

Таким образом, в рассматриваемой модели структурированы ранее определенные факторы, рассмотрены потоки, которые возникают в процессе производства, и определены взаимоотношения между исследуемыми факторами и возникающими потоками.

Таким образом, была построена модель логистической системы предприятия, которая отображает взаимодействие факторов внешней, внутренней среды и различного рода потоков со структурными подразделениями предприятия. Данная модель ориентирована на повышение конкурентоспособности предприятия за счет внутренних и внешних взаимодействий различного рода факторов.

Дальнейшее исследование построенной модели позволит разработать оптимальную систему управления акционерными предприятиями.

**Литература:** 1. Пивоваров М. Г. Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на логістичну систему металургійного підприємства / М. Г. Пивоваров, О. М. Шаповалов // Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво. – 2012. – № 2. – С. 163–166. 2. Дивина Т. В. Маркетинг в машиностроєнні. Ч. II / Т. В. Дивина. – М. : МГІУ, 2008. – 96 с. 3. Захарченко В. І. Сумма знаній в економіці : в 12-ти т. Т. 2 / В. І. Захарченко, З. А. Кузнецова. – Одеса : Наука і техніка, 2008. – 428 с. 4. Неруш Ю. М. Логістика / Ю. М. Неруш. – 4-е изд. – М. : Проспект, 2011. – 520 с.

**References:** 1. Pyvovarov M. H. Vplyv zovnishnikh i vnutrishnikh faktoriv na lohistrychnu systemu metalurhiinoho pidpriemstva [The influence of external and internal factors on the logistical system of metallurgical enterprises] / M. H. Pyvovarov, O. M. Shapovalov // Derzhava ta rehiony. Seriiia :

Ekonomika ta pidpriemnytstvo. – 2012. – No. 2. – Pp. 163–166. 2. Divina T. V. Marketing v mashinostroєnii. Vol. II [Marketing in mechanical engineering. Vol. II] / T. V. Divina. – M. : MGIU, 2008. – 96 p. 3. Zakharchenko V. I. Summa znaniy v ekonomike: v 12 voluves. Vol. II [The amount of knowledge in the economy: in 12 volumes. Vol. II] / V. I. Zakharchenko, Z. A. Kuznetsova. – Odessa : Nauka i tekhnika, 2008. – 428 p. 4. Nerush Yu. M. Logistika [Logistics] / Yu. M. Nerush. – 4-e izd. – M. : Prospekt, 2001. – 520 p.

#### Информация об авторе

**Шаповалов Алексей Михайлович** – аспирант кафедры экономики предприятия и маркетинга Классического частного университета (69002, г. Запорожье, ул. Жуковского, 70-б, e-mail: amshapovalov@gmail.com).

#### Інформація про автора

**Шаповалов Олексій Михайлович** – аспірант кафедри економіки підприємства та маркетингу Класичного приватного університету (69002, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 70-б, e-mail: amshapovalov@gmail.com).

#### Information about the author

**A. Shapovalov** – graduate student of Business Economics and Marketing Department, Classic Private University (70-b, Zhukovskiy Str., 69002, Zaporizhzhia, e-mail: amshapovalov@gmail.com).

*Рецензент*  
докт. екон. наук,  
професор Назарова Г. В.

*Стаття надійшла до ред.*  
11.07.2012 р.

## DETERMINATION OF CONDITIONS ENSURING COST PRICE REDUCTION OF MACHINERY

UDC 33.330.3

**F. Novikov**  
**E. Benin**

A new theoretical method which is used to define conditions of reducing the machinery cost price has been proposed. This method is based on functional interconnection between the major heads of expenditure. It has been analytically proved that the machining cost price, depending on production efficiency has its extremum (minimum) specified by the cutting tool wear rate. This fact made it possible

to determine the optimal conditions of machining according to the criterion of the least cost price. By means of diamond grinding new conditions necessary for machining cost price reducing have been determined. They are maintenance of the optimal cutting relief of grinding wheel working face, that ensures its fast cutting capability and increase in product efficiency. The influence of dimensionless coefficient that determines the dulling degree of a single-point diamond on machining cost price has been demonstrated. Knowing this coefficient, it is possible to compare different variants of grinding in a scientifically grounded way and choose the best one according to the criterion of the least machining cost price.

