

УДК 621.7.044

**В.К. БОРИСЕВИЧ, В.Н. ГОЛОВАНОВ, В.В. ТРЕТЬЯК, Ю.А. НЕВЕШКИН**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## **К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

*Исследуется стоимостная оценка технологического процесса объемной импульсной штамповки. Оценка произведена путём сравнения его с известными процессами изготовления деталей: методом штамповки на штамповочных молотах, высокоскоростных молотах, на пресс-пушке. Экономический эффект достигается за счет значительной экономии производственных ресурсов: в том числе за счет затрат на основные материалы, основную зарплату производственных рабочих, амортизацию оборудования и другие. Оценка произведена с помощью методики оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. Приведенные расчеты показывают, что анализируемый вариант явно превосходит традиционные по комплексному показателю уровня качества в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства.*

**Ключевые слова:** импульсная объемная штамповка, экономическая эффективность, производственные ресурсы, уровни качества.

### **Введение**

Использование импульсных методов объемно-деформирования при изготовлении сложных деталей авиационной и космической промышленности позволяет использовать преимущества данного метода при получении деталей высокого качества при достижении значительного формоизменения из заготовок простой формы. Данный метод позволяет получать детали сложных форм при значительных эксплуатационных и производственных преимуществах.

Основные из них следующие:

- достигаются показатели прочности и надежности (выносливости) максимальные для данного металла;
- резко сокращаются отходы часто дорогих и дефицитных металлов;
- снижается трудоемкость изготовления изделий, повышается производительность труда.

Однако высокие эксплуатационные и технологические результаты данными методами можно получить только при строго обоснованном выборе метода объемной обработки, грамотном назначении формы поковки и размеров исходной заготовки для ее изготовления, определении оптимальных режимов для выполнения операций технологического процесса.

Выбранная номенклатура деталей может быть изготовлена и другими способами: изготовление де-

талей на высокоскоростных молотах (ВСМ) (пресс-пушки, установки «Удар» и др.); изготовление деталей на падающих молотах (ПМ); изготовление деталей на механических прессах (Пресс), однако использование штамповки взрывом позволяет использовать данный метод как наиболее эффективный.

### **1. Методы расчета экономической эффективности**

Выбор наиболее приемлемого варианта технологического процесса можно произвести на основании методики расчёта комплексного показателя качества. Известно несколько видов комплексных показателей качества: интегральные, удельные, обобщенные, сумма баллов, функциональные зависимости главного показателя от исходных показателей и др. [1, 2].

На практике, как правило, применяют смешанный метод, предусматривающий анализ как единичных, так и комплексных показателей качества. Известны различные способы расчета комплексных показателей качества: расчеты произведения единичных показателей и расчеты среднеарифметического или среднегеометрического показателя. Нами выбран метод расчета среднеарифметического обобщенного показателя качества.

Анализ уровня качества вариантов технологических процессов изготовления, можно вести различными путями:

– путем парного сравнения рассматриваемого варианта технологии с базовыми (сравнительными);

– путем использования в расчетах условного "эталона" – гипотетического варианта (в дальнейшем будем называть идеальным вариантом), для которого все показатели качества имеют наивысшую оценку.

Для проведения анализа выбран второй вариант, как наиболее, "компактный", в расчетах, для которого обобщенный показатель варианта является уровнем качества этого варианта по отношению к гипотетическому и для сравнения реальных вариантов между собой необходимо найти соотношение их обобщенных показателей.

Выбор вариантов технологических процессов для сравнения производился по критерию функционального назначения. В этом отношении были рассмотрены следующие варианты:

– анализируемый вариант – объёмная взрывная штамповка, осуществляемая на взрывных прессах (ВП) (рифлёные внутренние и наружные поверхности обечаек, крыльчатки центробежных насосов, толстостенные стаканы и др.);

Сравнимые варианты:

– изготовление деталей на высокоскоростных молотах (ВСМ) (пресс-пушки, установки «Удар» и др.);

– изготовление деталей на падающих молотах (ПМ);

– изготовление деталей на механических прессах (Пресс).

