



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112248** (13) **C2**
(51) МПК

G06F 17/10 (2006.01)

G01B 21/30 (2006.01)

G01B 7/34 (2006.01)

B23B 25/06 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2015 03041</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.04.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.08.2016</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 25.02.2016, Бюл.№ 4</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2016, Бюл.№ 15</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кривий Петро Дмитрович (UA), Дзюра Володимир Олексійович (UA), Грицай Ігор Євгенович (UA), Яцюк Василь Антонович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 0359378 A2, 21.03.1990 US 4707793 A, 17.11.1987 US 6886394 B1, 03.05.2005 SU 1781537 A1, 15.12.1992 SU 1700359 A1, 23.12.1991 RU 2367904 C2, 20.09.2009 RU 2492968 C1, 20.09.2013 RU 2509633 C1, 20.03.2014 Грановский Г.И. Резание металлов / Г.И.Грановский П.П.Грудов, В.А.Кривоухов [и др.]. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1954. - С.248-254 Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф.Бобров. - М.: Машиностроение, 1975. - С.135-141</p>
---	--

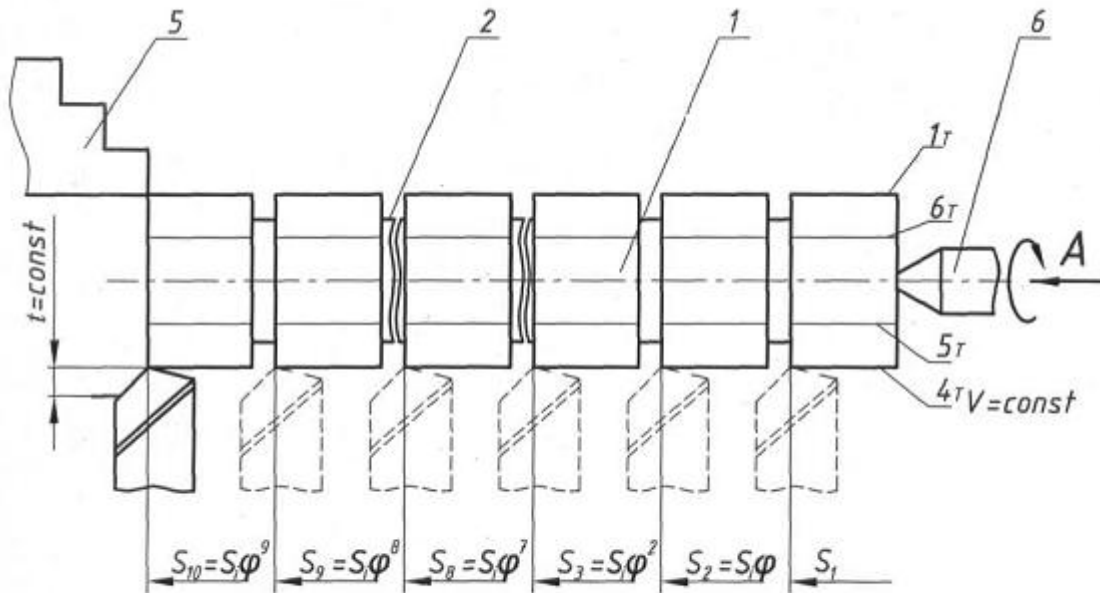
(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ, ОТРИМАНОЇ В ПРОЦЕСІ РІЗАННЯ

(57) Реферат:

Спосіб визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання належить до машинобудування, зокрема до встановлення впливу такого елемента режиму різання як подача на якісні показники обробленої поверхні, а саме на середнє арифметичне відхилення профілю R_a та висоту нерівностей профілю за десятьма точками R_z і може мати практичне використання при оцінці впливу подачі на шорсткість обробленої поверхні різанням як при виконанні науково-дослідних робіт, так і на виробництві для встановлення оптимальних значень подач, які забезпечують підвищену продуктивність при заданій шорсткості обробленої поверхні шляхом виконання способу визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, при якому оброблення поверхні здійснюють з постійними глибиною t і швидкістю різання - V , але при різних значеннях подач s_q . Із кожної із сформованих при певних подачах поверхонь знімають профілограми і визначають параметри шорсткості, а саме

UA 112248 C2

середні арифметичні відхилення профілю R_a або висоти нерівностей профілю за десятьма точками R_z , які відповідають певним значенням подач s_q . За отриманими даними будують графіки функцій $R_a = \psi(s)$ і за цими графіками визначають вплив подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання. Оброблення поверхонь здійснюють на подачах $s_1 = s_{\min}$, $s_2 = s_1 \cdot \varphi$, $s_3 = s_1 \cdot \varphi^2 \dots s_{q-1} = s_1 \cdot \varphi^{q-2}$, $s_q = s_1 \cdot \varphi^{q-1}$, тут φ - знаменник ряду геометричної прогресії подач, значення яких вибрано із k_s значень подач за паспортом верстата. З кожної із отриманих при одній і тій же подачі обробленої поверхні знімають $n=6-10$ профілограм і для кожної з цих n профілограм визначають середні арифметичні відхилення профілю $R_{a_1}, R_{a_2}, R_{a_3} \dots R_{a_{n-1}}, R_{a_n}$ або висоти нерівностей профілю за десятьма точками $R_{z_1}, R_{z_2} \dots R_{z_n}$. Значення отриманих цих параметрів R_a або R_z , приймають як випадкові величини і формують з них малі вибірки обсягом n елементів і використовують теорію малих вибірок. Визначають математичні сподівання, які приблизно дорівнюють середнім значенням середнього арифметичного відхилення профілю і середнім значенням висот нерівностей профілю за десятьма точками $M(R_{z_q}) \approx \bar{R}_{z_{s_q}}$. Визначають дисперсії $D(R_{a_{s_q}}), D(R_{z_{s_q}})$ розсіювання випадкових величин $R_{a_{s_q}}$ або $R_{z_{s_q}}$ і використовуючи критерій Стюдента встановлюють ймовірність $P(t_k)$, за якою визначають істотну відмінність між середніми значеннями $\bar{R}_{a_{s_1}}$ або $\bar{R}_{a_{s_2}}$. Аналогічно здійснюють визначення t_k для інших співвідношень $\bar{R}_{a_{s_1}}$ та встановлюють істотну відмінність і на цій основі визначають вплив подачі на параметр R_a або R_z . Також використовують критерій Фішера F_{R_a} або F_{R_z} . Визначають значення F_{R_a} або F_{R_z} і порівнюють його з табличним значенням F_{TR_a} або F_{TR_z} . Після цього в залежності від рівня значимості $q_0 = 0,05$ і величини $k = n - 1$ встановлюють істотну відмінність між дисперсіями. На основі отриманих даних констатують, що збільшення подачі у φ^{q-1} разів від s_1 до $s_1 \cdot \varphi^{q-1}$ істотно впливає або не впливає на дисперсію розсіювання значення параметрів шорсткості.



