

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) FI 870257 A7

**(12) JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **870257**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
B23B 1/00

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **23.05.1985**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **21.01.1987**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **21.01.1987**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **23.05.1985 PCT/SU1985/000045**
Internationell ansökan - International
application

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Mogilevskoe Otdelenie Fiziko-Technicheskogo Instituta, Ulitsa Byalynitskogo-Biruli, 11, Mogilev, U.R.S.S., (SU)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Shaturov, Gennady Filippovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
2 • Poduraev, Viktor Nikolaevich, TOWN UNKNOWN, U.R.S.S., (SU)
3 • Pozdnyakov, Leonid Pavlovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
4 • Kozhevnikov, Anatoly Sergeevich, USSR, U.R.S.S., (SU)
5 • Nadvikov, Alexei Matveevich, USSR, U.R.S.S., (SU)
6 • Anisovich, Gennady Anatolievich, USSR, U.R.S.S., (SU)
7 • Zhukovsky, Evgeny Grigorievich, USSR, U.R.S.S., (SU)
8 • Mrochek, Zhorzh Adamovich, USSR, U.R.S.S., (SU)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Materiaalien työstömenetelmä.

Bearbetningsförfarande för material.

Materiaalien työstömenetelmä

Tekninen alue

5 Käsiteltävä keksintö koskee työstämistä ja nimenomaan se koskee materiaalien työstömenetelmiä.

Keksinnön tausta

Selostuksen helpottamiseksi ja yksinkertaistamiseksi leikkuutyökaluun ja/tai työkappaleeseen niiden keskinäisen liikkeen aikana leikkuuprosessin suorittamiseen tarvittavalla nopeudella V kohdistettua liikettä, kun leikattu kerros muutetaan lastuksi, nimitetään seuraavassa pääliikkeeksi. Sitä työkaluun ja/tai työkappaleeseen kohdistettua liikettä, joka tarvitaan leikkuutoiminnon toistamiseen useita kertoja, nimitetään syöttöliikkeeksi S. Työkalun leikkuureunan ja työkappaleen välistä kosketuskulmaa nimitetään keskuskulmaksi ψ_0 , joka mitataan leikkuureunan geometriseen keskusta nähden ja on leikkuureunan ja työkappaleen välisen kosketuksen ääripisteiden välissä. Leikkuureunan kärjeksi nimitetään sitä leikkuureunassa olevaa pistettä, joka 20 työntyy syvimmälle työstettävään materiaaliin. Sitä pintaa, jota pitkin lastu siirtyy pois työstämisen aikana, nimitetään työkalun leikkuelementin etupinnaksi. Työkappaleen puolella työstöprosessin aikana olevaa leikkuelementin pintaa nimitetään takapinnaksi. Työkalun leikkuelementin etupinnan ja takapinnan välistä siirtymissädettä 25 leikkuureunaan nähden kohtisuorassa tasossa nimitetään reunasäteeksi.

Sitä osaa leikkuureunan ja työkappaleen välisessä kosketuskulmassa, joka on leikkuukyvytön ainakin yhdessä 30 leikkuureunan pisteessä, nimitetään työkalun leikkuureunan kuluneeksi osaksi.

Leikkuureunan sitä osaa, joka ei osallistu leikkuuprosessiin eikä menetä leikkausominaisuuksiaan missään leikkuureunan pisteessä, nimitetään työkalun leikkuelementin 35 leikkuureunan teräväksi osaksi.

Leikkuutyökalun käyttöaikaa, jonka kuluessa leikkuureunan leikkausominaisuudet pysyvät ennallaan tiettyssä pisteessä, kun sen sijaan työkalun leikkuuelementin takapinnan kuluminen tässä pisteessä saavuttaa sille sallitun

5 maksimiarvon, nimitetään työkalun leikkuuelementin tämän pisteen kestävyysperiodiksi T. Leikkuureunan kulumista tiettyssä pisteessä pidetään työkalun leikkuuelementin takapinnan kulumisena tässä pisteessä. Leikkuuprosessia, joka käsittää työkappaleen työstämisen työkalun leikkuuelementin
10 pysähtyessä kerran ja suoritettaessa yhden kulmakääntämisen, nimitetään työstöjaksoksi, kun taas sitä aikaa , jonka kuluessa tämä työstäminen tapahtuu, nimitetään yksittäisjaksoajaksi.

Leikkuureunan sitä osaa, jonka sen ja työkappaleen
15 välinen kosketuskulma rajaa, nimitetään seuraavassa leikkausvyöhykkeeksi. Leikkuureunan sitä osaa, joka ulottuu sen kärjestä syöttösuunnassa sen ja työkappaleen väliseen äärikosketuspisteeseen, nimitetään työkalun leikkuuelementin leikkuureunan pääosaksi. Leikkuureunan sitä osaa, joka
20 ulottuu sen kärjestä syöttösuuntaan nähden vastakkaisessa suunnassa leikkuureunan ja työkappaleen väliseen äärikosketuspisteeseen, nimitetään työkalun leikkuuelementin leikkuureunan apuosaksi.

Alalla tunnetaan hyvin sellainen materiaalien työstömenetelmä, jossa käytetään leikkuuelementtiä, joka on tehty pyöreän leikkuureunan käsittäväksi pyöriväksi rungoksi. Tässä aikaisemmassa menetelmässä työstöprosessi jatkuu siihen saakka, kunnes ainakin yksi työkalun leikkuureunan piste menettää leikkausominaisuutensa ainakin yhdessä leikkuureunan pisteessä siinä osassa, jonka leikkuureunan ja
30 työkappaleen välinen kosketuskulma rajaa. Tämän jälkeen työkalun leikkuuelementin leikkuureunan tämän osan katsotaan kuluneen loppuun ja se korvataan terävällä osalla kääntämällä leikkuuelementtiä akselissa, joka on kohtisuora leikkuureunan sijaintitasoon tai leikkuureunan tukita-
35 soon nähden. Jotta työkalun leikkuuelementin etupinnan

ja takapinnan asento pystytettäisiin pitämään ennallaan työstettävään työkappaleeseen nähden leikkuuelementin edellä mainitun kulmakääntämisen tapahduttua, kulmakääntöakseli sijoitetaan samalle kohdalle leikkuureunan geometrisen akselin kanssa leikkuureunan ollessa tässä aikaisemmassa leikkuutyökalussa pyöreä.

Työkappaleen työstäminen tällä aikaisemmalla leikkuutyökalulla tapahtuu kuormituksen ollessa leikkuureunan jokaisessa pisteessä epätasainen, mikä johtuu kosketuskulmaan liittyvästä leikkauslastun epätasaisesta vahvuudesta. Näin ollen leikkuureunan ja työkappaleen välisen kosketuskulman ääripisteissä kuormitus on nolla tai melkein nolla. Maksimikuormitus kohdistuu leikkuureunan siihen pisteeseen, joka on lähellä leikkauslastun maksimipoikkileikkausta.

Erilaiset kuormitukset leikkuureunan jokaisessa pisteessä leikkuureunan ja työkappaleen välisessä kosketuskulmassa merkitsevät sitä, että työstöprosessin aikana leikkuureunan jokainen piste tekee erilaista työtä, mikä aiheuttaa leikkuureunan erilaisen kulumisen näissä pisteissä. Työkalun leikkuuelementin leikkuureunan kuluneessa osassa on piste, jonka kulumisen vastaa suurinta sallittua arvoa ja jonka leikkausominaisuudet ovat hävinneet. Leikkuureunan kuluneen osan kaikissa muissa pisteissä kulumisen on vähäisempää, jos sitä verrataan leikkuureunan eniten kuluneeseen pisteeseen.

Työstämisen jatkaminen tällaisella leikkuureunalla ei ole mahdollista, koska se aiheuttaa leikkuureunan murtumisen lähellä sitä pistettä, jossa kulumisen vastaa suurinta sallittua arvoa, toisin sanoen leikkuuelementti on tällöin käyttökelvoton.

