

6. Sakhno E.Yu. Management services: theory and practice: textbook / Ê.Yu. Sakhno, M.S. Dorosh, A.V. Rebenok. – К.: Tsentr uchbovoi literaturi, 2010. – 328 p. (Ukr.)
7. Moroz O. Headcount optimization: the realization / O. Moroz // Human Resource Manager. –2007. – № 9. – P. 6-12. (Rus.)

Рецензент: М.Г. Білопольський  
д-р екон. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття поступила 14.11.2012

УДК 33.330.3

©Бенин Е.Ю.<sup>1</sup>, Новиков Ф.В.<sup>2</sup>, Анділахай В.А.<sup>3</sup>

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПО КРИТЕРИЮ НАИМЕНЬШЕЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

*Произведена оптимизация технологических и экономических параметров обработки деталей машин на операции шлифования по критерию наименьшей себестоимости с учетом двух основных статей затрат, связанных с заработной платой рабочего и расходом инструментов при обработке. Теоретически установлено, что минимум себестоимости обработки не соответствует максимуму производительности обработки.*

**Ключевые слова:** себестоимость обработки, производительность обработки, шлифование, цена инструмента.

**Бенін Є.Ю., Новіков Ф.В., Анділахай В.О. Визначення оптимальних параметрів механічної обробки деталей машин за критерієм найменшої собівартості.** Проведено оптимізацію технологічних і економічних параметрів обробки деталей машин на операції шліфування за критерієм найменшої собівартості з урахуванням двох основних статей витрат, пов'язаних із заробітною платою робітника й витратою інструментів при обробці. Теоретично встановлено, що мінімум собівартості обробки не відповідає максимуму продуктивності обробки.

**Ключові слова:** собівартість обробки, продуктивність обробки, шліфування, ціна інструмента.

**E.Yu. Benin, F.V. Novikov, V.O. Andilakhay. Determination of the optimal parameters of mechanical treatment of machines parts, according to the least cost criterion.** Optimization of the technological and economic parameters of machine parts grinding operations, according to the least cost criterion was performed, with due regard to two main costs sources, related to workers wages and tools consumption at machining. It was theoretically proved that the minimal value of production costs does not correspond to the maximum capacity of treatment.

**Keywords:** production costs of treatment, performance, grinding, tool price.

<sup>1</sup> директор ООО «Научно-производственное объединение «Свет шахтера», г. Харьков

<sup>2</sup> д-р техн. наук, профессор, Харьковский национальный экономический университет, г. Харьков

<sup>3</sup> канд. техн. наук, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

**Постановка проблеми.** Создание конкурентоспособной машиностроительной продукции требует снижения себестоимости ее изготовления и в первую очередь себестоимости механической обработки деталей машин. В особой мере это относится к изготовлению ответственных высокоточных деталей авиационной техники, горнорудных машин и т.д., характеризующихся высокой трудоемкостью и себестоимостью их обработки. Как показывает практика, применение современных металлорежущих станков, инструментов и технологий, обладающих значительными потенциальными возможностями, позволяет кардинальным образом решить проблему снижения себестоимости обработки. Вместе с тем, при подготовке производства важно располагать новыми решениями, позволяющими в максимальной степени использовать возможности данного оборудования и технологий по критерию наименьшей себестоимости обработки.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Традиционно разработка экономически эффективных технологических процессов изготовления деталей машин производится на основе сравнения различных вариантов технологических процессов и выбора наилучшего из них по критерию наименьшей себестоимости обработки [1-3]. Вместе с тем данный подход не гарантирует выбора оптимального варианта технологического процесса, поскольку среди сравниваемых вариантов его может просто не оказаться в силу недостаточного опыта, интуиции и знаний технологов и экономистов, занимающихся разработкой технологических процессов и в целом подготовкой производства. Поэтому для эффективного решения данной задачи необходимо выполнить структурно-параметрическую оптимизацию технологического процесса на основе использования глубоких математических моделей определения себестоимости механической обработки [4]. Однако недостаточное развитие данного научного направления ограничивает решение поставленной задачи и требует применения новых теоретических подходов, позволяющих научно обоснованно подойти к проектированию экономических технологических процессов.

**Цель статьи** – проведение теоретического анализа себестоимости обработки и определение условий ее уменьшения, разработка практических рекомендаций по повышению экономической эффективности производства.

