

УДК 621.822.681.2:369.64

Т.Г. Джугурян¹, В.І. Марчук², І.В. Марчук², М.В. Олексин²Щецінська морська академія (Польща)¹Луцький національний технічний університет²**ДО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ БЕЗЦЕНТРОВОГО ШЛІФУВАННЯ ПЕРЕРИВЧАСТИМИ КРУГАМИ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ**

Було встановлено баланс тепла, яке переходить в стружку та в заготовку, як важливої передумови для технологічного керування температурою в зоні шліфування. Запропоновано використання прогресивного, переривчастого, шліфувального інструмента (кругів) на операціях чорнового та напівчистового шліфування базових поверхонь зовнішніх кілець після термічного оброблення внаслідок чого, покращились умови тепло- та стружковідведення від зони різання, що, в свою чергу, дозволило підвищити точність і якість шліфованих поверхонь, знизити температуру різання, запобігти виникненню температурних дефектів, збільшити технологічну продуктивність шліфувальних операцій. Проведена кількісна оцінка впливу глибини шліфування та швидкості деталі на основні параметри теплового процесу під час безцентрального шліфування зовнішніх поверхонь обертання кілець роликотішинників.

Ключеві слова: температура, тепло, безцентрове шліфування, переривчастий круг.

Т.Г. Джугурян¹, В.И. Марчук², И.В. Марчук², М.В. Олексин²Щецинская морская академия (Польша)¹Луцкий национальный технический университет²**К ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕСЦЕНТРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ ПЕРЕРЫВИСТЫМИ КРУГАМИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ**

Было установлено баланс тепла, которое переходит в стружку и в заготовку, как важной предпосылки для технологического управления температурой в зоне шлифования. Предложено использование прогрессивного, прерывистого, шлифовального инструмента (кругов) на операциях чернового и получистового шлифовки базовых поверхностей наружных колец после термической обработки, в результате чего улучшились условия тепло- и стружко отвода от зоны резания, что, в свою очередь, позволило повысить точность и качество шлифованных поверхностей, снизить температуру резания, предотвратить возникновение температурных дефектов, увеличить технологическую производительность шлифовальных операций. Проведена количественная оценка влияния глубины шлифования и скорости детали на основные параметры теплового процесса при бесцентрового шлифования наружных поверхностей вращения колец роликотішинников.

Ключевые слова: температура, тепло, шлифовка, прерывистый круг.

T. Dzhuguryan¹, V. Marchuk², I. Marchuk², M. Oleksin²Schetsen Maritime Academy (Poland)¹Lutsk National Technical University²**TO DETERMINATION OF THE TEMPERATURE OFF CENTERLESS GRINDING BY INTERMITTENT CIRCLES OF THE SURFACES ROTATION**

A balance of heat was introduced, which goes into shaving and billets, as an important prerequisite for technological control of temperature in the grinding area. The use of a progressive, intermittent, grinding tool (circles) on the roughing and semi-grinding operations of the base surfaces of the outer rings after heat treatment was proposed, resulting in improved heat and shaving conditions from the cutting zone, which in turn allowed to improve the accuracy and quality of the grinding surfaces, reduce the temperature of cutting, prevent the occurrence of temperature defects, increase the technological efficiency of grinding operations. The quantitative estimation of the influence of grinding depth and component speed on the main parameters of the heat process during centrifugal grinding of the outer surfaces of rotation of the roller bearings is carried out.

Keywords: temperature, warmly, polishing, intermittent circle.

Враховуючи складний характер зв'язку приведенного показника температури ω з глибиною шліфування t та швидкістю деталі V_d , виконаємо відповідно до залежності

$$\frac{c \cdot \rho}{\lambda} \cdot t = \frac{\lambda \cdot \omega}{c \cdot \rho \cdot l_2} \sqrt{\frac{2 \cdot R_{kp} \cdot \omega}{l_2 \cdot \bar{l}_1}}$$

теплового процесу [1, 2].

Під час розрахунку використовуємо вихідні дані: $c=175,9$ Дж/(кг·°C); $\rho = 15 \cdot 10^3$ кг/м³; $\lambda = 50$ Вт/(м·°C); $2R_{kp}=0,25$ м; $V_d=600$ мм/хв.

В табл. 1. наведені значення безрозмірної величини \bar{l}_1 , розраховані згідно залежності:

$$\frac{c \cdot \rho}{\lambda} \cdot t = \frac{\lambda \cdot \omega}{c \cdot \rho \cdot l_2} \sqrt{\frac{2 \cdot R_{кр} \cdot \omega}{l_2 \cdot \bar{l}_1}} \quad (1)$$

і значення приведенного показника температури ω , розрахованого згідно до залежності:
 $\bar{l}_1 = -\ln(1 - \omega) - \omega$.

