


Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Механіко-машинобудівний інститут
Наукова рада по механіці твердого деформівного тіла НАН України
Спілка інженерів – механіків "КПІ ім. Ігоря Сікорського"
ТОВ «Прогрестех - Україна»
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАНУ
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАНУ
Інститут гідромеханіки НАНУ
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенко НАНУ
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ
ВАТ "Український науково-дослідний інститут авіаційної технології"
Вроцлавський технологічний університет «Вроцлавська політехніка» (Польща)
Отто-фон-Геріке університет, м. Магдебург (Німеччина)
Машинобудівний факультет Белградського університету (Сербія)
Технічний університет, м. Габрово (Болгарія)



 **PROGRESSTECH**
U K R A I N E
XVIII МІЖНАР.
НАУК. — ТЕХН.
КОНФ.

ПРОГРЕСИВНА ТЕХНІКА,
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ОСВІТА
29 червня – 1 липня 2017 р.
м. Київ, Україна

$$z_{\max} = z_{\max\max}(N) + 2\epsilon'(N) \cdot A, \quad (4)$$

де $z_{\max\max}(N)$ – максимальна величина припуску із двох максимальних величин z_{\max}^L і z_{\max}^R за обмеженим числом вимірів N після вирівнювання мінімальних значень припуску, тобто при $z_{\min}^L = z_{\min}^R$;

$2\epsilon'(N)$ – відносна помилка у визначенні положення максимального і мінімального припусків;
 A – амплітуда синусоїди, отриманої методом найменших квадратів для одного з розподілів припуску по лівій $z^L(n)$ або по правій $z^R(n)$ стороні западин, залежно від того, на якій бічній стороні зафіксований припуск $z_{\max\max}(N)$.

Розроблені за зазначеними підходами методики апробовані на основі результатів вибіркового вимірювання припуску в заводських умовах (таблиця).

Таблиця

Результати розрахунку максимального припуску для статистичного підходу

N	2	3	4	8	10	20	40
A , мм	0,047	0,175	0,128	0,146	0,147	0,147	0,147
z_0 , мм	0,2335	0,2603	0,2523	0,2573	0,2587	0,2614	0,2617
$\Delta z_{\text{світ}}$, мм	0,0235	0,0875	0,064	0,073	0,0735	0,0735	0,0735
$\Delta z_{\text{стрч}}$, мм	0,5876	0,3635	0,1732	0,098	0,0822	0,052	0,0354
z_{\max} , мм	0,8446	0,7112	0,4895	0,4283	0,4144	0,3869	0,3706

Примітка: заготовка ЗК ДТМВ.478 БЭ.40.005

Видно, що зі збільшенням числа вимірів N величина припуску z_{\max} зменшується. Описаний спосіб визначення величини максимального припуску в западинах ЗК із урахуванням результатів вибіркового вимірів дозволяє істотно зменшити число необхідних вимірів для виявлення максимального розрахункового припуску, що підлягає видаленню при зубошліфуванні. Показано, що загальний час операції зубошліфування, який складається із часу налагодження (вимірювання припуску) і часу обробки (зубошліфування), зменшується.

Висновки

1. Розроблено алгоритм перерахування невизначеності припуску в його додаткову величину (добавку до припуску), яку можна реалізувати шляхом відводу шліфувального круга від заготовки зубчастого колеса перед зубошліфуванням. Це дозволить за рахунок невеликого збільшення часу зубошліфування усунути можливість появи шліфувальних дефектів, викликаних непередбаченим збільшенням фактичного припуску, у тому випадку, коли западина з максимальним припуском була пропущена при вимірюванні припуску на етапі налагодження зубошліфувального верстата.

2. Отримано розрахункові формули для визначення припуску на зубошліфування залежно від числа його вимірів на етапі налагодження верстата з ЧПК, що (число) може змінюватися від двох до максимального значення, рівного числу западин на заготовці зубчастого колеса.

Список літератури

1. *Производство зубчатых колес: Справочник* / С.Н. Калашников, А.С. Калашников, Г.И. Кован и др.; Под общ. ред. Б.А. Тайца. – 3-е изд. перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1990. – 464 с.
2. *Калашников П.А. Повышение эффективности изготовления цилиндрических зубчатых передач за счет применения процесса непрерывного обратного зубошліфования с радиально-диагональным движением подачи: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.08 "Технология машиностроения"* / П.А. Калашников. – М., 2009. – 23 с.
3. *Ліщенко Н.В. Оптимізація числа вимірів припуску по впадинам зубчастого колеса* / Н.В. Ліщенко, В.П. Ларшин. – Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта / Матеріали конф. 21-24 червня 2016 р.: Одеса-Київ, 2016. – С. 229-230.

