

УДК 338.24

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

¹Дубик Е.А., ²Павлова И.А., ²Демаков И.В.¹*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Нижний Новгород, e-mail: DubikAndrey@mail.ru;*²*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород,
e-mail: irapavlova@mail.ru, idemakov.dzer@mail.ru*

В статье представлена методика оценки эффективности использования универсально-сборных приспособлений, а также обоснована целесообразность их применения при внедрении инновационных процессов на предприятии. С повышением интенсивности внедрения инноваций на предприятиях актуальным является вопрос оценки эффективности использования тех или иных средств труда в разных условиях технологического процесса. Экономические методики обоснования эффективности годового использования тех или иных приспособлений основываются на сравнении таких параметров, как технологическая себестоимость изготовления деталей, стоимость и сроки эксплуатации самой оснастки. Использование предложенного типа приспособлений, с одной стороны, будет лучше удовлетворять потребности предприятий в совершенствовании производственного процесса (сочетание узкоспециализированных приспособлений с универсальными в соотношении 20:80), а с другой стороны, снижать затраты на производство продукции за счет экономии эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: технологические инновации, сварочное производство, оценка эффективности технологического процесса, инновационная деятельность, производственное предприятие

EVALUATION OF USE THE UNIVERSAL MODULAR DEVICES WITH THE INTRODUCTION OF INNOVATIVE PROCESS AT THE ENTERPRISE

¹Dubik E.A., ²Pavlova I.A., ²Demakov I.V.¹*Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhniy Novgorod,
e-mail: DubikAndrey@mail.ru;*²*Nizhny Novgorod State University n.a. N.I. Lobachevskogo, Nizhniy Novgorod,
e-mail: irapavlova@mail.ru, idemakov.dzer@mail.ru*

The paper presents a methodology for assessing the effectiveness of the use of universal modular fixtures, and the expediency of their use in the implementation of innovative processes at the enterprise. With increasing intensity of innovation in enterprises is an urgent matter of assessing the efficiency of the use of certain means of labor in different process conditions. Economic efficiency study methodology of the annual use of certain devices based on a comparison of parameters such as the cost of technological parts manufacturing, cost and terms of operation of most equipment. The use of the proposed type of devices on the one hand will better meet the needs of enterprises to improve the production process (a combination of highly specialized devices with universal 20:80), and on the other hand to reduce production costs through savings in operating costs.

Keywords: technological innovations, welding production, evaluation of the technological process, innovative activities, enterprise

В условиях внедрения инновационных процессов на предприятии часто возникает вопрос обеспечения технологических операций разными видами приспособлений. Современные методы и средства технологической подготовки производства предусматривают комплексное использование прогрессивных технических и организационных решений с целью обеспечения в минимальные сроки и при минимальных трудовых и материальных затратах полную готовность производства к выпуску изделий заданного качества. Они предусматривают комплексное взаимосвязанное решение основных задач подготовки производства последователь-

но, от проектирования конструкций изделий и обработки их на технологичность до освоения серийного производства.

Одним из этапов подготовки производства является обеспечение технологических операций необходимой оснасткой [1]. На каждом шаге подготовки производства (изготовление экспериментальных образцов, опытной, установочной и крупной партии) необходима оснастка различного уровня механизации с соответствующими требованиями к жесткости, точности и др.

Оснастка технологическая – совокупность средств труда, предназначенных для установки заготовок на станках (станочное

приспособление), закрепления режущих инструментов (вспомогательное приспособление), транспортировки обработанных деталей и выполнения сборочных операций (сборочное приспособление), а также для выполнения контрольных операций (контрольно-измерительное приспособление).

С помощью оснастки можно удовлетворять различные производственные и технологические требования, практически решать самые сложные по характеру задачи технологического оснащения. Методы подготовки такой оснастки к работе принципиально отличаются от изготовления и эксплуатации специальных необратимых приспособлений.

Производственный процесс представляет собой совокупность действий [2, 3], необходимых для изготовления изделия от конструкторской разработки проекта изделия (технической документации) до получения готового изделия. О месте и роли технологической оснастки (ТО) в структуре процесса изготовления можно судить по схеме его изготовления, показанной на рис. 1.

подготовка производства изделия, которая условно разбивается на две части: изготовление деталей и сборка изделия. При технологической подготовке изготовления деталей разрабатываются процессы изготовления каждой детали, в которых предусматривается использование различной ТО. При подготовке сборки изделия разрабатывается технологический процесс сборки изделия, где предусматривается использование различной сборочной ТО. На третьей осуществляется процесс изготовления деталей и сборки изделия, заканчивающийся четвертой стадией – выдачей готового изделия для реализации [4, 5].