Фиг. 3

Спосіб визначення впливу подачі на шорсткість поверхні отриманої в процесі різання належить до машинобудування, зокрема до встановлення впливу такого елемента режиму різання як подача на якісні показники обробленої поверхні, а саме на середнє арифметичне відхилення профілю R_a та висоту нерівностей профілю за десятьма точками R_z і може мати практичне використання при оцінці впливу подачі на шорсткість обробленої поверхні різанням як при виконанні науково-дослідних робіт, так і на виробництві для встановлення оптимальних значень подач, які забезпечують підвищену продуктивність при заданій шорсткості обробленої поверхні.

Відоме технічне рішення визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, при якому оброблення (точіння) здійснювали металорізальним інструментом - різцем при постійних глибинах різання t_1, t_2, t_3 і швидкості різання - V , але при змінних значеннях подач в діапазоні s , використовували профілографи і отримували профілограми та визначали максимальну висоту нерівностей H_{max} і в логарифмічній системі координат $lgH_{max} - lgs$ будували графіки залежності логарифмів максимальних висот нерівностей від логарифмів подач і за цими графіками встановлювали вплив подачі на максимальну висоту нерівностей (Резание металлов / [Грановский Г.И., Трудов П.П., Кривоухов В.А. и др.]; под ред. В.А. Кривоухова. - М.: Машгиз, 1954. - с. 250, рис. 233).

Недоліками відомого технічного рішення є наступні. По-перше, вплив подачі на шорсткість оброблюваної поверхні різанням визначали за параметром максимальна висота нерівностей H_{max} , який на даний час не регламентований діючими стандартами. По-друге, дослідження впливу подачі на максимальну висоту нерівностей H_{max} здійснювали при глибині різання, яка не відповідає рекомендованим значенням при чистовому обробленні, а також і те, що діапазон подач охоплював як чистове, так і чорнове оброблення. По-третє, не вказано геометричних і конструктивних параметрів інструмента (кути в плані, відповідно головний і допоміжний ϕ і ϕ' , головний і допоміжний задні кути α і α' , кут нахилу головної різальної кромки λ , радіус r при вершині різця тощо), а також і те, що дослідження здійснювались не у ймовірнісному аспекті і без врахування стохастичності подач.

Відомий спосіб визначення впливу подачі на шорсткість поверхні отриманої в процесі різання при чистовому обробленні (чистове точіння) з глибиною різання t ; швидкістю різання V та із змінною подачею в діапазоні $s_{min} - s_{max}$ і постійним геометричним параметрами різця: ϕ ; ϕ^1 ; α ; α_1 ; λ та змінним радіусом при вершині різця: r_1 ; r_2 ; r_3 ; r_4 ; при якому визначали шорсткість за параметром R_a і будували графіки у координатах R_a , мкм - s , мм/об зміни R_a від s , за яким визначали вплив подачі на шорсткість обробленої поверхні за параметром R_a . (Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Рыжов Э.В. Суслов А.Г., Федоров В.П. - М.: Машиностроение, 1979. Библиотека технолога - с.72, рис. 30).

Основним недоліком відомого аналога є те, що при визначенні впливу подачі на шорсткість поверхні не враховувалось стохастичність подачі і стохастичність процесу формування шорсткості, а також того явища, що при малих значеннях подач залежність $R_a = \psi(s)$ є немонотонною (Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин / Маталин А.А. - К.: Техніка, 1971. - с. 18, рис. 5).

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого є відомий спосіб оброблення поверхні, при якому оброблення поверхні здійснюють з постійними глибиною t і швидкістю різання - V , але при різних значеннях подач s_q і із кожної із сформованих при певних подачах поверхнях знімають профілограми або визначають параметри шорсткості, а саме середні арифметичні відхилення профілю R_a або висоти нерівностей профілю за десятьма точками R_z , які відповідають певним значенням подач s_q і за отриманими даними будують графіки функцій $R_a = \psi(s)$ і за цими графіками визначають вплив подачі на шорсткість поверхні отриманої в процесі різання. (Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / Бобров В.Ф. - М.: Машиностроение, 1975. - с. 137, рис. 98).

Недоліком відомого способу є те, що визначення впливу подачі на шорсткість обробленої поверхні, отриманої в процесі різання здійснювали без врахування стохастичності подачі, при великих подачах, що має місце при чорновій і напівчистовій обробці, а також без застосування ймовірнісного підходу до визначення істотності впливу подачі на шорсткість обробленої поверхні за параметрами R_a або R_z як випадкових величини за критеріями Стьюдента та Фішера.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення достовірності і точності способу визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, при якому оброблення поверхні здійснюють з постійними глибиною t і швидкістю різання - V , але при різних значеннях подач s_q і із кожної із сформованих при певних подачах поверхонь знімають профілограми і визначають параметри шорсткості, а саме середні арифметичні відхилення

профілю R_a , або висоти нерівностей профілю за десятьма точками R_z , які відповідають певним значенням подач s_q , і за отриманими даними будують графіки функцій $R_a = \psi(s)$ і за цими графіками визначають вплив подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, причому оброблення поверхонь здійснюють на подачах $s_1 = s_{\min}$, $s_2 = s_1 \cdot \varphi$, $s_3 = s_1 \cdot \varphi^2 \dots s_{q-1} = s_1 \cdot \varphi^{q-2}$, $s_q = s_1 \cdot \varphi^{q-1}$, тут φ - знаменник ряду геометричної прогресії подач, значення яких вибрано із k_s значень подач за паспортом верстата, і з кожної із отриманих при одній і тій же подачі обробленої поверхні знімають $n=6-10$ профілограм і для кожної з цих n профілограм визначають середні арифметичні відхилення профілю $R_{a_1}, R_{a_2}, R_{a_3} \dots R_{a_{n-1}}, R_{a_n}$, або висоти нерівностей профілю за десятьма точками $R_{z_1}, R_{z_2} \dots R_{z_n}$ і значення отриманих цих параметрів R_a або R_z ,
 10 приймають як випадкові величини і формують з них малі вибірки обсягом n елементів і використовують теорію малих вибірок за формулами

$$M(R_{as_q}) \approx \bar{R}_{as_q} = \frac{a_1 + b_1}{2} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right) + r_k [\Phi(z_{2k}) - \Phi(z_{1k})] \right\},$$

$$M(R_{zs_q}) \approx \bar{R}_{zs_q} = \frac{a_2 + b_2}{2} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z'_{1k}}{2}} - e^{-\frac{z'_{2k}}{2}} \right) + r_k [\Phi(z'_{2k}) - \Phi(z'_{1k})] \right\},$$