Näin ollen koko leikkuureunan käyttöaika rajaa leikkuureunan maksimikulumispisteen, koska leikkuureunan kestävyysperiodi T on päättynyt. Kun leikkuureunan kulunut osa korvataan terävällä osalla kääntämällä työkalun leikkuuelementtiä leikkuureunan sijaintitasoon nähden kohtisuorassa akselissa, leikkausvyöhykkeestä jäävät pois sekä se leikkuu-

reunan kulunut kohta, jota ei voida enää käyttää, että myös ne leikkuureunan pisteet, joiden leikkausominaisuudet eivät ole kokonaan hävinneet ja joita voidaan vielä käyttää työstöprosessissa mittapoikkeamien poistamiseen.

5. Näin ollen aikaisemmissa työstömenetelmissä ei voida hyödyntää täysin jokaisen pisteen leikkausominaisuuksia yhtä pistettä lukuunottamatta, toisin sanoen tämän pisteen optimikestävyys vastaa kestävyysperiodia T , mikä lyhentää luonnollisesti leikkuureunaosan kestävyyttä ja leikkutyökalun kokonaiskäyttöikää.

10 Kun työkappale työstetään tällä aikaisemmalla leikkutyökalulla, työkappaleen pintaan muodostuu mikrokohoumia ja ne muistuttavat poikkileikkaukseltaan tietyn korkeuden omaavia harjanteita, jotka ovat tunnusomaisia työstetyn
15 pinnan karkeudelle. Erillisen mikroharjanteen yläpäästä syöttösuuntaan ulottuvan sivupinnan työstää työkalun leikkuelementin leikkuureunan apuosa, joka suuntautuu sen kärjestä syöttösuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan. Mikroharjanteen yläpäästä syöttösuuntaan nähden vastakkaiseen
20 suuntaan suuntautuvan sivupinnan työstää leikkuureunan pääosa, joka suuntautuu sen kärjestä syöttösuuntaan. Työkalun leikkuelementin leikkuureunalla on sädeprofiili; tästä johtuen sen yläpäästä syöttösuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan suuntautuvan lastun vahvuus laskee nollaan. Leik-
25 kuureunan kulumisen ja sen säde kasvavat jatkuvasti työkappaleen työstöprosessissa. Jos leikkuureunan säde vastaa leikatun lastun vahvuutta, työstöprosessi muuttuu leikkuureunan vaikutuksesta työkappaleen pinnan plastista deformaatiota koskevaksi prosessiksi. Koska leikatun lastun
30 poikkileikkaus on mikroharjanteen yläpäässä nolla, leikkuureunan vähäinen kulumisen ja tähän liittyvä leikkuureunan säteen kasvaminen aiheuttavat sen, että plastista deformaatiota koskeva prosessi korvaa sen prosessin, joka työstää harjanteen yläpäästä syöttösuuntaan suuntautuvan sivupinnan osan tai koko sivupinnan.
35

Leikkuureunan muodostama työkappaleen pinnan plastinen deformaatio, kun leikkuureuna suuntautuu kärjestä syöttösuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan, saa aikaan metallin plastisen virtauksen leikkuureunaa pitkin työstettyä pintaa päin, mikä lisää mikroharjanteen korkeutta ja heikentää tämän pinnan laatua.

Koska ei ole sellaisia työstöprosesseja, jotka muodostaisivat tasaiset kuormitukset työkalun leikkuuelementin kumpaankin leikkuureunaan, kun tämä piste on leikkausvyöhykkeessä, ja ohjaisivat samanaikaisesti leikkuureunan kulumista ja sen sädettä, työkalun leikkuuelementin kestävyyttä ei voida sanottavasti lisätä eikä parantaa työstetyn pinnan laatua.

Yhteenvedo keksinnöstä

Käsiteltävän keksinnön päätavoitteena on saada aikaan sellainen materiaalien työstömenetelmä, joka pystyy lisäämään huomattavasti työkalun leikkuuelementin kestävyyttä ja parantamaan työstetyn pinnan laatua kun leikkuureunan jokaiseen pisteeseen kohdistuu tasainen kuormitus, ja ohjaamaan leikkuureunan kulumista, niin että se saadaan yhtenäiseksi.

Tähän tavoitteeseen päästään kehittämällä sellainen materiaalien työstömenetelmä, jossa pääliike ja syöttöliike kohdistetaan työkappaleeseen ja/tai leikkuutyökaluun, jossa on leikkuureuna, ja järjestämällä leikkuuelementin kulmakääntäminen akselissa, joka on kohtisuora leikkuureunan sijaintitasoon nähden, jolloin leikkuureunan kuluneen osan korvaaminen terävällä osalla on helpompaa; keksinnön mukaan leikkuuelementin kulmakääntämiset tapahtuvat vain yhteen suuntaan ja leikkuureunan ja työkappaleen välisen kosketuskulman alueella nollan yläpuolelta alkaen ja puolet mainitusta kosketuskulmasta käsittävänä; se aika, joka tarvitaan tietyn leikkuureunassa olevan pisteen siirtämiseen kosketuskulman läpi, on riittävän pitkä tämän pisteen yhtenäisen kulumisen varmistamiseksi.

Tällainen työkalun leikkuuelementin kulmankääntöarvo takaa leikkuureunan jokaiseen pisteeseen kohdistuvan

kokonaiskuormituksen hyvän tasapainon leikkuureunan siir-
tyessä leikkausvyöhykkeeseen. Tämä johtuu siitä, että leik-
kuureunan jokaisessa pisteessä, kun leikkuutyökalua käy-
tetään, kuormitus kohdistetaan ainakin kaksi kertaa leik-
kuuelementin kulmakääntymisien välillä. Tämän kuormituksen
5 arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin maksimiarvo, mutta
suurempi tai yhtä suuri kuin se minimikuormitus, joka koh-
distuu leikkuureunaan sen ja työkappaleen välisellä kulma-
kosketusalueella. Lisäksi leikkuuelementin kulmakääntymisen
10 aikana leikkuureunan jokainen piste menee kokonaisleikkaus-
vyöhykkeeseen ainakin kerran jokaisen kestävyysperiodinsa
aikana, mikä edistää myös leikkuureunan jokaiseen pisteeseen
kohdistuvan kokonaiskuormituksen tasapainottamista.

Se aika, jonka tietty leikkuureunan piste on leik-
kausvyöhykkeessä tai leikkuureunan ja työkappaleen välisessä
15 kosketuskulmassa, riippuu työkalun leikkuuelementin yhden
kulmakäännöksen kulmasta ja erillisjaksoajasta.

Esimerkiksi, jos leikkuuelementin kulmakääntymisen
kulma pienenee jaksoajan ollessa vakio, toisin sanoen leik-
kuureunan jokaisen pisteen käyttöaika kulmakääntymisen
20 alkamisesta leikkuuelementin seuraavan kulmakääntymisen
alkamiseen, pitenee se aika, jonka tietty leikkuureunan
osa on leikkausvyöhykkeessä. Ja päinvastoin, kun työkalun
leikkuuelementin kulmakääntymisen kulma kasvaa jaksoajan
25 pysyessä samana, lyhenee se aika, jonka tietty leikkuureunan
osa on leikkausvyöhykkeessä. Jotta leikkuureunan kuluminen
olisi tasaista, on sen ajan, jonka leikkuureunan tietty
piste on leikkuureunan ja työkappaleen välisessä kosketus-
kulmassa, oltava riittävän pitkä. Tähän päästään toisaalta
30 sillä yhtenäisellä kokonaiskuormituksella, joka kohdistuu
leikkuureunan jokaiseen pisteeseen, kun tämä piste on ohit-
tanut leikkausvyöhykkeen leikkuuelementin kulmakääntämisen
jälkeen, ja toisaalta valitsemalla se aika, jonka tietty
leikkuureunassa oleva piste on leikkuureunan ja työkappaleen
35 välisessä kosketuskulmassa. Sen kokonaisajan, jonka tietty

leikkuureunassa oleva piste on leikkuureunan ja työkappaleen välisessä kosketuskulmassa, on vastattava sitä aikaa, jonka kuluessa leikkuureunan kuluminen sen jokaisessa pisteessä vastaa suurinta sallittua arvoa.

5 Leikkuuelementin kulmakääntämiset suoritetaan mieluummin siirtämällä leikkausvyöhykkeessä pyöreässä leikkuureunassa olevia pisteitä syöttöliikkeen suuntaan.