Подобная реализация производственного процесса вызывает необходимость разработки и внедрения таких методов эксплуатации, которые позволяют применять централизованно полученную оснастку многократного применения с наибольшей эффективностью, обеспечивать полное использование таких преимуществ этой оснастки, как высокая обратимость, маневренность, универсальность, долговечность

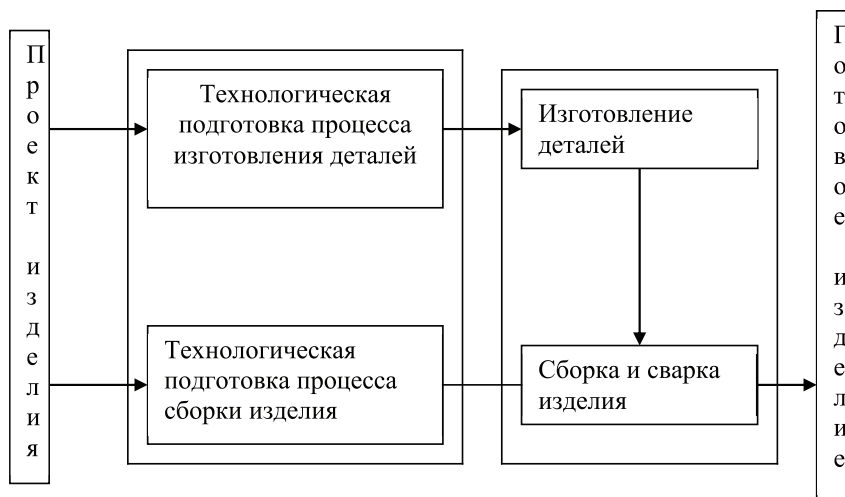


Рис. 1. Схема изготовления изделия

По схеме, приведенной на рис. 1, производство конкурентно способной продукции (изделий) осуществляется в четыре этапа:

- 1) проектирование изделия;
- 2) технологическая подготовка производства;
- 3) изготовление;
- 4) реализация.

На первой стадии создается проект изделия в виде технической документации (сборочных чертежей, спецификаций, детализированных чертежей и др.). На второй стадии осуществляется технологическая

возможность оснащения производства в более короткие сроки.

На практике существует два принципиально различных вида ТО: универсально-сборная переналаживаемая (УСП) и специальная [6]. Сравнительная характеристика различных видов ТО по ряду критериев, рассматриваемая применительно к условиям мелкосерийного производства, приведена в табл. 1.

Универсально-сборные приспособления состоят из тех устройств, что и специальные. К таким устройствам относят устано-

вочные элементы, обеспечивающие базирование детали в приспособлении, зажимные устройства и устройства, обеспечивающие ориентацию деталей при их установке [7, 8]. УСП собирают из вышеуказанных элементов, на производственных столах различных конструкций. В зависимости от габаритных размеров и массы деталей эти компоновки собирают на сборочно-сварочных столах следующих модификаций: базовых, сборно-разборных, модульных и с координатной сеткой. Столы предназначены для проведения сборочно-сварочных работ с возможностью фиксации деталей и узлов в пазах на сплошных цельных чугунных или алюминиево-медных балках специальными приспособлениями, позволяющими производить сборку и сварку конструкций любой сложной конфигурации [9]. В состав компоновок УСП могут быть включены соединительные элементы корпусных деталей в виде блоков, угольников и прямоугольных опор. К компоновкам УСП предъявляют следующие требования:

- жесткость и прочность конструкции при его минимальной массе;
- удобство установки отдельных деталей собираемого узла;
- устойчивое их положение и удобство крепления;
- наличие доступа к местам расположения сварных соединений в конструкции изделия при выполнении операции сборки и прихватки [10, 11].

Процесс конструирования УСП заключается в подборе необходимых деталей и сборочных единиц, нахождении правильного и рационального их сочетания в об-

щей компоновке приспособления. Конструирование УСП целесообразно начинать с уточнения общей схемы приспособления и выбора базовой плиты (стола). Схему приспособления выбирают путём определения нескольких вариантов, которые подвергают сравнительной оценке.

Преимущество ТО многократного применения состоит в том, что она создается из стандартизованных деталей и сборочных единиц, которые выпускаются крупными партиями на специализированных заводах, и ее потребителями являются предприятия всех отраслей машиностроения. Элементы такой оснастки обладают сравнительно высокой долговечностью, применимостью в различных технологических вариантах и многократностью использования (вплоть до физического износа). Из них в короткий срок и в нужном количестве (при условии наличия достаточно широкого набора таких элементов) можно собирать практически любые приспособления для сборки деталей в условиях различной серийности производства. Если предприятие располагает таким набором элементов, ему не приходится заботиться о проектировании и изготовлении (или приобретении) необходимых приспособлений для различных процессов сборки и сварки.