Таблиця 1.

Розрахункові значення параметрів $\bar{l}_1; \omega; l_2; l_1 = t; l_2/l_1; Q_1/Q; Q_2/Q; Q_2/Q_1$

$t \cdot 10^{-3}, \text{м}$	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
\bar{l}_1	0,0042	0,012	0,022	0,034	0,047
ω	0,09	0,15	0,19	0,24	0,27
$l_2 \cdot 10^{-3}, \text{м}$	0,426	0,5	0,52	0,57	0,57
$l_1 \cdot 10^{-3}, \text{м}$	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
l_2/l_1	21,3	12,5	8,7	7,1	5,7
Q_1/Q	0,05	0,1	0,13	0,17	0,19
Q_2/Q	0,95	0,9	0,87	0,83	0,81
Q_2/Q_1	19	9	6,7	4,9	4,3

Як видно з табл. 1., зі збільшенням глибини шліфування t безрозмірна величина \bar{l}_1 і приведенний показник температури ω збільшуються. Відповідно будуть збільшуватися й абсолютні значення температури шліфування θ , що визначається залежністю:

$$\theta = \left(\frac{\sigma}{c \cdot \rho} \right) \cdot \omega \quad (2)$$

В табл. 1 наведені значення довжини l_2 , розраховані згідно залежності:

$$l_2 = \frac{\lambda \cdot \omega}{c \cdot \rho \cdot V_{пиз}} = \frac{\lambda}{c \cdot \rho \cdot V_{пиз}} \cdot \bar{l}_1 \quad (3)$$

З урахуванням встановлених за залежністю значень:

$$V_{пиз} = \frac{Q_{num}}{\sqrt{2 \cdot t \cdot R_{кр}}} = V_{д} \cdot \sqrt{\frac{t}{2 \cdot R_{кр}}} \text{ швидкості переміщення теплового потоку } V_{пиз}. \text{ Справедливим}$$

буде висновок, що довжина l_1 зі збільшенням глибини шліфування t збільшується і приймає значення, яке суттєво перевищує $l_1=t$, однак слід відмітити, що інтенсивність збільшення довжини l_2 зі збільшенням глибини шліфування t незначна. Отже зі збільшенням глибини шліфування t в 5 раз (з 40 до 200 мкм) довжина l_2 збільшилась тільки в 1,34 рази. Це важливий результат, який вказує на те, що за рахунок зменшення глибини шліфування t складно досягнути зменшення довжини l_2 .

В табл. 2 для порівняння наведені розрахункові значення основних параметрів теплового процесу під час шліфування для різних значень швидкості деталі $V_{д}$, тут глибина шліфування прийнята постійною і дорівнює $t=0,002 \cdot 10^{-3}$ м та $l_1=t=0,002 \cdot 10^{-3}$ відповідно.

Таблиця 2

Розрахункові значення параметрів $\bar{l}_1; \omega; l_2; l_1 = t; l_2/l_1; Q_1/Q; Q_2/Q; Q_2/Q_1$

$V_{д}, \text{м/хв}$	30	60	90	120	150
\bar{l}_1	0,0042	0,0084	0,0126	0,0168	0,021
ω	0,09	0,125	0,15	0,17	0,185
$l_2 \cdot 10^{-3}, \text{м}$	0,426	0,3	0,24	0,2	0,175
l_2/l_1	21,3	15	12	10	8,75
Q_1/Q	0,05	0,09	0,1	0,12	0,13
Q_2/Q_1	0,95	0,91	0,9	0,88	0,87
Q_2/Q_1	19	1,01	9	7,3	6,7

Знаючи приведений показник температури ω , визначений за допомогою $\frac{Q_1}{Q} = 1 - \frac{\omega^2}{2 \cdot l_1}$;

$\frac{Q_2}{Q} = 1 - \frac{\omega^2}{2 \cdot l_1}$, можна визначити значення кількості тепла Q_1/Q і Q_2/Q , яке йде в утворену стружку

та в поверхневий шар заготовки кільця відповідно. В табл. 1. наведені розрахункові значення Q_1/Q ; Q_2/Q ; Q_1/Q і Q_2/Q_1 . Зі збільшенням глибини шліфування t кількість тепла Q_1/Q , що йде в утворену стружку, збільшується, а кількість тепла Q_2/Q , що йде в заготовку кільця, зменшується. Причому, кількість тепла, яке йде в заготовку, суттєво перевищує кількість тепла, що йде в утворену стружку[3, 4].

Відношення Q_2/Q_1 зі збільшенням глибини шліфування t зменшується, однак за такої умови приймає більші значення. Цим, можна пояснити, чому довжина l_2 значно більша довжини $l_1 = t$. На рис. 1 та рис. 2 графічно показано характер зміни параметрів, наведених в табл.1, зі зміною глибини шліфування t .