UDC 621.923.4

Larshin V.P., Doctor of Science, professor, Lishchenko N.V., PhD, associate professor

1 - Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine

2 - Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

GRINDING SYSTEM MODELLING TO SIMPLIFY DECISION MAKING

In accordance with the Systems Engineering (theory of technical systems) one of the important initial stages of a system development is an adequate representation of the system from the concept stage to the running one. The system design includes its description, modelling and simulation, which may be represented in the respective formats: verbal description (text) in ordinary languages, graphical representations (e.g., block diagram, graphs, timing diagram), special signs systems (e.g., programming languages), mathematical model, the combined method, etc. Selecting an appropriate way of the system representation depends on the purpose both of the study and design. If the purpose is to create conditions to ensure the desired course of a process, when the process is the developing system, then it should be said of the system operation and control algorithms. In this case the technical system is being developed in the form of a control system model. In this modelling versus simulation the system is a mathematical abstraction that is taken as a model of a dynamic phenomenon which represents this phenomenon in terms of mathematical relations [1]. According to H. Freeman such a system is characterized by the input u , state x and output y (Fig. 1, a).

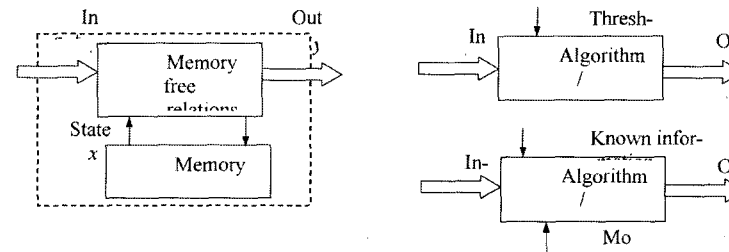


Fig.1 – Representation of the grinding system based on "input-state-output" model (a) [1], and those for decision making both without (b) and with (c) a model [2]

The input u in the form of a set of time functions (e.g., in time domain) is the external forces (input variables) which are acting upon the grinding process that represents the dynamic phenomenon mentioned. The state x is a form of the system state-space representation, which with the input affects the output y . The output y in similar form is the measures of the grinding process result, i.e. output quantities belonging to the ground part (part accuracy, surface finish and surface integrity). The question has always been of the transient function that is equal to y divided by u i.e., y/u , and about of the origin and the nature of this function. Dependence between u and y may be not only strong or wear but also deterministic or probabilistic. That's why two scientific approaches are used to find the answer to this question: both theoretico-probabilistic and frequency ones.

A basic characteristic of any dynamic phenomenon is its behavior at any time and whether or not the behavior is traceable not only to the presently applied forces but also to those applied in the past. A dynamic phenomenon (process) may or may not possess a memory depending on whether or not the effect of past applied forces is stored. In this connection the state x of the system is a vector function of time (i.e., in time domain) as well as both the input u and output y . In grinding it may be corresponding signals like those of grinding forces F (e.g., normal, vertical) in Newtons (Fig.2).