**Изложение основного материала.** Для решения поставленной задачи воспользуемся приведенной в работе [5] аналитической зависимостью для определения себестоимости обработки  $C$  с учетом двух основных изменяющихся статей затрат, связанных с заработной платой рабочего и расходом инструментов при обработке:

$$C = N \cdot \tau_o \cdot S_1 \cdot k_d + N \cdot \frac{\tau_o}{T} \cdot Ц, \quad (1)$$

- где  $N$  – количество изготавливаемых деталей;  
 $t_0 = Q_0 / Q$  – основное технологическое время обработки одной детали, час;  
 $Q_0$  – объем материала, снимаемый с одной детали, м<sup>3</sup>;  
 $Q$  – производительность обработки, м<sup>3</sup>/с;  
 $S_1$  – тарифная ставка рабочего, грн/час;  
 $k_d$  – коэффициент, учитывающий всевозможные начисления (налоги) на заработную плату рабочего;  
 $Ц$  – цена одного инструмента, грн;  
 $T$  – стойкость инструмента, час.

При шлифовании

$$T = h / V_{изн},$$

- где  $h$  – толщина абразивного слоя шлифовального круга, м;  
 $V_{изн}$  – линейная скорость износа круга, м/с.

Представим  $V_{изн}$  функцией давления, действующего на площадке износа абразив-

ного зерна (рис. 1):

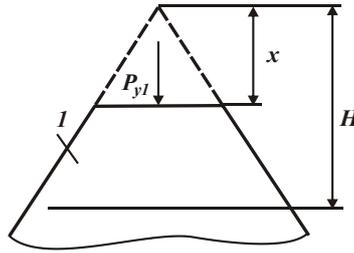


Рис. 1 – Расчетная схема параметров шлифования

$$V_{изн} = \alpha \cdot \left( \frac{P_{y1}}{F} \right)^{0.5}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – размерный коэффициент;  
 $P_{y1}$  – сила, вызывающая объемное разрушение абразивного зерна или его выпадение из связки круга без разрушения, Н;  
 $F = \pi \cdot x^2 \cdot \text{tg}^2 \gamma$  – площадь “площадки износа” на зерне, м<sup>2</sup>;  
 $\gamma$  – половина угла при вершине конусообразного режущего зерна;  
 $x = \eta \cdot H$  – величина линейного износа зерна до момента его объемного разрушения или выпадения из связки круга без разрушения, м [6];  
 $\eta$  – безразмерный коэффициент, изменяющийся в пределах 0...1 и определяющий степень затупления зерна (для “острого” зерна  $\eta \rightarrow 0$ , для затупленного зерна  $\eta \rightarrow 1$ ).

$$H = \bar{X} \cdot \sqrt[3]{\frac{600 \cdot P_n}{\text{tg}^2 \gamma \cdot m \cdot HV}}; \quad (3)$$

где  $\bar{X}$  – зернистость круга, м;  $m$  – концентрация зерен в круге;  
 $P_n$  – нормальное давление, Н/м<sup>2</sup>;  
 $HV$  – твердость обрабатываемого материала, Н/м<sup>2</sup>.

Производительность обработки определяется зависимостью [6]:

$$Q = \frac{2 \cdot V_{кр} \cdot P_y \cdot (1 - \eta)}{\pi \cdot \text{tg} \gamma \cdot HV}, \quad (4)$$

где  $V_{кр}$  – скорость круга, м/с;  
 $P_y$  – сила прижатия круга к обрабатываемой детали, Н.

Подставляя зависимости (2), (3) и (4) в (1), получено

$$C = \frac{A}{(1 - \eta)} + \frac{B}{(1 - \eta) \cdot \eta}, \quad (5)$$

где  $A = \frac{\pi \cdot \text{tg} \gamma \cdot HV \cdot N \cdot \mathcal{G}_0 \cdot S_1 \cdot k_d}{2 \cdot V_{кр} \cdot P_y}$ ;  $B = \frac{\sqrt{\pi \cdot P_{y1} \cdot HV \cdot N \cdot \mathcal{G}_0 \cdot \alpha \cdot \mathcal{C}}}{2 \cdot V_{кр} \cdot P_y \cdot h \cdot \sqrt{H}}$ .