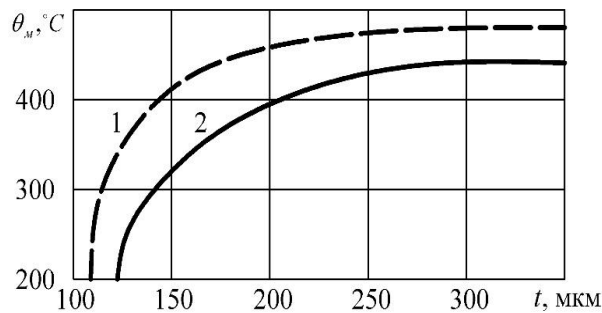


Рис. 1. Температурні залежності під час шліфування кільця із сталі ШХ15 на верстаті SASL5AD (1 – суцільним кругом; 2 – переривчатим кругом)

Як слідує з табл. 2, зі збільшенням швидкості деталі V_d безрозмірна величина \bar{l}_1 і приведений показник температури ω збільшуються, але з меншою інтенсивністю, ніж від збільшення глибини шліфування t (табл. 1).

Довжина адиабатичного сегмента l_2 в якому концентрується тепло, зменшується зі збільшенням швидкості деталі V_d . Як видно з табл. 1, зі збільшенням глибини шліфування t , довжина адиабатичного сегмента l_2 збільшується. Відповідно, за рахунок збільшення швидкості деталі V_d можна зменшити довжину l_2 , тобто товщину поверхневого шару обробленої деталі, в якому концентрується тепло і який є потенційним джерелом утворення температурних дефектів на обробленій поверхні[1, 2].

Як слідує з табл. 2, швидкість деталі V_d в порівнянні з глибиною шліфування t (табл. 1) значно менше впливає на зменшення кількості тепла Q_2/Q , що йде в заготовку. В даному випадку фактично все тепло, яке утворюється під час шліфування йде в заготовку.

На рис. 3. показано характер зміни параметрів, які наведені в табл. 2 зі зміною швидкості деталі V_d . Отже, збільшення V_d дозволяє, разом зі збільшенням температури шліфування (параметрів ω і θ), зменшувати товщину дефектного шару обробленої деталі l_2 .

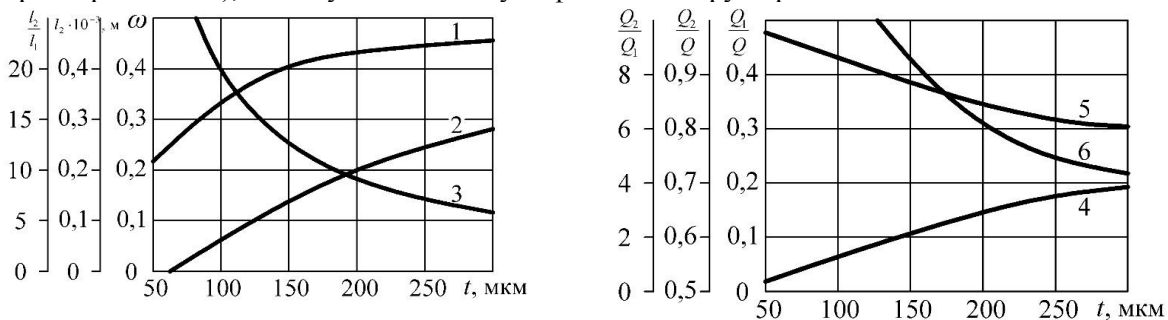


Рис. 2. Залежності параметрів $l_2(1)$; $\omega(2)$; $l_2/l_1(3)$; $Q_1/Q(4)$; $Q_2/Q(5)$; $Q_2/Q_1(6)$ від глибини шліфування t .

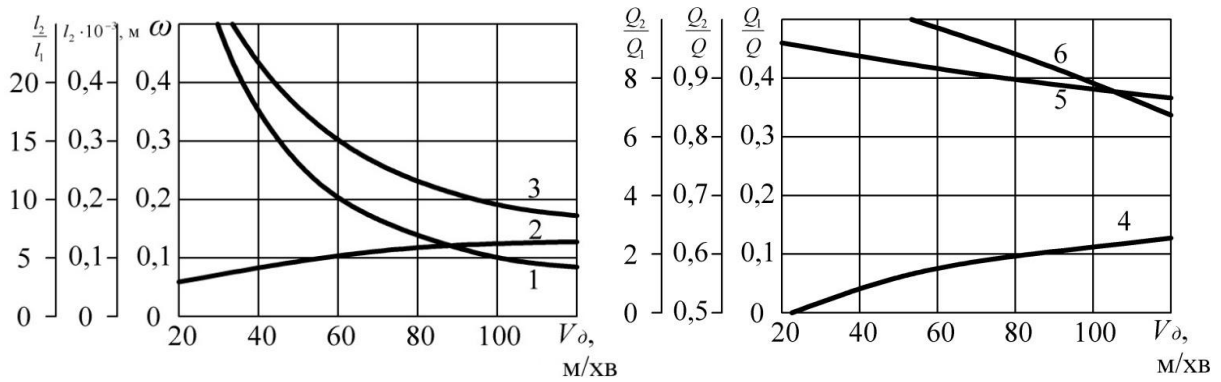
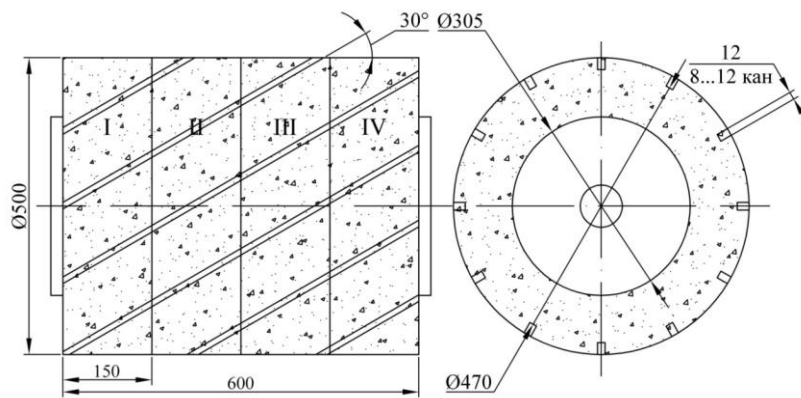


Рис. 3. Залежності параметрів $l_2(1)$; $\omega(2)$; $l_2/l_1(3)$; $Q_1/Q(4)$; $Q_2/Q(5)$; $Q_2/Q_1(6)$ від швидкості деталі V_d

На графіках показано, що збільшення V_d дозволяє, разом зі збільшенням температури шліфування (параметрів ω і Θ), зменшувати товщину дефектного шару деталей l_2 .



№ абразивного диска	Зернистість	
	Чорнове шліфування	Напівчистове шліфування
I	80	63
II	63	40
III	32	25
IV	25	25

Рис. 4. Збірний переривчастий шліфувальний круг з гвинтовими канавками для безцентрового шліфування поверхонь обертання



Рис.5. Робочий простір безцентрово-шліфувального верстата

Висновок. Встановлено, що збільшення кількості канавок шліфувального круга призводить до зменшення температури шліфування, за рахунок зменшення часу контактування ріжучих виступів круга з шліфованою поверхнею. Зростання ширини виступу шліфувального круга L_1 та зменшення ширини канавки зумовлює зростання ріжучої здатності шліфувального круга внаслідок збільшення числа активних зерен, які беруть участь в різанні, однак це призводить до зростання контактної температури шліфування. Зменшення відношення $\frac{L_1}{L_2}$ зумовлює протилежні процеси, однак зниження температури можна досягнути при різних співвідношеннях ширини різального виступу та ширини впадини.

Література

1. Якимов А.В. Прерывистое шлифование / А.В. Якимов, Ю.А. Бояршинов и др. // Вестник машиностроения. – 1967. – №3. – С. 76-78, 2. Марчук В.І. Класифікація та походження температурних дефектів на операціях безцентрового шліфування поверхонь обертання / В.І. Марчук, І.В. Марчук, М.В. Олексин, А.М. Ештеві / Матеріали Шістнадцятої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї-наука-виробництво», м. Суми, 26-29 жовтня 2016 р. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – С. 102–103.
2. Новиков Ф.В., Яценко С.М. Новый упрощенный подход к расчету температуры поверхностного слоя детали при ее механической обработке. – Физические и компьютерные технологии. – Труды 11-й Международной научно-технической конференции, 2-3 июня 2005 г.– Харьков: ХНПК «ФЭД», 2005. – С.137–146.
3. Марчук І.В. Керування температурою на безцентрово-шліфувальних операціях / І.В.Марчук, М.В. Олексин, А.М. Ештеві // «Перспективні технології та прилади». Збірник наукових праць. Випуск 10(1). м. Луцьк, червень 2017 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – С. 133–138.
4. Джугурян Т.Г.Марчук І.В.Марчук В.І. Технологічне забезпечення точності та якості поверхонь обертання в підшипниковому виробництві/ «Перспективні технології та прилади». Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2018/6. – Випуск №12(1). - С. 111-117.

Стаття надійшла до редакції 18.10.2018