*Key words:* machining cost price, the prime machining process time, diamond grinding, tooling price.

---

### ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УДК 33.330.3

**Новіков Ф. В.  
Бенін Є. Ю.**

Запропоновано новий теоретичний підхід до визначення умов зменшення собівартості механічної обробки деталей машин, заснований на встановленні функціональних взаємозв'язків між основними статтями витрат. Аналітично встановлено, що собівартість обробки залежно від продуктивності обробки має екстремум (мінімум), обумовлений ступенем зношування різального інструмента. Це дозволило визначити оптимальні умови механічної обробки за критерієм найменшої собівартості. На прикладі алмазного шліфування аналітично визначено основні умови зменшення собівартості обробки, які полягають у підтримці на робочій поверхні шліфувального круга оптимального ріжучого рельєфу, що забезпечує високу ріжучу здатність круга й підвищення продуктивності обробки. Доведено переважний вплив безрозмірного коефіцієнта, що визначає ступінь затуплення алмазного зерна, на собівартість обробки. Знання цього коефіцієнта дозволяє науково обґрунтовано підійти до порівняння різних варіантів шліфування й вибору найкращого за критерієм найменшої собівартості обробки.

*Ключові слова:* собівартість обробки, основний технологічний час обробки, алмазне шліфування, ціна інструмента.

---

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ УМЕНЬШЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УДК 33.330.3

**Новиков Ф. В.  
Бенин Е. Ю.**

Предложен новый теоретический подход к определению условий уменьшения себестоимости механической обработки деталей машин, основанный на установлении функциональных взаимосвязей между основными статьями затрат. Аналитически установлено, что себестоимость обработки в зависимости от произ-

водительности обработки имеет экстремум (минимум), обусловленный степенью износа режущего инструмента. Это позволило определить оптимальные условия механической обработки по критерию наименьшей себестоимости. На примере алмазного шлифования аналитически определены основные условия уменьшения себестоимости обработки, состоящие в поддержании на рабочей поверхности шлифовального круга оптимального режущего рельефа, обеспечивающего высокую режущую способность круга и повышение производительности обработки. Доказано преобладающее влияние безразмерного коэффициента, определяющего степень затупления алмазного зерна, на себестоимость обработки. Знание этого коэффициента позволяет научно обоснованно подойти к сравнению различных вариантов шлифования и выбору наилучшего по критерию наименьшей себестоимости обработки.

*Ключевые слова:* себестоимость обработки, основное технологическое время обработки, алмазное шлифование, цена инструмента.

.....

In market economy conditions the question of machine details cost price decrease becomes extremely important, as long as it is connected with competitive machine-building production. As we know, it is possible to decrease the cost of machine details production using the up-to-date, efficient, highly-performing and energy-efficient technologies, equipment and tools, which provide the increase in labor production. However, there arises an intractable problem of optimal route-operational technology determination to produce the specific detail according to the criterion of the least cost price. Traditionally, this task is settled through structurally-oriented optimization with the use of empirical dependence for machining cost price calculation. For this purpose the technologist or planning engineer, grounding on his experience, intuitively comes up with several variants of workflow, describes them mathematically and chooses the most efficient one according to the cost price criterion. However, this method gives no guarantee in choosing the optimal variant as it may not be one of the examined variants [1; 2].

To choose the optimal method of machining in a scientifically grounded way the theoretical (analytical) approach to set the task of structurally-parametric optimization should be taken. This approach adds up to analytical description of machining cost price and determination of conditions for its decrease [3; 4]. This makes it possible to use the potential of hi-tech equipment and tools to the utmost extent.

The aim of the work is to provide theoretical basis for conditions that enable to decrease machine details cost price and develop practical recommendations for increasing the economic efficiency of manufacturing.