10 Kun leikkuureunan pisteet liikkuvat leikkausvyöhykkeessä työstetystä pinnasta syöttöliikkeen suuntaan, leikkuureunan jokaiseen pisteeseen kohdistuva kuormitus kasvaa leikatun lastun poikkileikkauksen tässä suunnassa tapahtuvasta lisääntymisestä johtuen. Samanaikaisesti leikkuureunan jokaiseen pisteeseen kohdistuvan kuormituksen kasvaessa myös sen kuluminen lisääntyy tällä liikeradalla, toisin
15 sanoen leikkuureunan säde tulee suuremmaksi. Leikkuureunan säteen kasvaessa minimistä maksimiin, kun leikkuureunan pisteet liikkuvat mikroharjanteen yläpäästä syöttösuuntaan leikatun lastun poikkileikkauksen kasvaessa, pystytään vähentämään plastista deformaatiota leikkuureunan työkappaleen
20 pinnasta irrottamassa lastussa ja työkalun leikkuuelementin tähän liittyvässä takapinnassa. Plastisen deformaation vähentäminen voidaan todeta erittäin hyvin lähellä leikkuureunan kärkeä leikkuureunan molemmilla puolilla sijaitsevien vierekkäisten mikroharjanteiden sivupinnoissa, joissa leikattu lastu on ohut.
25

Lastun ja työkappaleen pinnan plastisen deformaation vähentyminen leikkausprosessin aikana vähentää kulumista ja lisää työkalun leikkuureunan kestävyyttä sekä parantaa tästä johtuen työstetyn pinnan laatua.

30 Lisäksi leikkuuelementin leikkausvyöhykkeessä tapahtuvan kulmakääntymisen aikana leikkuureunan terävä osa, jonka säde on minimi tai nolla, syötetään työstetyn pinnan puolelta. Tällöin leikkuureunan terävä osa työstää leikkuureunan yläpäästä syöttösuuntaan suuntautuvan mikroharjanteen
35 pinnan osittain tai kokonaan ja myös harjanteen yläpäähän.

Tällä estetään tai minimoidaan metallin plastinen virtaus leikkuureunaa pitkin työstetyn pinnan suuntaan. Näin ollen mikroharjanteen korkeus ei lisäännä, ja työstetyn pinnan laatu paranee.

5 Se aika, jonka leikkuureunan tietty piste on kosketuskulmassa, valitaan mieluummin niin, että se vastaa pystyssä olevan leikkuutyökalun kestävyysarvon kolminkertaista arvoa kolminkertainen arvo mukaanluettuna.

10 Näin saadaan edullinen teho, joka perustuu siihen, että työkalun leikkuuelementin leikkuureunan jokaisen pisteen kulumisen vastaa suuruudeltaan pystyssä olevan leikkuureunan suurinta sallittua kulumista. Tämä mahdollistaa leikkuuelementin leikkuureunan leikkausominaisuuksien hyödyntämisen täydellisesti, jolloin leikkuutyökalun käyttöikä pitenee.

15 Leikkuuelementin pystyasennolla tarkoitetaan sitä asentoa, jossa työkappale työstetään ilman työkalun leikkuuelementin kulmakääntämisiä.

20 Työkalun leikkuuelementtien kulmakääntämiset on teknisesti edullisinta suorittaa työstöprosessin aikana.

25 Kun työkappaleen työstöaika ylittää yhden jakson ajan, leikkuuelementti on käännettävä vetämättä sitä pois työstövyöhykkeestä työstöprosessin aikana. Näin pystytään eliminoimaan leikkuureunan lämpötilan aleneminen, joka tapahtuu työkalun leikkuuelementin jäähtyessä, jos leikkuuelementti vedetään pois leikkuuvyöhykkeestä seuraavaa kulmakääntämistä varten, ja poistamaan myös leikkuureunan jaksotaiset kuormitukset, jotka aiheuttavat väsymissäröjä ja leikkuureunan hilseilyä. Tällä tavoin pidennetään leikkuutyökalun leikkuureunan kestävyyttä. Lisäksi työstettyyn pintaan ei tule mitään uria, jotka johtuvat työkalun leikkuuelementin asentamisesta työstettävään pintaan nähden, kun mainitulle elementille suoritetaan normaali kulmakääntäminen leikkausvyöhykkeen ulkopuolella; tämän vuoksi työstetyn pinnan laatu paranee. Myös työstöteho kasvaa, koska seisona-aikaa ei ole työkalun leikkuuelementin kääntämisen tapahtuessa työstöprosessin tauon aikana.

On toivottavaa, että leikkuuelementin kulmakääntämiset suoritetaan työstöprosessiin liittyen, kun työstettävän kerroksen poikkileikkauspinta-ala on pienempi kuin sen maksimi-arvo.

5 Aloitushetkellä (esimerkiksi silloin, kun leikkuuelementti työnnetään työkappaleeseen ja työstettävän kerroksen poikkileikkauspinta-ala kasvaa nollasta maksimi-arvoon) on tyypillistä, että lämpötilat ovat kosketuskoh-

10 tien alla alhaisia, ja että ne nousevat nopeasti itse kosketuskohdissa, mikä voi aiheuttaa huomattavista lämpötilaeroista johtuvia vaarallisia lämpökuormituksia.

Kosketuskohdilla tarkoitetaan niitä kohtia, joiden avulla leikkuutyökalun etupinta ja takapinta ja nämä pinnat erottava leikkuureuna tulevat kosketukseen irrotetun

15 lastun ja työstettävän työkappaleen kanssa. Näitä kohtia voidaan vähentää suorittamalla työkalun leikkuuelementin kulmakääntäminen työstötoiminnon aikana, mikä tekee mahdolliseksi lämpötilan alenemisen kosketuskohdissa työkalun leikkuuelementin työpisteiden ja lastun ja työkappaleen

20 välisestä lyhyemmästä kosketusajasta johtuen. Pienemmät lämpötilan alenemiset leikkuutyökalun kosketuskohdissa mahdollistavat näiden kohtien lämpökuormitusten vähenemisen ja minimoivat väsymyssäröjen muodostumien leikkuureunaan, jolloin leikkuutyökalun kestävyys ja työstetyn pinnan laatu

25 paranevat.

Leikkuuelementin kulmakääntämisen määrä ja leikkuureunan tietyn pisteen käyttöaika kulmakääntämisen alkamisesta leikkuuelementin seuraavan kulmakääntämisen alkamiseen vaihtelevat leikkausprosessissa seuraavan yhtälön mukaan:

30

$$\tau \cdot \frac{\psi}{\varphi} Z = \text{vakio, jolloin}$$

τ on jaksoaika, toisin sanoen tietyn leikkuureunassa olevan pisteen käyttöaika leikkuuelementin kulmakääntämisen alkamisesta seuraavan kulmakääntämisen alkamiseen,

35 ψ on leikkuureunan ja työkappaleen välinen kosketuskulma,

φ on leikkuuelementin kääntökulma akselissa, joka on kohtisuora leikkuureunan tasoon nähden ja menee sen geometrisen keskustan läpi,

5 Z on luku, joka vastaa määrällisesti tietyn leikkuureunassa olevan pisteen menemistä leikkausvyöhykkeen läpi.

Näin ollen, jotta leikkuureuna saadaan kulumaan tasaisesti koko pituudeltaan erilaisissa työstöolosuhteissa, esimerkiksi leikkuureunan ja työkappaleen välisen kosketuskulman muuttuessa jatkuvasti työstövaran muuttumisesta johtuen, on välttämätöntä, että leikkuureunan jokainen piste
10 on leikkausvyöhykkeessä samanaikaisesti.

