

№ 2/266 (532)
2007

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель:

Голенков В. А. д.т.н., проф.

Зам. председателя:

Степанов Ю. С. д.т.н., проф.

Светкин В. В. к.т.н. доц.

Колчунов В. И. д.т.н., проф.

Гордон В. А. д.т.н., проф.

Константинов И. С. д.т.н., проф.

Садков В. Г. д.э.н., проф.

Фролова Н. А. к.соц.н., доц.

Радченко С.Ю. д.т.н., проф.

Снежко О.А. к.ю.н., доц.

Борзенков М. И. к.т.н., доц.

Одолеева М. В.

Поландова Л. И.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

Главный редактор:

Степанов Ю. С. д.т.н., проф.,

засл. деят. науки РФ

Зам. главного редактора:

Киричек А. В. д.т.н., проф.

Зам. главного редактора:

Подмастерьев К. В. д.т.н., проф.

Зам. главного редактора:

Радченко С.Ю. д.т.н., проф.

Зам. главного редактора:

Гордон В.А. д.т.н., проф.

Колесников К.С. д.т.н. проф., академ. РАН

Дмитриев А.М. д.т.н., проф., чл.-корр. РАН

Панин В.Е. д.ф.-м.н. проф., академ. РАН

Бабичев А.П. д.т.н., проф.

Зубчанинов В.Г. д.ф.-м.н., проф.

Осадчий В.Я. д.т.н., проф.

Малинин В.Г. д.т.н., проф.

Смоленцев В.П. д.т.н., проф.

Вдовин С.И. д.т.н., проф.

Емельянов С.Г. д.т.н., проф.

Зубарев Ю.М. д.т.н., проф.

Козлов А.М. д.т.н., проф.

Барсуков Г.В. д.т.н., проф.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

302020 Россия, Орел,

Наугорское шоссе, 29

тел: (4862) 43-48-90, 41-98-28

факс: (4862) 41-66-84

e-mail: rio@ostu.ru

Зарегистрировано в Министерстве РФ по
делам печати, телерадиовещания и средств

массовой информации

Свидетельство: ПИ № 77-15496

от 20 мая 2003 года

Подписной индекс **29504** по каталогу
«ПРЕССА РОССИИ»

©ОрелГТУ, 2007

ИЗВЕСТИЯ ОрелГТУ

Н а у ч н ы й ж у р н а л
О р л о в с к о г о г о с у д а р с т в е н н о г о
т е х н и ч е с к о г о у н и в е р с и т е т а

Серия

Фундаментальные и прикладные проблемы

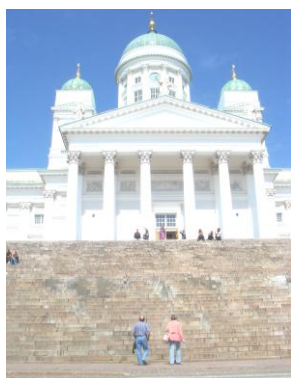
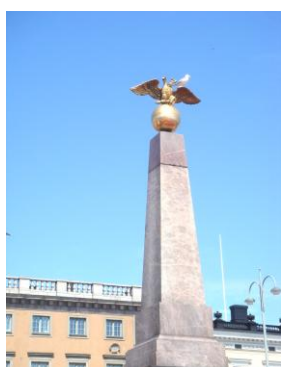
техники и технологии



СОДЕРЖАНИЕ

• ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ ЛЕЗ- ВИЙНОЙ И АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ:	3
Бакурова Ю.А. Исследование нагрева режущего инструмента по пер- редней и задней поверхностям	4
Бишутин С.Г., Тюльпинова Н.В. Применение теории пластичности в задачах прогнозирования тепловыделения при шлифовании конструк- ционных материалов	9
Козлов А.М., Кичигин А.Н. Прогнозирование шероховатости по сте- пени пластической деформации стружки	14
Корячкин В.П., Меркушев С.И. Комбинированный формирующий инструмент для торообразных заготовок	19
Макаров В.Ф., Токарев Д.И., Половинкин А.Х., Виноградов А.В., Кириллова А.А. Интенсификация технологических процессов меха- нообработки труднообрабатываемых материалов	23
Киричек А.В., Мальцев А.Ю. Резьбонарезной патрон	28
• ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ УПРОЧ- НЯЮЩЕЙ И ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ, ТЕХНОЛОГИЧЕ- СКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕ- ТАЛЕЙ МАШИН:	31
Вдовин А.А., Пугачева Т.М. Исследование влияния термической обработки на однородность микроструктуры стали 14ХНЗМА	32
Киричек А.В., Тарасов Д.Е. Перспективные методы комбинирован- ного упрочнения на основе статико-импульсной обработки (СИО) по- верхностным пластическим деформированием (ППД)	34
Ли Р.И., Жильцов А.П., Ли Р.И., Бочаров А.В. Исследование и раз- работка технологии восстановления неподвижных соединений под- шипников качения герметиком АН-105	42
Хромов В.Н., Зайцев С.А., Храпонищев Д.Н., Коняев К.А. Физико- механические свойства газонапыленных покрытий укрепленных лап культиваторов	45
Киричек А.В., Соловьев Д.Л. Деформационное упрочнение управ- ляемыми ударными импульсами	49
Хромов В.Н., Зайцев С.А., Храпонищев Д.Н., Коняев К.А. Факторы, влияющие на сцепляемость покрытий при газопламенном напылении лап культиваторов	56
• ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:	60
Корячкин В.П. Устройство с комбинированными валками для рас- катки пластичных заготовок кондитерских изделий	61
Гущина Г.Д., Моськина Е.Л., Прокопова Е.В., Тазенкова Е.С. Одежда из тканей с содержанием эластичных волокон – как опти- мальное решение в создании гардероба беременных женщин	65
Корячкин В.П. Реологические уравнения состояния дисперсных ма- териалов	68

Моськина Е.Л., Прокопова Е.В., Гущина Г.Д., Зайцева Е.В., Купавых Е.М. Анализ факторов, влияющих на раскрой ткани с лайкрой	74
Корячкин В.П. Течение пластичных дисперсных масс в сквозных круглых каналах	77
Родичева М.В., Абрамов А.В., Уваров А.В., Гнеушева Е.М. Разработка методики экспериментальных исследований влияния дождя на теплозащитные свойства пакетов одежды	81
• МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ:	86
Брусов С.И., Гордиенко А.П., Правдин А.Л., Тарапанов А.С. Концепция программной системы для исследования параметров резания при обработке винтовых поверхностей	87
Давыдов В.М., Никитенко А.В., Пуляевский А.В. Изготовление пуансонов и штампов малых размеров на основе CAD CAM технологий	92
Иноземцев А.Н., Пасько Н.И., Анцева Н.В. Математическое моделирование профилактического обслуживания технологического оборудования промышленных предприятий	97
Польский Сорокин С.В. Автоматизация проектирования деталей, работающих в условиях трения скольжения, с применением интегрированных САПР	102
• ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ:	110
Кузнецова Е.В. Методика вероятностной оценки температуры в зоне трения	111
Мишин В.В., Марков В.В. Обобщенная математическая модель совместного диагностического параметра при оценке качества сборки подшипникового узла	117
Подмастерьев К.В., Марков В.В. Содержание основных этапов работы по созданию электрорезистивного метода диагностирования трибосистем при граничной смазке	121
Марков О.И. Введение новых информационных параметров с целью повышения контроля режимов работы термоэлектрических устройств	125
Пахолкин Е.В., Фокин Н.Н. Обоснование критерия интерпретации результатов измерения диагностического параметра НИВ при исследовании вязкостно-температурных характеристик моторных масел	129
Чекашова Н.В. Возможность применения емкостного метода для определения температуры в зоне трения	134



Подборка выпуска составлена по материалам

**VIII Международной
научно-технической конференции**

**«Фундаментальные и прикладные
проблемы в машиностроительном**

комплексе»

«Технология - 2007»

30 июня – 8 июля 2007 г.

Россия, Орел – Helsinki, Finland





УДК 621.3.082.62

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПО ПЕРЕДНЕЙ И ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТЯМ

Ю.А. Бакурова *асп.*

Ливенский филиал ГОУ ВПО «ОрелГТУ»
г. Ливны, тел. (48677) 3-45-35; E-mail: nioliv@mail.ru, livny@ostu.ru

Аннотация

Экспериментально показано, что нагрев передней поверхности резца за счет трения ее о стружку приводит к более высоким температурам, чем нагрев задней поверхности резца о поверхность детали.

ANALYSIS OF CUTTER'S HEATING ON ITS FRONT AND BACK FACE

Yu.A. Bakurova, graduated student

Livny Branch of Oryol State Technical University
Livny, tel. (48677) 3-45-35; E-mail: nioliv@mail.ru, livny@ostu.ru

Annotation

Has been found experimentally that heating of cutter front face caused by its friction by chip calls forth more high heating's temperatures than heating of detail's back surface. Moreover, heating's time constant of cutter front face less than back face's time constant.

Для объяснения процессов контактных взаимодействий при резании материалов и прогнозирования износа режущего инструмента необходимо знать законы распределения температур на передней и задней поверхностях резца.

При термоэлектрическом методе контроля с помощью естественной термопары в качестве электродов последней используются инструмент и деталь. При этом деталь контактирует с инструментом как по задней так и по передней поверхностям резца, тем самым образуя две естественные термопары в точках контакта стружки с передней поверхностью резца и обрабатываемой поверхностью детали с задней поверхностью инструмента. Каждая из этих естественных термопар характеризуется своим внутренним электрическим сопротивлением. Таким образом, эквивалентная электрическая схема оказывается состоящей из двух ветвей, одна из которых включает термопару стружка – передняя поверхность резца с сопротивлением R_1 и источником напряжения E_1 , а вторая – термопару деталь – задняя поверхность резца с сопротивлением R_2 и источником напряжения E_2 и подключенного прибора, измеряющего суммарный электрический ток от обеих указанных термопар, может быть представлена в виде, показанном на рисунке 1.

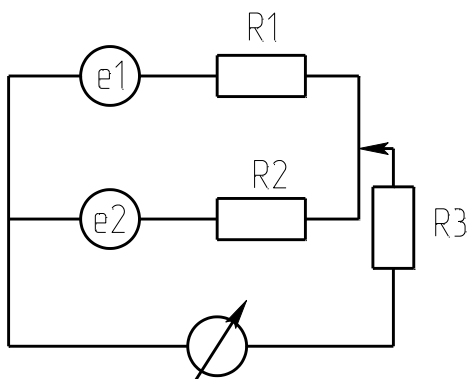


Рисунок 1 - Электрическая схема для измерения термоЭДС на передней и задней поверхностях инструмента.

При такой схеме замещения напряжение на измерительном приборе

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad (1)$$

где E_1 и E_2 - термоЭДС, возникающая в термопарах резец-стружка и резец-заготовка;

R_1 и R_2 - внутреннее сопротивление термопар на передней и задней поверхностях резца соответственно;

R_3 - сопротивление внешней цепи измерительного прибора.

С целью определения распределения температур между передней и задней поверхностями резца разработана методика проведения исследования, при котором используются два одинаковых резца. Предварительно, с целью определения их подобия, в процессе резания при одинаковых режимах измеряют напряжение U и сопротивление R , созданные ими в электрической цепи:

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

Близкие значения измеренных напряжений и сопротивлений являются свидетельством того, что резцы достаточно близки по своим свойствам в процессе резания. Затем, при выбранных режимах резания, определяют значения напряжения U . После этого на одном из резцов была установлена изоляционная прокладка, отделяющая стружку от передней поверхности резца. Эксперименты показали, что такая прокладка может быть сделана из электротехнического листового стеклотекстолита, которая с одной стороны в процессе эксперимента выдерживает трение стальной стружки о его поверхность, а с другой стороны при использовании клея достаточно прочно удерживается на передней поверхности резца. При этом ветвь электрической схемы, приведенной на рис. 1, включающая термопару стружка – передняя поверхность резца оказывается разомкнутой. Измеряя сопротивление R_2 и напряжение U можно непосредственно определить значение E_2 а по нему температуру T_2 , а затем рассчитать сопротивления R_1 и E_1 . По данным проведенных ранее измерений, используя формулу (1), определяется ЭДС E_1 и по ней температура T_1 . Таким образом, возможно определение значений температур как по передней так и по задней поверхностям резца. В начальный период эксплуатации резца обычно соблюдается неравенство $T_1 > T_2$, а при его затуплении $T_2 > T_1$.

При постановке эксперимента были использованы 2 идентичных цельных резца из быстрорежущей стали марки Р6М5. Использование цельных резцов, а не резцов с твердосплавными пластинами, было продиктовано необходимостью исключить паразитные термопары, образующиеся в точках припаивания пластины к телу резца.

Геометрические параметры использованных резцов: $\gamma = +5^\circ$; $\alpha = 3^\circ$; $\alpha_1 = 6^\circ$; $\lambda = -3^\circ$; $\varphi = 90^\circ$; $\varphi_1 = 7^\circ$. Сечение державки 16x25 мм.

При экспериментах обтачивался вал диаметром 50 мм; из стали Ст3.

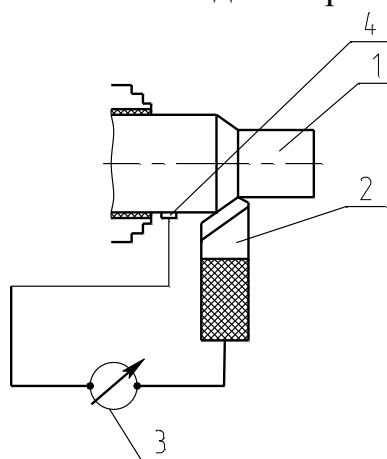


Рисунок 2 - Схема установки для проверки идентичности резцов

Согласно, общемашиностроительных нормативов режимов резания был установлен режим:

глубина резания – 0,5 мм;

подача – 0,14 мм/об (по паспорту станка);

частота вращения шпинделя – 500 об/мин (по паспорту станка);

Скорость резания – 25 м/мин

Эксперименты проводились на станке «Кусон 3».

Для установления идентичности резцов, используемых в эксперименте, была собрана установка, схема которой представлена на рисунке 2, в которой заготовка 1 изолирована от шпинделя станка, инструмент в свою очередь изолирован от контакта с резцедержателем. Замкнутая электрическая цепь состоит из детали 1, резца 2, милливольтметра 3 и токосъемника 4.

Первоначально производились измерения напряжения, возникающего в цепи, с использованием поочередно каждого из резцов с целью установления их подобия.

Всего было проведено 5 экспериментов, при каждом из которых 5 раз измерялись значения генерируемых естественными термопарами резец-деталь напряжений. Средние значения этих напряжений составили 0,0027В при СКО для одного резца 0,032В и другого 0,0307В. Такие данные показывают, что для целей данной работы резцы можно считать идентичными.

Затем проводились измерения сопротивления, возникающего в указанной выше цепи. Среднее значение сопротивления цепи с резцом 1 составило 120,14 Ом, а с резцом 2 – 120,11 Ом, что так же позволяет считать резцы 1 и 2 идентичными.

Необходимо отметить, что в сопротивления R_1 и R_2 входят сопротивления контакта передней и задней поверхностей резца с прилегающими участками детали и резца. В сопротивление $R_{\text{ц}}$ входят сопротивление тела резца, соединительных проводов, токосъемника с его скользящим контактом, тела детали и измерительного прибора.

При изоляции передней поверхности резца схема представленная на рисунке 1 принимает вид:

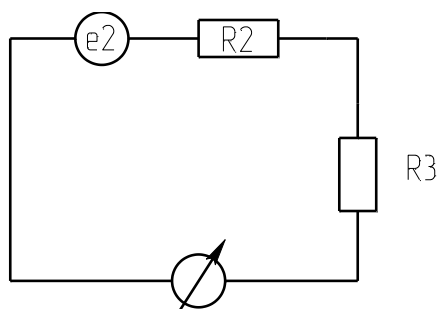


Рисунок 3 - Электрическая схема цепи с изолированной передней поверхностью

После начала резания резцом с изолированной передней поверхностью в течение 1,5 – 2 секунд прибор показывал практически нулевые значения (при использовании неэксплуатировавшегося резца или резца после переточки), а затем происходил нагрев резца и показания постепенно увеличивались. Через 5 секунд рост напряжения прекращается, что указывает на прогрев резца и конец неустановившегося резания. Средние значения напряжений генерируемых на участке контакта задней поверхности с обработанной поверхностью заготовки составили 0,00215В. Аналогичны данные для второго

резца. Это значение напряжения позволяет определить температуру прогрева задней поверхности резца.

Полученные значения термоЭДС, генерируемых в точках контактирования передней поверхности инструмента со стружкой и задней поверхности с обработанной поверхностью заготовки, а также сопротивлений в указанных зонах позволяют определить значения температур как для передней так и для задней поверхности инструмента. Результаты расчетов показывают, что при обработке стали Ст3 температура передней поверхности выше, чем температура задней поверхности.

Список использованных источников

1. Бобров, В. Ф. Основы теории резания металлов. / В. Ф. Бобров. - М. : Машиностроение, 1975. - 344 с.: ил.
2. Грановский, Г. И. Резание металлов: учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. - М. : Высш. шк., 1985. - 304 с.: ил.
3. Резников, А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. / А. Н. Резников. - М. : Машиностроение, 1981. - 218 с.
4. Резников, А. Н. Температура при резании и охлаждении инструментов. / А. Н. Резников. - М. : Машгиз, 1963. - 288 с.
5. Резников, А. Н. Тепловые процессы в технологических системах. / А. Н. Резников. - М. : Машиностроение, 1990. - 289 с.
6. Трент, Е. М. Резание металлов: [пер. с англ.]. / Е. М. Трент. - М. : Машиностроение, 1980. 218 с.
7. Хает, Г. Л. Прочность режущего инструмента. / Г. Л. Хает. - М. : Машиностроение, 1975. - 168 с.



УДК 621.923

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.Г. Бишутин, д.т.н., доц., Н.В. Тюльпинова, аспирант
ГОУВПО «Брянский государственный технический университет»
Брянск, тел. (4832) 56-14-75, факс (4832) 56-29-39, e-mail: unti@tu-bruansk.ru

Аннотация

Представлена оригинальная методология прогнозирования тепловыделения при шлифовании конструкционных сталей, учитывающая напряженно-деформированное состояние обрабатываемого материала и изнашивание рабочей поверхности абразивного инструмента в процессе его эксплуатации.

APPLICATION OF THE THEORY OF PLASTICITY IN TASKS OF FORECASTING OF THERMAL FLOWS AT GRINDING CONSTRUCTIONAL MATERIALS

S. G. Bishutin, Dr., N.V. Tulpinova
Bryansk State Technical University
Bryansk, tel.:(4832) 56-14-75, fax: (4832) 56-29-39, e-mail: unti@tu-bruansk.ru

Annotation

The original methodology of forecasting of thermal flows is submitted at grinding constructional materials taking into account is intense - is deformed a condition of a processable material and wear process of a working surface of a grinding circle during his operation.

Качество поверхностных слоев деталей, подвергаемых шлифованию, в значительной степени определяется температурным фактором абразивной обработки. Однако влияние этого фактора на формирование качества поверхности прогнозировать крайне сложно из-за отсутствия в существующих

методиках достоверной оценки напряженно-деформированного состояния обрабатываемого материала. Следует также отметить, что применение в современных моделях прогнозирования тепловыделения силы резания, расчет точного значения которой в течение всего периода стойкости инструмента представляет известные трудности, приводит к значительному снижению эффективности таких моделей. В этой связи была разработана следующая методология оценки теплового фактора абразивной обработки, не имеющая вышеуказанных недостатков.

В основу построения температурного поля поверхностного слоя заготовки может быть положена зависимость [4]:

$$T = \frac{q\sqrt{a}}{2\lambda\sqrt{\pi}} \cdot \frac{\rho}{z} \cdot \int_0^{\tau} \left[\frac{e^{-\frac{(z-\rho)^2}{4a(t-t')}}}{\sqrt{t-t'}} - \frac{e^{-\frac{(z-\rho)^2 + 2za_z}{4a(t-t')}}}{\sqrt{t-t'}} \right] dt', \quad (1)$$

где q – мощность (интенсивность) теплового источника; λ , a – соответственно теплопроводность и температуропроводность обрабатываемого материала; ρ – радиус вершины зерна; a_z – глубина внедрения зерна в металл; τ – время действия теплового источника; z – координата точки, в которой нужно определить температуру; t – время; t' – переменная интегрирования.

Для успешного применения зависимости (1) необходимо решить две задачи: первая – определить интенсивность тепловых источников от вершин зерен круга q ; вторая – определить количество тепловых импульсов (зерен круга) i , действующих в пределах контактной зоны абразивного инструмента и заготовки за время их контакта.

При решении первой задачи следует принять во внимание, что источником теплоты при шлифовании является пластическая деформация обрабатываемого материала и трение вершин зерен о заготовку. Поэтому интенсивность теплового источника (абразивного зерна) можно определить путем анализа работы деформирования и трения в срезаемом слое. Интенсивность q теплового источника имеет вид:

$$q = q_{\text{деф}} + q_{\text{тр}}, \quad (2)$$

где $q_{\text{деф}}$ – интенсивность теплового источника от деформации, $q_{\text{тр}}$ – интенсивность теплового источника от трения.

Для определения $q_{\text{деф}}$ выделим элементарный объем поверхностного слоя. Вершина абразивного зерна при перемещении вызывает его упругую и пластическую деформацию и появление на его гранях напряжений (рисунок 1). Работа этих напряжений $A_{\text{деф}}$ в соответствии с исследованиями [2]

$$A_{\text{деф}} = \int_0^{\varepsilon_i} \sigma_i d\varepsilon_i, \quad (3)$$

где σ_i , ε_i – обобщенные напряжение и деформация рассматриваемого объема:

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_z - \sigma_x)^2 + (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_z - \sigma_y)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{zy}^2)}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_y)^2 + \frac{3}{2}(\varepsilon_{xy}^2 + \varepsilon_{xz}^2 + \varepsilon_{zy}^2)}, \quad (5)$$

здесь $\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y, \varepsilon_z, \varepsilon_x, \varepsilon_y$ – соответственно напряжения и деформации рассматриваемого объема поверхностного слоя; $\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{zy}, \varepsilon_{xy}, \varepsilon_{xz}, \varepsilon_{zy}$ – касательные напряжения и угловые деформации рассматриваемого объема поверхностного слоя.