С экономической точки зрения в качестве критериев целесообразности варианта приспособления используют либо цеховую себестоимость изготовления деталей, либо годовую технологическую себестоимость выполнения операции. Экономически целесообразным является тот вариант, при использовании которого себестоимость оказывается меньшей.

Таблица 1

Сравнительная характеристика различных видов технологической оснастки

Критерий сравнения	Универсально-сборная оснастка	Специальная оснастка
Точность сборки, обеспечиваемая приспособлением, мм	0,3–0,5	0,2–0,3
Преимственность (способность применения для производства изделий различного типа)	75–80%	10–15%
Затраты первоначальные	в 4–5 раз меньше стоимости специального приспособления	20–25% себестоимости изделия
Затраты на содержание и обслуживание	Средние	Высокие
Производительность, то есть выход продукции в единицу времени	Средняя	Высокая
Срок службы	10–15 лет	Ограничен сроком нахождения изделия в производстве (в среднем 2–3 года)

Сравнение деталей по цеховой себестоимости требует расчета всех ее составляющих, что часто усложняет задачу конструктора. Более простым и наглядным оказывается сравнение годовой технологической себестоимости операции. Причем в технологическую себестоимость включаются только те элементы, величина которых зависит от применяемого приспособления.

Все элементы годовой технологической себестоимости (E) условно делят на две группы:

- расходы, величина которых зависит от объема выпуска деталей – это зарплата сборщика и сварщика (3), расходы на эксплуатацию сварочного оборудования (S_x), расходы на его амортизацию (A_c), стоимость электроэнергии, расходуемой при сварке или прихватке деталей в процессе сборки ($S_{эл}$);

- расходы, величина которых зависит от конструкции приспособления, но не зависит от объема выпуска деталей – это годовая стоимость наладки приспособления (S_n), расходы на амортизацию приспособления при трехлетнем сроке службы ($A_n = 0,33 * S_{пр}$, где $S_{пр}$ – стоимость приспособления), расходы на эксплуатацию приспособления ($S_{эк} = 0,27 * S_{пр}$).

Таким образом, годовая технологическая себестоимость выполнения операции равна

$$E = (3 + S_x + A_c + S_{эл}) * N + S_n + A_n + S_{эк}, \quad (1)$$

где 3 , S_x , A_c , $S_{эл}$ – переменные расходы, зависящие от объема выпуска собираемых деталей (V);

S_n , A_n , $S_{эк}$ – постоянные расходы (C);
 N – объем деталей.

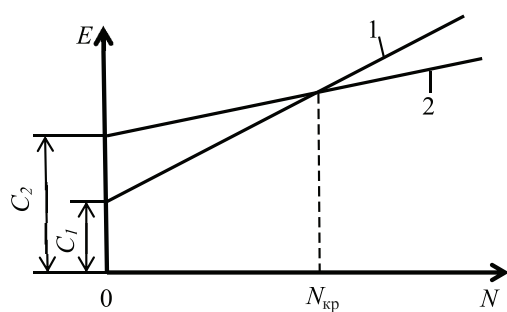


Рис. 2. График экономического сравнения вариантов приспособления

Согласно переменным и постоянным расходам, годовая технологическая себестоимость выполнения операции равна

$$E = V * N + C. \quad (2)$$

Эту зависимость легко представить графически в координатах EON , при этом

переменные расходы будут характеризовать угол наклона прямой, а постоянные величины – отрезок на оси OE (рис. 2).

Если сравнить два варианта приспособления, то получим уравнения:

$$E_1 = V_1 * N + C_1, \text{ и } E_2 = V_2 * N + C_2. \quad (3)$$

Пусть $V_1 > V_2$ и $C_1 < C_2$. График на рис. 2 показывает, что при масштабе выпуска, меньшем $N_{кр}$, первый вариант приспособления дает меньшую технологическую себестоимость, а при программе большей – выгоднее второй вариант. При программе, равной $N_{кр}$, оба варианта равноценны, т.е. $E_1 = E_2$, $V_1 * N + C_1 = V_2 * N + C_2$, отсюда

$$N_{кр} = \frac{C_2 - C_1}{V_1 - V_2}. \quad (4)$$

Для определения стоимости приспособления $S_{пр}$ можно пользоваться заводскими данными или посчитать приближенно по формуле:

$$S_{пр} = c_{пр} * N_{пр}. \quad (5)$$

где $N_{пр}$ – число деталей в приспособлении; $c_{пр}$ – постоянная, зависящая от сложности приспособления и его габаритных размеров. Постоянную величину $c_{пр}$ можно принять равной для приспособлений: простых – 1,5; средней сложности – 3,0; сложных – 4,0 [12].