Taking into account three main items of expenses, the cost price  $C$  is calculated according to the scheme below:

$$C = n_1 \cdot t_H \cdot S_1 \cdot k + n_2 \cdot C_0 + S_2 \cdot W \cdot t_H, \quad (1)$$

where  $n_1$  and  $n_2$  stand for the number of machined details and supplied tools, pcs;

$t_H = Z \cdot t_0$  is the time allowance necessary to machine one detail, h;

$t_0$  is the prime process time necessary to machine one detail, h;

$Z$  is the coefficient that reflects the amount of idle time in machining one detail towards the prime time ( $Z > 1$ );

$S_1$  is the worker's tariff rate, UAH/h;

$k$  is the coefficient, that includes all possible charges (taxes) imposed upon the worker's salary;

$C_0$  is the cost of one tool, UAH;

$S_2$  is the cost of an energy unit, UAH;

$W$  is the supplied power of the manufacturing process, W.

The equation (1) includes 3 main heads of expenditure connected with the worker's salary, cost of the tools, and energy supplied while working at the lathe.

As follows from the equation, it is possible to decrease the machining cost price through decreasing the parameters  $t_H$ ,  $n_2$ ,  $C_0$ ,  $W$ . It is common knowledge that parameters  $t_H$  and  $n_2$  are connected with each other through the machining conditions (i.e. cutting conditions, tools characteristics etc.). That is why it is necessary to know the functional relations between  $t_H$  and  $n_2$  parameters, calculated in an analytical or empirical way, to ground the ways for decreasing the cost price of machining conditions  $C$ . These relations are not usually taken into account within the process of calculation, but for certain variants for quite specific values of  $t_H$ , and  $n_2$ . As a result, specific decisions, which are usually taken, leave much to be desired. In order to get the optimal general solution it is important to know functional relations between the first and the second summand of the equation (1), neglecting the third one because of its

infinitesimality. In other words, it is necessary to subordinate the economic formula of machining cost price  $C$  to the technological regularity in the form of functional relation between  $t_H$  and  $n_2$ , i.e. to unite economic and technologic knowledge. This attitude provides completely new possibilities to design technological and preparation manufacturing process.

For example, in the given equation substituting the formula for the used instruments take-off  $n_2$  expressed in terms of  $t_H$ , results in machining cost price  $C$  extremum (minimum) and optimal values of the  $t_H$  and  $n_2$  parameters. This enables to compare various technological machining schemes for different equipment, and cutting conditions, cutter characteristics, ground the conditions necessary for the decrease in  $t_H$ ,  $n_2$ , and  $C_0$  parameters on the equal basis (This can be fulfilled through use of the wear-resistant coating of the tools, hi-tech machining, new tools design etc.).

The above-mentioned fact helps to determine the optimum machining parameters by the criterion of the least cost price in respect of diamond grinding, which is one of the most effective methods used to improve quality and production efficiency as well as decrease production expenses.

The equation (1) has been transformed taking into account the following ratios:

$$t_0 = \frac{V_0}{Q}; \quad V = n_1 \cdot V_0; \quad T = \frac{h}{V_w};$$

$$V_w = \frac{Q_w}{\pi \cdot D_d \cdot B}; \quad q = \frac{Q_w \cdot \rho_a \cdot \alpha}{Q \cdot \rho_M},$$

where  $V_0$  is the material size, which is removed from one detail,  $m^3$ ;

$Q$  is the production efficiency,  $m^3/sec$ ;

$V$  is the cumulative material size, which is removed from  $n_1$  details,  $m^3$ ;

$h$  is the of wheel diamond cover thickness,  $m$ ;

$B, D_d$  is the working body width and the wheel diameter,  $m$ ;

$Q_w$  is the wheel diamond cover of the size, which is worn out per a time unit,  $m^3/sec$ ;

$q$  is specific diamond consumption, kilo/kilo;

$\rho_a, \rho_M$  are diamond and proceeded material density, kilo/ $m^3$ ;

$\alpha$  is the coefficient that considers the size of diamond powder in the total wheel diamond covering size.