Для упрочняющихся металлов удобной является линейно-степенная аппроксимация диаграммы $\sigma_i - \varepsilon_i$, которая является линейной в упругой зоне, т.е. $\sigma_i = E\varepsilon_i$ (где E – модуль упругости), и степенной в пластичной зоне, т.е. $\sigma_i = k\varepsilon_i^n$, где k и n – некоторые константы. Учитывая это, уравнение для $A_{\text{деф}}$ можно преобразовать к виду

$$A_{\text{деф}} = k \frac{\varepsilon_i^{n+1}}{n+1} = \frac{\sigma_i \varepsilon_i}{n+1}. \quad (6)$$

Теперь, располагая величиной $A_{\text{деф}}$, можно определить интенсивность теплового источника от деформации

$$q_{\text{деф}} = \frac{\sigma_i \varepsilon_i}{n+1} \cdot V_k, \quad (7)$$

где V_k – скорость вращения круга.

Для определения $q_{\text{тр}}$ воспользуемся зависимостью [3]:

$$q_{\text{тр}} = 0.5 \cdot \mu \cdot \tau_s \cdot V_k, \quad (8)$$

где μ – коэффициент трения вершины зерна о металл; $\tau_s = \frac{\sigma_i}{\sqrt{3}}$.

Таким образом, интенсивность теплового источника (абразивного зерна) равна:

$$q = \frac{\sigma_i \varepsilon_i}{n+1} \cdot V_k + 0.5 \cdot \mu \cdot \tau_s \cdot V_k. \quad (9)$$

По этой формуле можно определить q , если известны обобщенные напряжение σ_i и деформация ε_i . Они находятся решением задачи о напряженно-деформированном состоянии обрабатываемого материала на основе анализа линий тока и в значительной степени зависят от износа шлифовального круга, поскольку он приводит к изменению формы вершин активных зерен [1].

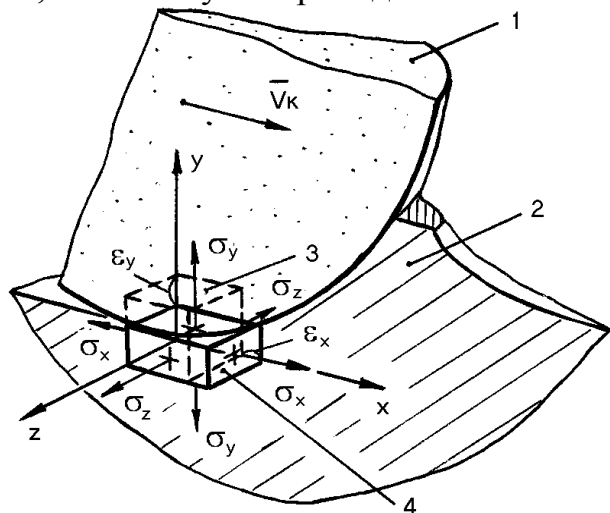


Рисунок 1 – Схема взаимодействия вершины абразивного зерна (1) с металлом (2): 3,4 – элементарный объем поверхностного слоя соответственно до и после взаимодействия с вершиной зерна

При решении второй задачи (о количестве тепловых импульсов i) необходимо определить число n тепловых импульсов, действующих на единице длины обрабатываемой поверхности. С учетом распределения по высоте вершин зерен величина n определяется по формуле:

$n \approx \frac{L \cdot V_k \cdot F_c(z)}{V_3 \cdot d^2},$	(10)
---	------

где L – длина дуги контакта круга и заготовки (определяется по известным формулам Е.Н. Маслова); V_3 – скорость вращения заготовки; d – средний размер абразивного зерна; $F_c(z)$ – функция распределения по высоте z вершин зерен [1].

Располагая величинами n и L , можно определить искомое количество тепловых импульсов i для конкретных условий шлифования.

При многопроходном шлифовании рассматриваемый участок поверхности, испытав N контактов с кругом за один рабочий ход, выходит из последнего контакта и охлаждается воздухом в течение определенного промежутка времени до тех пор, пока не вступит в контакт с кругом на следующем рабочем ходе. В течение этого промежутка времени происходит снижение температуры до определенной величины, поэтому при расчетах следующего цикла нагрева учитываем эту величину. Таким образом, после каждого рабочего хода также происходит постепенное накопление тепла.

Решение задачи об изменении температуры в процессе охлаждения выглядит следующим образом [5]:

$\frac{T(z, t) - T_c}{T_0 - T_c} = \exp u^2 \cdot \operatorname{erfc} u, \text{ где } u = \frac{z}{2\sqrt{at}} + \frac{\alpha}{\lambda} \sqrt{at}.$	(11)
---	------

Здесь z – расстояние от поверхности заготовки до точки, в которой нужно определить температуру; T_c – температура охлаждающей среды; T_0 – начальное значение температуры; α – коэффициент теплоотдачи.

Некоторые результаты расчетов, выполненные по вышеизложенной методике с помощью DIGITAL Visual Fortran и Mathcad 2001i Professional, представлены на рисунке 2. На этом рисунке показана динамика изменения температуры поверхности заготовки из стали 30ХГСА в ходе 25 контактов рассматриваемого участка поверхности заготовки с электрокорундовым шлифовальным кругом. При обработке «острым» кругом (т.е. при линейном износе круга $u_n=0$ мкм [рисунок 2а]) каждая точка поверхности заготовки нагревается до 420...450°C в основном от трех температурных импульсов, создаваемых вершинами абразивных зерен на двадцать пятом (последнем) контакте (температурные импульсы на рисунке показаны резкими скачками температуры). Далее вследствие износа круга число и мощность температурных импульсов возрастает, приводя к повышению температуры на 20...40% (рисунок 2б). При значительном линейном износе шлифовального круга ($u_n=20$ мкм [рисунок 2в]) температура в каждой точке поверхности при каждом контакте формируется под действием семи тепловых импульсов и достигает 850...900°C. Таким образом, износ рабочей поверхности абразивного инструмента в значительной степени определяет тепловыделение в контактной зоне.

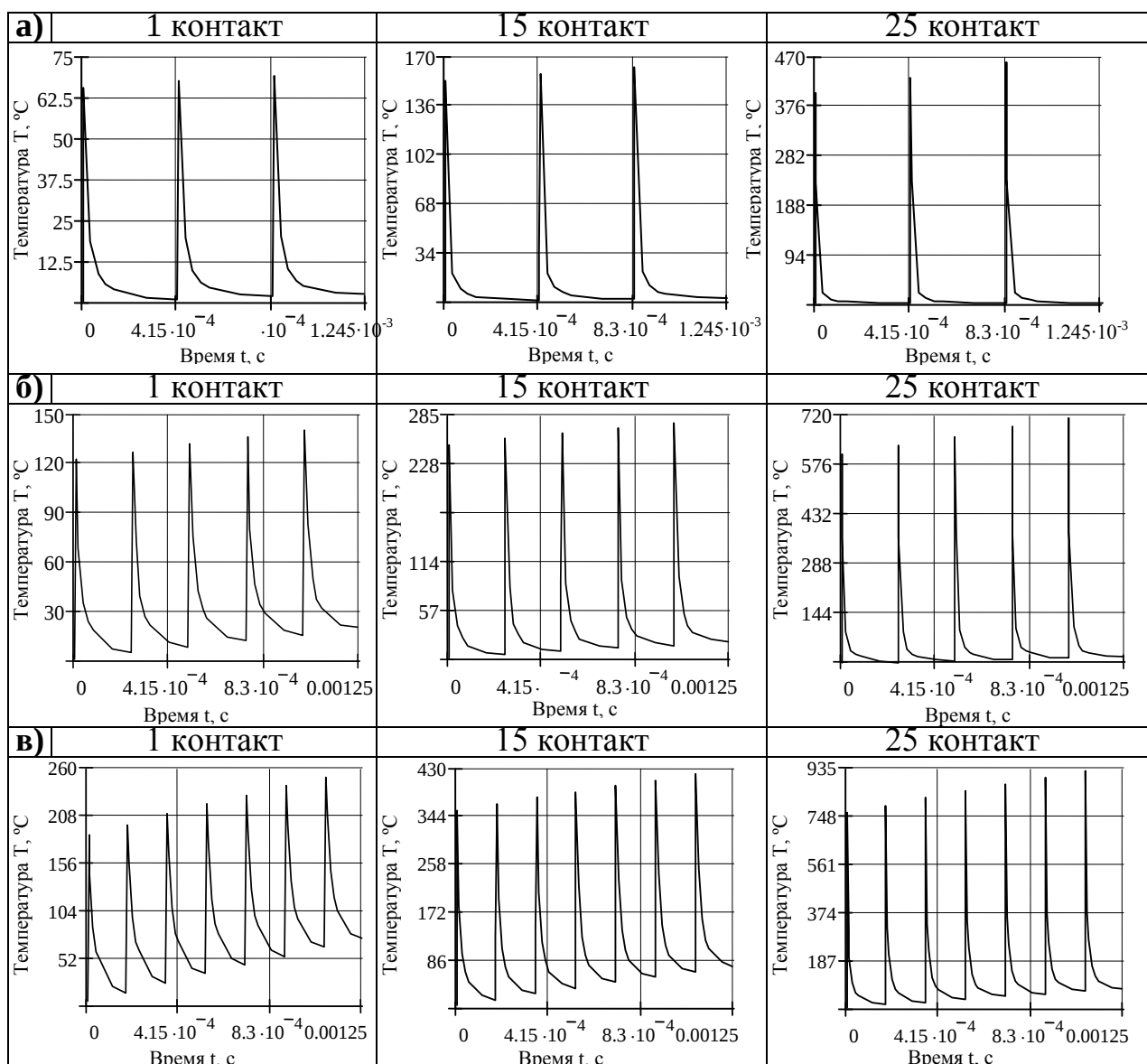


Рисунок 2 – Влияние линейного износа u_d шлифовального круга 1 – 300×40×127 24A40CM26K5 на температуру в контактной зоне с заготовкой из стали 30ХГСА: а – $u_d = 0$ мкм; б – $u_d = 10$ мкм; в – $u_d = 20$ мкм

Проведенные исследования позволяют достоверно прогнозировать тепловыделение при шлифовании с учетом всех основных факторов процесса шлифования в течение всего периода стойкости абразивного инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бишутин, С.Г. Обеспечение требуемой совокупности параметров качества поверхностных слоев деталей при шлифовании / С.Г. Бишутин. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 144 с.
2. Катаев, Ю.П. Пластичность и резание металлов / Ю.П. Катаев, А.Ф. Павлов, В.М. Белоног. – М.: Машиностроение, 1994. – 144 с.
3. Корчак, С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей / С.Н. Корчак. – М.: Машиностроение, 1974. – 280 с.
4. Редько, С.Г. Процессы теплообразования при шлифовании металлов / С.Г. Редько. – Саратов: Изд-во СГУ, 1962. – 231 с.
5. Сипайлов, В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности / В.А. Сипайлов. – М.: Машиностроение, 1978. – 167 с.



УДК 621.9.047; 621.923.229

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО СТЕПЕНИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТРУЖКИ

А.М. Козлов, д.т.н., проф., А.Н. Кичигин

Липецкий государственный технический университет

Липецк, тел.(4742) 328185, (4742) 328186, E-mail:kich2008@yandex.ru

Аннотация

Приведены зависимости для определения угла сдвига, коэффициента усадки и длины элемента стружки при ее суставчатом виде. Показана тесная связь между этими параметрами и шероховатостью обработанной поверхности

Annotation

The dependence for the shearing angle scoring, the chip reduction coefficient and it's length in the case of the articulate structure is given. The deep relationship between the given features and the finished surface roughness is shown.

В настоящее время известен ряд работ, посвященных анализу степени влияния параметров режимов резания на шероховатость обработанной поверхности [1 – 4]. Из них в качестве основных выделяют геометрические параметры режущего инструмента, режимы резания, свойства СОЖ и другие. При этом оценить степень влияния отдельного параметра на шероховатость достаточно сложно, так как они тесно связаны между собой, что, в свою очередь, приводит к погрешностям ее прогнозирования.

Однако отмечается [1, 2], что шероховатость обработанной поверхности можно качественно охарактеризовать по виду стружки. Спрогнозировать вид стружки без проведения экспериментов можно по данным работы [5]. Для этого необходимо задаться следующими величинами:

- относительное сужение в шейке образца в момент разрыва;
- коэффициент жесткости напряженного состояния в зоне стружкообразования и др.

Но данные величины известны не для всех обрабатываемых материалов, а также определены с малой точностью, что приводит к погрешностям вычисления. Этому способствует также определение угла сдвига без учета сплошности и уширения стружки.

Примем в качестве основных параметров, характеризующих вид стружки, коэффициент усадки K_L , утолщения K_a и уширения K_b стружки. Данные величины определяются экспериментально. Их теоретическое определение затруднено, так как в большинстве работ, посвященных данной тематике, не учитывается несплошность образующейся стружки. В частности, сравнение экспериментальных данных и теоретически определенных [9], свидетельствуют об их удовлетворительной сходимости лишь при малых подачах, с ростом которой расхождение между этими величинами увеличивается, что объясняется возрастанием несплошности стружки.

Для прогнозирования вида стружки по величинам K_L , K_a , K_b необходимо знать угол сдвига β и длину основания элемента стружки L_c (рис. 1).

Известно [4], что угол сдвига в зависимости от коэффициента усадки стружки и переднего угла γ режущего инструмента определяется зависимостью:

$$\beta = \arctg(\cos \gamma / (K_L - \sin \gamma)). \quad (1)$$

Приведенная зависимость устанавливает связь между рассматриваемыми величинами лишь при условии сплошности образующейся стружки. При этом условие сплошности применительно к суставчатой стружке не выполняется из-за наличия на ее свободной поверхности впадины глубиной h , поэтому зависимость (1) в этом случае не применима. К тому же при наличии впадины длина элемента стружки L_c увеличивается, что приводит к снижению коэффициента усадки и росту угла сдвига. Однако угол сдвига β при образовании суставчатой стружки согласно рис. 1 не зависит от глубины h и поэтому остается неизменным, что противоречит вышесказанному.

Угол сдвига β_2 в этом случае равен:

$$\beta_2 = \arctg(\cos \gamma / (\frac{a_c - h}{a} * \frac{b_c}{b} * (1 - 0,5 * \frac{h}{a_c}) - \sin \gamma)). \quad (2)$$

Длина основания элемента стружки L_c определяется из рис. 2:

$$L_c = \frac{a_c * \tg \gamma + h * \tg(\beta_2 - \gamma)}{K_b}, \quad (3)$$

где a_c – толщина стружки;

b_c – ширина стружки;

h – глубина впадины на свободной поверхности стружки.

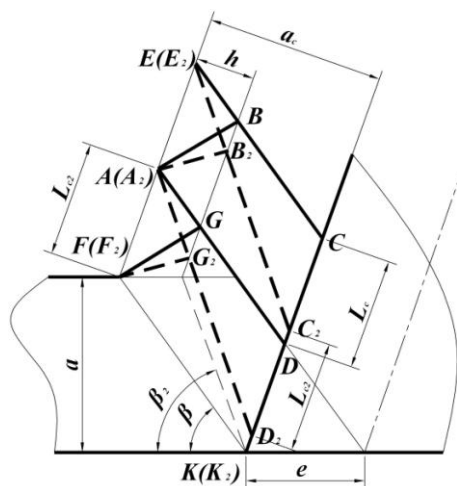


Рис. 1. Схема к расчету угла сдвига.

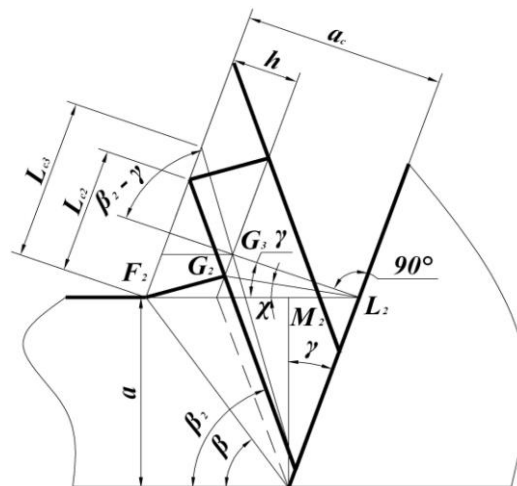


Рис. 2. Схема к расчету длины элемента стружки.

Зная длину основания элемента стружки L_c и коэффициент усадки K_L , можно определить перемещение e лезвия режущей кромки за время dt (Рис.1):

$$e = L_c * K_L, \quad (4)$$

где K_L – коэффициент усадки с учетом несплошности стружки;

$$K_L = K_a * K_b * (1 - 0,5 * h / a_c). \quad (5)$$

Для определения соотношения между величиной e и шероховатостью обработанной поверхности авторами были проведены опыты по обработке бронзы БРА9ЖЗЛ (стружка бронзы имеет ярко выраженную пилообразность) в рамках композиционного плана на кубе B_4 (рис. 3-5, инструментальный материал – ВК8, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 15^\circ$, $\varphi = 45^\circ$). Обработка производилась режущим инструментом с зачищающей кромкой длиной $L_{зач} = 6$ мм. А так как использование режущих инструментов с зачищающими кромками сопровождается возникновением вибраций и высокой степенью пластической деформации металла поверхностного слоя, что приводит к росту шероховатости, измеренной перпендикулярно движению резания [2], то измерение шероховатости обработанной поверхности производили как в направлении, так и перпендикулярно к направлению резания (соответственно продольная $R_{a \text{ продоль}}$ и поперечная $R_{a \text{ попереч}}$ шероховатость).

Корреляция продольной и поперечной шероховатости с величиной e представлена на рис. 6, 7. Приведенные графики аппроксимировали полиномом второй степени (имеющей в данном случае наибольшую величину квадрата смешанной корреляции).

Таким образом, зависимость шероховатости обработанной поверхности от перемещения e лезвия режущей кромки можно представить в виде функции:

$$Ra = a * e^3 + b * e^2 + c * e + d, \quad (6)$$

где a , b , c и d – коэффициенты, зависящие от механических свойств обрабатываемого материала.

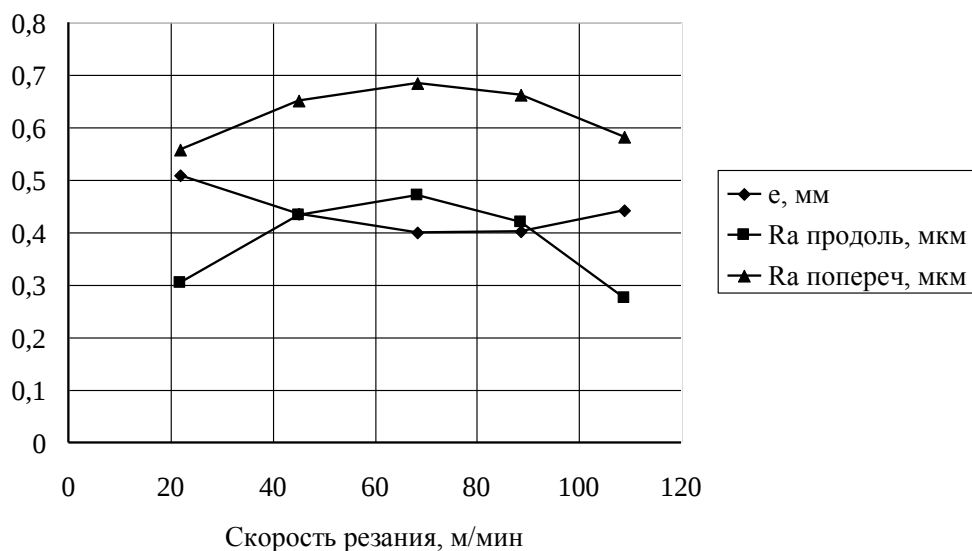


Рис. 3. Влияние скорости резания на e , R_a продоль и R_a попереч ($S = 1$ мм/об, $t = 1$ мм).

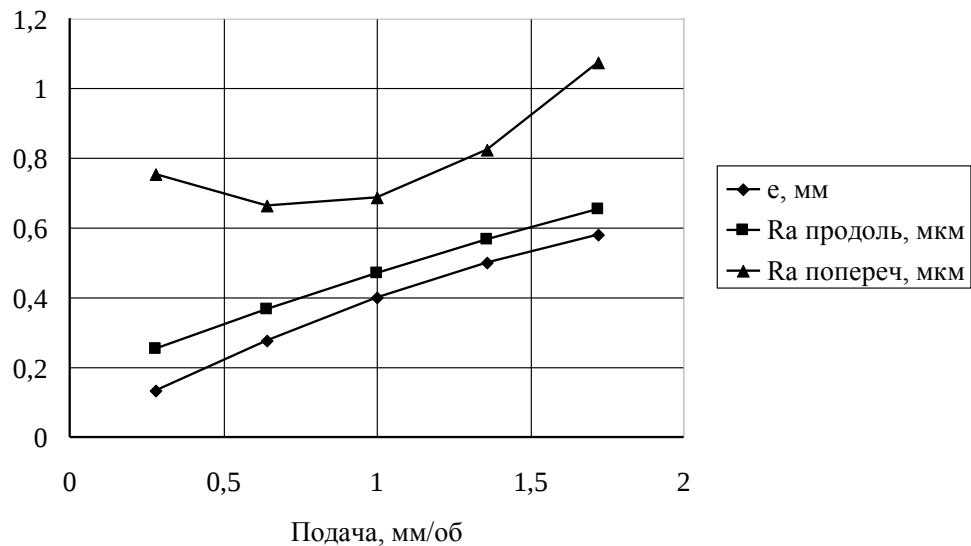


Рис. 4. Влияние подачи на e , R_a продоль и R_a попереч ($V = 70$ м/мин, $t = 1$ мм).