Количество оснастки, применяемой на машиностроительных заводах, столь велико, что необходимо стремиться к снижению стоимости и сроков проектирования и изготовления. На предприятиях при оценке экономической эффективности применения тех или иных типов оснастки ее классифицируют по уровню сложности (табл. 2 и табл. 3).

Имеющийся опыт эксплуатации УСП показывает, что такая оснастка может заменить в течение всего срока своей службы (поскольку срок службы УПС превышает 10 лет) до 70–80% специальной оснастки [13, 14]. Насколько это эффективно, наглядно можно показать с помощью примера.

Стоимость проектируемого приспособления ($C_{пр}$) состоит из двух составляющих: стоимости базового стола ($C_{ст}$) и стоимости набора входящих элементов (компоновки) (C_n):

$$C_{пр} = C_{ст} + C_n. \quad (6)$$

Наиболее простыми для применения УСП являются плоские конструкции, свариваемые из листового или профильного проката (уголка, швеллеров, двутавров и др.) [15], наиболее сложными – рамные и корпусные [16]. Сборка решетчатых конструкций с применением УСП затрудни-

тельна вследствие большого числа свариваемых деталей со сложной ориентацией, что вызывает необходимость создания весьма сложных и трудоемких компоновок [17]. Поэтому такие конструкции, так

же как и сложные сборочные единицы других видов, целесообразно разделять на технологические полусборки, благодаря чему упрощаются компоновки, и облегчается возможность применения УСП.

Таблица 2

Классификация оснастки по группам сложности специальных приспособлений

Группа сложности	Типы приспособлений	Число деталей в конструкции приспособления	Средняя стоимость конструкции, тыс. руб.
I	Мелкие приспособления с простыми корпусами, простой и средней сложности, с простыми зажимами	5	1,2
II	Средние приспособления с простыми корпусами и мелкие приспособления с корпусами средней сложности с зажимами простой и средней сложности	3–15	1,75
III	Мелкие приспособления с корпусами средней сложности, сложного или средней сложности принципа действия; с зажимами простыми и средней сложности. Мелкие приспособления со сложными корпусами, средние приспособления с двух-, трехстенными корпусами, или крупные приспособления с простыми корпусами, простого действия и различными зажимами.	10–25	3,5
IV	Мелкие и средние приспособления сложного, средней сложности действия, с простыми зажимами и средней сложности. Крупные приспособления с корпусами средней сложности, а также средние приспособления со сложными корпусами простого действия с различными зажимами	20–40	8,25
V	Средние приспособления со сложными корпусами с зажимами сложными и средней сложности. Крупные приспособления со сложными корпусами простого действия, с зажимами средней сложности и простыми. Крупные приспособления сложного действия с зажимами средней сложности и простыми	35–55	16,25
VI	Крупные приспособления со сложными корпусами сложного действия с зажимами сложными и средней сложности. Крупные и средние приспособления с электромагнитным, пневматическим или гидравлическим действием, требующие сложных расчетов	Свыше 50	25

Таблица 3

Группа сложности компоновок УСП в зависимости от сложности сварной конструкции

Компоновка УСП			Сварная конструкция		
Группа сложности	Трудоемкость н/ч	Число деталей в комплекте	Число свариваемых деталей	Сложность	Вид
1	0,5–1	До 8	До 6	простая	плоскостная
2	1–2	10–25	до 8	простая	плоскостная
3	2,5–4	15–35	до 8	простая	плоскостная
4	5–7	20–45	до 15	средней сложности	пространственная
5	7–10	40–60	до 20	сложная	пространственная
6	10–14	60–80	свыше 20	особо сложная	пространственная

Таблица 4

Методика расчета показателей при определении годового экономического эффекта от внедрения комбинированного набора оснастки в производственный процесс