Как видно, безразмерный коэффициент  $\eta$  неоднозначно влияет на себестоимость обработки  $C$ , т.е. имеет место экстремум функции  $C$  от  $\eta$ . При  $\eta=0$  и  $\eta=1$  себестоимость обработки  $C \rightarrow \infty$ . В первом случае это обусловлено тем, что производительность обработки  $Q=0$ , а во втором случае тем, что износ круга неограниченно увеличивается вследствие уменьшения (до нуля) величины линейного износа  $x$  до момента его объемного разрушения или выпадения из связки круга без разрушения.

Для определения экстремума функции  $C$  подчиним ее необходимому условию

екстремума:

$$C'_\eta = \frac{A}{(1-\eta)^2} - \frac{B \cdot (1-2\eta)}{(1-\eta)^2 \cdot \eta^2} = 0. \quad (6)$$

В результате получено квадратное уравнение относительно неизвестной величины  $\eta$ :

$$\eta^2 + \frac{2B}{A} \cdot \eta - \frac{B}{A} = 0. \quad (7)$$

Его решение

$$\eta_{\text{экстр}} = -\frac{B}{A} \pm \sqrt{\frac{B^2}{A^2} + \frac{B}{A}}. \quad (8)$$

Поскольку  $\eta_{\text{экстр}}$  является положительной величиной, то в зависимости (8) необходимо принять знак “+”. Тогда после преобразований окончательно получим

$$\eta_{\text{экстр}} = \frac{1}{\left(1 + \sqrt{1 + \frac{A}{B}}\right)}. \quad (9)$$

Расчетами установлено, что вторая производная  $C''_\eta$  в точке экстремума всегда положительна. Следовательно, в точке экстремума имеет место минимум функции  $C$  (рис. 2, а). Знаменатель зависимости (9) принимает значения больше 2, поэтому экстремальное значение  $\eta_{\text{экстр}}$  изменяется в пределах  $0 \leq \eta_{\text{экстр}} < 0,5$ . В таблице приведены рассчитанные по зависимости (9) экстремальные значения  $\eta_{\text{экстр}}$ .

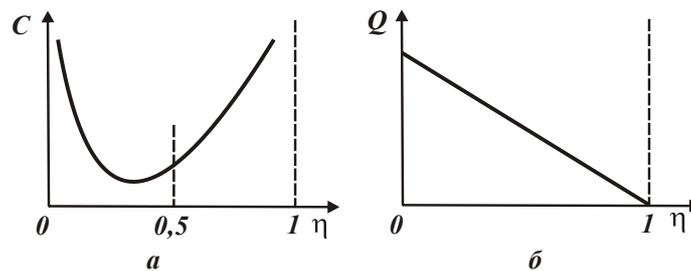


Рис. 2 – Зависимости себестоимости  $C$  (а) и производительности  $Q$  (б) обработки от безразмерного коэффициента  $\eta$

Таблица

Экстремальные значения  $\eta_{\text{экстр}}$

$A/B$	0	1	2	3	5	10	100	1000
$\eta_{\text{экстр}}$	0,5	0,41	0,37	0,33	0,29	0,23	0,1	0,01

Подставляя зависимость (9) в (5), определим минимальное значение себестоимости обработки

$$C_{\min} = B \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{A}{B}}\right)^2. \quad (10)$$

Как видно, с увеличением  $A$  величина  $C_{\min}$  увеличивается, а с увеличением  $B$  изменяется неоднозначно. Выполненные расчеты показали, что первая производная  $(C_{\min})'_B > 0$ . Поэтому с увеличением  $B$  величина  $C_{\min}$  постоянно увеличивается. Из этого вытекает, что уменьшить  $C_{\min}$  можно уменьшением параметров  $A$  и  $B$ , т.е. уменьшением первого и второго слагаемого зависимости (5). Из зависимости (10) также вытекает, что в случае  $A/B \gg 1$  величина  $C_{\min} \approx A$ , а в случае  $A/B \ll 1$  величина  $C_{\min} \approx 4B$ .

Сравнивая зависимости (9) и (10), имеем

$$C_{min} = \frac{B}{\eta_{экстр}^2}. \quad (11)$$

Из зависимости (11) вытекает, что уменьшить  $C_{min}$  можно уменьшением параметра  $B$  и увеличением экстремального значения  $\eta_{экстр}$  путем увеличения величины линейного износа  $x$  зерна до момента его объемного разрушения или выпадения из связки круга без разрушения. Иными словами, эффект уменьшения  $C_{min}$  обусловлен возможностью более полного использования режущих свойств абразивных зерен. Однако, как показано выше, величина  $\eta_{экстр}$  изменяется в пределах  $0 \leq \eta_{экстр} < 0,5$ , т.е. она достаточно ограничена, тогда как величина  $B$  может изменяться в более широких пределах, изменяя в широких пределах  $C_{min}$ .

