



Научный журнал
Орловского государственного
технического университета

Выходит четыре раза в год

№ 4-4/272(550)

2008

ИЗВЕСТИЯ ОрелГТУ

Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии

Редакционный совет:

Голенков В.А., *председатель*
Радченко С.Ю., *зам. председателя*
Борзенков М.И.
Колчунов В.И.
Попова Л.В.
Степанов Ю.С.

Главный редактор серии:
Степанов Ю.С.

Заместители
главного редактора серии:

Гордон В.А.
Киричек А.В.
Константинов И.С.
Подмастерьев К.В.

Редколлегия:

Бабичев А.П.
Вдовин С.И.
Дмитриев А.М.
Емельянов С.Г.
Еременко В.Г.
Зубарев Ю.М.
Зубчанинов В.Г.
Иванов Б.Р.
Иванников А.Д.
Колесников К.С.
Коридорф С.Ф.
Коськин А.В.
Малинин В.Г.
Осадчий В.Я.
Панин В.Е.
Поляков А.А.
Распопов В.Я.
Смоленцев В.П.
Сотников В.В.

Ответственный за выпуск:
Морозова А.В.

Адрес редколлегии серии:
302020, г. Орел, Наугорское шоссе,
29
(4862) 43-48-90, 40-96-14
www.ostu.ru
E-mail: nmu@ostu.ru

Зарег. в Министерстве РФ
по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовой информации.
Свидетельство: ПИ № 77-15496 от
20 мая 2003 года

Подписной индекс 29504
по объединенному каталогу «Пресса
России»

© ОрелГТУ, 2008

Содержание

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ УПРОЧНЯЮЩЕЙ И ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	3
<i>Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Биндас Л.И., Тарасов Д.Е. Методы определения динамических характеристик генератора импульсов для статико-импульсной обработки</i>	4
<i>Перова А.В., Смоленцев В.П. Механизм нанесения покрытий на алюминиевые сплавы электроэрозионным методом</i>	8
<i>Киричек А.В., Селеменев М.Ф., Селеменев К.Ф., Мальцев А.Ю. Совершенствование технологии ротационной вытяжки изготовления корпуса масляного фильтра эпиламированием</i>	13
<i>Хромов В.Н., Зайцев С.А. Свойства газонапыленных покрытий укрепленных лап культиваторов</i>	16
<i>Киричек А.В., Селеменев М.Ф., Селеменев К.Ф., Звягина Е.А. Повышение эффективности механической обработки эпиламированием инструмента</i>	19
ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	25
<i>Болдырев А.И. Обеспечение точности внутренних поверхностей электрохимикомеханической обработкой</i>	26
<i>Катунин А. В. Уменьшение вибраций при прерывистом точении</i>	31
<i>Корячкин В.П., Гончаровский Д.А. Реологические свойства начинки «Шоколадная» с экструзивным кукурузным крахмалом</i>	36
<i>Печагин А.П., Смоленцев В.П., Питолин В.М. Разработка технологического процесса магнито-импульсной стабилизации размеров корпусных деталей</i>	39
<i>Родичева М.В., Абрамов А.В., Чеканова Е.А., Гнеушева Е.М. Проектирование специальной влагозащитной одежды для работников автосервиса</i>	48
<i>Хромов В. Н., Корнев В. Н., Барабаш В. В. Прочность сцепления газопламенных покрытий при напылении порошковыми материалами водородно-кислородным пламенем</i>	52
<i>Киричек А.В., Ядров М.А. Аналитическое определение профиля инструмента для накатывания на скрепляющихся осях</i>	59
<i>Сторублев М.Л., Ивахненко А.Г. Управление качеством процесса нанесения гальванических покрытий</i>	62
ТЕХНОЛОГИИ ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА	67
<i>Морозова А.В., Котова И.Ю. Экспертно-аналитическое моделирование социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов технического профиля по фактору уровня сформированности англоязычных коммуникаций</i>	68
<i>Болдырева А.А. Особенности перевода специальной терминологии оригинальных авиационно-технических текстов</i>	78
<i>Морозова А.В. Общая структура комплексной квалиметрической модели социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов технического профиля</i>	80
<i>Сотников Ю.К., Ноздрачева Т.А. Практикоориентированная интегративная подготовка специалистов в области автоматизации технологических процессов и производств как фактор повышения их конкурентоспособности на региональном рынке труда</i>	87

Contents

**TECHNOLOGIES, EQUIPMENT AND INSTRUMENT OF THE
 STRENGTHENING AND FINISHING PROCESSING, TECHNOLOGICAL
 PROVIDING OF THE OPERATION PROPERTIES
 OF THE MACHINES' DETAILS**

	3
<i>Kirichek A.V., Solovjev D.L., Bindas L.I., Tarasov D.E. Methods of definition of dynamic characteristics of the generator of pulses for static-pulse processing</i>	4
<i>Perova A.V., Smolentsev V.P. The mechanism of obtaining of coatings on aluminium alloys the electroerosive method</i>	8
<i>Kirichek A.V., Selemenev M.F., Selemenev K.F., Malcev A.Yu. Perfection of technology of the rotational extract of manufacturing of the case of oil filter by epilamiring</i>	13
<i>Chromov V.N., Zaytzev S.A. Property of gas sprayed at flame coatings of hardened cultivator slice shares</i>	16
<i>Kirichek A.V., Selemenev M.F., Selemenev K.F., Zvyagina E.A. Increase of efficiency of machining by epilamiring of the tool</i>	19

TECHNOLOGIES AND MODELLING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

	25
<i>Boldyrev A. Accuracy assurance of inside surfaces by means of electrical chemical mechanical treatment</i>	26
<i>Katunin A.V. Decreasing of the vibrations by intermittent turning</i>	31
<i>Koryachkin V.P., Goncharovskiy D.A. Rheological properties of stuffing "Shokoladnaya" with adds extruding maize starch</i>	36
<i>Pechagin A.P., Smolentsev V.P., Pitolin V.M. Development of Technological Process for Magnetic-Impulse Stabilization of Body Part Dimensions</i>	39
<i>Rodicheva M.V., Abramov A.V., Chekanova E.A., Gneusheva E.M. Designing of special water-protective clothes for workers of car-care center</i>	48
<i>Chromov V. N., Korenev V. N., Barabash V. V. Durability of coupling of flame coatings at spraying powder materials a hydrogen-oxygen flame</i>	52
<i>Kirichek A.V., Yadrov M.A. Analytical definition of a structure of the tool for tearing on crossed axes</i>	59
<i>Storablev M.L., Ivakhnenko A.G. The quality management of the deposit galvanic coating process</i>	62

**TECHNOLOGIES OF THE PROFILE PREPARATION OF THE SPECIALISTS
 FOR THE MACHINE BUILDING COMPLEX**

	67
<i>Morozova A., Kotova I. Experts-analytical modeling of social-professional competitiveness of experts of the technical structure under the factor of level of property of English-speaking communications</i>	68
<i>Boldyreva A.A. Features of translation of special terminology original aerochemical texts</i>	78
<i>Morozova A. General structure of complex qualimetry model of social-professional competitiveness of experts of the technical structure</i>	80
<i>Sotnikov J.K., Nozdracheva T.A. Practice-orientational integrational preparation of experts in the field of automation of technological processes and manufactures as the factor of increase of their competitiveness on a regional labour market</i>	87

Editorial council:

Golenkov V.A., president
Radchenko S.Y., vice-president
Borzenkov M.I.
Kolchunov V.I.
Popova L.V.
Stepanov Y.S.

Editor-in-chief

Stepanov Y.S.

Editor-in-chief Assistants:

Gordon V.A.
Kirichek A.V.
Konstantinov I.S.
Podmasteryev K.V.

Editorial Committee

Babichev A.P.
Vdovin S.I.
Dmitriev A.M.
Emelyanov S.G.
Eremenko V.T.
Zubarev Y.M.
Subchaninov V.G.
Ivanov B.R.
Ivannikov A.D.
Kolesnikov K.S.
Korndorf S.F.
Koskin A.V.
Malinin V.G.
Osadchy V.Ya.
Panin V.E.
Polyakov A.A.
Raspopov V.Ya.
Smolenzev V.P.
Sotnikov V.V.

Responsible for edition:

Morozova A.

Address

302020 Orel,
 Naugorskoye Chaussee, 29
 (4862) 43-48-90, 40-96-14
 www.ostu.ru
 E-mail: nmu@ostu.ru

Journal is registered in State Committee of Russian Federation on printing. The certificate of registration ПИ № 77-15496 from 20.05.03

Index on the catalogue of the «**Pressa Rossii**» 29504

**ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И
ИНСТРУМЕНТ УПРОЧНЯЮЩЕЙ И
ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

УДК 621.787.6

КИРИЧЕК А.В., СОЛОВЬЕВ Д.Л., БИНДАС Л.И., ТАРАСОВ Д.Е.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ

Представлено математическое описание движения бойка гидравлического генератора импульсов для статико-импульсной обработки. Полученные зависимости позволяют осуществлять расчет конструктивных и энергетических параметров генераторов импульсов любых типоразмеров при их проектировании, в том числе и с применением автоматизированных средств вычислений.

The mathematical description of the motion of the hydraulic pulser will be presented for static-impulse processing. The obtained dependencies allow to realize the calculation of constructive and energy parameters of pulser of any type of sizes under their designing, including with using the automatic facilities of the calculations.

Одним из направлений развития деформационного упрочнения деталей машин является создание способов, позволяющих получать упрочненный поверхностный слой с большой глубиной (до 5...8 мм и более).

Статико-импульсная обработка (СИО) – способ деформационного упрочнения управляемыми ударными импульсами с энергией, изменяющейся в широком диапазоне и достигающей 200...300 Дж. Управление формой ударных импульсов, осуществляющееся за счет варьирования геометрических параметров и акустических свойств ударной системы (боек-волновод), позволяет передавать наибольшее количество энергии ударов в нагружаемый материал. В результате может быть получена большая глубина упрочненного поверхностного слоя, высокая производительность процесса и значительно расширены возможности поверхностного пластического деформирования (ППД) [1].

Для осуществления СИО необходимо ударное устройство, которое при небольших габаритных размерах позволяло генерировать удары с большой энергией. Проведенный анализ показал, что для этого целесообразно применять гидроударные устройства. Сложности в изготовлении таких устройств компенсируются в 5-6 раз большим КПД, возможностью генерировать большую энергию ударов, плавностью регулирования частоты и энергии ударов, малыми габаритными размерами, позволяющими без особых сложностей монтировать их на металлообрабатывающих станках.

Существующие конструкции гидравлических ударных устройств для ППД мало подходят для процесса СИО. Поэтому должен быть создан тип принципиально новых гидравлических генераторов импульсов для деформационного упрочнения, при этом базовыми, могут послужить гидроударные устройства, применяемые в других отраслях промышленности (например, дорожно-строительной, горнодобывающей) [2].

Для реализации СИО разработана (патент № 2090342 РФ) конструкция генератора импульсов с ударной системой боек и волновод, которые размещены в корпусе устройства и имеют возможность осевого перемещения. На волноводе смонтирован деформирующий инструмент. В бойковой части корпуса находится взводящая (штоковая) и разгонная (поршневая) полости, которые сообщены посредством кранового распределителя, также размещенного в корпусе устройства, с напорной и сливной магистралями. Во взводящей полости существуют тормозные камеры, диаметральный размер которых несколько больше диаметра тормозной шейки бойка и предназначенные для компенсации ударов бойка о корпус при его ходе превышающем рабочий. Взводящая полость сообщена также с гидропневмоаккумулятором, позволяющим при взводе накапливать энергию, а при разгоне бойка придавать ему дополнительное ускорение.

В конструкции генератора импульсов впервые применен распределитель кранового типа, выполненный в виде неподвижной гильзы и вращающегося золотника, которые снабжены рядом напорных и сливных окон, смещенных друг относительно друга на 45° . Золотник распределителя жестко соединен с гидродвигателем смонтированным на корпусе генератора. Это позволяет осуществлять независимое регулирование частоты и энергии ударных импульсов. Энергия удара разработанной конструкции достигает 280 Дж, при частоте ударов 8...12 Гц, а максимальная частота ударов 40 Гц, при максимальной энергии ударов 180 Дж.

На практике часто необходимо использование подобных устройств но имеющих другую энергию и частоту ударов. Например, для получения упрочненного поверхностного слоя с глубиной 3...5 мм достаточно чтобы максимальная энергия ударов генератора импульсов была 60...70 Дж. Поэтому необходимо иметь возможность для проектирования таких конструкций генераторов импульсов с любыми типоразмерами и характеристиками.

Основными характеристиками генератора импульсов являются энергия и частота ударов. Они зависят от размеров бойка и скорости его перемещения. Боек в таких генераторах импульсов является еще и поршнем, движением которого управляет рабочая жидкость. Поэтому при проектировании новой конструкции генератора импульсов, основой расчета является определение характеристик движения бойка при разгоне и взводе. Такие характеристики являются математической моделью устанавливающей взаимосвязь между геометрическими параметрами бойковой части генератора импульсов, включающей боек и гильзу, внутри которой он совершает поступательные движения, геометрическими параметрами распределителя, обеспечивающего распределение потоков рабочей жидкости для разгона и взвода бойка, энергетическими параметрами рабочей жидкости (давлением и расходом) и координатой перемещения бойка по времени. Построение модели осуществляется на основании закона Ньютона, уравнения неразрывности потока (постоянства расхода) и уравнения Бернулли для вязкой жидкости.

Такая модель была разработана для гидравлического генератора импульсов, используемого при СИО [1].

Уравнение движения бойка при разгоне было приведено к виду

$$\frac{d^2 x_6}{dt^2} = -B_1(t) \left(\frac{dx_6}{dt} \right)^2 + B_2(t) \frac{dx_6}{dt} + B_3(t), \quad (1)$$

при взводе

$$\frac{d^2 x_6}{dt^2} = -A_1(t) \left(\frac{dx_6}{dt} \right)^2 + A_2(t) \frac{dx_6}{dt} - A_3, \quad (2)$$

где x_6 – координата перемещения бойка, мм; t – координата времени, с; $B_1(t)$, $B_2(t)$, $B_3(t)$ и $A_1(t)$, $A_2(t)$, $A_3(t)$ – соответственно коэффициенты разгона и взвода бойка, учитывающие геометрические параметры бойковой части и распределителя генератора импульсов, давление и расход рабочей жидкости, физические характеристики рабочей жидкости, характеристики гидропневмоаккумулятора (если конструкция подразумевает его использование).

Для решения полученных дифференциальных уравнений требуется привлечение сложного математического аппарата, что затрудняет их применение на практике. Наиболее простым решением таких уравнений является решение с помощью степенных рядов.

В результате перемещение бойка при разгоне может быть описано уравнением

$$x_6 = \frac{1}{2} B_3(t) t^2 + \frac{1}{6} B_2(t) B_3(t) t^3 - \frac{1}{24} B_3(t) (-B_2(t)^2 + 2B_3(t) B_1(t)) t^4 + \left(-\frac{1}{15} B_1(t) B_3(t)^2 B_2(t) + \frac{1}{120} B_2(t)^3 B_3(t) \right) t^5 + \quad (3)$$

$$+ \left(-\frac{11}{360} B_1(t) B_3(t)^2 B_2(t)^2 + \frac{1}{720} B_2(t)^4 B_3(t) + \frac{1}{45} B_3(t)^3 B_1(t)^2 \right) t^6,$$

перемещение бойка при взводе

$$x_6 = -\frac{1}{2} A_3(t) t^2 - \frac{1}{6} A_2(t) A_3(t) t^3 + \left(-\frac{1}{24} A_2(t)^2 A_3(t) - \frac{1}{12} A_1(t) A_3(t)^2 \right) t^4 +$$

$$+ \left(-\frac{1}{15} A_1(t) A_3(t)^2 A_2(t) - \frac{1}{120} A_2(t)^3 A_3(t) \right) t^5 +$$

$$+ \left(-\frac{11}{360} A_1(t) A_3(t)^2 A_2(t)^2 - \frac{1}{720} A_2(t)^4 A_3(t) - \frac{1}{45} A_3(t)^3 A_1(t)^2 \right) t^6. \quad (4)$$

Расчеты по уравнениям показали, что значимость слагаемых со степенью t^7 и выше не превышает 0,1 %.

Для определения скорости разгона бойка решение было найдено в виде

$$v(t) = \frac{1}{2B_1(t)} B_2(t) + \tanh \left[\frac{1}{2} t \sqrt{4B_3(t)B_1(t) + B_2(t)^2} + \right.$$

$$+ \ln \left[\frac{1}{2} \frac{\sqrt{-2B_3(t)B_1(t)} \left(-2B_3(t)B_1(t) + \sqrt{4B_3(t)B_1(t) + B_2(t)^2} B_2(t) - B_2(t) \right)}{B_3(t)B_1(t)} \right] \left. \right] \times$$

$$\times \sqrt{4B_3(t)B_1(t) + B_2(t)^2}. \quad (5)$$

Проведен сравнительный анализ дифференциальных уравнений и соответствующих им решений (рис. 1) и (рис. 2).

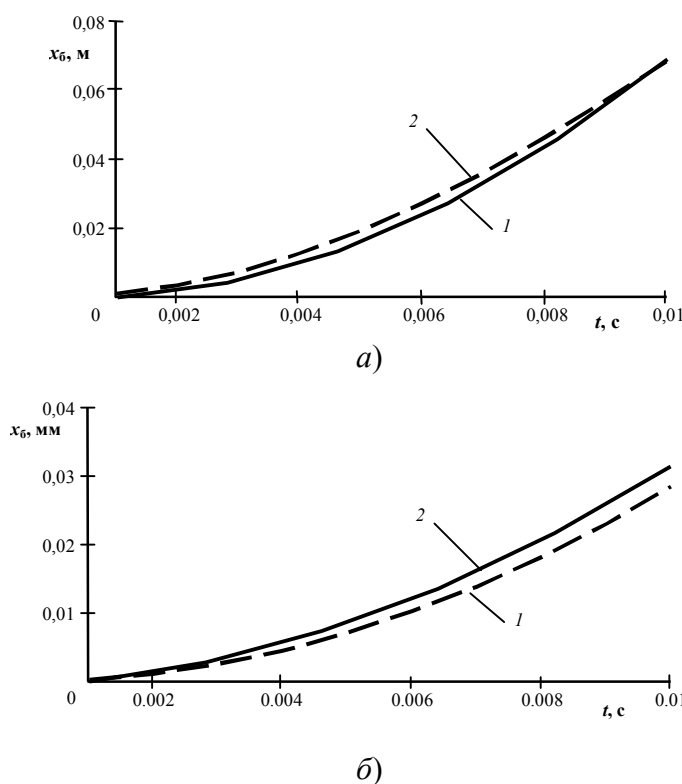


Рисунок 1 - Зависимость перемещения бойка по времени для расчета генератора импульсов с максимальной энергией ударов 100 Дж, частотой ударов до 28 Гц, при потребляемом давлении и расходе рабочей жидкости соответственно не менее 16 МПа и 14 л/мин:
а – перемещение бойка при разгоне, б – перемещение бойка при взводе (1 – расчет по дифференциальному уравнению, 2 – расчет по полиному)

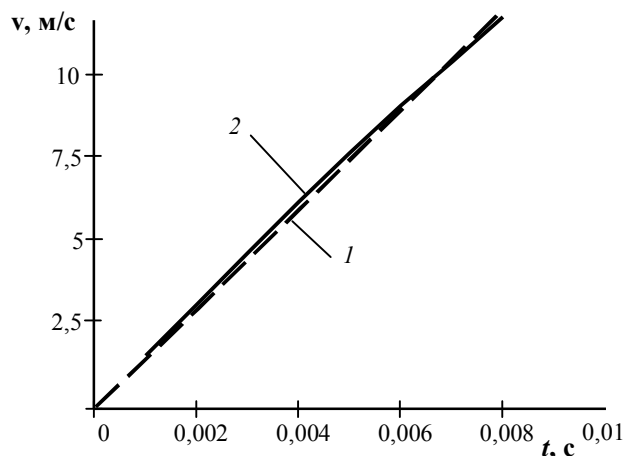


Рисунок 2 - Зависимость скорости движения бойка по времени при разгоне для расчета генератора импульсов с максимальной энергией ударов 100 Дж, частотой ударов до 28 Гц, при потребляемом давлении и расходе рабочей жидкости соответственно не менее 16 МПа и 14 л/мин: (1 – расчет по дифференциальному уравнению (1), 2 – расчет по ф. (5))

В результате анализа полученных уравнений было установлено, что они могут быть использованы на практике, в частности при создании автоматизированных пакетов программ для проектирования конструкций генераторов импульсов с новыми характеристиками: максимальной энергией ударов от 10 до 360 Дж, частотой ударов от 4 до 40 Гц, при требуемом давлении рабочей жидкости от 6 до 16 МПа и расходе от 5 до 40 л/мин. При этом расхождение между значениями, рассчитанными по дифференциальным уравнениям (1), (2) и по уравнениям (3), (4), (5), не превышает 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Лазуткин А.Г. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием. Библиотека технолога. М.: Машиностроение, 2004. 288 с.
2. Ушаков Л.С., Котылев Ю.Е., Кравченко В.А. Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000. 416 с.

Исследования выполнены при поддержке гранта МД-2698.2007.8

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Андрей Викторович Киричек

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
директор Технологического института ОрелГТУ
тел./ fax (4862)555524, E-mail: avk@ostu.ru

Дмитрий Львович Соловьев

Муромский институт Владимирского государственного университета
Доктор технических наук, профессор кафедры «Станки и инструмент»
тел.(49234)32022, fax (49234)22885, E-mail: murstin@yandex.ru

Леонид Иосифович Биндас

Муромский институт Владимирского государственного университета
Инженер кафедры «Станки и инструмент»
тел.(49234)32022, fax (49234)22885, E-mail: murstin@yandex.ru

Дмитрий Евгеньевич Тарасов

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Аспирант кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел./ fax (4862)555524, E-mail: ti@ostu.ru

УДК 261.9.047

А.В. ПЕРОВА, В.П. СМОЛЕНЦЕВ

МЕХАНИЗМ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫМ МЕТОДОМ

Представлена модель электроэрозионного нанесения покрытий на алюминиевые сплавы, которая учитывает влияние поверхностной оксидной пленки на протекание процесса. Предложен способ удаления оксидной пленки с поверхности алюминиевых сплавов с помощью плазменной струи.

The model of electroerosive obtaining of coatings on aluminium alloys which considers influence superficial oxide film on course of process is presented. The way of removal oxide film from a surface of aluminium alloys by means of a plasma jet is offered.

Современные конструкции средств технологического оснащения, используемые при электрохимической обработке, имеют большое количество деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов. Благодаря своим свойствам алюминий нашел широкое применение как конструкционный материал. От технического состояния деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов, во многом зависит надежность работы всей оснастки в целом.

В настоящее время известно достаточно большое количество технологий формирования покрытий, обладающих высокой коррозионной стойкостью, стойкостью при многократном нагреве и охлаждении, прекрасной адгезией, повышенной твердостью и другими ценными свойствами.

Однако применяемые в настоящее время технологические процессы нанесения защитных покрытий на таких деталях не всегда обеспечивают необходимое качество защиты и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к современному производству.

С целью повышения долговечности таких деталей мы использовали метод электроэрозионного нанесения покрытий. Эффект от электроэрозионного нанесения достигается за счет изменения физико-механических свойств поверхностного слоя. Кроме того, формируемое защитное покрытие, обладает хорошей связью с материалом основы.

Обобщено, модель процесса можно представить в следующем виде (рисунок 1) [1].

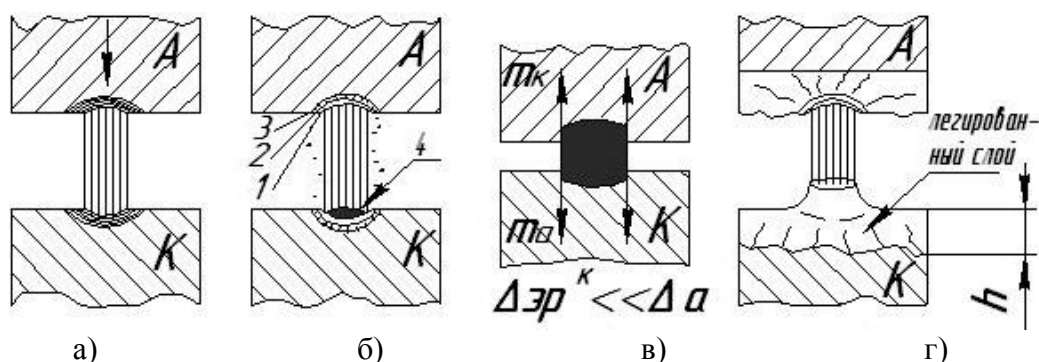


Рисунок 1 – Обобщенная модель процесса электроэрозионного нанесения покрытий

а) пробой межэлектродного промежутка;

б) образование эрозионных лунок на катоде и аноде: 1 – зона испарения, 2 – зона плавления, 3 – зона напряженного состояния, 4 – зона взаимной кристаллизации;

в) контакт электродов;

г) формирование легированного слоя на катоде

Однако модель нанесения металлических покрытий на алюминиевые сплавы электроэрозионным методом имеет некоторые особенности, связанные с физико-химическими свойствами этих материалов. Алюминиевые сплавы являются химически активными металлами, они имеют высокое сродство к кислороду и соединяются с ним даже при нормальной температуре, образуя плотную и прочную оксидную пленку Al_2O_3 , покрывающую всю поверхность. Пленка Al_2O_3 имеет высокую температуру плавления ($T_{пл} = 2050\text{ }^{\circ}C$), кипения ($T_{кип} = 3500\text{ }^{\circ}C$) и плотность, большую, чем у расплавленного алюминия ($\rho_{Al_2O_3} = 3,85\text{ г/см}^3$). В связи с тем, что наличие пленки Al_2O_3 на поверхности обрабатываемого металла неизбежно, физическая модель нанесения покрытия должна учитывать ее влияние на протекание процесса.

Схема, поясняющая явления, происходящие на поверхности металла при электроэрозионном нанесении покрытий, представлена на рисунке 2.

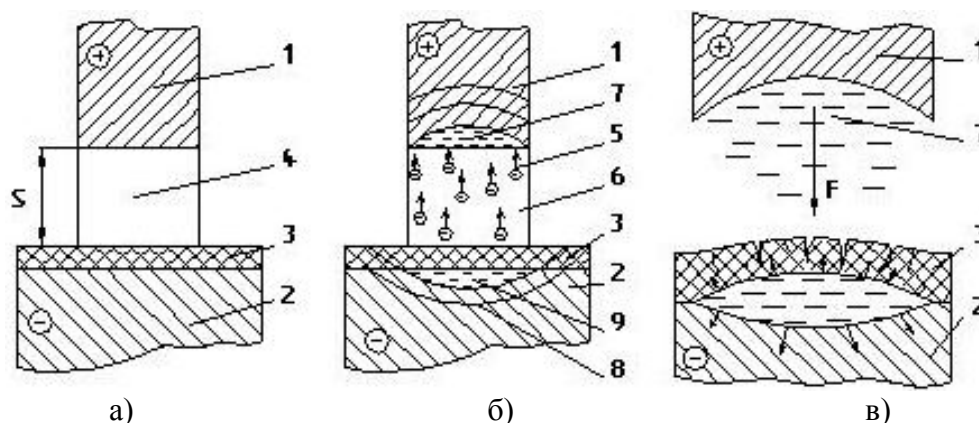


Рисунок 2 – Модель процесса электроэрозионного нанесения покрытий на алюминиевые сплавы

а) образование канала проводимости;

б) пробой межэлектродного промежутка;

в) выброс перегретого металла из лунки на аноде и начальная стадия разрушения оксидной пленки;

где 1 – анод – инструмент, 2 – катод – заготовка, 3 – оксидная пленка Al_2O_3 , 4 – канал проводимости, 5 – поток электронов, 6 – плазменный канал разряда, 7 – зона расплавленного металла на аноде, 8 – изотермы на катоде, 9 – расплавленный металл на катоде, s – межэлектродный зазор, F – импульс силы

На первом этапе происходит зарядка конденсаторов генератора импульсов (на рисунке не показано).

На втором этапе по мере увеличения напряженности электрического поля между электродами (анодом 1 – инструментом и катодом 2 – заготовкой), пространство в зазоре S ионизируется и образуется канал проводимости 4 (рисунок 2, а).

В момент, когда напряженность электрического поля становится достаточной, между анодом 1 и катодом 2 через канал проводимости возникает искровой разряд, который оказывает на металл импульсное, тепловое и механическое воздействие (рисунок 2, б).

Поток электронов и поперечное магнитное поле, создающее высокое давление в плазменном канале разряда, приводят к локальному разогреву анода 1 с образованием зоны расплавленного металла 7.

Время разряда составляет несколько микросекунд, но плотность энергии здесь может достигать сотен тысяч килокалорий на квадратный миллиметр. Поэтому металл в зоне 7 быстро перегревается до $(3,5-4,5)10^3\text{ К}$ и образуется плазма (то есть неустойчивое состояние энергии).

При этом между электродами происходит обмен тепловой энергией, и поверхность заготовки интенсивно нагревается, изотермы 8 смещаются в сторону нагрева вплоть до получения на катоде жидкого металла 9.

Однако, вследствие наличия на поверхности катода, тугоплавкой пленки 3 - Al_2O_3 , плавление основного металла происходит под слоем оксида, который еще долгое время, оставаясь неразрушенным, препятствует образованию общей микрованны, в которой происходит взаимная кристаллизация металла катода и анода.

На третьем этапе (рисунок 2, в), в результате сфокусированного удара электронов о поверхность анода и передачи энергии поверхностным слоям, система броском освобождает накопленную энергию, происходит взрыв, сопровождаемый выбросом из лунки плазмы 7, которая имеет внутреннее давление до 1,7 МПа. Под действием этого давления возникает импульс силы F , который с большим ускорением направляет перегретый металл 7 из лунки на инструменте 1 к заготовке 2. При этом ее увеличившаяся поверхность постоянно находится в соприкосновении с окружающей газовой атмосферой, в результате чего химический состав летящих к катоду частиц существенно отличается от исходного состояния анода, что может привести к ухудшению свойств формируемого покрытия.

Одновременно на катоде (рисунок 2, в), под действием различных факторов и силовых нагрузок, возникающих, в том числе и при механическом контакте электродов, происходит частичное разрушение хрупкой пленки оксида алюминия.

На четвертом этапе (рисунок 3) электроэрозионного нанесения покрытий на алюминиевые сплавы происходит соприкосновение капли жидкого металла анода 11 с поверхностью заготовки 2 и формирование покрытия с предельной толщиной h . Разрушенный оксид в этот момент может погружаться в расплавленный металл и образовывать неметаллические включения 10, которые существенно ухудшают наиболее ценные свойства покрытия: коррозионную стойкость и электропроводность. При этом снижаются некоторые механические свойства, ухудшается адгезия, могут образовываться поры и пустоты. Включение элементов разрушенного оксида в состав формируемого покрытия может оказаться основной причиной ограничения толщины покрытия, т.к. способствуют накоплению внутренних напряжений, в том числе за счет образования новых фаз с различными коэффициентами термического расширения.

На этом этапе происходит интенсивный теплообмен между каплей, окружающей средой и заготовкой 2 (показано стрелками на рисунке 3), в результате которого тепло от капли 11 в начале ее остывания переходит в заготовку не только в районе капли, но и в соседние участки [2]. Такой нагрев, также как и высокая напряженность электрического поля, влияет на эмиссию электронов с поверхности катода.

Кроме того, на этом этапе может наблюдаться сильное разрушение поверхностного слоя образца. Предположительно, причина такого поведения алюминиевого сплава при протекании процесса электроэрозионного нанесения покрытий заключается в интенсивном нагреве металла катода. Нагретый металл под слоем оксида плавится, вскипает, и под действием сил расширения под давлением выбрасывается из лунки. При этом фиксируется отрицательный привес катода. Наличие оксидной пленки на поверхности алюминиевых сплавов не только оказывает отрицательное влияние на формирование качественного металлического покрытия, но и может послужить причиной разрушения поверхности заготовки при электроэрозионном нанесении, в связи с чем, одной из наиболее важных и трудных задач, которую приходится решать при разработке способа нанесения покрытий на алюминиевые сплавы, является очистка металла от пленки Al_2O_3 .

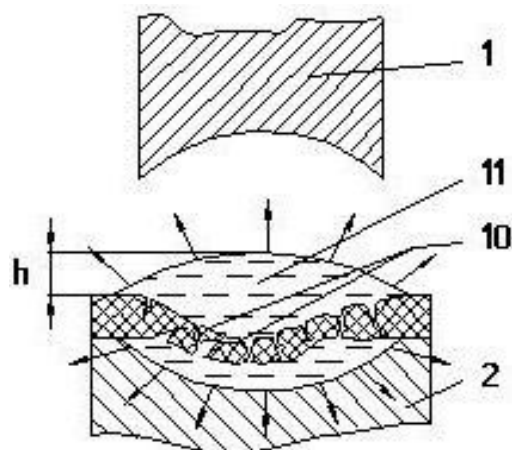


Рисунок 3 – Формирование электроэрозионного покрытия на заготовке

1 – анод – инструмент, 2 – катод – заготовка; 10 – неметаллические включения; 11 – капля жидкого металла анода; h – толщина покрытия

Известен способ нанесения чугунных покрытий на чугунную основу [3], где удаление окисной пленки с поверхности нанесенного покрытия осуществляют с помощью плазменной струи. При этом покрытие и поверхностные зоны детали нагреваются под действием плазменной дуги.

Способ осуществляется следующим образом (рисунок 4).

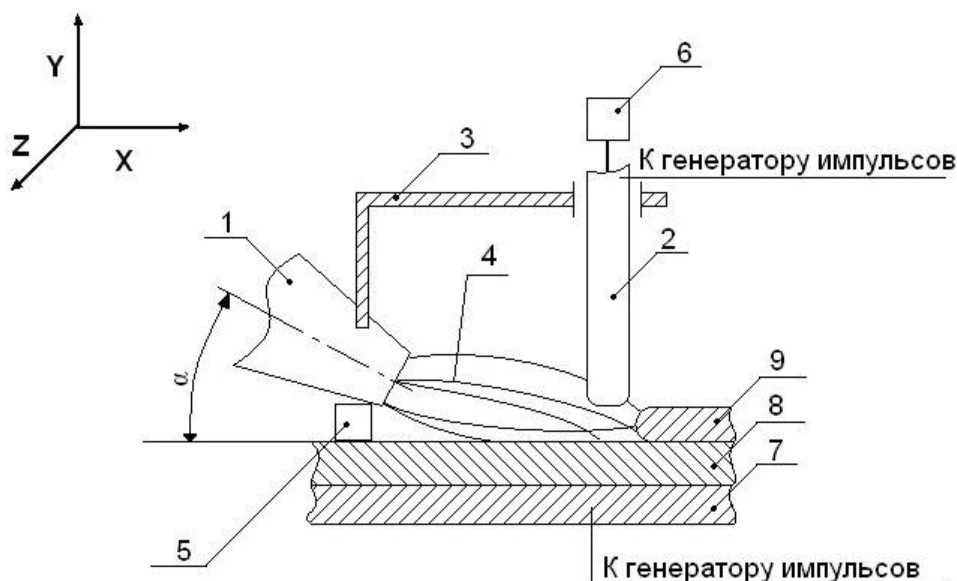


Рисунок 4 – Схема устройства для нанесения покрытий на металлические детали

1 – плазматрон; 2 – электрод; 3 – связь; 4 – плазменная струя, подаваемая плазменной горелкой установленной под углом к наносимому слою; 5 – датчик; 6 – регулятор поворота; 7 – заготовка; 8 – первый слой покрытия; 9 – последующий слой

На поверхность заготовки 7 чугунным электродом 2 наносят первый слой 8. Последующий слой 9 наносят чугунным электродом 2 после удаления плазменной струей 4, действующей вдоль наносимого покрытия, с поверхности первого слоя 8 окисной пленки. Для сохранения качества и адгезионных свойств покрытия 9 плазматрон 1 устанавливают с

помощью связи 3 относительно электрода 2 и слоя 8 под углом α [4], так чтобы при его работе зона наибольшего нагрева струей 4 места нанесения покрытия 9 приходилась на конец электрода 2. При работе импульсного генератора перемещают: плазматрон 1, электрод 2 со связью вдоль первого слоя 8, с измерением угла α датчиком 5. За счет измерения угла между осью электрода 2 и заготовкой 7 регулятором 6 поддерживают межэлектродный зазор и постоянный нагрев, что обеспечивает удаление окисной поверхностной пленки из зоны нанесения на первый слой 8 последующего слоя 9 нужной толщины.