Neglecting the third summand in the equation (1) due to its infinitesimality, the above transformation cause the following change in the equation:

$$C = V \left( \frac{A_1}{Q} + \frac{C_0}{V_{diamond}} \cdot \frac{\rho_M}{\rho_a \cdot \alpha} \cdot q \right), \quad (2)$$

where  $V_{diamond} = B \cdot h \cdot \pi \cdot D_d$  is the wheel diamondiferous covering size,  $m^3$ ;

$$A_1 = S_1 \cdot Z \cdot k.$$

Parameters  $V_{diamond} \cdot \rho_a \cdot \alpha = m_a$  determine the weight of single-point diamonds, and the ratio  $C_0/m_a = C_{01}$  defines the unit value of diamond powder mass. It has been experimentally grounded, that there is a functional linkage between the variables  $Q$  and  $q$ :  $q = \beta \cdot Q^m$ , where  $\beta$  and  $m$  are parameters established experimentally (fig. a). Considering all above-mentioned the equation (2) has been described as:

$$C = V \cdot \left( \frac{A_1}{Q} + C_{01} \cdot \rho_M \cdot \beta \cdot Q^m \right). \quad (3)$$

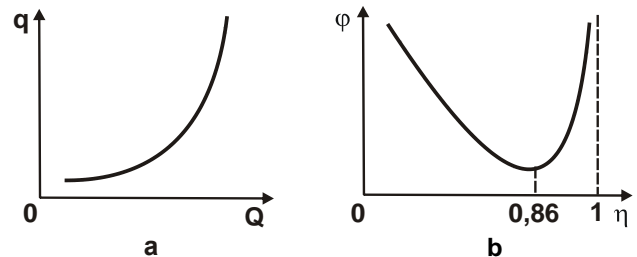


Fig. Function of  $q$  from  $Q$  (a) and of  $\phi$  from  $\eta$  (b)

It is obvious that the machining cost price  $C$  under the condition of production efficiency changes alters according to extremum function. Differentiating function  $C$  by variable  $Q$  and equating the first derivative to null, we determine extremum value  $Q_{ex}$ :

$$Q_{ex} = \left( \frac{A_1}{C_{01} \cdot \rho_M \cdot \beta \cdot m} \right)^{\frac{1}{m}}. \quad (4)$$

Under the condition that  $m \geq 2$  the second derivative  $C''_q$  in the extremum point is positive, i.e. the minimum machining cost price  $C$ .

Basing on the equation (4), it is possible to augment  $Q_{ex}$  increasing  $A_1 = S_1 \cdot Z \cdot k$  and decreasing  $C_{01}, \rho_M, \beta$ , and  $m$  parameters. In this case the parameters  $C_{01}, \beta$ , and  $m$  are determined by single-point diamonds durability. Hence, the characteristics of single-point diamonds affect  $Q_{ex}$  and machining cost price ambiguously.

It is necessary to mention that optimization problem solution capabilities based on the experimentally determined equation  $q = f(Q)$  are quite limited, as the equation (4) does not cover the parameters of grinding conditions and properties of the wheel and its details. Taking this into account, machining cost price may be analyzed with the help of analytical equation  $q = f(Q)$  [5]:

$$q = \frac{\rho_a \cdot \alpha \cdot HV}{\rho_m \cdot c \cdot P_y \cdot a \cdot \eta^3} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \text{tg} \gamma \cdot \sigma_{\text{comp}} \cdot HV}{(1 - \eta)}}, \quad (5)$$

where  $\sigma_{\text{comp}}$ ,  $HV$  is compression resistance and material hardness,  $N/m^2$ ;

$P_y = F_y \cdot B$  determines standard pressure,  $N/m^2$ ;

$a$  is machined sample cross-sectional thickness,  $m$ ;

$\gamma$  is half of the grain top angle;

$\eta$  is the dimensionless coefficient that correlates in the interval  $0 \dots 1$  and determines grain dulling speed (for "sharp" grain  $\eta \rightarrow 0$ , for dull grain  $\eta \rightarrow 1$ );

$c$  is a coefficient, which characterizes grain endurance,  $N/m^3$ .