Преобразуя зависимость (10), получим

$$C_{min} = \frac{\sqrt{\pi \cdot P_{y1}} \cdot HV \cdot N \cdot \vartheta_0 \cdot \alpha \cdot C}{2 \cdot V_{кр} \cdot P_y \cdot h \cdot \sqrt{H}} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{S_1 \cdot k_0 \cdot tg \gamma \cdot h}{\alpha \cdot C} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot H}{P_{y1}}}} \right)^2. \quad (12)$$

Как следует из зависимости (12), уменьшить  $C_{min}$  можно в первую очередь за счет уменьшения цены инструмента  $C$  и увеличения параметров режима шлифования  $V_{кр}$  и  $P_y$ , которые входят в зависимость (12) с наибольшей степенью. Эффект обработки от повышения твердости шлифовального круга будет зависеть от того, на сколько уменьшится в зависимости (12) соотношение  $\sqrt{P_{y1}} \cdot \alpha \cdot C$ , т.к. при этом параметры  $P_{y1}$  и  $C$  будут увеличиваться, а коэффициент  $\alpha$ , наоборот, уменьшится. Такая же закономерность будет наблюдаться при увеличении зернистости круга.

Необходимо отметить, что минимум себестоимости обработки  $C_{min}$  не соответствует максимальному значению производительности обработки  $Q$ , определяемой зависимостью (4), т.к. с увеличением безразмерного коэффициента  $\eta$  в пределах от 0 до 1 производительности обработки  $Q$  непрерывно уменьшается вплоть до нуля (рис. 2,б). Поэтому реализация максимально возможной производительности обработки связана с существенным увеличением себестоимости обработки, что экономически неэффективно. Шлифование с минимальной производительностью также нецелесообразно, т.к. и в этом случае (при  $\eta \rightarrow 1$ ) себестоимость обработки  $C \rightarrow \infty$ . Следовательно, существует оптимальная производительность обработки, соответствующая минимуму себестоимости обработки и обусловленная реализацией экстремального значения  $0 \leq \eta_{экстр} < 0,5$ .

Полученные теоретические решения согласуются с известными экспериментальными данными. Так, экспериментально установлено, что при шлифовании в режиме интенсивного износа и самозатачивающего круга (вследствие своевременного удаления с рабочей поверхности круга затупленных зерен и поддержания его высокой режущей способности) реализуется максимально возможная производительность обработки  $Q$ . При этом себестоимость обработки  $C$  резко увеличивается из-за интенсивного выпадения зерен из связки круга (по сути, выполняется условие  $\eta \rightarrow 0$ ), и ведение процесса шлифования в таких условиях возможно лишь при обработке материалов повышенной твердости, т.к. в противном случае съем материала будет фактически отсутствовать, и применение процесса шлифования станет экономически неэффективным. Как известно, при работе затупленным кругом, вследствие чрезвычайно низкой производительности обработки  $Q$ , т.е. при условии  $\eta \rightarrow 1$ , также себестоимость обработки  $C$  существенно увеличивается, что снижает эффективность процесса шлифования.

Таким образом, показано, что на практике реализуются закономерности шлифова-

ния, установленные теоретически (рис. 2). Это свидетельствует о достоверности полученных теоретических решений и открывает новые возможности поиска оптимальных условий механической обработки деталей машин по критерию наименьшей себестоимости при разработке экономически обоснованных технологических процессов шлифования. В дальнейших исследованиях необходимо провести более глубокий теоретический анализ взаимосвязи себестоимости обработки с износом инструмента, поскольку именно он, как показано выше, является основным ограничением уменьшения себестоимости и повышения производительности обработки.

#### Выводы

1. В работе получила дальнейшее развитие математическая модель определения себестоимости обработки при механической обработке деталей машин. На примере операции шлифования аналитически описана себестоимость обработки и доказана возможность ее уменьшения за счет выбора оптимальных технологических и экономических параметров обработки, включая режимы резания, технические характеристики и стоимость инструмента.
2. Теоретически установлено, что минимум себестоимости обработки не соответствует максимуму производительности обработки, т.к. в этом случае себестоимость резко увеличивается из-за интенсивного износа шлифовального круга и осуществление процесса шлифования в данных условиях становится экономически нецелесообразным. Следовательно, минимуму себестоимости обработки соответствует оптимальная производительность обработки, при которой режущие (прочностные) свойства шлифовального круга используются в максимальной степени.