Показатель	Базовый набор (вариант 1)	Комбинированный набор (вариант 2)
1. Определение приведенных затрат на создание средств труда (З)		
1.1. Капитальные вложения на оснастку (К)	$K_1 = \Pi_{01} * \Phi_{\text{емк}} * \gamma$ где γ – коэффициент, учитывающий увеличение затрат в условиях неспециализированного производства; Π_1 и Π_2 – цена базового и комбинированного набора оснастки; $\Phi_{\text{емк}}$ – фондоемкость.	$K_2 = \Pi_{02} * \Phi_{\text{емк}} + \Pi_{01} * \Phi_{\text{емк}} * \gamma$
1.2. Себестоимость создания средств труда (С)	$C_1 = \Pi_{01} * Z_{\text{тп1}}$ где $Z_{\text{тп}}$ – затраты на 1 руб. товарной продукции	$C_2 = \Pi_{02} * Z_{\text{тп2}} + \Pi_{01} * Z_{\text{тп1}}$
Приведенные затраты на создание средств труда (З)	$Z_1 = C_1 + E_n * K_1$ где E_n – нормативный коэффициент эффективности, установленный для предприятия	$Z_2 = \Pi_{02} * Z_{\text{тп2}} + \Pi_{01} * Z_{\text{тп1}}$
2. Определение годовых эксплуатационных издержек (И)		
2.1. Затраты на ремонт, восстановление и содержание оснастки в ходе эксплуатации (И _э)	$I_{\text{э1}} = \Pi_{01} * H_{\text{э1}}$ где $H_{\text{э1}}$ и $H_{\text{э2}}$ – нормативы затрат на эти цели соответственно по специальной оснастке	$I_{\text{э2}} = \Pi_{02} * H_{\text{э2}} + \Pi_{01} * H_{\text{э1}}$
2.2. Затраты на оплату труда слесарей-сборщиков УСП (И _{сб})	–	Определяются исходя из стоимости нормо-часа для выполнения соответствующих работ
2.3. Амортизация сопутствующих капитальных вложений (И _а)	$I_{\text{а1}} = K_1' * H$ где H – средняя норма амортизации сопутствующих затрат; K_1' и K_2' – сопутствующие капитальные вложения	$I_{\text{а2}} = K_2' * H$
Годовые эксплуатационные издержки (И)	$I_1' = I_{\text{э1}} + I_{\text{а1}}$	$I_2' = I_{\text{э2}} + I_{\text{сб}} + I_{\text{а2}}$
3. Определение сопутствующих капитальных вложений (К')		
3.1. Создание складов и оргоснастки для хранения запаса специальной оснастки (З _{ск})	$Z_{\text{ск}} = N_{\text{стл}} * \Pi_{\text{стл}}$ где $N_{\text{стл}}$ – количество стеллажей для хранения специализированной оснастки; $\Pi_{\text{стл}}$ – цена стеллажа	–
3.2. Затраты на производственную площадь (З _{пл})	$Z_{\text{пл}} = S * \Pi_{\text{пл}}$ где S – производственная площадь под стеллажи; $\Pi_{\text{пл}}$ – стоимость 1 м ² производственной площади	$Z_{\text{пл}} = S * \Pi_{\text{пл}}$ где S – потребная площадь для создания участка УСП; $\Pi_{\text{пл}}$ – стоимость 1 м ² площади
3.3. Затраты на оплату услуг по комплектованию и доставке набора элементов и сборочных единиц УСП (З _{кл})	–	$Z_{\text{кл}} = \Pi_{02} * H_{\text{кл}}$ где $H_{\text{кл}}$ – наценка к стоимости приобретаемых элементов за услуги по комплектованию и отгрузке УСП потребителям
3.4. Затраты на оргоснастку для участка УСП (З _{орг})	–	$Z_{\text{орг}} = \Pi_{\text{орг}} * N_{\text{орг}} + Z' + Z_{\text{дог}}$ где $\Pi_{\text{орг}}$ – стоимость оргоснастки для эксплуатации одного пускового комплекта УСПО; $N_{\text{орг}}$ – количество комплектов УСПО; Z' – затраты на специальные приспособления в комбинированном наборе; $Z_{\text{дог}}$ – затраты на оплату хоздоговорных работ с разработчиком по оказанию технической и методической помощи по внедрению
Сопутствующие капитальные вложения (К')	$K_1' = Z_{\text{ск}} + Z_{\text{пл}}$	$K_2' = Z_{\text{пл}} + Z_{\text{кл}} + Z_{\text{орг}}$

Конструкции сборочных единиц второго типа (цилиндрические, конические и особенно сферические) отличаются от конструкций сборочных единиц первого типа наличием криволинейных поверхностей, которые существенно влияют на характер компоновок. Эта особенность выражается в том, что из деталей прямоугольной формы в собираемых приспособлениях должно быть образовано ложе для установки цилиндрических, конических, или сферических деталей свариваемых сборочных единиц.

Несмотря на некоторую общность форм, все три вида сборочных единиц второго типа отличаются один от другого. Так, среди сборочных единиц, образованных из деталей преимущественно цилиндрической формы, можно выделить две разновидности: с цилиндрической центральной базовой деталью, к которой крепятся другие детали и без центральной базовой [18].

Апробация предлагаемой методики проводилась на примере образца машины, состоящей из 2,5 тысяч оригинальных деталей. На одном из машиностроительных заводов потребовалось изготовить 10 тыс. наименований ТО. Общие затраты на оснащение производства составили 12 млн руб., что в расчете на одно приспособление равно 1,2 тыс. руб. Такие затраты были бы у предприятия если бы использовалась только специальная оснастка, далее назовем этот набор базовой комплектацией.