Edellä mainittu yhtälö, jonka mukaan leikkuureunan kaikki pisteet saadaan osallistumaan samalla tavalla työstövaran poistamiseen, mahdollistaa tietyn muutoksen käyttämisen, esimerkiksi leikkuureunan ja työkappaleen välisen kosketuskulman muutos muiden parametrien muutoksen määrittämiseksi, esimerkiksi jaksoaika τ ja leikkuuelementin kääntökulma φ . Tämä takaa leikkuureunan yhtenäisen kulumisen sen koko pituudella. Leikkuureunan kaikkien pisteiden leikkausominaisuuksia käytetään täysin hyväksi, mikä lisää leikkuutyökalun käyttöikää, toisin sanoen sen kestävyyttä.
15
20

Lyhyt selostus piirustuksista

Keksintöä selostetaan nyt esimerkin avulla viittamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

25 kuvio 1 esittää kaaviona sellaista työstömenetelmää, jossa leikkuuelementin kulmakääntäminen tapahtuu keksinnön mukaan siirtämällä leikkuureunassa olevia pisteitä syöttöliikkeen suuntaan,

30 kuvio 2 esittää kaaviona akselin työstömenetelmää käännettäessä leikkuutyökalun leikkuuelementti leikkausprosessissa työstettävään työkappaleeseen keksinnön mukaisesti,

35 kuvio 3 esittää kaaviona työstömenetelmän soveltamista hiottaessa akselin kartiopintaa, jonka työstövara muuttuu työstöprosessissa, keksinnön mukaisesti.

Paras menetelmä keksinnön soveltamiseksi

Esitetty työstömenetelmä perustuu siihen, että työkappaleeseen 1 (levy) kohdistetaan pääliike V (kuvio 1), kun taas syöttöliike S kohdistetaan leikkuutyökaluun 2,

5 jossa on pyöreän leikkuureunan 4 käsittävä leikkuelementti 3. Menetelmä käsittää myös leikkuelementin 3 kulmakääntämiset akselissa 5, joka on kohtisuora leikkuelementin 3 sijaintitasoon nähden, leikkuureunan 4 kuluneen osan korvaamiseksi terävällä osalla. Keksinnön mukaan leikkuelementin 10 3 kulmakääntämiset tapahtuvat samoihin suuntiin ja sellaisella alueella, joka on pienempi tai yhtä suuri kuin puolet leikkuureunan 4 ja työkappaleen 1 välisestä kosketuskulmasta, kun taas leikkuureunan 4 tasaisen kulumisen takaamiseksi 15 varataan riittävän pitkä aika, jonka leikkuureunan 4 tietty piste on kosketuskulmassa Ψ . Tässä tapauksessa yksi leikkuureunan 4 pisteistä on kärki 6, kun taas kaksi muuta pistettä 7 ja 8 ovat leikkuureunan 4 ja työkappaleen 1 välisiä äärikosketuspisteitä.

Leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 leikkuureunan 20 4 kärki 6 jakaa kosketuskulman Ψ rajaaman leikkausvyöhykkeen kahteen osaan: pääosaan 9 ja apuosaan 10.

Leikkuelementin 3 leikkuureunan 4 pääosa 9, joka suuntautuu kärjestä 6 syöttösuuntaan S, poistaa työkappaleesta 1 suurimman työstövaran ja muodostaa harjanteen 12 25 sivupinnan 11, joka suuntautuu harjanteen 12 kärjestä 13 syöttösuuntaan S nähden vastakkaiseen suuntaan.

Leikkuelementin 3 leikkuureunan 4 apuosa, joka suuntautuu kärjestä 6 syöttösuuntaan S nähden vastakkaiseen suuntaan, poistaa työkappaleesta 1 pienimmän työstövaran ja 30 muodostaa lopuksi harjanteen 12, jonka toinen sivupinta 14 suuntautuu harjanteen kärjestä 13 syöttösuuntaan S.

Kun leikkuutyökalu 2 liikkuu työkappaleeseen 1 nähden, leikkuelementti 3 poistaa materiaalista työstövaran, jonka vahvuus on t, ja muodostaa leikkuupinnan 15, joka 35 on siirtymäpinta työstetyn pinnan 16, joka esitetään kuviossa 1 tavanomaisesti ohuella viivalla, ja työkappaleen 1

työstämättömän pinnan 17 välillä. Leikkuelementin 3 leikkaaman materiaalikerroksen poikkileikkaus 17 leikkuureunan 4 tasossa on suljetun viivan 7-6-8-a-7 rajaama kuvio ja piste "a" on saatu leikkuupinnan 15, työstämättömän pinnan 17 ja leikkuureunan 4 tason leikatessa toisensa.

Materiaalista leikatun kerroksen osan 18 vahvuus leikkuureunan 4 tietyssä pisteessä mitataan kohtisuoraan leikkuureunaan 4 nähden ja se vastaa leikkuureunan 4 tietyn pisteen ja viivojen a-7 tai a-8 välistä etäisyyttä.

Poikkileikkauksen vahvuus kosketuskulmassa Ψ vaihtelee ja muuttuu leikkuureunan 4 pisteissä 7 ja 8 olevasta minimiarvosta leikkuureunan 4 pisteessä 19 olevaan maksimiarvoon ja vastaa pituuden a-19 arvoa. Tässä tapauksessa oletetaan, että pisteissä 7 ja 8 leikkuureunaan 4 kohdistuva kuormitus on minimi, mikä johtuu leikatun materiaalikerroksen minimipoikkileikkauksesta näissä pisteissä, ja maksimi leikkuureunan 4 pisteessä 19 tässä pisteessä olevan leikatun materiaalikerroksen maksimipoikkileikkauksesta johtuen. Kun työkappale 1 on työstetty leikkuutyökalulla tähän käytetyn ajan ollessa τ_0 , aika τ_1 käytetään leikkuelementin 3 kulmakääntämisen suorittamiseen kulmassa $0 < \varphi \leq 1/2\Psi$. Leikkuelementin 3 kulmakääntäminen tapahtuu akselissa 5, joka on kohtisuora leikkuelementin 3 leikkuureunan 4 tasoon nähden ja menee sen geometrisen keskustan 20 läpi. Sitten leikkuutyökalun 2 toimintajakso toistuu leikkuelementin 3 kulmakääntämisen suunnan pysyessä ennallaan. Erillisjaksoaika $\tau = \tau_0 + \tau_1$.

Koska leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 kulmakääntäminen on näin suurta luokkaa, pystytään tasoittamaan tehokkaasti se kokonaiskuormitus, joka kohdistuu leikkuureunan 4 jokaiseen pisteeseen sinä aikana τ_2 , jonka tämä piste on leikkausvyöhykkeessä. Tämä johtuu siitä, että leikkuureunan 4 jokaisessa pisteessä kuormitus kohdistetaan leikkuutyökalun ollessa toiminnassa ainakin kaksi kertaa leikkuelementin 3 kulmakääntämisen välillä. Tämä

- kuormitus on pienempi tai yhtä suuri kuin leikkuureunan 4 pisteessä 19 vaikuttava kuormitus, mutta suurempi tai yhtä suuri kuin se minimikuormitus, joka vaikuttaa leikkuureunan pisteissä 7 ja 8. Lisäksi leikkuelementin 3
- 5 kulmakääntämisen aikana leikkuureunan 4 jokainen piste on kestävyysaikanaan T koko leikkausvyöhykkeessä ainakin yhden kerran, ja tämä auttaa myös tasoittamaan leikkuureunan 4 jokaiseen pisteeseen kohdistettua kokonaiskuormitusta. Leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 akselissa 5 tapahtuvan kulmakääntämisen kulman φ arvo ja työkappaleen 1
- 10 työstöaika τ yhden jakson kuluessa liittyvät läheisesti aikaan τ_2 , jonka tietty leikkuureunassa 4 oleva piste, esimerkiksi piste 7, on leikkausvyöhykkeessä tai leikkausreunan 4 ja työkappaleen 1 välisessä kosketuskulmassa ψ .
- 15 Tämä leikkuelementin 3 yhden kulmakääntämisen kulman φ arvo ja yhden jakson ajan τ arvo vaikuttavat suoraan ja eri tavoin siihen aikaan τ_2 , jonka tietyn leikkuureunassa 4 olevan pisteen, esimerkiksi pisteen 7, kosketuskulma on leikkausvyöhykkeessä.
- 20 Esimerkiksi, kun leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 kulmakääntämisen kulmaa φ pienennetään vakiona pysyvänä jaksoaikana τ , toisin sanoen jokaisen leikkuureunassa 4 olevan pisteen käyttöaikana kulmakääntämisen alkamisesta leikkuelementin 3 seuraavan kulmakääntämisen alkamiseen,
- 25 pitenee se aika τ_2 , jonka tietty leikkuureunassa 4 oleva piste, esimerkiksi piste 7, on leikkausvyöhykkeessä. Sen sijaan vastakohtana tälle se aika τ_2 , jonka tietty leikkuureunassa 4 oleva piste, esimerkiksi piste 7, on leikkausvyöhykkeessä, lyhenee, kun leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 kulmakääntämisen kulma φ kasvaa vakiona pysyvänä jaksoaikana τ . Sen ajan τ_2 , jonka leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 leikkuureunassa 4 oleva tietty piste, esimerkiksi piste 7, on kosketuskulmassa ψ , on oltava
- 30 riittävän pitkä, niin että kuluminen tapahtuu tasaisesti.
- 35 Tähän päästään toisaalta kohdistamalla tasainen kokonais-