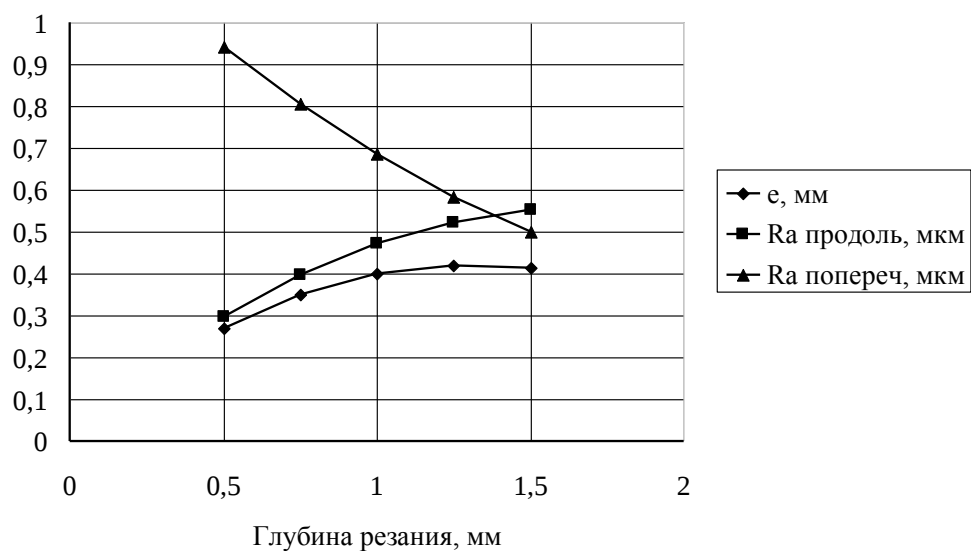


Рис. 5. Влияние глубины резания на e , R_a продоль и R_a попереч ($V = 70$ м/мин, $S = 1$ мм/об).

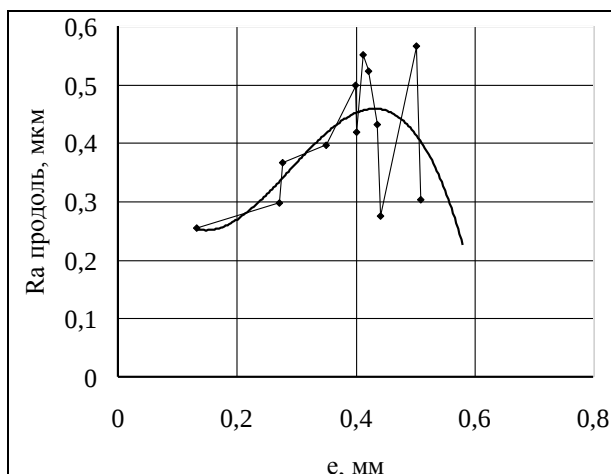


Рис. 6. Влияние величины e на продольную шероховатость $R_{a \text{ продоль}}$.

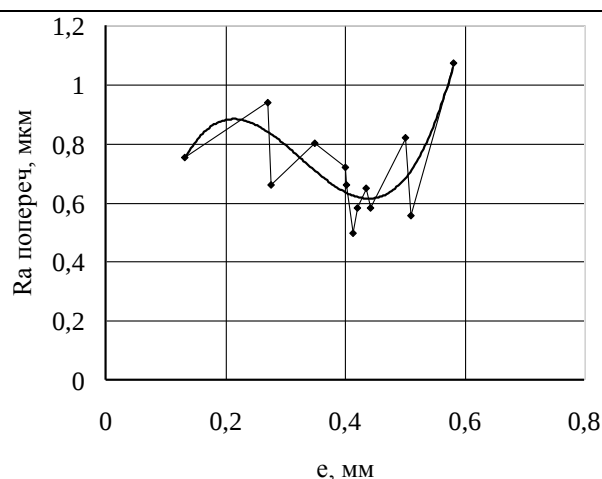


Рис. 7. Влияние величины e на поперечную шероховатость $R_{a \text{ попереч}}$.

Приведенную в работе зависимость для определения перемещения e лезвия режущей кромки в совокупности с уточняющими зависимостями для определения коэффициента усадки K_L , угла сдвига β_2 и длины основания элемента стружки L_c можно использовать для прогнозирования шероховатости поверхности, обработанной лезвийным инструментом.

Литература

1. Макаров, А.Д. Оптимизация процессов резания [Текст] / А.Д. Макаров – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.
2. Маталин, А.А. Технология механической обработки [Текст] / А.А. Маталин – Л.: Машиностроение, 1977. – 420 с.
3. Подураев, В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов [Текст] / В.Н. Подураев – М.: Высш. шк., 1974. – 587 с.
4. Сулов, А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей [Текст] / А.Г. Сулов – М.: Машиностроение, 1987. – 208 с.
5. Железнов, Г.С. Прогнозирование вида стружки при резании металлов [Текст] / Г.С. Железнов // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 2006. – №1. – С. 104 – 108.



УДК 664. 143/.149; 664, 858; 663. 91

КОМБИНИРОВАННЫЙ ФОРМУЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ТОРООБРАЗНЫХ ЗАГОТОВОК

В.П. Корячкин, д.т.н., проф., С.И. Меркушев
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. и fax(4862)551187, e-mail: mapp@ostu.ru

АННОТАЦИЯ

В ОрелГТУ разработана новая конструкция комбинированного инструмента технологического оборудования для производства изделий из пластичных масс в форме тора. Данная конструкция комбинированного инструмента позволяет улучшить качество поверхности традиционных заготовок, расширить ассортимент новых изделий из разнообразных рецептур пластичных масс, в том числе и с крупно-дисперсными компонентами и повысить скорость их формования. Наибольший эффект от комбинированного формующего инструмента делительно-закаточных машин достигается для тех изделий, в состав которых входят крупно-дисперсные функциональные компоненты.

THE COMBINED FORMING TOOL FOR TOROOBRAZNYH PREPARATIONS

V.P. KORYACHKIN, PROF., DR., S. I. MERKUSHEV,
ORYOL STATE TECHNICAL UNIVERSITY
OREL, TEL. (4862) 551187, FAX (4862) 551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

Annotation

In OrelSTU the new design of the combined tool of the process equipment is developed for manufacture of products from plastic weights in the form of tora. The given design of the combined tool allows to improve quality of a surface of traditional preparations, to expand assortment of new products from various compoundings of plastic weights, Including with is large-disperse components and to raise speed of their formation. The greatest effect from the combined forming tool delitelno-zakatochnyh machines is reached for those products which structure includes is large-disperse functional components.

Предлагаемый формующий инструмент входит в состав технологического оборудования, формующего тестовые заготовки для баранок, сушек и бубликов прокаткой в кольцевом зазоре между цилиндрическими поверхностями, в том числе и с крупно - дисперсными компонентами и может быть использован на предприятиях пищевой промышленности.

Известны делительно-закаточные машины [1] для формирования торообразных тестовых заготовок, рабочие органы которых представляют собой формующий инструмент с кольцевым зазором между цилиндрическими поверхностями. Однако конструкция данных инструментов имеет существенный недостаток, который заключается в том, что при выпрессовывании под большим давлением через кольцевую щель между гильзой и скалкой пластичных масс, содержащих крупно - дисперсные компоненты, заготовка формующего изделия чрезмерно уплотняется. Такая заготовка в процессе получения раскаткой из спиралеобразного кольца пластичной массы корпуса заготовки в форме тора не способна удерживать форму с гладкой качественной поверхностью. На поверхности ряда отформованных заготовок образуются трещины, что снижает качество готовой продукции. Такая некачественная поверхность заготовки получается в результате силового контактного взаимодействия чрезмерно уплотненной пластичной массы с твердыми рабочими поверхностями формующего инструмента делительно-закаточных машин, в частности с твердыми рабочими поверхностями раскатывающих стаканов и скалок.

Недостаток можно объяснить тем, что при контактном взаимодействии с твердой поверхностью пластичная дисперсная масса деформируется с образованием трещин. При этом жесткая рабочая поверхность прокатывающих рабочих органов – стакана и скалки не может в полной мере обеспечить получение гладких поверхностей у кольцевых заготовок. Это снижает качество поверхности, как полуфабрикатов, так и готовых изделий, и ограничивают производительность, особенно для изделий содержащих крупнодисперсные компоненты.

С целью улучшения качества поверхности традиционных и новых видов мучных изделий в форме тора и повышения скорости формования этих изделий раскаткой, особенно тех, в состав которых входят крупно - дисперсные функциональные компоненты (мак, дробленый орех, продукты экстрадированных круп и др.) была усовершенствована конструкция рабочих органов формующих головок [2].

Усовершенствование конструкции рабочих органов заключается в том, что в формующем инструменте делительно-закаточной машины, имеющей гильзу со скалкой, цилиндрический нож, раскатывающую втулку с раскатывающим стаканом, сбрасывателем и цилиндрической пружиной раскатывающий стакан и скалка выполнены комбинированными, содержащими твердые перфорированные корпуса с упругими элементами. При этом на рабочих поверхностях стакана с внутренней стороны и с внешней стороны скалки неподвижно установлены упругие элементы в виде втулок, выпол-

ненных, например, из пищевой резины, опирающиеся тыльной стороной на перфорированные жесткие поверхности стакана и скалки, а скалка выполнена с полостью, сообщающейся с атмосферой.

На рисунке 1 представлена схема усовершенствованного формующего инструмента делительно-закаточных машин для формования раскаткой кольцевых заготовок изделий в виде тора, продольный разрез.

В состав комбинированного формующего инструмента делительно-закаточной машины входят: гильза 1, скалка 2 с упругой втулкой 3 и отверстиями 4, выполненными в твердом корпусе и соединенными с полостью 5, которая сообщается с атмосферой, цилиндрический нож 6, раскатывающая втулка 7 с раскатывающим стаканом 8, имеющим перфорированные отверстия 9 и упругую втулку 10, сбрасыватель 11 и цилиндрическая пружина 12.

Формующий инструмент делительно-закаточной машины работает следующим образом.

Пластичная масса с крупно - дисперсными компонентами под давлением выдавливается через кольцевую щель между гильзой 1 и скалкой 2, сворачивается в спиралеобразные кольца и отрезается цилиндрическим ножом 6.

Затем, отрезанная спиралеобразная кольцевая тестовая заготовка раскатывается в кольцевом зазоре между стаканом 8 раскатывающей втулки 7 и скалкой 2 в корпус изделия по форме тора. При раскатывании заготовка контактирует с упругими втулками 3 и 10 скалки 2 и стакана 8. При этом упругие втулки 3 и 10 обратимо деформируются в зонах контакта с раскатываемой тестовой заготовкой. Цилиндрическая пружина 12 обеспечивает надежную работу формующей головки.

При движении объекта формования по участку кольцевого зазора упругие втулки 3 и 10 периодически обратимо деформируются под изменяющимся локальным давлением со стороны контакта с формируемой заготовкой с частичным прониканием в сквозные полости отверстий 4 и 9, сообщающихся с атмосферой, поскольку отверстия 4 сообщаются с атмосферой через полость 5. Это снижает чрезмерные напряжения объекта формования и исключает возникновения нерегулярностей на поверхности формируемой заготовки. При этом улучшается качество поверхности формируемых заготовок путем исключения тенденции образования и сохранения трещин.

Также наличие упругих втулок 3 и 10 на скалке 2 и стакане 8 кроме снижения чрезмерных напряжений деформируемого объекта формования в рабочем кольцевом зазоре, увеличивает скорость формования раскаткой, что повышает производительность, сокращая или исключая возвратные отходы.

Данная конструкция формующей головки делительно-закаточной машины, позволяет улучшить качество поверхности традиционных заготовок, расширить ассортимент изделий из разнообразных рецептур теста, в том числе и с крупно-дисперсными компонентами и повысить скорость их формования. Наибольший эффект усовершенствованной конструкции формующих головок делительно-закаточных машин достигается для тех изделий, в состав которых входят крупно - дисперсные функциональные компоненты.

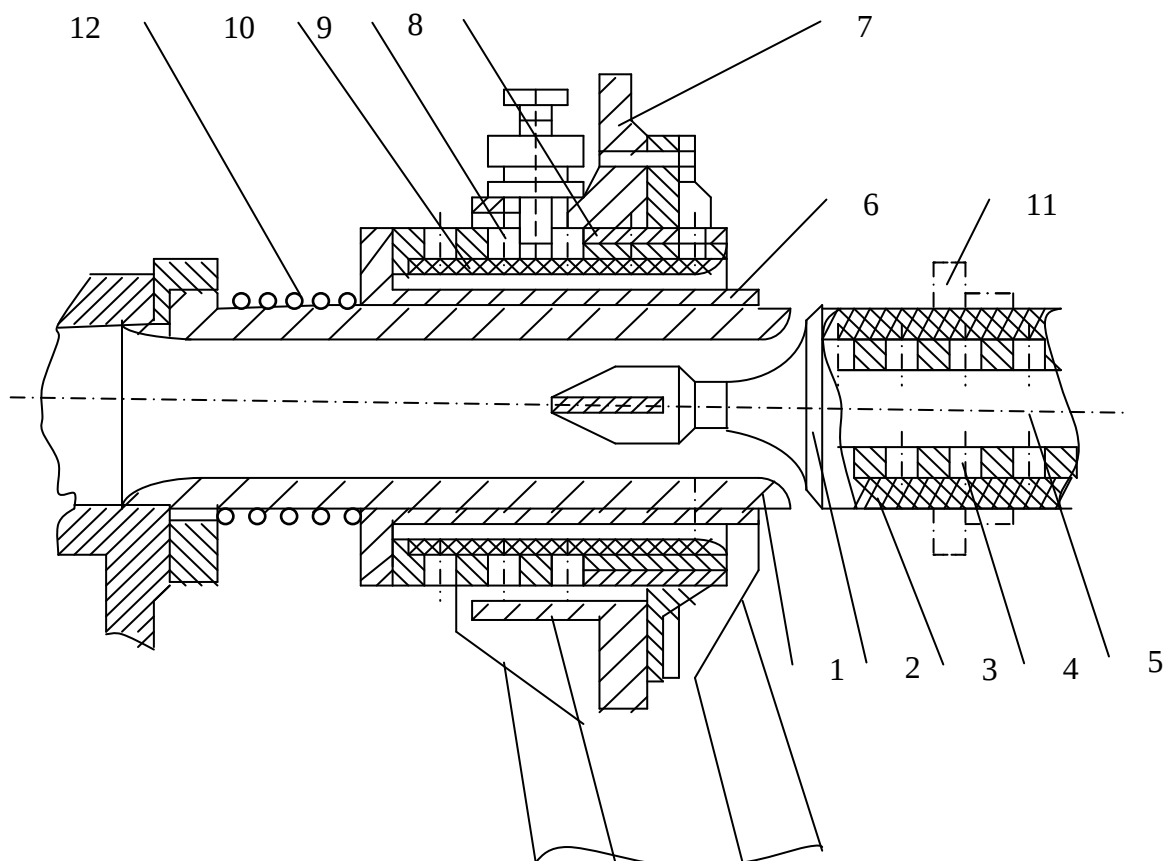


Рисунок 1 Формующий инструмент для формирования изделий в форме тора

ЛИТЕРАТУРА

1 Головань Ю.П., Ильинский Н.А. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий. – М.: Пищевая промышленность. – 1979. – С. 319 - 322.

2. Корячкин В.П., Меркушев Устройство для формования переменным давлением изделий в форме тора/Материалы 3 международного научного симпозиума «Ударно-вибрационные системы, машины и технологии», 2006 г., с. 419 – 421.



УДК 621. 1

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНООБРАБОТКИ ТРУДНО-ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Ф. Макаров, д. т. н, проф., Д. И. Токарев, аспирант,
А. Х. Половинкин, аспирант, А. В. Виноградов, аспирант,
А.А. Кириллова, аспирант

Пермский государственный технический университет,
ОАО «Пермский моторный завод», Пермь, тел. кафедры «Технология машиностроения» (342) 2198470, факс (342) 2198295, E-mail: tms3@pstu.ru

Аннотация

В докладе приведены результаты разработки, исследования и внедрения новых высокопроизводительных технологических процессов при обработке деталей из труднообрабатываемых сталей и сплавов таких, как скоростное протягивание твердосплавными протяжками, скоростное глубинное шлифование, упрочняющая ультразвуковая, токарная, фрезерная и слесарная обработка новыми видами и классами режущих инструментов на повышенных режимах резания. Для каждого процесса определены оптимальные режимы высокопроизводительной обработки, обеспечивающие высокую стойкость режущих инструментов, требуемое качество поверхностного слоя и усталостную прочность обработанных деталей газотурбинных двигателей. Производительность обработки при этом на отдельных операциях увеличилась от 2 до 10 раз.

INTENSIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE DIFFICULT MACHINING MATERIALS

V.F.Makarov, Prof., Dr., D.I.Tokarev, the post-graduate student,
A.H.Polovinkin, the post-graduate student, A.V.Vinogradov, the post-graduate student,
A.A.Kirillova, the post-graduate student

The Perm state technical university, Open Society “ Perm motor plant ”,
Perm, tel. of faculty « Technology of mechanical engineering » (342)2198470, fax
(342)2198295, E-mail: tms3@pstu.ru

Annotation

In the report results of development, research and introduction of new high-efficiency technological processes are given at processing details from hard to be cut steels and alloys such, as high-speed broaching by hard- alloy broaches, high-speed deep grinding, turning, milling and metalwork processing by a new class of cutting tools on the increased modes of cutting. For each process the optimum modes of high-efficiency processes providing high stability of cutting tools, re-

quired quality of a superficial layer and mechanical fatigue of the processed details gas-turbine engines are determined. Productivity of processing thus on separate operations increased from 2 up to 10 times.

Задачи, стоящие перед отечественным машиностроением, по разработке и созданию новых современных машин, конкурентноспособных на мировом рынке, сегодня невозможно решить без разработки и внедрения новых современных технологий механообработки. В свою очередь технология механообработки является в новых экономических условиях движущей силой научно - технического прогресса в машиностроении. Это особенно наглядно проявилось, например, при разработке и начале производства на ОАО «Пермский моторный завод» такой чрезвычайно сложной и ответственной машины, как газотурбинный двигатель ПС 90А для авиации и наземных газоперекачивающих установок, не уступающей по своим техническим параметрам зарубежным аналогам.

Более высокие эксплуатационные показатели нового газотурбинного двигателя по сравнению с ранее выпускаемыми изделиями достигнуты за счет применения новых жаропрочных материалов, еще более труднообрабатываемых резанием, а также за счет значительного усложнения конструкции деталей. Трудоемкость обработки таких деталей существенно увеличилась. Для решения задач по снижению трудоемкости и обеспечению требуемого качества в лабораториях резания и шлифования ОАО «ПМЗ» проводятся работы по исследованию, разработке и внедрению таких новых высокопроизводительных технологических процессов, как скоростное протягивание, скоростное фрезерование, скоростное развертывание, скоростное глубинное шлифование, различные виды точения на повышенных скоростях резания с применением новых видов режущего инструмента.

Совершенствование методов лезвийной обработки деталей ГТД традиционно проводится по методике проф. Макарова А.Д. на базе оптимизации режимов резания по минимуму относительно установившегося износа при соответствующей оптимальной температуре контакта (резания). Эта методика позволяет быстро и достоверно определять оптимальные режимы практически для любого вида лезвийной обработки новых труднообрабатываемых материалов с применением новых видов режущих инструмента. Подобраны рациональные технологические условия резания, обеспечивающие существенное снижение интенсивности начального износа с подчинением задаче улучшения качества обработанной поверхности.

На предприятии проведено широкое комплексное исследование обрабатываемости скоростным протягиванием около 30 марок труднообрабатываемых сталей и сплавов, применяемых при изготовлении деталей различных ГТД и значительно отличающихся друг от друга при нормальной температуре прочностью ($\sigma_s = 650...1600$ МПа), пластичностью ($\delta = 3...35\%$; $\psi = 6...56\%$), ударной вязкостью ($A_k = 350...2200$ кДж/м²), рабочей температурой

($\theta_{раб.} = 673...1423^\circ\text{K}$), количеством и содержанием легирующих элементов (от

10 до 22). Все исследуемые материалы были разделены на четыре группы, в каждой из которых объединены стали и сплавы примерно одинакового химического состава, с одинаковыми механическими свойствами и близкой обрабатываемостью резанием.

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях в диапазоне скоростей от 1.0 - 60.0 м/мин. Протягивались образцы из жаропрочных сталей и сплавов моделированными протяжками. Производственные исследования проводились в условиях механических цехов предприятия при протягивании конкретных деталей газотурбинных двигателей многосекционными сборными протяжками на модернизированных горизонтально-протяжных станках мод. 7А540 и 7А520 в диапазоне скоростей от 1.0 - 30.0 м/мин.

В качестве наиболее рациональных инструментальных материалов для различных групп обрабатываемых сталей и сплавов выбраны наиболее технологичная быстрорежущая сталь Р18 и твердый сплав ВК8. Экономические расчеты показали высокую эффективность методов скоростного протягивания различных деталей ГТД твердосплавными протяжками.

Аналогичные работы проводятся по интенсификации процессов фрезерования и развертывания труднообрабатываемых материалов с применением новых видов твердосплавного инструмента.

Абразивная обработка деталей ГТД занимает до 50% общей трудоемкости особенно при чистовой окончательной обработке. Установлено, что увеличение скорости резания при глубинном шлифовании является существенным резервом повышения производительности обработки. Особенно это важно при обработке наиболее труднообрабатываемых материалов – жаропрочных сплавов на никелевой основе. В связи с этим проведены сравнительные исследования процесса скоростного глубинного шлифования лопаток турбины на станках с ЧПУ мод. лш 220, модернизированных для обеспечения скоростей резания до 70 м/с с применением специальных скоростных кругов и непрерывной их правкой и традиционно применяемого процесса глубинного шлифования на скоростях резания 20- 30 м/с.