де $[a_1; b_1]$ - проміжок зміни величини R_a вважається відомим і таким, що $a_1 = r_{k_{\min}}$, $b_1 = r_{k_{\max}}$

15 ($r_{k_{\min}}$ і $r_{k_{\max}}$ - відповідно найменше і найбільше значення серед середніх арифметичних відхилень профілю $r_k (k = 1, \bar{n})$ експериментальних даних випадкової величини R_a);

$C_{ak} (k = 1, \bar{n})$ - стала величина, яка дорівнює:

$$C_{ak} = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b_1 - t_{1k}}{\sigma_a}\right) - \Phi\left(\frac{a_1 - t_{1k}}{\sigma_a}\right)};$$

$\sigma_a = \frac{b_1 - a_1}{6}$ - середнє квадратичне відхилення випадкової величини R_{as_q} ;

20 $z_{1k} = \frac{a_1 - r_{ak}}{\sigma_a}$ і $z_{2k} = \frac{b_1 - r_{ak}}{\sigma_a}$ - межі інтегрування для випадкової величини R_{as_q} ;

$\Phi(z_{1k}), \Phi(z_{2k})$ - функції Лапласа для випадкової величини R_{as_q} ;

$[a_2; b_2]$ - проміжок зміни величини R_z вважається відомим і таким, що $a_2 = r_{zk_{\min}}$, $b_2 = r_{zk_{\max}}$

($r_{zk_{\min}}$ і $r_{zk_{\max}}$ - відповідно найменше і найбільше значення серед висот нерівностей профілю $r_{zk} (k = 1, \bar{n})$ експериментальних даних випадкової величини R_{as_q});

25 $C_{zk} (k = 1, \bar{n})$ - стала величина, яка дорівнює:

$$C_{zk} = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b_2 - r_{2k}}{\sigma_z}\right) - \Phi\left(\frac{a_2 - r_{2k}}{\sigma_z}\right)};$$

$\sigma_z = \frac{b_2 - a_2}{6}$ - середнє квадратичне відхилення випадкової величини R_{zs_q} ;

$z'_{1k} = \frac{a_2 - r_{zk}}{\sigma_z}$; $z'_{2k} = \frac{b_2 - r_{zk}}{\sigma_z}$ - межі інтегрування для випадкової величини R_{zs_q} ;

$\Phi(z'_{1k}), \Phi(z'_{2k})$ - функції Лапласа для випадкової величини R_{zs_q} ;

30 визначають математичні сподівання, які приблизно дорівнюють середнім значенням середнього арифметичного відхилення профілю і середнім значенням висот нерівностей профілю за десятьма точками $M(R_{z_q}) \approx \bar{R}_{zs_q}$, а за формулами:

$$D(R_{as_q}) = 3 \frac{a_1^2 + a_1 \cdot b_1 + b_1^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_a \cdot z_{1k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - (\sigma_a \cdot z_{2k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_k^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_a \cdot z_{2k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_2^2) \right\},$$

$$D(R_{zs_q}) = 3 \frac{a_2^2 + a_2 \cdot b_2 + b_2^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_z \cdot z'_{1k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z'_{1k}^2}{2}} - (\sigma_z \cdot z'_{2k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z'_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_Q^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_z \cdot z'_{2k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z'_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_2^2) \right\},$$

5 визначають дисперсії $D(R_{as_q})$, $D(R_{zs_q})$ розсіювання випадкових величин R_{as_q} або R_{zs_q} і використовуючи критерій Стюдента

$$t_{k_{Ra}} = \frac{[\bar{R}_{as_2} - \bar{R}_{as_1}]}{\sqrt{n[D(R_{as_2}) + D(R_{as_1})]}} \cdot \sqrt{n(n-1)},$$

$$t_{k_{Rz}} = \frac{[\bar{R}_{zs_2} - \bar{R}_{zs_1}]}{\sqrt{n[D(R_{zs_2}) + D(R_{zs_1})]}} \cdot \sqrt{n(n-1)},$$

10 встановлюють ймовірність $P(t_k)$, за якою визначають істотну відмінність між середніми значеннями \bar{R}_{as_1} або \bar{R}_{as_2} і аналогічно здійснюють визначення t_k для інших співвідношень \bar{R}_{as} встановлюють істотну відмінність і на цій основі визначають вплив подачі на параметр R_a або R_z , а також використовують критерій Фішера F_{R_a} або F_{R_z}

$$F_{R_a} = \frac{D(R_{as_2})}{D(R_{as_1})},$$

$$F_{R_z} = \frac{D(R_{zs_2})}{D(R_{zs_1})},$$

15 де $D(R_{as_2}) > D(R_{as_1})$ або $D(R_{zs_2}) > D(R_{zs_1})$ і визначають значення F_{R_a} або F_{R_z} і порівнюють його з табличним значенням F_{TR_a} або F_{TR_z} і в залежності від рівня значимості $q_0=0,05$ і величини $k=n-1$ встановлюють істотну відмінність між дисперсіями та констатують, що збільшення подачі у φ^{q-1} разів від s_1 до $s_1 \cdot \varphi^{q-1}$ істотно впливає або не впливає на дисперсію розсіювання значення параметрів шорсткості.

20 Запропонований спосіб визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання проілюстрований графічними матеріалами, де на фіг. 1 - схематичне зображення заготовки, на фіг. 2 - схема напівчистового переходу поверхні заготовки різанням (точінням) з постійними елементами режиму різання (глибиною - t_n , подачею - s_n , швидкістю різання - V_n), на фіг. 3 - схема оброблення поверхонь різанням (точінням) з постійними елементами режиму різання як для чистового точіння (глибиною - t_c , швидкістю різання - V_c), але з різними подачами s_i на кожному із ступенів I-X заготовки, на фіг. 4 - вигляд А на фіг. 3, схема рівномірного по колу розміщення трас вимірювання 1т, 2т, 3т...10т для зняття профілограм.

30 Спосіб реалізується наступним чином. Використовують заготовку 1 (фіг. 1, фіг. 2, фіг. 3) у вигляді циліндра постійного діаметра з рівномірно по його довжині розміщеними канавками 2 довжиною l_n , шириною b , що розділяють між собою ступені I-X одного діаметра та центрального отвору 3 на торці 4; заготовки 1.

Вибирають інструмент - різець з постійними його геометричним і конструктивними параметрами.

35 На першому етапі заготовку 1 встановлюють і закріплюють у токарному патроні 5 токарного верстата (на кресленні не показано) і підпирають заднім центром 6. (фіг. 2, фіг. 3).