Мы считаем, что описанный выше способ [3] можно применить и для удаления оксидной пленки с поверхности алюминиевых сплавов, при этом плазматрон 1 следует расположить под таким углом α относительно поверхности заготовки, при котором будет происходить интенсивное плавление и удаление поверхностной оксидной пленки без разрушения основного металла.

Таким образом, предлагаемый способ удаления оксидной пленки с помощью плазменной струи может позволить сформировать на поверхности алюминиевого сплава качественное металлическое покрытие большой толщины, обеспечивающее высокие защитные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перова, А.В. Формирование покрытий на алюминиевых сплавах методом электроэрозионного легирования / А.В. Перова, В.П. Смоленцев, А.С. Грибанов // Авиакосмические технологии «АКТ – 2008»: Труды IX Всерос. науч.-техн. конф. и школы молодых ученых, аспирантов и студентов, Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – С.48-53.
2. Фатыхова, Г.М. Тепловые преобразования на границе металл-покрытие / Г.М. Фатыхова, Г.П. Смоленцев, М.А. Уваров // Совершенствование производства поршневых двигателей для малой авиации: Тр.отрасл. науч.-техн. конф., М.: Машиностроение, 2008. – С.55-59.
3. Патент 2318637, РФ, Способ электроэрозионного восстановления чугуновых деталей / Авт. Смоленцев В.П., Кириллов О.Н., Дульцев С.В., Щипанов М.В. // Бюл. Изобрет. 2008, №7.
4. Артамонов, Б.А. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов / Под ред. В.П.Смоленцева. В 2т., т.2. М.: Высшая школа, 1983. – 208с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна Валерьевна Перова

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж
Аспирантка кафедры «Технология машиностроения»
тел. моб. 89507517028
e-mail: anna_p@mail.ru

Владислав Павлович Смоленцев

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж
Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения»
тел. сл. 348408, 348145, дом. 464049, моб. 89036559970
e-mail: smol@comch.ru

УДК 621.9

А.В. КИРИЧЕК, М.Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, К.Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, А.Ю. МАЛЬЦЕВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РОТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА МАСЛЯНОГО ФИЛЬТРА ЭПИЛАМИРОВАНИЕМ

Рассмотрен научный подход к процессам ротационной вытяжки для получения устойчивости процесса, с получением заданных параметров и требуемого качества деталей, путем применения нанопокровтий.

*The scientific approach to processes of a rotational extract for reception process foundations-
chivosti, with reception of the set parametres and demanded quality of details, by application nano coverings
is considered.*

Существенное расширение производства иномарок в России, намеченное на ближайшие годы, заставляет задуматься о главном – где брать комплектующие и компоненты для будущих машин? В прошлом веке все узлы и агрегаты рождались непосредственно на автозаводе, сегодня подавляющее большинство концернов заказывают детали для будущих машин сторонним компаниям.

Необходимость в качественных комплектующих в условиях жесткой конкуренции с зарубежными компаниями дает повод к разработке инновационных, альтернативных технологических процессов при снижении себестоимости продукции.

Одной из важнейших деталей в автомобиле является масляный фильтр. Масляный фильтр не имеет второстепенных деталей. Здесь важна каждая мелочь. Видимая часть масляного фильтра – его корпус. Он должен быть легким, прочным и коррозионностойким. Высокая прочность корпуса и его соединения с двигателем защищают корпус от разрушения даже при повышении давления в масляной системе и механических воздействиях.

Наиболее выгодно для изготовления корпуса использование ротационной вытяжки на вытяжных станках. Это объясняется применением новых схем деформирования, более глубоким изучением основ механики процессов формообразования оболочек, приложением локализованной нагрузки, разработкой новых видов прогрессивного оснащения, созданием высокопроизводительных давяльных станков, в том числе с программным управлением. Главное же достоинство такого изготовления детали – это быстрая переналадка станков на выпуск продукции разных габаритов. А растущая потребность в производстве корпусов, наряду с предъявляемыми к ним высокими требованиями по точности геометрической формы, диаметральным размерам, толщине стенки, качеству поверхности и механическим свойствам, связанными с обеспечением надёжности эксплуатации деталей в условиях агрессивной среды, высоких температур и давлений, определяет необходимость совершенствования метода их изготовления.

Однако, рекомендуемые режимы обработки и параметры инструмента при ротационной вытяжке имеют довольно широкий диапазон, поэтому устойчивость процесса получения заданных размеров и требуемое качество детали не могут быть в полной мере обеспечены методом проб при подборе режимов обработки и геометрических параметров инструмента.

Поскольку, одной из важнейших задач предприятия является минимизация затрат на производство снижение себестоимости продукции, то в машиностроении, где интенсивно используется промышленное оборудование, одним из факторов, ограничивающих долговечность и надежность работы инструмента, ТО, машин и механизмов, является износ

контактирующих поверхностей режущих и формообразующих поверхностей, что в значительной степени сказывается на ресурсе их работы.

Одним из возможных перспективных вариантов является нанесение на рабочую поверхность инструмента фторсодержащих поверхностно-активных веществ – эпиламов.

Важнейшим преимуществом эпиламирования является то, что оно не меняет структуру обрабатываемой твердой поверхности, а лишь улучшает ее, придавая поверхности антифрикционные, антиадгезионные, антикоррозионные, защитные (в том числе от механических воздействий) и другие полезные свойства. Практически неизменными остаются и геометрические размеры обрабатываемых деталей - толщина защитного слоя составляет примерно 40-80А. Эпиламы образуют с металлическими поверхностями единое химическое целое (за счет образования хемосорбционных и химических связей), сдерживая основной удар на поверхности. Эпилирующие составы обладают качествами микрораспределения, создавая ровную поверхность, что позволяет значительно снизить коэффициент трения.

Кроме того, слой эпилама надежно удерживает смазочные среды (смазочные материалы, СОЖ) за счет создания пограничного слоя поверхностно-активных веществ, уменьшающего поверхностную энергию твердого тела; улучшаются антифрикционные и противозадирные свойства, снижается коэффициент трения, как за счет низкой поверхностной энергии, так и за счет удержания смазочной среды в зоне трения. Тонкопленочное покрытие при работе с маслами препятствует растеканию масла из зоны трения, а при его отсутствии уменьшает силы молекулярного взаимодействия между материалами контактирующих поверхностей, снижает коэффициент трения, что изменяет характер износа в зоне контакта. Тонкопленочное покрытие защищает поверхность металла от проникновения газов и воды, предохраняет от коррозии и водородного износа.

Эпилам представляет собой раствор фторсодержащих поверхностно-активных веществ в смеси Хладона-113 и изопропилового спирта. Наносится слой эпилама на предварительно обезжиренную поверхность, согласно "локальным" технологическим процессам методом "холодного" или "горячего" эпиламирования. Для метода ротационной вытяжки наиболее целесообразно применять эпилирующий состав марки 6СФК-180-05.

Применение эпиламов в машиностроении, изучение свойств обрабатываемых изделий и их эксплуатационных характеристик, с целью оптимизации технологического процесса эпиламирования - основная задача специалистов, которая позволяет предприятиям и окружающей среде получать не только положительные экономические, но и экологические результаты.

Применение эпиламов позволит:

По техническим показателям:

- увеличить стойкость инструмента;
- уменьшить сухое трение;
- снизить вибрацию, шум.

По экономическим показателям:

- снизить расход электроэнергии;
- снизить расход смазочных материалов;
- снизить расходы на содержание и ремонт оборудования;
- высвободить производственные площади;
- повысить конкурентоспособность продукции отечественных производителей (в т.ч. переключение спроса потребителей из товара иностранных производителей на отечественные аналоги);
- высвободить численность работающих, что в конечном итоге позволит получить дополнительную прибыль от высвобождающихся финансовых средств, которые могут быть использованы на развитие производства

При исследованиях действия эпиламов также отмечено, что их эффективность напрямую зависит от соблюдения требований по подготовке поверхностей для нанесения композиций и их фиксации - наличие следов органических соединений и влаги на поверхности перед нанесением растворов увеличивает время формирования покрытия, приводит к его несплошности, способствует загрязнению эпиламирующего состава.

Выводы:

- Наибольший экономический эффект от применения ротационной вытяжки может быть получен только при комплексном решении технологических вопросов.
- Применение эпилама не требует дополнительных затрат на изменение исходных материалов и технологии их получения.
- Внедрение технологического процесса эпиламирования при обработке инструмента, технологической оснастки позволяет получить не только экономический, но и экологический эффект - предприятия сокращают количество приобретаемых материалов, а также прочих средств, используемых для защиты изделий от коррозии и износа, а значит, и снижают затраты по ликвидации отходов.

Тенденции развития промышленности в мире показывают, что увеличение ресурса металлических и материалосодержащих изделий позволяет получить экономико-экологические эффекты, что значительно снижает производственные затраты, т.к. предприятия получают экономию не только от сокращения количества приобретаемых материалов, но и существенно снижают затраты по их ликвидации (металлолом, вывоз, утилизация).

ЛИТЕРАТУРА

1. Могильный Н. И. Ротационная вытяжка оболочковых деталей на станках. – М.: Машиностроение.; 1983 – 192с.
2. Шнейдер Ю. Г. Холодная бесштамповая обработка металлов давлением. – Л. Машиностроение, 1967. – 348с.
3. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. И доп.-Л.: «Машиностроение», 1979 – 520 с.
4. Потеха В.Л., Напрев И.С. и др. Эпиламирование режущего инструмента. Электрическая и тепловая тяга, 1990. №10. С. 31.
5. Табаков В.П., Николаев Ю.Н., Журавский С.А. Повышение работоспособности инструмента из быстрорежущей стали. Физикохимия процесса резания металлов, Межвузовский сб. Чебоксары, ЧТУ, 1986. С. 51 - 55.
6. Гулянский Л.Г. Применение эпиламирования для повышения износостойкости изделий. Трение и износ, 1992. Том 13. №4. С. 695 - 701.
7. Гарбар И.И., Кисель А.С., Рябинин Н.А., Сапгир Е.В. Природа и механизмы действия эпиламов при трении. 1. Влияние эпиламирования на структуру и поверхностную энергию металла. Трение и износ, 1990. Том 11. №5. С. 792-800.
8. Потеха В.Л., Рогачев А.В., Напреев И.С. Теоретико – экспериментальная оценка оптимальных условий эксплуатации эпиламированных трибосапряжений машин. Трение и износ, 1996. Том 17. №6. С. 764 - 768
9. Напрев И.С. Управление трибологическими характеристиками подшипниковых узлов методом эпиламирования. Автореферат диссертации канд.техн. наук, 01.02.1999.
10. Харченко М.И. Повышение послеремонтного ресурса деталей автомобильных двигателей (на примере ЗМЗ - 53) эпиламированием и ФАБО эпиламированием. Дис.кан. техн. наук: 05.02.03, М., 2002, С 180.
11. Полянский Ю.В., Табаков В.П. Тамирова А.П. Технологические методы повышения износостойкости режущего инструмента и деталей машин. Учебное пособие. Ульяновск УЛГУ, 1999. С. 69.
12. Киричек А.В., Звягина Е.А. Повышение периода стойкости быстрорежущего осевого инструмента эпиламированием // «Трибология - машиностроению»: сборник докл. научн. - практ. конф. с участ. иностр. спец. Москва: ИМАШ РАН, 2006, электр. вид.
13. Михаэль Дурст, Гуннар-Марсель Кляйн, Николаус Мозер. Фильтрация в автомобилях. (Filtration in Fahrzeugen). Himmer, Augsburg, 2005 - 95с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей Викторович Киричек

Орловский государственный технический университет г. Орел
Доктор технических наук, профессор, директор Технологического института ОрелГТУ
тел(4862)555524, E-mail avk@ostu.ru

Михаил Федорович Селеменев

Орловский государственный технический университет г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел(4862)541503, E-mail Selemeney2007@yandex.ru

Константин Федорович Селеменев

Орловский государственный технический университет г. Орел
Аспирант кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел(4862)541503 Selkostik@yandex.ru

Анатолий Юрьевич Мальцев

Орловский государственный технический университет г. Орел
Аспирант кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел(4862)541503

УДК 629.114.401

В.Н. ХРОМОВ, С.А. ЗАЙЦЕВ

СВОЙСТВА ГАЗОНАПЫЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ УКРЕПЛЕННЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ

Определена зависимость микротвердости покрытия при газопламенном напылении лоп культиватора КППШ-6, изготовленных из стали 65Г, в зависимости от способа напыления.

The dependence of the coating microhardness at flame spraying of cultivator slice shares (row-crop cultivator of wide grip КППШ-6) made of steel 65 Г depending on the spraying method is defined in the article.

Микротвердость восстановленной поверхности измеряли металлографическим методом на микротвердомере ПМТ-3 с помощью окуляромикрометра АК9-2 при увеличении 1×500 .

Из лапы вырезали небольшой сегмент, для удобства последующего использования на микрометре закрепленный после обработки в строгий зажим (рис. 1).

Шлифы последовательно обрабатывали на шлифовальных бумагах путем перехода от грубых к тонким. При переходе от одного номера шлифовальной бумаги к другому шлиф тщательно освобождали от шлифовальной пыли. Направление движения меняли при переходе от одной стадии к другой. Полировку производили на алмазной пасте АСМ 3/2НОМ.

Для получения отчетливой границы между покрытием и основным металлом после полирования проводили травление шлифа в 0,5% растворе фтористоводородной кислоты (плотность $0,98 \text{ г/см}^3$).



Рисунок 1 – Общий вид шлифа

Перед травлением, а также после него, шлифы промывали водой и высушивали спиртом и фильтровальной бумагой. Время травления подбирали экспериментально. В качестве значения толщины пленки брали среднюю величину из 20 измерений после исключения аномальных значений в выборке. Изменение линейных размеров образцов контролировали рычажным микрометром МР-25 ГОСТ 4381-87. Точность измерения составляла 2 мкм.

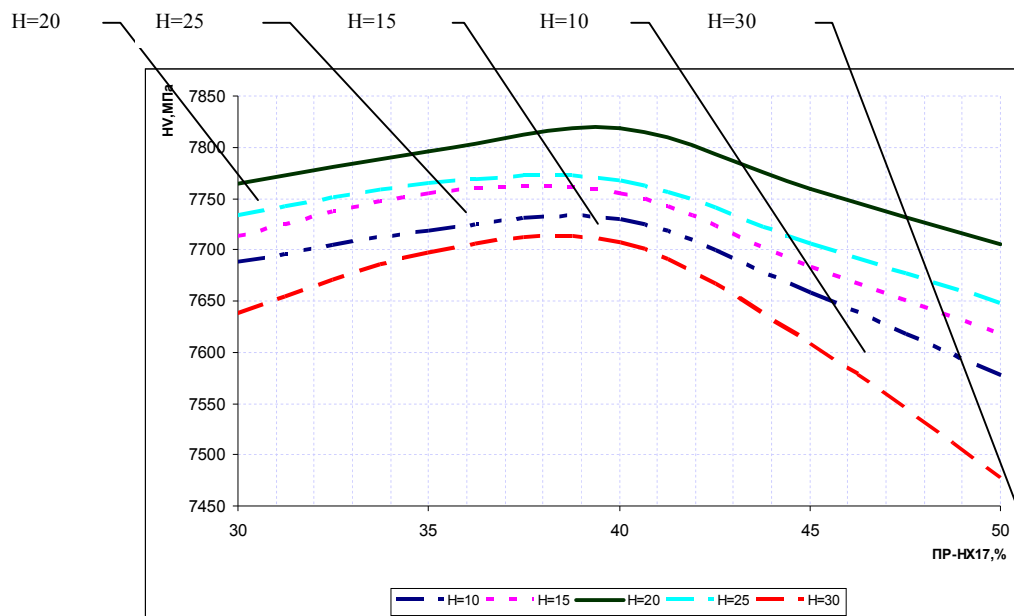


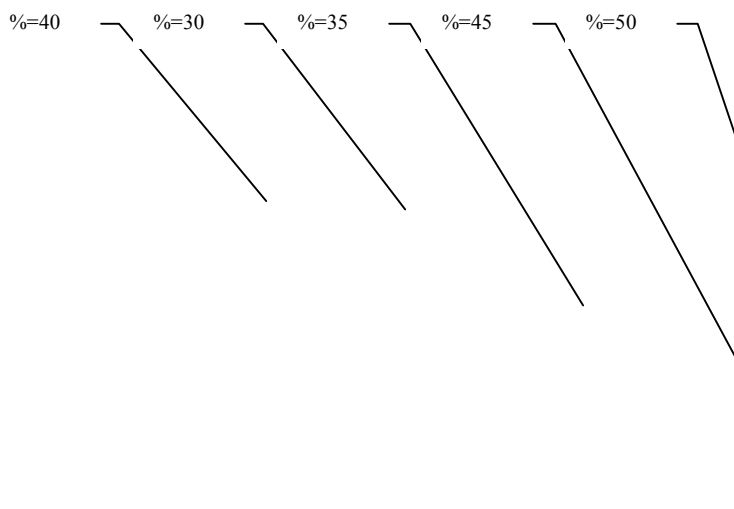
Рисунок 2 - Зависимость микротвердости покрытия ($D=40-60$ мкм, $t=1000^{\circ}C$) от процентного содержания в механической смеси двух порошков, порошка ПР-НХ17 (%), ПР-НХ17), при разной дистанции напыления (H , см)

Металлографические исследования микроструктуры основы и покрытия с фотографированием проводили на микроскопах МИМ-7, ММР-2 и инвертированном микроскопе МЕТАМ ЛВ при увеличении 1×500 .

Результаты исследований показывают, что при выборе режимов нанесения газопламенных покрытий целесообразно использовать процентное содержание в механической смеси двух порошков, порошка ПР-НХ17 равного 40% и дистанции напыления равную 20 см (рис. 2,3). Указанные режимы позволят получить слой покрытия заданной толщины.

ВЫВОД

Экспериментально определено повышение микротвердости газопламенно укрепленных предложенным порошкообразным материалом, покрытий в сравнении с серийными лапами, изготовленными из стали 65г, при параметрах напыления: процентное содержание в механической смеси двух порошков, порошка ПР-НХ17 равного 40%, фракции порошка (D) равную 40-60 мкм, температуры оплавления (t) равной $1000^{\circ}C$, дистанции напыления (H) равную 20см. Установлено, что на изменение микротвердости доминирующее влияние оказывает процентное содержание в механической смеси двух порошков, порошка ПР-НХ17 и дистанция напыления равная 20 см.



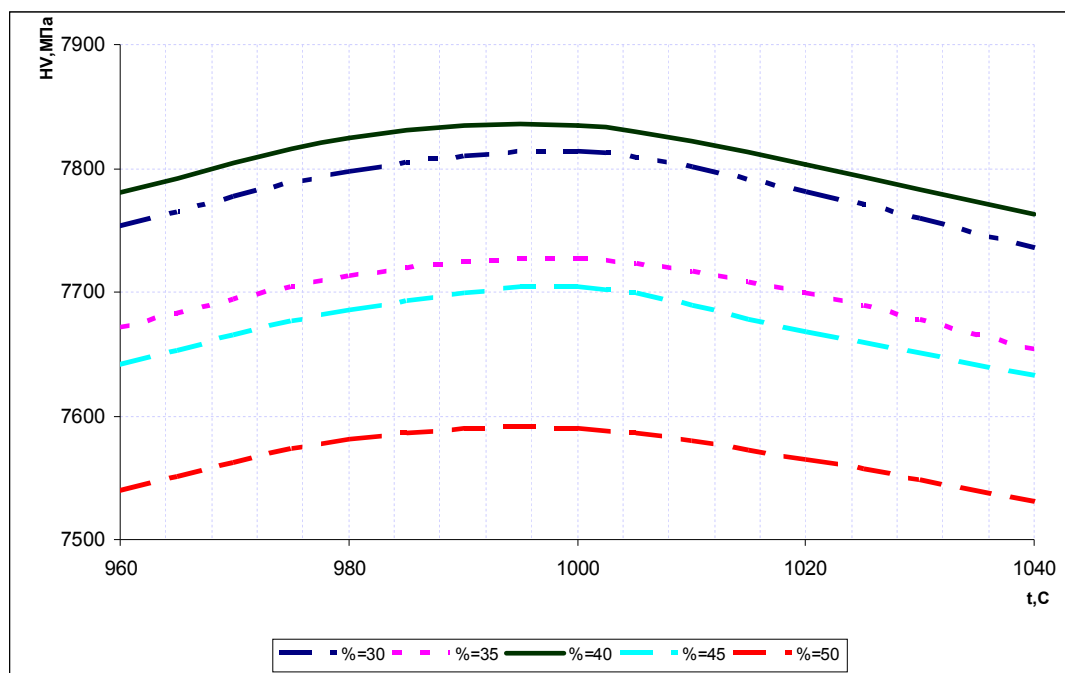


Рисунок 3 - Зависимость микротвердости покрытия ($D=40-60$ мкм, $H=20$ см) от температуры оплавления ($t^{\circ}C$), при разном содержании в механической смеси двух порошков, порошка ПР-НХ17 (% ПР-НХ17).

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев С.А., Поляков П.А. Газопламенное упрочнение и восстановление лап культиватора. // Надежность и ремонт машин: Сборник материалов 2-ой Международной научно-технической конференции. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2005. – 446с., ил., с.158-163.
2. Мурзаев В.П. Восстановление деталей газопламенным напылением и наплавкой порошковых материалов. Проспект ВНИО «Ремдеталь». – М.: ЦНИИТЭИ Гособропрома СССР. 1986 – 12 с.
3. Веденянин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных. - М.: Колос, 1973. - 199 с.
4. Зайцев С.А. Упрочнение и восстановление лап культиваторов газопламенной наплавкой. // Ресурсосбережение-XXI век: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2005. – 416 с., ил., с.48-53.
5. Хромов В.Н., Зайцев С.А., Храпоничев Д.Н., Коняев К.А. Физико-механические свойства газонапыленных покрытий укрепленных лап культиваторов. Известия ОрелГТУ. Серия Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. -№2/266 (532). 2007.-138 с.; 45-49 с.

Василий Николаевич Хромов

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Доктор технических наук, зав. кафедрой «Надежность и ремонт машин», профессор
Тел.: (4862) 431979; факс: (4862) 454079;
E-mail: chrom@orel.ru

Сергей Александрович Зайцев

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Ст. преподаватель кафедры «Надежность и ремонт машин»
Тел.: (4862) 544528;
E-mail: serjttf@mail.ru

УДК 621.9

А.В. КИРИЧЕК, М.Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, К.Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, Е.А. ЗВЯГИНА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭПИЛАМИРОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТА

Рассмотрен научный подход к перспективному направлению по повышению стойкости инструмента с применением наукоемких нанотехнологических покрытий инструмента фторсодержащими поверхностно-активными веществами (ФТОР-ПАВ) из растворов эпиламов (тонкопленочных покрытий).

The scientific approach to a perspective direction on increase of firmness of the tool with application high technology tool coverings surface-active substances (FLUORINE-PEAHENS) from solutions epila (thin-film coverings) is considered.

подавляющее большинство деталей приборов и машин получают окончательную форму и размеры в результате механической обработки. Важная роль в этом принадлежит инструменту, особенно в случаях, когда требуется получить детали с высокой точностью размеров и малой высотой микронеровностей обработанных поверхностей.

В большой степени эффективность процесса обработки зависит от интенсивности износа инструмента, поэтому весьма важным является повышение его стойкости и технологическое обеспечение рационального использования.

Инструменты должны иметь высокие режущие свойства и обеспечивать заданную точность и качество обработанных деталей. Длительность сохранения режущих свойств инструментов зависит от инструментального материала, качества поверхностей режущей части, схемы резания, геометрии инструмента, состава и способов подвода СОТС, удержание СОТС в зоне резания. Точность и качество изготовления деталей зависят от точности и качества самого инструмента, параметров его установки, режимов резания и конструктивных особенностей.

При обработке инструментами общего назначения следует уделять особое внимание не только конструктивным и технологическим особенностям инструмента, но и условиям контакта режущего лезвия и обрабатываемого материала.

Новым перспективным направлением развития машиностроения по повышению стойкости инструмента является применение наукоемких нанотехнологических покрытий инструмента фторсодержащими поверхностно-активными веществами (ФТОР-ПАВ) из растворов эпиламов (тонкопленочных покрытий) - эпиламирование, не имеющих аналогов в мировой практике.

Современные эпиламы представляют собой многокомпонентные системы, включающие фторорганические поверхностно – активные вещества, регулирующие добавки в различных растворителях.

Основным компонентом композиций являются полиэфиры карбоновых кислот, которые относятся к высокомолекулярным соединениям, содержащим до 10000 моноостатков в цепи и молекулярной массой около 2200, имеющие коричневый цвет, не растворимы в воде, температура плавления составляет 34,7 – 35°C, температура - кипения 47,7°C. По химическому строению полиэфиры представляют собой фторуглеродный радикал R_f с присоединенными к нему концевыми группами. ФТОР-ПАВ, наносимые из растворителя, образуют тонкие нанопленки (3...50 нм), создающие на поверхности твердого тела строго ориентированную структуру, существенно снижающую поверхностную энергию твердого тела.

В качестве растворителей используют фторуглеродородный, фторхлоруглеродородный растворитель или их смеси с этиловым, метиловым и др. спиртами, ацетон. Свойства растворителя оказывают влияние на структуру осажденного слоя

молекул ПАВ, скорость протекания адсорбции, а также взаимодействие композиции с материалом подложки.

При создании новых марок эпиламов ФТОР-ПАВ и растворитель выбирают таким образом, чтобы в процессе адсорбции молекул ПАВ обеспечивалась структура: полярная часть молекулы адсорбируется твердым телом, а гидрофобная часть направлена во вне. Расположение полярной части молекулы ПАВ должно быть гомеотропным, т.е. перпендикулярным к поверхности твердой фазы. При формировании слоя молекул ФТОР-ПАВ наблюдается его анизотропия, т.е. баланс между полярной группой (-ОН, -СООН, -NHNCH₂ и др.) и неполярным углеводородным радикалом (R_f COOH, R_f - R_f, R_fR'_fXQ и др.) С увеличением несимметричности полярных и неполярных групп в крупных молекулах поверхностная активность повышается. Анизотропия по мере удаления от твердой подложки возрастает. Длина углеводородного радикала выбирается исходя из назначения эпилама: она должна быть достаточно большой, т.к. низкие гомологии обычно коррозионно агрессивны, однако при длинных молекулах падает растворимость ФТОР-ПАВ.

Несмотря на то, что растворитель играет роль носителя ПАВ, его влияние на формирование пленки столь же велико, как и действие основного компонента – ФТОР-ПАВ. Предполагается, что растворитель, в присутствии которого происходит адсорбция полярной молекулы ФТОР-ПАВ, сам образует квазикристаллическую решетку у поверхности твердого тела. В силу того, что длина молекулы растворителя много меньше, чем у ФТОР-ПАВ, эта решетка образуется быстрее, чем адсорбция полярных молекул, что является инициацией более организованной ориентации последних. После испарения растворителя, на поверхности твердого тела остается слой молекул с более жесткой структурой, причем на неполярном растворителе (изооктан) адсорбция происходит легче, чем на полярном, что сказывается на значении поверхностной энергии, при этом влияние материала нивелируется.

Концентрация ФТОР-ПАВ должна лежать в пределах от 18 до 28 * 10⁻⁵ моль/л.

Первый отечественный эпилам ЭН-3 был разработан в НИИЧасПроме Г.И.Фуксом и Л.В. Тимофеевой.

В результате эпиламинирования молекулы технологического модифицирующего состава проникают в приграничный слой и образуют на его поверхности тончайшую мономолекулярную пленку толщиной 3 ... 50 нм, которая позволяет снизить коэффициент трения в 2-3 раза, а поверхностную энергию до 1000 раз. Это обеспечивает придание трущимся поверхностям антифрикционных и антиадгезионных свойств.

Сформированная барьерная пленка выдерживает температуру до 400 С, не разрушается при ударных нагрузках до 300 кг/мм, не растворяется ни в одном из применяемых углеводородных растворителей.

Эпилам является уникальным средством по повышению ресурса работы в 1,5-10 раз путем снижения износа трущихся поверхностей всех видов агрегатов и с успехом может применяться в различных областях техники:

- в машиностроении (металлорежущий, штамповый, мерительный инструмент, пресс-формы, направляющие, вращающиеся опоры, редукторы станков и т.д.)
- в компрессорах и насосах всех типов (цилиндропоршневая группа, подшипники, коленчатые валы, поршневые кольца и т.д.)
- в автомобильной и тракторной технике (двигатели, трансмиссия, гидросистемы, уплотнительные манжеты, подшипники и т.д.)
- в городском транспорте (ходовая часть троллейбусов, трамваев и т.д.)
- в железнодорожном транспорте (дизели локомотивов, опоры колесных пар, редукторы, компрессоры, гидросистемы, опоры электродвигателей, генераторов и т.д.)

Технология эпиламинирования из всех известных технологий нанесения износостойких покрытий и методов повышения стойкости инструмента наиболее универсальна, применима к инструменту любой формы из самых различных материалов и позволяет получить комплекс свойств поверхности не достижимый для других технологий. При этом

механические свойства инструмента (твердость, размеры и т.д.) после эпиламинирования не меняются.

Процесс эпиламинирования низкотемпературный, экологически безопасный, с малыми энергозатратами.

Широкое применение эпиламинированного инструмента сдерживается недостаточной изученностью механизма действия покрытий в процессе механической обработки, отсутствием рекомендаций по эксплуатации и обслуживанию инструмента с покрытием эпилама.

В настоящее время существуют тонкопленочные покрытия двух видов: многослойные с заданным градиентом механических и электрофизических свойств и однослойные многокомпонентные наноструктурные покрытия (рис. 1).

Поверхностные свойства многослойных покрытий (химический состав, физико-механические, теплофизические свойства) могут значительно отличаться от соответствующих свойств инструментального и обрабатываемого материала. В связи с этим многослойные покрытия рассматривают как «третью среду», которая способна оказывать влияние на пластическую деформацию, температуру в зоне резания, направленность тепловых потоков, термодинамическое напряженное состояние режущей части инструмента, силы резания.

Результаты некоторых экспериментальных исследований эффективности эпиламинирования различного режущего инструмента (резцы, сверла, метчики, концевые фрезы, ножовочные полотна и т.д.), изготовленного из быстрорежущих сталей P6M5, P6M5K5, M42 (Япония), оснащенного твердосплавными пластинами ТТ8К6, где метод применяется как самостоятельный процесс или является одним из элементов комбинированных процессов (твердые покрытия TiN, (Zr,Cr)N, (Ti, Zr, Mo)N, (TiAl)N, (TiCr)N, (TiAlCr)N и др. + эпилам; процесс намагничивания + эпиламинирование) часто противоречивы.

Экспериментальные исследования, проведенные в депо Ковель Львовской дороги и Гомель Белорусской подтвердили эффективность эпиламинирования режущего инструмента для сверлильных работ. Эпиламинирование сверл позволило повысить их стойкость более чем 8 раз.

Авторами впервые разработаны нанотехнологии эпиламинирования осевого режущего инструмента для повышения его стойкости и эффективности механической обработки. Были проведены совместные исследования Орловским государственным техническим университетом и НИИЧасПром ООО «Микромеханика» отработки технологий эпиламинирования осевого режущего инструмента различными составами нанопокрываний эпиламов.

В ходе выполненных авторами экспериментальных исследований по влиянию эпиламинирования на процесс резания, работоспособность режущего инструмента установлено, что эпиламинирование инструмента способствует снижению составляющих усилий резания, приводит к снижению температуры в зоне контакта, уменьшает интенсивность развития очагов износа как передней так и задней поверхностей инструмента, что в целом позволяет повысить стойкость инструмента в 2,5 и более раз в зависимости от правильного выбора технологических условий обработки.

Отсутствие четких рекомендаций по технологии нанесения нанопокрываний и их технологического использования привело к необходимости проведения исследований по установлению рационального использования осевого режущего инструмента с покрытием эпилама.

В результате исследований установлено:

1. выявлено влияние покрытий эпилама на состояние поверхностного слоя инструмента;
2. изучен механизм действия покрытия эпилама при механической обработке;

3. установлены факторы, оказывающие влияние на состояние покрытия при обработке;

4. даны рекомендации по эксплуатации эпиламированного режущего инструмента, установлены оптимальные режимы резания при работе инструментом с покрытием различных материалов,

5. исследовано влияние обработки эпиламированным инструментом на качество обработанных поверхностей;

6. даны рекомендации по эффективной технологии нанесения покрытия на рабочие поверхности инструмента.

Эффективность применения эпиламированного инструмента определяется технологическими условиями обработки – режимами резания, наличием и видом СОТС.

Наибольший эффект достигается за счет удержания наномолекулярным покрытием ФТОР-ПАВ масляных СОТС в зоне резания. При работе с рациональными технологическими режимами период стойкости осевого инструмента повышается в 2,5 и более раз по сравнению с неэпиламированным инструментом, работающим в аналогичных условиях. При работе без СОТС период стойкости эпиламированного инструмента выше стойкости инструмента без покрытия и соответствует периоду стойкости инструмента, работающего в присутствии масляных СОТС, следовательно, пленка эпилама выполняет функции граничной смазки.

Область применения нанопокровтий эпилама определяется особенностями и условиями механической обработки. Дальнейшие исследования направлены на определение оптимальных рациональных условий при различных методах механической обработки, эпиламированных составов, способов нанесения покрытий.

Научное значение предлагаемого подхода обусловлено тем, что он стимулирует развитие машиностроения на самом современном уровне, с широким привлечением отечественных нанотехнологий.