В результате анализа влияния скорости резания на величину удельного съема металла при условии постоянства коэффициента шлифования установлено, что с увеличением скорости резания до 70 м/с величина удельного съема металла возрастает до 45-55 мм³/мм·с, т.е. в 3-5 раз по сравнению с традиционным глубинным шлифованием. Применение более твердых кругов (g) позволяет увеличить величину удельного съема металла на 20-30 % по сравнению с мягкими кругами (f). Обеспечение постоянства коэффициента шлифования достигается путем подбора режима непрерывной правки кругов алмазным роликом.

Достижение высокой производительности различных видов токарной обработки проводится на предприятии путем внедрения сборного режущего инструмента с многогранными неперетачиваемыми сменными пластинами из новых марок твердых сплавов и керамики с подбором оптимальных режимов резания для каждой операции.

С 1998 года на ОАО "ПМЗ" идет процесс широкого внедрения МНСП из твердых сплавов, существенно отличающихся по химическому составу и физическо-механическим свойствам от применяемых ранее: MC2210, MC3210, BK6OM, BK8, BK10, BK10OM, BK10XOM, T15K6 и др. МНСП большинства фирм имеют мелкозернистую внутреннюю структуру и многослойные покрытия (TiN, Al₂O₃, TiAlN, Ti (C,N)) для различных групп труднообрабатываемых материалов. Универсальные пластины, применяемые ранее, а также напайной режущий инструмент не обеспечивали требуемой производительности обработки, особенно применительно к станкам с ЧПУ, обрабатывающим центрам.

Внедрение МНСП из различных марок твердого сплава проходило в несколько этапов.

В процессе лабораторных исследований и производственных испытаний в 1998 году была произведена замена вышеперечисленных марок на твердые сплавы MA1, MT1, MT2, MP1, MP7, MP4 и др. фирмы "Sandvik-MKTC". Применение этих марок твёрдого сплава не позволило повысить режимы резания. Был необходим переход на другие марки твердого сплава.

В 2000 году фирмой "Sandvik-MKTC" были разработаны и предложены новые твердые сплавы CT25, CT35, CU45, TK20, TK25, которые по качеству и стойкости превосходили марки прежних твёрдых сплавов на 20-30%. Эти сплавы были испытаны на заводе при обработке сталей ферритно-мартенситного, аустенитного классов, титановых и жаропрочных сплавов. Одни из них хорошо зарекомендовали себя, а другие не обеспечивали производительную обработку, например при точении титановых и жаропрочных сплавов на никелевой основе твердые сплавы TK20 и TK25 не обеспечивали повышение производительности. В связи с этим, на предприятии исследовалась возможность применения МНСП других фирм.

Из всех испытанных инструментов установлены наиболее приемлемые для ОАО "ПМЗ" твердые сплавы фирм "Sandvik-Coromant" и "Sandvik-MKTC". Причем твердые сплавы фирмы "Sandvik-Coromant" обеспечивали повышение производительности в 1,5 раза по сравнению с фирмой "Sandvik-MKTC".

В 2002 году фирмой "Sandvik-Coromant" были созданы новые марки твердых сплавов GC1005, GCS05F, GC4125, GC1025 и др. Проведена интенсивная работа по установлению оптимальных режимов резания и подбору рациональной геометрии пластин при обработке деталей из различных труднообрабатываемых материалов. Уже первые результаты испытаний оказались довольно оптимистичными. Так применение пластин из новых марок твердого сплава GC1005, GCS05F обеспечивает повышение режимов резания в 2-3,5 раза при обработке наиболее труднообрабатываемых жаропрочных сплавов на никелевой основе – это новый качественный скачок по интенсификации обработки этих материалов.

Проведена работа по поиску и внедрению современных систем механического крепления пластин, обладающих высокой жёсткостью, обеспечивающих возможность повышения точности обработки..

Также ведутся работы по использованию сборного канавочного инструмента. Новая система крепления пластин обеспечивает одновременно возможность прорезки, отрезки, точения и контурной обработки и формирования радиальных и торцевых канавок.

Большой интерес представляет применение керамики в сборном инструменте при обработке жаропрочных сплавов, которое открывает принципиально новое направление в развитии и совершенствовании технологических процессов.

Таким образом, разработка и внедрение новых прогрессивных методов лезвийной и абразивной обработки позволили существенно сократить трудоемкость изготовления нового двигателя при обеспечении требуемого высокого качества и надежности работы его в эксплуатации. Впервые в стране достигнут ресурс авиационного двигателя ПС90А более 7000 часов.



УДК 621.9.06-229.2

РЕЗЬБОНАРЕЗНОЙ ПАТРОН

Киричек А.В., д.т.н., проф., Мальцев А.Ю.

Орловский государственный технический университет

г. Орел, тел. (04862) 555524 e-mail: avk@ostu.ru

Аннотация

В статье автор предлагает новую конструкцию патрона, которая решает проблему получения точных крепежных резьбовых отверстий в корпусных деталях.

THREAD-CUTTING CARTRIDGE(PATRON)

Kirichek A.V., д.т.н., проф., Maltsev A.J.

The Oryol state technical university

Orel, ph. (04862) 555524 e-mail: avk@ostu.ru

Annotation

The chuck suggested in this article will serve to raise the quality and precision during the process of thread cutting and it will reduce the time of instrument replacement and its service.

Нарезание резьб в корпусных деталях обычно является конечной операцией, и срыв резьбы означает брак дорогостоящей детали.

Нарезание резьбы на многошпиндельных сверлильных станках возможна при условии обеспечения возможности некоторого осевого перемещения подпружиненного метчика в шпинделях. В процессе обработки необходимо центрировать метчик относительно отверстия. Для закрепления метчика служит патрон.

Резьбонарезной патрон должен иметь механизм, позволяющий компенсировать несоответствие числа оборотов шпинделя минутной подаче.

Патрон – сложный механизм, обеспечивающий высокую точность и качество резьбы.

Предлагаемая конструкция патрона содержит: хвостовик (позиция 1) с наружной трапециидальной резьбой для регулировки установки патрона в шпинделе станка с фиксации размера с помощью гайки (позиция 12). От проворота патрона в шпинделе выполнена в хвостовике канавка под шпонку. Державка патрона (позиция 2), которая находится в подпружиненном со-

стоянии за счет пружины (позиция 19) имеет возможность осевого перемещения и возвращения в исходное состояние. Для передачи крутящего момента в конструкции используется шпонка (позиция 27).

Узел, состоящий из хвостовика (позиция 1), державки (позиция 2), пружины (позиция 19) удерживается в сборе за счет упора (позиция 13) и винта (позиция 22). Гайка (позиция 12) стопорится винтом (позиция 23). Резьбонарезной инструмент (метчик) фиксируется в быстросменной втулке (позиция 6), в которую входят направляющая втулка (позиция 7), пружина

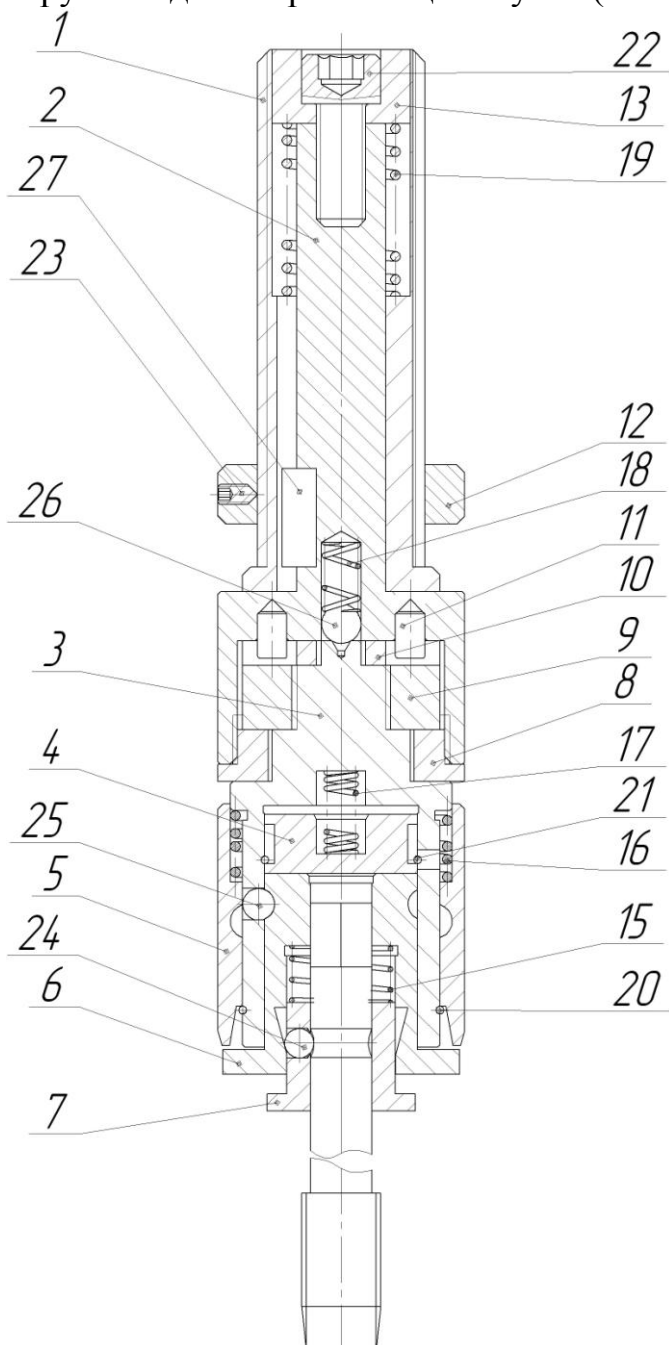


Рис.1. – Эскиз патрона

(позиция 14) и фиксирующие инструмент шарики (позиция 24), одновременно выполняющие функции стопора за счет посадки с натягом между быст-

росменной втулкой (позиция 6), втулкой (позиция 7) и шариками (позиция 24). Быстросменная втулка устанавливается в корпусе патрона (позиция 3) в котором фиксируется по канавкам с помощью шариков (позиция 25) и втулки (позиция 5) пружины (позиция 16), которая удерживает узел в сборе при работе патрона. На корпусе (позиция 5) выполнена канавка в которую устанавливается стопорное кольцо (позиция 20), являющееся фиксирующим элементом узла. Для ликвидации осевого перемещения режущего инструмента с быстросменной втулкой в конструкции предусмотрен упор (позиция 4), который воздействует на торец быстросменной втулки с помощью пружины (позиция 17). Упор (позиция 4) фиксируется стопорным кольцом (позиция 21).

Патрон имеет конструктивную особенность – возможность радиального перемещения режущего инструмента перпендикулярно оси вращения инструмента. Корпус (позиция 3) с быстросменной втулкой (позиция 6) и режущим инструментом в сборе закреплен к державке (позиция 2) с помощью гайки (позиция 8), которая стопорится гайкой (позиция 9). Крутящий момент от державки (позиция 2) к корпусу (позиция 3) передается за счет штифтов (позиция 11) и передающей шайбы (позиция 10). Гайка (позиция 8), гайка (позиция 9), передающая шайба (позиция 10) имеют единый осевой зазор между сопрягаемыми поверхностями, равный допустимому конструкцией патрона соосное перемещение. Центрация и возврат в исходное положение корпуса и инструмента относительно оси державки и шпинделя происходит за счет пружины (позиция 18) и шарика (позиция 26).

За счет новой конструкции патрон решает проблему получения точных крепежных резьбовых отверстий в корпусных деталях.

Спроектированный патрон имеет осевую и радиальную компенсацию перемещения резьбонарезного инструмента и позволяет нарезать резьбу высокой точности и качества.

Литература:

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – Т. 1. – М.: Машиностроение, 1979. – 728 с.
2. Биргер И. А., Иосилевич Г. Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.
3. Косилова А.Г. и др. Справочник технолога-машиностроителя, в 2-х т., т.1, М: Машиностроение, 1985, 651 с.
4. Станочные приспособления: Справочник. / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - В 2-х т. – Т. 2. – М.: Машиностроение, 1984. - 635 с.



УДК 620.17

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ОДНОРОДНОСТЬ МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛИ 14ХНЗМА

А. А. Вдовин, Т. М. Пугачёва, к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет
Самара, тел. (8462) 242-28-89, E-mail: mag@samgtu.ru

Аннотация

Изучали влияние нормализации и изотермической закалки на микро-структурную однородность, твердость и микротвердость металлопроката из низкоуглеродистой высококачественной хромоникельмолибденовой стали.

STUDYING OF HETEROGENEITY OF THE MICROSTRUCTURE AND DISTRIBUTION OF MICROHARDNESS IN THE PIN OF THE PAW OF THE CHISEL

A. A. Vdovin, T. M. Pugachyova, c.t.s., the senior lecturer
The Samara state technical university
Samara, tel. (8462) 242-28-89, E-mail: mag@samgtu.ru

Annotation

Studied influence of normalization and isothermal training on microstruc-tural uniformity, hardness and microhardness of metal rolling from lowcarbon high-quality chrome nickel molybdenum steel

Для металлопроката легированных сталей характерны полосчатая мик-роструктура и связанная с ней неоднородность свойств. Это обуславливает нестабильность поведения металла при последующей механической и терми-ческой обработке и соответственно снижает качество выпускаемой продук-ции.

Целью работы было исследование влияния схемы и параметров термообра-ботки на изменение микроструктурной полосчатости и микротвердости про-ката стали 14ХНЗМА, которая находит применение при изготовлении шаро-шек и лап буровых долот.

Из прутка диаметром 85 мм были вырезаны образцы 25x25x25 мм. Изучали влияние температуры нагрева от 700 до 1100 °С с последующим охлаждением на воздухе, температуры нормализации от 880-950 °С, изотермической закалки с выдержкой при 380 °С в течение 2 час. и температуры отпуска в интервале 580-680 °С на твердость, микротвердость и формируемую структуру стали 14ХН3МА следующего состава 0,16 % С, 0,25 % Si, 0,75 % Mn, 1,51 % Cr, 3,35 % Ni, 0,20 % Cu, 0,14 % Mo, 0,02 V, 0,013 S, 0,012 P. Микроструктуру продольных шлифов изучали после травления в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты с использованием микроскопа MEF-2 при увеличениях от 100 до 800 раз. Твердость измеряли на приборе Роквелла, а микротвердость определяли по Кнупу на микроскопе ММ-6 при нагрузке 50-100 г.

Твердость проката в состоянии поставки образца составляла 208 НВ (~ 14 HRC). В микроструктуре наблюдались широкие (до 400 мк) светлые полосы, состоящие преимущественно из феррита, и узкие (50-100 мк) темные, обогащенных никелем и другими легирующими элементами, перлито-ферритные полосы. Разброс микротвердости светлых и темных полос составлял 80 -94 НК. Последующий нагрев до температур 700-1100 °С с охлаждением на воздухе привел к существенному повышению твердости (до 24-28 HRC). Микроанализ показал, что это связано с заметным уменьшением в доли феррита в структуре, появлением высокодисперсной трооститной составляющей по границам ферритных зерен и образованием небольшого количества бейнита и малоуглеродистого мартенсита. При этом разброс микротвердости сначала постепенно уменьшался до 55 НК (при температуре нагрева 950°С), а затем возрастал до 104 НК (после температуры нагрева до 1100°С).

По результатам эксперимента с одновременным варьированием в соответствии с методикой планируемого эксперимента температуры нагрева (880-950°С), схемы охлаждения (на спокойном воздухе или с изотермической выдержкой при 380 °С в течение 2 час., а затем - на воздухе) и температуры отпуска (580-680 °С) была построена регрессионная модель для изменения различия микротвердости светлых и темных полос микроструктуры. Анализ модели показал, что изотермический распад в области промежуточного превращения снижает степень неоднородности структуры, уменьшая различие микротвердости разнотравящихся полос до 30-35 НК.

Таким образом установлено, что снизить неоднородность микроструктуры стали 14ХН3МА можно за счет проведение нормализации от 880-900 °С или изотермической закалки при 380 °С, с последующим отпуском при 670-680°С .



УДК 621.785.52, УДК 621.787.6

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ КОМБИНИРОВАННОГО УПРОЧНЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТАТИКО - ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ (СИО) ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ (ППД)

А. В. Киричек, д. т. н., проф., Д. Е. Тарасов, аспирант
Орловский государственный технический университет
г. Орел, тел. (4862) 541503, fax (4862) 555524, E-mail: tde82@yandex.ru

Аннотация

В современном машиностроении широко распространены различные виды упрочняющих технологий, повышающих эксплуатационные характеристики поверхностного слоя деталей машин. Перспективно применение комбинированных методов упрочнения с включением статико - импульсной обработки в технологическую цепь.

PERSPECTIVE METHODS OF THE COMBINED HARDENING ON THE BASIS OF STATICS - IMPULSE PROCESSING (SIP) SUPERFICIAL PLASTIC DEFORMATION (SPD)

An. V. Kirichek, Prof., Dr., Dm. E. Tarasov, a post graduate student
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 541503, fax (4862) 555524, E-mail: tde82@yandex.ru

Annotation

In modern mechanical engineering various kinds of the strengthening technologies raising operational characteristics of a superficial layer of details of machines are widely widespread. Application of the combined methods of hardening with inclusion statics - impulse processing in a technological circuit is perspective.

С развитием современного машиностроения и промышленного рынка возросли требования к выпускаемой номенклатуре товаров и изделий. Одной из основных задач является повышение надежности тяжело нагруженных деталей. Ее решение сводится к нахождению оптимальных методов по созданию благоприятной технологической наследственности, обеспечивающих необходимые параметры качества поверхностного слоя и дающих возможность получить нужную совокупность эксплуатационных свойств. Перспективна разработка любых новых методов обработки, направленных на повышение качества поверхностного слоя и эксплуатационных свойств выпускаемой продукции.

В существующих технологических процессах промышленных предприятий широко применяются различные методы повышения эксплуатационных свойств деталей машин. Увеличение достигается за счет использования упрочняющих технологий, наиболее эффективными из которых являются методы поверхностного упрочнения: нанесение покрытий, термическая и химико - термическая обработка, поверхностное пластическое деформирование и т. д. Как результат, получается слой с необходимыми значениями эксплуатационных параметров: твердостью; шероховатостью; глубиной упрочнения; наличием остаточных напряжений, знак которых зависит от вида упрочняющей технологии. Изменяются износостойкость, статическая прочность, усталостное изнашивание, контактная выносливость (прочность).

Изучению процессов повышения качества поверхностного слоя уделялось внимание большого количества ученых. Получен огромный базис знаний (теоретических и практических) и систематизаций, опубликованных в различных научных статьях и монографиях, так необходимых на производстве.

Одним из наиболее прогрессивных видов обработки в технологии машиностроения является поверхностное пластическое деформирование (ППД). В результате обработки ППД снижается шероховатость и создается поверхностный наклепанный слой со сжимающими остаточными напряжениями и повышенной твердостью. Несомненным достоинством ППД является возможность создания упрочненного поверхностного слоя, в котором обеспечивается плавность перехода от упрочненного к неупрочненному материалу, что исключает его отслаивание. Исследованиям качества обрабатываемой поверхности и технологии обработки поверхностным пластическим деформированием занимались А. Ю. Албагачиев, П. Г. Алексеев, А. И. Андрианов, Б. М. Аскинази, А. П. Бабичев, М. А. Балтер, В. А. Белов, А. Г. Бойцов, В. М. Браславский, М. С. Дрозд, М. М. Жасимов, Е. Г. Коновалов, И. В. Кудрявцев, Н. Д. Кузнецов, А. А. Маталин, А. А. Михайлов, Л. Г. Одинцов, Н. В. Олейник, Д. Д. Папшев, Е. В. Перепичка, В. В. Петросов, В. В. Плешаков, В. П. Пономарев, Ю. Г. Проскуряков, В. И. Серебряков, В. А. Сидоренко, В. М. Смелянский, В. М. Торбило, Л. А. Хвоостухин, В. И. Цейтлин, Л. М. Школьник, Ю. Г. Шнейдер, Д. Л. Юдин, А. И. Якуев, В. К. Яценко и др. [2].

В промышленности широко применяются различные способы ППД: обкатка роликами или шариками, дорнование отверстий, волочение, чеканка сферическими бойками, дробеструйная, гидродробеструйная и пневмогидродробеструйная обработки, инерционно-динамическое упрочнение роликами или шариками, виброгалтовка и гидрогалтовка дробью, алмазное выравнивание, виброабразивная обработка и др.

Все известные многочисленные способы обработки ППД подразделяются на статические и динамические [2]. Статические способы ППД (обкатывание, раскатывание, выравнивание и др.) предполагают воздействие на зону деформации неизменным во времени потоком энергии в условиях непрерывного контакта инструмента с деталью. Статические способы обработки ППД наиболее изучены. При реализации динамических способов ППД (центробежной, дробеструйной, гидродробеструйной обработки, чеканки, обработки микрошариками и вращающимися металлическими щетками - ВМЩ) осуществляется ударное деформационное воздействие на обрабатываемую поверхность рабочих тел или инструмента в условиях прерывистого контакта. Среди динамических способов ППД наиболее изучены и широко применяются методы дробеструйной обработки. Технология ППД характеризуется малой энергоемкостью, позволяет экономить дорогостоящие и дефицитные металлы, используемые для нанесения покрытий и легирования, отличается достаточно высокой точностью, стабильностью размеров и свойств. После обработки на оптимальных режимах остаточные напряжения и микротвердость плавно изменяются по глубине слоя. Микротвердость увеличивается в среднем на 50 %. Глубина залегания сжимающих остаточных напряжений на 10 ... 50 % превышает глубину наклепанного слоя, максимум напряжений располагается на некоторой глубине. Каждый из известных способов обладает определенными достоинствами и недостатками, определяющими нишу их производственного применения. Основными недостатками рассмотренных методов являются ограниченные возможности варьирования глубиной и степенью упрочнения поверхностного слоя.