Если бы 80% этой оснастки, т.е. 8000 приспособлений, было собрано из элементов УСП и других видов оснастки многократного применения, то затраты предприятия на оснастку составили бы значительно меньшую сумму, поскольку один набор элементов УСП, обеспечивающий сборку 1000 приспособлений в год, стоит около 20 тыс. руб., а их потребовалось бы восемь: $\Pi_{02} = 20 \cdot 8 = 160$ тыс. руб. В данном случае предприятие получает набор оснастки комбинированного типа, так как 80% оснастки являются универсальными, а 20% специализированными. Затраты на оплату труда сборщиков приспособлений составили бы не более 105 тыс. руб., так как трудоемкость сборки одного приспособления в среднем равна 3 ч, повторяемость ее применения в условиях данного производства $K_{повт} < 4$.

Тогда издержки на сборку/разборку приспособлений равнялись:

$$И_{\text{сб}} = m \cdot K_{\text{повт}} \cdot T_{\text{сб}} \cdot t_{\text{ч}} \cdot K_{\text{из}} = 8000 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0,627 \cdot 1,758 = 105,2 \text{ тыс. руб.},$$

где m – число замененных специальных приспособлений;

$K_{\text{повт}}$ – повторяемость их применения в течение года;

$T_{\text{сб}}$ – трудоемкость сборки/разборки одного приспособления;

$t_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка слесаря–сборщика УСП;

$K_{\text{из}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и начисления.

Кроме того, необходимо учесть затраты на 2000 специальных приспособлений, оставшихся незаменными:

$$\Pi_{02} = 2000 \cdot 1200 = 2400 \text{ тыс. руб.}$$

Итого прямые затраты:

$$З_2 = 160 + 105 + 2400 = 2665 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, прямые затраты почти в 4,5 раза меньше (12000 руб./2665 руб.), чем в первом случае. И это при однократной замене специальной оснастки. А ведь один и тот же набор (комплект) деталей и сборочных единиц УСП может обеспечить не одно-, а многократную замену, поскольку срок службы у него свыше 10 лет, а смена выпускаемых изделий происходит чаще. Возьмем минимальную величину – двукратную замену. Получим, что для удовлетворения одной и той же потребности производства в технологической оснастке потребные ее объемы (по стоимости) относятся как 5:1. Или парк деталей и сборочных единиц УСП стоимостью 1 млн руб. заменяет объем производства специальной оснастки на сумму 5–6 млн руб. Но это исходя из данного конкретного случая. В среднем же по народному хозяйству это соотношение принимают равным (2,5 – 2,7):1, так как больше половины операций в машиностроении выполняется без какого-либо оснащения и сборки, УСП заменяют на этих операциях специальную оснастку, ручные работы по разметке и другие операции.

При наличии необходимых исходных данных можно определить показатели эффективности УСП и сделать расчет годового экономического эффекта от ее производства и внедрения. Формула расчета годового экономического эффекта:

$$\Xi = \left[3_1 \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_{1н} + E}{P_{2н} + E} \cdot \frac{(И'_1 - И'_{2н}) - E_2 \cdot (K'_1 - K'_2)}{P_{2н} + E} \cdot 3_2 \right] \cdot A_2, \quad (7)$$

где 3_1 и 3_2 – приведенные затраты на выпуск базового и комбинированного набора средств труда, руб. Приведенные затраты на приобретение базового или комбинированного набора средств труда складываются из двух составляющих:

• себестоимости создания средств труда C . Ее считают калькуляцией по статьям затрат и по нормативам или через показатель затрат на 1 руб. готовой продукции и некоторыми другими методами. Наиболее простым является метод определения себестоимости продукции через показатель затрат на 1 руб. товарной продукции $Z_{\text{тп}}$;

• капитальных вложений K (единовременных затрат). Их можно найти через фондоемкость (фондоотдачу);

V_1 и V_2 – годовые объемы продукции (работы), выполняемые с помощью рассматриваемых средств труда (в единицах). При дальнейшем рассмотрении будем считать, что рассматриваемый объем продукции одинаковый, то есть $V_2/V_1 = 1$;

I_1' и I_2' – годовые эксплуатационные издержки потребителя. Годовые эксплуатационные издержки потребителя состоят из:

1) затрат на ремонт, восстановление и содержание оснастки в ходе эксплуатации;

2) затрат на оплату труда слесарей-сборщиков УСП (для комбинированного набора оснастки);

3) амортизации сопутствующих капитальных вложений;

P_1 и P_2 – доли отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление (реновацию) базового и комбинированного набора средств труда. Рассчитываются как величины, обратные срокам службы средств труда;

K_1' и K_2' – сопутствующие капитальные вложения (единовременные затраты) потребителя при использовании им базового и комбинированного набора (без учета стоимости самих приспособлений). К этому виду затрат следует отнести следующие затраты:

1) в базовом наборе: на создание складов и оргоснастки для хранения запаса специальной оснастки, на производственную площадь под эти склады;

2) в комбинированном наборе: на оплату услуг по комплектованию и доставке набора элементов и сборочных единиц УСП; на производственную площадь и оргоснастку для участка УСП.