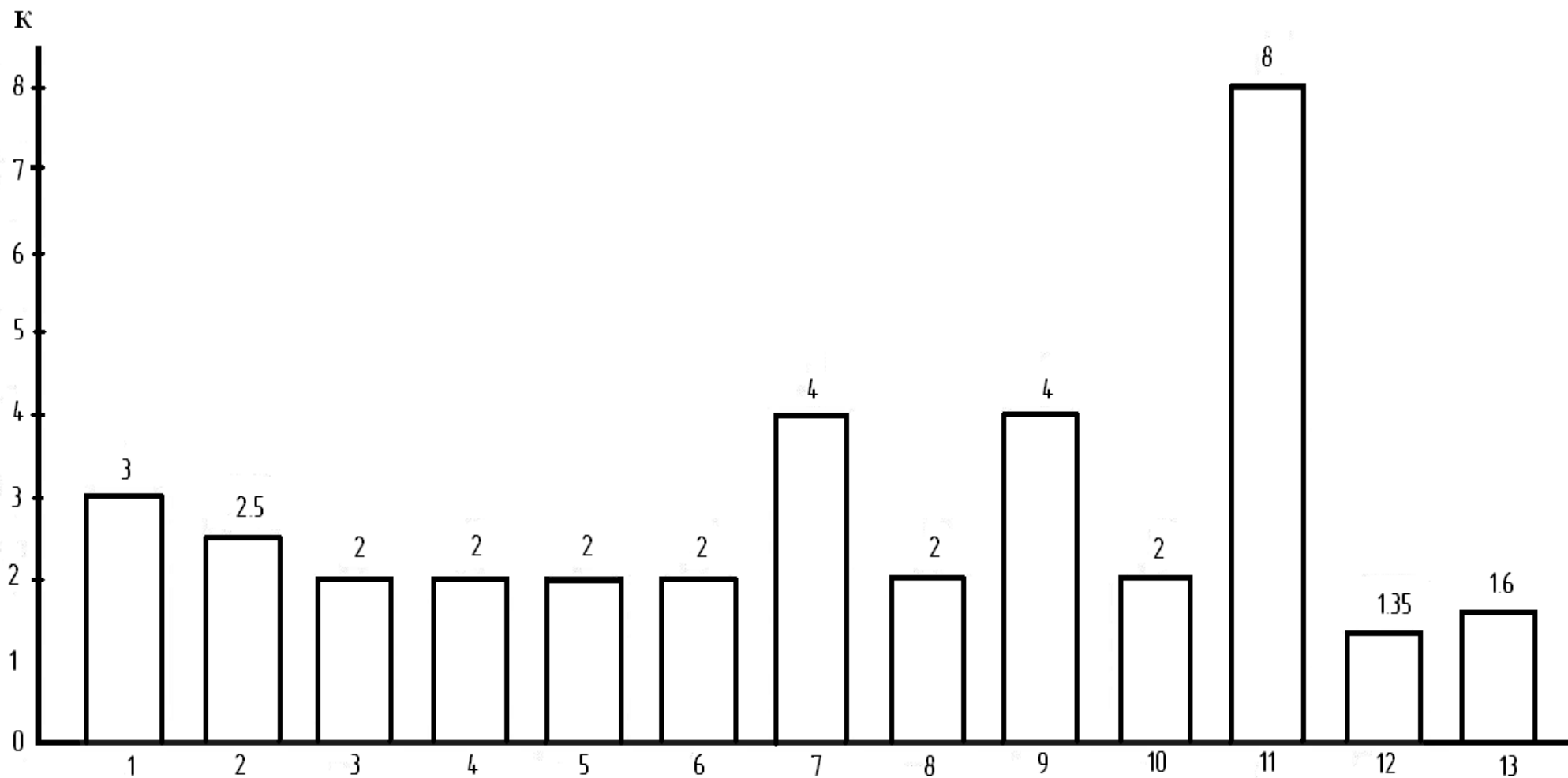


Рис. 1 - Влияние методов упрочнения на период стойкости инструмента из быстрорежущих сталей:

1 – лазерная обработка; 2 – индукционная магнито-импульсная обработка; 3 – низкотемпературное цианирование; 4 – азотирование; 5 – азотирование в смеси аммиака с продуктами его диссоциации; 6 – сульфацианирование; 7 – КИБ; 8 – КИПО; 9 – магнетронное распыление; 10 – электролитическое хромирование; 11 – эпиламирование; 12 – электролитическое полирование; 13 – нанесение твердых смазок

ЛИТЕРАТУРА

1. Киричек А.В., Звягина Е.А. Эпиламирование – нанотехнология для повышения эффективности механической обработки.//Справочник. Инженерный журнал. 2007. №2. С.15-18.
2. Киричек А.В., Звягина Е.А. Исследование влияния метода эпиламирования на повышение периода стойкости осевого инструмента.//Упрочняющие технологии и покрытия. 2007. №1. С.30-35.
3. Киричек А.В., Звягина Е.А. Условия рационального использования эпиламированных быстрорежущих сверл.//Трение и смазка в машинах и механизмах. 2007. №11. С.19-23.
4. Киричек А.В., Звягина Е.А. Условия рационального использования эпиламированного осевого инструмента. Сборник докладов научн. - практ. конф. с участ. иностр. спец. «Трибология – машиностроению» Москва: ИМАШ РАН. 2006. Электр. вид.
5. Киричек А.В., Звягина Е.А. Технологические возможности повышения периода стойкости осевого режущего инструмента эпиламированием.//Гидродинамической теории смазки-120 лет: Труды международного научного симпозиума. Том 2. С.229-232.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей Викторович Киричек

Орловский государственный технический университет г. Орел
Доктор технических наук, профессор, директор Технологического института ОрелГТУ
тел(4862)555524, E-mail avk@ostu.ru

Михаил Федорович Селеменев

Орловский государственный технический университет г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел(4862)541503, E-mail Selemeney2007@yandex.ru

Константин Федорович Селеменев

Орловский государственный технический университет г. Орел
Аспирант кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел(4862)541503 E- mail Selkostik@yandex.ru

Елена Александровна Звягина

Орловский государственный технический университет г. Орел (Ливенский филиал) г. Ливны
Старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»
тел(4862)541503

ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 621.9.047

А.И. БОЛДЫРЕВ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОХИМИКОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

В работе рассмотрено влияние первичных погрешностей на точность каналов при электрохимикомеханической обработке. Показано, что точность отверстия определяется величиной погрешности калибрования. Представлены результаты экспериментальных исследований комбинированной обработки. Приводятся рекомендации для обработки высокоточных внутренних поверхностей с погрешностью не выше 7 квалитета.

This work presents the study of the effect of primary error on the accuracy of apertures at electrical chemical mechanical treatment. It is shown that the accuracy of an aperture is determined by the value of the error of combining. The author presents the results of the experimental research of combining treatment. He gives advice for the treatment of high-accuracy inside surfaces with the error of not less than 7th quality class.

Одной из проблем, стоящих перед современной металлообработкой, является достижение требуемых эксплуатационных характеристик поверхностей при высокой точности их формообразования. Решение этой проблемы возможно путем управления возможностями традиционных методов обработки и созданием новых комбинированных способов.

Так для обработки внутренних поверхностей был предложен способ электрохимикомеханической обработки [1], по которому обработку ведут с использованием комбинированного электрода-инструмента, выполненного из изолированных один от другого инструмента для электрохимической обработки и инструмента для калибрующего протягивания. На рис. 1 представлена схема, реализующая способ.

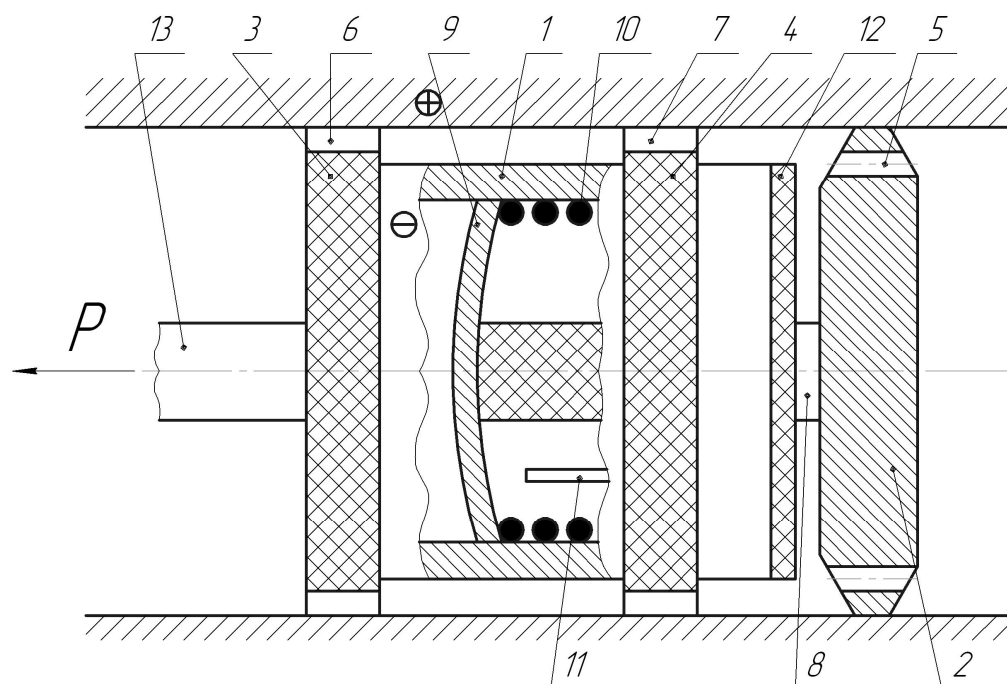


Рисунок 1 - Схема электрохимикомеханической обработки внутренних поверхностей: 1 – рабочая часть (электрод-инструмент); 2 – калибрующий элемент (дорн); 3, 4 – передний и задний направляющие элементы; 5 – отверстия для прохода электролита; 6, 7 – пазы для прохода электролита; 8 – тяга; 9 – диафрагма; 10 – упругий элемент; 11 – шток прерывателя тока механизма для протягивания; 12 – диэлектрическая прокладка; 13 – токоподвод

Комбинированный инструмент вводят в предварительно вскрытое отверстие с припуском большим того, который снимают при калибрующем протягивании. При подаче рабочего тока и электролита в зону обработки происходит анодное растворение обрабатываемой поверхности под рабочей частью до величины припуска, необходимого для протягивания. При дальнейшем движении комбинированного инструмента калибрующий элемент удаляет оставшийся припуск, обеспечивая требуемые качественные и точностные характеристики.

Комбинированная электрохимикомеханическая обработка может быть реализована в самых общих случаях. Если имеется местное увеличение диаметра отверстия заготовки, то способ позволяет ускоренно удалять повышенный припуск непосредственно перед калибрующим элементом за счет задания инструменту осциллирующего движения вдоль оси обработки.

Точность такого комбинированного способа обработки определяется величиной суммарной погрешности ее составляющих. Воздействие на обрабатываемую поверхность каждой из частей комбинированного электрода-инструмента разделено в пространстве и во времени. Поэтому можно считать, что конечная точность отверстия определяется величиной погрешности калибрования. При расчете этих погрешностей необходимо учитывать особенности, накладываемые предшествующей размерной электрохимической обработкой, выходные точностные характеристики [2,3] которой являются исходными для калибрующего протягивания.

В общем случае в поперечном сечении величину суммарной погрешности Δ_o с учетом характера распределения составляющих можно определить по зависимости:

$$\Delta_o = \sqrt{\delta_s^2 + \delta_{HB}^2 + \delta_Z^2 + \delta_{K\sigma}^2 + 3(\delta T)^2 + \delta_\phi^2} + \Delta_\phi,$$

где δ_s - поле рассеяния размеров отверстий после обработки;

δ_{HB} - поле рассеяния твердости обрабатываемого материала;

$\delta_{ZПП}$ - поле рассеяния натягов на калибрующем элементе;

$\delta_{K\sigma}$ - поле рассеяния размеров, вследствие изменения коэффициента осевых напряжений;

δT - погрешность, обусловленная изменением тепловых деформаций заготовки при колебании температуры нагрева;

δ_ϕ - предельные отклонения формы отверстия;

Δ_ϕ - отклонения от круглости отверстия.

Рассмотрим воздействие каждой из первичных погрешностей, входящих в зависимость, при сравнении методов калибрования дорнованием и электрохимикомеханической обработки.

К погрешностям размеров отверстий в поперечных сечениях заготовки относятся δ_s , δ_{HB} , δ_Z , $\delta_{K\sigma}$. Сравнение абсолютных значений этих погрешностей, показывает, что наибольшие значения отклонений размеров отверстий связаны с действием двух факторов – нестабильностью исходных свойств материала заготовки и непостоянством натягов дорнования δ_Z . Причем величина погрешности может достигать существенных значений, т.к. рассеяние твердости по данным [4], вследствие технологической наследственности может достигать 30 - 40 % от ее среднего значения, что требует при обработке высокоточных деталей введения дополнительных термических операций с целью выравнивания механических свойств заготовок.

Предшествующая электрохимическая размерная обработка по предлагаемому способу позволяет снизить величины этих погрешностей и повысить точность обработки в целом. Так, погрешность δ_{HB} , обусловленная неоднородностью механических свойств, может быть практически сведена к нулю при условии, что величина припуска, удаленного электрохимическим методом, больше глубины залегания остаточных напряжений.

Повышение исходной точности канала перед калиброванием приводит к прогрессивному улучшению точности обработанного отверстия, т.к. создаются предпосылки стабилизации натяга на калибрующем элементе и сужения поля рассеяния натягов δ_Z , определяемых полем допуска отверстия обработанного электрохимическим методом.

Дадим сравнительную количественную оценку составляющим суммарной погрешности Δ_o в поперечном сечении для образцов из труб, изготовленных из стали 45 методом проката. Расчетные значения случайных погрешностей представлены в таблице.

Поперечное сечение трубы, мм	Случайные погрешности			Квалитет
	δ_s	δ_{HB}	δ_Z	
48×8	$\frac{0,0018}{0,0016}$	$\frac{0,011}{0}$	$\frac{0,161}{0,021}$	$\frac{11}{7}$
	$\frac{0,0018}{0,0016}$		$\frac{0,233}{0,043}$	
89×8	$\frac{0,0018}{0,0016}$	$\frac{0,011}{0}$	$\frac{0,233}{0,043}$	$\frac{12}{7}$

Примечание: числитель – значения погрешностей для дорнования [5];
знаменатель - значения погрешностей для электрохимикомеханической обработки [1].

Случайная погрешность вида $\delta_{K\sigma}$ обусловлена колебаниями продольной силы обработки в рассматриваемом сечении, но поскольку по предлагаемому способу процесс осуществляется при стабильной силе, то можно считать, что $\delta_{K\sigma} = 0$.

Кроме того, предшествующая электрохимическая обработка позволяет снизить погрешности формы отверстия δ_ϕ и Δ_ϕ до 15 – 50 %, особенно на малых межэлектродных зазорах.

При взаимодействии заборного конуса калибрующего элемента с обрабатываемой поверхностью происходит нагрев зоны обработки до 373 – 573 К, что приводит к появлению тепловых деформаций и изменению физико-механических свойств материала заготовок. Изменение температуры вызывает увеличение поля суммарного рассеяния размеров отверстий. Предлагаемый процесс изменяет условия охлаждения (обильная подача жидкого электролита) и скорость выполнения процесса (при скорости калибрования до 0,01 – 0,012 м/с нагрев практически прекращается). При установившемся теплообмене поле рассеяния размеров отверстий обычно невелико и погрешностью δT можно пренебречь.

Анализ зависимости Δ_o применительно к условиям электрохимикомеханической обработки показывает, что создаются реальные предпосылки повышения точности отверстий за счет существенного снижения значений отдельных составляющих (рис. 2). Это обстоятельство позволяет обеспечивать заданную точность продольного канала. Расчет в этом случае ведут в следующей последовательности:

1. Из литературных источников выбирают первичные погрешности, характеризующие предлагаемый процесс;
2. Рассчитывают значения первичных погрешностей. Для этого могут быть использованы расчетные формулы, приведенные, например, в [5];

3. Определяют значение суммарной погрешности Δ_o ;

4. По справочным данным находят соответствующий квалитет точности и исследуют его на соответствие требованиям чертежа. Если полученная точность не ниже заданной, то предлагаемый способ комбинированной электрохимикомеханической обработки пригоден для использования в технологическом процессе. В том случае, когда суммарная погрешность превышает допустимое значение, то меняют технические условия заготовки или изменяют технологические режимы обработки, после чего повторно рассчитывают суммарную погрешность Δ_o и сравнивают ее с заданным значением.

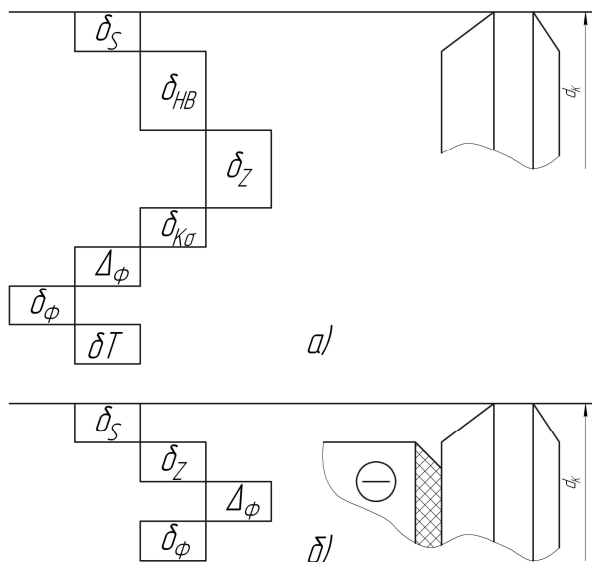


Рисунок 2 - Схема для определения суммарной погрешности обработки канала в поперечном сечении: а – при дорновании; б – при комбинированной обработке

Экспериментальная оценка предложенного способа обработки осуществлялась статистическим методом с построением кривых теоретического и фактического распределения размеров.

Исследовались исходные и конечные диаметральные размеры партии втулок, изготовленных из стали 45. Размер партии – 50 штук. На рис. 3 и рис. 4 показаны кривые распределения диаметров внутренней поверхности втулок до и после комбинированной обработки, осуществляемой на следующих технологических режимах: $U = 12$ В, $P = 8,45$ кН, $z = 0,075$ мм. Из сравнения графиков видно, что поле рассеяния размеров после обработки уменьшилось в 10 раз и укладывается в поле допуска 7 квалитета точности.

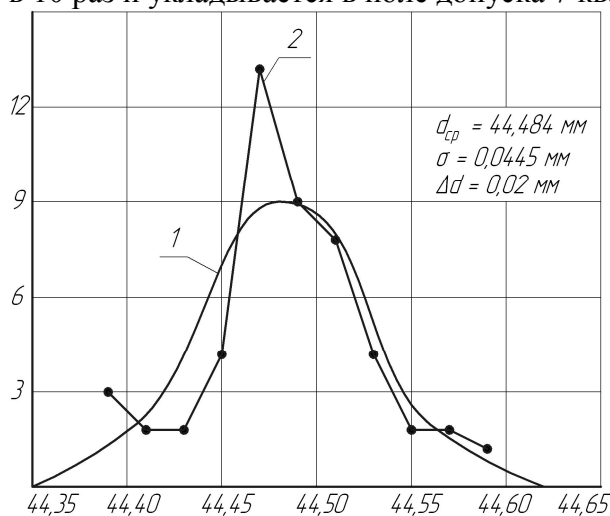


Рисунок 3 - Кривые распределения исходных размеров партии втулок до комбинированной обработки: 1 - теоретическая кривая; 2 – фактическая кривая

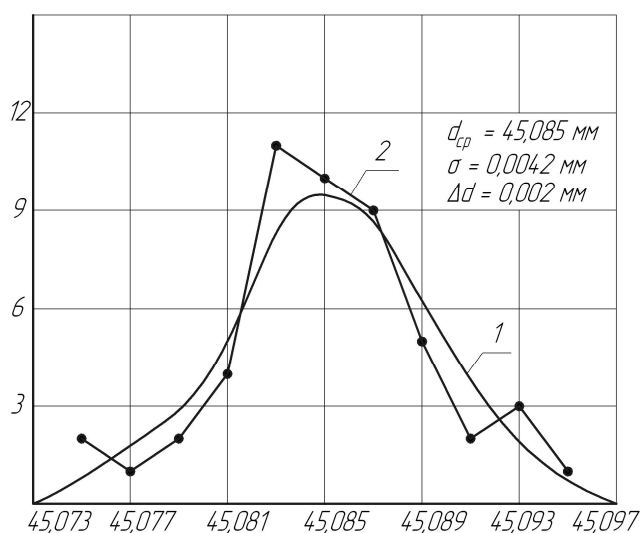


Рисунок 4 - Кривые распределения исходных размеров партии втулок после комбинированной обработки:
1 - теоретическая кривая; 2 – фактическая кривая

Характер изменения диаметральных размеров после обработки комбинированным электродом-инструментом с рабочей частью длиной 40 мм исследовался на алюминиевых втулках с внутренним диаметром 37 мм. Замер диаметра осуществлялся в каждом сечении трехкратно через 120° . На рис. 5 приведен график изменения диаметров по базовой длине (100 мм) канала. Видно, что на участке входа (до 40 мм) комбинированного инструмента в обрабатываемое отверстие погрешность обработки не превышала $\pm 0,02$ мм, что соответствовала точности электрохимической обработки. Последующая обработка канала калибрующим элементом позволяет снизить погрешность до 0,01 мм

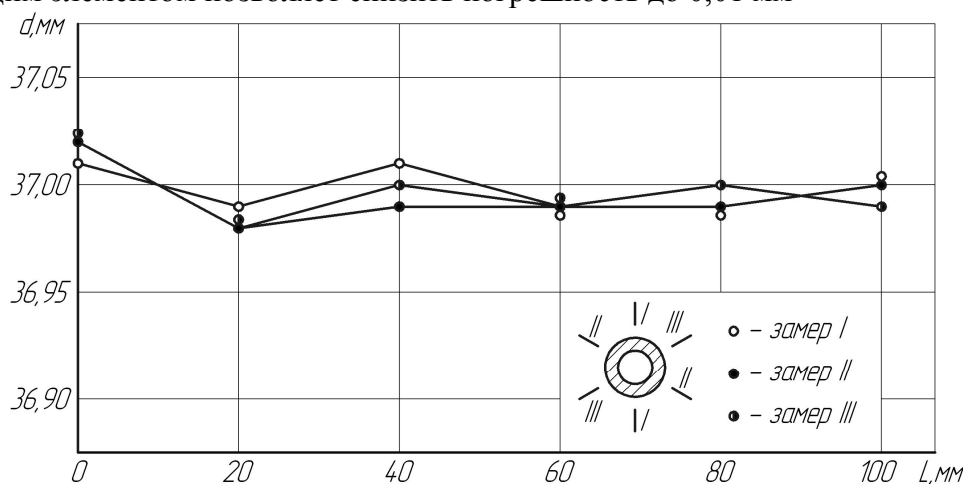


Рисунок 5 - График изменения диаметров по длине канала

Заключение

Проведенный анализ первичных погрешностей, возникающих в процессе обработки внутренних поверхностей, показал, что при электрохимикомеханической обработке создаются реальные условия повышения точности за счет существенного снижения значений отдельных составляющих. Экспериментальные исследования подтвердили возможность

повышения точности обработки. Это обстоятельство позволяют рекомендовать процесс для обработки высокоточных внутренних поверхностей с погрешностью не выше 7 квалитета.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1085734 СССР, МКИ³ В 23 Р 1/04. Способ электрохимикомеханической обработки / А.И.Болдырев, В.П.Смоленцев. - № 3460386; Заявлено 29.06.82; Оpubл. 15.04.84; // Открытия. Изобретения. - 1984. - № 14.
2. Каримов А.Х. Анализ факторов, влияющих на действительную точность размерной электрохимической обработки деталей // Прогрессивные методы обработки деталей летательных аппаратов и двигателей. - Казань: КАИ, 1978. - С. 59 - 69.
3. Каримов А.Х. О влиянии изменения параметров процесса на точность электрохимического формообразования // Технология производства и прочность летательных аппаратов и двигателей. - Казань: КАИ, 1980. - С. 41 - 45.
4. Бондарь А.В. Качество и надежность. - М.: Машиностроение, 2007. - 308 с.
5. Проскуряков Ю.Г., Романов В.Н., Исаев А.Н. Объемное дорнование отверстий. - М.: Машиностроение, 1984. - 224 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Иванович Болдырев

Кандидат технических наук, профессор,
Заслуженный работник высшей школы РФ,
Заслуженный создатель космической техники,
Воронежский государственный технический университет,
Зав. кафедрой «Технология машиностроения»
394026, Воронеж, Московский проспект, 14
(4732)348173, (4732)530973
E-mail: alexboldyrev@yandex.ru

УДК: 621.9

А. В. КАТУНИН

УМЕНЬШЕНИЕ ВИБРАЦИЙ ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ ТОЧЕНИИ

В статье приводится описание устройства для уменьшения амплитуды и длительности колебаний инструмента при прерывистом точении, а также данные, подтверждающие его эффективность

In the article the description of the device's work for decreasing of an amplitude and duration of tool's oscillation by intermittent turning and facts proving its efficiency are given.

Одной из основных причин снижения стойкости и прочности инструментов, работающих в условиях прерывистого резания, является ударный характер первоначального контакта инструмента с заготовкой, обуславливающий появление послеударных вибраций, сопровождающихся постоянным изменением действующих сил, углов, а также увеличением пути резания, проходимого вершиной инструмента.

Для повышения эффективности прерывистого резания в работе [1] предложен способ снижения амплитуды послеударных вибраций. Суть способа заключается в предварительном (до момента касания с заготовкой) управляемом импульсном силовом воздействии на инструмент, предопределяющем значительное уменьшение амплитуды и длительности его колебаний в процессе последующего резания. При этом необходимо обеспечить

определенное смещение во времени между моментом начала управляемого импульсного силового воздействия на инструмент и моментом его касания с заготовкой при врезании, а также необходимые форму и длительность воздействующего импульса.

Предложенный способ снижения вибраций предполагает использование мощных и высокоточных генераторов силовых импульсов (пульсаторов), которые можно разделить по способу силовозбуждения на: механические, гидравлические, пневматические и электрические. Последние могут быть электростатическими, электродинамическими и магнитострикционными.

В силу ряда особенностей электродинамические пульсаторы наилучшим образом соответствуют условиям указанного способа. Принцип действия этих устройств основан на преобразовании электрической энергии в механические перемещения. Использование пульсаторов этого типа в совокупности с современными системами управления, обеспечивает хорошую управляемость характером нагружения и высокую точность воспроизведения силовых импульсов в заданные моменты времени.

Для реализации описанного способа уменьшения вибраций при прерывистом точении разработаны устройство, система управления и программное обеспечение.

На рисунке 1 представлено устройство для снижения вибраций при прерывистом точении. Основание устройства 1 крепится на суппорте токарного станка. На упругом стержне 2, жестко соединенном с основанием 1, крепится ударник 3. На основании 1, также крепится электромагнит 5. При подаче напряжения на обмотки электромагнита 6, ударник 3 перемещается в сторону электромагнита, а при снятии напряжения в сторону резца 8. Закаленный болт 4 ударника, предназначен для регулировки зазора между резцом и ударником. Ударник 3 и контактная часть резца 9 для упрочнения, также подвергаются закалке. Упругий стержень 2 изготавливается из материалов с низкой демпфирующей способностью (например, из титанового сплава). Синхродиск 12 предназначен для согласования момента удара по инструменту с положением приспособления для крепления обрабатываемых пластин 11. Тензометрические датчики 10 служат для снятия сигналов деформации консольной части резца 3.

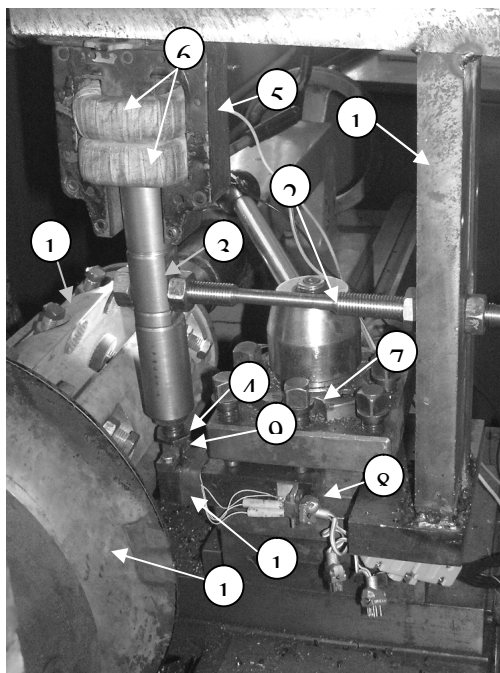


Рисунок 1- Устройство для снижения вибраций при прерывистом точении: 1 – основание устройства; 2 - упругий стержень; 3 - ударник; 4 – наконечник; 5 - электромагнит; 6 – обмотки электромагнита; 7 –

резцедержатель; 8 – резец; 9 – контактная часть резца; 10 – тензометрические датчики; 11 – приспособление для реализации прерывистого точения; 12 – синхродиск.

Схема системы управления устройством для снижения вибраций при точении показана на рисунке 2.

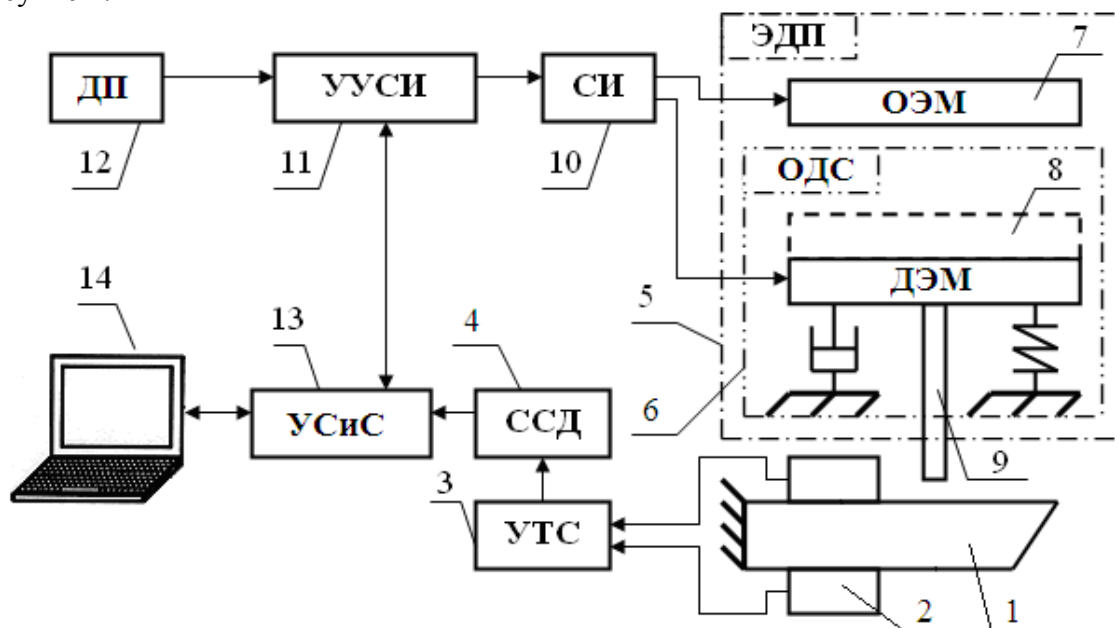


Рисунок 2 - Схема системы управления устройством для снижения вибраций при точении: 1 – инструмент; 2 – тензометрические датчики; 3 – усилитель тензометрических сигналов; 4 – система сбора данных; 5 – электродинамический пульсатор; 6 – одномассовая динамическая система; 7 – основной электромагнит; 8 – дополнительный электромагнит; 9 – ударник; 10 – силовые инверторы; 11 – устройство управления силовыми инверторами; 12 – датчик положения резца относительно заготовки; 13 – устройство синхронизации и согласования; 14 – персональный компьютер.

Управление устройством осуществляется посредством специально разработанной программы для персонального компьютера (ПК) 14. Через устройство синхронизации и согласования (УСиС) 13 происходит синхронный обмен данными между ПК и остальными элементами схемы. Усилитель тензометрических сигналов (УТС) 3 предназначен для масштабирования сигналов поступающих с тензометрических датчиков 2, расположенных на инструменте 1. Система сбора данных (ССД) 4 предназначена для преобразования сигналов поступающих с УТС в цифровую форму, последующего хранения и передачи их в ПК. Устройство управления силовыми инверторами (УУСИ) 11 служит для формирования сигналов управления электромагнитами 7 и 8 электродинамического пульсатора 5. Силовые инверторы (СИ) 10 усиливают сигналы сформированные УУСИ. Датчик положения (ДП) инструмента 12 тактирует УУСИ.

В управляющей программе предусмотрен режим автоматической тарировки устройства. В этом режиме на выводы электромагнитов 7 и 8, подается переменное напряжение, частота которого равна собственной частоте одномассовой динамической системы (ОДС) 6, после чего ударник 9 электродинамического пульсатора (ЭДП) 5 начинает совершать колебания. Амплитуда генерируемого напряжения увеличивается до появления первых соударений с резцом. При этом системой сбора данных регистрируется величина деформации инструмента. Затем, амплитуда подаваемого на выводы электромагнитов напряжения увеличивается на один шаг и вновь регистрируется величина деформации инструмента. Этот процесс повторяется до тех пор, пока напряжение достигнет верхнего предела своего диапазона, при этом зарегистрированная деформация инструмента на каждом шаге тарировки сохраняется в памяти компьютера. После завершения процесса автоматической

тарировки управляющая программа устанавливает соответствие между амплитудой генерируемого напряжения и силой удара (деформацией резца).

Перед началом работы устройства устанавливается время от момента срабатывания датчика положения инструмента до начала процесса резания. Для этого на станке запускаются приводы подачи и главного движения. В режиме наладки управляющая программа регистрирует момент срабатывания датчика и начинает отсчет времени до момента, когда ССД зарегистрирует деформацию инструмента.

Параметры дополнительного управляемого силового импульса: максимальное значение силы, скорость нарастания силы, длительность импульса, а также время смещения между началом импульсного силового воздействия на инструмент и моментом его касания с заготовкой определяются на основе пробных проходов.

Описанное устройство было испытано при прерывистом точении заготовок из стали 45. На рисунках 3 и 4 представлены графики деформации инструмента, силы резания, скорости и ускорения при точении без устройства (рис. 3) и с устройством для уменьшения вибраций (рис.4).

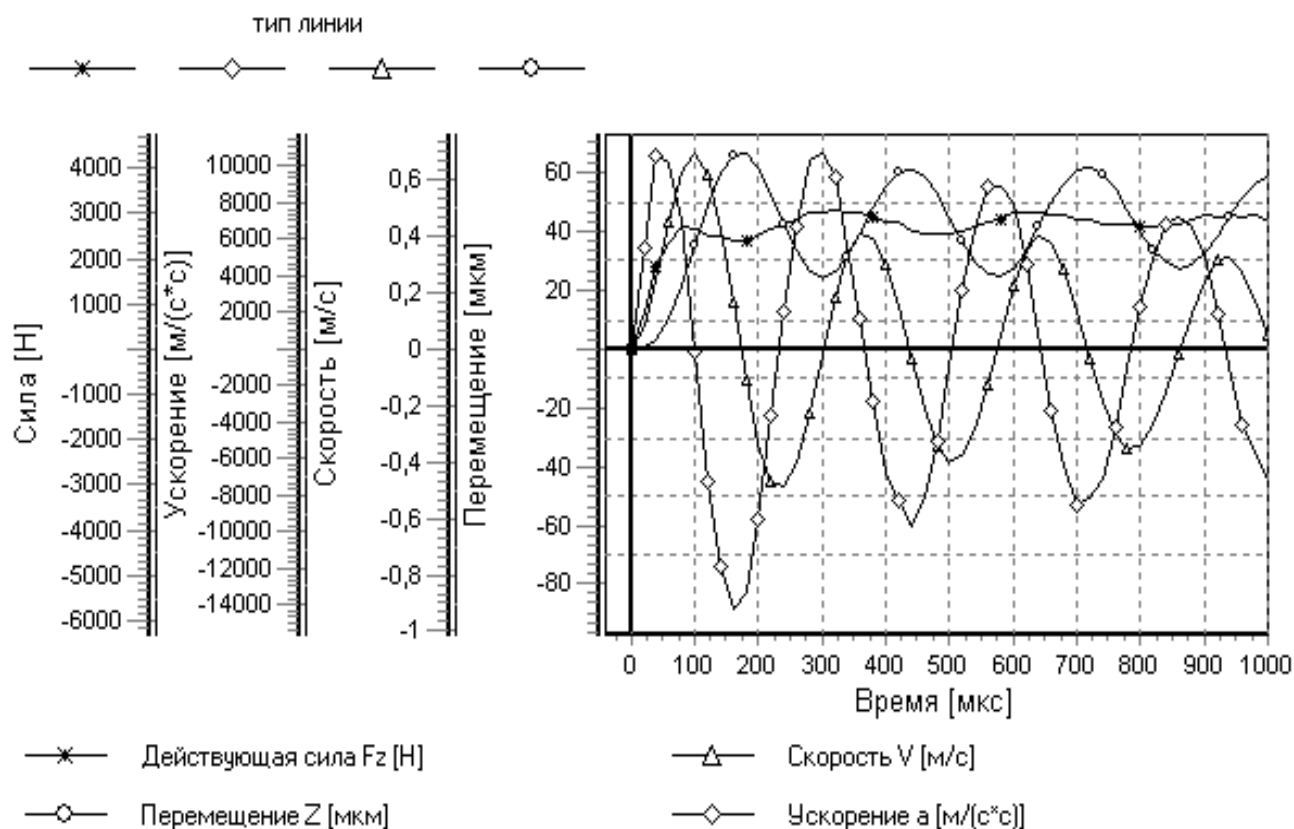


Рисунок 3 - Графики деформации инструмента, силы резания, скорости и ускорения при прерывистом точении без устройства для уменьшения вибраций: обрабатываемый материал – сталь 45; режимы резания - $V = 160$ м/мин, $s = 1,5$ мм/об., $t = 2$ мм; геометрия режущей части - $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 7^\circ$, $\alpha_1 = 3^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$

На рисунке 4 зарегистрировано импульсное силовое воздействие на инструмент с максимальным значением силы 2900 Н и длительностью 100 мкс, предшествующее моменту врезания, а также сила взаимодействия резца и заготовки при последующем резании.

