

- (May, 2011): abstracts / DVNZ «PSTU». – Mariupol, 2011. – P. 224. (Rus.)
11. Kolosok V.M. Holding role in the strategic development associations metallurgy in Ukraine / V.M. Kolosok, O.L. Nabebina // Modern problems of production management: VI Intern. scientific-technical. conf. (October, 2011): abstracts / DVNZ «DonNTU». – Donetsk, 2011. – P. 30-34. (Rus.)
 12. Official website of the State Statistics Service of Ukraine [electronic resource]. – Mode of access: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
 13. Official site of System Capital Management [electronic resource]. – Mode of access: www.scm.com.ua.
 14. Official website Metallurgy Ukraine. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://metallurgy.at.ua>.
 15. Kolosok V.M. Formation of financing conditions structural units metallurgical holdings in Ukraine / Management technologies in solving modern problems of social and economic systems: monography ed. O.V. Martyakova / V.M. Kolosok, O.L. Nabebina. – Donetsk: DVNZ «DonNTU», 2011. – P. 185-190. (Rus.)

Рецензент: Т.Г. Логутова
д-р екон. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 21.10.2013

УДК 33.330.3

© Бенин Е.Ю.¹, Новиков Ф.В.², Андилахай В.А.³

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ ДОРОГОСТОЯЩИХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Применение прогрессивных высокопроизводительных сборных твердосплавных режущих инструментов с износостойкими покрытиями зарубежного производства, характеризующихся чрезвычайно высокими режущими свойствами, в связи с их высокой стоимостью в Украине приводит к увеличению себестоимости и снижению производительности обработки, что при определенных условиях лишает их преимуществ по сравнению с применяемыми на практике устаревшими конструкциями отечественных твердосплавных режущих инструментов. При условии приобретения режущих инструментов зарубежного производства по цене фирмы-изготовителя появляется возможность их экономически эффективного применения на машиностроительных предприятиях Украины. При этом себестоимость обработки ниже, чем у фирмы-изготовителя инструментов за рубежом, т.к. в Украине тарифная ставка рабочего меньше, чем в экономически развитых странах. Это позволяет эффективно использовать инструменты как в условиях обычного, так и высокоскоростного резания.

Ключевые слова: себестоимость обработки, производительность обработки, цена инструмента, тарифная ставка рабочего.

¹ директор ООО «Научно-производственное объединение «Свет шахтера», г. Харьков

² д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Харьковский национальный экономический университет», г. Харьков

³ канд. техн. наук, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

Бенін Є.Ю., Новіков Ф.В., Анділахай В.О. Оцінка економічної ефективності застосування на підприємствах України коштовних різальних інструментів закордонного виробництва. Застосування прогресивних високопродуктивних збірних твердосплавних різальних інструментів зі зносостійкими покриттями закордонного виробництва, які характеризуються надзвичайно високими ріжучими властивостями, у зв'язку з їхньою високою ціною в Україні приводить до збільшення собівартості й зниження продуктивності обробки, що за певних умов позбавляє їхніх переваг у порівнянні зі застосовуваними на практиці застарілими конструкціями вітчизняних твердосплавних різальних інструментів. За умови придбання різальних інструментів закордонного виробництва за ціною фірми-виготовлювача з'являється можливість їх економічного ефективного застосування на машинобудівних підприємствах України. При цьому собівартість обробки нижче, ніж у закордонної фірми-виготовлювача інструментів, тому що в Україні тарифна ставка робітника менше, ніж в економічно розвинених країнах. Це дозволяє ефективно використовувати інструменти як в умовах звичайного, так і високошвидкісного різання.

Ключові слова: собівартість обробки, продуктивність обробки, ціна інструмента, тарифна ставка робітника.

E.Y. Benin, F.V. Novikov, V.O. Andilayah. Assessment of the economic efficiency of application of foreign manufactured expensive cutting tools in Ukraine. Application of advance hard-alloy cutting tools with wear-resistant coating of foreign production, characterized by extremely high cutting properties, due to their high cost in Ukraine leads to increased production costs and reduced processing capacity and under certain conditions this deprive them of advantages in comparison with obsolete cutting tools of domestic production. Moreover, the production costs could be lower in this case, as labour costs in this allows you to use efficiently the tools, both in the conventional and high-speed cutting.

Keywords: cost of processing, processing performance, instrument price, worker's tariff rate.

Постановка проблеми. За последнее десятилетие в металлообработке произошли существенные изменения – на смену устаревшим конструкциям режущих лезвийных инструментов пришли прогрессивные высокоэффективные сборные конструкции твердосплавных инструментов с износостойкими покрытиями зарубежного производства. Это позволило поднять уровень качества и производительности обработки и выйти на создание конкурентоспособной машиностроительной продукции. Вместе с тем, чрезвычайно высокие цены импортных инструментов приводят к повышению себестоимости обработки, что не всегда экономически приемлемо для производства. Поэтому актуальна проблема экономического обоснования условий эффективного применения импортных инструментов в металлообработке на предприятиях Украины.

Анализ последних исследований и публикаций. Традиционно выбор наиболее эффективных технологических процессов обработки деталей машин производится на основе сравнения нескольких вариантов технологического процесса по критерию себестоимости [1-3]. Однако такой подход носит частный характер для конкретных условий обработки и не охватывает все возможные варианты технологического процесса. Поэтому в работах [4, 5] показаны возможности общего подхода к решению данной проблемы на основе аналитического описания с единых позиций и анализа основных статей затрат производства, связанных с заработной платой рабочих, расходом режущих

инструментов и электроэнергии при металлообработке. Это позволяет аналитически увязать между собой параметры, определяющие статьи затрат, и произвести оптимизацию условий обработки по критерию наименьшей себестоимости. Данный подход основан на соединении экономических и технологических знаний. Поэтому, используя его, можно научно обоснованно подойти к решению рассматриваемой в работе проблемы эффективного применения (с точки зрения снижения себестоимости обработки) дорогостоящих импортных инструментов.

Цель статьи – экономическое обоснование наиболее перспективных направлений эффективного использования на машиностроительных предприятиях Украины дорогостоящих импортных режущих инструментов.

Изложение основного материала. В работе [6] приведено теоретическое решение об определении себестоимости обработки C при продольном точении для двух основных изменяющихся статей затрат, включающих затраты по заработной плате рабочего за обработку партии деталей и затраты на режущий инструмент. С учетом зависимости для определения стойкости инструмента $T = \frac{C_4}{V^{m_1} \cdot t^q \cdot S^p}$ [6] себестоимость обработки C аналитически выражается:

$$C = \frac{\alpha_1}{Q} + \alpha_2 \cdot \frac{Q^{m_1-1}}{S^{m_1-p} \cdot t^{m_1-q}}, \quad (1)$$

где $\alpha_1 = N \cdot g \cdot S_{\text{час}} \cdot k$;

$$\alpha_2 = N \cdot \frac{g \cdot C}{C_4};$$

N – количество обрабатываемых деталей;

g – объем металла, снимаемого с одной обрабатываемой детали, м³;

$S_{\text{час}}$ – тарифная ставка рабочего, грн/час;

k – коэффициент, учитывающий всевозможные начисления на тарифную ставку рабочего;

C – цена режущего инструмента, грн.;

$Q = V \cdot t \cdot S$ – производительность обработки (при продольном точении), м³/мин;

V – скорость резания, м/мин;

t – глубина резания, м;

S – подача, м/об.;

C_4, m_1, q, p – постоянные для определенных условий обработки.

Подчиняя функцию C необходимому условию экстремума: $C'_Q = 0$, определена экстремальная производительность обработки $Q = Q_{\text{экстр}}$:

$$Q_{\text{экстр}} = \left[\frac{S_{\text{час}} \cdot k \cdot C_4}{C \cdot (m_1 - 1)} \cdot S^{m_1-p} \cdot t^{m_1-q} \right]^{\frac{1}{m_1}}. \quad (2)$$

В точке минимума себестоимости обработки C скорость резания V , стойкость инструмента T и соответственно C принимают экстремальные значения:

$$V_{\text{экстр}} = \frac{Q_{\text{экстр}}}{S \cdot t} = \left[\frac{S_{\text{час}} \cdot k \cdot C_4}{C \cdot (m_1 - 1)} \right]^{\frac{1}{m_1}} \cdot \frac{1}{S^{\frac{p}{m_1}} \cdot t^{\frac{q}{m_1}}}; \quad (3)$$

$$T_{\text{экстр}} = \frac{C \cdot (m_1 - 1)}{S_{\text{час}} \cdot k}; \quad (4)$$

$$C_{min} = \frac{N \cdot g \cdot S_{чac} \cdot k}{Q_{экстр}} \cdot \left[1 + \frac{1}{(m_1 - 1)} \right] = \frac{N \cdot g \cdot C^{m_1} \cdot (S_{чac} \cdot k)^{1 - \frac{1}{m_1}}}{C_4^{m_1} \cdot S^{1 - \frac{p}{m_1}} \cdot t^{1 - \frac{q}{m_1}}} \cdot \frac{m_1}{(m_1 - 1)^{1 - \frac{1}{m_1}}} \quad (5)$$

На рис. 1 [6] показаны примерные графики изменения себестоимости обработки C , иллюстрирующие приведенное выше решение. Как видно, себестоимость обработки C с увеличением производительности обработки Q изменяется по экстремальной зависимости, проходя точку минимума (рис. 1,б). С уменьшением безразмерного параметра m_1 , определяющего стойкость режущего инструмента, минимум себестоимости обработки C_{min} уменьшается и смещается в область больших значений скорости резания V (рис. 1,а) и соответственно производительности обработки Q . Следовательно, применение импортных твердосплавных инструментов, характеризующихся меньшими значениями $m_1 = 2 \dots 3$ (для отечественных твердосплавных $m_1 = 5 \dots 8$), позволяет уменьшить C_{min} и увеличить экстремальное значение производительности обработки $Q_{экстр}$ (рис. 1,б). Однако данная закономерность справедлива при одинаковой цене отечественного и импортного инструментов. В действительности, стоимость импортного инструмента значительно выше, чем отечественного инструмента, что приводит к увеличению C_{min} и уменьшению $Q_{экстр}$. Поэтому важно изыскать возможности повышения экономической эффективности обработки от применения дорогостоящих импортных инструментов. Для этого проведем более детальный анализ приведенного выше теоретического решения.

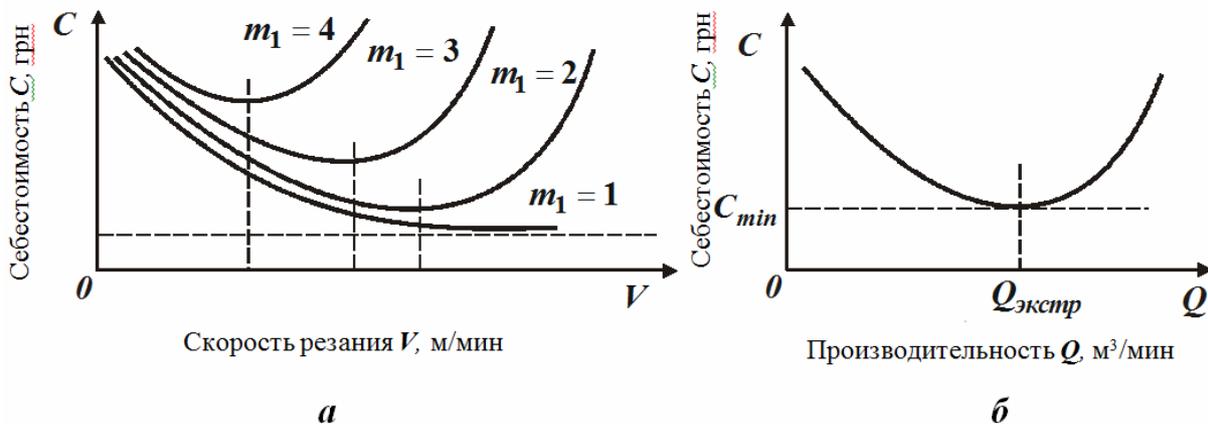


Рис. 1 – Общий вид зависимости себестоимости обработки C от скорости резания V (а) и производительности обработки Q (б)

Из зависимости (4) следует, что экстремальное значение стойкости инструмента $T_{экстр}$ определяется экономическими (C , $S_{чac}$) и технологическим (m_1) параметрами. Чем больше C и меньше $S_{чac}$, тем больше $T_{экстр}$ и, согласно зависимостям (2) и (3), меньше $Q_{экстр}$ и скорость резания $V_{экстр}$ (для заданных значений подачи S и глубины резания t). Исходя из зависимости (5), с уменьшением величин C и $S_{чac}$ значения C_{min} уменьшаются. Из этого вытекает, что в экономически развитых странах, характеризующихся увеличенными значениями тарифной ставки рабочего $S_{чac}$, эффективно металлообработку вести с увеличенной скоростью резания V , реализуя условие высокоскоростного резания. В условиях отечественного производства с целью снижения себестоимости обработки C_{min} необходимо уменьшать скорость резания V , обеспечивая заданную производительность обработки за счет увеличения подачи S и глубины резания t . Этим показано, что в условиях машиностроительного производства Украины для увеличения стой-

кости инструмента $T_{экстр}$ необходимо в большей степени использовать его ресурс, обеспечивая повышенный износ и степень затупления инструмента. Однако, как известно, это ведет к повышению сил и температуры резания и снижению качества обрабатываемых деталей, что неэффективно. Поэтому в данных условиях важно изыскать возможности увеличения скорости резания V .

В связи с этим сравним себестоимость обработки C для двух значений $S_{чac1}$ и $S_{чac2}$, отличающихся, например, в 10 раз для заданной производительности обработки $Q_{экстр2}$ (рис. 2). В точках экстремумов себестоимость обработки C_{min} описывается зависимостью (5), рассматривая в ней вместо параметра $S_{чac}$ соответственно параметры $S_{чac1}$ и $S_{чac2}$, а вместо коэффициента k соответственно коэффициенты k_1 и k_2 . Значение себестоимости обработки C в точке $Q_{экстр2}$, расположенной на правой ветви экстремальной зависимости $C - Q$ (позиция 1 на рис. 2), описывается преобразованной зависимостью (1):

$$C = \frac{N \cdot g}{Q_{экстр2}} \cdot \left[S_{чac1} \cdot k_1 + \frac{S_{чac2} \cdot k_2}{(m_1 - 1)} \right]. \quad (6)$$

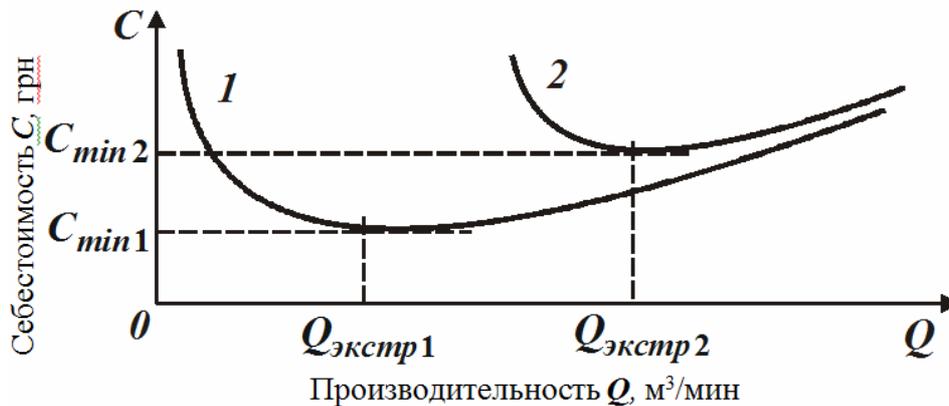


Рис. 2 – Зависимость себестоимости C от производительности обработки Q

Из зависимости (6) следует, что с увеличением коэффициента k_1 первое слагаемое увеличивается, а это ведет к увеличению $C \rightarrow C_{min2}$, а также к выполнению условия $C_{min1} \rightarrow C_{min2}$. При этом уменьшается стойкость инструмента $T_{экстр}$ в соответствии с зависимостью (4) и увеличиваются скорость резания и производительность обработки $Q_{экстр1} \rightarrow Q_{экстр2}$. Естественно, это нивелирует эффект снижения себестоимости обработки C . Поэтому чем меньше коэффициент k_1 , тем меньше C_{min1} и экономичнее технологический процесс обработки деталей.

Для $m_1=2$ в точке $Q_{экстр2}$ отношение C_{min2}/C , определяемое с учетом зависимостей (5) и (6) при условии $k_1 = k_2$, равно 1,8, а для $m_1=4$ и $m_1=7$ соответственно равно 3,1 и 4,3. Таким образом, расчетные значения C в точке $Q_{экстр2}$ всегда меньше значения C_{min2} . Из этого вытекает, что с экономической точки зрения в условиях машиностроительного производства Украины, характеризующегося меньшими значениями $S_{чac1} < S_{чac2}$, можно металлообработку вести с той же производительностью $Q_{экстр2}$, что и в случае $S_{чac1} = S_{чac2}$. Это не приведет к превышению себестоимости обработки C значения C_{min2} . Однако при этом увеличится себестоимость обработки C по сравнению с экстремальным значением C_{min1} (рис. 2), что для определенных условий обработки вполне допустимо.

С учетом различной цены инструмента в двух рассматриваемых случаях (C_1 и C_2) зависимость (6) выразится:

$$C = \frac{N \cdot g}{Q_{\text{эксп}2}} \cdot \left[S_{\text{час}1} \cdot k_1 + \frac{S_{\text{час}2} \cdot k_2}{(m_1 - 1)} \cdot \frac{C_1}{C_2} \right]. \quad (7)$$

В случае $C_1 > C_2$ себестоимость обработки C в точке $Q_{\text{эксп}2}$ увеличится и при определенном значении C_1 может превысить значение $C_{\text{min}2}$. Поэтому в данном случае экономически неэффективно обработку вести с производительностью $Q_{\text{эксп}2}$. Она должна быть меньше и соответственно меньше скорость резания, т.е. необходимо “уходить” от высокоскоростной обработки в область традиционной обработки. Поэтому приобретать инструменты зарубежного производства необходимо по цене, близкой или равной цене фирмы-производителя. Приобретение же инструментов у фирм-посредников по завышенным ценам нивелирует экономический эффект от применения новых прогрессивных инструментов. Этим, собственно, и объясняется низкая эффективность применения на машиностроительных предприятиях Украины импортных весьма перспективных инструментов, которые из-за высокой стоимости приходится эксплуатировать на станке с меньшей скоростью резания и соответственно меньшей производительностью обработки, чем это предусмотрено рекомендациями фирмы-производителя инструмента. В результате не используются высокие технологические возможности указанных инструментов.

Таким образом показано, что применение на машиностроительных предприятиях Украины зарубежных высокопроизводительных режущих инструментов в связи с уменьшением часовой тарифной ставки рабочего позволяет снизить себестоимость обработки и тем самым повысить конкурентоспособность производимой в Украине машиностроительной продукции по сравнению с аналогичной продукцией, производимой за рубежом. Однако это возможно при условии, что цена приобретаемого инструмента будет такая же, как и у зарубежной фирмы-производителя инструмента. Для этого необходимо инструменты приобретать непосредственно у фирмы-производителя, минуя посреднические структуры.

Приведенное выше теоретическое решение прошло практическую апробацию на ряде машиностроительных предприятий. Так, экспериментально установлено, что обработку деталей твердосплавными режущими инструментами с износостойкими покрытиями зарубежного производства (резцами, фрезами и т.д.) эффективно производить со скоростями резания, которые ниже рекомендуемых фирмами-изготовителями инструментов. Это связано, в первую очередь, с необходимостью снижения себестоимости обработки, т.к. в противном случае оказывается экономически необоснованным приобретение дорогостоящих импортных инструментов. Поэтому в дальнейших исследованиях важно на основе приведенных выше решений определить оптимальные режимы резания (с точки зрения наименьшей себестоимости обработки), а также оптимальные цены импортных режущих инструментов, при которых возможен экономический эффект от их применения на машиностроительных предприятиях Украины.

Выводы

1. Применение прогрессивных высокопроизводительных сборных твердосплавных режущих инструментов с износостойкими покрытиями зарубежного производства, характеризующихся чрезвычайно высокими режущими свойствами, в связи с их высокой стоимостью в Украине приводит к увеличению себестоимости и снижению производительности обработки, что при определенных условиях лишает их преимуществ по сравнению с применяемыми на практике устаревшими конструкциями отечественных твердосплавных режущих инструментов.
2. При условии приобретения режущих инструментов зарубежного производства по цене фирмы-изготовителя появляется возможность их экономически эффективного применения на машиностроительных предприятиях Украины. При этом себестои-

мость обработки ниже, чем у зарубежной фирмы-изготовителя инструментов, т.к. в Украине тарифная ставка рабочего меньше, чем в экономически развитых странах. Это позволяет эффективно использовать инструменты как в условиях обычного, так и высокоскоростного резания.

Список использованных источников:

1. Мякота В. Себестоимость продукции от выпуска до реализации / В. Мякота, Т. Войтенко. – Харьков: Фактор, 2007. – 288 с.
2. Тімонін О.М. Технічне переозброєння підприємства на основі концепції маркетингу: Монографія / О.М. Тімонін, К.В. Ларіна. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 256 с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Новіков Ф.В. Оцінка економічної ефективності технологічних процесів обробки деталей / Ф.В. Новіков, Ю.В. Шкурупій // Економіка розвитку. Науковий журнал. – Харків: ХНЕУ. – №1 (57). – березень 2011. – С. 22-24.
5. Новіков Ф.В. Определение оптимальных условий механической обработки деталей машин по критерию наименьшей себестоимости / Ф.В. Новіков, В.А. Жовтобрюх, Е.Ю. Бенин // Вісник Приазовського державного технічного університету. Сер.: Технічні науки: Зб. наук. праць. – Маріуполь: ДВНЗ «Приазов. держ. техн. ун-т», 2012. – №1 (24). – 2012. – С. 241-247.
6. Жовтобрюх В.О. Підвищення ефективності механічної обробки деталей гідравлічних систем шляхом вибору раціональних параметрів операцій по критерію собівартості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 «Технологія машинобудування» / В.О. Жовтобрюх. – Маріуполь, 2013. – 21 с.

Bibliography:

1. Myakota V. Cost of products from manufacture to implementation / V. Myakota, T. Voytenko. – Kharkov : Faktor, 2007. – 288 p. (Rus.)
2. Timonin O.M. Revamping on the basis of the concept of marketing: Monograph / O.M. Timonin, K.V. Larina. – Kharkiv : VD «INZHEK», 2008. – 256 p. (Ukr.)
3. Matalin A.A. Engineering technology: textbook / A.A. Matalin. – L.: Engineering, 1985. – 496 p. (Rus.)
4. Novikov F.V. Evaluation of the economic efficiency of technological processes details / F.V. Novikov, Y.V. Shkurupiy // Business development. Science magazine. – Kharkiv: KNEU. – №1 (57). – March 2011. – P. 22-24. (Ukr.)
5. Novikov F.V. Determination of the optimal machining conditions of machine parts by the lowest cost / F.V. Novikov, V.A. Zhovtobryukh, E.Y. Benin // Visnik Priazovskoho derzhavnogo tekhnichnogo universitetu. Ser.: Technical sciences: Zb. nauk. prats. – Mariupol: DVNZ «Priazovskiy derzhavniy tekhnichniy universytet», 2012. – №1 (24). – 2012. – P. 241-247. (Rus.)
6. Zhovtobryukh V.O. Improving the efficiency of machining parts hydraulic systems by choosing the rational parameters of operations on the criterion of cost: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spec. 05.02.08 «Engineering technology» / V.O. Zhovtobryukh. – Mariupol, 2013. – 21 p. (Ukr.)

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

Статья поступила 22.11.2013