Фактически это все возможные варианты изготовления деталей из объёмных заготовок. Детали после этих процессов требуют доводочных работ, объем которых практически не зависит от процесса формообразования и по этой причине не учитывается в комплексном анализе качества.

Для выявления состава основных показателей качества рассматривалось мнение независимых экспертов, которые выделили характерные для различных условий производства и эксплуатации анализируемой номенклатуры изделий следующие показатели.

1. Широта номенклатуры обрабатываемых деталей. В качестве измеряемого параметра (измерителя) принято количество единиц наименований деталей, которые могут быть получены каждым из сравниваемых вариантов технологических процессов (лаконичное название "номенклатура").

2. Показатель производительности процесса формообразования оценивается длительностью цикла операции, другими словами величиной оперативного времени в минутах (Лаконичное название "Длительность цикла").

3. Показатель "Материалоемкость оборудования" оценивается массой оборудования типового

представителя, в тоннах.

4. Показатель конструктивная сложность оснастки оценивается в баллах по 10-ти бальной шкале (лаконичное название "Сложность оснастки").

5. Показатель сроков технологической подготовки производства оценивается временем необходимым для разработки технологической документации и временем изготовления специальной технологической оснастки в условиях типовой группы отдела главного технолога и цеха нестандартного оборудования (лаконичное название "Сроки технологической подготовки производства").

6. Показатель "Цена оборудования" принят в условиях воспроизводства при современном состоянии экономики для типового представителя оборудования каждого технологического процесса. Оценивается в условных единицах.

7. Показатель "Цена оснастки" принимается в относительных значениях – условные единицы стоимости на килограмм массы.

8. Показатель "Стойкость оснастки" оценивается в штуках деталей, которые можно изготовить с помощью комплекта оснастки одного наименования до первого капитального ремонта ее.

9. Показатель "Гибкость производства" оценивается величиной времени переналадки оборудования с выпуска деталей одного наименования на выпуск деталей другого наименования или, другими словами, – это подготовительно-заключительное время, которое измеряется в часах.

10. Показатель "Технологический припуск" показывает на какую долю, выраженную в процентах, объем заготовки больше объема готовой детали.

11. Показатель "Масштабы производства" характеризуется величиной годовой производственной программы выпуска деталей, для которой анализируемый процесс будет наиболее экономически целесообразным.

## 2. Показатели экономической эффективности

Величины показателей по вариантам технологических процессов и их измерители приведены в табл. 1. Следующим этапом анализа является определение коэффициентов весомости рассматриваемых единичных показателей качества в общей системе принятых показателей.

Различают следующие методы определения коэффициентов весомости [3]:

- метод стоимостных регрессионных зависимостей;
- метод предельных и номинальных значений;
- метод эквивалентных соотношений;
- экспертный метод.

Таблица 1

Состав показателей и исходные данные,  
необходимые для оценки вариантов технологических процессов

№ п/п	Наименование показателей	Наимен. измерит.	Сравн. варианты			ВП	Гипотет.
			ВСМ	ПМ	Пресс		
1	Номенклатура	Единиц	50	500	500	200	500
2	Длительность цикла	Мин	10	10	5	20	5
3	Материалоёмкость оборудования	Тонн	60	160	180	10	10
4	Конструк. сложность оснастки	Балл	8	10	10	4	4
5	Сроки тех. подг. производства	Час	26	30	26	20	20
6	Цена оборудования	Тыс. у.е.	1200	1500	2000	30	30
7	Цена оснастки	у.е./кг	5	6	8	3	3
8	Стойкость оснастки	Шт. дет.	2000	3000	5000	500	5000
9	Гибкость производства	Час	2	2	3	1	1
10	Технологический припуск	Процент	10	50	30	5	5
11	Масштабы производства.	Шт./год	6000	8000	10000	1500	10000

Эти методы отличаются друг от друга исходной информацией и тем, как она используется для определения коэффициентов весомости.

Все методы при правильном их использовании приводят примерно к одинаковым результатам, поэтому нами был использован экспертный метод, как наиболее простой.