Более полное и широкое использование динамической энергии при упрочнении ППД сдерживается недооценкой и сложностью описания волновых процессов, происходящих при ударе.

В практике изготовления многих деталей широко применяется химико – термическая обработка (ХТО), в частности цементация поверхностей. Традиционный технологический процесс в этом случае состоит из токарных операций, ХТО и шлифования. Предусмотренная в этой схеме ХТО предназначена для повышения работоспособности (износостойкости, контактной выносливости) поверхностного слоя, а шлифование для достижения необходимых точности и шероховатости поверхности. Однако после шлифования работоспособность цементованного слоя обычно снижается, что обусловлено дефектами шлифования; особенно опасно образование прижогов, структурной неоднородности материала, остаточных растягивающих напряжений [3]. Кроме того отмечают, что при цементации наиболее износостойкий слой образуется на глубине 0,1 мм от поверхности детали, тогда как припуск на

шлифование во многих случаях значительно превышает эту величину, достигая 0,5 мм, чем снижается эффективность цементации. Применение шлифования после ХТО несет в себе недостатки, касающиеся непосредственно и производственной сферы. Так, для обеспечения требующейся толщины цементованного слоя в обработанной детали необходимо осуществлять цементацию заведомо на большую глубину (учитывая припуск на шлифование). Увеличение толщины цементованного слоя при средней скорости цементации 0,1 мм/ч вызывает необходимость повышения длительности цементации на 3 – 5 часов и обуславливает возрастание затрат, в первую очередь энергетических. Сюда следует отнести и затраты, связанные с организационно – техническим обслуживанием операции шлифования (затраты на инструмент, его правку, установку, наладку и т. п.). Отсюда следует, что технологическая цепочка, в ходе которой формируется цементованная поверхность, должна обеспечивать структурное состояние, отвечающее наибольшей износостойкости и контактной выносливости, и исключать необходимость шлифования или, по крайней мере, сводить к минимальному припуску под него.

Зачастую, для получения поверхностного слоя с нужными эксплуатационными характеристиками не достаточно только одного вида упрочнения. Возникает необходимость применение комбинированных методов увеличения показателей эксплуатационных свойств поверхностного слоя деталей машин. Это оправдано, если исходить из понятия о технологической наследственности. Разработкой комбинированных методов упрочнения, а так же изучением процессов, при этом происходящих, занимались ученые различных узкоспециализированных направлений. Выявлено большое количество как преимуществ конкретных технологий, так и ряд недостатков. Существует иерархическая таблица, систематизирующая различные виды комбинированного упрочнения [2].

Из материалов научной публикации [3] видно, что применение в технологической цепи ППД перед ХТО имеет очевидное преимущество перед технологическими процессами без предварительной ППД. Рассматривая процесс цементации как насыщение поверхности углеродом, можно отметить, что образующиеся структурные элементы, их количество и характер расположения будут зависеть, в том числе, и от исходного структурного состояния поверхностного слоя, а точнее от энергетического состояния атомов. Причем в слое значительной толщины оно может быть изменено обработкой методами ППД. Так, например, плотность дислокаций в стали 45 после обкатывания шаром возрастает с 10^6 до $11,6 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$. Рассматривая пространство вокруг дислокации как активированную область с атомами, обладающими повышенной потенциальной энергией, можно отметить, что после ППД число таких активированных областей в металле существенно возрастает. Это позволяет предположить, что процесс карбидообразования при ХТО будет происходить в большем числе микрообластей тела, обеспечивая высокую плотность карбидных частиц и их мелкодисперсность.

ППД способствует диффузии, протекающей в металлах и сплавах [1]. Использование ППД перед ХТО интенсифицирует диффузионные процессы

и позволяет достигнуть более высоких значений концентрации углерода в диффузионной зоне [4]. Установлено, что поверхностный слой после ППД и ХТО имеет в 2...3 раза меньшее содержание остаточного аустенита и более равномерную структуру скрытоигольчатого мартенсита, в отличие от мелкоигольчатой структуры, получаемой после ХТО без ППД. В результате экспериментальных исследований большого количества вариантов комбинирования точения, ППД, ХТО и шлифования установлено, что ресурс работы образцов, обработанных точением, ППД и ХТО в 25 раз выше, чем у образцов, обработанных точением, ХТО и шлифованием. Схемы, включающие точение, ППД, ХТО и ППД; точение, ППД, ХТО, шлифование и ППД, дают 15-ти кратное, схема точение, ППД, ХТО и шлифование - 5-ти кратное увеличение, а схема точение, ХТО, ППД - в 4,5 раза увеличивает ресурс работы в условиях контактного циклического нагружения по сравнению с традиционной технологией. Полученные результаты объясняются различием качества поверхности испытываемых образцов, прежде всего, расположением карбидной сетки. У образцов, обработанных точением, ППД и ХТО она характеризуется более высокой плотностью и дисперсностью карбидных частиц, что повышает эксплуатационные свойства поверхностного слоя.

Наибольший эффект упрочнения получили при сочетаниях режимов ППД и ХТО, обеспечивающих примерно равную толщину упрочненного ППД и диффузионного, при ХТО, слоев (усилие накатывания 1500 Н и цементация в течение 16 ч) [3].

Так же исследовалось влияние ППД на изменение линейных размеров после ХТО. Наименьшее изменение имеют те образцы, для которых характерно равенство толщин предварительно упрочненного и диффузионного слоев, ранее для них было отмечено максимальное упрочнение поверхности. Наибольшее изменение размеров после ХТО обнаружили образцы, не подвергавшиеся ППД.

Для повышения износостойкости при трении и циклических контактных нагрузках в технологическую цепь после ХТО вводят операцию ППД, дающую получение поверхностного слоя с чередующимися участками высокой и низкой твердости - гетерогенной структурой. Достоинством материалов с гетерогенной структурой при действии на них циклических нагрузок является торможение вязким и пластичным материалом хрупкой трещины, зародившейся в твердой структурной составляющей. При абразивном изнашивании выступающие единичные элементы повышенной твердости затрудняют контакт абразивных частиц с материалом основы и позволяют до 15 раз увеличить износостойкость по сравнению с термической обработкой [3].

Необходимо отметить, что для отдельных видов деталей машин с концентраторами напряжений (шлицевых валиков, образцов с острым и глубоким надрезом, зубчатых образцов с малым модулем и малым радиусом у основания зуба) выявлена низкая эффективность или даже отрицательное влияние ХТО на усталостную прочность [5]. При этом, проведение после ХТО операции поверхностного наклепа приводит к восстановлению выносливости до исходных значений или вызывает повышение ее. Эти результаты

объясняются доминирующим влиянием на выносливость характера распределения остаточных напряжений в опасной зоне, который при поверхностном наклепе оказывается благоприятным для многих типов концентраторов.

Разработан новый способ обработки ППД - статико-импульсная обработка (СИО), отличающийся более широкими возможностями варьирования глубины и степенью упрочнения (патенты РФ № 2090342 и 2098259) [4].

При СИО основным деформирующим воздействием является динамическое (импульсное). Возможности технологических и конструктивно-технологических параметров СИО таковы, что позволяют более эффективно и точно управлять энергией удара, за счет изменения формы ударных импульсов. В результате СИО нагружение упрочняемого материала происходит ударными импульсами с такой формой, при которой энергия, расходуемая на пластическую деформацию, будет максимальной. Высокая эффективность при использовании энергии ударов дает возможность для воздействия ударными импульсами с очень высокой энергией до 300 Дж и выше, в отличие от известных процессов ППД (например, чеканке, когда энергия удара не превышает 80 Дж). В результате появляется возможность создавать как низкое менее $3\sigma_T$ (где σ_T - предел текучести обрабатываемого металла), так и очень высокое давление в очаге деформации более $3\sigma_T$, а, следовательно, регулировать показатели качества поверхностного слоя в более широком диапазоне, чем у существующих способов ППД. Появляются возможности для регулирования равномерности упрочненной поверхности и создания поверхностного слоя с регулярно изменяющейся твердостью (пятнистой поверхностью) аналогичной по свойствам гетерогенному композиционному материалу с мягкой матрицей и твердыми включениями.

В зависимости от глубины упрочнения при СИО может быть получен:

- наклепанный поверхностный слой с большой глубиной упрочнения до 8...10 мм, при этом для обеспечения заданной точности и снижения шероховатости может быть использована последующая чистовая механическая обработка (тонкое или чистовое точение, фрезерование, абразивная обработка, отделочно-упрочняющая обработка ППД); большая глубина упрочненного СИО слоя позволяет выбирать величину припуска на механическую обработку для «сырых» сталей до 1...2 мм, а термообработанных - до 0,5 мм;
- наклепанный поверхностный слой с большой степенью упрочнения до 650 HV, малой глубиной до 2...3 мм и низкой шероховатостью поверхности, достигающей до $Ra = 0,08... 0,1$ мкм.

В зависимости от равномерности упрочнения могут быть получены:

- полностью неравномерно упрочненный поверхностный слой;
- тонкий верхний равномерно упрочненный слой (до 1...1,5 мм) и ниже расположенный неравномерно упрочненный слой;
- толстый верхний равномерно упрочненный слой (от 1,5 мм до 2,5...3 мм) и ниже расположенный неравномерно упрочненный слой;
- полностью равномерно упрочненный поверхностный слой.

На основе приведенной выше информации можно сделать предположение о том, что замена ППД в ранее рассматриваемых технологических

схемах комбинированного упрочнения с использованием ППД и ХТО на СИО ППД может привести к получению поверхностного слоя со значительно увеличенными эксплуатационными свойствами. В частности, возможно получение упрочненного поверхностного слоя большой толщины, так необходимого для деталей, работающих в сложных условиях эксплуатации, когда на рабочую поверхность одновременно действуют различные виды износа.

Вариация технологических цепей комбинированного упрочнения путем поэтапного совмещения СИО ППД и ХТО приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Технологические процессы поэтапного совмещения СИО ППД и ХТО

Список использованных источников

1. Безъязычный В. Ф., Драпкин Б. М., Тимофеев М. А. Проблемные вопросы упрочнения поверхностных слоев металлов и сплавов при пластической деформации и представление о наклепе // Упрочняющие технологии и покрытия. 2005, № 1. С. 3-6.
2. 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.
3. Папшев Д. Д., Пронин А. М., Кубышкин А. Б. Эффективность упрочнения цементованных деталей машин // Вестник машиностроения. 1990, № 8. С. 61-64.
4. Соловьев Д. Л., Поляков А. В., Голенцова А. В. Технологические возможности статико - импульсной обработки в создании износостойкого поверхностного слоя // Труды международного научного симпозиума «Гидродинамическая теория смазки - 120 лет». Т. 2. Орел.: Орел ГТУ, 2006. С. 233-238.
5. Упрочнение деталей машин. Балтер М. А. М.: «Машиностроение», 1968, 196 с.



УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ГЕРМЕТИКОМ АН-105

Р. И. Ли, д.т.н., проф., А. П. Жильцов, к.т.н., доц., Р. И. Ли, инженер,
А. В. Бочаров, инженер
Липецкий государственный технический университет
Липецк, тел.(4742)328236, fax(4742)310473, E-mail:romanlee@list.ru

Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований перспективного полимерного материала АН-105 и разработанная технология восстановления неподвижных соединений подшипников качения.

RESEARCHES AND RESTORATION TECHNOLOGY OF THE UNMOVABLE BEARINGS JOINTS BY HERMETIC AN-105

R. I. Lee, Dr., Prof., A. P. Gilsov, Ph. D., Ass. Prof., R. I. Lee, engineer,
A. V. Bocharov, engineer
Lipetsk State Technical University

Annotation

The results of perspective polymeric material AN-105 experimental researches and the developed technology of unmovable bearings joints restoration are described.

Отечественная химическая промышленность постоянно выпускает новые полимерные материалы, выгодно отличающиеся широким спектром потребительских свойств. Практический интерес представляет исследование потребительских свойств акрилового адгезива АН-105, с целью применения

его при восстановлении неподвижных соединений подшипников качения.

Первоначально методом диэлькометрии исследовали процесс полимеризации герметика АН-105. Исследования показали, что акриловый адгезив АН-105 выгодно отличается более высокой скоростью полимеризации, а время отверждения, при котором образуется сшитый полимер, составляет 4,0; 3,5 и 3,0 ч при температурах 20; 30; 40 °С, соответственно.

На следующем этапе эксперимента исследовали прочность клеевых соединений при аксиальном сдвиге. Прочность клеевых соединений зависит от толщины клеевого шва и составляет 16,3; 14,75 и 14,2 МПа при толщине клеевого шва 0,05; 0,075 и 0,1 мм соответственно.

Адгезив АН-105 отличается от известных анаэробных герметиков марок Анатерм и Унигерм, более высокой скоростью отверждения и меньшим временем набора прочности. Через 0,5 ч при температуре отверждения 20 °С клеевые соединения имеют прочность 1,2 МПа, что вполне достаточно для транспортировки последних.

В полимерных материалах при периодическом деформировании часть энергии деформации рассеивается в виде тепла. Долю энергии, рассеиваемой в виде тепла, называют гистерезисными потерями. В полимерных материалах с низкой эластичностью, в связи со значительной диссипацией энергии при периодическом деформировании, возникает проблема повышения температуры. При определенных условиях циклического нагружения, вследствие совместного воздействия напряжения и тепла, может иметь место не обычное усталостное разрушение, а термическое усталостное разрушение клеевого шва. Кроме того, повышение температуры клеевого шва может привести к повышению температуры подшипника, что также нежелательно. Были проведены исследования зависимости температуры клеевого шва от циклической нагрузки и времени нагружения. Установлено, что температура клеевого шва повышается с наибольшей скоростью в первые 15 минут от 23 до 44; 48 и 52 °С при циклической нагрузке соответственно $P = 9,9$; 15,8 и 20,0 кН. Затем температура повышается с постоянной скоростью и стабилизируется после 120 мин. работы вибростенда. С увеличением циклической нагрузки температура клеевого шва повышается. При значениях циклической нагрузки $P = 9,9$; 15,8 и 20,0 кН и времени нагружения 120 мин. температура клеевого шва составила 51,67; 52,33 и 60,33 °С соответственно. Таким образом исследования показали, что наличие клеевого шва герметика АН-105 не влияет отрицательно на температурный режим подшипникового узла.

Исследования долговечности неподвижных соединений подшипников, восстановленных герметиком АН-105 показали, что долговечность зависит от значения радиальной циклической нагрузки и толщины клеевого шва. Определена максимально допустимая толщина клеевого шва герметика АН-105, при которой обеспечивается высокая долговечность подшипникового узла.

После обобщения результатов экспериментальных исследований разработана технология восстановления неподвижных соединений подшипников качения, которая включает следующие операции: зачистка до металличе-

ского блеска и двукратное обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию; нанесение компонента А герметика АН-105 на поверхность охватывающей и компонента Б на поверхность охватываемой деталей соединения; сборка деталей в центрирующем приспособлении и вращение одной детали относительно сопрягаемой на один оборот в одну, затем в другую стороны (при этом обеспечивается перемешивание компонентов А и Б); отверждение клеевого соединения в течение 4,0 ч при температуре 20 °С (через 1 ч можно разобрать центрирующее приспособление, так как клеевое соединение достигает транспортировочной прочности).



УДК 629.114.401

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ГАЗОНАПЫЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ УКРЕПЛЕННЫХ
ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ**

В.Н. Хромов, д.т.н, профессор, зав.кафедрой, С.А. Зайцев, ст. преподаватель;
Д.Н. Храпоничев, аспирант; К.А. Коняев, студент.
ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»,
г. Орел, Россия, тел.: (4862) 431979; факс: (4862) 454079; E-mail:
chrom@orel.ru

**PHYSICO- MECHANICAL PROPERTY OF GAS SPRAYED AT FLAME
COATINGS OF HARDENED CULTIVATOR SLICE SHARES**

V.N. Khromov, Prof., Dr., Head of the Chair;
S.A. Zaytzev, Senior Lecturer;
D.N. Khraponichev, Post-graduate Student; K.A. Konyaev, Student.
Orel State Agrarian University,
Orel, Russia, tel.: (4862) 431979; факс: (4862) 454079; E-mail:
chrom@orel.ru

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

ЦЕЛЬ: ОПРЕДЕЛИТЬ ЗАВИСИМОСТЬ МИКРОТВЕРДОСТИ ПОКРЫТИЯ ПРИ ГАЗОПЛАМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА КПШ-6, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СТАЛИ 65Г, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА НАПЫЛЕНИЯ.

Для нанесения покрытий использовали порошковую газопламенную горелку фирмы «ТЕРМИКА» «Искра-1». Технические характеристики применяемой горелки, указаны в таблице 1.

В качестве горючего газа использовался ацетилен баллонный ГОСТ5457-85, транспортирующего газа - кислород баллонный ГОСТ-5583-88.

Для упрочнения и восстановления деталей применяется два способа газопламенного напыления порошковых материалов: без оплавления (холодное напыление) и с последующим оплавлением.

Таблица 1– Технические характеристики горелки «Искра-1»

Параметр	Значение
Производительность, кг/ч	до 10
Давление газов, МПа:	
Ацетилена	0,07-0,1
Кислорода	0,40-0,45
Расход газов, м ³ /ч (л/мин):	
Ацетилена	0,6-0,9 (10-15)
Кислорода	1,2-1,4 (20-23)
Грануляция порошкового материала, мкм	60-100

Наибольшая микротвердость достигается оплавлением порошка после нанесения его на поверхность детали. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2- Распределение микротвердости покрытия по высоте слоя.

Распределение микротвердости в поверхностном слое никель -хромового покрытия без оплавления						
Расстояние от основы h, мкм	50	100	150	200	250	300
H _μ , МПа	4252	4601	4397	4048	4503	3949
Распределение микротвердости в поверхностном слое никель -хромового покрытия после оплавления						
Расстояние от основы, h мкм	50	100	150	200	250	300
H _μ , МПа	7553	7401	7647	7804	7599	7300

Технология напыления: зажечь горелку и подвести ее к напыляемой поверхности, передвигая ее со скоростью 2...3 мм/об вдоль напыляемого диаметра. Режимы: давление кислорода 0,4...0,45 МПа, ацетилена 0,07...0,1 МПа, дистанция напыления 180...190 мм, угол атаки 90°, n=100об/мин.

После напыления порошков покрытие оплавлялось той же горелкой с использованием ацетилено-кислородного пламени, но без подачи порошка. Участок, покрытый порошком нагревают до полного расплавления всех зерен металла в напыленном слое, в результате получают блестящую поверхность.

Микротвердость восстановленной поверхности измеряли металлографическим методом на микротвердомере ПМТ-3 с помощью окуляр-микрометра 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).



Рис. 1 – Общий вид шлифа.

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 г/см³).

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.

Металлографические исследования микроструктуры основы и покрытия с фотографированием проводили на микроскопах МИМ-7, ММР-2 и инвертированном микроскопе МЕТАМ ЛВ при увеличении 1×500 (рис.3).

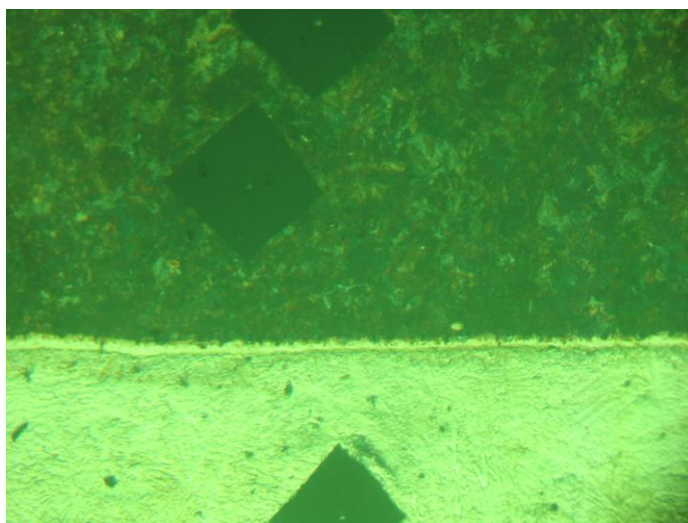


Рис. 2 – Микроструктура основы и покрытия.

Вывод: Наибольшая микротвердость достигается оплавлением порошка после нанесения его на поверхность детали.

Список литературы:

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 ВНПО «Ремдета-ль». – М.: ЦНИИТЭИ Госагропрома СССР. 1986 – 12 с.
3. Веденянин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных. - М.: Колос, 1973. - 199 с.



УДК 621.78 К.43

ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМЫМИ УДАРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

А.В. Киричек, д.т.н., проф.,

Д.Л. Соловьев, д.т.н., проф.,

Орловский государственный технический университет

г. Орел, тел. (4862) 541503, fax (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.orel.ru

Аннотация

Описаны новые схемы деформационного упрочнения, использующие нагружение управляемыми ударными импульсами. Управление формой ударных импульсов должно осуществляться за счет изменения геометрических параметров ударной системы, при этом наиболее эффективно подбирать такие ударные системы, которые позволяют генерировать импульсы прямоугольной или близкой к ней пролонгированной формы. Представлены технологические возможности таких схем деформационного упрочнения.

SURFACE STRAIN HARDENING OPERATED STRIKING IMPULSE

A.V. Kirichek, Prof., Dr., D.L. Soloviev, Prof., Dr.

Oryol State Technical University

Oryol, tel. (4862) 541503, fax (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.orel.ru

Annotation

The described new scheme surface strain hardening, when to load is realized operated striking impulse. The form management striking impulse must be realized to account of the change geometric parameter striking system. Most effectively to select such striking systems, which allow to generate the impulses square-wave or close to her prolonged forms. Presentation technological possibilities of this schemes surface strain hardening.