kuormitus leikkuureunan 4 jokaiseen pisteeseen, esimerkiksi pisteeseen 7, kun tämä piste on ohittanut leikkausvyöhykkeen leikkuuelementin 3 kulmakääntämisen jälkeen, ja toisaalta valitsemalla se aika, jonka leikkuureunan 4 tietty piste, esimerkiksi piste 7, on leikkuureunan 4 ja työkappaleen 1 välisessä kosketuskulmassa ψ . Kokonaisaika τ_2 , jonka tietty leikkuureunassa 4 oleva piste, esimerkiksi piste 7, on leikkuureunan 4 ja työkappaleen 1 välisessä kosketuskulmassa ψ , valitaan niin, että se vastaa sitä aikaa, jonka kuluessa leikkuureunan 4 jokainen piste kuluu suurinta sallittua arvoa vastaavasti.

Akselissa 5 tapahtuvien leikkuuelementin 3 kulmakääntämisen suunta valitaan sekä niin, että kosketuskulman ψ rajaamassa leikkausvyöhykkeessä leikkuureunan 4 pisteet liikkuvat syöttösuuntaan S nähden vastakkaiseen suuntaan että syöttösuunnan S kanssa samaan suuntaan.

Koska leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin kulmakääntäminen tapahtuu yhteen suuntaan kulmassa ψ , leikkuureunan 4 kulumisen kasvaa nollasta tai minimistä maksimiin siihen suuntaan, johon leikkuureunan 4 pisteet liikkuvat leikkausvyöhykkeessä. Tästä johtuen leikkuutyökalu saadaan kestämään kauimmin valitsemalla leikkuureunan 4 pisteiden liikesuunta ja sen vuoksi sen lisääntyneen kulumisen suunta työstettävän materiaalin tilasta riippuen ja sen ominaisuuksien muutos leikattavan työstövaran syvyyden, levytyypin ynnä muiden tekijöiden perusteella.

Kun leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 leikkuureunan 4 jokaisen pisteen leikkausominaisuuksia käytetään hyväksi samalla tavalla ja optimaalisissa rajoissa, leikkuutyökalun kestävyys kasvaa 6 - 10 kertaaisesti jopa enemmänkin verrattaessa sitä aikaisempiin työstömenetelmiin, joissa käytetään pyöriviä ja kiinteitä kupin ja prisman muotoisia leikkuutyökaluja, joten työstetyn pinnan laatua pystytään tuntuvasti parantamaan ja säilyttämään siinä käytännöllisesti katsoen sama karkeusaste leikkuutyökalun koko kestoajan.

Leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 kulmakääntä-
 miset saadaan aikaan siirtämällä pyöreän leikkuureunan 4
 pisteitä leikkausvyöhykkeessä syöttöliikkeen S suuntaan.
 Tällöin leikkausvyöhykkeessä tapahtuva leikkuureunan 4 pis-
 5 teiden liike, jonka leikkuureunan 4 ja työkappaleen 1 väli-
 nen kosketuskulma ψ rajaa, tapahtuu työkappaleen 1 työs-
 tetystä pinnasta 16 työstämättömään pintaan 17. Leikkuu-
 reunan 4 jokaiseen pisteeseen leikkausvyöhykkeessä, siis
 10 työstettyyn pintaan liittyvän leikkuureunan 4 pisteestä 7
 leikkuureunan 4 pisteeseen 19, kuormitus kasvaa, mikä joh-
 tuu leikatun lastun poikkileikkauksen 18 kasvamisesta tähän
 suuntaan.

Samanaikaisesti leikkuureunan 4 jokaiseen pisteeseen
 kohdistuvan kuormituksen kasvaessa myös pisteen kulumisen
 15 lisääntyy sen liikeradalla, toisin sanoen leikkuureunan 4
 säde kasvaa. Koska leikkuureunan 4 säde kasvaa syöttösuun-
 taan S minimistä maksimiin, kun leikkuureunan 4 pisteet liik-
 kuvat leikkuureunan 4 ja työkappaleen 1 välisen kosketuksen
 ääripisteestä 7 ja mikroharjanteen kärki 13 muodostuu lei-
 20 katun lastun poikkileikkauksen 18 kasvaessa, leikkuureunan
 4 ja siihen liittyvän leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3
 takapinnan 21 ja leikattavan lastun ja työkappaleen 1 työs-
 tetyn pinnan plastinen deformaatio vähenee. Plastisen defor-
 maation väheneminen työstöprosessissa voidaan todeta nimen-
 25 omaan lähellä leikkuureunan kärkeä 6 tämän molemmilla puo-
 lilla olevien vierekkäisten mikroharjanteiden sivupintojen
 11 ja 14 pituudella, kun leikatun lastun poikkileikkaus 18
 on pieni. Lastun ja työkappaleen 1 työstetyn pinnan 15 plas-
 tisen deformaation pienentyminen työstöprosessin aikana
 30 vähentää leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 leikkuureunan
 4 kulumista, jolloin sen kestävyys lisääntyy ja työkappa-
 leen 1 työstetyn pinnan 16 laatu paranee.

Lisäksi leikkuelementin 3 kulmakääntämisen aikana
 leikkuureunan 4 pisteiden liikkuessa työstetystä pinnasta
 35 16 työstämättömään pintaan 17 syöttösuunnassa S leikkaus-

vyöhykkeeseen työstetyn pinnan 16 puolelta, leikkuureunan 4 kulumatonta osaa syötetään sen säteen ollessa minimi tai nolla. Sitten pinnan 16 mikroharjanteen koko sivu 14 tai sen osa, joka suuntautuu kärjestä 13 syöttösuuntaan S, kärki 5 13 mukaanluettuna, työstetään leikkuureunan kulumattomalla osalla. Tämä estää tai minimoi metallin plastisen virtauksen leikkuureunaa 4 pitkin sen apuosassa 10 työstettyä pintaa 16 päin. Näin ollen mikroharjanteen korkeus ei kasva, ja työstetyn pinnan laatu paranee tuntuvasti.

10 Se aika τ_2 , jonka leikkuureunan 4 tietty piste on kosketuskulmassa ψ_0 , valitaan niin, että se on pienempi tai yhtä suuri kuin leikkuutyökalun 2 kestävyysperiodi T_0 pystytilassa.

Näin päästään positiiviseen tehoon, joka perustuu siihen, että leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 leikkuureunan 4 jokaisen pisteen kuluminen on yhtä suuri kuin leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 leikkuureunan 4 suurin sallittu kuluminen pystytilassa, toisin sanoen siinä tilassa, jossa leikkausprosessissa ei tapahdu leikkuutyökalun 20 2 leikkuuelementin 3 kulmakääntämistä akselissa 5.

Pystytilassa toimiva leikkuutyökalu 2 kuluu eri tavalla leikkuureunan 4 niissä pisteissä, jotka ovat leikkuureunan ja työkappaleen 1 välisessä kosketuskulmassa ψ . Siirtämällä leikkuureunan 4 pisteitä leikkausvyöhykkeessä 25 leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 yksisuuntaisilla kulmakääntämisillä leikkuureunan 4 jokainen piste joutuu toimimaan erilaisella kulumisteholla aikayksikköön nähden leikkausvyöhykkeeseen tultuaan. Kun piste on ohittanut leikkausvyöhykkeen käytetyn ajan vastatessa tällöin pystytilassa 30 olevan leikkuutyökalun 2 kestävyysperiodin T_0 arvoa, leikkuureunan 4 jokaiseen pisteeseen kohdistuva kuormitus tasoittuu. Tämä saa aikaan kulumisen tasoittumisen leikkuureunan 4 jokaisessa pisteessä ja sen koko pituudella. Tässä tapauksessa tämä kuluminen vastaa leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 leikkuureunan 4 suurinta sallittua kulumista, 35 kun leikkuutyökalua 2 on käytetty pystytilassa kestävyysperiodia T vastaavan ajan.