Из сопоставления графиков, приведенных на рисунках 3 и 4, видно, что эффект от применения описанного выше устройства состоит в значительном снижении амплитуды и

продолжительности вибраций инструмента.

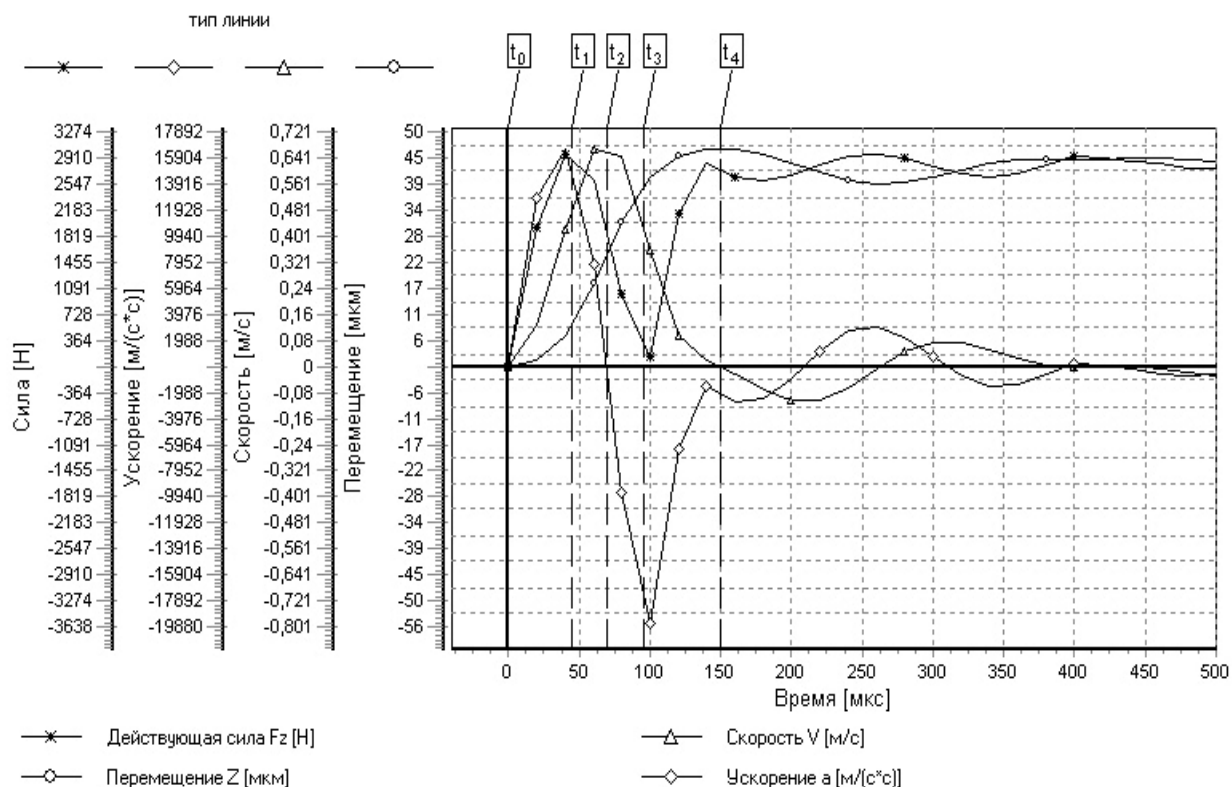


Рисунок 4 - Графики деформации инструмента, силы резания, скорости и ускорения при прерывистом точении с устройством для уменьшения вибраций: обрабатываемый материал – сталь 45; режимы резания - $V = 160$ м/мин, $s = 1,5$ мм/об., $t = 2$ мм; геометрия режущей части - $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 7^\circ$, $\alpha_1 = 3^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$

В ходе испытаний:

- доказана состоятельность предложенного способа уменьшения вибраций инструмента при прерывистом точении и подтверждена работоспособность устройства для его реализации;
- применение устройства обеспечивает значительное снижение уровня вибраций и увеличение скорости их затухания;
- разработанное устройство с высокой точностью воспроизводит упреждающие силовые импульсы с требуемыми параметрами и устанавливает время их действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катунин А. В., Жирков А. А. Способ снижения вибраций инструмента при прерывистом резании // Известия ОрёлГТУ. Серия Машиностроение. Приборостроение. – 2005.- №2.- С60-65.

УДК 664. 143/.149; 664, 858; 663. 91

В.П. КОРЯЧКИН, Д.А. ГОНЧАРОВСКИЙ

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАЧИНКИ «ШОКОЛАДНАЯ» С ЭКСТРУЗИОННЫМ КУКУРУЗНЫМ КРАХМАЛОМ

В ОрелГТУ проведены исследования реологических свойств жировой начинки для сухих завтраков в диапазоне температур от 21 до 60 °С. В рецептуре начинки «Шоколадная» содержались дозы экструзионного кукурузного крахмала, который влияет на реологические характеристики начинки. Исследованиями был установлен рациональный диапазон температур от 25 до 55 °С и содержание экструзионного кукурузного крахмала в начинке от 5 до 7,5 %.

In OrelSTU researches rheological properties of a fatty stuffing for dry breakfasts in a range of temperatures from 21 to 60 0C are conducted. In a stuffing compounding "Shokoladnaya" doses extruding corn starch which influences on rheological stuffing characteristics contained. Researches had been established a rational range of temperatures from 25 to 55 °C and the maintenance extruding corn starch in a stuffing from 5 to 7,5 %.

Сухие завтраки с начинкой, представляют собой продукт соэкструзии корпуса и начинки - масложирового наполнителя, при этом продукция с начинкой «Шоколадная» пользуется наибольшим спросом потребителя.

Корпус, получается в процессе экструзии в кольцевом канале формирующего инструмента при экструдировании сыпучих компонентов сырья в диапазоне температур порядка 100 – 170 °С, которые размягчаются и пластифицируются, превращаясь в расплав.

В процессе соэкструзии корпуса и начинки образуются составные жгуты, сечение которых превышает сечение формирующих каналов и соответствует форме изделия.

В ходе процесса соэкструзии под действием значительных скоростей сдвига, высоких температуры и давления происходит переход механической энергии в тепловую, что приводит к различным по глубине изменениям в качественных показателях перерабатываемого сырья (денатурация белков, клейстеризация крахмала и другие биохимические изменения). Характер и глубина изменений и их влияние на качество продукции зависят от режима процесса экструзии и его длительности.

При рациональном процессе соэкструзии получают качественные изделия, показатели которых, при прочих равных условиях, определяются равномерным распределением начинки внутри корпуса изделия.

Основными потребителями сухих завтраков с начинками являются дети в возрасте от 6 до 12 и люди старше 50 лет. Поэтому к качеству продукции предъявляются высокие требования.

С целью повышения качества продукции «сухие завтраки», путем равномерного распределения начинки внутри корпуса, исследовали реологические характеристики начинок методом ротационной вискозиметрии.

Экспериментальное исследование вязкостных свойств начинки «Шоколадная» проводили в диапазоне скоростей сдвига от 0,167 до 72,9 с⁻¹ на ротационном вискозиметре «Реотест-2» по стандартной методике [2]. Диапазон изменения температуры охватывал значения от 21 до 60 °С.

По результатам ротационной вискозиметрии, были построены графические зависимости касательного напряжения от скорости сдвига $\lg \theta = \lg \theta(\lg D)$ - кривые течения. Анализ характера кривых течения, изображенных в логарифмических координатах и математическая обработка данных реометрии образцов начинок позволили выбрать трехпараметрическое реологическое уравнение состояния Гершеля-Балкли:

$$\theta = \theta_0 + kD^n \quad (1)$$

На основе анализа экспериментальных данных течения всех образцов начинки, с учетом характера графиков кривых течения, изображенных в логарифмических координатах, произведена математическая обработка, позволившая определить предельное напряжение сдвига θ_0 , коэффициент консистенции k и индекс течения n для диапазона температур от 21 до 60^oC при соответствующих количествах экструзионного кукурузного крахмала в образцах начинки.

На рисунках 1, 2 и 3 представлены данные зависимости начинки «Шоколадная».

Из рисунка 1 видно, что с ростом температуры у контрольного образца предельное напряжение сдвига снижается, а у образцов, содержащих экструзионный кукурузный крахмал (ЭКК) повышается. При этом у образцов с 2 и 5 % ЭКК предельное напряжение сдвига повышается монотонно, а у образцов с 7,5 и 10 % ЭКК предельное напряжение сдвига сначала снижается в диапазоне температур от 21 до 35^oC и затем увеличивается при росте температура с 35 до 60^oC.

Увеличение предельного напряжения сдвига можно объяснить аномальной вязкостью кукурузного крахмала и крахмала, находящегося в какао-порошке, в диапазоне температур от 45 до 65^oC. В этом диапазоне температур происходит увеличение вязкости среды, в которой присутствует крахмал, но при дальнейшем увеличении температуры свыше 65^oC происходит закономерное уменьшение вязкости. Увеличение предельного напряжения сдвига при увеличении концентрации ЭКК можно объяснить тем, что ЭКК, добавленный в смесь при температурах свыше 50^oC наиболее полно проявляет свои свойства к гелеобразованию, т.о. более полно связывая компоненты начинки между собой.

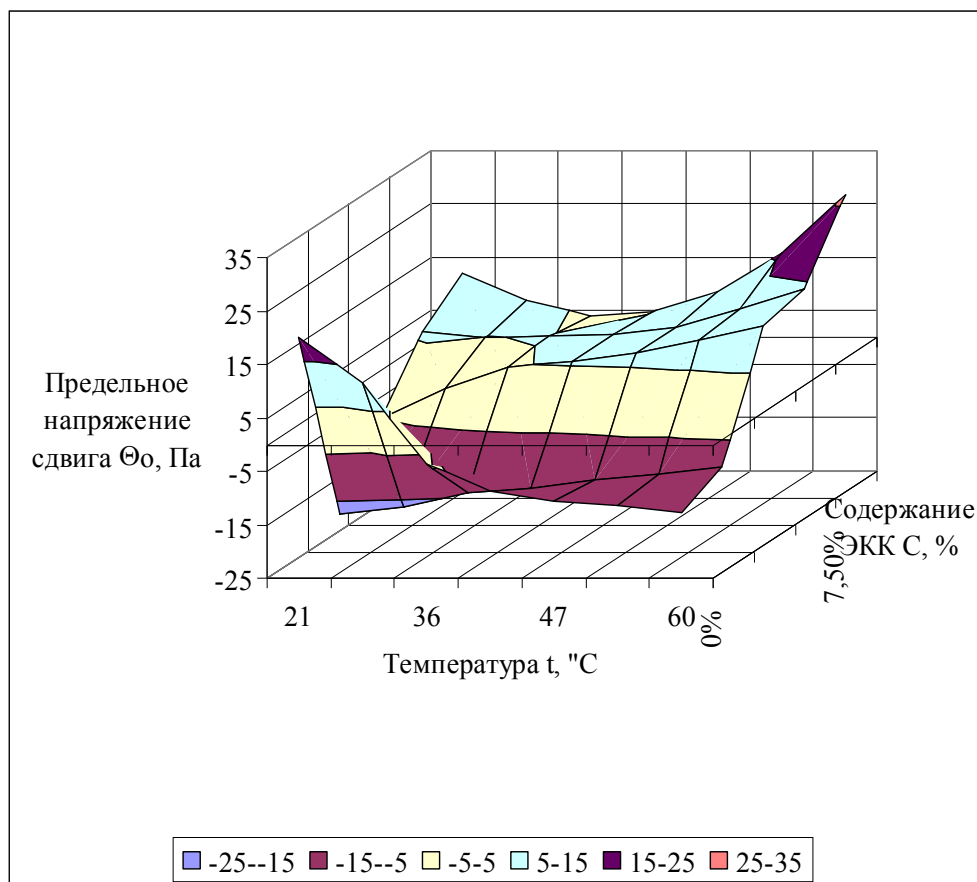


Рисунок 1 - Влияние температуры и содержания экструзионного кукурузного крахмала (ЭКК) на предельное напряжение сдвига начинки «Шоколадная».

Из рисунка 2 видно, что с ростом температуры у контрольного образца коэффициент консистенции повышается, а у образцов, содержащих экструзионный кукурузный крахмал (ЭКК) в количестве 2% монотонно снижается во всем диапазоне температур. При этом у образцов с 7,5 и 10 % ЭКК коэффициент консистенции понижается до значения температуры образцов в области 40 °С, а затем повышается до значения температуры 60 °С.

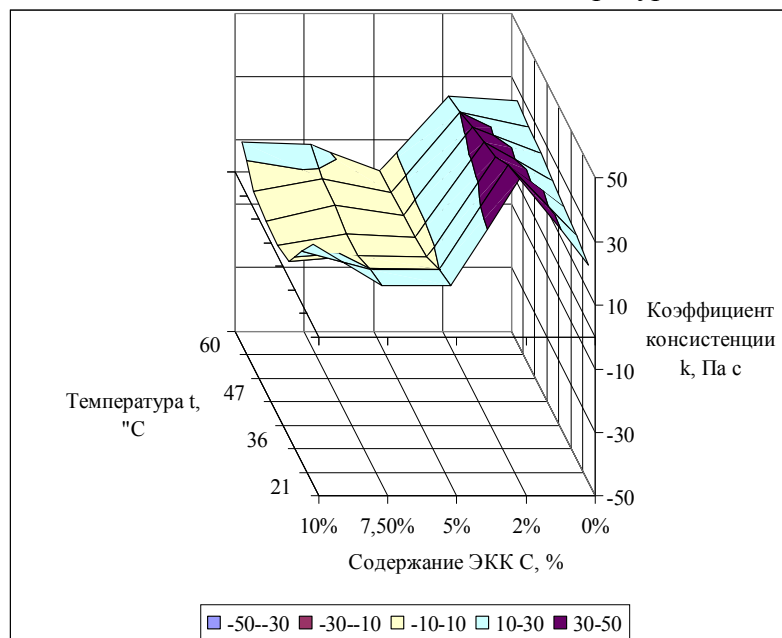


Рисунок 2 - Влияние температуры и содержания экструзионного кукурузного крахмала (ЭКК) на коэффициент консистенции начинки «Шоколадная».

На рисунке 3 представлено изменение индекса течения реологического уравнения состояния образцов начинки, которое у контрольного образца без содержания ЭКК с ростом температуры понижается, у образцов с 2% имеет тенденцию увеличения, и у образцов 5, 7,5 и 10% ЭКК сначала увеличивается до температуры 40 °С и затем уменьшается с увеличением температуры до 60 °С.

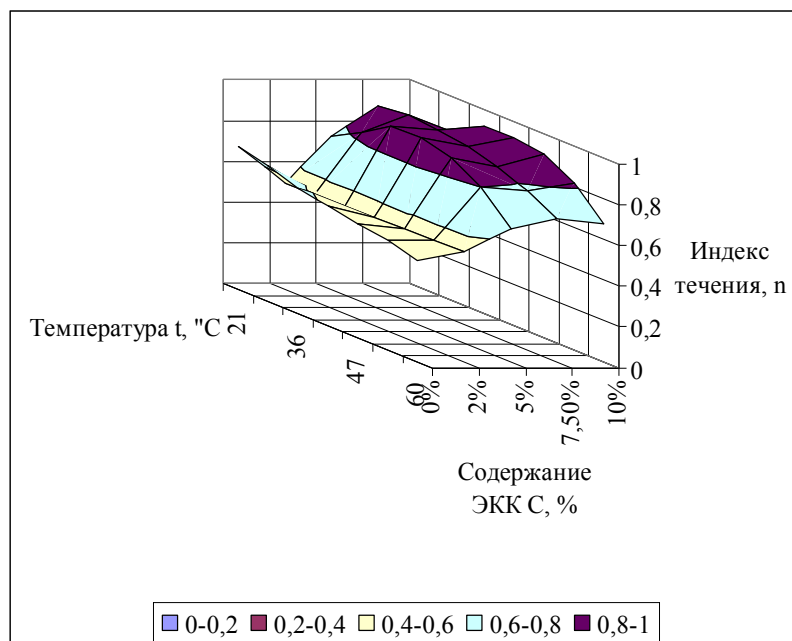


Рисунок 3 - Влияние температуры и содержания экструзионного кукурузного крахмала (ЭКК) на индекс течения начинки «Шоколадная».

Такое поведение начинки в зависимости от содержания в ней экструзионного кукурузного крахмала позволяет рекомендовать температуру подачи начинки в экструдер, при которой начинка имеет незначительные колебания реологических параметров свойств, то есть диапазон температур в пределах 25 – 55 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаровский Д.А. Опыт производства сухих завтраков на экструдере РЗ-КЭД 88. // Материалы V международной научно-практической конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России», - Орел, 2006 г., с. 206-208.

2. Корячкин В.П. Реологические свойства жировой начинки с облепиховым шротом для кондитерских изделий//Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы Современные наукоемкие технологии. – М: РАЕ, 2004, № 2, С 11 - 17.

Владимир Петрович Корячкин

Орловский государственный технический университет, г.Орел

Доктор технических наук, зав. кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств»

Тел. (4862) 55-11-87

E-mail: map@ostu.ru

Гончаровский Дмитрий Александрович

Орловский государственный технический университет, г.Орел

Аспирант кафедры «Машины и аппараты пищевых производств»

Тел. (4862) 55-11-87

E-mail: map@ostu.ru

УДК 621.7.04

А.П. ПЕЧАГИН, В.П. СМОЛЕНЦЕВ, В.М. ПИТОЛИН

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МАГНИТО-ИМПУЛЬСНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Рассмотрено применение в машиностроении эффективного способа стабилизации размеров крупных деталей, получаемых литьем из чугуна или путем сварки из стандартных стальных профилей. Магнито-импульсная обработка не требует больших термических печей, может выполняться без транспортировки изделий в термические цеха. Предложен алгоритм для автоматизированного проектирования техпроцессов, например, при использовании системы PRO/ENGINEER.

The article covers application in machine-building industry of the effective method of dimensional stabilization of large parts produced by iron casting or standard steel section welding. Magnetic-impulse treatment does not require large heat-treatment furnaces, and may be performed without transportation of products to heat-treatment shops. The article also introduces algorithm for automated designing of technological processes, for example, when using PRO/ENGINEER system.

Корпусные изделия для оборудования и корпусной технологической оснастки выполняются литьем из чугуна, стали, сваркой из стандартных профилей. Естественное старение таких изделий занимает месяцы и годы, поэтому в мелкосерийном производстве оно практически не используется. Для горячей обработки (нормализация, отжиг) требуются большие печи, которыми основная часть предприятий не располагает. Без стабилизации внутренних напряжений в изготовленной продукции происходит деформация, что нарушает

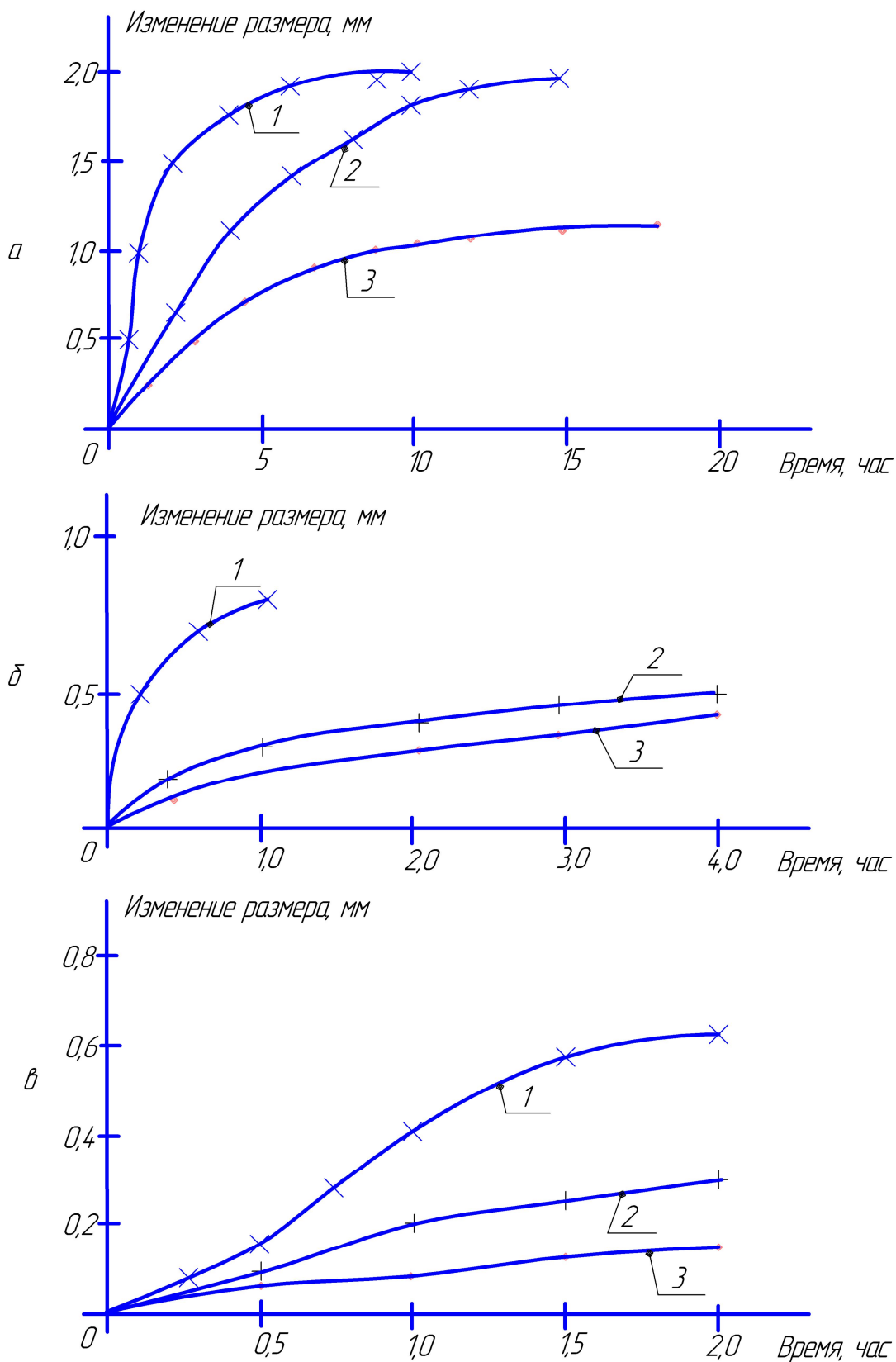


Рисунок 1 - Деформация сварной станины после стабилизации
 1 - Допуск на геометрию станины; 2 - Величина деформации

точность и работоспособность оснастки и станков. Для крупных станин и других корпусных деталей коробление начинается сразу же после получения заготовки, продолжается в

процессе механической обработки, сборки, испытаний и при эксплуатации. На рисунке 1 показано отклонение от плоскостности корпусных деталей.

Сварная (1 на рисунке 1) стальная станина (длина 3260 мм) имела коробление ("закрутка" по длине) более 3 мм. После обработки погрешность также выходила за пределы допуска. Коробление продолжалось и в процессе эксплуатации. Чугунная литая деталь после обработки и кратковременного "вылеживания" (2 на рисунке 1) имела погрешность в 2 раза ниже, чем сварная. Последующие операции (например, шабрение) полностью устраняют погрешность и в дальнейшем форма детали значительно не меняется. точность и работоспособность оснастки и станков. Для крупных станин и других корпусных деталей коробление начинается сразу же после получения заготовки, продолжается в процессе механической обработки, сборки, испытаний и при эксплуатации. На рисунке 1 показано отклонение от плоскостности корпусных деталей.

Сварная (1 на рисунке 1) стальная станина (длина 3260 мм) имела коробление ("закрутка" по длине) более 3 мм. После обработки погрешность также выходила за пределы допуска. Коробление продолжалось и в процессе эксплуатации. Чугунная литая деталь после обработки и кратковременного "вылеживания" (2 на рисунке 1) имела погрешность в 2 раза ниже, чем сварная. Последующие операции (например, шабрение) полностью устраняют погрешность и в дальнейшем форма детали значительно не меняется.

Аналогичная картина наблюдалась на крупногабаритных литых титановых лопатках (3 на рисунке 1), где изменение геометрии после обработки не выходит за поле допуска на деталь.

Если сравнить себестоимость сварной и литой однотипной детали, то (рисунок 2) выяснится, что сварные корпуса значительно дешевле при изготовлении заготовок, термообработке, механообработке.

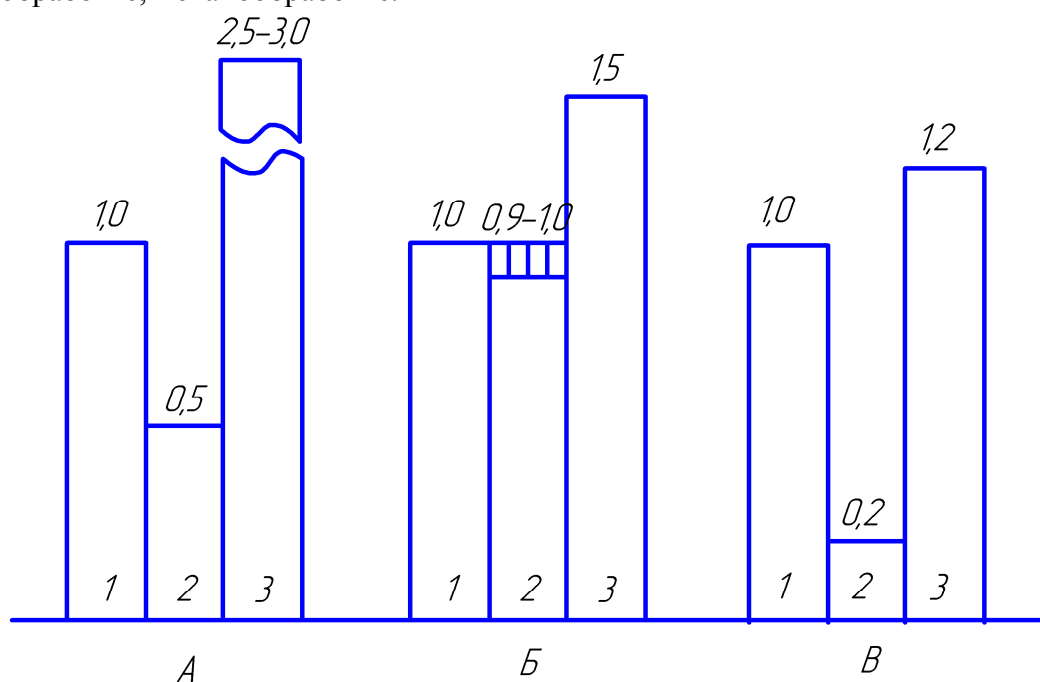


Рисунок 2 - Затраты на идентичные корпуса (относительно литого корпуса собственного изготовления)

1 - чугунный, отлитый у себя; 2 - сварной, изготовленный в собственном производстве; 3 - литой чугунный, полученный со стороны

A - стоимость заготовки; Б - затраты на термообработку и транспортировку;

В - стоимость механообработки

Выбор заготовки (А на рисунке 2) зависит от возможностей предприятия. На крупных заводах, как правило, имеется свое литейное производство, а предприятия малого и среднего

бизнеса обычно используют внешние заказы, что во много раз повышает стоимость заготовок (А;3 на рисунке 2). Кроме того технологическая подготовка при литье занимает длительное время, что в гибкоструктурном производстве задерживает освоение новых изделий. Тогда целесообразно создать в собственном производстве сварочные участки, которые достаточно универсальны, не требуют больших площадей, имеют не высокое энергопотребление и способны работать при любом уровне автоматизации. Как видно из рисунка 2 (А;2) сварные заготовки типа станин оборудования из стандартного проката получают в 2 раза дешевле по сравнению с литыми на собственной производственной базе и до 5-6 раз – если литье выполняется на стороне.

Термообработка (при наличии у себя нужных термических печей) дает незначительный выигрыш для сварных заготовок (рисунок 2; Б) за счет более быстрого прогрева ажурных элементов и сокращения цикла термообработки. Такая операция, выполняемая по кооперации (Б;3), удлиняет цикл производства, вызывает дополнительные затраты на транспортировку, амортизацию оборудования и др.

Значительный выигрыш дает стадия механообработки, где требуется удаление значительных припусков, если обрабатываются литые заготовки (рисунок 2; В; 1; 3). При качественной сварке припуски и затраты на обработку (В; 2) значительно ниже, чем в случае обработки литья.

Опыт показал, что стоимость корпусных деталей из чугуна может быть выше, чем сварных, но отсутствие термического оборудования (крупных печей) ограничивает возможности предприятий (и не только в станкостроении) по использованию сварных заготовок крупных размеров.

Технология магнито-импульсной стабилизации изделий относится к нетрадиционным процессам и находится в стадии освоения серийными предприятиями. Подготовительный этап разработки техпроцесса включает:

- получение исходной информации: геометрического образа детали (размеры, допуски, смещения элементов); вида сварки и требования к качеству сварных узлов, материала детали и его механических характеристик, потребность в деталях;

- технико-экономическое обоснование целесообразности использования магнито-импульсной обработки (наличие оборудования, кадров, соответствие технических характеристик установок виду сварных изделий, наличие эффекта от использования);

- анализ сварной конструкции на предмет её коробления при сварке. В результате анализа устанавливается целесообразность предварительной правки элементов изделия, изготовления приспособлений для фиксации частей при стабилизирующей операции;

- назначение или разработка технологических режимов магнито-импульсной обработки, включающих назначение мест подачи импульсов, количества вибрационных воздействий и др.;

- назначение положения заготовки в течение времени обработки (поверхности изделия для базирования, переустановки, смещения, фиксация отдельных элементов и др.);

- необходимость в промежуточных элементах, создающих равномерные зазоры между индуктором и заготовкой;

- выбор или проектирование индуктора для конкретного вида заготовки. Обычно создание нового инструмента требуется, если необходима повышенная энергия импульса, для создания вибрационных перемещений заготовки;

- написание и использование инструкций по технике безопасности для работы на магнито-импульсной установке (высокое напряжение, сильное магнитное поле, возможность перемещений заготовки под действием импульсов, возможность падения тяжелых изделий при обработке и др.);

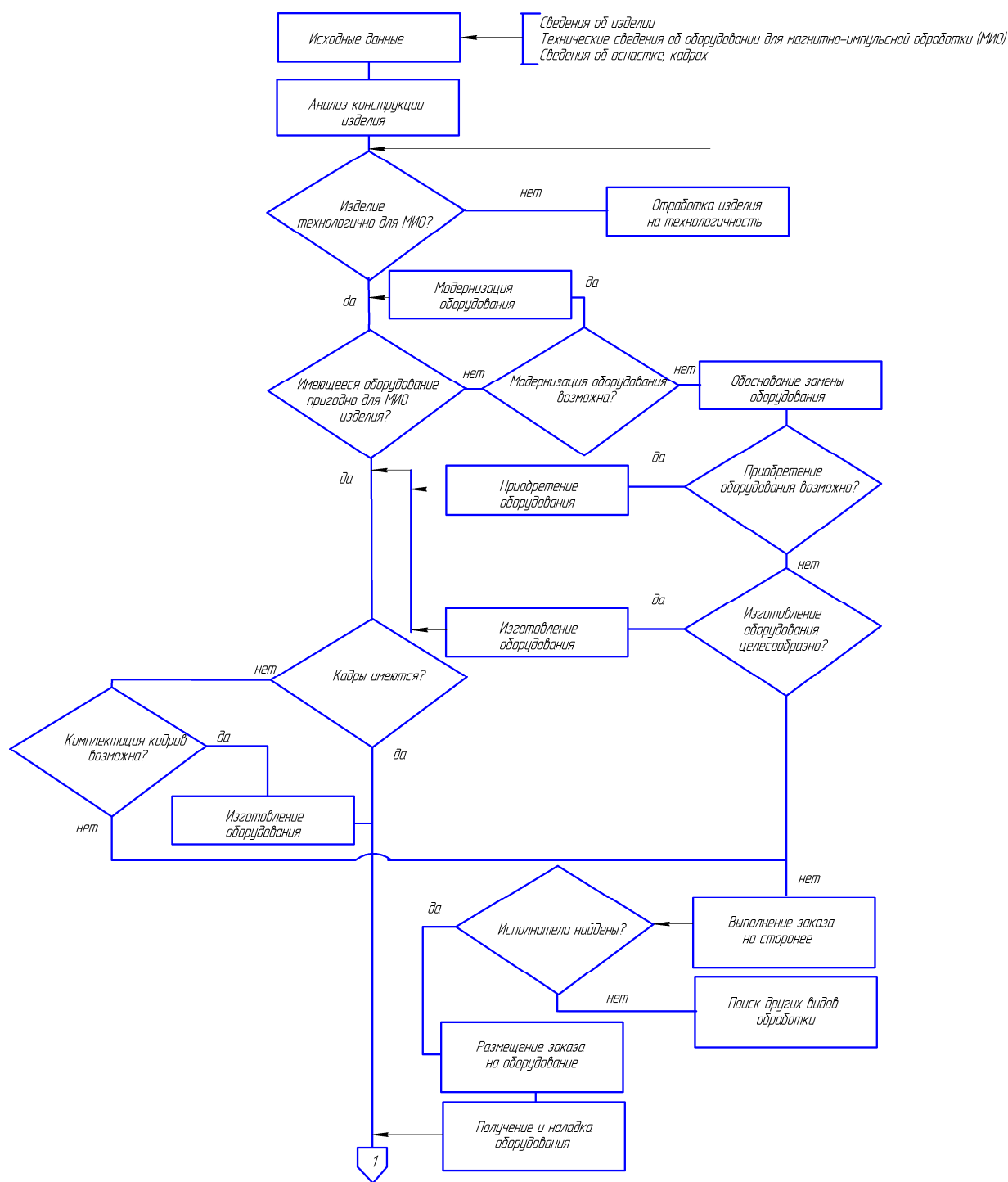


Рисунок 3 - Алгоритм проектирования технологического процесса

магнито-импульсной стабилизации изделий (начало рисунка

настройку оборудования на резонансный режим в точках воздействия индуктора.)