Известно несколько методов экспертного опроса:

- индивидуальный, при котором от каждого эксперта независимо от других получают оценки и математически обрабатывают их для установления единой оценки;

- групповой, предусматривающий получение единой оценки сразу от всех экспертов путем совместного обсуждения проблем;

- метод Дельфи – многоэтапный опрос экспертов для получения согласованных мнений; при этом согласование индивидуальных оценок сочетается с последовательным ознакомлением каждого эксперта с оценками остальных экспертов.

Нами принят индивидуальный метод опроса как наиболее просто организуемый, а для получения большей степени объективности, применен вероятностный способ задания оценки.

При этом способе эксперт задает две или три величины оценки, например максимальное и минимальное значение при задании двух оценок или максимальное, минимальное и наиболее вероятное значение при задании трех оценок.

Нами выбран способ задания двух оценок; при этом способе оценки обрабатываются по формуле:

$$a_{ож} = \frac{2a_{max} + 3a_{min}}{5},$$

где  $a_{ож}$  – ожидаемая величина оценки;  $a_{max}$ ,  $a_{min}$  – максимальная и минимальная величина оценки соответственно, задаваемая одним экспертом.

При опросе экспертов также было учтено то обстоятельство, что один и тот же параметр в различных организационно-технических условиях производства оценивался различной величиной оценки с точки зрения влияния его (параметра) на комплексный показатель уровня качества.

Поэтому организационно-технические условия производства были заранее оговорены.

Шкала оценки параметров в баллах с точки зрения их влияния на комплексный показатель качества принята десятибалльная. Результаты опроса экспертов, а также результаты обработки оценок приведены в табл. 2.

Таким образом, мы получили ожидаемые оценки значения весомости показателей качества в баллах.

Полученные ожидаемые оценки применяют для определения среднего арифметического значения весомости  $i$ -го показателя качества по формуле:

$$a_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N a_{ожij},$$

где  $a_i$  – оценка среднего арифметического значения весомости  $i$ -го показателя качества;  $a_{ожij}$  – ожидаемое значение весомости  $i$ -го показателя, полученный по результатам обработки оценок, назначенных  $j$ -м экспертом;  $N$  – число экспертов.

Нормированное значение коэффициента весомости вычисляют по формуле:

$$q_i = \frac{\bar{a}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{a}_i},$$

где  $q_i$  – нормированное значение коэффициента весомости;  $n$  – число показателей качества технологических процессов.

Нормированные значения коэффициентов весомости для заданных организационно-технических условий были вычислены и представлены в табл. 3 при этом их значения округлялись, исходя из соблюдения – условия:

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1.$$

Таблица 2

Обработка оценок экспертов, заданных вероятностным методом

N п/п	Наименование показателей	Эксперт 1			Эксперт 2			Эксперт 3			Эксперт 4			Эксперт 5		
		mx	mn	ож	mx	mn	ож	mx	mn	ож	mx	mn	ож	mx	mn	ож
1	Номенклатура	9	7	7,8	10	8	8,8	9	8	8,4	10	9	9,4	9	7	7,8
2	Длительность цикла	4	2	2,8	5	3	3,8	4	3	3,4	5	4	4,4	4	3	3,4
3	Материалоём оборудования	7	5	5,8	9	7	7,8	7	6	6,4	9	8	8,4	9	8	8,4
4	Констр. сложн. оснастки	7	5	5,8	8	6	6,8	7	6	6,4	8	7	7,4	7	5	5,8
5	Сроки тех подг. произ.	9	7	7,8	10	9	9,4	9	8	8,4	10	8	8,8	10	9	9,4
6	Цена оборудования	5	3	3,8	7	5	5,8	5	4	4,4	7	6	6,4	5	4	4,4
7	Цена оснастки	10	7	8,2	10	8	8,8	9	8	8,4	10	7	8,2	10	8	8,8
8	Стойкость оснастки	5	2	3,2	6	4	4,8	5	4	4,4	6	5	5,4	5	2	3,2
9	Гибкость производства	9	8	8,4	10	8	8,8	9	8	8,4	10	9	9,4	10	8	8,8
10	Технологический припуск	5	4	4,4	6	4	4,8	5	4	4,4	6	5	5,4	5	4	4,4
11	Масштабы производства	5	3	3,8	6	5	5,4	5	4	4,4	6	4	4,8	6	4	4,8

Таблица 3

Расчет коэффициентов весомости

N п/п	Наименование показателей	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Σ	K <sub>вес</sub>
		ож	ож	ож	ож	ож		
1	Номенклатура	7,8	8,8	8,4	9,4	7,8	42,2	0,13
2	Длительность цикла	2,8	3,8	3,4	4,4	3,4	17,8	0,054
3	Материалоём. оборудования	5,8	7,8	6,4	8,4	8,4	36,8	0,11
4	Констр. сложн. оснастки	5,8	6,8	6,4	7,4	5,8	32,2	0,098
5	Сроки тех подг. произ.	7,8	9,4	8,4	8,8	9,4	43,8	0,134
6	Цена оборудования	3,8	5,8	4,4	6,4	4,4	24,8	0,077
7	Цена оснастки	2,8	3,8	3,4	4,4	4,4	18,8	0,057
8	Стойкость оснастки	3,2	4,8	4,4	5,4	3,2	21	0,065
9	Гибкость производства	8,4	8,8	8,4	9,4	8,8	43,8	0,134
10	Технологический припуск	4,4	4,8	4,4	5,4	4,4	23,4	0,071
11	Масштабы производства	3,8	5,4	4,4	4,8	4,8	23,2	0,07
							327,8	1

После установления нормированных значений коэффициентов выявляются эталонные значения единичных показателей качества ( $P_{1 \text{ шт}}$ ) и формируется гипотетический вариант – это искусственно созданный вариант технологии, у которого каждый показатель имеет лучшее возможное значение.

Как правило, гипотетический вариант практически недостижим, но сравнение с ним реальных вариантов показывает степень приближения их к эталону.

Характеристики гипотетического варианта приведены в табл. 1.

Далее единичные показатели разделяются по направлениям оптимизации:

– минимизируемые  $P_{ij}^{\text{min}}$ , уменьшение которых способствует улучшению качественных характеристик;

– максимизируемые  $P_{ij}^{\text{max}}$ , увеличение которых способствует улучшению качественных характеристик.

Результаты разделения единичных показателей по направлениям оптимизации представлены в табл. 4.

Расчет относительных значений единичных показателей ( $K_{ij}$ ) путем сравнения  $P_{ij}$  с  $P_{i \text{ шп}}$  выполняется с учетом следующего правила: для гипотетического варианта относительные показатели равны

единице ( $K_{i \text{ шп}} = 1$ ), для других –  $K_{ij} \leq 1$ .

Тогда для минимизируемых показателей:

$$K_{ij} = \frac{P_{i \text{ шп}}^{\min}}{P_{ij}^{\min}};$$

Таблица 4

Разделение показателей по направлениям оптимизации

№ п/п	Наименование показателей	Наимен. измерит.	Направление Оптимизации
1	Номенклатура	Единиц	Максимизируемый
2	Длительность цикла	Мин	Минимизируемый
3	Материалоём. оборуд.	Тонн	Минимизируемый
4	Констр. сложн. оснаст.	Балл	Минимизируемый
5	Сроки тех. подг. произ.	Час	Минимизируемый
6	Цена оборудования	Тыс. у.е.	Минимизируемый
7	Цена оснастки	у.е./кг	Минимизируемый
8	Стойкость оснастки	Шт. дет.	Максимизируемый
9	Гибкость производст.	Час	Минимизируемый
10	Технологич. припуск	Процент	Минимизируемый
11	Масштабы производ.	Шт./год	Максимизируемый

для максимизируемых показателей:

$$K_{ij} = P_{ij}^{\max} / P_{i \text{ шп}}^{\max},$$

где  $i = \text{const}$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , шт.;  $P_{i \text{ шп}}^{\min}$ ,  $P_{i \text{ шп}}^{\max}$  – абсолютные значения  $i$ -го показателя соответственно минимизируемого и максимизируемого для гипоте-

тического варианта;  $P_{ij}^{\min}$ ,  $P_{ij}^{\max}$  – абсолютные значения  $i$ -го показателя соответственно минимизируемого и максимизируемого для рассматриваемого  $j$ -го варианта. Расчет относительных значений единичных показателей качества по вариантам технологических процессов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Расчет относительных изменений показателей по вариантам технологических процессов

№ п/п	Наименование показателей	Варианты техпроцессов				
		ВСМ	ПМ	Пресс	ВП	Идеальный
1	Номенклатура	0,1	1	1	0,4	1
2	Длительность цикла	0,5	0,5	1	0,25	1
3	Материалоемкость оборудования	0,16	0,063	0,055	1	1
4	Констр. сложн. оснастки	0,5	0,4	0,4	1	1
5	Сроки тех подг. произ.	0,77	0,67	0,77	1	1
6	Цена оборудования	0,025	0,02	0,015	1	1
7	Цена оснастки	0,6	0,5	0,375	1	1
8	Стойкость оснастки	0,4	0,6	1	0,1	1
9	Гибкость производства	0,5	0,5	0,33	1	1
10	Технологич. припуск	0,5	0,1	0,16	1	1
11	Масштабы производства	0,6	0,8	1	0,15	1

\* – Относительные значения единичных показателей качества не будут зависеть от организационно-технических условий, так как они (условия) не оказывают влияния на направления оптимизации, по крайней мере, для выбранного состава показателей.

Определение обобщенных показателей качества для всех рассматриваемых вариантов производится по формуле:

$$u_j = \sum_{i=1}^n K_{ij} \cdot q_i,$$

где  $u_j$  – обобщенный показатель качества  $j$ -го варианта;  $K_{ij}$  – относительное значение  $i$ -го показателя качества  $j$ -го варианта;  $q_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя качества;  $n$  – число анализируемых показателей качества.

Расчет обобщенных показателей приведен в табл. 6. Обобщенный показатель качества сам по себе показывает уровень качества рассматриваемого варианта относительно идеального, представляющего собой совокупность наивысших достижений по всем анализируемым показателям оцениваемой группы вариантов технологических процессов.

Но идеальный вариант технически невыполним, поэтому уровень качества необходимо оценить относительно реальных вариантов по формуле:

$$Y_{a-c} = \frac{U_a}{U_c},$$

где  $Y_{a-c}$  – уровень качества анализируемого варианта относительно сравниваемого;  $U_a$  – обобщенный абсолютный показатель качества анализируемого варианта;  $U_c$  – обобщенный абсолютный показатель качества варианта, с которым производят сравнение.

В табл. 7 приведена сравнительная характеристика вариантов технологических процессов.

Таблица 6

Расчет обобщенных показателей качества вариантов технологических процессов

N п/п	Наименование показателей	Коэфф. весом.	Варианты техпроцессов				
			ВСМ	ПМ	Пресс	ВП	Идеальный
1	Номенклатура	0,13	0,013	0,13	0,13	0,052	0,13
2	Длительность цикла	0,054	0,027	0,027	0,054	0,0135	0,054
3	Материалоём. оборудования	0,11	0,0176	0,0069	0,006	0,11	0,11
4	Констр. сложн. оснастки	0,098	0,049	0,0392	0,0392	0,098	0,098
5	Сроки тех подг. произ.	0,134	0,1032	0,0898	0,1032	0,134	0,134
6	Цена оборудования	0,077	0,0019	0,0015	0,0012	0,077	0,077
7	Цена оснастки	0,057	0,0342	0,0285	0,0214	0,057	0,057
8	Стойкость оснастки	0,065	0,026	0,039	0,065	0,0065	0,065
9	Гибкость производст.	0,134	0,067	0,067	0,044	0,134	0,134
10	Технологич. припуск	0,071	0,0355	0,0071	0,0114	0,071	0,071
11	Масштабы производства	0,07	0,042	0,056	0,07	0,0105	0,07
Обобщенный показатель качества $u_j$			0,4164	0,492	0,5454	0,7635	1,0000

Таблица 7

Сравнительная характеристика вариантов технологических процессов

Сравниваемые варианты	Анализируемые варианты				
	ВСМ	ПМ	Пресс	ВП	Идеальный
ВСМ	1	1,181	1,309	1,833	2,402
ПМ	0,846	1	1,108	1,552	2,032
Пресс	0,763	0,902	1	1,399	1,833
ВП	0,545	0,644	0,714	1	1,309
Идеальный	0,416	0,492	0,545	0,763	1

### Выводы

Стоимостная оценка техпроцесса объёмной штамповки произведена путём сравнения его с техпроцессом изготовления деталей методом механической обработки.