Leikkausominaisuuksien käyttäminen hyväksi leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 leikkuureunan 4 jokaisessa pisteessä optimirajaan asti lisää leikkuutyökalun kokonaiskestävyyttä ja parantaa työstetyn pinnan laatua.

5 Leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 kulmakääntämiset tapahtuvat työkappaleen 1 työstöprosessissa.

Kun työkappaleen 1 työstöaika ylittää yhden jakson ajan τ , leikkuuelementti 3 on käännettävä akselissa 5 työstöprosessin aikana ottamatta sitä pois leikkuuvyöhykkeestä. Näin eliminoidaan leikkuutyökalun 2 leikkuureunan 4 lämpötilan laskeminen leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 jäähtymisestä johtuen, kun leikkuuelementti otetaan pois leikkausvyöhykkeestä seuraavaa kulmakääntämistä varten, ja myös niiden kuormitusten jaksottaisuus, joita esiintyy leikkuureunassa 4 ja jotka aiheuttavat väsymyssäröjä ja mainitun reunan hilseilyä. Tämä lisää leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 leikkuureunan 4 kestävyyttä. Lisäksi työstetyssä pinnassa 16 ei ole uria, jotka liittyvät leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 sijoittamiseen työstettävään työkappaleeseen 1 nähden, kun elementille on suoritettu normaali kulmakääntäminen kulmassa φ leikkausvyöhykkeen ulkopuolella. Tämä on mahdollista siten, että akseli 5 ympäri kulmassa φ tapahtuvan leikkuuelementin 3 kulmakääntämisen aikana leikkuureunan 4 geometrinen keskusta 20 ei muuta asentoaan työkappaleeseen 1 nähden, kun sen sijaan leikkuureunan pääosa 9 ja apuosa 10, joka muodostaa harjanteen 12 pinnat, ovat samalla säteellä. Tämän vuoksi työstetyn pinnan laatu paranee. Myös työstöteho kasvaa, koska ei ole sitä seisonta-aikaa, joka liittyy yleensä leikkuutyökalun leikkuuelementin pyörimiseen leikkausvyöhykkeen ulkopuolella työstöprosessin keskeytyessä.

Leikkuuelementin 3 kulmakääntämiset tapahtuvat leikkausprosessissa, kun leikatun kerroksen poikkileikkaus 22 (kuvio 2) on pienempi kuin sen maksimiarvo. Esimerkiksi poistettaessa työstövaraa t leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 työntyessä tällöin työkappaleeseen 23 leikatun

metallikerroksen poikkileikkaus 24, joka on kuviossa 2 rajattu suljetulla viivalla e, f, h ja jolla on maksimi pinta-ala, kasvaa nolasta maksimiarvoon. Suljetun viivan e', f', h' rajaama leikatun metallikerroksen poikkileikkaus 22 esitetään kuviossa 2, kun leikkuutyökalu 2 siirtyy työkappaleeseen 23 syöttöetäisyyttä S varten siitä hetkestä lähtien, jolloin leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 leikkuureuna 4 koskettaa työkappaleeseen 23. Tämän periodin alussa, esimerkiksi leikkuelementin 3 työstyessä työkappaleeseen 23, on tunnusomaista, että lämpötilat ovat alhaiset leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 etutyöpinnan 25 ja takatyöpinnan 21 kosketuskohtien alla lastuun ja työkappaleeseen 23 tapahtuvan kosketuksen aikana, ja että lämpötila nousee voimakkaasti itse kosketuskohdissa. Tämä on vaarallista, koska tällöin voi muodostua suuria lämpökuormituksia leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 suurista lämpötilaeroista johtuen. Näitä lämpötilaeroja voidaan pienentää kääntämällä leikkuelementti 3 kulmassa φ akselin 5 ympäri, joka suuntautuu kohtisuoraan leikkuureunan 4 sijaintitasoon nähden ja menee sen geometrinen keskustan 20 läpi mainitun elementin leikkautuessa työkappaleeseen 23. Tässä tapauksessa leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 kosketuskohtien lämpötila laskee, mikä johtuu leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 etutyöpinnan 25 ja takapinnan 21 pisteiden sekä lastun ja työkappaleen 23 välisen kosketusajan lyhenemisestä.

Leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 lämpötilan laskeminen vähentää tuntuvasti siinä syntyviä lämpökuormituksia, jolloin leikkuureunaan 4 muodostuvien väsymyssäröjen todennäköisyys on pienempi, mikä parantaa leikkuutyökalun 2 kestävyyttä ja työstetyn pinnan laatua.

Leikkuutyökalun 2 leikkuelementin 3 kulmakääntäminen ja leikkuureunan 4 tietyn pisteen käyttöaika leikkuelementin 3 kulmakääntämisen alkamisesta seuraavaan kulmakääntämiseen vaihtelevat leikkausprosessissa seuraavan yhtälön mukaan:

$$\tau \cdot \frac{\psi}{\phi} z = \text{vakio, jolloin} \quad (1)$$

5 τ on jaksoaika, toisin sanoen tietyn leikkuureunassa 4 olevan pisteen käyttöaika leikkuuelementin kulmakääntämisen alkamisesta seuraavaan kulmakääntämiseen,

ψ on leikkuureunan 4 ja työkappaleen välinen kosketuskulma,

10 ϕ on leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 kääntökulma akselissa 5, joka on kohtisuora leikkuureunan 4 tasoon nähden ja menee sen geometrisen keskustan läpi,

z on luku, joka vastaa määrällisesti tietyn leikkuureunassa 4 olevan pisteen menemistä leikkausvyöhykkeen läpi.

Näin ollen työstöolosuhteiden vaihdellessa, esimerkiksi käytettäessä leikkuutyökalun 2 leikkuuelementtiä 3
15 työstövaran poistamiseen työkappaleesta 26, kun työstövaran arvo muuttuu t_1 :stä t_2 :een (kuvio 3) syöttösuunnassa S , työkappaleen 26 ja leikkuureunan 4 välisen kosketuksen arvo ψ muuttuu vastaavasti ψ_1 :stä ψ_2 :een. Leikkuureunan 4 kohdat 27 ja 28, joilla on työkappaleen 26 kanssa kosketuskulmat ψ_1 ja ψ_2 poistettaessa työstövara, jonka arvot ovat vastaavasti t_1 ja t_2 , esitetään ohuella viivalla.

Jotta leikkuureuna 4 saadaan kulumaan tasaisesti koko pituudeltaan sen ja työkappaleen 26 välisen kosketuskulman ψ muuttuessa, on välttämätöntä, että leikkuureunan 4
25 jokainen piste on leikkausvyöhykkeessä saman ajan τ_2 . Sen vuoksi suurentamalla tai pienentämällä leikkuureunan 4 ja työkappaleen 26 välistä kosketuskulmaa ψ voidaan muuttaa leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 kulmakääntämisen arvoa, toisin sanoen kulmaa ϕ akselissa 5 ja leikkuureunan 4 tietyn pisteen, esimerkiksi pisteen 7, käyttöaika τ leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin kulmakääntämisen alkamisesta sen seuraavan kulmakääntämisen alkamiseen yhtälön (1) pysyessä vakiona. Kulman ψ ja jaksoajan τ vaihtelu voi tapahtua yhtäjaksoisesti tai porrastettuna (jaksottain)
30 leikkuureunan 4 ja työkappaleen 26 välisen kosketuskulman ψ muuttumisen mukaan.