Второй этап технологического процесса регламентирует работу на магнито-импульсной установке. Он включает:

- контроль правильности установки, режимов обработки, крепления промежуточных элементов (если они требуются), индуктора, равномерности зазоров между заготовкой и индуктором (или промежуточным элементом);

- состояние средств, обеспечивающих безопасность работы;

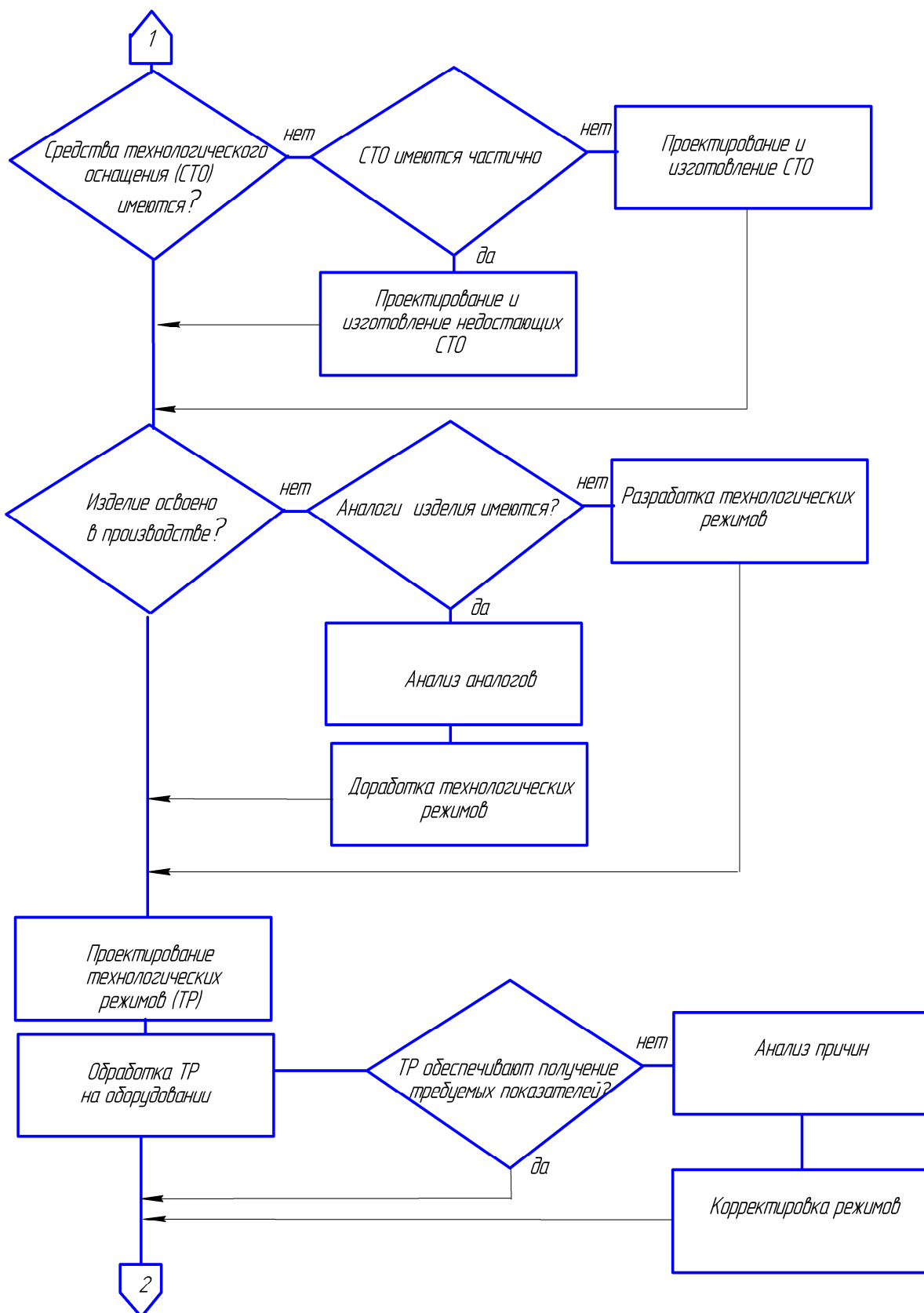


Рисунок 3 Алгоритм проектирования технологического процесса магнито-импульсной стабилизации изделий (продолжение рисунка)

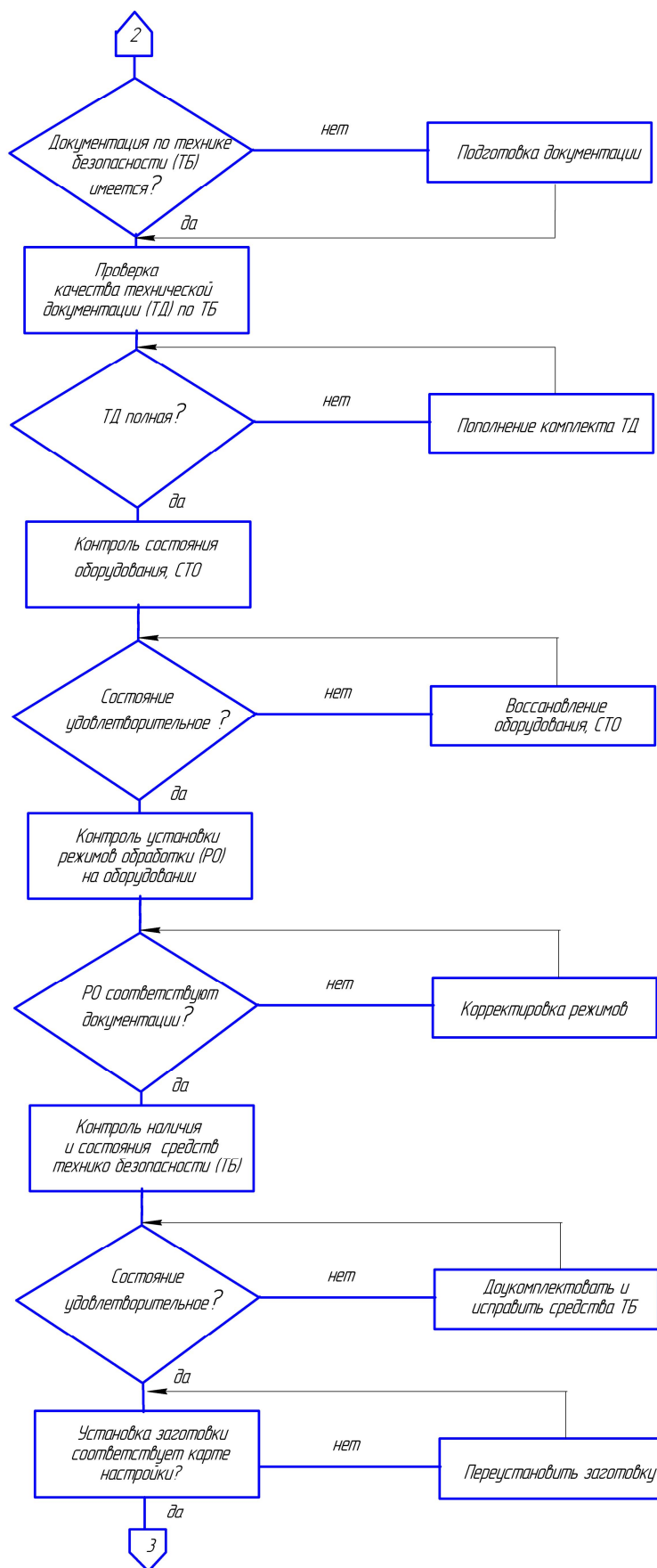


Рисунок 3 Алгоритм проектирования технологического процесса магнито-импульсной стабилизации изделий (продолжение рисунка)

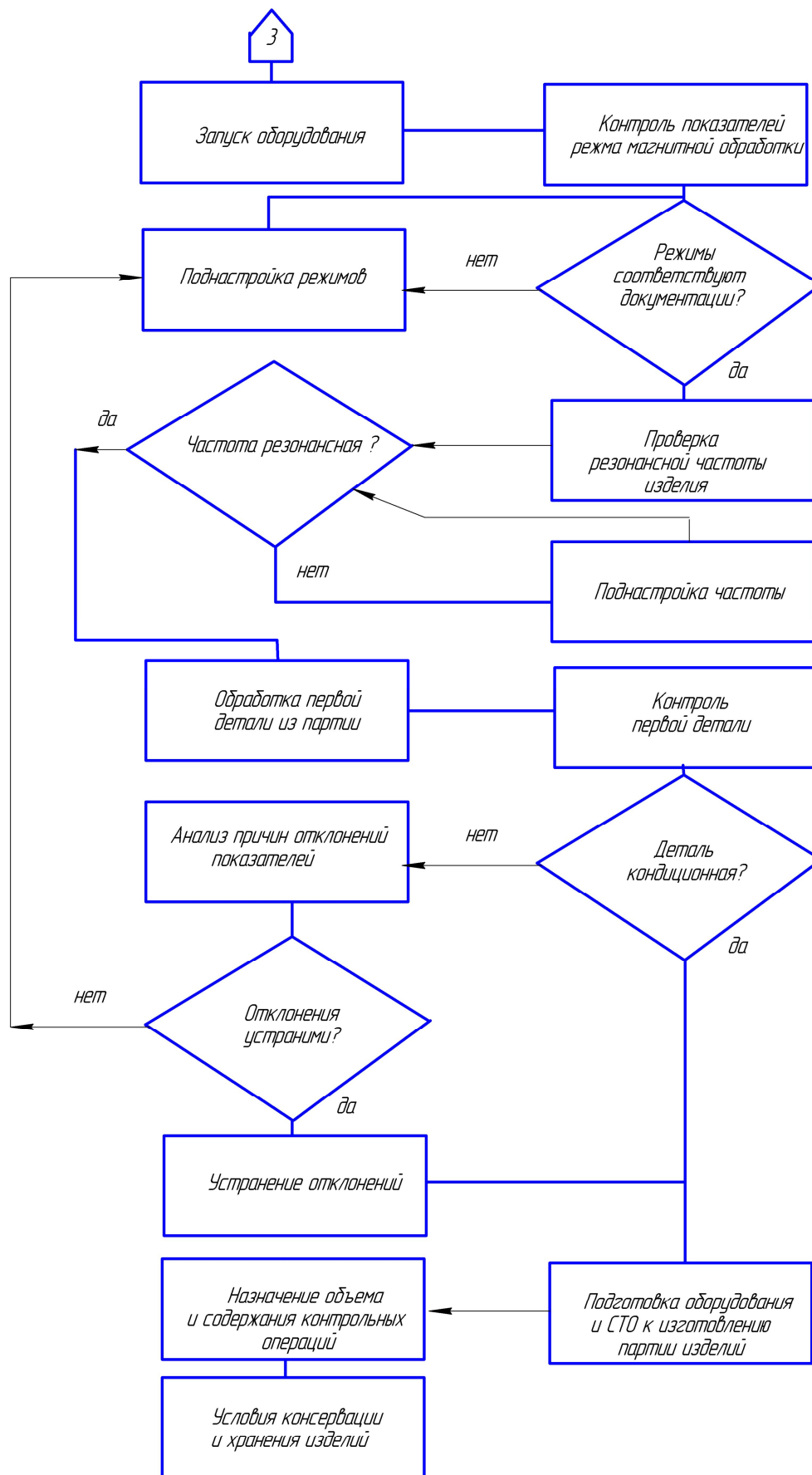


Рисунок 3 Алгоритм проектирования технологического процесса магнито-импульсной стабилизации изделий (окончание рисунка)

– Подобные работы выполняют при освоении процесса стабилизации новой продукции. Для сварных изделий геометрия заготовок изменяется незначительно и полученные при настройке сведения не требуют корректировки. Если выполняется стабилизация чугунных литых заготовок, то корректировка режимов требуется для каждой детали;

– контроль отклонения магнитного поля установки; проверку длительности обработки каждого элемента изделия. Производят путем стабилизации установленных на изделия образцов-свидетелей с последующим измерением у них остаточных напряжений. При необходимости по результатам измерений вносят изменения в технологический процесс;

– обработку первой детали на установленных режимах с постоянным контролем показателей по приборам. При отклонении режимов от расчетных выявляют причины и производят настройку оборудования;

Заключительный этап включает:

– контроль первой детали по геометрическим параметрам. Для этого освобождают деталь из приспособления и замеряют отклонения размеров в местах, регламентируемых технологическим процессом. При необходимости корректируют режимы и места приложения импульсов;

– контроль состояния и чистоту средств технологического оснащения, оборудования;

– выборочный контроль в процессе запуска в производство партии изделий;

– промывку и консервацию (при необходимости) обработанной детали;

– корректировку или составление (при необходимости) карты мест приложения к заготовке импульсов при стабилизации изделия. Такая корректировка, как правило, требуется для чугунных заготовок, где колебания припусков изменяют резонансную частоту при стабилизации. Карты позволяют назначать требуемые режимы обработки в зависимости от геометрии конкретной заготовки.

Проведенные исследования позволили разработать алгоритм построения технологического процесса стабилизации (рисунок 3), что необходимо для автоматизации технологической подготовки производства, в частности при использовании для станков с ЧПУ систем PRO/ENGINEER. Полученные результаты достаточно полно подтверждаются данными из [1], [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Коцюбинский О.Ю. Стабилизация размеров чугунных отливок, М.: Машиностроение, 1974.
2. Rappen A. VSR-Verfahren Vibration ZNZ Eigenspannungs zeduzierung. Antriebsstechnik, 1971, №5.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Петрович Печагин

Инженер Воронежского механического завода

Владислав Павлович Смоленцев

Доктор технических наук, профессор

Воронежского государственного технического университета

Заслуженный изобретатель РФ

Заслуженный работник ВШ РФ

Лауреат премии Правительства РФ.

Тел. (4732) 46-40-49, 89036559970.

E-mail: smol@comch.ru

Владимир Михайлович Питолин

Доктор технических наук, профессор,

Заведующий кафедрой

Воронежского государственного технического университета

М.В. РОДИЧЕВА, А.В. АБРАМОВ, Е.А. ЧЕКАНОВА, Е.М. ГНЕУШЕВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЛАГОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АВТОСЕРВИСА

Научный подход к проектированию вентилируемой специальной одежды, предполагает принятие решений на основе численного решения математической модели комплекса процессов в системе «Человек - одежда - окружающая среда». Граничные условия для решения системы уравнений, могут быть сформулированы путем проведения соответствующих инструментальных замеров параметров микроклимата. Проектирование специальной одежды для работников служб автомобильного сервиса, проводится с учетом полученных численных решений и специфики охлаждающих воздействий субнормального микроклимата на организм человека.

The scientific approach to designing ventilated special clothes, assumes decision-making on the basis of the numerical decision of mathematical model of a complex of processes in system «the Person - clothes - an environment». Boundary conditions for the decision of system of the equations, can be formulated by carrying out of corresponding tool gaugings parameters of a microclimate. Designing of special clothes for workers of services of automobile service, is spent in view of the received numerical decisions, and also in view of specificity of cooling influences of a subnormal microclimate on an organism of the person.

Задача проектирования новых видов специальной одежды для защиты охлаждающего воздействия окружающей среды остается актуальной. В условиях эксплуатации специальной одежды, параметры негативного воздействия окружающей среды являются случайными во времени, что еще более усложняет выбор материалов и конструкций, обеспечивающих состояние теплового комфорта человека в одежде.

Проблема защита от изменяющегося во времени охлаждающего воздействия, актуальна для широкого спектра выполняемых работ, в частности, при обслуживании автомобилей на специализированных мойках в холодные и переходные периоды года. Микроклимат рабочей зоны бокса по обслуживанию автомобиля формируется под воздействием случайных факторов, таких как капельная влага, соответственно высокая влажность воздуха, а также охлаждающее воздействие наружного воздуха при въезде и выезде автомобиля.

Использование в этих условиях специальной защитной одежды "закрытого" типа из водонепроницаемых тканей эффективно препятствуют попаданию в пододежное пространство капельной влаги, но не позволяет обеспечить комфортное тепловое состояние.

Как неоднократно доказано, задача вентиляции пододежного пространства не может быть решена только за счет использования распашной конструкции [1,3].

Авторами была предложена численная модель, прогнозирующая тепловое состояние человека при различной степени теплового воздействия окружающей среды, интенсивности выполняемой работы, комплектации пакета одежды и степени его увлажнения [1].

Для определения граничных условий решения задачи, проводились исследования параметров микроклимата рабочей зоны оператора на базе одной из действующих автомобильных моек. Замеры проводились в холодный период года, значения среднесуточной температуры воздуха вне помещения колебалась в интервале $-7 \div -9^{\circ}C$.

Среднесменные значения параметров микроклимата рабочей зоны имели следующие значения:

- температура воздуха рабочей зоны $9 \div 10^{\circ}C$;
- скорость движения воздуха в рабочей зоне: $0,2 \div 0,3 м/с$;
- относительная влажность воздуха: 100%.

Открытие ворот бокса, приводило к локальному во времени снижению температуры воздуха до $6 \div 7^{\circ}\text{C}$

Как следует из приведенных данных, работа автомойщика протекает в условиях субнормального микроклимата, оказывающего наиболее опасное тепловое воздействие на работающего [2].

На рисунке 1 представлен результат численного решения модели, для обозначенных условий.

Как следует из полученного решения, температура элемента тела человека, снижается на $0,9^{\circ}\text{C}$ уже для 33 минуты численного эксперимента. Что соответствует I степени охлаждения [2]. После 1 часа численного эксперимента, температура элемента тела человека снижается на $1,4^{\circ}\text{C}$, что соответствует II степени охлаждения.

В то же время, субъективные теплоощущения работающего, согласно проведенному опросу, находится на уровне "прохладно".

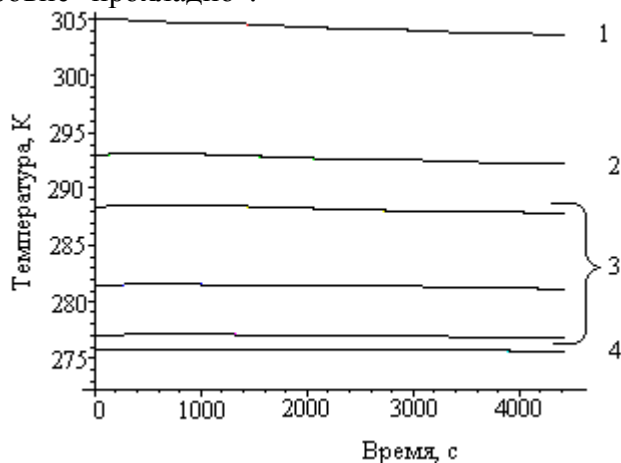


Рисунок 1 - Распределение поля температур по влажном пакете одежды

1 элемент тела человека; 2 – бельевой слой пакета; 3 – утепляющий слой пакета; 4 – верхний влагозащитный слой

Различие между объективными показателями теплового состояния и теплоощущениями, подтверждается анализом специфики воздействия на организм человека субнормальных температур [2]. Субнормальные температуры являются слабыми раздражителями - это не позволяет работающим принимать своевременные меры по восстановлению теплового состояния и является причиной переохлаждения организма.

Защитная эффективность специальной одежды, может быть повышена за счет проектирования элементов системы вентиляции пододежного пространства. На рисунке 2 представлен прототип такой конструкции.

Система жестких каркасных элементов, реализованная в представленном комплекте, позволяет создать стабилизированную воздушную прослойку между верхним защитным и нижележащими слоями пакета одежды. Жесткие каркасные элементы расположены в накладках на бретелях брюк, в области проймы и талии.

Каркасные элементы в области проймы и талии представляют собой упругие кольца и размещены в карманах, образованных настрачиванием припуска на шов на основную деталь. Система каркасных элементов, размещенная в накладках на бретелях брюк, представлена набором жестких "С-образных" элементов, закрепленных в узких карманах, создает необходимый воздушный зазор, и в тоже время обеспечивает удобство в области основного пояса прилегания плечевой одежды. На рисунке 3 а представлена принципиальная схема каркасной конструкции, рисунок 3 б иллюстрирует формообразующую способность системы.

Регулируемый воздухообмен пододежного пространства с окружающей средой, осуществляется посредством воздухозаборных элементов, расположенных в области линии талии, колен и спины. Позиционирование вентиляционных элементов объясняется топографией зон увлажнения специальной одежды за счет потоотделения и воды, отраженной от поверхности автомобиля.



Рисунок 2 - Внешний вид комплекта специальной одежды автомобиля

Эффективность предложенной конструкции проверялась экспериментально, согласно методике, разработанной авторами [1].

Сущность методики заключается в точечных замерах скорости движения воздуха под одеждой.

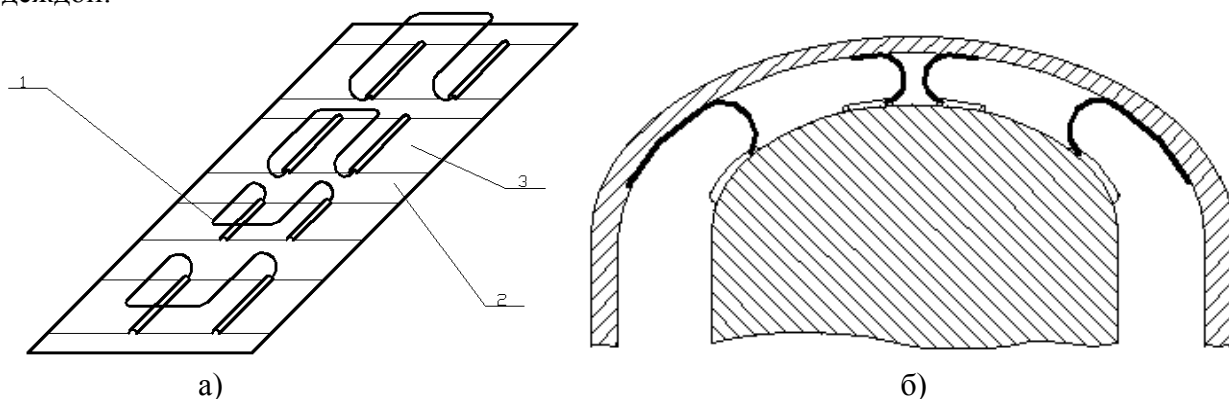


Рисунок 3 - Каркасные элементы, расположенные в области плеч

а – внешний вид каркасных элементов, размещенных в накладках на бретелях брюк (1 – формообразующие элементы; 2 – основной материал накладки; 3 – фиксирующий слой); б – воздушная прослойка, созданная с помощью каркасного элемента

Исследования проводились в следующих микроклиматических условиях: температура воздуха колебалась в диапазоне $11,2 \div 11,8^{\circ}\text{C}$, скорость движения воздуха: $0,6 \div 0,9\text{ м/с}$, значение относительной влажности воздуха составляло 90%.

Результаты замеров скорости движения воздуха в пододежном пространстве по различным точкам, приведены на рисунке 4.

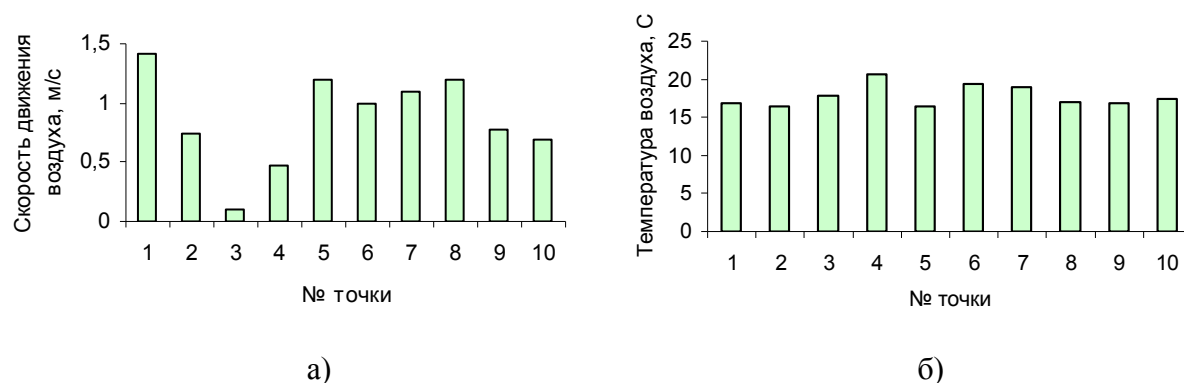


Рисунок 4 - Термодинамические параметры воздуха в пододежном пространстве (а – величины скорости движения воздуха по точкам:

б – величины температуры воздуха по точкам: 1 – грудь; 2 – живот; 3 – поясница; 4 – спина; 5 – подмышечная впадина; 6 – предплечье; 7 – плечо; 8 – бедро; 9 – икра; 10 – голень)

Интегральная скорость движения воздуха в пододежном пространстве, оказывается на 5-7 раз выше, чем в аналогичных образцах специальной одежды "закрытого" типа, что свидетельствует об эффективности предложенных решений.

Как показывают результаты опытной носки, субъективные теплоощущения работающего в предложенном комплекте соответствуют вариантам "тепло" и "комфортно".

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.В. Проектирование специальной влагозащитной одежды с системой естественной вентиляции пододежного пространства [Текст] дис. канд. техн. наук / А. В. Абрамов. – Орел. – 2007. – 180с.
2. Кошечев, В. С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода [Текст] / В. С. Кошечев. – М. : Медицина, 1981. – 188 с. : ил.
3. Родичева М.В. Проблемы исследования естественной конвекции под одеждой [Текст] / М.В. Родичева, А.В. Уваров, А.В. Абрамов, Ю.Н. Некрасов // Рабочая одежды и СИЗ. – СПб – 2006. – №1(32). – с. 24-26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Маргарита Всеволодовна Родичева

Орловский государственный технический университет г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, зав.кафедрой «Технология и конструирование швейных изделий»
тел(0862)551031, E-mail ral@orel.ru

Антон Вячеславович Абрамов

Орловский государственный технический университет г. Орел
Кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры «Охрана труда и окружающей среды»
тел(0862)419552, E-mail ral@orel.ru

Екатерина Алексеевна Чеканова

Орловский государственный технический университет г. Орел
Аспирант кафедры «Технология и конструирование швейных изделий»
тел(0862)551120, tikshi@ostu.ru

Елена Михайловна Гнеушева

Орловский государственный технический университет г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и конструирование швейных изделий»

тел(0862)551120, tikshi@ostu.ru

УДК 621.785

В. Н. ХРОМОВ, В. Н. КОРЕНЕВ, В. В. БАРАБАШ

ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ ГАЗОПЛАМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ НАПЫЛЕНИИ ПОРОШКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ВОДОРОДНО- КИСЛОРОДНЫМ ПЛАМЕНЕМ

Приведены оборудование, методики и результаты исследований прочности сцепления газопламенных покрытий с основой. Установлена и описана зависимость прочности сцепления от режимов напыления порошковыми материалами водородно-кислородным пламенем.

Techniques and results of researches of durability of coupling of flame coatings with a basis are resulted the equipment. It is established and dependence of durability of coupling on modes spraying by powder materials a hydrogen-oxygen flame is described.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполненные рядом исследователей работы по изучению работоспособности деталей с покрытиями убедительно показали, что основной причиной их разрушения является недостаточная связь между материалом покрытия и основы [1]. По указанной причине, серьезным ограничением на пути более широкого применения изделий, упрочненных покрытиями, следует считать прочность сцепления.

Необходимо отметить, что исследования влияния структуры и свойств исходных материалов основы и покрытия на образование прочных адгезионных связей между ними проводят специальными методами.

Анализ, обоснование и выработка рекомендаций по использованию методов проведения испытаний механических свойств материалов, в том числе и композиционных, полученных методами газопламенного напыления покрытий, один из наиболее важных этапов исследования, который позволит не только объективно судить о механическом поведении деталей при эксплуатации, но и активно управлять ресурсом их работы, воздействуя на состав, структуру, свойства и, естественно, технологию получения покрытий.

Условно методы оценки прочности сцепления покрытия с основой можно разделить на качественные и количественные. При этом последние имеют определенное преимущество, так как дают абсолютные оценочные значения искомых параметров [2].

Следует обратить внимание на то, что отрыв покрытий нормальных к поверхности изделия в большинстве случаев не соответствует условиям работы деталей. Используя внешнюю силу, которая направлена тангенциально к поверхности контакта покрытия, можно нарушить адгезионную связь путем среза, сдвига или кручения.

Представляют интерес методы и устройства испытаний на сдвиг. Для осуществления сдвига необходимо сдвинуть покрытие с поверхности основы и преодолеть сцепление между ними. Величина прочности сцепления зависит от площади контакта покрытия и основы, а также их геометрии.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований использовали высоколегированную конструкционную сталь 15ХГН2ТА ТУ 14-1-3324-82 (КамАЗа). Указанная сталь применяется для изготовления вала промежуточного 14.1701105 коробки передач автомобиля КамАЗ.

Выбор твердосплавного порошка ПР-НХ17С3Р4 ТУ 14-1-3758-84 (НПО «Тулачермет») самофлюсующегося никель-хромового сплава на основе железа с содержанием кремния и бора в качестве материала, напыляемого на поверхность стали 15ХГН2ТА, обоснован необходимостью последующего оплавления по разрабатываемой

технологии и воспроизведения наиболее близкой к исходной твердости поверхности. Фракция порошка не менее 40 мкм и не более 100 мкм.

Сушку порошка проводили в шкафу сушильном СНОЛ-3,5 при температуре $t=120\div 150^{\circ}\text{C}$ в течение $1\div 1,5$ часа, просев - на вибростите 028М.

Перед напылением поверхность цилиндрического образца подвергалась нарезанию рваной резьбы. Для подготовки поверхности использовали станок токарно-винторезный 1М63, резец Т15К6 ГОСТ18879-86.

Технология для подготовки поверхности изделия под напыление осуществляется следующим образом. Поверхность напыляемой детали предварительно обрабатывается на токарном станке, на которую затем наносится «рваная» резьба. Поскольку поверхности детали цементируются на глубину не менее $h=0,8$ мм с высокой твердостью HRC $58\div 62$, то нарезание «рваной резьбы» производится на следующих режимах: глубина резьбы 0,3мм; ширина резьбы 0,15мм; угол 90° ; смещение режущей кромки резца от центра вращения не менее 0,5мм; частота вращения детали 45 мин^{-1} .

Чем меньше разрыв во времени между подготовкой детали к напылению и самим процессом нанесения покрытия, тем выше прочность сцепления нанесенного слоя с деталью. Перерыв между операциями подготовки и напылением не должен превышать 3 часов. Непосредственно перед напылением деталь нагревается в печи СНОЛ-3,5 до температуры 200°C .

Для нанесения покрытий использовали порошковую газопламенную горелку фирмы «ТЕРМИКА» «Искра-1» (рис. 1) с запатентованным сопловым наконечником горелки [3].

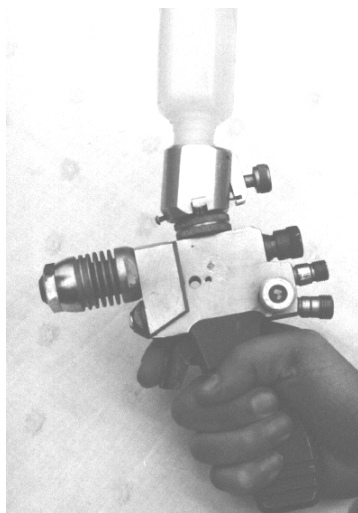


Рисунок 1 – Газопламенная горелка для порошкового напыления «Искра-1»



Рисунок 2 - Электролизно-водные аппараты «Москва»

В качестве горючего газа использовалась водородно-кислородная смесь с органической добавкой пропан-бутана баллонного не более 5%. Транспортирующим газом являлась водородно-кислородная смесь. Для получения водорода использовался электролизно-водный аппарат «Москва-20» (рис. 2).

Водородно-кислородную смесь из аппарата подводят к кислородному штуцеру горелки, а к ацетиленовому штуцеру горелки подводят пропан-бутан. При работе горелкой вентилем «КИСЛОРОД» регулируют мощность пламени (изменяют расход водородно-кислородной смеси), а вентилем «АЦЕТИЛЕН» регулируют окислительные свойства пламени. Чисто водородно-кислородное пламя является окислительным, при добавлении в смесь углеродсодержащего газа (пропан-бутановая смесь) можно получать нейтральное или восстановительное пламя [3].

Режимы напыления:

- 1) кислород - давление $0,4\div 0,45$ МПа, расход $20\div 23$ л/мин;

- ацетилен - давление $0,07 \div 0,1$ МПа, расход $10 \div 15$ л/мин;
 2) водородно-кислородная смесь – давление $0,07 \div 0,1$ МПа, расход $16 \div 24$ л/мин;
 3) пропан-бутан - давление $0,03$ МПа, расход $0,8 \div 1,2$ л/мин;
 4) дистанция напыления $170 \div 200$ мм,
 5) угол атаки 90° , $n=100$ мин⁻¹,
 6) фракция порошка $60 \div 70$ мкм.

Наиболее прочное сцепление порошкового материала с основным металлом (деталью) достигается оплавлением порошка после нанесения его на поверхность детали. Оплавление нанесенных покрытий производили горелкой «Искра-2» без подачи порошка, работающей на следующих газах: кислород баллонный ГОСТ-5583-88 и смесь пропан-бутана баллонного. Участок, покрытый порошком, нагревают до полного расплавления всех зерен металла в напыленном слое, пока не получают блестящую поверхность.

Для оплавления нанесенных покрытий применяли горелку «Искра-2» и следующие материалы: кислород баллонный ГОСТ-5583-88 и пропан-бутановую смесь.

Прочность сцепления при сдвиге оценивается напряжением сдвига:

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{F}{\pi \cdot b \cdot d}, \quad (1)$$

где F – сила сдвига, Н;

S – площадь контакта покрытия с основой, м²;

d, b – соответственно диаметр образца и ширина покрытия, м.

К одному из наиболее распространенных способов испытания на сдвиг относится продавливание образца с покрытием через матрицу, т.е. прочность сцепления с основой исследовалась на сдвиг, согласно методике предложенной в работах [4, 5] по схеме, показанной на рисунке 3.

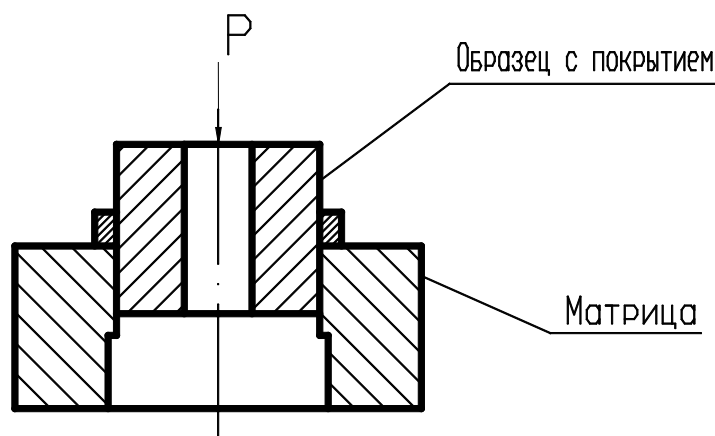


Рисунок 3 - Схема испытания покрытия на сдвиг

На центральную часть поверхности цилиндрического образца (основного металла) напылялось исследуемое покрытие. Образец без покрытия входит по скользящей посадке в матрицу. Затем образец с покрытием устанавливают в матрице таким образом, чтобы покрытие опиралось на торцовую поверхность матрицы [6].

После напыления образцы (рис. 4) охлаждались до комнатной температуры и испытывались продавливанием на прессе типа ZD – 10 производства Германии сквозь закаленное стальное кольцо (рис. 5).