Здійснюють перший прохід з постійними елементами режиму різання глибиною - t_n , подачею - s_n , швидкістю різання - V_n , що відповідають напівчистовому обробленню (фіг. 2).

40 На другому етапі (фіг. 3) встановлюють як для чистового оброблення постійні елементи режиму різання глибину - t_c і швидкість різання - V_c . Визначають розрахункову частоту обертання шпинделя $n_p = 1000 \cdot V_f / \pi D$, коректують її за паспортом верстата n_d і встановлюють її

на верстаті. Здійснюють процес різання на кожному із ступенів заготовки при змінних подачах: $S_1=S_{\min}$; $S_2=S_1 \cdot \varphi$; $S_3=S_1 \cdot \varphi^2 \dots S_{q-1}$; $S_1 \cdot \varphi^{q-2}$; $S_q=S_1 \cdot \varphi^{q-1}$, де φ - знаменник ряду геометричної прогресії подач.

5 На третьому етапі з кожного із l-X отриманих при одній і тій же подачі обробленої поверхні (ступеня) знімають профілограми ($n=6-10$) і для кожної з цих n профілограм визначають середні арифметичні відхилення профілю $R_{a_1}, R_{a_2}, R_{a_3} \dots R_{a_{n-1}}, R_{a_n}$, або висоти нерівностей профілю за десятьма точками $R_{z_1}, R_{z_2} \dots R_{z_n}$, і значення отриманих цих параметрів R_a або R_z приймають як випадкові величини з нормальним законом розподілу.

10 На четвертому етапі, використавши теорію малих вибірок, зокрема метод ітерацій за формулами:

$$M(R_{as_q}) \approx \bar{R}_{as_q} = \frac{a_1 + b_1}{2} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right) + r_k [\Phi(z_{2k}) - \Phi(z_{1k})] \right\}, \quad (1)$$

$$M(R_{zs_q}) \approx \bar{R}_{zs_q} = \frac{a_2 + b_2}{2} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z'_{1k}{}^2}{2}} - e^{-\frac{z'_{2k}{}^2}{2}} \right) + r_k [\Phi(z'_{2k}) - \Phi(z'_{1k})] \right\}, \quad (2)$$

де $[a_1; b_1]$ - проміжок зміни величини R_a вважається відомим і таким, що $a_1 = r_{k_{\min}}$, $b_1 = r_{k_{\max}}$ ($r_{k_{\min}}$ і $r_{k_{\max}}$ - відповідно найменше і найбільше значення серед середніх арифметичних

15 відхилень профілюю $r_k (k=1, \bar{n})$ експериментальних даних випадкової величини R_a);

$C_{ak} (k=1, \bar{n})$ - стала величина, яка дорівнює:

$$C_{ak} = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b_1 - t_{1k}}{\sigma_a}\right) - \Phi\left(\frac{a_1 - t_{1k}}{\sigma_a}\right)};$$

$\sigma_a = \frac{b_1 - a_1}{6}$ - середнє квадратичне відхилення випадкової величини R_{as_q} ;

$z_{1k} = \frac{a_1 - r_{ak}}{\sigma_a}$ і $z_{2k} = \frac{b_1 - r_{ak}}{\sigma_a}$ - межі інтегрування для випадкової величини R_{as_q} ;

20 $\Phi(z_{1k}), \Phi(z_{2k})$ - функції Лапласа для випадкової величини R_{as_q} ;

$[a_2; b_2]$ - проміжок зміни величини R_z вважається відомим і таким, що $a_2 = r_{zk_{\min}}$, $b_2 = r_{zk_{\max}}$ ($r_{zk_{\min}}$ і $r_{zk_{\max}}$ - відповідно найменше і найбільше значення серед висот нерівностей профілю

$r_{zk} = (k=1, \bar{n})$ експериментальних даних випадкової величини R_{as_q});

$C_{zk} (k=1, \bar{n})$ - стала величина, яка дорівнює:

25
$$C_{zk} = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b_2 - r_{2k}}{\sigma_z}\right) - \Phi\left(\frac{a_2 - r_{2k}}{\sigma_z}\right)};$$

$\sigma_z = \frac{b_2 - a_2}{6}$ - середнє квадратичне відхилення випадкової величини R_{zs_q} ;

$z'_{1k} = \frac{a_2 - r_{zk}}{\sigma_z}$; $z'_{2k} = \frac{b_2 - r_{zk}}{\sigma_z}$ - межі інтегрування для випадкової величини R_{zs_q} ;

$\Phi(z'_{1k}), \Phi(z'_{2k})$ - функції Лапласа для випадкової величини R_{zs_q} ,

30 визначають математичні сподівання, які приблизно дорівнюють середнім значенням середнього арифметичного відхилення профілю і висотам нерівностей профілю за десятьма точками \bar{R}_{as_q} або \bar{R}_{zs_q} , а за формулами

$$D(R_{as_q}) = 3 \frac{a_1^2 + a_1 \cdot b_1 + b_1^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_a \cdot z_{1k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - (\sigma_a \cdot z_{2k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_k^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_a \cdot z_{2k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_2^2) \right\}, \quad (3)$$

$$D(R_{zs_q}) = 3 \frac{a_2^2 + a_2 \cdot b_2 + b_2^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_z \cdot z'_{1k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z'_{1k}^2}{2}} - (\sigma_z \cdot z'_{2k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z'_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_Q^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_z \cdot z'_{2k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z'_{2k}^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_2^2) \right\}, \quad (4)$$

5 визначають дисперсії розсіювання випадкових величин R_{as_q} або R_{zs_q} відповідно $D(R_{as_q})$ та $D(R_{zs_q})$, середнє квадратичне відхилення

$$\sigma(R_{as_q}) = \sqrt{D(R_{as_q})}, \quad (5)$$

$$\sigma(R_{zs_q}) = \sqrt{D(R_{zs_q})}. \quad (6)$$

10 На п'ятому етапі визначають критерії Стьюдента t_k для параметрів \bar{R}_a або \bar{R}_z і Фішера F для дисперсій $D(\bar{R}_a)$ або $D(\bar{R}_z)$ і визначають істотну відмінність. Використовують формули для визначення критерію t_k :

$$t_{k_{Ra}} = \frac{[\bar{R}_{as_2} - \bar{R}_{as_1}]}{\sqrt{n[D(R_{as_2}) + D(R_{as_1})]}} \cdot \sqrt{n(n-1)}, \quad (7)$$

$$t_{k_{Rz}} = \frac{[\bar{R}_{zs_2} - \bar{R}_{zs_1}]}{\sqrt{n[D(R_{zs_2}) + D(R_{zs_1})]}} \cdot \sqrt{n(n-1)}, \quad (8)$$

15 а отримавши значення критерію t_k за відповідними таблицями в залежності від величини $k=2(n-1)$ визначають ймовірність $P(t_{k_1})$ і, якщо вона менше 0,05, то гіпотезу про рівність \bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_2} та \bar{R}_{zs_1} і \bar{R}_{zs_2} відкидають, тобто має місце неістотна відмінність, що означає, що збільшення подачі в ϕ разів не впливає на параметр шорсткості.