Työstöolosuhteiden määrätystä muutoksesta, esimerkiksi leikkuureunan 4 ja työkappaleen 26 välinen kosketuskulma, saadaan ehdotetun yhtälön avulla muiden parametrien muuttumista koskeva laki, nimittäin avulla muiden parametrien muuttumista koskeva laki, nimittäin jaksoaika τ ja leikkuuelementin 3 kääntökulma ψ , niin että leikkuureunan 4 kaikki pisteet osallistuvat leikkausprosessiin samalla tavalla, esimerkiksi kosketuskulman ψ ääripiste 7 ja 8, työstövaraa poistettaessa.

10 Kun leikkuureunan 4 jokainen piste osallistuu samalla tavalla leikkausprosessiin, leikkuureuna 4 kuluu tasaisesti koko pituudeltaan. Leikkuureunan 4 kaikkien pisteiden leikkausominaisuuksia hyödynnetään samalla tavalla ja täydellisesti, mikä lisää leikkuutyökalun 2 leikkuuelementin 3 käyttöikää, toisin sanoen sen kestävyyttä. Pyörivillä ja prisma-
15 maisilla leikkuutyökaluilla suoritettavaan työstämiseen verrattuna esitetyllä työstömenetelmällä pystytään parantamaan työstötarkkuutta, mikä johtuu siitä, että ne virheet, jotka liittyvät leikkuuelementin 3 muotoon ja asentamiseen akseliin 5 nähden, heijastuvat työstettyyn työkappaleeseen pienemmässä mittakaavassa.

Keksinnön mukainen materiaalien työstömenetelmä on yksinkertainen suorittaa, sitä voidaan soveltaa aikaisempiin normaaleihin leikkuuelementteihin ja sillä pystytään lisää-
25 mään työkalun kestävyyttä 6 - 10 kertaisesti ja enemmänkin verrattaessa sitä aikaisempiin työstömenetelmiin, joissa käytetään pyöriviä ja pyörimättömiä, kupin ja prisman muotoisia leikkuutyökaluja. Työstetyn pinnan laatu paranee tuntuvasti, ja mainitun pinnan karheus, joka ei ylitä arvoa
30 $R_a = 0,63$ mikrometriä, pysyy käytännöllisesti katsoen samana leikkuutyökalun koko kestoajan. Menetelmä lisää työstötarkkuutta 1 - 2 luokan verran pyörivillä ja prismamaisilla leikkuutyökaluilla tapahtuvaan työstämiseen nähden.

Teollinen sovellettavuus

Keksintöä voidaan soveltaa edullisimmin työstettäessä pitkiä työkappaleita massatuotantona sorveissa, höylä- ja jyrsinkoneissa.

- 5 Lisäksi keksintöä voidaan soveltaa suoritettaessa massa- ja paperitehtaiden painokalanterien akselien viimeistelytyöstöä.

Patenttivaatimukset:

1. Materiaalintyöstömenetelmä, jossa pääliike (V) ja syöttöliike (S) kohdistetaan työkappaleeseen (1, 23, 26) ja (tai) leikkuutyökaluun (2), jossa on pyöreän leikkuureunan (4) käsittävä leikkuelementti (3), ja suoritetaan leikkuureunan (4) kulmakääntämisiä akselissa (5), joka on kohtisuora leikkuureunan (4) sijaintitasoon nähden, jolloin leikkuureunan (4) kulunut osa korvataan terävällä osalla, t u n n e t t u siitä, että leikkuelementin (3) kulmakääntämiset tapahtuvat samaan suuntaan ja sellaisella leikkuureunan (4) ja työkappaleen (1, 23, 26) välisen kosketuskulman (ψ) alueella, joka on suurempi kuin nolla ja voi käsittää puolet mainitusta kosketuskulmasta, ja että se aika, joka tarvitaan leikkuureunan (4) tietyn pisteen siirtämiseen kosketuskulman (ψ) läpi, valitaan riittävän pitkäksi sen yhtenäisen kulumisen varmistamiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen työstömenetelmä, t u n n e t t u siitä, että leikkuelementin (3) kulmakääntämiset tapahtuvat pyöreän leikkuureunan (4) pisteiden liikkeessä leikkausvyöhykkeessä syöttöliikkeen (S) suuntaan.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen työstömenetelmä, t u n n e t t u siitä, että se aika (τ_2), jonka leikkuureunan (4) tietty piste on kosketuskulmassa, valitaan kolminkertaiseksi arvoksi, kolminkertainen arvo mukaanluettuna, pystytilassa olevan leikkuutyökalun kestävyysperiodiin (T) verrattuna.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen työstömenetelmä, t u n n e t t u siitä, että leikkuelementin (3) kulmakääntämiset tapahtuvat leikkausprosessissa.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen työstömenetelmä, t u n n e t t u siitä, että leikkuelementin (3) kulmakääntämiset tapahtuvat leikkausprosessissa, kun leikatun kerroksen poikkileikkauspinta-ala (22) on pienempi kuin sen maksimiarvo.

6. Patenttivaatimuksen 1 ja 4 mukainen työstömenetelmä, tunnettu siitä, että leikkuuelementin (3) kulmakääntämisen arvo ja leikkuureunan (4) tietyn pisteen käyttöaika (τ) leikkuuelementin (3) kulmakääntämisen alkamisesta seuraavaan kulmakääntämiseen vaihtelevat leikkausprosessissa seuraavan yhtälön mukaan:

$$\tau \cdot \frac{\psi}{\varphi} \quad Z = \text{vakio, jolloin}$$

- 10 τ on jaksoaika, joka vastaa tietyn leikkuureunassa olevan pisteen käyttöaikaa leikkuuelementin kulmakääntämisen alkamisesta seuraavan kulmakääntämisen alkamiseen,

ψ on leikkuureunan ja työkappaleen välinen kosketuskulma,

- 15 φ on leikkuuelementin kääntökulma akselissa, joka on kohtisuora leikkuureunan tasoon nähden ja menee sen geometrisen keskustan läpi,

Z on luku, joka vastaa määrällisesti tietyn leikkuureunassa olevan pisteen menemistä leikkausvyöhykkeen läpi.

Patentkrav:

1. Förfarande för spånskärande bearbetning av material, som är baserat på att en huvudrörelse (V) och en matningsrörelse (S) tilldelas ett arbetsstycke (1, 23, 26) och/eller ett skärstål (2) med en skärelement (3) med en cirkulär skärkant (4) och på att skärelementet (3) bringas att successivt vridas en förutbestämd vinkel kring en centrumaxel (5), som är vinkelrät mot ett plan, vari skärkanten (4) ligger, i och för byte av skärkantens (4) utslitna avsnitt mot ett icke-utslitet sådant, k ä n n e t e c k n a t därav, att skärelementet (3) vrides i en och samma riktning en vinkel varierande mellan ett värde, som är större än noll, och högst halva kontaktvinkeln (ψ) för skärkanten (4) med arbetsstycket (1, 23, 26), under det att den tid, under vilken en förutbestämd, till skärkanten (4) hörande punkt passerar (sveper) kontaktvinkeln (ψ), är tillräcklig för att skärkanten (4) skall kunna förslitas likformigt.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att skärelementet (3) successivt vrides nämnda vinkel, samtidigt som de till den cirkulära skärkanten (4) hörande punkterna rör sig i skärzonen i matningsrörelsens (S) riktning.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att den tid (τ_1), under vilken den förutbestämda, till skärkanten (4) hörande punkten passerar kontaktvinkeln (ψ), är lika med högst den tredubbla beständighetsperioden (T) för skärstålet i s.k. uppstannat tillstånd.

4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att skärelementet (3) vrides nämnda vinkel, samtidigt som spånskärningen genomföres.

5. Förfarande enligt patentkravet 4, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att skärelementet (3) vrides
nämnda vinkel, samtidigt som spånskärningen genomföres,
när tvärsnittsytan hos ett snitt (22) på det skikt, som
5 skall avlägsnas, är mindre än den maximala.

6. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 4,
k ä n n e t e c k n a t därav, att skärelementets (3)
vridningsvinkel och den förutbestämda, till skärkanten
(4) hörande punktens arbetstidsintervall (τ) mellan
10 begynnelse-tidpunkterna för två successiva engångsvrid-
ningsrörelser hos skärelementet (3) ändras under spån-
skärningsförloppet i överensstämmelse med sambandet:

$$\tau \frac{\psi}{\psi} \quad z = \text{konstant, där}$$

15 τ är den s.k. cykeltiden, som är lika med den förut-
bestämda, till skärkanten (4) hörande punktens arbets-
tidsintervall mellan begynnelse-tidpunkterna för två
successiva engångsvridningsrörelser hos skärelementet
20 (3);

ψ är kontaktvinkeln för skärkanten (4) med arbetsstyc-
ket;

ψ är skärelementets (3) vridningsvinkel kring centrum-
axeln, som är vinkelrät mot det plan, vari skärkanten
25 (4) ligger, och går genom skärkantens (4) geometriska
centrum (20);

z är ett tal lika med det antal gånger, som den förut-
bestämda, till skärkanten (4) hörande punkten passerar
skärzonen.

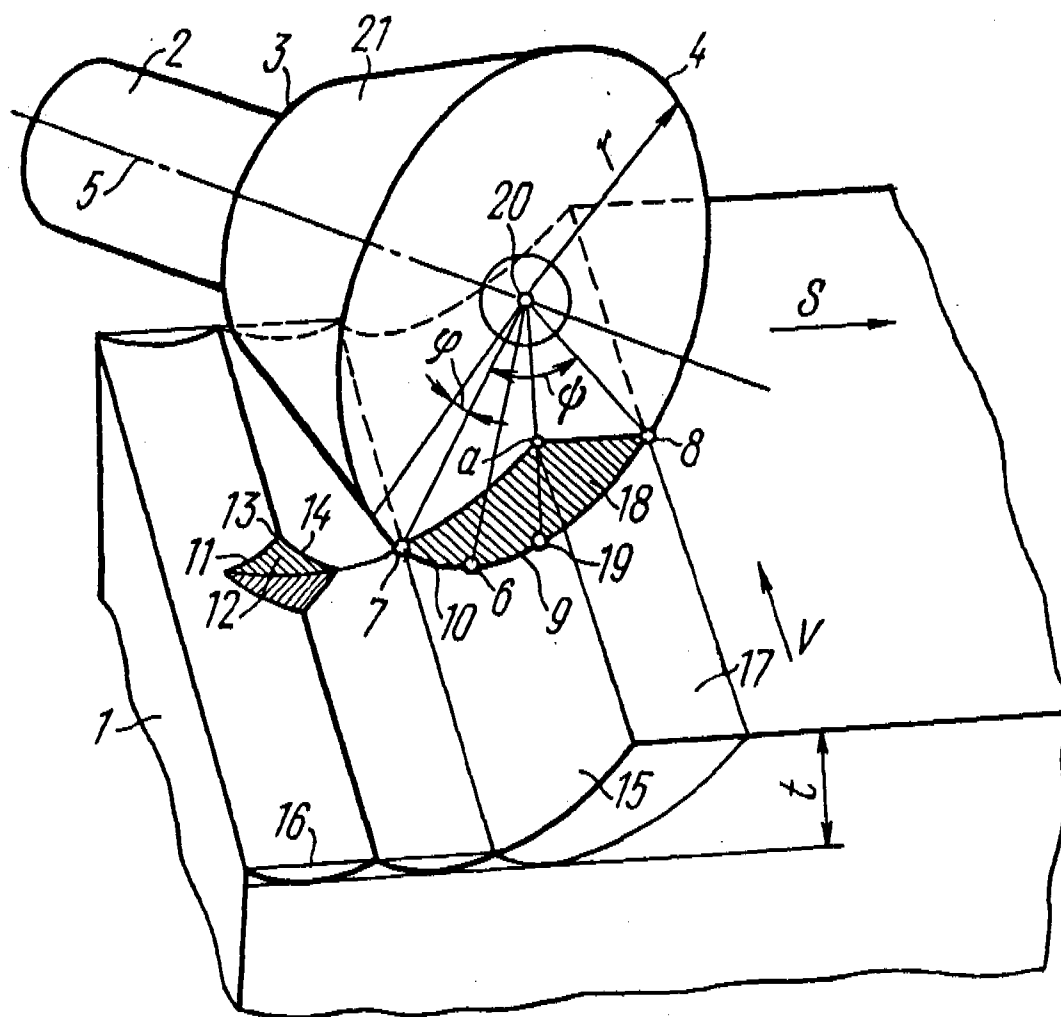
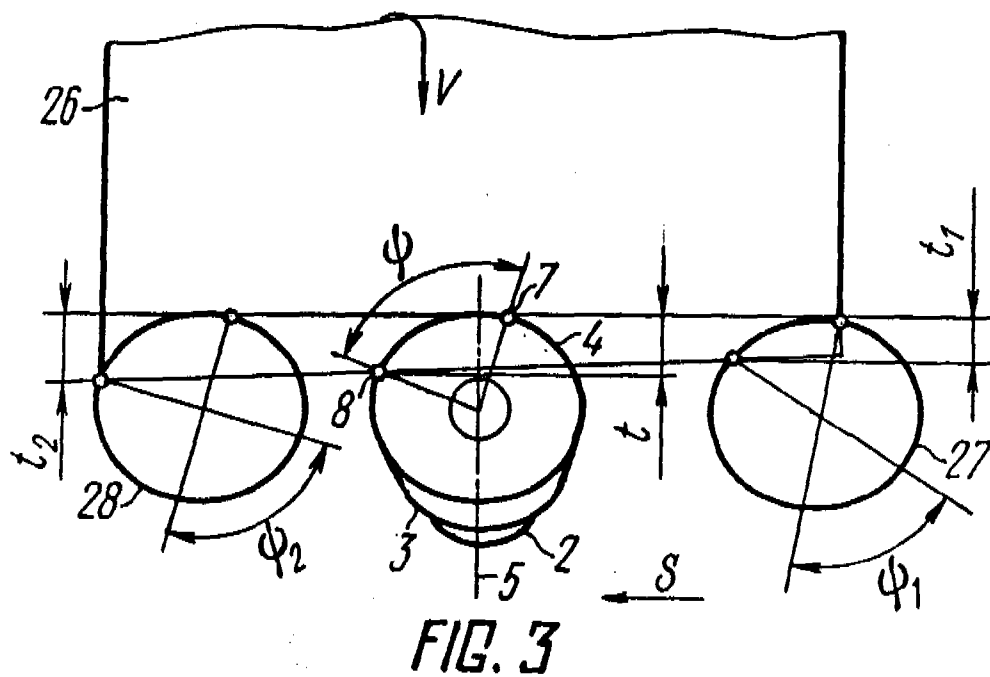
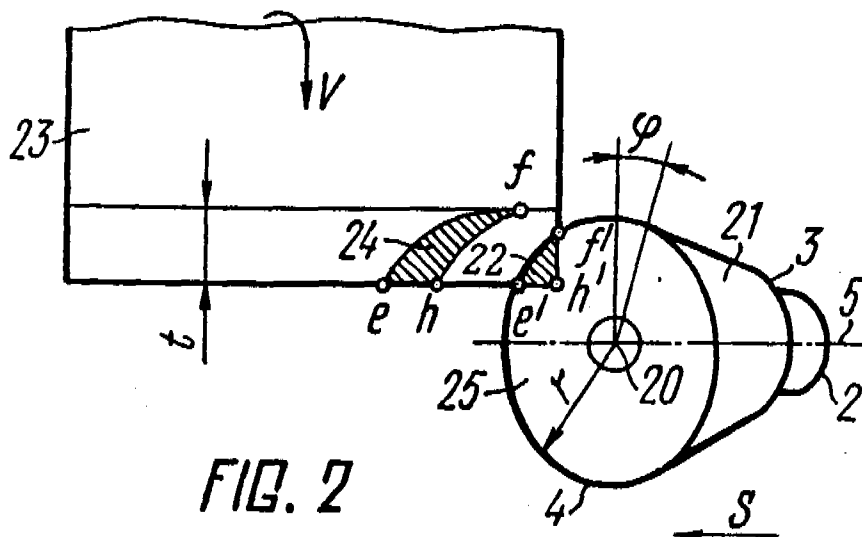


FIG. 1



Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer,
utläggnings- och patentskrifter:

FI _____

CH _____

DE _____

DK _____

FR _____

GB P 1582639 (B23B 27/12)

NO _____

SE _____

US _____

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron
eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron K ja P.