В табл. 4 приведена методика расчета показателей при определении годового экономического эффекта от внедрения комбинированного набора оснастки в производственный процесс.

Расчет годового экономического эффекта от внедрения комбинированного набора оснастки позволяет сделать вывод, что если действующее специализированное производство технологической оснастки перевести полностью на выпуск УСП, то потребность машиностроения в технологической оснастке будет удовлетворяться значительно

лучше, а затраты на ее производство и эксплуатацию намного снизятся.

Снижение затрат на оснастку и экономическая эффективность оснастки многократного применения обуславливаются следующими основными факторами.

1. Выпуск эквивалентных по мощности (способности оснастить основное производство различными приспособлениями) объемов УСП требует значительно меньших производственных мощностей и соответственно фондов, чем выпуск специальной оснастки.

2. Выпуск и использование оснастки многократного применения взамен специальной необратимой обеспечивает: существенное снижение трудоемкости работ по технологическому оснащению и высвобождение конструкторов и рабочих, станочного оборудования и производственных площадей, так как станочные работы при изготовлении технологической оснастки составляют не менее 70% их общей трудоемкости; значительную экономию металла, так как долговечность (сроки службы) сравниваемых вариантов оснастки различна; сокращение сроков технологической подготовки производства, поскольку предприятие, имея набор деталей и сборочных единиц УСП, освобождается от необходимости выполнять работы по проектированию и изготовлению технологической оснастки при подготовке производства новых изделий, а это 70–80% всего объема работ; снижение текущих затрат по эксплуатации оснастки у потребителя за счет меньших расходов на ремонт и возмещение износа (амортизацию); повышение технологической оснащенности производства за счет обеспечения приспособлениями тех операций, на которых специальная оснастка из-за нерентабельности не применялась, и, как следствие, повышение производительности труда на этих операциях.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что внедрение оснастки универсального или комбинированного типа эффективно для производственных предприятий и в условиях развития инновационной деятельности будет давать возможность более гибкого развития производства.

Список литературы

1. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн. – СПб.–М.–Краснодар: Лань, 2011. – 224 с.
2. Дубик Е.А., Павлова И.А. Инновационное развитие промышленных предприятий в условиях экономики знаний / Е.А. Дубик, И.А. Павлова // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 8 (49). – С. 500–504.
3. Дубик Е.А., Павлова И.А. Инвестирование человеческого капитала в инновационной экономике России / Е.А. Дубик, И.А. Павлова // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 9–1 (62–1). – С. 989–992.