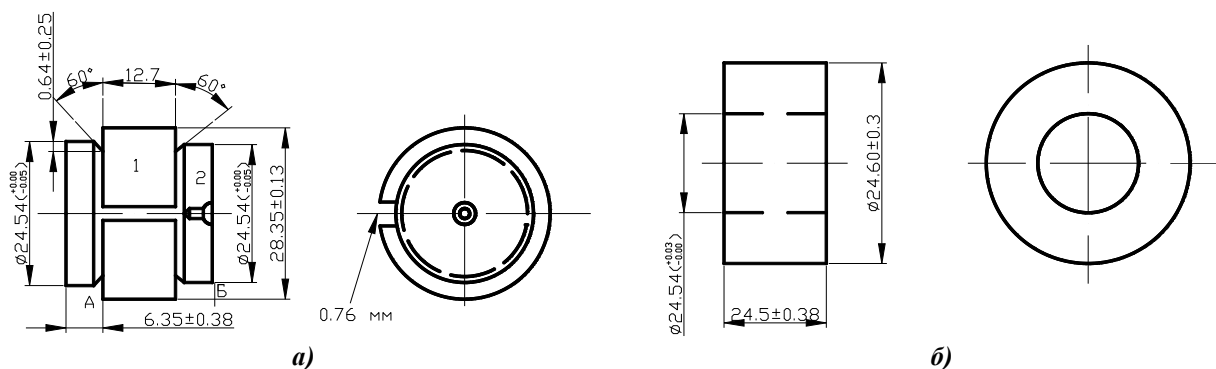
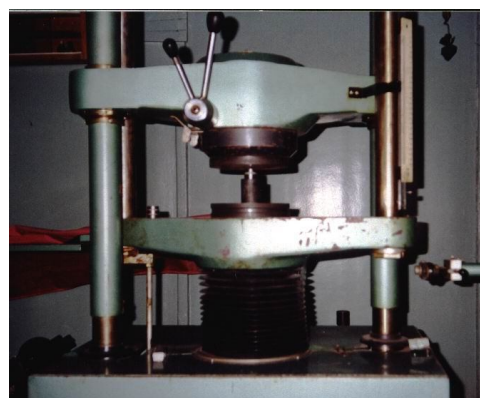
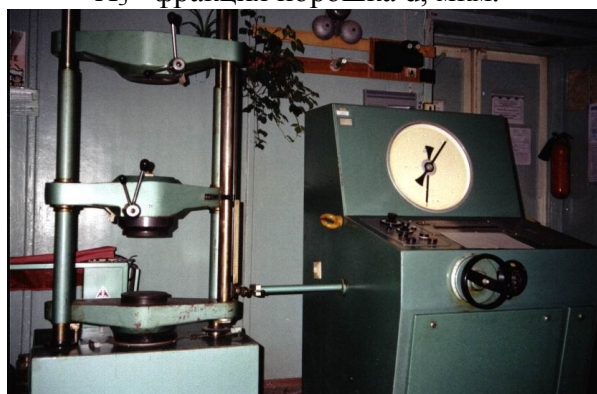


Рисунок 4 – Образец и матрица и для испытания на прочность сцепления при сдвиге: а) и б) – эскизы; в) – фото; 1 – покрытие ($\varnothing 29,36$ мм после напыления и $\varnothing 28,35 \pm 0,13$ мм после чистовой обработки; вырез 0,76 мм); 2 – основа; А и Б поверхности параллельные друг другу и перпендикулярные оси образца.

В качестве математической модели, описывающей зависимость изменения прочности сцепления газопламенного покрытия с основой, выбрана статистическая регрессионная модель. Для получения адекватной модели был поставлен и проведен уровневый факторный эксперимент типа 2^3 , который ставился в локальной области времени. За выходной параметр Y принимали значение прочности сцепления σ , МПа. На основании проведенных опытов и литературных данных в качестве основных факторов, влияющих на прочность сцепления, были выбраны следующие:

- X_1 - дистанция напыления L , мм;
- X_2 - угол напыления α , град;
- X_3 - фракция порошка d , мкм.



а) общий вид

б) пресс

Рисунок 5 - Определение прочности сцепления (фото)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для повышения прочности сцепления напыляемого и основного металла используют различные методы. Проведенный анализ показал, что во всех ранее предлагаемых способах подготовки поверхности под газопламенное напыление, добиться хороших результатов не удастся, до механического соединения напыленного покрытия с основой возможны и другие виды соединения. Например, сплавление напыляемого материала с материалом основы, образующей химическое соединение.

Результаты испытания по определению прочности сцепления основного металла детали (сталь 15ХГН2ТА ГОСТ 4543-81) и напыляемого порошкового материала (ПР-НХ17СЗР4 ТУ 14-1-3758-84) приведены на рис. 6 - 8. В исследованиях воспроизводилась зависимость прочности сцепления при напылении водородно-кислородным пламенем от следующих факторов:

- дистанции напыления (L , мм);
- угла напыления (α , град.)
- фракции порошка (d , мкм).

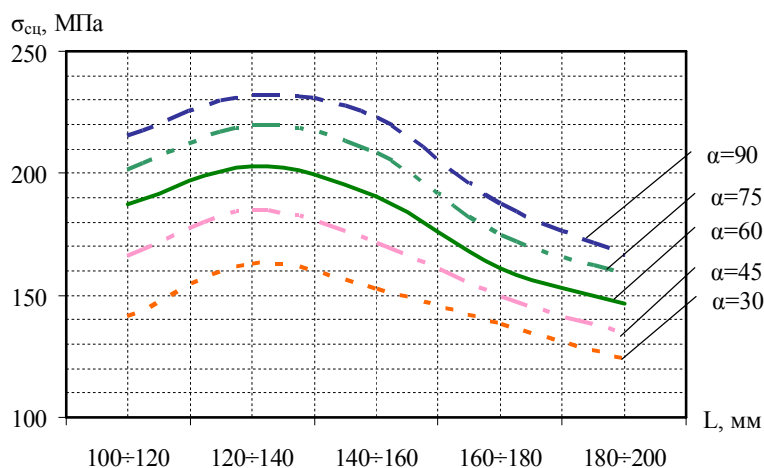


Рисунок 6 – Влияние дистанции напыления L на прочность сцепления $\sigma_{сц}$ (фракция порошка $d=60 \div 70$ мкм)

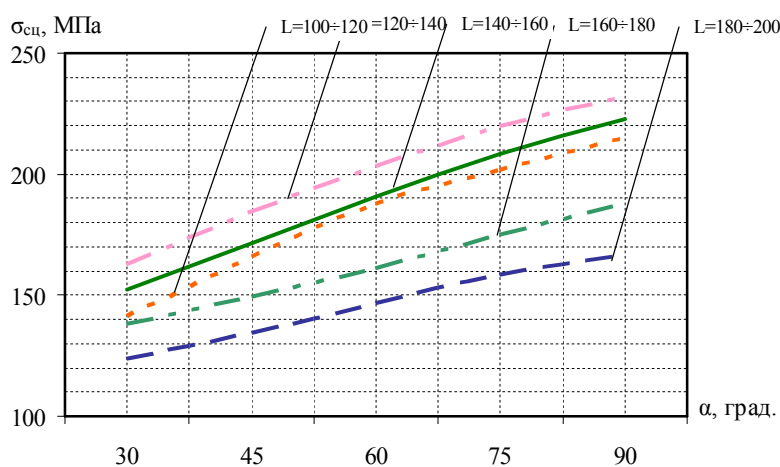


Рисунок 7 - Влияние угла атаки α на прочность сцепления $\sigma_{сц}$ (фракция порошка $d=60 \div 70$ мкм)

Внешний вид образцов продавленных сквозь матрицу после испытания на сдвиг приведен на рисунке 9.

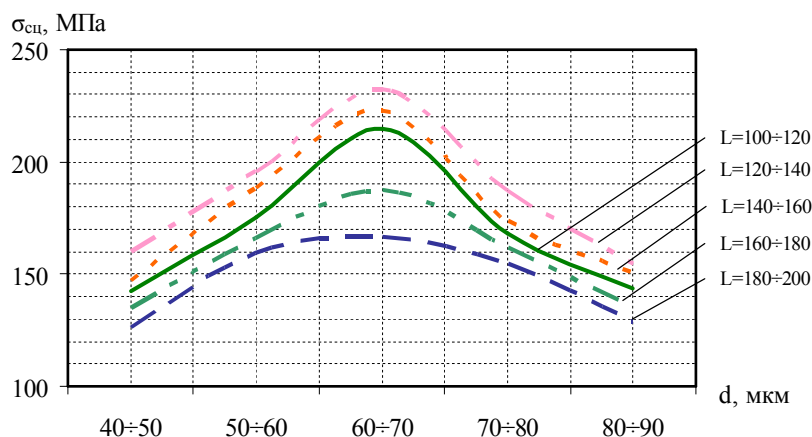


Рисунок 8 - Влияние фракции порошка d на прочность сцепления $\sigma_{сц}$ (угол атаки $\alpha=90$ град.)



Рисунок 9 – Внешний вид образцов продавленных сквозь матрицу после испытания на сдвиг.

Одним из важных технологических параметров напыления является расстояние между изделием и распылителем. Рассмотрим влияние дистанции напыления на прочность сцепления покрытий и проанализируем, с какими физическими явлениями это связано. На основании экспериментальных данных построена качественная диаграмма зависимости прочности сцепления покрытия $\sigma_{сц}$ от дистанции напыления L (рис. 6). Начало координат $L=0$ отнесено к месту ввода порошка в распылитель, и зона нагрева до начального плавления будет характеризоваться эффективным нагревом порошка и доведением его до плавления. Протяженность этой зоны близка к длине ядра струи газопламенного распылителя. Высокая прочность сцепления в зоне нагрева до полного плавления объясняется существенным подогревом поверхности подложки струей нагретого газа. В случае приближения подложки к ядру струи процесс переходит в известный процесс наплавки порошком, протекающий с оплавлением обрабатываемой поверхности.

При увеличении дистанции происходит постепенное падение прочности сцепления, связанное с остыванием напыляемых частиц. Однако было замечено, что прочность сцепления падает медленнее, чем температура частиц. По-видимому, по мере увеличения L покрытие все в большей и большей мере формируется из ранее перегретых частиц, которые сохраняют в центре сферы жидкую фазу, затвердевшие частицы обычно отражаются от подложки и в образовании покрытия практически не участвуют. Поэтому с увеличением дистанции коэффициент использования материала падает.

В зоне движения частиц в расплавленном состоянии происходит постепенное падение прочности сцепления, связанное с остыванием напыляемых частиц. Однако было замечено, что прочность сцепления падает медленнее, чем температура частиц. По-видимому, по мере увеличения дистанции покрытие все в большей и большей мере формируется из ранее перегретых частиц, которые сохраняют в центре сферы жидкую фазу, затвердевшие частицы обычно отражаются от подложки и в образовании покрытия

практически не участвуют. Поэтому с увеличением дистанции коэффициент использования материала падает.

Граница между зоной полного плавления и зоной движения частиц в расплавленном состоянии может меняться в широких пределах и зависит от свойств пламени, применяемого горючего газа струи распыляющего (транспортирующего) газа.

Окончательное уравнение регрессии принимает вид

$$Y = -501,36 + 1,68x_1 + 0,87x_2 + 16,39x_3 - 0,01x_1 - 0,13x_3^2 \quad (2)$$

Из уравнения регрессии следует, что на изменение прочности сцепления *влияние оказывает независимое изменение количественных значений исследуемых факторов, а их совместные взаимодействия отсутствуют или малозначимы.*

Исследуя функцию на точки перегиба методом поиска оптимального значения факторов с целевой функцией $Y=f(X_1, X_2, X_3) \rightarrow \max$, с использованием средств ЭТ Microsoft Excel, в рамках нашего диапазона получаем значение $Y = 207,6205235$, при $X_1 = 118,623649$, $X_2 = 90$ и $X_3 = 64,76237938$

Не связанность X_1 и X_3 – и связанность X_3 , говорит о том, что наибольшую прочность сцепления можно достичь при значениях дистанции напыления $L(X_1) = 118,6$ мм, фракции порошка $d(X_3) = 64,8$ мкм и углом напыления α , 90 град

ВЫВОДЫ

На изменение прочности сцепления влияние оказывает независимое изменение количественных значений исследуемых факторов, а их совместные взаимодействия отсутствуют или малозначимы, а наибольшую прочность сцепления можно достичь при значениях дистанции напыления $L = 115 \div 120$ мм, фракции порошка $d = 60 \div 70$ мкм и углом напыления $\alpha = 90 \pm 5$ град.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаривкер С.Ю., Астахов Е.А., Гайда А.П. Влияние скорости полета напыляемых частиц на прочность сцепления напыленных покрытий. – Физика и химия обработки материалов, 1974. №5 с. 157 – 164.
2. Шмелева М.Н. Контролер работ по металлопокрытиям. – М.: Машиностроение, 1980. – 176 с.
3. Пат. 2211096 Российская федерация, МПК⁷ В05В 7/20. Способ газопламенного напыления порошковых покрытий и горелка для его осуществления. Хромов В.Н., Плетнев Э.П., Абашев Н.Г., Верцов В.Г., Коровин А.Я., Верцов В.В., Барабаш В. В. - №2001125813/12; заявл. 20.09.2001; опубл. 27.08.2003. г. Бюл. №24. – 8 с.
4. Дорожкин Н. Н. Методические рекомендации по определению адгезионной прочности покрытий. – Минск: Ураджай, 1985. – 54 с.
5. Рыжков Э.В., Сулов А.Г., Федоров В.П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979. – 176 с.
6. Хасуи А., Моричаки О. Наплавка и напыление /Пер. с яп. В.Н. Попов; Под ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина/. – М.: Машиностроение, 1985. – 240с., ил.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Василий Николаевич Хромов

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Доктор технических наук, зав. кафедрой «Надежность и ремонт машин», профессор
Тел.: +7(4862)430741
E-mail: chrom@orel.ru

Владислав Николаевич Корнев

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Надежность и ремонт машин»
Тел.: +7(910)3047479
E-mail: korenev-vlad@list.ru

Виталий Витальевич Барабаш

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Мастер производственного обучения кафедры «Надежность и ремонт машин»
Тел.: +7(4862)723971
E-mail: vbarabash@list.ru

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ НА СКРЕЩИВАЮЩИХСЯ ОСЯХ

Одним из широко используемых способов повышения прочности, долговечности деталей класса «Валы» является применение поверхностно-пластического деформирования (ППД). Метод ППД заключается в уплотнение волокон металла в направлении воздействия инструмента. Установлено [1,2,3], что в результате воздействия волокна металла перераспределяется и повышается износостойкость поверхности.

В настоящее время существует ряд методов упрочняющей обработки, которые позволяют получить характеристики поверхностей приближенных к структурам приработки.

Одним из применяемых технологических способов упрочнения ППД является обкатывание роликом [3]. Обработка осуществляется одним роликом с высокой жесткостью технологической системы. При существующих схемах обкатывания реакция от инструмента направлена в противоположную сторону от направления подачи, что затрудняет смещение металла.

Для получения физико-механических свойств, необходимо в процессе ППД создать условия подвижного (скользящего) локального контакта между инструментом и заготовкой.

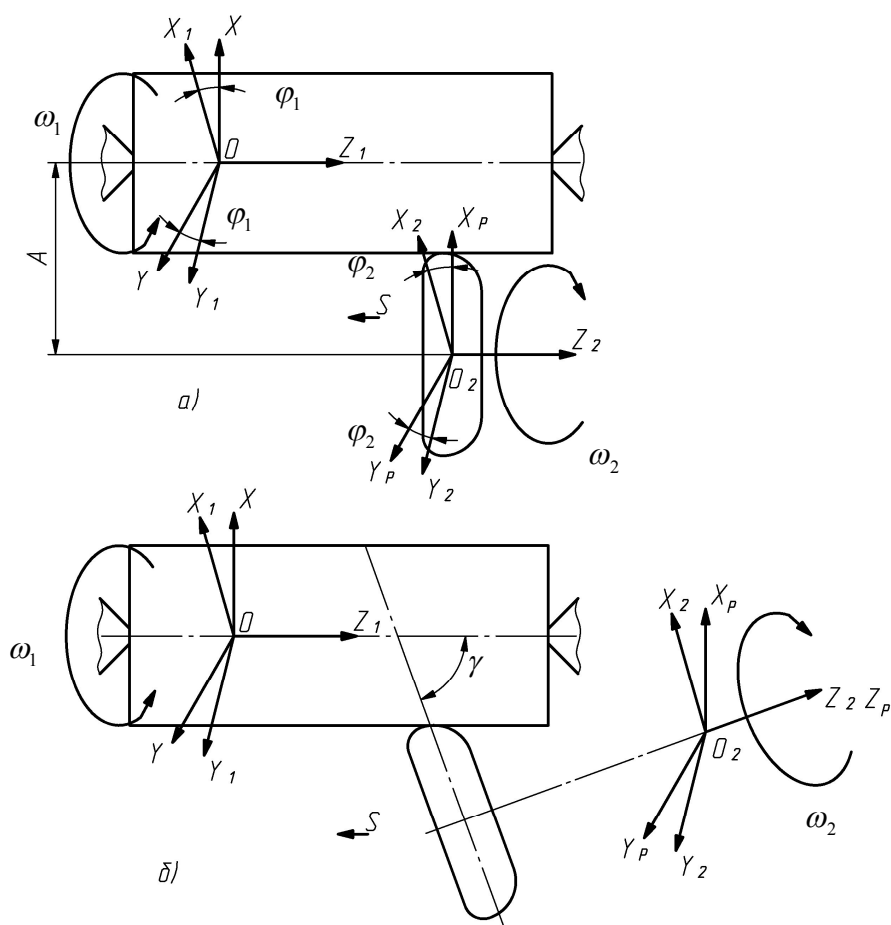


Рисунок 1

Для решения задачи традиционная схема, когда оси детали и инструмента расположены параллельно для реальных условий не пригодна (рисунок 1,а). Поэтому в исследованиях принята схема накатывания поверхности при скрещивающихся осях (рисунок 1.б). Предлагаемый метод позволяет уменьшить зону затрудненной деформации, а контактное трение в данном случае будет выполнять активную роль и благоприятствовать смещению металла в сторону противоположную обработанным участкам. Принятые условия позволят установить рациональный профиль инструмента и усовершенствовать кинематику процесса ППД.

Моделирование инструмента проведено на основе матричного анализа. Известно [5,6], что движение инструмента и заготовки рассматривается в системе неподвижных и подвижных координат $O_1x_1y_1z_1$, $O_2x_2y_2z_2$. Задача анализа связь координат подвижной системы, связанной с деталью ($O_1x_1y_1z_1$), с координатами подвижной системы, связанной с роликом ($O_2x_2y_2z_2$). Для этого введены промежуточные неподвижные системы координат O_{xy} , $O_{px}y_pz_p$. Расстояние между центрами систем $O_1x_1y_1z_1$, $O_2x_2y_2z_2$ обозначается A (межосевое расстояние).

Согласно [9] применены формулы преобразования координат:

$$x=x'+a; y=y'+b; z=z'+c, \quad (1)$$

$$\begin{cases} x=x'\cos(i'i)+y'\cos(j'i)+z'\cos(k'i) \\ y=y'\cos(i'j)+y'\cos(j'j)+z'\cos(k'j) \\ z=z'\cos(i'k)+y'\cos(j'k)+z'\cos(k'k) \end{cases}, \quad (2)$$

где (1) – формулы переноса координат;

(2) – преобразование координат при повороте на угол α .

Принимаем, что между неподвижной системой координат (заготовка) и подвижной системой координат (инструмент) существует связь

$$\vec{r}_2 = M_{2p}M_{p0}M_{01}\vec{r}_1, \quad (3)$$

$$\vec{r}_2 = M_{21}\vec{r}_1, \quad (4)$$

где \vec{r}_1 и \vec{r}_2 - столбцевые матрицы радиус векторов одной и той же точки в системах $x_1y_1z_1$ и $x_2y_2z_2$.

Переход от системы $O_1x_1y_1z_1$ к промежуточной O_{xy} , которая повернута относительно $O_1x_1y_1z_1$ на угол φ , в данный момент времени имеет вид:

$$M_{10} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

Неподвижная промежуточная система $O_{px}y_pz_p$ повернута на угол γ относительно промежуточной системы $O'x'y'z'$:

$$M_{O'O_p} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & \sin \gamma \\ 0 & -\sin \gamma & \cos \gamma \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Система координат $O_2x_2y_2z_2$, жестко связанная с роликом, повернута относительно $O_{px}y_pz_p$ на угол φ_2 .

$$M_{O_p2} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_2 & -\sin \varphi_2 & 0 \\ \sin \varphi_2 & \cos \varphi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Произведя подстановку в формулу (3) из выражений (5), (6), (7) имеем следующую зависимость:

$$\begin{cases} x_1 = (\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 + \sin \varphi_2 \sin \varphi_1 \cos \gamma) x_2 + (-\sin \varphi_2 \cos \varphi_1 + \cos \varphi_2 \sin \varphi_1 \cos \gamma) y_2 + \\ \quad + \sin \varphi_1 \sin \gamma z_2 + A \cos \varphi_1, \\ y_1 = (-\cos \varphi_2 \sin \varphi_1 + \sin \varphi_2 \cos \varphi_1 \cos \gamma) x_2 + (\sin \varphi_2 \sin \varphi_1 + \cos \varphi_2 \cos \varphi_1 \cos \gamma) y_2 + \\ \quad + \cos \varphi_1 \sin \gamma z_2 - A \sin \varphi_1, \\ z_1 = -\sin \varphi_2 \sin \gamma x_2 - \cos \varphi_2 \sin \gamma y_2 + \cos \gamma z_2. \end{cases} \quad (8)$$

В матрицу (8) вводим движения подачи инструмента. В данном случае результирующая матрица примет вид:

$$\begin{cases} x_2 = (\cos\varphi_1 \cos\varphi_2 + \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\gamma)x_2 + (-\sin\varphi_2 \cos\varphi_1 + \cos\varphi_2 \sin\varphi_1 \cos\gamma) y_2 + \\ \quad + \sin\varphi_1 \sin\gamma z_2 + (-A \cos\varphi_1 - \psi \sin\gamma \sin\varphi_1), \\ y_2 = (-\cos\varphi_2 \sin\varphi_1 + \sin\varphi_2 \cos\varphi_1 \cos\gamma)x_2 + (\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos\gamma) y_2 + \\ \quad + (\cos\varphi_1 \sin\gamma) z_2 + (A \sin\varphi_1 - \psi \sin\gamma \sin\varphi_1), \\ z_2 = -\sin\varphi_2 \sin\gamma x_2 - \cos\varphi_2 \sin\gamma y_2 + \cos\gamma z_2. \end{cases} \quad (9)$$

Для получения уравнений поверхности накатника рассмотрен метод определения двухпараметрического семейства поверхностей (поверхность инструмента и заготовки находится в непрерывном взаимном касании). В относительном движении такие поверхности являются взаимнооггибаемые.

При двухпараметрическом огибании поверхность, накатываемая роликом определяется выражением:

$$\vec{r}_2 = M_{21} \vec{r}_1, \quad (10.1)$$

$$f_1 = f_1(V, \varphi_1, \psi), \quad (10.2)$$

$$f_2 = f_2(V, \varphi_1, \psi). \quad (10.3)$$

Второе (10.2) и третье (10.3) уравнение, являются уравнениями непрерывности касания ролика и детали. Третье (10.3) уравнение представляет собой скалярное произведение вектора нормали к обрабатываемой цилиндрической поверхности на вектор относительной скорости движения точки накатываемой детали при фиксированном параметре φ_1 и переменном ψ в подвижной системе координат $x_1 y_1 z_1$.

В результате преобразований и решений данных выражений, накатной ролик в прямоугольных координатах можно записать при помощи четырех трансцендентных уравнений:

$$\begin{cases} x_2 = x_1 (\cos\varphi_1 \cos\varphi_2 + \cos\gamma \sin\varphi_1 \sin\varphi_2) + y_1 (-\sin\varphi_1 \cos\varphi_2 + \cos\gamma \cos\varphi_1 \sin\varphi_2) - \\ \quad - z_1 (\sin\gamma \sin\varphi_2 + A \cos\varphi_2); \quad (11.1) \\ y_2 = x_1 (-\cos\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\gamma \sin\varphi_1 \cos\varphi_2) + y_1 (\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\gamma \cos\varphi_1 \cos\varphi_2) - \\ \quad - z_1 \sin\gamma \cos\varphi_2 - A \sin\varphi_2; \quad (11.2) \\ z_2 = x_1 \sin\gamma \sin\varphi_1 + y_1 \sin\gamma \cos\varphi_1 + z_1 \cos\gamma \quad (11.3) \\ f_1(V, \psi, \varphi_1) = 0; \quad x_1 = x_1(V, \psi); \quad y_1 = y_1(V, \psi); \quad z_1 = z_1(V, \psi); \quad (11.4) \end{cases}$$

Для определения профиля ролика для накатки детали необходимо рассчитать координаты x_2, y_2 приведенной системы в подвижной системе координат.

Порядок решения системы (11) следующий: четвертое уравнение системы (11.4) подставляем в третье (11.3). Далее задавая необходимую координату z_2 и варьируя аргументом V отыскиваем угол поворота, φ_1 при котором происходит касание накатываемой детали с роликом. Затем подставляя найденные углы φ_1 в первые два уравнения системы (11) находим координаты x_2, y_2 накатного ролика в зависимости от z_2 .

В результате моделирования получена общая зависимости, что позволят определить и прогнозировать кинематику процесса ППД на скрещивающихся осях. Предложено уравнение непрерывного касания заготовки и инструмента. Получено уравнение описывающие геометрические параметры ролика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. - М.: Машиностроение, 2002. - 300 с.
2. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1982 - 248 с.
3. Школьник Л.М., Шахов В.И. Технология и приспособления для упрочнения и отделки деталей накатываем. - М.: Машиностроение, 1964 - 184 с.
4. Шнейдер Ю.Г. Чистовая обработка металлов давлением М. - Л., Машгиз, 1963 - 272 с.
5. Справочник по математике. Под ред. Корн Г., М.: Наука, 1968, - 720 с.
6. Фрезер Р., Дункан В., Коллар А., Теория матриц и её приложения, Изд-во иностр. лит., 1950 - 446 с.
7. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. Главная редакция физ.-матем. лит-ры издательства «Наука» 1967 - 575 с.
8. Сидоренко С.М., Соловьев Л.П., Пронюшкина Т.Г., Сидоренко Е.С. Вычислительная геометрия. М.: «Луч» 1995 - 205 с.
9. Лашнев С.И., Борисов А.Н., Емельянов С.Г. Геометрическая теория формирования поверхностей режущим инструментами. Курск 1997 - 490 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Андрей Викторович Киричек

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика»

директор Технологического института ОрелГТУ

тел./ fax (4862)555524, E-mail: avk@ostu.ru

Михаил Александрович Ядров

Муромский институт Владимирского государственного университета

ассистент кафедры «Станки и инструмент»

тел.(49234)32022, fax (49234)22885, E-mail: murstin@yandex.ru

СТОРУБЛЕВ М.Л., ИВАХНЕНКО А.Г.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Описан процесс управления качеством нанесения гальванических покрытий. Для построения математических моделей процесса нанесения гальванических покрытий предлагается использовать инструменты теории чувствительности. Представлено выражение для определения потерь качества. Выполнено моделирование процесса электролитического хромирования, определены управляющие параметры и назначены допуски на параметры процесса.

The process of quality management of deposit galvanic coating is described. For building of the mathematical models of the deposit galvanic coating process is proposed to use the sensitivity theory tools. The expression for determination of loss of quality is shown. The modeling of the electrolytic chromium-plating process is done, the management parameters are determined and the tolerances of the process parameters are appointed.

В настоящее время в машиностроении для восстановления изношенных деталей, защиты деталей от коррозии, для повышения их износостойкости, поверхностной твердости и т.п. широко используются гальванические покрытия. К качеству гальванических покрытий предъявляется ряд требований и одним из основных показателей качества покрытий является их толщина [1]. Значения толщины гальванических покрытий должны находиться в пределах установленного допуска (двухсторонний допуск), либо быть не менее установленного значения (односторонний допуск). В первом случае получают так называемую «размерную деталь», требования к точности изготовления которой являются более жесткими, так как от полученного размера зависит способность, как самой детали, так и всего изделия выполнять свое служебное назначение. Во втором случае получением заданной толщины стремятся обеспечить защитные свойства, поверхностную твердость, износостойкость детали и т.д. [1-5].

В соответствии с традиционным представлением о качестве все изделия являются в равной степени качественными, если их показатели качества находятся в пределах допуска, т.е. внутри зоны допуска потери качества равны нулю. Но, на основании функции потери качества Тагути [6], с удалением значения показателя качества изделия от номинального значения, причем в любую сторону, качество изделия снижается, в том числе и в пределах допуска. Всякое отклонение показателя качества от номинального значения сопряжено с той или иной потерей качества изделия. Выражение для определения функции потерь качества имеет вид:

$$L(y) = c(y - y_0)^2 \quad (1)$$

где y – текущее значение показателя качества; y_0 – номинальное значение показателя качества; c – коэффициент, характеризующий денежный эквивалент.

Так как процесс нанесения гальванических покрытий связан с расходом дорогостоящих (цинк, кадмий, хром и т.д.), а также драгоценных металлов (серебро, золото), то стремятся получить покрытия, значение толщины которых находилось бы в пределах допуска, но как можно ближе к нижней границе допуска, что соответствует минимальным потерям качества при одностороннем допуске. В этом случае номинальное значение будет совпадать с нижней границей поля допуска.

На Курском ОАО «Прибор» были выполнены экспериментальные исследования процесса электролитического хромирования, единичным показателем качества которого является толщина полученного слоя. На основании данных литературных источников [2-5], а также мнения экспертов предприятия были установлены параметры, влияющие на толщину покрытий при хромировании (входы технологического процесса): x_1 – концентрация хромового ангидрида (CrO_3 , г/л); x_2 – концентрация серной кислоты (H_2SO_4 , г/л); x_3 – температура электролита (t , °C); x_4 – катодная плотность тока (D_k , А/дм²); x_5 – время

протекания процесса (τ , мин). Выходом технологического процесса является y – среднее значение толщины хромового покрытия ($\delta_{\text{ср}}$), мкм.

При построении математической модели для оценки степени влияния входных параметров на толщину хромового покрытия использованы инструменты теории чувствительности [7]. Количественно степень влияния оценивается с помощью коэффициентов чувствительности, которые являются частными производными выходного параметра по входным параметрам. Так как зависимость величины толщины покрытия от перечисленных входных параметров в явном виде не установлена, то коэффициенты чувствительности определялись как отношение изменения толщины покрытия к изменению соответствующего параметра.

При количестве входных параметров $n=5$, для определения коэффициентов чувствительности необходимо составить и решить систему из n уравнений, для чего было проведено $n+1$ измерений. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений толщины покрытия и входных параметров при хромировании

№ измерения	CrO_3 , г/л	H_2SO_4 , г/л	t , °C	D_k , А/дм ²	τ , мин	$\delta_{\text{ср}}$, мкм
1	194,8	2,0	50	19,8	40	7,2
2	194,8	2,0	45	20,2	30	6,3
3	194,8	2,0	51	24,0	40	11,6
4	238,1	2,0	50	19,2	40	5,6
5	238,1	2,5	45	20,4	30	6,1
6	238,1	2,5	55	22,2	30	6,6

Значение толщины покрытия ($\delta_{\text{ср}}$) определялось как среднее арифметическое значений, измеренных в 10 точках. Для снижения влияния «краевого эффекта» на точность измерения, точки, в которых проводились измерения толщины, располагались на расстоянии не менее 10 мм от краев деталей, отверстий, выступов (рис.). Для измерения толщины покрытия использовался прибор «КОНСТАНТА К5» производства ЗАО «Константа» г. Санкт-Петербург. Отклонения в величине катодной плотности тока при обработке каждой детали не превышали $\pm 5\%$ от заданной, а значения температуры – не более ± 2 °C.

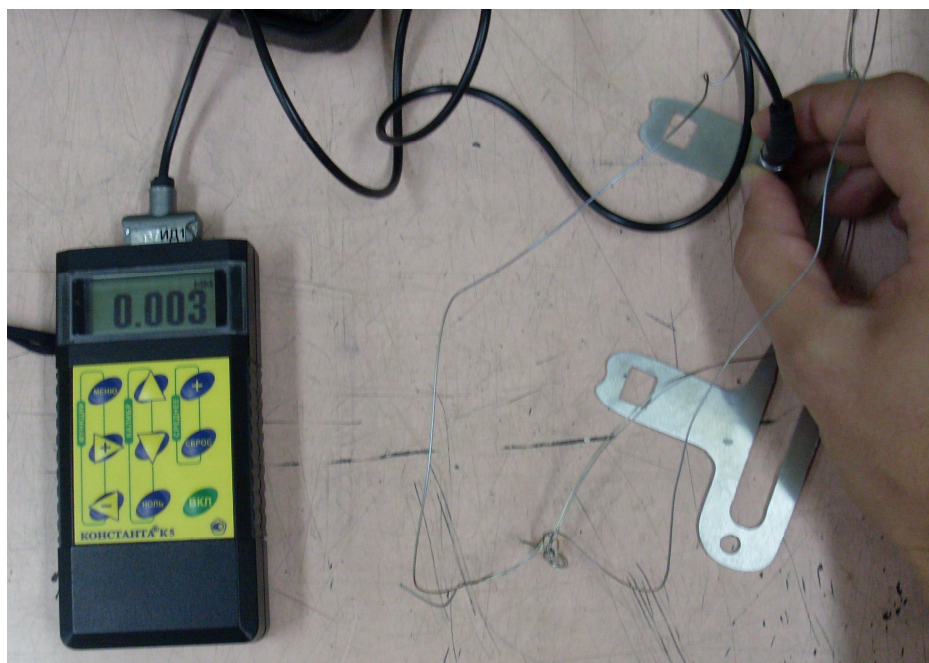


Рисунок 1 – Измерение толщины хромового покрытия

После проведения измерений значений установленных параметров и толщины покрытия были определены значения размахов (приращений) входных параметров и

показателя качества, как разница между их значениями для двух последовательных измерений (далее пара измерений):

$$\Delta x_{ij} = x_{ij+1} - x_{ij}, \quad (2)$$

$$\Delta y_j = y_{j+1} - y_j, \quad (3)$$

где Δy_j ($j = 1, \dots, n$) – значения размахов толщины покрытия в j -ой паре измерений; Δx_{ij} ($i = 1, \dots, n$) – значения размахов i -ого параметра в j -ой паре измерений.

Значения коэффициентов чувствительности определяются из решения системы линейных уравнений

$$\Delta XT = \Delta Y, \quad (4)$$

где ΔX – матрица ($n \times n$) значений размахов входных параметров в измерениях; ΔY – вектор-столбец (n) значений размахов толщины покрытия; T – вектор-столбец (n) коэффициентов чувствительности.

После решения системы уравнений (4) в которой были использованы экспериментальные данные, представленные в табл.1, получена зависимость величины размаха толщины хромового покрытия от величин размахов входных параметров

$$\Delta \delta_{cp} = -0,022 \Delta C_{CrO_3} + 1,069 \Delta C_{H_2SO_4} - 0,145 \Delta t + 1,082 \Delta D_k + 0,206 \Delta \tau. \quad (5)$$

Из полученного выражения следует, что увеличение толщины хромового покрытия связано: с повышением концентрации серной кислоты и катодной плотности тока; с понижением температуры и концентрации хромового ангидрида; с увеличением продолжительности процесса хромирования.