Для повышения работоспособности и надежности деталей машин в технологии машиностроения успешно применяется операция упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД). На практике ши-

рокое распространение получили способы ППД (обработка дробью, выглаживание, накатывание), обеспечивающие глубину наклепанного слоя не более 1,5...2 мм [1, 2]. Однако эффективность упрочнения ППД часто связана именно с созданием глубоко наклепанного слоя. Например известно, что разрушение деталей машин, испытывающих усталостные нагрузки, начинается с зарождения усталостной трещины в некоторой опасной точке, расположенной в поверхностном слое. Для повышения усталостной прочности таких деталей необходима глубина упрочнения, перекрывающая опасную точку. Для тяжелонагруженных деталей такая точка часто находится на глубине 3...5 мм и более, что требует создания соответствующей толщины упрочненного слоя. Известно также, что при действии на поверхность деталей высоких контактных нагрузок низкая твердость сердцевины может привести к сильной деформации и разрушению упрочненного слоя с малой глубиной. В этих случаях повышение контактной выносливости, также обеспечивается за счет большой толщины упрочненного слоя.

По характеру нагружения все способы ППД подразделяются на статические (накатывание, выглаживание и др.) и ударные (обработка дробью, центробежная обработка, чеканка и др.). С энергетической точки зрения динамическое воздействие более выгодно по сравнению со статическим, особенно при формировании большой глубины упрочнения, когда необходимо создавать большие давления (более $3\sigma_T$, где σ_T – предел текучести обрабатываемого металла) в очаге деформации инструмента и обрабатываемой поверхности. Однако существенным недостатком известных ударных способов, является то, что энергия удара, расходуется на пластическую деформацию не рационально и результаты упрочнения плохо предсказуемы. Основной причиной этого является то что с увеличением скорости нагружения уменьшается время протекания пластической деформации, поэтому ее величина будет зависеть не только от силы удара, т.е. амплитуды ударного импульса, но и от его длительности, что обычно при упрочнении ППД не учитывалось.

Проведенные исследования [2, 3] показали, что форма ударных импульсов в очаге деформации зависит от применяемой ударной системы (рис. 1). При ударе шаром формируется треугольный импульс с высокой амплитудой, небольшой длительности и малой энергией. При ударе торцом цилиндрического стержня (бойком) формируется импульс трапецеидальной формы меньшей амплитуды, но большей длительности и большей энергии. При ударе бойком через предварительно статически поджатое к нагружаемой поверхности промежуточное звено (волновод) генерируется пролонгированный импульс, содержащий головную и хвостовую части. Хвостовая часть импульса формируется за счет отраженных волн деформации, образованных в ударной системе при ударе. Пролонгированный ударный импульс отличается наибольшей энергией.

Таким образом, нагружение ударными импульсами прямоугольной или пролонгированной формы позволит наиболее полно использовать энергию

удара при упругопластическом деформировании, а управлять формой ударных импульсов можно за счет изменения геометрических параметров ударной системы (при условии, что ее элементы изготовлены из одного материала – обычно из стали).

Авторами предложены следующие рекомендации по ударным системам для деформационного упрочнения. Для генерирования прямоугольной (трапециидальной) формы ударных импульсов необходимо использовать ударную систему, состоящую из длинного ($L_1 > 0,05 \dots 0,08$ м) цилиндрического бойка с гладкой поверхностью, при этом его длина и диаметр должны удовлетворять условию $L_1 / d_1 > 3$. Для генерирования ударного импульса, состоящего из головной и хвостовой частей, необходимо использовать ударную систему, состоящую из бойка и волновода, имеющих гладкую цилиндрическую форму. Геометрические соотношения ударной системы: $d_1 / d_2 = 1 \dots 3$; $L_1 / L_2 = 3 \dots 5$; $L_2 / d_2 > 3$, позволяют значительно увеличить КПД процесса, при этом на упругопластическую деформацию может расходоваться до 86 % энергия удара. Основным условием генерирования пролонгированных ударных импульсов является обеспечение неразрывного контакта волновода с упрочняемым металлом во время передачи ударного импульса, которое осуществляется предварительным статическим поджатием волновода, с инструментом на конце, к поверхности детали. Поэтому формирование хвостовой части ударного импульса возможно только при статико-импульсном нагружении.

Для использования управляемого импульсного нагружения при ППД разработаны новые схемы, которые основываются на базе известных ударных способов [1].

Одним из таких способов является центробежная обработка (рис. 2, а), при которой на упрочняемую поверхность наносят последовательные удары рабочими элементами (шарами или роликами), свободно сидящими в радиальных отверстиях вращающегося диска. Под действием центробежных сил рабочие элементы в радиальных отверстиях занимают крайнее положение, а при ударе об обрабатываемую поверхность опускаются на глубину, равную натягу, отдавая энергию, создаваемую центробежной силой. Нагружение происходит ударными импульсами с большой амплитудой и малой длительностью. Увеличение доли энергии удара расходуемой на пластическую деформацию может осуществляться за счет использования ударных импульсов прямоугольной (трапециидальной) формы. Для этого необходимо в качестве рабочих элементов использовать бойки вытянутой цилиндрической формы (рис. 2, а1) длина которых удовлетворяет условию $L_1 > 0,05 \dots 0,08$ м. При вращении диска с частотой n_1 бойки под действием центробежной силы занимают крайнее положение, нанося удары по обрабатываемой поверхности. Данная схема предполагает также увеличение энергии удара, за счет большей массы бойков по сравнению с используемыми ранее шарами или роликами. Если при обычной центробежной обработке глубина упрочнения, как правило, не превышает 1 мм, то предлагаемая схема позволит увеличить глубину упрочненного слоя в

2...3 раза. Недостатком такой схемы является увеличение габаритных размеров вращающегося диска.

При ударном раскатывании (рис. 2, б) рабочие элементы (шары или ролики), установленные в сепараторе, вращаются между поверхностью обрабатываемого отверстия и поверхностью кулачковой оправки, совершая переносное или планетарное движение. Кулачковая оправка представляет собой цилиндр, на котором равномерно по окружности выполнено несколько равных площадок (лысок) или профильных канавок. Обкатывая выступающие участки кулачковой оправки, рабочие элементы, совершают быстрые радиальные перемещения, ударяя с большой частотой по обрабатываемой поверхности в момент заклинивания, при этом натяг максимален. При перемещении рабочего элемента на цилиндрическом участке кулачковой оправки происходит раскатывание. При прохождении рабочим элементом лыски натяг минимален или равен нулю. Число ударных импульсов за один оборот раскатника равно произведению числа лысок на число рабочих элементов. В процессе обработки поверхность детали испытывает двойное воздействие: вследствие раскатывания и вследствие приложения динамической нагрузки. В связи с кратковременным приложением нагрузки пластическое деформирование не успевает распространиться на значительную глубину. Использование инструмента удовлетворяющего условию $L_1 > 0,05...0,08$ м, позволяет производить нагружение ударными импульсами прямоугольной (трапециидальной) формы, увеличивая долю энергии, затрачиваемой на упругопластическую деформацию (рис. 2, б1). Достоинства и недостатки такой схемы аналогичны схеме центробежной обработки бойковыми рабочими элементами.

Для генерирования пролонгированных ударных импульсов предложена схема статико-импульсной обработки при ударном раскатывании (рис. 2, б2). Устройство для нагружения содержит вращающийся диск с радиальными отверстиями, в которых размещается ударная система боек-волновод. Отверстия имеют две ступени. В первой (меньшего диаметра) свободно размещается боек и частично волновод, а во второй (большего диаметра) оставшаяся часть волновода и пружина, расположенная между пояском волновода и торцевой частью второй ступени отверстия. При размещении устройства внутри обрабатываемого отверстия волновод упирается в нагружаемую поверхность, сжимая пружину. В результате волновод воздействует на упрочняемую поверхность под действием силы упругости сжатой пружины. Во время работы устройства, выступающие участки кулачковой оправки совершают быстрые радиальные перемещения, ударяя с большой частотой по статически поджатому волноводу в момент заклинивания.

Такие схемы могут использоваться для обработки внутренних отверстий больших диаметров: ударное раскатывание бойковым инструментом – для диаметров более 35 мм, статико-импульсное раскатывание – для диаметров более 50 мм. Глубина упрочненного слоя может достигать 2...3 мм и более.

Для создания большой глубины упрочнения до 10...15 мм применяется упрочняющая чеканка, когда инструмент под действием динамической нагрузки воздействует на поверхность детали, при заданной их относительной подаче. При чеканке через статически нагруженный инструмент (рис. 2, в), в отличие от упрочняющей чеканки, инструмент сначала статически поджимают к поверхности детали, а затем через него наносят удары. При этом добавление статической составляющей нагрузки в основном используется для улучшения шероховатости упрочненной поверхности.

Статико-импульсная обработка на основе упрочняющей чеканки (рис. 2, в1) использует специально рассчитанные геометрические соотношения ударной системы боек-волновод для данных условий упрочнения [2]. Появляется возможность для нагружения ударными импульсами со значительно большей энергией до 300 Дж, чем это использовалось ранее при чеканке (не более 80 Дж), получать требуемые эпюры распределения твердости и остаточных напряжений по глубине упрочненного поверхностного слоя, достигающего 10 мм и более. При статико-импульсной обработке можно формировать необходимую равномерность упрочнения [3, 4]. Может быть получен как равномерно упрочненный поверхностный слой, так и слой с гетерогенной структурой, чередующей твердые и мягкие составляющие, увеличивающей контактную выносливость деталей.

Аналогично способам, создающими регулярный микрорельеф упрочненной поверхности и использующих для этого осциллирующее движение, может быть предположена кинематическая схема с осциллирующим движением для статико-импульсной обработки на основе упрочняющей чеканки (рис. 2, в2). Это позволит дополнительно регулировать рисунок гетерогенной структуры, увеличивая ее возможности для повышения контактной выносливости деталей.

Список литературы

1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справ. М.: Машиностроение, 1987. 328 с.
2. Механика нагружения поверхности волной деформации. А.Г. Лазуткин, А.В. Киричек, Ю.С. Степанов, Д.Л. Соловьев. М.: Машиностроение-1, 2005. 149 с.
3. 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.
4. Киричек А.В., Соловьев Д.Л. Равномерность наклепа после статико-импульсной обработки. // Упрочняющие технологии и покрытия. 2005. № 8. С.3-5.

И с с л е д о в а н и я в ы п о л н е н ы п р и
п о д д е р ж к е г р а н т а М Д -
2 6 9 8 . 2 0 0 7 . 8

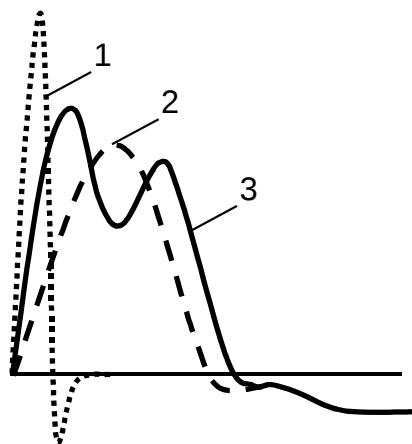


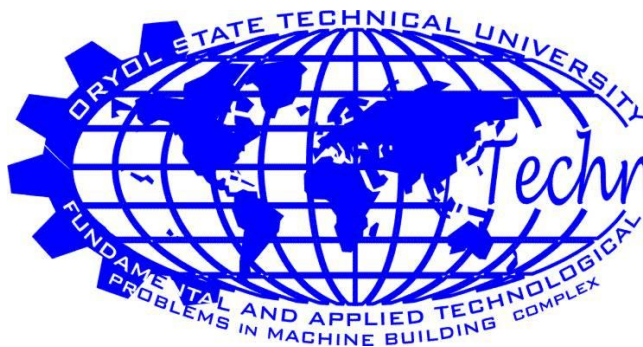
Рис. 1. Форма ударного импульса в зависимости от ударной системы:
 A – энергия ударов; f – частота ударов,
 $P_{ст}$ – сила статической нагрузки,
 L – длина инструмента, L_1 , L_2 – длина бойка и волновода, соответственно, d_1 , d_2 – диаметр поперечного сечения бойка и волновода, соответственно

подвод энергии удара в ОД	ударом инструмента		ударом бойка по волноводу
инструмент	шар	боек	торец волновода
схема способа			
номер кривой	1	2	3

ы			
Известные ППД	а) центробежная обработка	б) ударное раскатывание	в) упрочняющая чеканка через статически нагруженный инструмент
Новые способы ППД	а1) центробежная обработка бойковым инструментом	б1) ударное раскатывание бойковым инструментом	в1) статико-импульсная обработка
	б2) статико-импульсное раскатывание	в2) статико-импульсная обработка с осциллирующим движением инструмента	

Рис. 2. Схемы способов поверхностного пластического деформирования:

n – частота вращения детали; n_1 – частота вращения инструмента; s – скорость осевой подачи инструмента относительно заготовки; $P_{ст}$ – сила статической нагрузки; A – энергия ударов; f – частота ударов; L_1, L_2, d_1, d_2 – геометрические параметры ударной системы боек-волновод (соответственно длина и диаметр бойка 1 и волновода 2)



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК 629.114.401

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СЦЕПЛЯЕМОСТЬ ПОКРЫТИЙ ПРИ ГАЗОПЛАМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ

В.Н. Хромов, д.т.н, профессор, зав.кафедрой, С.А. Зайцев, ст. преподаватель;
Д.Н. Храпоничев, аспирант; К.А. Коняев, студент.
ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»,
г. Орел, Россия, тел.: (4862) 431979; факс: (4862) 454079;
E-mail:chrom@orel.ru

FACTORS THAT INFLUENCE THE ADHESIVITY COATINGS SPRAYING OF CULTIVATOR SLICE SHARES

V.N. Khromov, Prof., Dr., Head of the Chair; S.A. Zaytzev, Senior Lecturer;
D.N. Khraponichev, Post-graduate Student; K.A. Konyaev, Student.
Orel State Agrarian University,
Orel, Russia, tel.: (4862) 431979; факс: (4862)
454079; E-mail:chrom@orel.ru

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

ЦЕЛЬ: ОПРЕДЕЛИТЬ ЗАВИСИМОСТЬ СЦЕПЛЯЕМОСТИ ПОКРЫТИЯ ПРИ ГАЗОПЛАМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА КПШ-6, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СТАЛИ 65Г, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА НАПЫЛЕНИЯ.

ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ С ОСНОВНЫМ МЕТАЛЛОМ ЯВЛЯЕТСЯ ОДНИМ ИЗ ВАЖНЫХ ФАКТОРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ. ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ПРИМЕНЯЛИ МЕТОД СДВИГА ПОКРЫТИЯ.

Для испытания были изготовлены специальные образцы из стали 65Г ГОСТ 4543-81 (рис. 1) и матрицы из Стали 45.



РИС. 1 - ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ НА СДВИГ.

Измерения силы сдвига производили на универсальной разрывной машине ГМС-50 по ГОСТ 7855-68 путем продавливания образцов сквозь матрицу (рис. 2).

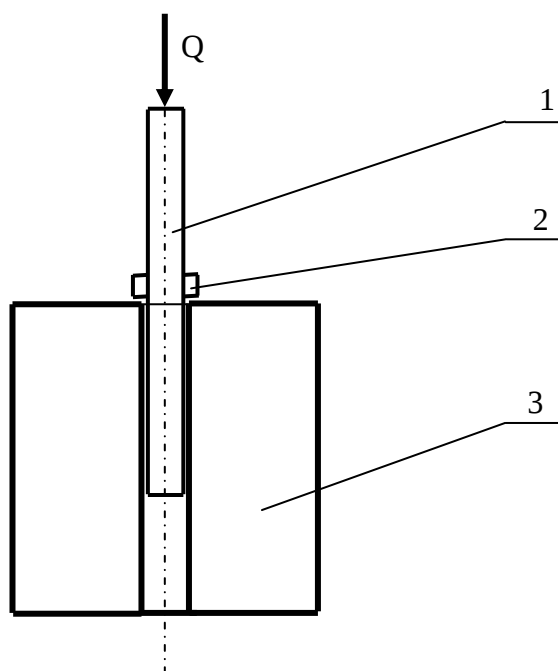


РИС. 2 - КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ НАПЫЛЕННОГО ПОКРЫТИЯ: 1 – ПУАНСОН – ОБРАЗЕЦ, 2 – НАПЫЛЕННОЕ КОЛЬЦО, 3 – МАТРИЦА.

Для нанесения покрытий использовали порошковую газопламенную горелку фирмы «ТЕРМІКА» «Искра-1». Технические характеристики применяемой горелки, указаны в таблице 1.

Таблица 1– Технические характеристики горелки «Искра-1»

Параметр	Значение
Производительность, кг/ч	до 10
Давление газов, МПа:	
Ацетилена	0,07-0,1
Кислорода	0,40-0,45
Расход газов, м ³ /ч (л/мин):	
Ацетилена	0,6-0,9 (10-15)
Кислорода	1,2-1,4 (20-23)
Грануляция порошкового материала, мкм	60-100

В качестве горючего газа использовался ацетилен баллонный ГОСТ5457-85, транспортирующего газа - кислород баллонный ГОСТ-5583-88. Напыление проводили порошкообразным материалом для напыления износостойких покрытий содержащим механическую смесь двух сплавов ПР-НХ17 и ПР-Х4ГСР.

Для упрочнения и восстановления деталей применялись два способа газопламенного напыления порошковых материалов: без оплавления (холодное напыление), с последующим оплавлением.

Наиболее прочное сцепление порошкового материала с основным металлом (деталью) достигается оплавлением порошка после нанесения его на поверхность детали.

Технология напыления: зажечь горелку и подвести ее к напыляемой поверхности, передвигая ее со скоростью 2...3 мм/об вдоль напыляемого диаметра. Режимы: давление кислорода 0,4...0,45 МПа, ацетилена 0,07...0,1 МПа, угол атаки 90°. Фракция порошка изменялась в пределах 20-100 мкм, дистанция напыления 10-30 см.

После напыления порошков покрытие оплавлялось той же горелкой с использованием ацетилено-кислородного пламени, но без подачи порошка. Участок, покрытый порошком нагревают до полного расплавления всех зерен металла в напыленном слое, в результате получают блестящую поверхность.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2- Влияние дистанции напыления и фракции напыляемого порошка на сцепляемость.

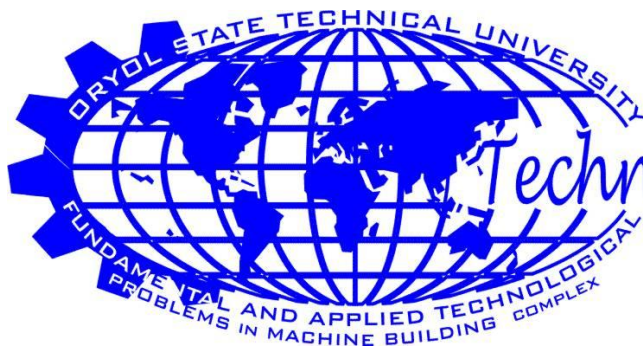
Сцепляемость(σ) никель-хромового сплава с основным металлом при разном расстоянии горелки до образца (без оплавления)					
Дистанция Н, см	10	15	20	25	30
σ , МПа	154	164	176	159	149
Сцепляемость(σ) никель-хромового сплава с основным металлом при разном расстоянии горелки до образца (после оплавления)					

Дистанция Н, см	10	15	20	25	30
σ , МПа	183	201	214	197	175
Сцеplяемость(σ) никель-хромового сплава с основным металлом при разнoй фракции порошка ПР-НХ17 (без оплавления, фракция ПР-Х4ГСР равна 63 мкм)					
Фракция D, мкм	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
σ , МПа	157	166	183	161	156
Сцеplяемость(σ) никель-хромового сплава с основным металлом при разнoй фракции порошка ПР-НХ17 (без оплавления, фракция ПР-Х4ГСР равна 63мкм)					
Фракция D, мкм	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
σ , МПа	180	187	216	193	174

Вывод: Наибольшая сцепляемость достигается при дистанции около 20 см и фракции 40-60 мкм одной из составляющих механической смеси порошка.

Список литературы:

- 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 Орел-ГАУ, 2005. – 446с., ил., с.158-163.
2. Мурзаев В.П. Восстановление деталей газопламенным напылением и наплавкой порошковых материалов. Проспект ВНПО «Ремдеталь». – М.: ЦНИИТЭИ Госагропрома СССР. 1986 – 12 с.
3. Веденянин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных. - М.: Колос, 1973. - 199 с.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК 664. 143/.149; 664, 858; 663. 91

УСТРОЙСТВО С КОМБИНИРОВАННЫМИ ВАЛКАМИ ДЛЯ РАСКАТКИ ПЛАСТИЧНЫХ ЗАГОТОВОК КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕ- ЛИЙ

В.П. КОРЯЧКИН, Д.Т.Н., ПРОФ.
ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОРЕЛ, ТЕЛ. И FAX(4862)551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

Е.Г. Папуш, проф., В.В. Темирчева, инженер
Пятигорский государственный технологический университет
Пятигорск

АННОТАЦИЯ

В ОрелГТУ разработана конструкция валкового устройства для формования раскаткой заготовок изделий из пластичных масс. В отличие от известных валковых устройств новая конструкция имеет комбинированные раскатывающие валки, которые на жесткой основе содержат упругие элементы. Контактное взаимодействие упругой рабочей поверхности валков с пластичным объектом формования исключает тенденцию образования на его поверхности трещин, что повышает качество формования и производительность устройства.

THE DEVICE WITH COMBINED VALKAMI FOR RASKATKI PLASTIC PREPARATIONS OF CONFECTIONERY PRODUCTS

V.P. KORYACHKIN, PROF., DR.
ORYOL STATE TECHNICAL UNIVERSITY
OREL, TEL. (4862) 551187, FAX (4862) 551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

E.G. PAPUSH, PROF., V.V. TEMIRCHEVA, ENGINEER
PYATIGORSK STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
PYATIGORSK

Annotation

In OrelSTU fellingcal devices the design is developed for formation rolling preparations of products from plastic weights. Unlike known fellingcal devices the new design has combined unrolling are shaky, which on a rigid basis contain elastic elements. Contact interaction of an elastic working surface fellings with

plastic object of formation excludes the tendency of formation on its surface of cracks that raises quality of formation and productivity of the device.