According to the equation given above specific diamond consumption  $q$  obeys the extremum function (fig. b), where  $\varphi = \eta^{-3} \cdot (1 - \eta)^{-0,5}$ . In case of  $\eta = 0$  and  $\eta = 1$  specific diamond consumption goes to infinity. The minimum of the function  $\varphi$  is reached when  $\eta = 0,86$ . Production efficiency is determined by the equation [5]:

$$Q = \frac{2 \cdot V_d \cdot F_y \cdot (1 - \eta)}{\pi \cdot \text{tg} \gamma \cdot HV}. \quad (6)$$

If  $\eta \rightarrow 1$  (i.e. when grinding with dull grains),  $Q$  goes to null ( $Q \rightarrow 0$ ). The equations (5) and (6) are substituted into (3):

$$C = V \left[ \frac{\pi \cdot \text{tg} \gamma \cdot HV \cdot A_1}{2 \cdot V_d \cdot F_y \cdot (1 - \eta)} + \frac{C_{01} \cdot \rho_a \cdot \alpha \cdot HV}{c \cdot P_y \cdot a \cdot \eta^3} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \text{tg} \gamma \cdot \sigma_{\text{comp}} \cdot HV}{(1 - \eta)}} \right]. \quad (7)$$

When the coefficient  $\eta$  increases, the same happens to the first summand, but the second one decreases (considering only the left part of the function  $\varphi - \eta$ ).

If  $\eta = 0$  the second summand goes to infinity. Hence, while  $\eta$  is increasing the machining cost price  $C$  will initially, decrease from infinity to some definite level (minimum  $C$ ), and then increase. Machining cost price minimum is reached when  $\eta < 0,86$ . The first derivative of the machining cost price  $C$  upon  $\eta$  has been taken to determine the extremum value  $\eta$  and the obtained formula equates with null:

$$\frac{(3 - 3,5 \cdot \eta) \cdot (1 - \eta)^{0,5}}{\eta^4} = \frac{A_1 \cdot c}{2 \cdot V_d \cdot C_{01} \cdot \rho_{a \cdot \alpha \cdot B}} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \text{tg} \gamma}{\sigma_{\text{comp}} \cdot HV}}. \quad (8)$$

The equation (9) includes two variables  $F_y$  and  $V_d$ . With their increase  $C_{\text{min}}$  definitely decreases (in case  $\eta = \text{const}$ ), and the product efficiency raises. Hence, the decrease in machining cost price  $C_{\text{min}}$  is caused by the increase in productivity  $Q$ . But the decrease in  $C_{\text{min}}$  and increase in  $Q$  are limited. The obtained results of the research have been used at the

leading machine-building enterprises of Ukraine to upgrade the technological details machining process on the basis of highly-effective diamond grinding use.

Summing up the results of the research, the following conclusions have been made:

1. The work deals with the new theoretical method of determining the conditions that enable to decrease in the details machining cost price. The method is based on finding functional linkages between the major expenditure heads, that are connected with the worker's salary, tools value and energy supplied while working at the lathe.

2. According to the performed calculations, machining cost price, depending on the efficiency, has its extremum (minium), which is conditioned by the tool wear rate. This enabled to determine the optimum machining conditions by the criterion of the least productivity.

3. In terms of diamond grinding there the new condition necessary for machining cost price reduction has been determined. It is maintenance of the grinding wheel working face optimal cutting relief, that ensures its fast cutting capability and increase in production efficiency.

Taking into account the prevailing influence of dimensionless coefficient  $\eta$  on the machining cost price  $C$ , it is necessary to find experimentally the value of this coefficient for different grinding wheels in the given research. This will enable to compare different types of grinding in the scientifically-grounded way and choose the best one by the criterion of the least machining cost price.