В процессе нанесения покрытий снижение концентрации хромового ангидрида, удельный расход которого превышает удельный расход серной кислоты, происходит быстрее, чем серной кислоты. Для получения качественного покрытия необходимо поддерживать отношение концентраций $CrO_3 : H_2SO_4 \sim 100$ [2-4]. Но на практике возможны колебания этого отношения в пределах $85 \div 115$, что позволяет проводить корректировку ванны с периодичностью $2 \div 3$ раза в месяц, при этом возможно снижение скорости осаждения. В соответствии с выражением (5) периодически снижая катодную плотность тока, можно компенсировать увеличение толщины покрытия, происходящее из-за снижения концентрации хромового ангидрида, обеспечивая получение требуемого значения толщины покрытия за один и тот же интервал времени. При корректировке ванны необходимо контролировать концентрацию обоих компонентов и устанавливать отношение концентраций ~ 100 .

Толщина полученного слоя покрытия зависит от времени протекания процесса, поэтому даже при медленной скорости процесса осаждения хрома можно получить заданную толщину, затратив при этом большее количество времени и электроэнергии, что связано с увеличением затрат. Средняя скорость осаждения покрытия (v_{cp}) – выход процесса является отношением значения толщины хромового покрытия к времени, за которое оно было нанесено. Отметим, что скорость осаждения не является показателем качества гальванических покрытий, а характеризует сам процесс их нанесения. Скорость осаждения зависит от концентрации хромового ангидрида (CrO_3 , г/л), концентрации серной кислоты (H_2SO_4 , г/л), температуры электролита (t , °C), катодной плотности тока (D_k , А/дм²). В таблице 2 представлены данные, связывающие входные параметры со скоростью осаждения покрытий.

Таблица 2

Значения входных параметров и скорости осаждения покрытия при хромировании

№ измерения	CrO ₃ , г/л	H ₂ SO ₄ , г/л	t, °C	D _к , А/дм ²	v _{ср} , мкм/мин
1	194,8	2,0	50	19,8	0,180
2	194,8	2,0	45	20,2	0,210
3	194,8	2,0	51	24,0	0,290
4	238,1	2,0	50	19,2	0,140
5	238,1	2,5	45	20,4	0,203

После решения системы уравнений (4) с использованием данных табл.2, где вектор-столбец ΔY вместо значений размахов толщины покрытия представлял собой значения размахов средней скорости осаждения покрытия, была получена зависимость величины размаха скорости осаждения покрытия от величин размахов входных параметров

$$\Delta v_{cp} = -0,00037\Delta C_{CrO_3} + 0,02261\Delta C_{H_2SO_4} - 0,003835\Delta t + 0,02712\Delta D_k. \quad (6)$$

Увеличение производительности напрямую связано с увеличением скорости осаждения покрытия. На основании выражения (6) для увеличения скорости осаждения необходимо повышать катодную плотность тока и уменьшать температуру электролита. Сравним измерения 1 и 2 (табл. 2). Снижение температуры на 5 °C и повышение плотности тока с 19,8 до 20,2 А/дм² позволили увеличить скорость осаждения с 0,18 мкм/мин до 0,21 мкм/мин.

В качестве управляющих параметров предложено выбрать катодную плотность тока и температуру электролита, последний из которых может изменяться в процессе нанесения покрытия.

Так в зависимости от толщины получаемого покрытия процесс хромирования может протекать несколько часов, что сопряжено с понижением температуры электролита. В результате чего, при условии стабильности остальных параметров, скорость осаждения, а, следовательно, и толщина покрытия, полученная за равные промежутки времени, будут увеличиваться.

Как показали исследования при отношении концентраций ~ 115 и более, увеличение концентрации серной кислоты приводит к снижению скорости осаждения. Кроме того, изменение концентрации компонентов помимо толщины покрытия влияет на внешний вид покрытия, электропроводность раствора и т.д. Температура электролита, катодная плотность оказывают влияние на физико-химические свойства электролита, его структуру, механические и другие свойства.

В результате проведенных исследований на входные параметры процесса электролитического хромирования были назначены следующие допуски: концентрация хромового ангидрида 210 – 250 г/л, концентрация серной кислоты 2,1 – 2,5 г/л, температура 45 – 55°C, катодная плотность тока 15 – 30 А/дм².

Полученные математические модели (5) и (6) позволили выявить наиболее значимые параметры (x_2 – концентрация серной кислоты, x_4 – катодная плотность тока) технологического процесса электролитического хромирования, в наибольшей степени влияющие на изменение толщины покрытия, а также влияние направления изменения входных параметров на толщину. Так, увеличение катодной плотности тока ведет к увеличению скорости осаждения, а увеличение концентрации хромового ангидрида – к уменьшению.

После подстановки любого из уравнений системы (4) в выражение (1), последнее примет вид:

$$L(y) = c(t_1\Delta x_1 + t_2\Delta x_2 + \dots + t_n\Delta x_n)^2. \quad (7)$$

Рассмотрим возможности снижения потерь качества. Сравним измерения 2 и 5 (табл. 1), при которых значения толщины покрытия находятся в пределах допуска. При неизменной температуре и времени протекания процесса, одновременное увеличение концентрации хромового ангидрида от 194,8 г/л до 239,1 г/л, плотности тока от 20,2 А/дм² до 20,4 А/дм²

и концентрации серной кислоты от 2,0 г/л до 2,5 г/л, толщина хромового покрытия уменьшилась от 6,3 мкм до 6,1 мкм. При этом достигается сокращение потерь качества в 9 раз, а затрат, связанных с расходом хромового ангидрида на 3,17%.

Внедрение результатов выполненных исследований на ОАО «Прибор» позволило обеспечить стабильность технологического процесса нанесения гальванических покрытий посредством обоснованного выбора допусков на входные параметры и сократить потери качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9.301–86 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования. – Взамен ГОСТ 9.301–78; введен 1987–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 18 с.
2. Гальванотехника: справочное издание / А.М. Гинберг [и др.] – М.: Металлургия, 1987. – 736 с.
3. Ямпольский А.М., Ильин В.А. Краткий справочник гальванотехника. – Изд. 3-е., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. Ленинград. отделение, 1981. – 270 с.
4. Богорад Л.Я. Хромирование. – Изд. 5-е., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1984 – 97 с.
5. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. Технология электрохимических покрытий: учебник для химических техникумов. – Изд. 2-е. – Л., Машиностроение, 1972. – 464 с.
6. Ефимов В.В. Улучшение качества продукции, процессов, ресурсов: учебное пособие / В.В. Ефимов. – М.: КНОРУС, 2007. – 240 с.
7. Системы автоматизированного проектирования: В 9-ти кн. Кн.5. Автоматизация функционального проектирования: учеб. пособие для втузов / П.К. Кузьмик, В.Б. Маничев; под ред. И.П. Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986. – 144с., ил.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

М.Л. Сторублев

Курский государственный технический университет, г. Курск
аспирант, E-mail: mx100rublev@yandex.ru

А.Г. Ивахненко

Курский государственный технический университет, г. Курск
Доктор технических наук, профессор
тел. (4712) 326100, E-mail: ivakhnenko2002@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

А.В. МОРОЗОВА, И.Ю. КОТОВА

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПО ФАКТОРУ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

В статье предлагается структура социально-профессиональной дифференциации специалистов машиностроительного производства и методика исследования их социально-профессиональной конкурентоспособности по фактору уровня сформированности англоязычных коммуникаций.

In article the structure of social - professional differentiation of experts of machine-building manufacture and a technique of research of their social - professional competitiveness under the factor of a level of property English-speaking communications is offered.

Современный рынок труда – открытая, непрерывно развивающаяся система, в которой главными составляющими являются предложение рабочей силы и спрос на рабочую силу, причем на современном этапе развития общества оба эти компонента имеют высокий уровень динамики. Предложение рабочей силы и требованию к ее качеству постоянно изменяются, обуславливая появление таких новых понятий рынка труда как социально-профессиональная конкурентоспособность специалиста.

Современная рыночная экономика требует формирования и становления руководителей и специалистов предпринимательского типа, энергичных и решительных, способных быстро и адекватно реагировать на изменения в современных рыночных условиях [1]. Одновременно меняется как спрос на рабочую силу, так и спрос на товары и услуги. Новая техника требует новых знаний и создает новые профессии, которые требуют нового уровня коммуникаций, в том числе и англоязычных. При этом работники старых профессий становятся избыточной рабочей силой, и рынок труда испытывает недостаток кадров нового поколения работников, обладающих новым спектром социальных и профессиональных характеристик. По мнению Класа Эклунда, «политика в отношении рынка рабочей силы может перемещаться от ситуации спроса к стимулированию предложения. Это делает рабочую силу более подвижной» [2].

По нашему мнению, следует особо отметить, что понятие **«кадры нового поколения»** отнюдь не означает факта обновления рынка за счет притока на него молодых специалистов, т.к. уровень обновления социально-профессиональных характеристик специалистов, присутствующих на рынке труда, лишь отчасти связан с их возрастом. Значительная часть специалистов старшего (возрастного) поколения, успешно осваивающая инновационные приемы организации труда и реализации своего профессионального потенциала весьма успешно вписываются в категорию «кадры нового поколения». При этом следует отметить, что значительная часть получающей **формально-пассивное образование** молодежи весьма далека от принадлежности к этой категории.

По нашему мнению, получение такого типа образования как формально-пассивное весьма распространено в настоящее время и характеризуется следующими аспектами:

- невысокая требовательность к качеству работы профессорско-преподавательского состава университетов и педагогического состава средних специальных учебных заведений, наличие опыта практической работы по специальности у преподавателей, читающих курсы учебных дисциплин, соответствие изложения курсов содержанию ГОС специальности и рабочих программ учебных дисциплин;

- низкий уровень заинтересованности студентов в соответствии тематики лекционного курса, семинарских, практических и лабораторных работ содержанию предстоящей профессиональной деятельности молодого специалиста;
- низкий уровень посещаемости студентами учебных занятий с одной стороны, и, с другой стороны, массовая заинтересованность преподавателей в выставлении этим студентам положительных оценок, подтверждающих «наличие» у них определенного достигнутого уровня знаний, умений и навыков в соответствии с ГОС специальности;
- безразличие студентов к факту подбора образовательными учреждениями таких баз производственной (профессиональной) практики, которые не соответствуют по содержанию реализуемой деятельности возможности получить студенту-практиканту профессиональные навыки в соответствии с ГОС специальности;
- отсутствие активного поиска студентами вузов и ссузов возможности начать свою профессиональную деятельность посредством реализации модели «опережающего трудоустройства» в рамках изучаемой специальности еще имея статус студента образовательного учреждения, что, в целом, не способствует как приобретению первичного профессионального опыта, так и подбору необходимого для студенческой исследовательской работы эмпирического материала;
- отсутствие ярко выраженной нацеленности студентов на получение в дальнейшем на рынке труда статуса молодого специалиста именно в той сфере профессиональной деятельности, в соответствии с которой был получен диплом специалиста [3].

Индивидуальное профессиональное развитие, несмотря на различия в конкретных видах труда, имеет общую цель – становление субъекта, способного самостоятельно, качественно и своевременно осуществлять профессиональные функции с минимальными психофизическими затратами [4]. Первое – создание субъектом внутренних средств профессиональной деятельности (профессиональная идентичность). Это многоканальный процесс формирования специальных знаний и навыков, необходимых и достаточных в определенной предметной области, в ходе которого происходит расширение информационно-психологического пространства профессионала и поэтапное структурное изменение личности, повышающее автономность ее поведения при решении профессиональных задач (т.е. закладываются основы внутренней профессиональной идентичности личности). Второе – формирование внешних средств профессиональной деятельности, включающее процесс накопления фиксированных знаний и социальных регуляторов в данном профессиональном сообществе и развитие (информационное и технологическое) материальных средств труда в соответствующей предметной области, что обеспечивает расширение информационного пространства профессии и повышает внешнюю идентичность профессионала.

По нашему мнению, уровень активности человека в профессиональной среде тем выше, чем больше уровень его позитивной «агрессивности» (термин американского социолога И. Н. Ансоффа [5]) в профессиональной сфере. Это, в свою очередь, определяет высокий уровень его профессионального самосознания и приближает его к возникновению профессиональной «самости» (термин А. Маслоу [6]), которую можно ассоциировать с осознанием себя как профессионала в определенной сфере деятельности. Вместе с тем, по нашему мнению, процесс профессиональной социализации, в отличие от профессионального обучения, как деятельности, характеризуемой высоким уровнем управляемости, в большей степени обусловлен личностным, субъективным фактором, а сама избирательность индивида по отношению к содержанию деятельности и обеспечивающим ее технологиям и инструментам, необходимым для освоения в использовании в своей профессиональной деятельности, и является критерием, который оставляет за специалистом право на то, что может быть именуемо как профессиональная «самосоциализируемость» (термин российского социолога И.А. Щеглова [7]).

Важнейшую роль в саморегуляции поведения личности играют феномены самооценочного характера, которые, относясь к сфере самосознания, являются одной из областей становления личности профессионала. Особый интерес вызывает центральный механизм саморегуляции – феномен самоэффективности как важный фактор формирования уровневой динамики профессиональной социализации. Самоэффективность раскрывает мнение индивидуума относительно своей способности мобилизовать мотивацию, когнитивные ресурсы, поведенческую активность, необходимые для контроля над ситуацией с целью достижения намеченных целей индивидуального профессиогенеза.

Социологический подход к профессиональной социализации индивида, по нашему мнению, позволяет провести, во-первых, анализ степени освоения профессиональных ролей и уровня интегрированности индивида в данную социально-профессиональную группу (в том числе потенциала постоянства принадлежности к данной профессиональной группе социума и горизонтальной профессиональной мобильности), во-вторых, выделить несколько уровней индивидуальной дифференциации профессиональной социализации [8]. Поскольку коммуникативная культура является одним из компонентов профессиональной «самосоциализируемости» личности специалиста, то, по-нашему мнению, целесообразно рассматривать следующие уровни профессионально-ролевого дифференциала по фактору сформированности англоязычных коммуникаций и интегрированности специалиста в англоязычную профессиональную среду. Актуальность такого подхода обусловлена глобализацией экономики, развитием международных связей, необходимостью для поддержания успешности бизнеса взаимодействия с зарубежными партнерами.

1. Индивида можно считать **неинтегрированным** в англоязычную среду, если его образовательная траектория не содержала ни обучающих курсов, ни элементов самообразования, позволяющих ему получить первичные навыки англоязычных коммуникаций.

2. **Первичный уровень интегрированности** в англоязычную среду достигается индивидом, который имеет первичные представления об англоязычных коммуникациях. Такой индивид или осуществляет попытку освоения первичных навыков англоязычных коммуникаций на уровне самообразования, или прошел первичный этап обучения иностранному языку. Этот процесс реализуется через непосредственное (просмотр англоязычных фильмов и прослушивание песен с англоязычным текстом) или опосредованное (знакомство с англоязычными надписями на майках, на рекламной продукции, на этикетках товаров и т.д.) установление англоязычных коммуникаций или обучение английскому языку на уровне стандарта общего среднего образования. В этом случае индивид не испытывает интереса к дальнейшему изучению английского языка, не идентифицирует себя с такой деятельностью, которая требовала бы поддержания своей профессиональной конкурентоспособности на высоком уровне, в том числе, за счет наличия интенсивных англоязычных коммуникаций. На рынке труда в рамках своей профессии эти специалисты могут иметь достаточно высокий уровень сформированности профессиональных навыков, но они могут иметь статус востребованных специалистов преимущественно в регионе своего постоянного проживания, т.е. имеют низкий уровень миграционно-профессиональной мобильности.

3. **Низкий уровень интегрированности** в англоязычную среду достигается индивидом, который прошли обучение по программам освоения иностранного языка вузов, профессиональных колледжей или профильных (англоязычных) школ, но в дальнейшем не испытывают интереса к развитию англоязычных коммуникаций в рамках своей профессиональной деятельности, хотя и являются носителями остаточных англокоммуникационных навыков. При этом факторами, влияющими на качество и количество усвоенного обучаемыми материала, являются: географическое расположение местности, в которой проживает обучаемый (город или село, крупный мегаполис или провинциальный центр и т.д.), компетентность преподавателей, уровень финансирования и образовательная профильность школы, колледжа или вуза, его исторический рейтинг

(наличие в образовательном учреждении победителей олимпиад по учебным дисциплинам, определяющим профиль образовательного учреждения; специалистов, являющихся выпускниками учебного заведения, которые сформировали успешную профессиональную карьеру и т.д.). Как правило, специалисты, имеющие низкий уровень интегрированности в англоязычную профессиональную среду, обладают высоким уровнем потенциальной горизонтальной составляющей профессиональной мобильности в рамках профессии одного направления.

4. **Средний уровень интегрированности** в англоязычную профессиональную среду означает, что человек, вступая в зрелую стадию профессиональной социализации, формирует индивидуальный стиль своей профессиональной деятельности, содержащий элементы интегративного взаимодействия с представителями социальной группы носителей данной профессии, часть которых представляют англоязычные коммуникации посредством знакомства (как правило, перевода со словарем) с англоязычными публикациями. Вместе с тем, на этом этапе профессиональной социализации у специалиста не происходит формирование профессиональной самости, т.е. в рамках конкретной социально-профессиональной группы его оценивают лишь как «носителя» данной профессии, а поэтому не возникает потребности в активном расширении своих знаний за счет активизации англоязычных коммуникаций. В этой ситуации для специалиста бывает достаточным получение дополнительных знаний в области английского языка на краткосрочных языковых курсах или недолговременная работа с переводчиком-профессионалом.

5. **Высокий уровень интегрированности** в англоязычную профессиональную среду предполагает, что специалист в ходе профессиональной социализации достигает уровня профессионального самосознания; наличие такого уровня выражается в появлении у человека профессиональной самости и его оценивают как специалиста высокой квалификации, профессионала. В этой связи, потребность в непосредственных англоязычных коммуникациях становится естественной, стираются границы контактов с представителями различных стран и народов при реализации своих профессиональных интересов, а английский язык становится одним из инструментов достижения конкретных профессиональных целей.

6. **Максимальный уровень интегрированности** в англоязычную профессиональную среду характеризуется тем, что в плане формирования Я-концепции личности он достигает уровня самоактуализации, а, благодаря владению английским языком на уровне, близком к уровню носителей языка, становится «Человеком Мира», имеющим высокий уровень миграционно-профессиональной мобильности на международном уровне, осуществляющим переписку с гражданами других государств, поддерживающим коммуникации с профессионалами в рамках своей сферы деятельности вне зависимости от гражданства своих коллег.

В этой связи, основные уровни освоения русскоязычными специалистами английского языка можно представить следующим образом:

Уровень основной средней школы (низкий уровень). Так как в настоящее время существует множество средних учебных заведений, каждое из которых самостоятельно формирует как содержательную, так и методическую составляющую образовательного процесса, то качество и количество получаемых школьниками знаний широко дифференцированы. Факторами, влияющими на результат овладения навыками англоязычных коммуникаций, являются: расположение школы (выпускники школ, расположенных в крупных городах, имеют уровень сформированности англоязычных коммуникаций значительно выше, чем выпускники школ периферии), педагогический состав, уровень финансирования учебного заведения, профильность образовательного процесса, взаимное сотрудничество школы с профессиональными колледжами и вузами, исторический рейтинг школы и т.д. Уровень средней школы предполагает знание базовых выражений, характеризующих бытовые моменты, построение предложений, умение задать

вопрос к предложению, чтение простых текстов и возможность построения диалога на заданную тематику.

Уровень профильной основной средней школы (средний уровень) может быть сформирован не только в условиях профильной (англоязычной) школы, но и при взаимодействии с репетитором, или посредством дополнительных занятий на курсах для одарённых детей, языковых курсах (для средних ступеней обучения). Кроме того, большинство столичных школ дают учащимся материал в объёме среднего уровня владения языком. Такой уровень владения англоязычными коммуникациями предполагает чтение несложных художественных и публицистических текстов, грамотную и содержательную устную речь, возможность быстро и хорошо развить предложенную ситуацию в диалоговой форме, умение рассуждать на предложенную тему, причём как в устной, так и в письменной форме.

Высокий уровень (бизнес-уровень) достигается на старших ступенях языковых курсов, а также при непосредственном общении с носителями языка. Уровень лингвистов, языковедов и специалистов, чья профессиональная деятельность связана с любыми формами межгосударственного общения. Такой уровень означает свободное изъяснение на языке, включающее в себя использование узкоспециализированных терминов, необходимых для детального решения вопросов в рамках данной профессии и направления. Письменная речь включает как изложение мыслей, так и навыки деловых коммуникаций (составление деловых писем, отчётов, договоров).

Максимальный уровень предполагает освоение такого уровня владения иностранным языком, которое можно получить исключительно при достаточно длительном общении с носителями языка. Лексический запас включает выражения и словесные обороты страны – носителя языка, письменная речь не затруднена и практически не ограничена, свободное ориентирование в любой диалоговой ситуации. Также важной особенностью именно этого уровня является мышление на языке, когда при необходимых для того условиях человек начинает «думать на иностранном».

Таким образом, знание иностранного языка, уровень сформированности англоязычных коммуникаций как средства международных коммуникаций существенно повышает уровень конкурентоспособности специалиста на рынке труда. Современная система образования предоставляет большой спектр возможностей для повышения специалистом уровня владения английским языком. Кроме языковых курсов и дополнительных занятий с репетиторами для лиц, профессионально ориентированных и заинтересованных в профильном изучении языков, существуют программы международного обмена студентами, стажировки за рубежом, разнообразные магистерские программы, а также варианты культурного обмена по программам Au Pair и Work & Travel, подразумевающие познание языка на условиях временного проживания в стране – носителя языка и культуры, а также работы в ней. При этом особенно актуальным является умение быстро адаптироваться к изменяющимся условиям жизни и труда, учитывать постоянное изменение и совершенствование языка. Кроме того, умение чувствовать изнутри и сопоставлять культуры нескольких народов помогают специалистам лучше понять стиль жизни иностранного государства, с которым им приходится взаимодействовать, а также прогнозировать варианты создания более рациональных условий сотрудничества, делать производство и социальное взаимодействие максимально эффективным. Таким образом, высокий уровень сформированности англоязычных коммуникаций является одним из ведущих факторов повышения конкурентоспособности специалиста на рынке труда, а, следовательно, и востребованности его результатов труда, особенно при высоком уровне социально-ролевого профессионального дифференциала.

В этой связи, по нашему мнению, особый интерес представляет экспертный анализ социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста по фактору сформированности англоязычных коммуникаций. Анализируемой социально-

профессиональной группой в нашем исследовании являлась группа специалистов технического профиля (сферы машиностроительного производства).

Рассмотрение накопленного опыта в использовании метода анализа иерархий (МАИ) [9] для решения самых разнообразных задач как выбора оптимального решения, так и смежных вопросов [10], позволяет утверждать о перспективности его применения в задачах выбора приоритетного типа производства (ПП) специалистов машиностроительного профиля, имеющих определенный уровень сформированности англоязычных коммуникаций, основанного на анализе компонентов их социально-профессиональной конкурентоспособности на современном рынке труда.

Определяющим этапом МАИ является построение иерархии, позволяющей оценить силу влияния компонентов социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов машиностроительного профиля на выбор приоритетного типа машиностроительного производства для оптимальной реализации своего профессионального потенциала.

Эта иерархия содержит три уровня.

III уровень – различные типы машиностроительного производства: А – высокотехнологичное производство, основу организации которого составляют договоры о международном партнерстве и разделении труда, использующее, как правило, иностранный капитал, оборудование, технологии и частично кадры, в этой связи реализующее широкий спектр англоязычных коммуникаций как профессиональной, так и социальной направленности; В – отечественное производство, имеющее высокий уровень технической оснащенности и технологической культуры производства, реализующее незначительный объем, как правило, узконаправленных англоязычных коммуникаций профессионального профиля; С – промышленные предприятия, имеющие традиционный (как правило, сформированный преимущественно до 90-х годов XX века) уровень технического оснащения производства и соответствующий ему уровень технологической культуры производства; D – предприятия, реализующие систему структурно-интегрированного производства (совмещение научных исследований и производственной деятельностью, совмещение различных видов производственной деятельности и т.д.), которые требуют высокого уровня коммуникаций в различных сферах производства и экономического взаимодействия.

II уровень – компоненты социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов технического профиля.

I уровень – цель (фокус) – экспертная прогнозная оценка социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста.

В результате экспертной оценки получен набор значимых характеристик, изменение которых может повлиять как на индивидуальный уровень конкурентоспособности специалиста, так и на качество трудовых ресурсов определенного профиля в целом.

В данном исследовании нами решалась частная проблема оценки места англоязычных коммуникаций в системе конкурентных преимуществ специалистов машиностроительного производства, а также выбора оптимального вида производства для специалистов, имеющих различный уровень сформированности англоязычных коммуникаций. Исследование проводилось с применением экспертной компьютерной системы поддержки принятия решений Expert Decide 2.0. При этом мы исходим из того, что наиболее эффективным методом определения потенциала социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста машиностроительного профиля является экспертная оценка рейтинга его потенциальной пригодности для трудоустройства в условиях определенного типа машиностроительного производства с учетом наличия оптимальной возможности к реализации его профессионального потенциала.

Любая методология экспертной оценки рейтинга характеризуется двумя взаимосвязанными аспектами [10]: социологическим, относящимся к методике получения необходимой эмпирической базы, и математическим аспектом, определяющим структуру

обобщенного показателя рейтинга и методику его расчета. Эмпирической основой в данном случае являлось обобщенное полужформализованное интервью с двумя микрогруппами экспертов (опрос проводился среди участников Международной выставки «Образование и карьера XXI век» - г. Москва, Гостиный двор, 13-15 ноября 2008 г.):

- «эксперт 1» - работники отделов кадров машиностроительных предприятий и фирм;
- «эксперт 2» - посетители выставки, обучающиеся в вузах и колледжах по профилю подготовки специалистов для машиностроительного производства или имеющие технические специальности.

Важнейшими задачами опроса являлись: создание оптимального списка компонентов социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов машиностроительного производства, востребованных на современном рынке труда, а также различные типы современного машиностроительного производства, которые нуждаются в кадрах специалистов.

Эти составляющие структурно организованы в четыре формализованных ресурсных блока, охватывающих основные компоненты социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов в условиях современного машиностроительного производства.

Таким образом, количественная характеристика потенциального выбора определенного типа машиностроительного производства как места профессиональной деятельности с точки зрения «оптимальности» предоставляемых работнику возможностей для реализации англоязычной коммуникативной составляющей его профессионального потенциала может быть выражена в виде многомерного вектора ресурсного потенциала «востребованности в профессиональной деятельности потенциала англоязычных коммуникаций» специалиста.

В проводимых нами исследованиях для анализа составляющих социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов машиностроительного производства использовалась методика экспертного опроса и расчета приоритетов ресурсного потенциала. Метод позволяет не только рассчитать приоритеты (весовые коэффициенты) основных составляющих (типов машиностроительного производства) потенциального поля деятельности специалистов, но и оценить степень согласованности экспертных оценок, что исключает ошибки и повышает надежность найденных результатов.

В исследуемом случае цель иерархии определена – социально-профессиональная конкурентоспособность специалистов машиностроительного профиля. Ресурсные компоненты – квалификационные характеристики специалистов, практические навыки работы на технологическом оборудовании, возможность реализовывать англоязычные коммуникации и информационно-технологические навыки специалистов.



Рисунок 1 – Иерархия социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста машиностроительного профиля по структурным компонентам ее ресурсного потенциала

Следующий этап – построение множества матриц парных сравнений – по одной матрице для каждого элемента (ресурсного компонента) примыкающего сверху уровня. Таких матриц пять: одна матрица для сравнения подсистем социально-профессиональной

конкурентоспособности специалистов машиностроительного производства; четыре – для сравнения влияния каждого компонента социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста (КВАЛИФ., ПРАКТ., КОММУНИКАЦ. и ИНФОРМ.) на выбор оптимального типа производства для реализации потенциала англоязычных коммуникаций в структуре социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста.

Матрицы заполняются интервьюером по результатам суждений каждой группы экспертов о сравнительной значимости каждой пары элементов матрицы в соответствии со шкалой отношений Т. Саати. Значения векторов приоритетов нами вычислялись с использованием программной системы принятия решений Expert Decide 2.0 [11]. На рисунке 2 представлена двухуровневая иерархическая система – первый фрагмент иерархии ресурсов конкурентоспособности специалистов машиностроительного производства. Вектор приоритетов представляет собой множество весов групп ресурсов, отражающих их значимость с точки зрения каждой группы экспертов.

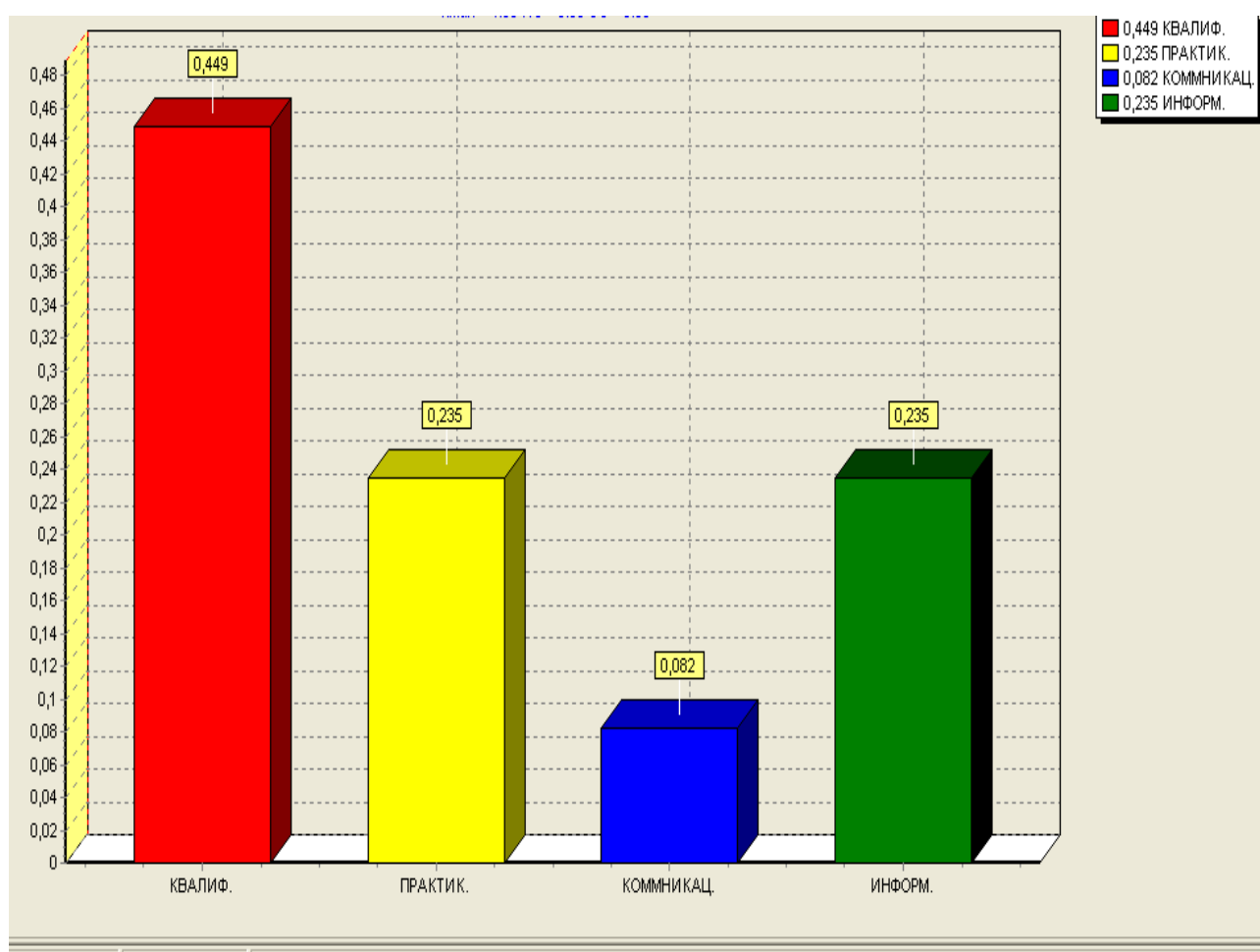


Рисунок 2 - Фрагмент 1 иерархии социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов в условиях машиностроительного производственного комплекса – многомерный вектор ресурсного потенциала специалиста

В свою очередь, элементы верхнего уровня ресурсов имеют свою структуру влияния на выбор определенного типа машиностроительного производства как места профессиональной деятельности с точки зрения «оптимальности» предоставляемых работнику возможностей для реализации потенциала англоязычной коммуникативной

составляющей его профессионального потенциала. Соответствующая структура и фрагмент 2 иерархии приводятся ниже.