Формующие машины с цилиндрическими раскатывающими валками широко применяются для формования резиновых смесей, пластических полимерных материалов, мягких сортов конфетных масс, теста для затяжного печенья и многих других объектов перерабатывающей промышленности [1,2].

Известна также конструкция устройства для формования раскаткой тестовых заготовок при производстве национальных изделий из теста в виде лепешек, которая в качестве рабочих органов содержит жесткие раскатывающие валки бочкообразной формы [3].

Однако валковые раскатывающие устройства с твердой рабочей поверхностью ограничено применяют для раскатки пластичного с незначительными упругими свойствами теста для сахарного печенья [1]. Это можно объяснить тем, что при силовом контактном взаимодействии твердой поверхности валков с пластичным объектом формования, последний раскатывается в пласт с образованием трещин и разрывов. Это особенно характерно для пластичных масс, содержащих такие крупнодисперсные компоненты как изюм, дробленый орех, мак и другие или практически состоящих из них, как, например конфетная масса «Метеорит».

Основным недостатком валковых формующих машин с жесткими рабочими поверхностями раскатывающих валков является то, что они не могут исключить образования трещин на краях заготовок при раскатке, особенно тех, которые в гомогенной массе содержат крупнодисперсные компоненты. Поэтому раскатывающие валки с жесткими бочкообразными поверхностями также как и цилиндрические снижают качество поверхности изделий из пластичных масс и ограничивают производительность.

С учетом недостатков раскатывающих валков, имеющими твердые рабочие поверхности, нами была разработана конструкция раскатывающего устройства, рабочие поверхности валков которого выполнены комбинированными, в частности, с упругими элементами переменной жесткости.

Конструкция валкового устройства для формования раскаткой заготовок изделий из пластичных масс в отличие от известных конструкций валковых устройств имеет комбинированные раскатывающие валки, которые на жесткой основе содержат упругие элементы, контактирующие в процессе работы с объектами формования. Контактное взаимодействие упругой рабочей поверхности валков с пластичным объектом формования исключает тенденцию образования на его поверхности трещин, что повышает качество формования и производительность устройства.

На рисунке 1 представлено устройство для поштучного формования раскаткой пластичных заготовок с комбинированными раскатывающими валками, расположенными в наклонной плоскости и схема комбинированных раскатывающих валков.

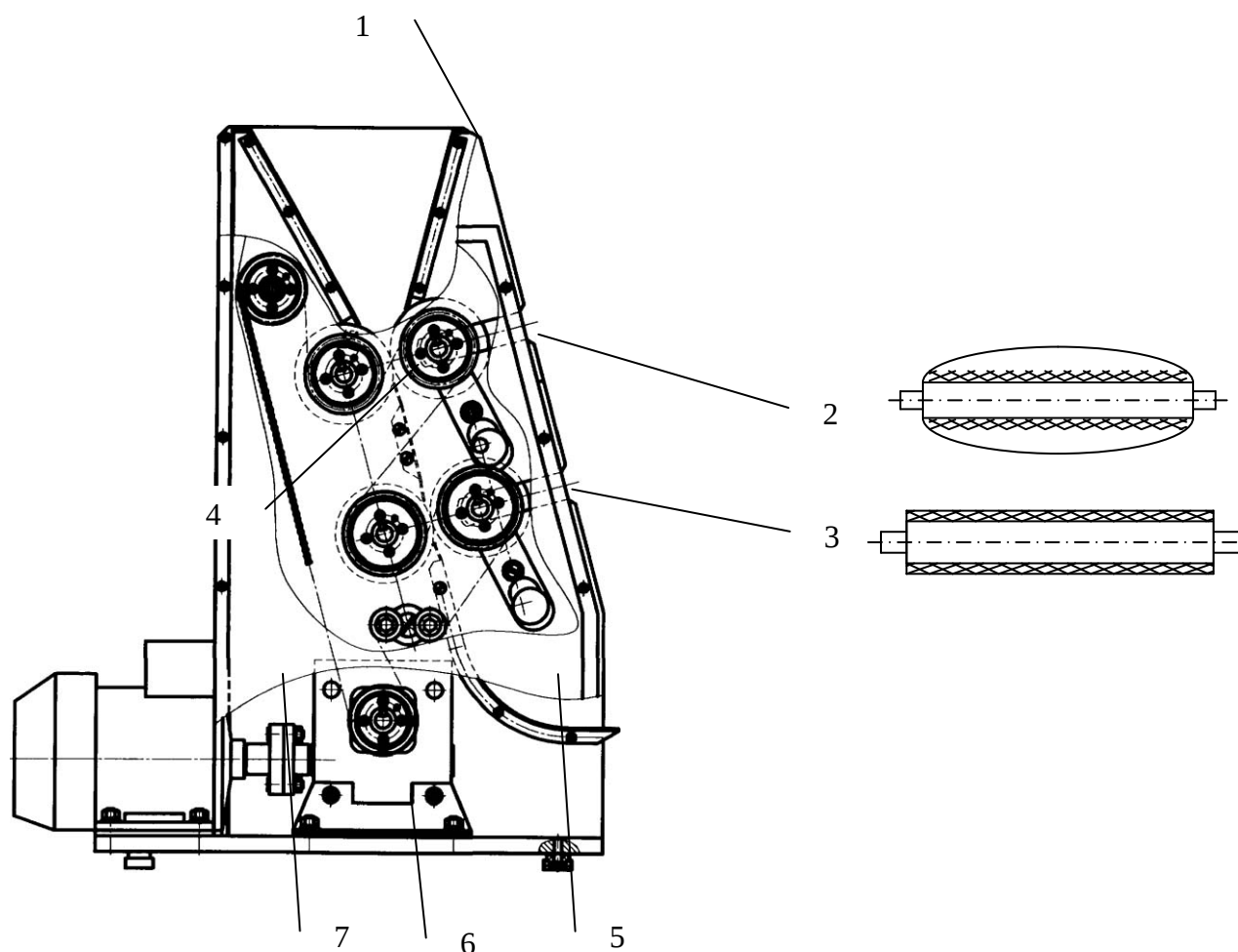


Рисунок 1 Устройство с комбинированными раскатывающими валками

В состав устройства входит приемная воронка 1, сменные раскатывающие комбинированные валки 2 с бочкообразной поверхностью и 3 с цилиндрической поверхностью, цепная передача 4 привода валков, редуктор 5, плита 6 с боковыми стенками и электропривод 7.

При поштучном формовании валковое устройство работает следующим образом.

Пластичные заготовки поштучно подаются по наклонной плоскости приемной воронки 1 в зазор между первой парой раскатывающих комбинированных валков 2 с бочкообразными поверхностями. Первая пара комбинированных раскатывающих валков 2, с переменной жесткостью упругой оболочки вдоль оси валка, максимально сжимает среднюю часть раскатываемого пласта, в результате чего пластичная масса отжимается не только в направлении движения пласта, но и что наиболее важно – от центра к периферии валка. Таким образом комбинированные раскатывающие валки обеспе-

чивают эффективную раскатку пласта в поперечном и продольном направлениях, перемещая пласт ко второй паре калибрующих валков 3. Валки 3 имеют большую жесткость, чем валки 2 и они установлены с меньшим зазором.

Отформованная заготовка отводится из устройства конвейером.

Предлагаемое устройство может быть применено в хлебопекарной и кондитерской отраслях пищевой промышленности, включая сферу общественного питания для формования раскаткой тонких тестовых заготовок, в том числе с начинкой, например для получения слоеного кондитерского теста, тестовых заготовок для лаваша, песочного теста, конфетных масс мягких сортов конфет и других полуфабрикатов. Разработанное устройство также может быть использовано в химической промышленности, а именно в технологических процессах раскатки пластичных дисперсных масс, обладающих тиксотропными свойствами.

Таким образом, в результате комплексных теоретических и экспериментальных исследований научно обосновано совершенствование валковых раскатывающих устройств в процессах поштучного формования раскаткой пластичных заготовок из пищевых материалов.

Учет сложного действия нормального давления и касательных напряжений со стороны упругих (эластичных) элементов при контактном взаимодействии комбинированного формирующего инструмента и формируемого материала на общем фоне релаксационного механизма формообразования новой поверхности формируемого изделия позволил разработать эффективную конструкцию валкового раскатывающего устройства. При этом высокая эффективность процессов поштучного формования раскаткой заготовок из пластичных пищевых масс может быть обеспечена оптимальным сочетанием кинематических, геометрических и упругих характеристик рабочих органов формирующего инструмента.

Литература

1. Лунин О.Г., Черноиванник А.Я Технологическое оборудование предприятий кондитерской промышленности. – М.: Пищевая промышленность. – 1975. – С. 213 - 215.
2. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки полимеров. – М.: химия, 1977. – 462 с.
3. Еркебаев М.Ж., Комогоров Г.П., Мачихин Ю.А. Устройство для формования вязкопластичных пищевых масс а.с. № 1708226, опубл. 30.01.92, бюл. № 4.



УДК 687.12: 687.03 – 037.47

**ОДЕЖДА ИЗ ТКАНЕЙ С СОДЕРЖАНИЕМ ЭЛАСТИЧ-
НЫХ ВОЛОКОН – КАК ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ В
СОЗДАНИИ ГАРДЕРОБА ДЛЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН.**

Г.Д. Гущина, Е. Л. Моськина, к.т.н., Е.В. Прокопова,
Н.С. Тазенкова
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 551120

Аннотация

*Причинение тканей с лайкрой в создании одежды для будущих мам в каче-
стве функциональных вставок, специального кроя и использование специфи-
ческих свойств эластичных тканей в области создания одежды для бере-
менных женщин.*

**THE CLOTHES FROM TEXTILE CONTAINING ELASTIC
FIBRES IS THE OPTIMAL DECISION OF CREATING
THE PREGNANT WOMENS IMAGE**

G.D. Guschina, E. L. Moskina, c.t.s., E. V. Prokopova ,
N.S. Tazenkova
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 551120

Annotation

*The use of textiles with lycra in creation of future mothers clothes as functional
insets of special design and the use of specific qualities of elastic textiles
in creating clothes for pregnant women.*

До недавнего времени эстетической стороне одежды для женщин в «интересном положении» уделялось недостаточно внимания. Подробно рассматривались вопросы комфортного состояния будущей мамы в одежде с эргономических позиций. На сегодняшний день стало возможным подобрать такие ткани для беременных женщин, которые смогли бы отвечать и антропологическим, и гигиеническим, и психофизиологическим требованиям, предъявляемым к одежде данного вида. Необходимо отметить, что политика нашего государства ведет к возвращению такой тенденции как появление в семье второго ребенка. Поэтому тема: «Одежда для будущих мам» становится необычайно актуальной.

От настроения и самочувствия беременной женщины во время этих ответственных девяти месяцев зависит очень много. Специальная одежда для будущих мам должна быть продумана до мелочей, т.е. приятна на ощупь, нежна и комфортна, при этом, позволяя женщине выглядеть привлекательно дома, на улице, на работе, а так же на любом торжестве. Безусловно, беременная женщина и растущий в ней малыш – единое целое, поэтому, то, что хорошо и приятно для будущей мамы, порадует и ребенка. Стать матерью – большое счастье, и многие женщины становятся необычайно красивыми, но, к сожалению, бывает и так, что отражение в зеркале не всегда радует будущую маму: лишний вес, изменившаяся форма груди и другие «мелочи». Именно в этом случае правильно подобранная одежда, как с точки зрения гигиенических и физических ее свойств, так и с точки зрения дизайнерского решения, может и должна существенно помочь женщине комфортно себя чувствовать и справляться с мелкими неприятностями. Размеры тела беременной дамы меняются каждую неделю, а на более поздних сроках – каждый день. При этом, при ограниченности гардероба необходимо сохранить комфортные ощущения будущей мамы, а так же подчеркнуть необыкновенную женственность этого периода жизни. Частая смена гардероба нецелесообразна как с практической точки зрения, так и с экономической. Женщины и с достатком выше среднего в период беременности предпочитают иметь рациональный набор одежды, взамен расточительному, многовариантному. В этой связи, мы предлагаем использовать для одежды будущих мам эластичные ткани с полиуретановыми нитями с улучшенными гигиеническими свойствами.

Полиуретановые (ПУ) нити это эластомерные синтетические нити. Полиуретановые нити известны под торговыми названиями: эластан (Россия), лайкра, вайрин, спандекс (США), эспа, неолан (Япония), спанцель (Великобритания), ворин (Италия). ПУ нить по свойствам похожа на каучуковую резину: можно растягивать до размера, намного превышающего его первоначальную длину, а когда растягивающая сила исчезает, возвращаться в первоначальное состояние. ПУ нити редко применяются в чистом виде, чаще выполняют роль каркасных нитей, вокруг которых навиваются другие нити. Изделие из таких нитей характеризуется повышенной комфортностью за счет высокой эластичности и при этом сохраняет все лучшие свойства и

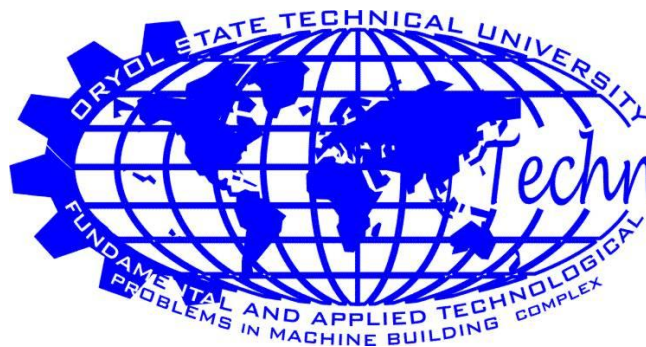
полное ощущение того вида волокна, которое использовалось для внешней обмотки.

Ткани с полиуретановыми нитями обеспечивают облегаемость, легкость и удобство, сохраняют форму в течение длительного времени. Такая одежда не сковывает движения и подчеркивает достоинства фигуры. Из тканей с эластаном изготавливают практически все: белье и корсетные изделия, рубашки, блузки, брюки, спортивные костюмы, даже плащи и пальто.

Наиболее известным ПУ волокном является лайкра. Лайкра (Lycra)-волокно, разработанное компанией DuPont (США). Лайкра можно растягивать до размера, в семь раз превышающего его первоначальную длину, а когда растягивающая сила исчезает, оно как пружина возвращается в первоначальное состояние. Рождение лайкры дало модельерам реальный шанс решить вечное противоречие между плоскостью куска ткани и объёмностью человеческого тела.

Нить лайкра может быть матированной, полупрозрачной и прозрачной. Лайкра используется в небольших количествах в комбинации с другим типом или же с другими типами волокон, как натуральными, так и синтетическими. Ткани с лайкрой всегда имеют прекрасный внешний вид и особенность основного компонента волокна, т. е. шелка, хлопка или нейлона. Тип ткани и ее конечное использование определяются количеством и типом лайкры, требуемой для обеспечения оптимальной функциональности и эстетики. Всего 2% лайкры достаточно для улучшения подвижности ткани, сохранения формы и способности ниспадать складками. Замечательные свойства лайкры обогащают все ткани и одежду, в которой они используются, добавляя комфорт и свободу движения, сохранение формы и восстановление складок. На лайкру не оказывают воздействия солнце, солёная и хлорированная вода. Смесовые ткани с добавкой лайкры обладают повышенной эластичностью, формоустойчивостью и комфортностью. Из лайкры шьют купальники, очень плотно, как вторая кожа, облегающие тело, тонкие колготы, облегающие джинсы, спортивные костюмы, платья и др. Ткань не требует особого ухода.

Эластичные ткани занимают промежуточное положение, сочетая свойства тканей и трикотажа, и требуют особого подхода к изучению их деформационных свойств. Одежда для беременных женщин должна отражать все актуальные направления общей моды. Сегодня – это костюмы с укороченными брюками, платья с очень удобным «безразмерным» запахом, блузы и джемперы из эластичных тканей. В одежде для улицы и в домашней одежде для будущих мам – радующая глаз, и, в то же время, спокойная цветовая гамма, функциональные эластичные вставки, регулирующие объем затягивающие шнуры. Каждая дизайнерская находка призвана приспособить одежду к особенностям меняющейся фигуры беременной женщины.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК 664.143/.149.014/.019

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.П. Корячкин, д.т.н., проф.
ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОРЕЛ, ТЕЛ. И FAX(4862)551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

АННОТАЦИЯ

РАЗРАБОТАНА КОНЦЕПЦИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ СПЛОШНЫХ СРЕД, ЗАКЛЮЧАЮЩАЯСЯ В ТОМ, ЧТО НА ИХ СДВИГОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЛИЯЕТ СООТНОШЕНИЕ УПРУГИХ И ПЛАСТИЧНЫХ СВОЙСТВ, КОТОРОЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ СДВИГА. АНАЛИЗ КРИВЫХ ТЕЧЕНИЯ ШИРОКОГО СПЕКТРА СПЛОШНЫХ СРЕД ПОЗВОЛИЛ ПРЕДЛОЖИТЬ ХАРАКТЕРНЫЕ И ПРИНЦИПИАЛЬНО РАЗЛИЧНЫЕ РЕОЛОГИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯЮТ ОЦЕНИТЬ СООТНОШЕНИЕ УПРУГОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.

REOLOGICAL EQUATIONS OF THE CONDITION OF DISPERSE MATERIALS

V.P. KORYACHKIN, PROF., DR.
ORYOL STATE TECHNICAL UNIVERSITY
OREL, TEL. (4862) 551187, FAX (4862) 551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

Annotation

The concept of deformation behaviour of the continuous environments, consisting that their shift current is influenced with a parity of elastic and plastic properties which changes depending on speed of shift is developed. The analysis of curves of current of a wide spectrum of continuous environments has allowed to offer characteristic and essentially various reological the equations of a condition which allow to estimate a parity of elasticity and plasticity of objects of research.

Современными технологиями поточного производства продукции в различных отраслях промышленности перерабатывают широкий спектр сплошных сред, обладающих значительными пластичными свойствами.

К пластичным средам относятся такие, у которых упругие деформации пренебрежимо малы [1]. Однако именно упругие деформации оказывают существенное влияние на характер деформационного поведения тиксотроп-

ных пластичных дисперсных сред, что обуславливает особенность их сдвигового течения в сквозных каналах измерительных приборов и технологического оборудования.

Особенностью сплошных пластичных сред является то, что их течение в рабочих каналах измерительных приборов и технологического оборудования характеризуется соотношением упругости и пластичности, количественная величина которого изменяется в зависимости от скорости сдвига.

Графики кривых течения пластичных сред, получаемые в широком диапазоне скоростей сдвига, как правило, не только нелинейные, но и имеют кривизну разного направления. При этом выпуклость участка графика кривой течения может быть обращена к оси касательного напряжения или к оси скорости сдвига.

Участки нелинейных графиков кривых течения сплошных сред, обладающих пластическими свойствами, в логарифмических координатах $\lg \dot{\gamma} = \lg \theta$ ($\lg \dot{\gamma}$), обращенные к разным осям координат разделяются точкой смены направления кривизны графиков, так называемыми точками перегиба.

На рисунке 1 представлены схемы характерных графиков кривых течения сплошных сред, обладающих пластическими свойствами, изображенные в безразмерных координатах с точками перегиба А и В, в которых происходит смена направления кривизны графиков $\lg \dot{\gamma} = \lg \theta$ ($\lg \dot{\gamma}$).

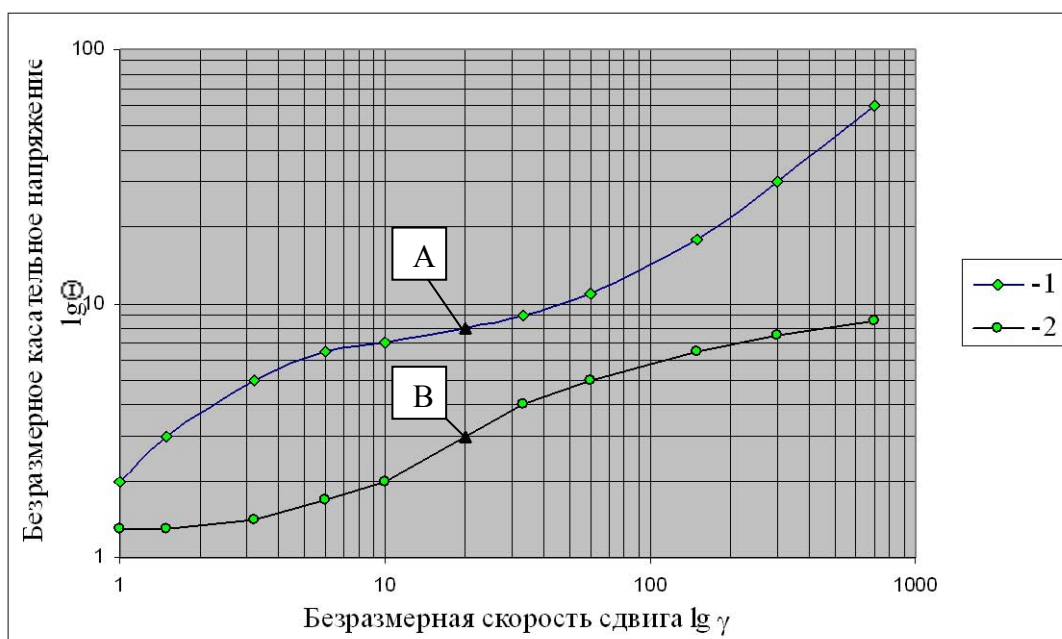


Рисунок 1 - Схемы графиков кривых течения в логарифмических координатах.