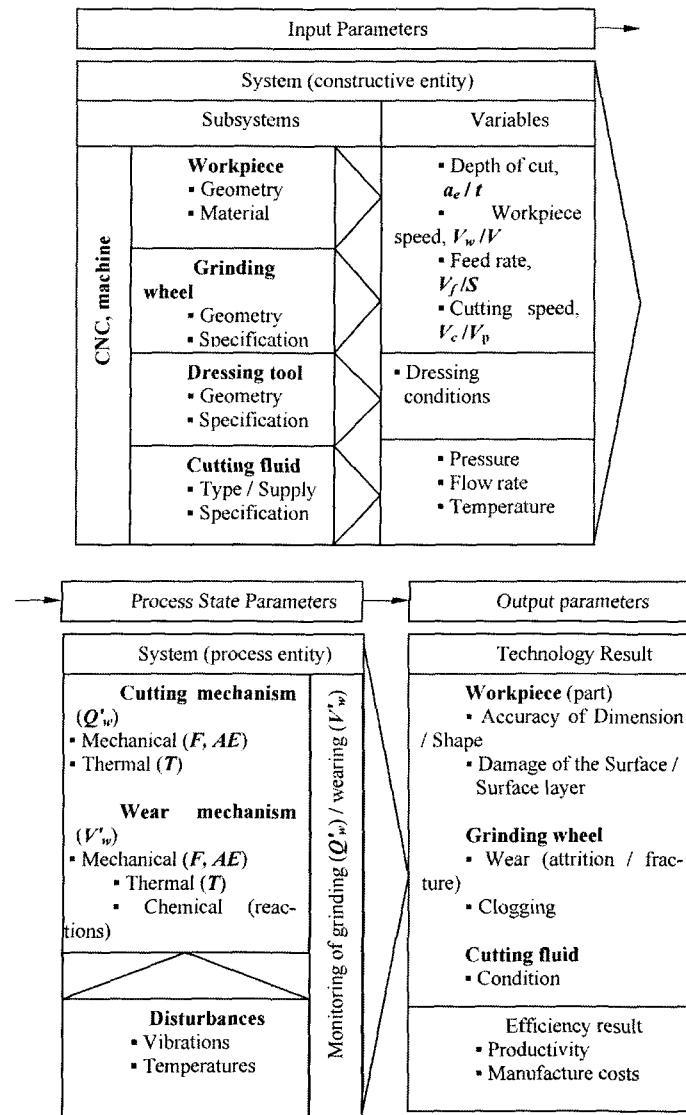


Fig.2 – Grinding system model (in fractional notations the input variables are listed in overseas [3] and domestic designations)

Besides it may be temperature T in Celsius and acoustic emission AE in RMS quantities. In general, knowledge of the state x at any time t_0 with knowledge of the forces subsequently applied are sufficient to determine the output y and state x of the system at any time $t > t_0$, i.e. beginning from the moment t_0 . The u , x and y are vector time functions with some distinctive or certain dimensions which have to be fixed during a grinding system identification. The dependence of these functions from the time suggests a possibility to use the frequency approach mentioned and study the system.

Similarly, the system approach have been taken by H.K. Tönshoff et al [2] to explain a strategy of decision making while interpreting a process monitoring in grinding without (Fig.1, b) and with (Fig.1, c) a process model. There are two approaches for the decision making in this case. Firstly, the distinctive values of the processed signals are to be compared with a predetermined threshold in order to identify the status of the grinding process by means of preparing a process database (memory stored). This approach is the preferred choice for sensor signals used to interpret output quantities. Secondly, a model based identification approach may be when various kinds of physical or empirical models are employed, and which utilize known relationships (Fig.1, c). As a result, the calculated value is compared with a threshold in order to evaluate the process. This approach is the preferred choice for the sensor signals used to monitor the process quantities which are equal to the system state ones. Because of its complexity and significance, the model based identification approach involves understanding the process model (don't confuse with the grinding system model). In this connection the methods for process modelling are of great importance as they are in decision making.

Methods for process modelling discussed further. Besides the model definition mentioned above another term to explain 'model' may be as follows: a model is the abstract representation of a manufacturing process which serves to link causes and effects [2]. That is why the correlation description for different quantities of a real system to correspond to a modeled system is the dominant task of the process models. In grinding, the dependences of settings on process quantities such as grinding forces F , temperature T , and acoustic emission AE as well as on output quantities such as surface roughness and surface integrity (surface layer quality like grinding burns and residual stresses) may be mapped too on the basis of F. Klocke's representation [3]. Taking into account this representation, a technological grinding system model can be represented as follows (Fig. 2). The model consists of the following state parameters: $Q'w$, $V'w$, F , T , AE , where $Q'w$ is the specific material removal rate in $\text{mm}^3/(\text{s} \cdot \text{mm})$, $V'w$ is the specific material removal in mm^3/mm .

Modeling and simulation are two scientific methods to describe a real system in static and dynamic, respectively, but the two ones are based on a system concept. Both modelling and simulations are applications which represent a real world or imaginary system. A model can be considered as a static and a simulation can be considered as dynamic as the variables of a simulation get always changed [4].

Because of its great influence on the ground part surface integrity, a thermal grinding aspect is considered in detail subsequently, and a comparative analysis of analytical temperature field models is given in detail on the bases of the system approach, mentioned. The research was carried out on the basis of the phenomenological approach proposed by prof. A. V. Yakimov [5].

References

1. Freeman Herbert. *Discrete-time systems: an introduction to the theory* / Herbert Freeman. – New York: J. Wiley, 1965. – 241 p.
2. Tönshoff, H.K. *Process monitoring in grinding* / H.K. Tönshoff, T. Friemuth, J.C. Becker. – CIRP Annals – Manufacturing Technology. – Volume 51, Issue 2. – 2002. – P.551-571.
3. Klocke Fritz. *Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping* / Fritz Klocke. – Berlin: Springer, 2009. – 433 c.
4. *Difference between Modelling and Simulation*. (Posted on July 5, 2011 by admin). Retrieved from <http://www.differencebetween.com/difference-between-modelling-and-vs-simulation/>.
5. Якимов А.В. *Оптимизация процесса шлифования* / А.В. Якимов. – М.: Машиностроение, 1975. – 176 с.