Рисунок 3 – Иерархия социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста машиностроительного профиля по структурным компонентам - исследование выбора определенного типа машиностроительного производства по фактору оптимальной востребованности потенциала англоязычных коммуникаций

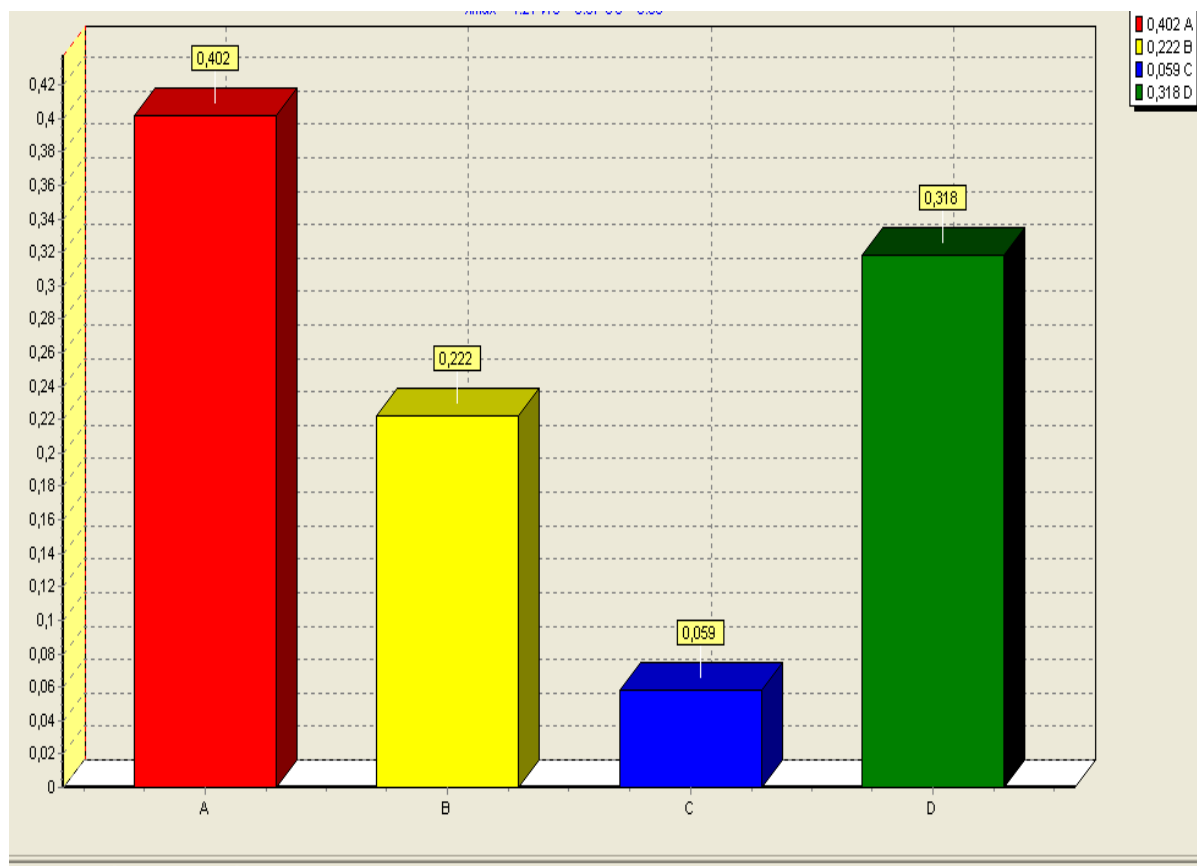


Рисунок 4 - Фрагмент 2 иерархии социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов в условиях машиностроительного производственного комплекса – выбор определенного типа машиностроительного производства по фактору оптимальной востребованности потенциала англоязычных коммуникаций

Выводы:

- уровень коммуникативной культуры является одним из компонентов профессиональной «самосоциализируемости» личности специалиста и по фактору сформированности англоязычных коммуникаций и интегрированности специалиста в англоязычную профессиональную среду можно выделить шесть интеграционно-социализационных уровней и четыре уровня освоения русскоязычными специалистами английского языка как средства профессионального общения;
- в условиях современной системы образования значительная часть молодежи получает формально-пассивное образование, совокупным социально-психологическим результатом которого является отсутствие у значительной части молодых специалистов установки на необходимость постоянного самосовершенствования своей личности как профессионала, поэтапное формирование и поддержание высокого уровня социально-профессиональной конкурентоспособности на рынке труда;
- анализ социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста в условиях современного уровня развития машиностроительного производства по фактору сформированности англоязычных коммуникаций показывает, что:
 - а) в условиях современного уровня развития машиностроительного производства коэффициент весомости ресурсного потенциала по подсистеме «КОММУНИКАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА (англоязычные коммуникации)» имеет самое низкое значение 0,082;
 - б) англоязычная коммуникационная культура специалиста как компонент его социально-профессиональной конкурентоспособности целенаправленно формирует приоритет выбора типа А машиностроительного производства как места профессиональной деятельности с точки зрения «оптимальности» предоставляемых работнику возможностей для реализации потенциала, т.е. такому специалисту при наличии еще и высоких показателей сформированности квалификационных, практических и информационно-технологических характеристик рекомендуется целенаправленно позиционировать себя на рынке труда (в кадровых агентствах и кадровой рекламе) как претендента на получение рабочего места на промышленных предприятиях, реализующих высокотехнологичное производство, основу организации которого составляют договоры о международном партнерстве и разделении труда, использующее, как правило, иностранный капитал, оборудование, технологии и частично кадры, в этой связи реализующее широкий спектр англоязычных коммуникаций как профессиональной, так и социальной направленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайбель С.Л. Проблемы реализации управленческого потенциала руководителей среднего звена в промышленности: Автореф. ... канд. соц. наук: 22.00.08. – Уфа. – 1998. – 29 с.
2. Класс Э. Эффективная экономика. Шведская модель/Пер. с шведск. – М.: Экономика, 1991. – 349 с.
3. Морозова, А.В. Статистический анализ данных потребительского мониторинга качества среднего профессионального образования [Текст] / А.В. Морозова, С. Козловский, И. Котова // Среднее профессиональное образование – 2008. - № 11. – С. 73-77
4. Ермолаева Е.П. Преобладающие и идентификационные аспекты профессиогенеза // Психологический журнал. – 1998. - № 4. – С. 80-87.
5. Ансофф И.Н. Стратегическое управление / Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1989.
6. Американская социологическая мысль: Тексты / Под ред. проф. В.И. Добренькова. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 496 с.
7. Щеглов И.А. Политическая социализация личности и современный исторический процесс // Социально-гуманитарные знания. – 1999. - № 4. – С. 287-297.
8. Морозова А.В., Фролова Н.А. Управление процессом профессиональной социализации студентов ссузов в условиях модернизации институтов образования. Монография. – Орел: ОРАГС, 2005. – 200 с.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
10. Шуметов В.Г. Прогнозирование социального поведения на региональном уровне: экспертные методы и системы. – Орел, Изд-во ОРАГС, 2001. – 248 с.

11. Новиков С.В., Кузнецов А.И. Программная система поддержки принятия решений: Сборник тезисов докладов научно-технической конф. Технических вузов Центральной России. – Орел: ОрелГТУ, 1999. – С. 180-181.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна Валентиновна Морозова

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Кандидат социологических наук, доцент
Тел. (4862) 554630
E-mail: anna_mor@orel.ru

Ирина Юрьевна Котова

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Студентка гуманитарного факультета
Тел. (4862) 555524
E-mail: pointOFFview@ya.ru

А.А. БОЛДЫРЕВА

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДА СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ ОРИГИНАЛЬНЫХ АВИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

В статье анализируется проблема специфики перевода специальной терминологии оригинальных авиационно-технических текстов (терминов-неологизмов, стандартизированных терминов, многокомпонентных терминов и др.)

In article the problem of specificity of translation of special terminology of original aeroechnical texts (the terms - neologisms, standardized terms, multicomponent terms, etc.) is analyzed

Для того чтобы успешно работать в техническом, экономическом, общественно-политическом, или любых других видах перевода, заниматься исследовательской деятельностью в иноязычной научной, профессиональной и любой другой среде следует изучить присущие этим сферам замкнутые системы понятий.

Перевод терминологии, особенно новой – чрезвычайно сложная проблема. Лучшим методом перевода с английского в этом случае является выделение ключевых терминов при первом ознакомлении с текстом и обязательное использование специальных толковых словарей, например, *Encyclopaedia Britannica* и *Penguin*.

Терминам, как и другим лексическим единицам, свойственны синонимия и полисемия. Так, появление собирательного значения у слова *aircraft* (авиация) привело в свое время к развитию отношений полисемии для одних слов (*aircraft* – 1. самолет; 2. авиация) и синонимии для других (*aviation* – авиация и *aircraft* – авиация). Многозначность термина затрудняет его перевод, однако возможности замены значений термина синонимичными терминами, а также контекстуальные условия, свойственные тому или иному терминологическому варианту, способствуют однозначному пониманию высказывания.

Перевод терминов-неологизмов, особенно представляющих из себя относительно свободные сочетания, которые могут возникать лишь однажды, особенно труден. Если неологизмы контекстуально зависимы, обычно используют метод исключения наиболее неприемлемых вариантов. В других случаях переводчику приходится более подробно ознакомиться с научной продукцией автора, чтобы добиться смысловой точности термина в языке перевода.

Не меньше проблем возникает и с переводом стандартизированных терминов. П. Ньюмарк указывает, что несмотря на распространенное мнение, даже стандартизированные термины BSI (British Standards Institution) могут иметь несколько значений даже в одной области знания, не говоря уже о множестве возможных значений в разных областях. Так, термин *airway* в авиации означает *воздушную трассу*, в горной индустрии – *вентиляционную выработку*, в анатомии – *дыхательные пути*. Перевод таких терминов требует знания предмета, о котором идет речь, так как выбор нужного значения обуславливается контекстом.

Учитывать контекст приходится и в том случае, когда мы встречаемся с появлением у термина новых значений, с расширением или, наоборот, с сужением его значения. Так, например, широко распространенный английский термин *container контейнер* сейчас часто используется для обозначения более широкого понятия – *вместилще* – и может в зависимости от контекста переводиться как *резервуар, приемник, корпус, бак, сосуд* и т.д. Наоборот, термин *arrangement* размещение в авиации стал применяться в более узком значении – *схема (самолета)*.

Кроме того, следует иметь в виду изменение значения термина в зависимости от сочетаемости (одно и то же слово в различных сочетаниях с другими словами имеет различные значения). В данном случае речь идет о вариантных соответствиях, например:

<i>enemy aircraft</i>	<i>самолет противника</i>
<i>unidentified aircraft</i>	<i>неопознанный объект</i>
<i>aircraft carrier</i>	<i>авианосец</i>
<i>aircraft observer</i>	<i>наблюдатель с воздуха</i>
<i>aircraft refueller</i>	<i>аэродромный заправщик</i>

Как видно из приведенных выше примеров, наибольшую трудность для понимания и перевода представляют термины, состоящие не из одного слова, а из группы слов. Такие термины обычно называют сложными, или многокомпонентными. Раскрытие их значения требует определенной последовательности действий и знания способа перевода отдельных компонентов. С.Я. Докштейн рекомендует начинать перевод многокомпонентных терминов с последнего слова. Затем по порядку справа налево переводить стоящие перед ним слова, учитывая смысловые отношения между компонентами. Например, при переводе термина *liquid-propellant power plant* сначала следует перевести *power plant* – *силовая установка*, а затем слово *propellant* – *топливо* и наконец связанное с ним дефисом слово *liquid* – *жидкость, жидкий*. Зная соответствующую русскую терминологию, легко получить перевод всего термина – *силовая установка на жидком топливе*.

Еще одной проблемой следует считать различие между специальными и описательными терминами. Отсутствующий в языке перевода специальный термин, существующий в исходном языке, может быть выражен описательным термином. Так, например, наиболее точным и понятным вариантом передачи следующих словосочетаний часто является описательный перевод:

<i>passenger hop</i>	<i>перевозка пассажиров на короткие расстояния</i>
<i>reverse the propeller</i>	<i>переводить винт на отрицательную тягу</i>
<i>put the aircraft over</i>	<i>переводить воздушное судно в горизонтальный полет</i>
<i>birdyback</i>	<i>перевозка груженых автоприцепов самолетом</i>

В настоящее время в связи с бурным развитием науки и техники новые значения терминов возникают так быстро, что специальные и терминологические словари иногда не успевают их своевременно зарегистрировать. Если в словаре нет какого-либо нового термина, его следует перевести дословно, а затем подобрать соответствующий русский эквивалент. Если же в русском языке еще нет необходимого эквивалента, следует или дать описательный перевод, или воспользоваться транслитерацией, т.е. написать этот иностранный термин русскими буквами, или транскрипцией.

Рассмотренные в данной статье варианты перевода терминов авиационно-технической литературы позволяют сделать вывод о том, что перевод узкоспециальной терминологии нередко требует от переводчика проведения определенных преобразований, набор и последовательность которых трудно представить в виде общих правил. Поэтому в реальной рабочей ситуации переводчик вынужден в значительной степени опираться на интуицию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докштейн С.Я., Макарова Е.А., Радоминова С.С. English. М., 1984.
2. Gutt, E.-A. Translation and Relevance. Cognition and Context. Cambridge, 1991.
3. Newmark, P. Approaches to Translation. Oxford, 1991.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

А.А. Болдырева

Воронежский государственный технический университет,
394026, Воронеж, Московский проспект, 14
(4732)348173, (4732)530973
E-mail: alexboldyrev@yandex.ru

ОБЩАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНОЙ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В статье проводится краткий анализ научной литературы по проблеме конкурентоспособности специалиста на рынке труда и предлагается общая структура комплексной модели социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов технического профиля.

In article the brief analysis of the scientific literature on a problem of competitiveness of the expert on a labour market is carried out and the general structure of complex model of social - professional competitiveness of experts of a technical structure is offered.

В современной научной литературе приводится несколько вариантов наиболее часто используемых определений конкурентоспособности, а именно:

- «Конкурентоспособность – состязательная способность осуществлять свою деятельность в условиях рыночных отношений и получать при этом прибыль, достаточную для научно-технического совершенствования производства, стимулирования работников и поддержания работников (их работы) на высоком качественном уровне» [1];
- «Конкурентоспособность товара – это способность продукции быть более привлекательной для потребителя (покупателя) по сравнению с другими изделиями аналогичного вида и назначения благодаря лучшему соответствию своих качественных и стоимостных характеристик требованиям данного рынка и потребительским оценкам» [2];
- «Конкурентоспособностью называется характеристика товара, отражающая его отличие от товара-конкрента по степени соответствия определенной общественной потребности, с одной стороны, а с другой, - по затратам на удовлетворение этой потребности» [3];
- «Конкурентоспособность – свойство товара, услуги, субъекта рыночных отношений выступать на рынке наравне с присутствующими там аналогичными товарами, услугами или конкурирующими субъектами рыночных отношений» [4];
- «Конкурентоспособность – это свойство объекта, характеризующееся степенью реального или потенциального удовлетворения им конкретной потребности по сравнению с аналогичными объектами, представленными на данном рынке» [5].

Наиболее полно понятие конкурентоспособности изучено и структурировано на уровне предприятия, деятельность которого осуществляется в условиях открытого рынка. Сложнее поддается восприятию понятие конкурентоспособности на макроуровне, так как оно отражает позиции национальной экономики и ее способность их укреплять – наращивать темпы экономического роста, повышать уровень занятости населения и увеличивать реальные доходы граждан.

В этой связи, используемое в научной литературе понятие «конкурентоспособность», в отношении специалиста как субъекта рыночных отношений, по нашему мнению, требует пояснений. Конкурентоспособность специалиста представляет собой совокупность свойств индивида как носителя определенных квалификационных и социально-психологических характеристик, выступающая на рынке труда в качестве товара наравне с присутствующими там свойствами других индивидов, имеющих аналогичные характеристики. Таким образом, в отношении специалиста как субъекта рынка труда целесообразно конкретизировать это понятие как **социально-профессиональная конкурентоспособность**, которая представляет собой «систему преимуществ одного специалиста по отношению к другим специалистам,

носителям аналогичных базовых характеристик» [6]. При этом под конкурентным преимуществом понимают какую-либо эксклюзивную ценность, которой обладает система и которая дает ей превосходство перед конкурентами.

Анализ запросов кадровых агентств и кадровых служб предприятий, публикуемые в периодической печати различных регионов Центральной России позволяет, по нашему мнению, сделать вывод о том, что для специалистов машиностроительного производства на современном рынке труда существуют следующие особенности и тенденции развития конкурентных преимуществ специалистов:

- приоритетность системы квалификационных характеристик специалиста как теоретико-, так и практикоориентированные;
- интегрированность специалиста в информационно-технологическую среду;
- полифункциональная коммуникативность в профессиональной среде.

При этом теоретикоориентированные квалификационные характеристики специалиста включают не только высокий уровень теоретических знаний, но и навыки «добывания» новых знаний посредством сформированной системы социальных коммуникаций (поиск научной литературы, навыки работы в Internet, англоязычные непосредственные и опосредованные техническим средствами коммуникации и т.д.).

Практикоориентированность в системе квалификационных характеристик специалиста предполагает наличие у него опыта работы на технологическом оборудовании при его трудоустройстве непосредственно на промышленные предприятия определенного профиля, причем по итогам этой работы при успешной сдаче квалификационных экзаменов ему присваивался бы разряд по одной из рабочих профессий. Эта позиция является принципиально важной, так как исторический опыт показывает, что значительная часть успешных бизнесменов современности, деятельность которых была связана с производственной сферой, начинали свою работу «со станка». Высокие результаты своей работы они связывают с тем, что начинали свою трудовую карьеру с рабочих профессий, с непосредственного освоения технологического оборудования и приобретения навыков освоения нового оборудования, анализа и сопоставления его технических характеристик с задачами реального производства. Эти навыки приобрести за период кратковременных производственных практик в период обучения в среднем специальном или высшем учебном заведении студенты просто не имеют возможности.

Адаптивность специалиста в информационно-технологической среде подразумевает не столько непосредственное умение использовать имеющийся программный продукт для выполнения конкретного задания, сколько навыки выбора программного продукта, имеющего такие характеристики, которые нацелены на решение конкретной производственной задачи; при этом, оценив преимущества выбранного программного продукта, специалист должен уметь быстро его освоить и внедрить в свою профессиональную деятельность, используя собственный прошлый опыт работы в информационно-технологической программной среде.

Коммуникативные навыки специалиста в профессиональной среде в условиях современного производства претерпевают также существенные изменения. Этап, когда главной функцией реализации коммуникативных навыков специалиста являлась «функция добытчика», когда за счет коммуникативных навыков специалиста решалось значительное число вопросов, связанных с обеспечением производственного процесса материалами, оборудованием и кадрами, уже практически завершен. Ему на смену приходит этап внедрения отлаженной системы управления (менеджмента) на всех уровнях производственной иерархии. В этой связи и коммуникативные навыки специалиста должны быть направлены на реализацию целой системы функций (таблица 1). При этом особо следует отметить группу функций англоязычных коммуникаций, которая приобретает свою актуальность по мере включения производственной среды нашей страны в систему глобальной экономики.

Существуют различные факторы конкурентного преимущества: материальные или виртуальные; базисные или второстепенные; направленные на повышение качества объекта или на ресурсосбережение на всех стадиях его жизненного цикла либо на решение и тех и других задач одновременно; стратегические или тактические; технические, экономические, организационные, психологические, природно-климатические и т.п.; наследственные или искусственные (приобретенные); реализуемые на одной или нескольких стадиях жизненного цикла системы [5].

По мнению специалистов, работающих в области стандартизации и анализа качества продукции, основными факторами конкурентоспособности являются: внутренний макроэкономический потенциал; уровень управления с позиции нововведений; прибыльность и ответственность; научно-технический потенциал; степень участия в международном разделении труда, в торговле и потоке инвестиций; степень влияния правительственной политики на создание конкурентной среды; качество и эффективность финансовой системы; состояние инфраструктуры; состояние и квалификация трудовых ресурсов; социально-политическая и внутривластная ситуация [7]. При этом особо следует подчеркнуть, что кадры и их квалификация являются одним из факторов обеспечения конкурентоспособности промышленной продукции.

Таблица 1

**ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА
ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

<i>БАЗОВАЯ</i>	<i>ВНУТРИ- ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ</i>	<i>МЕЖПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ</i>	
		<i>РУССКОЯЗЫЧНАЯ</i>	<i>АНГЛОЯЗЫЧНАЯ</i>
Передача профессионально-ориентированной информации.	Средство профессиональной социализации.	Фактор эволюционной динамики профессионального сообщества и профессиогенеза	Интенсификация информационного обмена в социально-профессиональной среде определенного профиля
Трансформация отношения молодого человека к определенной профессии	Социальная и профессиональная дифференциация (вертикальная мобильность) специалистов	Межпрофессиональная горизонтальная мобильность специалистов	Комбинированная горизонтально-вертикальная мобильность специалистов
Социально-профессиональный «адаптер» для молодежи	Средство для нормального функционирования производственной среды	Обеспечение расширенного воспроизводства культурных ценностей социально-профессиональной среды определенного профиля	Формирование нового типа межэтнической профессиональной культуры специалиста
Регуляция состава, структуры, динамики и традиции социально-профессионально-	Передача современных знаний, передовых достижений науки и техники внутри профессиональной среды определенного	Спектральная трансформация коммуникационного пространства специалиста	Расширение сферы как вербального, так и технически опосредованного общения специалистов

го взаимодействия	профиля		
Социально-профессиональное регулирование в обществе	Отбор специалистов для экономических и общественно-политических управленческих структур	Формирование профессиональной элиты	Инструмент обеспечения деятельности международных научно-исследовательских объединений специалистов

Что же касается определения конкурентоспособности на уровне национальной экономики, то, по нашему мнению, особого внимания заслуживает концепция М.Портера, в основе которой лежит эффективность использования факторов производства (ресурсов). Исследователь считает, что термин «конкурентная страна» не имеет большого самостоятельного значения, так как основная цель государства в экономике – обеспечить гражданам высокий (повышающийся) уровень жизни, а достижение этой цели, прежде всего, зависит от эффективности использования ресурсов [8].

В этой связи, по нашему мнению, смысл использования понятие «**конкурентного вуза**» как главного поставщика специалистов на рынок труда (для провинциальных вузов, как правило, этот рынок является преимущественно региональным) заключается в том, что к категории конкурентных целесообразно относить вуз, который обеспечивает всем субъектам своего социального пространства возможность сформировать систему своих индивидуальных социально-профессиональных конкурентных преимуществ и впоследствии оптимально реализовать их на рынке труда.

Особое место в деятельности учреждений системы профессионального образования занимают две проблемы. С одной стороны, отсутствует система совмещения ГОС и тех требований, которые предъявляют работодатели к молодому специалисту, которому предстоит трудиться на современном производстве. С другой стороны, отсутствие возможности опереться в своей практической деятельности на четкие, квалитетически обоснованные критерии оценивания уровней освоения обучающимися, определяемые ГОС конкретной специальности. Действующие стандарты в системе профессионального образования не содержат критериев оценки качества подготовки специалиста, поэтому содержание образования неконкретно, уровень сформированности практических навыков в период производственной практики не определен. В этой связи, рассмотрев ряд предлагаемых вариантов моделей оценки уровня конкурентоспособности специалистов [], по нашему мнению, целесообразна идея разработки такой модели специалиста, которая, с одной стороны, решала бы вопрос о квалитетическом многоуровневом многокомпонентном оценивании результативности образовательной деятельности студента по освоению конкретной профессии, а, с другой стороны, могла быть использована в качестве базовой составляющей для оценки социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на региональном рынке труда.

Для специалистов машиностроительного профиля, по нашему мнению, такая модель могла бы представлять четыре базовые компоненты подготовки специалиста, которые определены на основе анализа конкурентных преимуществ специалистов, наиболее востребованных на современном рынке труда. К таким компонентам относятся: теоретические знания (ТЕОРИЯ), практические навыки работы на технологическом оборудовании (ПРАКТИКА), навыки работы с прикладным информационно-технологическим программным обеспечением (ИНФОРМ) и социально-психологические личностные характеристики и компетенции специалиста (СОЦ-ПС).

Оптимальным методом формирования такой модели является структурно-матричный, который предполагает наличие вектора-столбца с четырьмя компонентами содержания

образования и вектора-строки с несколькими уровнями освоения этого содержания (рисунок 1). При этом каждой ячейке матрицы ставится в соответствие определенное результирующее значение x_i , которое формируется как сумма освоения одного, двух и т.д. уровней содержания образования по отдельной компоненте.

Таким образом, формируется результирующий вектор-строка вида $\overline{X}_i = (x_{i1}; x_{i2}; x_{i3}; x_{i4})$, который является индивидуальной характеристикой специалиста на момент проведения квалиметрической оценки его социально-профессиональных качеств. Этот вектор-строка может выступать в качестве **индивидуального моментного вектора конкурентных преимуществ специалиста**, который отражает результативность реализации в условиях конкретного вуза/ссуза модели специалиста в каждом отдельном случае (на примере конкретного специалиста).

КОМПОНЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ	ТЕОРИЯ	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	...
	ПРАКТИКА	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	...
	ИНФОРМ	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	...
	СОЦ-ПС	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	...
		I	II	III	IV	...
		УРОВНИ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ				

Рисунок 1 – Общая структура комплексной квалиметрической модели специалиста машиностроительного профиля

Для того чтобы можно было бы сравнивать координаты (компоненты) полученной вектора-строки, необходимо провести предварительно нормирование результирующих значений x_i по каждой отдельной строке. В этом случае координаты x_i приобретают свойство сопоставимости между собой, а поэтому их можно сравнивать. В этой связи в зависимости от того, какой компонент содержания образования является приоритетным, имеет смысл говорить о наличии или отсутствии конкурентных преимуществ по определенным направлениям профессиональной деятельности специалиста.

Кроме того, возникает необходимость сопоставления индивидуального моментного вектора конкурентных преимуществ специалиста с требованиями работодателей. В этом случае требования работодателей к специалисту, который может занять определенную должность, можно идентифицировать в соответствии с определенными компонентами структурной матрицы квалиметрической модели специалиста.

Если же проводится оценка социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на региональном рынке труда вне зависимости от профиля его подготовки, то в этом случае целесообразно ввести следующие параметры: например, среднее геометрическое значение $X = \sqrt[4]{x_{1i} \cdot x_{2i} \cdot x_{3i} \cdot x_{4i} \cdot \dots}$, максимальное значение среднего геометрического X_{max} , затем рассчитать индивидуальный индекс конкурентоспособности специалиста вида

$I_{ind} = \frac{X}{X_{max}}$, и сформировать компоненту $\frac{1}{R_j}$, которая является обратной величиной рейтинга

образовательного учреждения [10], которое заканчивал молодой специалист. В этом случае агрегатный индекс индивидуальной социально-профессиональной конкурентоспособности

выпускника вуза будет иметь вид: $I_{ind-k} = I_{ind} \cdot \frac{1}{R_j}$.

Аналогичным образом можно сформировать компоненту $\frac{1}{R_r}$, которая является обратной величиной рейтинга промышленного предприятия или фирмы региона, которое предлагает свои вакансии для работы (расчет рейтинга промышленного предприятия или фирмы целесообразно проводить методом опроса общественного мнения). В этом случае обобщенный агрегатный индекс социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на региональном рынке труда будет иметь вид: $I_{ind-k} = I_{ind} \cdot \frac{1}{R_j} \cdot \frac{1}{R_r}$.

В этой связи возникает необходимость разработки информационно-аналитической системы оптимизации подбора кадров молодых специалистов по фактору из социально-профессиональной конкурентоспособности. Такая система должна содержать несколько подсистем, которые обеспечивали бы непрерывный процесс сбора, обработки, структурирования и анализа данных, начиная со сбора информации как о претендентах (молодых специалистах) и их требованиях к характеру своей будущей профессиональной деятельности, так и об имеющихся кадровых вакансиях и требованиях работодателей к кандидатам на вакантные должности, и заканчивая подсистемой оценки результирующего рейтинга выпускников вуза в условиях конкретного региона (рисунок 2).

Выводы:

- Социально-профессиональная конкурентоспособность специалиста как субъекта регионального рынка труда может представлять собой систему квалификационных и социально-психологических преимуществ одного специалиста по отношению к другим специалистам, носителям аналогичных характеристик и является имманентным свойством любого специалиста как участника рыночных отношений.
- Индивидуальная социально-профессиональная конкурентоспособность специалиста зависит не только от индивидуальных характеристик индивида, но и от системы конкурентных преимуществ образовательного учреждения, которое окончил специалист, приобретая интегративный характер.
- Социально-профессиональная конкурентоспособность специалиста на региональном рынке труда зависит и от системы конкурентных преимуществ того промышленного предприятия или фирмы, на котором уже работал или намерен работать специалист.
- Система оптимизации подбора кадров на вакансии рабочих мест, предлагаемых работодателями, должна строиться на учете как индивидуальных социально-профессиональных характеристик специалиста, так и на рейтингах вуза/ссуза и предприятия-работодателя.
- В качестве обобщенной характеристики специалиста по фактору его социально-профессиональной конкурентоспособности может использоваться его **обобщенный агрегатный индекс социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на региональном рынке труда** вида: $I_{ind-k} = I_{ind} \cdot \frac{1}{R_j} \cdot \frac{1}{R_r}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа дисциплины «Корпоративный менеджмент». – М.: РЭА им. Г.В. Плеханова, 1998. – С.60
2. Программа дисциплины «Корпоративный менеджмент». – М.: РЭА им. Г.В. Плеханова, 1998. – С.106
3. Методические рекомендации по определению факторов конкурентоспособности продукции отрасли. – М.: НИММАШ, 1986. – С.2
4. Большой экономический словарь / Под. ред. А.Н. Азрилияна. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Институт новой экономики, 1999. – 1248 с.
5. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью // Стандарты и качество. – 2000. - № 10. – С. 10-13.
6. Морозова А.В., Фролова Н.А. Управление процессом профессиональной социализации студентов ссузов в условиях модернизации институтов образования. Монография. – Орел: ОРАГС, 2005. – 200 с.
7. Синько В. Конкуренция и конкурентоспособность: основные понятия // Стандарты и качество. – 2000. - № 4. – С. 54-59.
8. Портер М. Международная конкуренция. – 1993. – С.33, 38.
9. Нуриев Н. Оценка уровня конкурентоспособности специалистов // Высшее образование в России. – 2005.- № 12. – С. 109-113.
10. Рейтинг вузов России 2008 г. <http://www.5ballov.ru/ratings/>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна Валентиновна Морозова

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Кандидат социологических наук, доцент

Тел. (4862) 554630

E-mail: anna_mor@orel.ru

УДК 373. С 67

Ю.К. СОТНИКОВ, Т.А. НОЗДРАЧЕВА

ПРАКТИКООРИЕНТИРОВАННАЯ ИНТЕГРАТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ ТРУДА

Данная статья раскрывает методику повышения уровня профессиональной подготовки специалистов на факультете СПО ТИ ОрёлГТУ по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Improvement methods of professional training level at the faculty of Secondary Technical Education of Technological Institute of Orel State Technical University within specialty 220301 "Automation of technological processes and manufacturing".

В связи с переходом нашего государства на рыночную экономику и внедрением в производственную и экономическую сферу современных технологий резко возросла потребность в изменении содержания подготовки специалистов по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». Это предъявляет новые требования к уровню практической и теоретической подготовки выпускников СПО.

Поскольку современные технологические линии оснащаются как аппаратными средствами автоматизации, так и средствами вычислительной техники (персональными компьютерами), то для обслуживания таких систем требуются квалифицированные специалисты с определенным уровнем подготовки, как в области аппаратных средств автоматизации, так и в области программирования на базе персональных компьютеров.

В настоящее время на факультете среднего профессионального образования Технологического института ОрёлГТУ подготовка студентов ведется в двух направлениях: отдельно готовится специалист по автоматике и отдельно специалист по программированию вычислительной техники. На практике эти два специалиста порой не могут найти общий язык при обслуживании автоматизированной системы, так как электроник не ориентируется профессионально в программировании средств автоматизации и вычислительной техники, и наоборот, специалист по программированию вычислительной техники не ориентируется в аппаратных средствах автоматизации. Поэтому возникают технические задачи, решение которых находится в пограничной области этих двух специальностей, которые в условиях на производства или не решаются оперативно, или решаются на недостаточном уровне качества.

В этой связи на ФСПО ТИ ОрёлГТУ практикуется система подготовки специалистов, с совмещением этих направлений в одно, т.е. выпускник должен владеть интегративными навыками и умениями, как в области аппаратных средств автоматизации, так и в области программирования средств автоматизации и вычислительной техники. Это позволило ликвидировать односторонность содержания подготовки специалистов для решения данного вида производственных задач, т.е. функции двух специалистов интегрируются в единое содержание их профессиональной деятельности.

Методически этот процесс реализуется следующим образом. Первый этап отражает задачи общего ознакомления студентов с трудовой деятельностью, а также овладения начальными трудовыми знаниями и умениями. Для более раннего включения студентов в освоение профессиональных знаний, умений и навыков ежегодно проводится анкетирование студентов вторых курсов, выявляется круг потенциальных возможностей и интересов, а затем в течение учебного года проводится индивидуальная работа с каждым студентом, изъявившим

желание заниматься посильным ему видом технического творчества. Второй этап заключается в развитие индивидуальных творческих возможностей студентов 2, 3 курсов. Основной задачей является углубление теоретических знаний и приобретение практических навыков в изготовлении и наладки различных электронных устройств. Проведение целенаправленных экскурсий на производственные объекты города с учётом будущей специальности - установка участие студентов старших курсов в производственной деятельности. Поэтапное формирование информационной культуры как компонента профессиональной конкурентоспособности молодого специалиста по данной специальности осуществляется как через учебные дисциплины «Информатика», «Электронная техника», «Вычислительная техника» так и через инвариантные компоненты, в разделе «Дисциплины по выбору студента определяемые образовательным учреждением» рабочего учебного плана по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» включены дисциплины «Микроконтроллеры и микропроцессоры» и «Системы автоматического проектирования электрических схем». Знакомство с основами алгоритмизации написания программ и их отладкой происходит на учебных занятиях по дисциплине «Микроконтроллеры и микропроцессоры».

Постоянно пересматриваются все рабочие программы по данной специальности. Они корректируются с учетом современных требований по подготовке специалистов, но при этом исключено дублирование разделов в дисциплинах и учтены связи между ними как в программах теоретических дисциплин, так и при организации производственной практики. Технологическая практика на современных предприятиях играет большую роль в развитии профессиональных навыков студентов, в знакомстве их с конкретным производством; возможность непосредственно участвовать в технологическом процессе изготовления конечной продукции предприятия повышает уровень практикоориентированной составляющей производственного обучения.

Приобретенные практические навыки на втором, третьем и технологической практике четвертого курсов реализуются на защите дипломного проекта в виде изготовленного действующего макета конкретной темы, сочетающей в себе реализацию аппаратной и программной частей.

Такой подход является совмещением двух основных специальностей, что крайне необходимо на современном производстве, независимо от ее специфики. Темы дипломных проектов также являются практикоориентированными, что позволяет внедрить их в образовательный процесс и производство, как, например, «Программно управляемое перемещение исполнительного органа по двум координатам». «Автоматизированная система формирования временных интервалов» и многие другие, связанные с автоматизацией технологических процессов.

Высокий уровень практикоориентированной подготовки студентов дает возможность создавать технические модели и устройства, представляющие достойную конкуренцию студенческим работам, представленным на выставках научно-технического творчества молодежи и студентов и на студенческих научно-практических конференциях. Здесь они авторы исследовательских работ могут сопровождать свои выступления демонстрацией действующих устройств автоматического управления объектами. Так ежегодно студенты факультета среднего профессионального образования Технологического института ОрелГТУ принимают участие в Российской научно-практической конференции в г. Железногорск Курской области, где их работы получают высокую профессиональную оценку за содержание и качество представленных работ. Студенты в своих опытно-конструкторских разработках под руководством преподавателей применяют современную элементную базу. Использование программируемых БИС позволяет создавать сложные автоматические системы на их основе, обеспечивает снижение на порядок стоимость таких систем по сравнению с системами на элементах малой и средней степени интеграции, реализующих аналогичные функции. Одновременно достигается уменьшение массы и габаритных размеров, а также снижение энергопотребления систем.

Работа над устройством «Автоматизированная система формирования временных интервалов» проводилась студентом Баутиным К. в рамках выполнения дипломного проекта. Конечному результату предшествовала исследовательская работа по оптимизации элементной базы и схемного решения устройства, которое выполнено на микромошной серии микросхем К1561 с использованием репрограммируемого ПЗУ. Итоги НИРС студента Баутин К. (исследовательская работа и самостоятельно изготовленное работающее устройство) были представлены на российском смотре-конкурсе «Достояние России», на котором получил диплом.

Электроника нашла применение во многих сферах жизнедеятельности человека, значительно облегчая его труд. Тем не менее, редко можно встретить применение автоматических систем в подсобном хозяйстве или при немассовом производстве продуктов, например, грибов. Сейчас промышленность предлагает широкую номенклатуру различных терморегуляторов для непромышленного производства, но зачастую обойтись простым регулированием температуры не удастся. Поэтому возник вопрос разработки регулятора микроклимата с функциями регулирования, кроме температуры, еще и влажности и освещенности. Над данной проблемой работал студент Мартемьянов И. Результат исследовательской работы нашел свое отражение в дипломном проекте на тему: «Регулятор микроклимата на PIC-контроллере». С докладом, сопровождающимся демонстрацией работающего устройства, Мартемьянов И. выступал на российской научно-технической конференции студентов «Молодежь и наука XXI века» в г. Железногорске Курской области, где данная работа также была отмечена дипломом.

По нашему мнению, данный подход при подготовке специалиста по автоматике отвечает современным требованиям производства и общества, ведь студент, приобретая интегративные профессиональные навыки, всегда будет иметь более высокий уровень индивидуального потенциала социально-профессиональной конкурентоспособности на региональном рынке труда [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова А.В., Фролова Н.А. Управление процессом профессиональной социализации студентов ссузов в условиях модернизации институтов образования. Монография. – Орел: ОРАГС, 2005. – 200 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий Кузьмич Сотников

Факультет среднего профессионального образования
Технологического института
Орловского государственного технического университета, г.Орёл,
преподаватель специальных электротехнических дисциплин
тел.(4862)55-15-96, факс(4862) 55-55-24

Таисия Алексеевна Ноздрачёва

Факультет среднего профессионального образования
Технологического института
Орловского государственного технического университета, г.Орёл
тел.(4862)55-15-96, факс(4862) 55-55-24

Адрес редакции:
Орловский государственный технический университет
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 43-48-90, 40-96-14
www.ostu.ru
E-mail: nmu@ostu.ru

Технический редактор А.В. Морозова
Корректор А.В. Морозова
Компьютерная верстка А.В. Морозова

Сдано в набор 20.12.2008 г.
Подписано в печать 25.12.2008 г.
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,75
Тираж 600 экз.
Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе ОрелГТУ
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.