Экономический эффект в этом случае достигается за счет значительной экономии производственных ресурсов таких как: затраты на основные материалы, основную зарплату производственных рабочих и амортизации оборудования.

Вариант механической обработки применим в условиях мелкосерийного производства, поэтому в оценке варианта принималась величина производственной программы в размере 20 изделий в год, при этом сумма экономического эффекта составила 1237140 грн. на номенклатуре в 79 наименований.

Однако, изготовление деталей анализируемой номенклатуры может быть осуществлено с использованием другого оборудования.

Оценка этого оборудования была произведена с помощью методики оценки уровня качества про-

дукции с помощью комплексных показателей и индексов [3].

Проведенные расчеты показали, что анализируемый вариант превосходит по комплексному показателю уровня качества в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства вариант традиционной штамповки на механических прессах в 1,4 раза, вариант штамповки на падающих молотах в 1,5 раза и вариант штамповки на высокоскоростных молотах в 1,8 раза.

## Литература

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 17 с.
2. РД 50-149-79. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. – М., 1979. – 21 с.
3. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. – М.: ВНИИС, 1974. – 72 с.

Поступила в редакцию 15.05.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.И. Долматов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

## ДО ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІМПУЛЬСНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

*В.К. Борисевич, В.М. Голованов, В.В.Третьяк, Ю.А. Невешкін*

Досліджується вартісна оцінка технологічного процесу об'ємного імпульсного штампування. Оцінка проведена шляхом порівняння нового процесу з відомими процесами виготовлення деталей: методом штампування на штампувальних молотах, високошвидкісних молотах, на прес-гарматі. Економічний ефект досягається за рахунок значної економії виробничих ресурсів: у тому числі за рахунок витрат на основні матеріали, основну зарплату виробничих робітників, і амортизацію устаткування та інші. Оцінка проведена за допомогою методики оцінки рівня якості продукції за допомогою комплексних показників і індексів. Приведені розрахунки показують, що аналізований варіант явно перевершує традиційні по комплексному показнику рівня якості в умовах дрібносерійного і середньосерійного виробництва.

**Ключові слова:** імпульсне об'ємне штампування, економічна ефективність, виробничі ресурси, рівні якості.

## TO ESTIMATION OF ECONOMIC EFFICIENCY MANUFACTURING METHODS DIFFICULT DETAILS WITH HELP IMPULSIVE ENERGY SOURCES

*V.K. Borisevich, V.H. Golovanov, V.V. Tretyak, Ju.A. Neveshkin*

The cost estimation is explored of technological process of the by volume impulsive stamping .Estimation is made by comparison of it with known processes making of details: of stamping on stamping hammers by method with the high speeds, on press-cannon. Is achieved an economic effect due to the considerable economy of production resources: including due to expenditures on the basic materials, basic pay-envelope of the production working, depreciation of equipment and other. Estimation is made by the method of estimation of level of quality of products by the complex indexes and indexes. Computations are resulted show that the analyzed variant obviously excels qualities traditional on the complex index of level in the conditions of limited production and medium-size lot production.

**Keywords:** impulsive by volume stamping, cost-effectiveness, production resources, levels of quality.

**Борисевич Владимир Карпович** – д-р техн. наук, директор международного института новых технологий и материалов, профессор кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: lmint\_khai@rambler.ru.

**Голованов Виталий Николаевич** – старший преподаватель кафедры менеджмента Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: lmint\_khai@rambler.ru.

**Третьяк Владимир Васильевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail:lmint\_khai@rambler.ru.

**Невешкин Юрий Александрович** – аспирант Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail:lmint\_khai@rambler.ru.