**Література:** 1. Гриньова В. М. Функціонально-вартісний аналіз в інноваційній діяльності підприємства : монографія / В. М. Гриньова. – Х. : ВД "ІНЖЕК", 2004. – 128 с. 2. Мякота В. Себестоимость продукции от выпуска до реализации / В. Мякота, Т. Войтенко. – Х. : Фактор, 2007. – 288 с. 3. Новіков Ф. В. Оцінка економічної ефективності технологічних процесів обробки деталей / Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурупій // Економіка розвитку. – 2011. – № 1(57). – С. 22–24. 4. Новіков Ф. В. Обґрунтування економічної ефективності технології виготовлення деталей машин / Ф. В. Новіков, С. Ю. Бенін // Економіка розвитку. – 2012. – № 1(61). – С. 84–86. 5. Алмазная обработка : учебн. пособ. / Якимов А. В., Новиков Ф. В., Новиков Г. В. и др. – К. : ІЗМН, 1996. – 168 с.

**References:** 1. Hryniova V. M. Funktsionalno-vartisnyi analiz v innovatsiinii diialnosti pidpriemstva [Value analysis in the innovation of business] : monografiiia / V. M. Hryniova. – Kh. : VD "INZHEK", 2004. – 128 p. 2. Myakota V. Syebestoi most produktsii ot vypuska do ryealizatsii [Production cost price from output to realization] / V. Myakota, T. Voytenko. – Kh. : Faktor, 2007. – 288 p. 3. Novikov F. V. Otsinka ekonomichnoi efektyvnosti tekhnolohichnykh protsesiv obrobky detalei [Evaluation of economic efficiency

of technological processes of part cutting] / F. V. Novikov, Yu. V. Shkurupii // *Ekonomika rozvytku*. – 2011. – No. 1(57). – Pp. 22–24. 4. Novikov F. V. Obruntuvannia ekonomichnoi efektyvnosti technolohii vyhotovlennia detalei mashyn [Substantiation of machine parts cutting technology cost-effectiveness] / F. V. Novikov, E. Yu. Benin // *Ekonomika rozvytku*. – 2012. – No. 1(61). – Pp. 84–86. 5. *Almaznaia obrabotka : uchebn. posob.* [Diamond Processing : handbook] / Yakimov A. V., Novikov F. V., Novikov H. V. i dr. – K. : IZMN, 1996. – 168 p.

#### Information about the authors

**F. Novikov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Engineering and Technology Department, Kharkiv National University of Economics (9a, Lenin Ave., 61001, Kharkiv, e-mail: novikov.fv@mail).

**E. Benin** – Director of Scientific-Production Association "Svitlo Shakhtaria" Ltd (4/6, Svitlo Shakhtaria Str., 61004, Kharkiv, e-mail: benin@stem.com.ua).

#### Інформація про авторів

**Новіков Федір Васильович** – докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри техніки та технології Хар-

ківського національного економічного університету (61166, м. Харків, пр. Леніна, 9а, e-mail: novikov.fv@mail).

**Бенін Євген Юльович** – директор ТОВ "Науково-виробниче об'єднання "Світло шахтаря" (61004, м. Харків, вул. Світло шахтаря, 4/6, e-mail: benin@stem.com.ua).

#### Информация об авторах

**Новиков Федор Васильевич** – докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой техники и технологии Харьковского национального экономического университета (61166, г. Харьков, пр. Ленина, 9а, e-mail: novikov.fv@mail).

**Бенин Евгений Юльевич** – директор ООО "Научно-производственное объединение "Свет шахтера" (61004 г. Харьков, ул. Свет шахтера, 4/6, e-mail: benin@stem.com.ua).

*Рецензент*  
докт. екон. наук,  
професор Попов О. Є.

*Стаття надійшла до ред.*  
12.06.2012 р.

## МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ КВАЛІФІКАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА

УДК 336:519.866

**Смачило Т. В.**

Описано математичну модель оцінки впливу кваліфікації працівників на діяльність підприємства, яка надає засоби для розроблення програмного інструменту підтримки прийняття рішень при управлінні структурою кадрів з погляду їхньої кваліфікації. Запропоновано рівняння з критеріями, які описують оптимальне управління динамічною системою з урахуванням зміни кваліфікації окремих робітників у ході виробничої діяльності.

*Ключові слова:* математична модель, рівновага, динамічна зміна, критерій оптимальності, інтеграл.