За формулою для визначення критерію F

$$F_{Ra} = \frac{D(R_{as_2})}{D(R_{as_1})}, \quad (9)$$

$$20 \quad F_{Rz} = \frac{D(R_{zs_2})}{D(R_{zs_1})}, \quad (10)$$

де $D(R_{as_2}) > D(R_{as_1})$ або $D(R_{zs_2}) > D(R_{zs_1})$ і визначають значення F_{Ra} або F_{Rz}

Оцінювання істотності відмінності між двома дисперсіями, отриманими при різних подачах s_1 і s_2 , здійснюють шляхом порівняння табличного значення F_{TR_a} і F_{TR_z} зі значеннями, отриманими за вищеподаними формулами в залежності від рівня значимості $q_0=0,05$ і величин $k_1=k_2=n-1$. Якщо $F_{Ra} > F_{TR_a}$ або $F_{Rz} > F_{TR_z}$, то істотна відмінність суттєва, тобто збільшення подачі від s_1 до s_2 у ϕ разів суттєво впливає на дисперсію розсіювання значень параметрів шорсткості.

Здійснивши етапи від першого до п'ятого відносно параметрів шорсткості R_{as_q} або R_{zs_q} оцінюють вплив подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання.

30 Приклад конкретного виконання способу визначення впливу подачі на шорсткість поверхні отриманої в процесі різання. Визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, реалізували для випадку, коли процес різання здійснювався обточуванням, в результаті чого отримали зовнішню циліндричну поверхню. Процес різання здійснювали на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16K20.

35 Оброблювали заготовку (фіг. 1), яка являла собою циліндр діаметром $D_3=2,5$ мм, довжиною $L_3 = 140$ і на якій були прорізані канавки, кожна з яких була шириною $b=3,5$ мм і сформовані 10 ступенів одного діаметра, і кожен з яких мав однакову довжину $l_k=10$ мм. Матеріал заготовки - сталь 45. Фізико-механічні властивості відповідали стану поставки матеріалу.

5 Як різальний інструмент використовували токарний прохідно-упорний різець. Конструктивні параметри: розміри сторін поперечного перерізу тіла різця - 25×25 мм; виліт різця - 25 мм; довжина різця 120 мм. Геометричні параметри різця: головний кут в плані різця $\varphi=0^\circ$; допоміжний кут в плані різця $\varphi'=15^\circ\pm 30'$; головний передній кут $\gamma=90^\circ\pm 30'$; головний задній кут $\alpha=10^\circ\pm 15'$; кут нахилу головного різального леза $\lambda=0^\circ$.

Процес різання здійснювали без застосування мастильно-охолоджувальної рідини.

10 На першому етапі заготовку 1 з рівномірно розміщеними канавками 2 встановлювали у токарному патроні 5, закріплювали і підпирали заднім центром 6 (фіг. 2). Для нівелювання можливого впливу неспіввідності шпинделя і задньої бабки і забезпечення при наступних проходах постійної глибини різання, здійснювали перший прохід з постійними елементами режиму різання: глибина різання $t_r=0,75$ мм; подача $s_n=0,2$ мм/об.; частота обертання шпинделя $n_{шп.}=1200$ об./хв; швидкість різання $V_n=94$ м/хв.

15 На другому етапі (фіг. 3) встановлювали як для чистового оброблення постійні елементи режиму різання: глибину $t_r=0,4$ мм; частота обертання шпинделя $n_r=1200$ об./хв; швидкість різання $V_n=88,5$ м/хв. Здійснювали процес різання із змінним значенням подач на кожному із ступенів, а саме:

I- $s_1=0,050$ мм/об; II- $s_2=0,060$ мм/об; III- $s_3=0,075$ мм/об; IV- $s_4=0,088$ мм/об; V- $s_5=0,100$ мм/об; VI- $s_6=0,125$ мм/об; VII- $s_7=0,150$ мм/об; VIII- $s_8=0,175$ мм/об; IX- $s_9=0,200$ мм/об; X- $s_{10}=0,250$ мм/об.

20 На третьому етапі використавши профілометр моделі 296 для кожної із ступеней I-X циліндричних поверхонь у кожному із 6-ти рівномірно розміщених положень (фіг. 3, фіг. 4) визначали значення параметра шорсткості - середнє арифметичне відхилення профілю R_a , які подавали як випадкові величини з нормальним законом розподілу.

25 На четвертому етапі використавши формули (1)-(6) знаходили вибіркові характеристики розсіювання: математичні сподівання, що приблизно дорівнюють середнім значенням $M(R_{as_q}) \approx \bar{R}_{as_q}$, дисперсії $D(R_{as_q})$ та середні квадратичні відхилення $\sigma(R_{as_q})$ або $\sigma(R_{zs_q})$.

Результати експериментальних даних R_a при певних подачах s_q подані у таблиці 1.

На п'ятому етапі за формулою (7) визначали значення критерію Стьюдента t_{kR_a} , а за формулою (9) значення критерію Фішера.

30 Для визначення істотної відмінності між R_{as_1} і R_{as_2} , тобто впливу подачі $s_2=0,060$ мм/об. на параметр R_{as_2} порівняно із значенням R_{as_1} , отриманим при подачі $s_1=0,050$ мм/об. отримали

$$t_k = \frac{[4,23 - 4,19]}{\sqrt{6[0,037 + 0,028]}} \cdot \sqrt{30} = 0,352.$$

35 За таблицею 50 (Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей / Колкер Я.Д. - К.: Техника 1976. - 200 с.) при $k = 2(n-1)=10$; $t_k=0,35$ ймовірність $P(t_k)=0,734 > 0,05$. Тоді гіпотеза рівності середніх арифметичних приймається, що свідчить про неістотний вплив збільшення подачі на 0,01 мм/об. на параметр шорсткості R_a .