4. Дурандин М.М., Павлов А.С. Технично-экономическое обоснование выбора технологии в кузнечно-штамповочном производстве / М.М. Дурандин, А.С. Павлов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 7. – С. 45–49.
5. Горфинкеля В.Я. Экономика предприятия / В.Я. Горфинкеля. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 767 с.
6. Евстифеев Г.А., Веретенников И.С. Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчет / Г.А. Евстифеев, И.С. Веретенников. – М.: «Машиностроение», 1977. – 96 с.
7. Любушин Н.П. Экономический анализ / Н.П. Любушин. – М.: Юнити-Дана, 2010. – 575 с.
8. Мясников Ю.И., Мясников В.Ю. Системное проектирование станочных приспособлений: справочник в 2 т. / Ю.И. Мясников, В.Ю. Мясников, ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2010. – Т. 2 – 336 с.
9. Павлов А.С. Проектирование сварочной оснастки: учеб. пособие (практикум) / А.С. Павлов. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2015. – 155 с.
10. Павлов А.С. Влияние параметров режима многослойной электронно-лучевой сварки на качество шва / А.С. Павлов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 7. – С. 7–10.
11. Павлова И.А., Павлов А.С. Технично-экономический анализ при внедрении инновации на производственном предприятии / И.А. Павлова, А.С. Павлов // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 40. – С. 14–21.
12. Павлова И.А., Тарасова Е.В. Классификация методов финансового анализа предпринимательских структур / И.А. Павлова, Е.В. Тарасова // Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2015. – № 3 (18). – С. 50–53.
13. Перерва О.Л. Экономика инновационных процессов на промышленном предприятии / О.Л. Перерва // Экономическая наука современной России. – 2005. – № 2. – С. 89–96.
14. Савицкая Г.В. Экономический анализ / Г.В. Савицкая. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 649 с.
15. Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка: учебное пособие / А.Г. Схиртладзе. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2009. – 295 с.
16. Трилицкая О.Ю. Инновационная активность как фактор повышения конкурентоспособности предприятия / О.Ю. Трилицкая // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2013. – № 1. – С. 155–161.
17. Фролов В.Г. Институциональные факторы развития промышленной политики / В.Г. Фролов // Креативная экономика. – 2013. – № 2 (74). – С. 89–95.
18. Штрикман М.М. Влияние ширины шва на прочность соединений высокопрочных сталей / М.М. Штрикман, А.С. Павлов // Автоматическая сварка. – 1985. – № 4. – С. 45–48.
2. Dubik E.A., Pavlova I.A. Innovacionnoe razvitie promyshlennyh predpriyatij v uslovijah jekonomiki znanij / E.A. Dubik, I.A. Pavlova // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2014. no. 8 (49). pp. 500–504.
3. Dubik E.A., Pavlova I.A. Investirovanie chelovecheskogo kapitala v innovacionnoj jekonomiki Rossii / E.A. Dubik, I.A. Pavlova // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2015. no. 9–1 (62–1). pp. 989–992.
4. Durandin M.M., Pavlov A.S. Tehniko-jekonomicheskoe obosnovanie vybora tehnologii v kuznechno-shtampovochnom proizvodstve / M.M. Durandin, A.S. Pavlov // Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii. 2007. no. 7. pp. 45–49.
5. Gorfinkelja V.Ja. Jekonomika predpriyatija / V.Ja. Gorfinkelja. M.: Juniti-Dana, 2012. 767 p.
6. Evstifeev G.A., Veretennikov I.S. Sredstva mehanizacii svarohnogo proizvodstva. Konstruirovaniye i raschet / G.A. Evstifeev, I.S. Veretennikov. M.: «Mashinostroenie», 1977. 96 p.
7. Ljubushin N.P. Jekonomicheskij analiz / N.P. Ljubushin. M.: Juniti-Dana, 2010. 575 p.
8. Mjasnikov Ju.I., Mjasnikov V.Ju. Sistemnoe projektirovanie stanochnyh prispособlenij: spravochnik v 2 t. / Ju.I. Mjasnikov, V.Ju. Mjasnikov, red. V.I. Guzeeva. M.: Mashinostroenie, 2010. T. 2. 336 p.
9. Pavlov A.S. Proektirovanie svarohnoj osnastki: ucheb. posobie (praktikum) / A.S. Pavlov. Nizhnij Novgorod: Nizhegorod. gos. tehn. un-t im. R.E. Alekseeva, 2015. 155 p.
10. Pavlov A.S. Vlijanie parametrov rezhima mnogoslajnoj jelektronno-luchevoj svarki na kachestvo shva / A.S. Pavlov // Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii. 2007. no. 7. pp. 7–10.
11. Pavlova I.A., Pavlov A.S. Tehniko-jekonomicheskij analiz pri vnedrenii innovacii na proizvodstvennom predpriyatii / I.A. Pavlova, A.S. Pavlov // Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. 2014. no. 40. pp. 14–21.
12. Pavlova I.A., Tarasova E.V. Klassifikacija metodov finansovogo analiza predprinimatelskih struktur / I.A. Pavlova, E.V. Tarasova // Mezhdunarodnoe nauchnoe izdanie Sovremennye fundamentalnye i prikladnye issledovaniya. 2015. no. 3 (18). pp. 50–53.
13. Pererva O.L. Jekonomika innovacionnyh processov na promyshlennom predpriyatii / O.L. Pererva // Jekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii. 2005. no. 2. pp. 89–96.
14. Savickaja G.V. Jekonomicheskij analiz / G.V. Savickaja. M.: NIC INFRA-M, 2013. 649 p.
15. Shirladze A.G. Tehnologicheskaja osnastka: uchebnoe posobie / A.G. Shirladze. Nizhnij Novgorod: NGTU im. R.E. Alekseeva, 2009. 295 p.
16. Trilickaja O.Ju. Innovacionnaja aktivnost kak faktor povyshenija konkurentosposobnosti predpriyatija / O.Ju. Trilickaja // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 3: Jekonomika. Jekologija. 2013. no. 1. pp. 155–161.
17. Frolov V.G. Institucionalnye faktory razvitiya promyshlennoj politiki / V.G. Frolov // Kreativnaja jekonomika. 2013. no. 2 (74). pp. 89–95.
18. Shtrikman M.M. Vlijanie shiriny shva na prochnost soedinenij vysokoprochnyh stalej / M.M. Shtrikman, A.S. Pavlov // Avtomaticheskaja svarka. 1985. no. 4. pp. 45–48.

References