстан

²НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова», Шымкент, Казахстан

Комплексное обеспечение параметров качества поверхностного слоя деталей инновационным методом комбинированной отделочно-упрочняющей обработки

Аннотация. Надёжность и долговечность изделий современного машино-строительного производства в значительной степени зависят от качества их поверхностного слоя, и это диктует необходимость применять такие методы обработки, которые наряду с улучшением микрогеометрии поверхности детали изменяли бы в нужном направлении структуру, физико-механические свойства и напряженное состояние поверхностного слоя. В статье исследован комбинированный метод поверхностного пластического деформирования, сочетающий жесткое и упругое выглаживание и позволяющий комплексно обеспечивать параметры качества поверхностного слоя деталей. Рассмотрены возможности использования комбинированного инструмента для жестко-упругого выглаживания и системы автоматического обеспечения заданного натяга при выглаживании. Использование системы автоматического обеспечения заданного натяга при выглаживании позволяет с высокой точностью настраивать силовые параметры процесса. Практическое значение работы - установлено, что в результате жестко-упругого выглаживания в поверхностном слое образуется микроструктура с однородным плотным упрочненным слоем, формирующая регулярный профиль шероховатости поверхности благоприятной притупленной формы и обеспечивающая повышенную износостойкость поверхностного слоя детали и её правильную геометрическую форму.

Исследование в данной статье направлено на решение этих проблемных вопросов и проводится в рамках проекта АР19680395 «Исследование напряженно-деформированного состояния наплавляемых деталей и разработка метода снижения их деформаций в процессах поверхностного пластического деформирования» по грантовому финансированию Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Ключевые слова: поверхностный слой детали, отделочно-упрочняющая обработка, поверхностное пластическое деформирование, жесткое и упругое выглаживание, микроструктура, шероховатость поверхности, индентор.

G.Zh. Bulekbayeva¹, A.U. Tabylov¹, A.Z. Bukayeva*¹, N.B. Suieyova¹,
P.A. Kozhabekova²

¹NAO Caspian University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov,
Aktau, Kazakhstan

²NAO M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Comprehensive provision of quality parameters of the surface layer of parts by an innovative method of combined finishing and hardening treatment

Abstract. The quality of the surface layer significantly affects the reliability and durability of modern machine-built products. Therefore, it is necessary to use processing methods that improve the microgeometry of the part surface and positively impact the structure, physical and mechanical properties, and stress state of the surface layer. The article investigates a combined method of surface

plastic deformation, combining rigid and elastic smoothing and allowing to comprehensively ensure the quality parameters of the surface layer of parts. The possibilities of using a combined tool for rigid-elastic smoothing and a system for automatically providing a given tension during smoothing are considered. The use of an automatic system to ensure a given tension during smoothing allows you to adjust the power parameters of the process with high accuracy. The practical significance of the work is that as a result of rigid elastic smoothing, a microstructure with a homogeneous dense hardened layer is formed in the surface layer, forming a regular surface roughness profile of a favorable blunted shape, and providing increased wear resistance of the surface layer of the part and its correct geometric shape.

The research in this article is aimed at solving these problematic issues and is carried out within the framework of the AP19680395 project "Study of the stress-strain state of deposited parts and development of a method for reducing their deformations in the processes of surface plastic deformation", under grant funding from the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: surface layer of the part, finishing-strengthening treatment, surface plastic deformation, hard and elastic smoothing, microstructure, surface roughness, indenter.

Авторлар туралы мәлімет:

Булекбаева Г.Ж. – PhD, машина жасау және көлік кафедрасының қауымдастырылған профессоры, КеАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау, Қазақстан

Табылов А.Ө. – т.ғ.к., машина жасау және көлік кафедрасының қауымдастырылған профессоры, КеАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау, Қазақстан

Букаева А.З. – хат-хабар авторы, PhD, машина жасау және көлік кафедрасының қауымдастырылған профессоры, КеАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау, Қазақстан

Суйеуова Н.Б. – т.ғ.м., машина жасау және көлік кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау, Қазақстан

Кожабекова П.А. – т.ғ.к., ақпараттық жүйелер және модельдеу кафедрасының доценті, КеАҚ «М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті», Шымкент, Қазақстан

Bulekbayeva G.Zh. – PhD, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Aktau, Yessenov University, Kazakhstan.

Tabylov A.U. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan.

Bukayeva A.Z. – corresponding author, PhD, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Aktau, Yessenov University, Kazakhstan.

Suiyeva N.B. – master of technical sciences, Senior lecturer of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Yessenov University, Aktau, Kazakhstan.

Kozhabekova P.A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information systems and modeling, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.