#### Список использованных источников:

1. Гриньова В.М. Функціонально-вартісний аналіз в інноваційній діяльності підприємства : монографія / В.М. Гриньова. – Харків : ІНЖЕК, 2004. – 128 с.
2. Тімонін О.М. Технічне переозброєння підприємства на основі концепції маркетингу : монографія / О.М. Тімонін, К.В. Ларіна. – Харків : ІНЖЕК, 2008. – 256 с.
3. Мякота В. Себестоимость продукции от выпуска до реализации / В. Мякота, Т. Войтенко. – Харьков : Фактор, 2007. – 288 с.
4. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник / А.А. Маталин. – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Новіков Ф.В. Обґрунтування економічної ефективності технології виготовлення деталей машин / Ф.В. Новіков, Є.Ю. Бенін // Економіка розвитку. – Харків : ХНЕУ, 2012. – №1(61). – С. 82-86.
6. Теоретические основы резания и шлифования материалов : учеб. пособие / А.В. Якимов [и др.]. – Одесса : ОГПУ, 1999. – 450 с.

#### Bibliography:

1. Grin'ova V.M. Value analysis in the innovation of business: monograph / V.M. Grin'ova. – Kharkiv : INZHEK, 2004. – 128 p. (Ukr.)
2. Timonin O.M. Revamping on the basis of the concept of marketing : monograph / O.M. Timonin, K.V. Larina. – Kharkiv : INZHEK, 2008. – 256 p. (Ukr.)
3. Myakota V. Pharmaceutical production has sebestoymost here to the realization / V. Myakota, T. Voytenko. – Kharkov : Faktor, 2007. – 288 p. (Rus.)
4. Matalin A.A. Engineering technology : textbook / A.A. Matalin. – L. : Mashinostroenie, 1985. – 496 p. (Rus.)
5. Novikov F.V. Justification economic efficiency technology of machine parts / F.V. Novikov, E.U. Benin // Ekonomika rozvytku. – Kharkiv : KhNEU, 2012. – №1(61). –

Р. 82-86. (Ukr.)

6. Theoretical Foundations of cutting and grinding materials : study guide / A.V. Yakimov [et al]. – Odessa : OGPU, 1999. – 450 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Суглобов  
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Стаття поступила 14.10.2012

УДК 331.08

©Брітченко Г.І.<sup>1</sup>, Перепадя Ф.Л.<sup>2</sup>

### ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЗМУ КАДРОВОЇ ПОЛІТИКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

*У статті досліджено організаційно-методичні питання формування та функціонування механізму кадрової політики промислових підприємств. Проведено аналіз діяльності промислових підприємств в сфері управління кадровим складом, визначено основні тенденції та розроблено модель механізму кадрової політики. На основі результатів дослідження приведено комплекс методичних рекомендацій з вдосконалення роботи механізму кадрової політики промислових підприємств.*

**Ключові слова:** механізм кадрової політики, кадрова стратегія, принципи та методи реалізації кадрової політики.

**Брітченко Г.И., Перепадя Ф.Л. Особенности механизма кадровой политики промышленных предприятий.** В статье исследованы организационно-методические вопросы формирования и функционирования механизма кадровой политики промышленных предприятий. Проведен анализ деятельности промышленных предприятий в сфере управления кадровым составом, определены основные тенденции и разработана модель механизма кадровой политики. На основе результатов исследования приведен комплекс методических рекомендаций по усовершенствованию работы механизма кадровой политики промышленных предприятий.

**Ключевые слова:** механизм кадровой политики, кадровая стратегия, принципы и методы реализации кадровой политики.

**G.I. Britchenko, F.L. Perepadya. The peculiarities of the mechanism of industrial enterprises manpower policy.** In the article organizational and methodological issues of forming and operating a manpower policy of industrial enterprises were investigated. The analysis of industrial activities in the management of personnel, the main tendencies are described and a model of the mechanism of human resources policy is developed. Based on the results of the study a set of policy recommendations for improving the work mechanism of personnel policy of industrial enterprises was proposed.

**Keywords:** mechanism of manpower policy, personnel strategy, principles and practices of the manpower policy.

<sup>1</sup> д-р екон. наук, професор ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

<sup>2</sup> аспірант, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь