

UDC 621.822.681.2:369.64

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2313-5352-2019-15-8>V. Marchuk¹, D.Sc., T. Dzhuguryan², D.Sc., I. Marchuk¹, Ph.D, L. Sachkovska¹¹Lutsk National Technical University²Shetsin maritime academy (Poland)**THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GRINDING SURFACE QUALITY RING ROLLER**

A series of experimental researches was carried out in the work, which confirmed the results of modeling of temperature processes in the zone of centerless intermittent grinding of billet rings. The constructed response surfaces of the dependence of the roughness parameter Ra on the grinding modes and the number of grooves of the grinding wheel form the basis of the developed technique for designing grinding operations and tool adjustments of grinding machines. The contact area of the abrasive circle with the workpiece is a narrow strip of rectangular shape that moves along the workpiece surface. In this case, the temperature field can be calculated according to the scheme of a moving infinitely long surface-band source. The plan, the program and the hardware of experimental researches of the connection of design and technological factors and indicators of grinding operations with parameters of quality of grinding surfaces, temperature of grinding, power parameters of the process of grinding by discontinuous grinding circles and constructive circles have been developed.

Keywords: grinding, temperature, quality.

Temperature defects that arise in grinding operations of processing surfaces of revolution outer ring roller not only adversely affect the performance properties of the bearing, such as durability, precision-based, durability, reliability, but also cause a significant impact on future operations grinding track bearing rings due to the principle of technology hereditary defects between operations.

For example, during the grinding track rolling ring bearing 7000 series billets to bezentrovo grinding operations based on the machine SASL5AD with pre-treated outer cylindrical surface, so inaccuracies basing transferred to malfunctioning internal processing paths bearing outer ring.

In addition to manufacturing defects analysis centreless-grinding operations showed that 30% of all defects after polishing rings refers to the temperature. Therefore, the establishment of efficient temperature parameters and their relationships with those centreless grinding process workpieces rings perenalahodzhualnoho in terms of production is relevant scientific and technical challenge and requires careful analysis of the causes and types of thermal origin defects and search methods and means to address them.

During the grinding temperature field in the coordinate system coupled to the source begins to go to a state of thermal saturation process is established and becomes quasi field. The interval until the next cycle should be such that the surface had time to cool to its original temperature. This process can be realized if the surface is not abrasive wheel to make continuous and intermittent, ie, break it into a series of performances that alternate. To determine the size and performance of the cutting grooves need to know a thermal saturation and the cooling to the original temperature.

To solve this heat problem related to the calculation of the temperature in the cutting zone at work was adopted following calculation scheme [1, 2, 3, 4, 5].

A mathematical model of determining the temperature of the grinding based on the account of the balance of heat that goes into chips and workpiece. In the design scheme [1, 2, 3] allowance for processing, by analogy with the work of Professor. A. Yakimova presented a package of infinitely thin adiabatic rods are in the process of grinding pererizuyutsya a speed V_w . To simulate thermal processes in the cutting zone to agree to terms that by the time of the heat source τ happened adiabatic cutting rod length l_1 , ie the heat source moved along the rod by an amount $l_1 = V_{pi3} \cdot \tau$ and during this time as a result of cutting isolated heat Q . This heat is transferred to heat the chips formed, ie areas rod length l_1 , and the quantity of heat equal to Q_1 . On the other hand, the heating section rod length l_2 workpiece material by conduction spent heat Q_2 . Heat balance equation consists of terms $Q = Q_1 + Q_2$.

The amount of heat Q_1 is defined as follows. The rod length l_1 conditionally divided into an infinite length set of elementary areas Δl .

Assume that each of the elementary areas heated to different temperatures: the first - to a temperature θ_1 Second - to a temperature θ_2 etc. Then the amount of heat that is spent on heating the first section of the rod length l_1 , will be equal to:

$$Q_{l_1} = c \cdot m_1 \cdot \theta_1, \quad (1)$$

where c - the specific heat of workpiece material, J / (kg · K); $m_1 = \rho \cdot V_1 = \rho \cdot S \cdot \Delta l$ - the mass of the first section of the rod length Δl Kg; ρ - density of workpiece material, kg / m³; V_1 - volume of the first section of the rod length Δl M³; S - cross-sectional area of the rod, m².

After transformation relation (1) will look like:

$$Q_{l_1} = c \cdot \rho \cdot S \cdot \Delta l \cdot \theta_1. \quad (2)$$

Similarly, determine the amount of heat Q_{l_2} and Q_{l_n} , spent on heating 2nd and n-th rod sections:

$$Q_{l_2} = c \cdot \rho \cdot S \cdot \Delta l \cdot \theta_2, \quad (3)$$

$$Q_{l_n} = c \cdot \rho \cdot S \cdot \Delta l \cdot \theta_n. \quad (4)$$

A similar sequence determines the amount of heat Q_2 That is spent on heating rod length adiabatic l_2 :

$$Q_2 = c \cdot m \cdot \theta_2 \cdot 0,5. \quad (5)$$

After transformation dependence (6) will look like:

$$Q_2 = 0,5 \cdot c \cdot \rho \cdot S \cdot l_2 \cdot \theta_2. \quad (6)$$

Heat balance equation is made subject $Q = Q_1 + Q_2$ and represented as a differential equation of temperature change over time $\theta = \theta(\tau)$:

$$\frac{d\theta}{d\tau} \cdot \theta + A \cdot \theta = B, \quad (7)$$

where $A = \frac{V_{pi3} \cdot N}{\lambda \cdot S}$; $B = \frac{N^2}{c \cdot \rho \cdot \lambda \cdot S^2}$; N - power heat source, W; λ - thermal conductivity of the material, W / m · K.

After the solution differential equation in relative terms we get:

$$l_1 = \frac{\lambda}{c \cdot \rho \cdot V_{pi3}} \bar{l}_1; \bar{l}_1 = -\ln(1-z) - z; z = \frac{\theta}{\left(\frac{\sigma}{c \cdot \rho}\right)}, \quad (8)$$

where z - a dimensionless quantity, which we call the relative magnitude of temperature; $\sigma = q/V_{pi3}$ - conventional cutting stress, N / m²; q - heat flux, W / m².

From relation (2) that the relative magnitude of the temperature z with increasing length of the rod $l_1 = V_{pi3} \cdot \tau$ (or contact time τ grinding wheel with shaft) increases approximately exponential law asymptotically approaching one (Fig. 1). This indicates the existence of sustainable over time thermal process in grinding, implemented with relatively large values \bar{l}_1 (or τ), such as deep grinding.

Using these solutions, the basic parameters of a thermal process in grinding length rod l_2 equal to the thickness of the surface layer of the workpiece, which concentrates heat; instantaneous speed V_θ heat diffusion depth consideration adiabatic rod; share of heat Q_1/Q and Q_2/Q Transmitted, respectively, in chips, which is formed in the workpiece.

$$l_2 = \frac{\lambda}{c \cdot \rho \cdot V_{riz}} \bar{l}_2; \bar{l}_2 = z; V_\theta = V_{pi3} + \frac{dl_2}{d\tau} = \frac{V_{riz}}{z}, \quad (9)$$

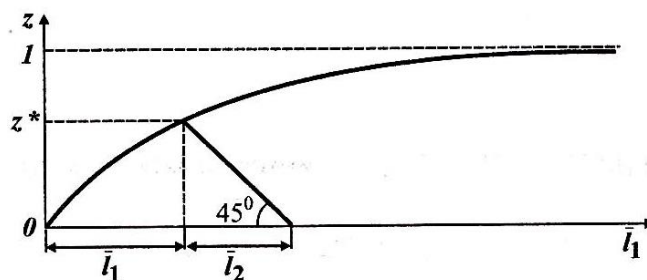


Fig. 1. Relative values of temperature z dimensionless \bar{l}_1 \bar{l}_1

$$\frac{Q_1}{Q} = 1 - \frac{z^2}{2 \cdot \bar{l}_1}; \quad \frac{Q_2}{Q} = \frac{z^2}{2 \cdot \bar{l}_1}. \quad (10)$$

From these dependences it follows that the length of the rod l_2 changing the law changes in relative values of temperature z [1, 2, 3, 5, 6]. instantaneous speed V_θ Conversely, with increasing z continuously decreases asymptotically approaching the value V_{riz} [4].

Relative values Q_1/Q and Q_2/Q determined by only one parameter - the relative magnitude of temperature z , Fig. 1. Thus, reducing the value of z implies reduction Q_1/Q magnification Q_2/Q by reducing product options $l_1 \cdot V_{riz}$ according to the relationship. This shows that the distribution of heat between the chips, produced and workpiece surface layer caused by temperature grinding.

For adiabatic boundary surface napivneskinchenoho solid, thermal properties which do not depend on the temperature, with zero initial temperature in the positive direction along the Z axis at a constant speed V_d fast moving endlessly extended band width segmentopodibne heat source $2h$, with evenly distributed over the contact area, time constant density heat source, and the influence on the heat source temperature distribution outside neglected and entered the assumption that the insulated surface, ie $X = 0$.

In order to calculate the positive argument values beginning coordinates associated with source material on the back surface of the source. Under these conditions,

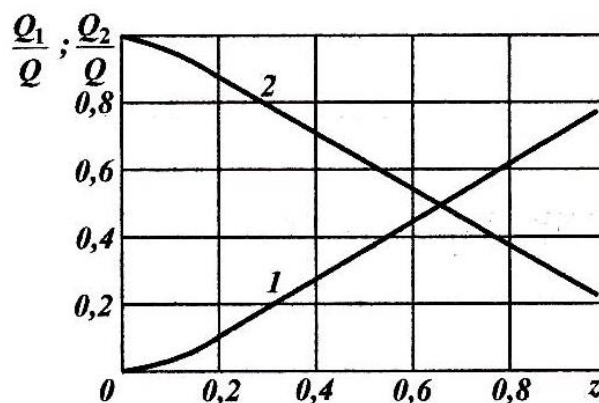


Fig. 2. The dependence of Q_1 / Q (1) and Q_2 / Q (2) the

sformulyuyetsya mathematical problem as follows: we have a basic differential equation of heat, considering heat source movement is:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial Z^2} \right) + V_\theta \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial Z^2} \quad (11)$$

where - the temperature; θ - thermal diffusivity; V_d - speed parts (blanks); τ - a contact circle of the workpiece.

The second stage of theoretical calculations of temperature in the cutting zone during intermittent abrasive cutting tool is the determination of the temperature decrease depending on the termination of the grinding process [3, 4, 5, 6].

Consider the problem of free surface temperature change by heat. The change in average temperature feel constant for a fixed time. To assess the cooling of the free surface will take the following heating scheme: since the cooling rate of the surface by heat exchange with AB after the termination of the large heat source, the heat dissipation can be neglected in the Z axis due to heat. By entering this assumption settlement process cooling surface will be slightly slower than real.

Time to reach a certain temperature depends on the speed source that allows you to change the time in a wide range. After the polishing process is stopped, following a small time period during which the surface cools flow AB. The time interval between two successive work performances must be such that the surface would cool down to a certain size. Since the surface in between duty cycle free, heat can significantly change its temperature.

Conclusions. Theoretical investigation temperatures for various grinding circuits, we conclude that the limit state temperature field (thermal saturation) occurs immediately after the grinding process. From the beginning of the process to establish the ultimate state there is a small but significant physical length of time during which the grinding takes place in non-stationary mode. The presence of this interim period can be confirmed experimentally, by determining the temperature. Unsteady operation during grinding principle opens the possibility of reducing the contact temperature by periodic interruption.

References

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 / Марчук, І.В. Марчук, М.В. Олексин, А.М. Ештеіві / 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.
3. 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.
4. Джугурян Т.Г. Марчук І.В. Технологічне забезпечення точності та якості поверхонь обертання в підшипниковому виробництві/ «Перспективні технології та прилади». Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – Випуск №12(1). - С. 111-119.
5. Марчук І.В., Марчук В.І., Модель стабілізації високочастотних коливних процесів в динамічній системі круглого врізного шліфування. Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2016. – Перспективні технології та прилади №9. - С.75-83.
6. Марчук І.В. Керування температурою на безцентрово-шліфувальних операціях / М.В. Олексин, А.М. Ештеіві // “Перспективні технології та прилади”. Збірник наукових праць. Випуск 10(1). м. Луцьк, червень 2017 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – С. 133–138.
7. Марчук І.В. Технологічне керування температурою під час безцентрового шліфування функціональних поверхонь обертання/ Марчук В.І. // «Наукові нотатки». Випуск 61. м. Луцьк, 2018 – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – С. 142-147
8. Марчук І.В. Технологічне забезпечення точності шліфування поверхонь обертання підшипників / І.В. Марчук, А.М. Ештеіві, М.В. Олексин / Наукові нотатки: Міжвуз. зб. Луцького національного технічного університету (за напрямком “Інженерна механіка”). Вип. 57. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – С. 123–127.
9. Марчук І.В. Технологічне керування точністю поверхонь обертання на операціях механічного оброблення / І.В. Марчук, М.В. Олексин, А.М. Ештеіві / «Сучасні технології у промисловому виробництві»: матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій (м. Суми, 18–21 квітня 2017 р.): у двох частинах / редкол.: О. Г. Гусак, В. Г. Євтухов. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – Ч. 1. – 31–32 с.
10. Марчук І.В. Технологічне керування точністю поверхонь обертання в умовах

переналагоджувального підшипникового виробництва / І.В. Марчук, А.М. Ештеїві / Збірник тез доповідей XVI-ї Міжнародної науково-технічної конференції «ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи», ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 16-17 травня 2017 р., м. Київ, Україна. – 2017. – С. 83

11. Марчук В.І. До аналізу джерел та причин походження вібрацій в конічних роликотпідшипниках / В.І. Марчук, І.В. Марчук, А.М. Ештеїві, М.В. Олексин / Наукові нотатки: Міжвуз. зб. Луцького національного технічного університету (за напрямком “Інженерна механіка”). Вип. 59. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – С. 184–192.

Марчук В. І¹., д.т.н., Джугурян Т. Г²., д.т.н., Марчук І. В¹., к.т.н., Сачковська Л. А¹.

¹Луцький національний технічний університет

²Щецинська морська академія (Польща)

О ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ШЛИФОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕЦ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ

В работе проведена серия экспериментальных исследований, подтвердила результаты моделирования температурных процессов в зоне бесцентрового прерывистого шлифования заготовок колец. Построены поверхности отклика зависимости параметра шероховатости Ra от режимов шлифования и числа канавок шлифовального круга положены в основу разработанной методики проектирования шлифовальных операций и инструментальных настроек шлифовальных станков. Зона контакта абразивного круга с деталью представляет узкую полосу прямоугольной формы, движущуюся вдоль поверхности детали. Температурное поле в таком случае можно рассчитывать по схеме подвижного бесконечно долгого поверхностно-полосового источника. Разработан план, программу и аппаратное обеспечение экспериментальных исследований связей конструкторско-технологических факторов и показателей шлифовальных операций с параметрами качества шлифованных поверхностей, температурой шлифования, силовыми параметрами процесса шлифования прерывистыми шлифовальными кругами и конструктивными параметрами прерывистых шлифовальных кругов.

Ключевые слова: шлифовка, температура, качество.

Марчук В. І¹., Джугурян Т.Г.², Марчук І. В.¹, Сачковська Л. О.¹

¹Луцький національний технічний університет

²Щецінська морська академія (Польща)

ПРО ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ШЛІФУВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

В роботі проведена серія експериментальних досліджень, що підтвердила результати моделювання температурних процесів в зоні безцентрового переривчастого шліфування заготовок кілець. Побудовані поверхні відгуку залежності параметра шорсткості Ra від режимів шліфування та числа канавок шліфувального круга покладені в основу розробленої методики проектування шліфувальних операцій і інструментальних налагоджень шліфувальних верстатів. Зона контакту абразивного круга з деталлю представляє вузьку смужку прямокутної форми, що рухається вздовж поверхні деталі. Температурне поле в такому випадку можна розраховувати за схемою рухливого нескінченно довгого поверхнево-смугового джерела. Розроблено план, програму та апаратне забезпечення експериментальних досліджень зв'язків конструкторсько-технологічних чинників та показників шліфувальних операцій з параметрами якості шліфованих поверхонь, температурою шліфування, силовими параметрами процесу шліфування переривчастими шліфувальними кругами та конструктивними параметрами переривчастих шліфувальних кругів.

Ключові слова: шліфування, температура, якість.