Таблица 1

Значення випадкових величин R_a та характеристики їх розсіювання

№ Траси вимірювання	Значення s_q подач, мм/об.									
	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}
	0,050	0,060	0,075	0,088	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,250
	Значення параметра R_a , мкм									
1	3,97	4,12	3,17	3,93	3,17	3,72	4,01	5,41	4,77	6,51
2	4,21	3,99	3,68	3,57	3,11	3,02	3,49	4,23	5,45	5,87
3	4,86	4,51	4,29	4,40	3,24	3,5	4,54	6,53	4,76	6,05
4	4,22	4,01	3,76	3,65	3,65	3,75	3,35	5,21	5,57	5,82
5	4,27	4,40	3,55	3,67	3,11	3,20	3,97	6,49	6,76	6,16
6	4,04	4,02	3,53	3,58	3,55	3,46	4,62	5,14	5,78	6,09
Харак-ки розсіювання	Вибіркові значення характеристик розсіювання R_a .									
$M(R_{as})$, мкм	4,230	4,190	3,61	3,77	3,410	3,410	4,10	5,40	5,790	6,090
$D(R_{as})$, мкм	0,037	0,028	0,052	0,038	0,031	0,033	0,141	0,344	0,240	0,020
$\sigma(R_{as})$, мкм	0,192	0,167	0,228	0,195	0,176	0,182	0,375	0,587	0,490	0,141

Встановлювали вплив подачі $s_3=0,075$ мм/об. на істотну зміну R^{\wedge} по відношенню до \bar{R}_{as_1} , отриману при $s_1=0,050$ мм/об. Визначали

$$t_k = \frac{[4,23 - 3,61]}{\sqrt{6[0,037 + 0,052]}} \cdot \sqrt{30} = 4,647.$$

При $t_k=4,647$ і $k=10$ ймовірність $P(t_k)=0,001 < 0,05$ гіпотеза рівності середніх відкидається, що свідчить про істотну відмінність між \bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_3} , тобто підтверджується вплив збільшення подачі на 0,025 на R_a .

Здійснивши аналогічно визначення t_k і $P(t_k)$ отримали результати впливу подачі на R_a , які подані в таблиці 2.

Таблиця 2

Значення критерію Стьюдента - t_k і ймовірності $P(t_k)$ при величині $k=10$ і рівня значимості $q_0=0,05$

Критерій Стьюдента ймовірність впливу	Поєднання середніх значень \bar{R}_{as_1} і $\bar{R}_{as_{q-2}}$									
	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_2}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_3}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_4}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_5}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_6}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_7}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_8}	\bar{R}_{as_1} і \bar{R}_{as_9}	\bar{R}_{as_1} і $\bar{R}_{as_{10}}$	
	0,351	4,647	3,756	7,031	0,689	6,93	4,238	6,628	17,42	
$P(t_k)$	0,73	0,001	0,004	0,000	0,5	0,000	0,002	0,000	0,000	
вплив істотний + неістотний -	-	+	+	+	-	+	+	+	+	

Встановлювали вплив подачі на істотну відмінність між дисперсіями розсіювання величини R_a за методикою (Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей / Колкер Я.Д. - К.: Техника 1976. - 200 с.).

За формулою 9 визначали F_{R_a} для порівняння дисперсій де $D(R_{as_1})$ і $D(R_{as_2})$ і встановлення істотної відмінності між ними

$$F_{1R_a} = \frac{D(R_{as_1})}{D(R_{as_2})} = \frac{0,037}{0,028} = 1,321.$$

Визначали величини $k_x=k_2=n-1=5$. За таблицею 53 (Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей / Колкер Я.Д. - К.: Техника 1976. - 200 с.) визначили $F_{T1}=4,39$.

Якщо $F_{1R_a} > F_{T1}$, то відмінність дисперсій де $D(R_{as_1})$ і $D(R_{as_2})$ істотна. В нашому випадку $F_{1R_a} = 1,321 < F_{T1} = 4,39$ і таким чином збільшення подачі від $s_1=0,050$ мм/об. до $s_2=0,060$ мм/об. впливає на дисперсії неістотно.

Встановлювали вплив подачі $s_3=0,075$ мм/об. на істотну відмінність дисперсій $D(R_{as_1})$ і $D(R_{as_3})$.

Визначали $F_{2R_a} = \frac{D(R_{as_1})}{D(R_{as_3})} = \frac{0,052}{0,037} = 1,405$ і за таблицею 53 встановили, що $F_{T2}=4,39$. Так як $F_{1R_a} = 1,405 < F_{T2} = 4,39$, то збільшення подачі до $s_3=0,075$ мм/об. впливає на дисперсії не істотно.

Здійснивши аналогічно визначення F_{3R_a} , F_{4R_a} ... і F_{T3} , F_{T4} отримані результати подали у таблиці 3.

Таблиця 3

Значення розрахункового і табличного критеріїв Фішера і впливу збільшення подач на істотну відмінність дисперсій

Критерій Фішера	Поєднання дисперсій \bar{R}_{as_1} і $\bar{R}_{as_{q-2}}$									
	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_2})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_3})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_4})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_5})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_6})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_7})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_8})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_9})$	$D(\bar{R}_{as_1})$ і $D(\bar{R}_{as_{10}})$	
Розрахунков. F_{qR_a}	1,32	1,405	1,027	1,193	3,811	1,121	9,297	6,486	1,850	
Табличний F_{Tq}	4,39									
Вплив	істотний + неістотний -	-	-	-	-	-	-	+	+	-

Таким чином, отримані результати дають можливість встановити більші значення подачі, наприклад $s_5=s_1 \cdot \varphi^4$, при якому шорсткість поверхні суттєво не відрізняється від шорсткості, отриманої при $s_2=s_1 \cdot \varphi$ і таким чином дає можливість зменшити основний машинний час у φ^3 разів, що сприятиме підвищенню продуктивності праці і отриманню економічного ефекту.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб визначення впливу подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, при якому оброблення поверхні здійснюють з постійними і глибиною t , і швидкістю різання - V , але при різних значеннях подач s_q , і із кожної із сформованих при певних подачах поверхонь знімають профілограми і визначають параметри шорсткості, а саме середні арифметичні відхилення профілю R_a , або висоти нерівностей профілю за десятьма точками R_z , які відповідають певним значенням подач s_q , і за отриманими даними будують графіки функцій $R_a = \psi(s)$, і за цими графіками визначають вплив подачі на шорсткість поверхні, отриманої в процесі різання, який **відрізняється** тим, що оброблення поверхонь здійснюють на подачах $s_1 = s_{\min}$, $s_2 = s_1 \cdot \varphi$, $s_3 = s_1 \cdot \varphi^2$... $s_{q-1} = s_1 \cdot \varphi^{q-2}$, $s_q = s_1 \cdot \varphi^{q-1}$, тут φ - знаменник ряду геометричної прогресії подач, значення яких вибрано із k_s значень подач за паспортом верстата, і з кожної із отриманих при одній і тій же подачі обробленої поверхні знімають $n=6-10$ профілограм і для кожної з цих n профілограм визначають середні арифметичні відхилення профілю R_{a_1} , R_{a_2} , R_{a_3} ... $R_{a_{n-1}}$, R_{a_n} , або висоти нерівностей профілю за десятьма точками R_{z_1} , R_{z_2} ... R_{z_n} і значення отриманих цих параметрів R_a або R_z приймають як випадкові величини і формують з них малі вибірки обсягом n елементів і використовують теорію малих вибірок за формулами:

$$M(R_{as_q}) \approx \bar{R}_{as_q} = \frac{a_1 + b_1}{2} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z_{1k}^2}{2}} - e^{-\frac{z_{2k}^2}{2}} \right) + r_k [\Phi(z_{2k}) - \Phi(z_{1k})] \right\},$$

$$M(R_{zs_q}) \approx \bar{R}_{zs_q} = \frac{a_2 + b_2}{2} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{k=1}^n \prod_{k=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{z'_{1k}}{2}} - e^{-\frac{z'_{2k}}{2}} \right) + r_k [\Phi(z'_{2k}) - \Phi(z'_{1k})] \right\},$$

де $[a_1; b_1]$ - проміжок зміни величини R_a вважається відомим і таким, що $a_1 = r_{K_{\min}}$, $b_1 = r_{K_{\max}}$ ($r_{K_{\min}}$ і $r_{K_{\max}}$ - відповідно - найменше і найбільше значення серед середніх арифметичних відхилень профілю $r_k (k = 1, \bar{n})$ експериментальних даних випадкової величини R_a);

$C_{ak} (k = 1, \bar{n})$ - стала величина, яка дорівнює:

$$C_{ak} = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b_1 - t_{1k}}{\sigma_a}\right) - \Phi\left(\frac{a_1 - t_{1k}}{\sigma_a}\right)};$$

$\sigma_a = \frac{b_1 - a_1}{6}$ - середнє квадратичне відхилення випадкової величини R_{as_q} ;

$z_{1_k} = \frac{a_1 - r_{ak}}{\sigma_a}$ і $z_{2_k} = \frac{b_1 - r_{ak}}{\sigma_a}$ - межі інтегрування для випадкової величини R_{as_q} ;

$\Phi(z_{1_k})$, $\Phi(z_{2_k})$ - функції Лапласа для випадкової величини R_{as_q} ;

$[a_2; b_2]$ - проміжок зміни величини R_z вважається відомим і таким, що $a_2 = r_{zk_{\min}}$, $b_2 = r_{zk_{\max}}$ ($r_{zk_{\min}}$ і

5 $r_{zk_{\max}}$ - відповідно - найменше і найбільше значення серед висот нерівностей профілю r_{z_k} ($k = 1, \bar{n}$) - експериментальних даних випадкової величини R_{as_q});

C_{zk} ($k = 1, \bar{n}$) - стала величина, яка дорівнює

$$C_{zk} = \frac{1}{1 + \Phi\left(\frac{b_2 - r_{2k}}{\sigma_z}\right) - \Phi\left(\frac{a_2 - r_{2k}}{\sigma_z}\right)};$$

$\sigma_z = \frac{b_2 - a_2}{6}$ - середнє квадратичне відхилення випадкової величини R_{zs_q} ;

10 $z'_{1_k} = \frac{a_2 - r_{zk}}{\sigma_z}$; $z'_{2_k} = \frac{b_2 - r_{zk}}{\sigma_z}$ - межі інтегрування для випадкової величини R_{zs_q} ;

$\Phi(z'_{1_k})$, $\Phi(z'_{2_k})$ - функції Лапласа для випадкової величини R_{zs_q} ,

визначають математичні сподівання, які приблизно дорівнюють середнім значенням середнього арифметичного відхилення профілю і середнім значенням висот нерівностей профілю за десятьма точками $M(R_{z_q}) \approx \bar{R}_{zs_q}$, а за формулами

$$15 \quad D(R_{as_q}) = 3 \frac{a_1^2 + a_1 \cdot b_1 + b_1^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{ak} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_a \cdot z_{1_k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z_{1_k}^2}{2}} - (\sigma_a \cdot z_{2_k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z_{2_k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_Q^2) \right\} \times$$

$$\times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_{ak} \left\{ \frac{\sigma_a}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_a \cdot z_{2_k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z_{2_k}^2}{2}} \right] + (\sigma_a^2 + r_Q^2) \right\},$$

$$D(R_{zs_q}) = 3 \frac{a_2^2 + a_2 \cdot b_2 + b_2^2}{3} \prod_{k=1}^n C_{zk} + \sum_{i=1}^n C_k \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[\frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_z \cdot z'_{1_k} + 2 \cdot r_k) e^{-\frac{z'_{1_k}{}^2}{2}} - (\sigma_z \cdot z'_{2_k} + 2 \cdot t_k) e^{-\frac{z'_{2_k}{}^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_Q^2) \right\} \times$$

$$20 \quad \times \prod_{k=1}^n C_k + \sum_{i=1}^n C_{zk} \left\{ \frac{\sigma_z}{\sqrt{2\pi}} \left[-(\sigma_z \cdot z'_{2_k} + 2 \cdot t_{1k}) e^{-\frac{z'_{2_k}{}^2}{2}} \right] + (\sigma_z^2 + r_Q^2) \right\},$$

визначають дисперсії $D(R_{as_q})$, $D(R_{zs_q})$ розсіювання випадкових величин R_{as_q} або R_{zs_q} і, використовуючи критерій Стюдента

$$t_{kR_a} = \frac{[\bar{R}_{as_2} - \bar{R}_{as_1}]}{\sqrt{n[D(R_{as_2}) + D(R_{as_1})]}} \cdot \sqrt{n(n-1)},$$

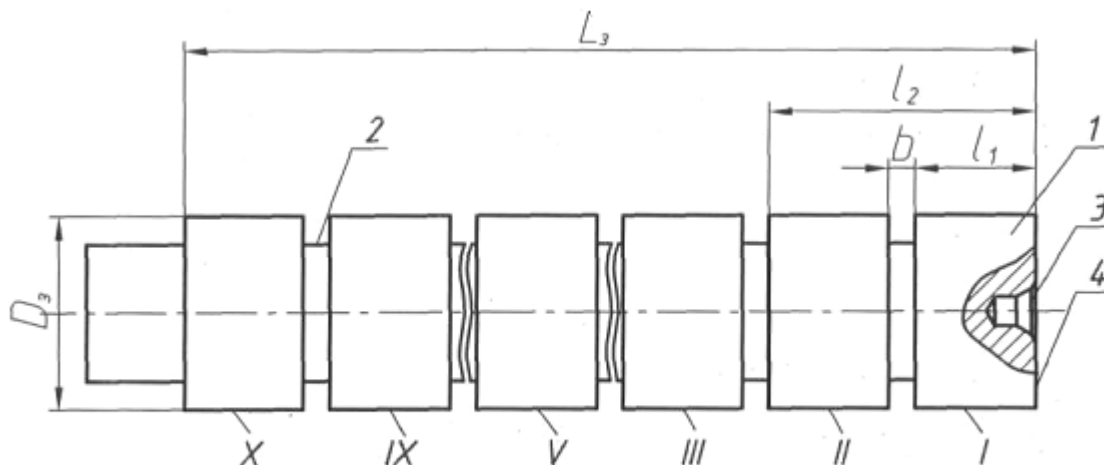
$$t_{kR_z} = \frac{[\bar{R}_{zs_2} - \bar{R}_{zs_1}]}{\sqrt{n[D(R_{zs_2}) + D(R_{zs_1})]}} \cdot \sqrt{n(n-1)},$$

25 встановлюють ймовірність $P(t_k)$, за якою визначають істотну відмінність між середніми значеннями \bar{R}_{as_1} або \bar{R}_{as_2} , і аналогічно здійснюють визначення t_k для інших співвідношень \bar{R}_{as} , встановлюють істотну відмінність і на цій основі визначають вплив подачі на параметр R_a або R_z , а також використовують критерій Фішера F_{R_a} або F_{R_z}

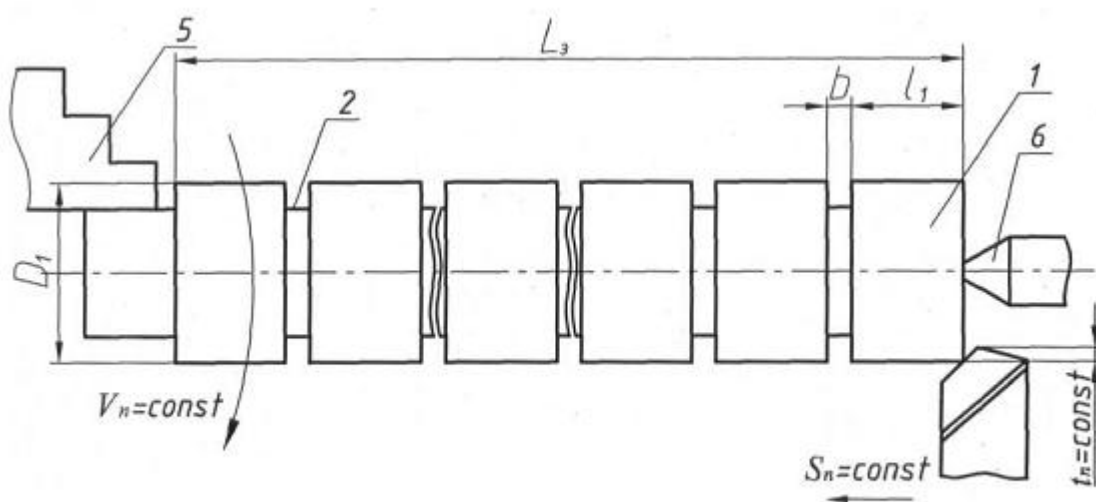
$$F_{R_a} = \frac{D(R_{as_2})}{D(R_{as_1})},$$

$$F_{R_z} = \frac{D(R_{zs_2})}{D(R_{zs_1})},$$

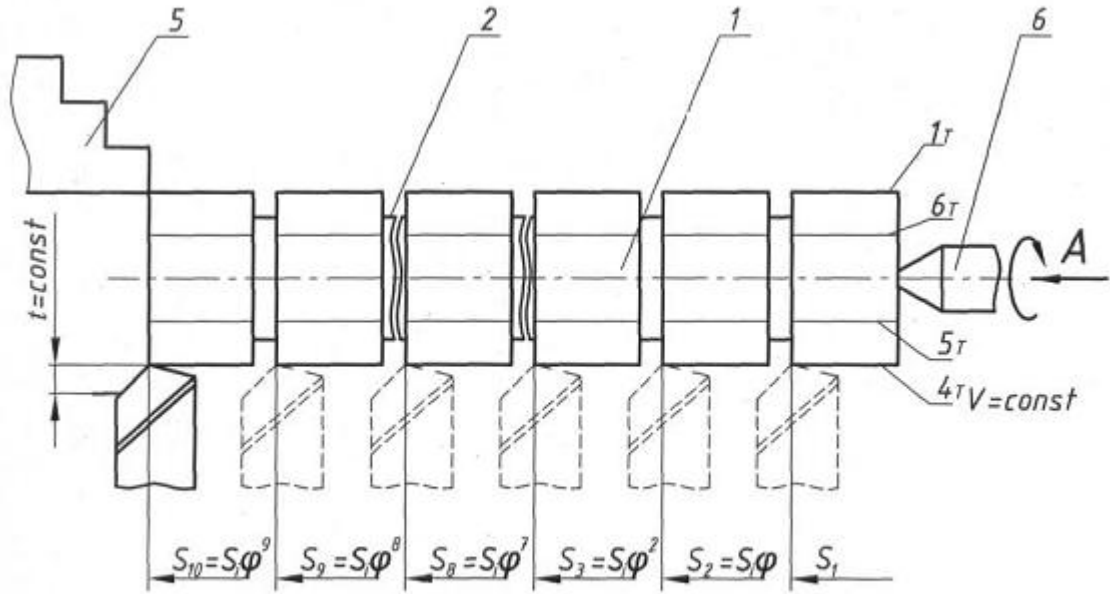
де $D(R_{as_2}) > D(R_{as_1})$ або $D(R_{zs_2}) > D(R_{zs_1})$, і визначають значення F_{R_a} або F_{R_z} , і порівнюють його з табличним значенням F_{TR_a} або F_{TR_z} , і в залежності від рівня значимості $\alpha_0 = 0,05$ і величини $k = n - 1$ встановлюють істотну відмінність між дисперсіями та констатують, що збільшення подачі у φ^{q-1} разів від s_1 до $s_1 \cdot \varphi^{q-1}$ істотно впливає або не впливає на дисперсію розсіювання значення параметрів шорсткості.



Фиг. 1

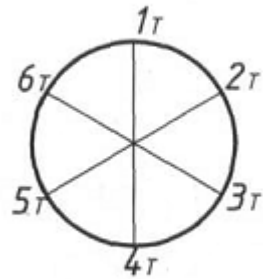


Фиг. 2



Фиг. 3

вид А



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601