Из рисунка 1 видно, что с увеличением скорости сдвига $\dot{\gamma}$ направление выпуклости графика кривой течения (1) в точке А(20, 8) изменяется с направления к оси $\lg \theta$ на направление к оси $\lg \dot{\gamma}$. А направление выпуклости

графика кривой течения (2) изменяется в точке В(20, 3) в обратной последовательности, то есть с направления к оси $\lg \dot{\gamma}$ на направление к оси $\lg \theta$.

Для обозначения направления кривизны участков графиков кривых течения $\lg \theta = \lg \theta(\lg \dot{\gamma})$ введем знаки «+» и «-». При этом если кривая течения обращена выпуклостью к оси $\lg \dot{\gamma}$, ей присваивают знак «+», а если кривая течения обращена выпуклостью к оси $\lg \theta$ - знак «-». Эти же знаки следует учитывать при написании реологических уравнений состояния пластичных материалов, проставляя их перед основной реологической характеристикой пластичных материалов – предельным напряжением сдвига θ_0 , поскольку на кривизну зависимостей касательного напряжения от скорости сдвига в логарифмических координатах влияет θ_0 .

На рисунках 2 и 3 приведены схемы кривых течения, изображенные в прямоугольной декартовой системе координат и относящиеся к первой и второй группам, что соответствует реологическим уравнениям состояния (1) и (2). Из рисунков 2 и 3 очевидно пояснение знаков «+» и «-» перед символом предельного напряжения сдвига.

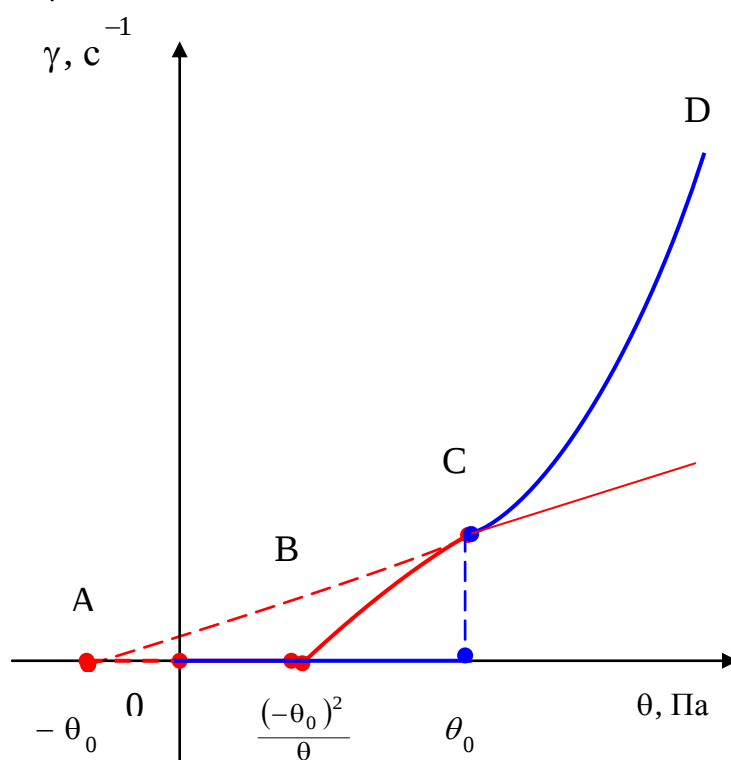


Рисунок 2 – Схема кривой течения упруго – вязко - пластической среды

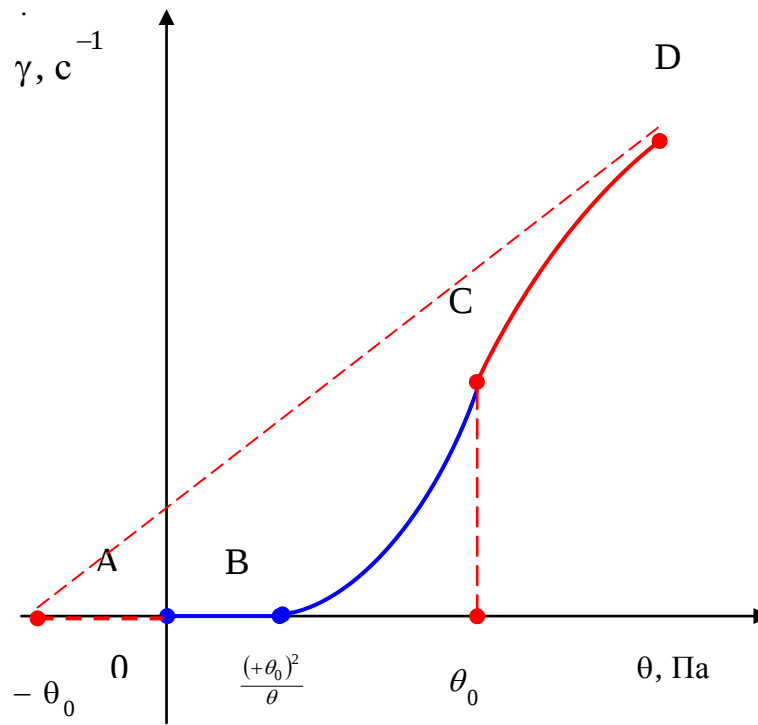


Рисунок 3 – Схема кривой течения пластично – вязко - упругой среды

Если в реологические уравнения состояния входят символы предельного напряжения сдвига θ_0 со знаками $\pm\theta_0$ и $\mp\theta_0$, то это означает следующее. данные реологические уравнения состояния соответственно описывают кривые течения пластичных сред с точкой перегиба, в которой изменяется направление выпуклости графика $\lg\theta = \lg\theta(\lg\dot{\gamma})$ от оси $\lg\dot{\gamma}$ к оси $\lg\theta$ и от оси $\lg\theta$ к оси $\lg\dot{\gamma}$:

$$\theta = \frac{(\mp\theta_0)^2}{\theta} + k\dot{\gamma}^n; \quad (1)$$

$$\theta = \frac{(\pm\theta_0)^2}{\theta} + k\dot{\gamma}^n. \quad (2)$$

Для данных уравнений выражения вязкости имеют вид:

$$\eta = \frac{(\mp\theta_0)^2}{\dot{\gamma}\theta} + k\dot{\gamma}^{n-1};$$

$$\eta = \frac{(\pm\theta_0)^2}{\dot{\gamma}\theta} + k\dot{\gamma}^{n-1}.$$

На рисунке 4 представлены экспериментальные кривые течения полиэтилена [2], ацетат целлюлозы [3], консистентных смазок [4], полученные разными авторами.

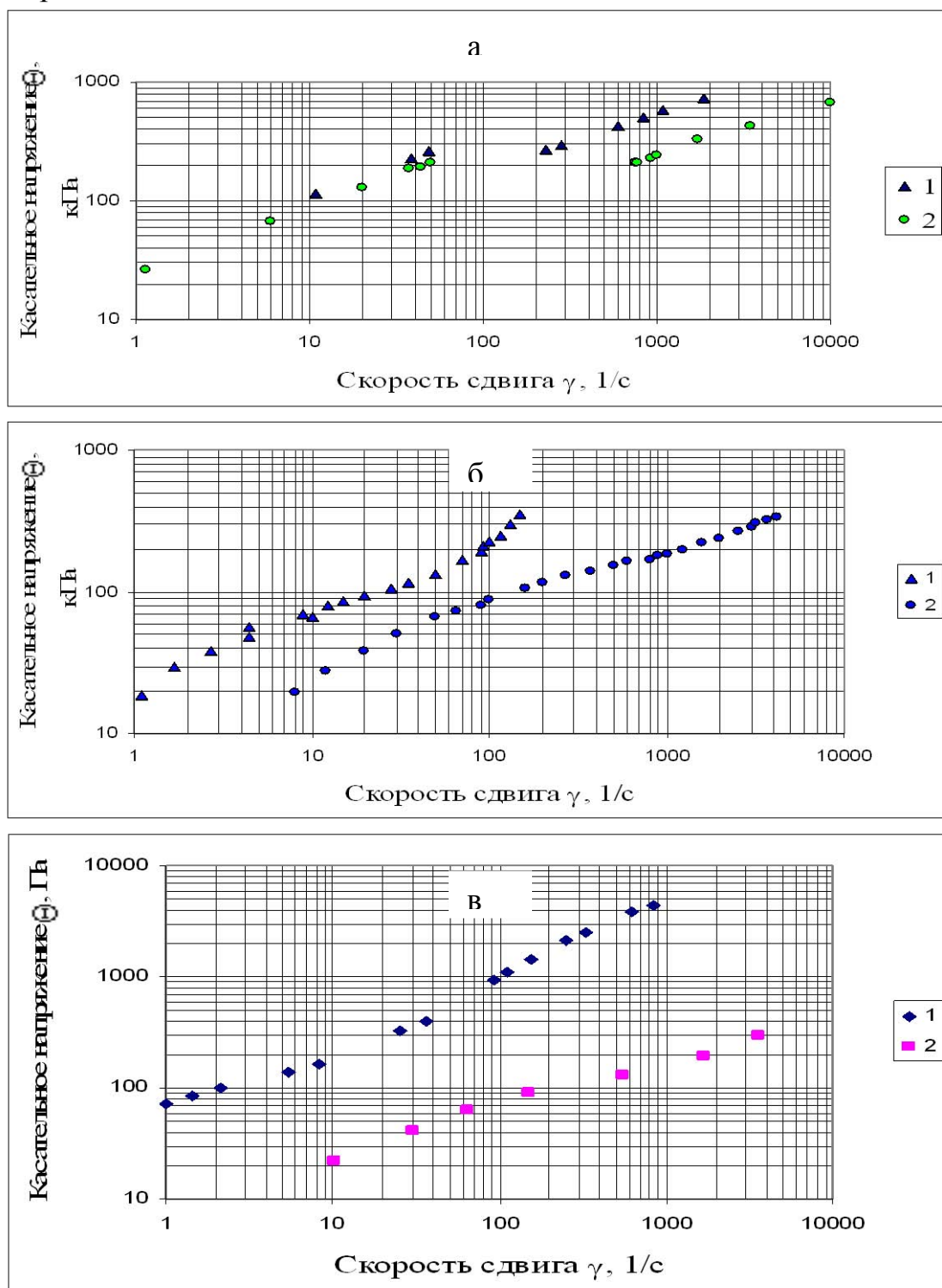


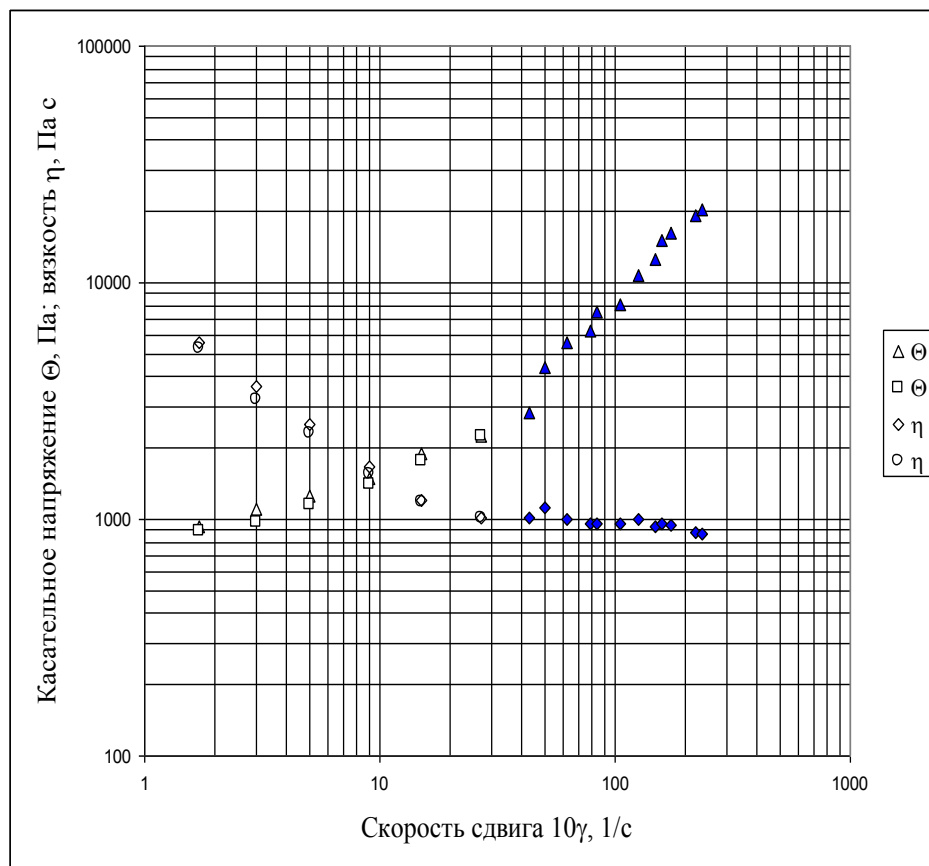
Рисунок 4 – Кривые течения: а - линейного полиэтилена при отношении длины капилляра к диаметру: 1 – 3,65 и 2 – 16 (температура 152 °С) [2]; б - ацетат целлюлозы при температуре: 1 - 190 °С и 2 - 210 °С [3]; в – 1 - смазки ГОИ – 54п при температуре 15°С и 2 - солидола жирового при температуре 20°С [4].

На рисунке 5 представлены кривая течения и зависимость вязкости от скорости сдвига теста для пряника «Сувенирный» при температуре 22 °С: светлыми точками обозначены данные, полученные на ротационном, а темными – на капиллярном вискозиметре [5].

Реологическое уравнение теста имеет вид:

$$\theta = \frac{\theta_0^2}{\theta} + k\dot{\gamma}^n \quad \text{или} \quad \theta = \frac{849^2}{\theta} + 1077D^{0,971}.$$

Рисунок 5 - Кривая течения $\lg\theta = \lg\theta(\lg\dot{\gamma})$ и зависимость вязкости от скорости сдвига $\lg\eta = \lg\eta(\lg\dot{\gamma})$ теста для пряника «Сувенирный».



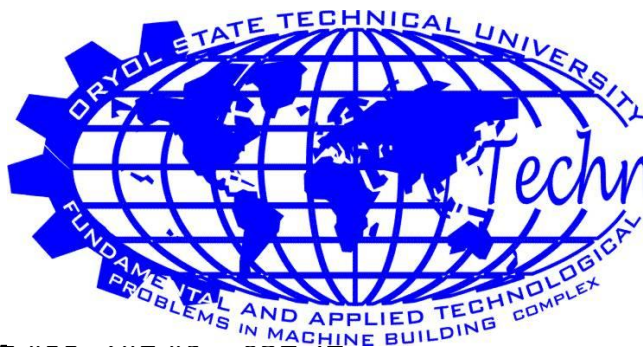
Таким образом, на основании многочисленных экспериментов проведенных фундаментальными методами ротационной и капиллярной вискозиметрии различными исследователями с разнообразными дисперсными средами, можно принять приведенные выше трехпараметрические реологические уравнения состояния для описания сдвигового стационарного течения широкого спектра дисперсных материалов.

Литература

1. Тябин Н.В. Реологическая кибернетика, часть 1. – Волгоград.: Волгоградская правда, 1977. - 111 с.
2. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки полимеров. – М.: Химия, 1977. – 462 с.
3. Бернхард Э. Переработка термопластичных материалов. – М.: Химия, 1965. – 747 с.

4. Фройштетер Г.Б., Трилиский К.К., Ищук Ю.Л., Ступак П.М. Реологические и теплофизические свойства пластичных смазок. – М.: Химия, 1980. – 175 с.

5. Корячкин В.П., Масютин Ю.М., Крыцын В.В. Реологические уравнения состояния теста для пряника «Сувенирный»// журнал «Хранение и переработка сельхозсырья», №8, 2006, с. 44-46



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК687.022: 687.03 – 037.47

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАСКРОЙ ТКАНИ С ЛАЙКРОЙ

Е. Л. Моськина, к.т.н., Е.В. Прокопова, Г.Д.Гущина,
Е.В. Зайцева, Е.М. Купавых
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 551120

Аннотация

В Орловском государственном техническом университете ведется научная работа в области раскроя современных тканей с лайкрой.

THE ANALYSES OF FACTORS IN FLUENCING THE CUT OUT OF TEXTILES CONTAINING LYCRA

E. L. Moskina, c.t.s., E. V. Prokopova, G.D. Guschina,
E.V. Zaytzeva, E.M. Kuhpavykh
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 551120

Annotation

At Oryol State Technical University the research work is being help in the field of uptodate textiles with lycra cut out.

Одним из перспективных направлений комплексной автоматизации процесса изготовления одежды является внедрение новых видов тканей, содержащих синтетические волокна таких как лайкра. Такие ткани имеют актуальность в своем применении.

Мода неумолимо бежит вперед и параллельно развивается вместе с наукой, которая предлагает новые высокие технологии и ставит перед текстильной промышленностью очередные задачи. Стремление к индивидуальности, к личностному выражению заставляет людей находится в постоянном поиске нового в одежде. Иногда это достигается цветовой гаммой и конструктивным членением, но в наше экономически нестабильное время

большое внимание уделяется конкурентоспособности ткани, где важную роль играет структура нитей, фактура полотен их колористическое оформление и отделка. Ткани с содержанием лайкры обладают повышенной эластичностью, а изделия имеют отличную посадку, что не всегда достигается классическими способами конструирования.

Полиуретановые волокна, составляющие основу лайкры характеризуются высокой прочностью, водостойкостью, износостойкостью, эластичностью и устойчивостью к действию химических реагентов, сохраняя эти качества в тканях и улучшая их потребительские свойства. Не маловажный фактор оказывает и то, что такие ткани намного дешевле натуральных. Рынок и потребитель диктует свои условия: максимально качественный товар за минимально возможную цену. Поэтому производитель находится в постоянном поиске – максимальное качество сырья по минимальной цене.

Широкое применение тканей с содержанием лайкры накладывают свои требования при раскрое. Во-первых, при резании материалов под воздействием режущего инструмента, происходят упруго-пластические деформации, развивающиеся вплоть до отделения частиц (т.е. разрушения материала). Во-вторых, такие материалы обладают низкой термостойкостью. Процесс же резания сопровождается выделением значительного количества тепла, образуемого в результате деформации и трения по соприкасающимся поверхностям трущейся пары «инструмент-материал». В-третьих, возможность термической обработки и химическое происхождение современных синтетических материалов позволяет использовать более прогрессивные технологические процессы, заменив резание механическое химическим, физическим или другими процессами.

При разнообразном спектре методов раскроя, механический раскрой текстильных материалов (на стационарных раскройных ленточных машинах) имеет широкое применение из-за простоты изготовления режущего инструмента и осуществление процесса резания, возможности раскраивать одновременно большое количество полотен, и, главное, универсальности раскроя.

На точность деталей кроя оказывает влияние многочисленные факторы, к которым относятся: точность обводки лекал, способ настилки ткани, физико-механические свойства настилаемых тканей, различное положение деталей относительно направления нитей основы и утка и, вибрация, создаваемый раскройными ленточными машинами. Также, на точность кроя оказывает влияние натяжение ленточного ножа, скорость движения ножа, правильность его заточки, ширина ленточного ножа.

Во время работы раскройных ленточных машин наблюдаются поперечные колебания ножа. Амплитуда поперечных колебаний зависит от жесткости ножа при изгибе, скорости его движения, натяжения, наличия дополнительных точечных масс в местах соединения ленты, расстояний между опорными планками и роликами. Эти колебания также влияют на точность и качество кроя.

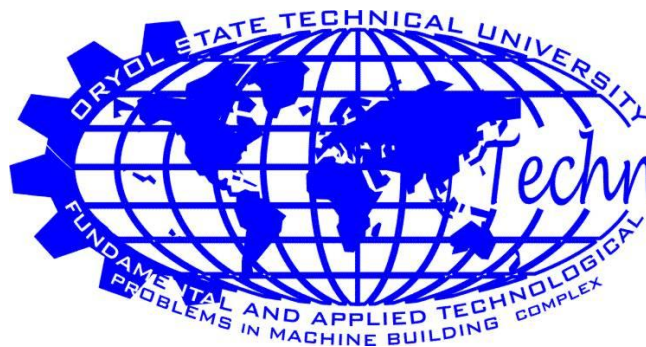
Обеспечение прочности ножевой ленты за счет увеличения сечения ограничено технологическими условиями. Ширина ножа влияет на качество кроя в зависимости от радиуса кривизны линии раскроя деталей и плотности настила. Наибольшее натяжение ведущей ветви ленты ножа ограничивается допускаемым напряжением на разрыв материала ножа и размерами его поперечного сечения.

Проведенный на кафедре эксперимент позволил выявить совокупность 18 факторов, оказывающих влияние на точность детали и чистоту поверхности срезов. Выделены две группы факторов: независимые от технологии раскроя и зависимые.

К независимым – были отнесены факторы, значения которых изменяются случайно, независимо от действия специалистов, проектирующих и осуществляющих процесс раскроя. Первая подгруппа независимых факторов характеризует свойства раскраиваемых материалов, вторая – определяет конфигурацию раскраиваемых деталей. Свойства тканей и размеры раскраиваемых деталей изменяются в пределах определенного диапазона в зависимости от вида раскраиваемых изделий, ассортимента материалов и его волокнистого состава, модели изделия, т.е. независимо от функционирования процесса раскроя.

К зависимыми отнесем факторы, значения которых можно выбирать в ходе проектирования процесса с целью достижения заданных значений параметров, характеризующих качество деталей кроя. Первая подгруппа этих факторов характеризует собственно параметры раскроя настилов, вторая – параметры режущего инструмента.

Высокие требования к качеству готовых изделий и увеличение выпуска востребованных моделей, облегчение работы пошивочных цехов непосредственно зависят от работы подготовительно-раскройного производства, а в частности от оборудования, применяемого при окончательном раскрое деталей изделий. Поэтому, систематизирование основных методов вырезания деталей кроя из настила и причин возникновения отклонений размеров кроя от номинальных величин является важной задачей.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК 664. 143/.149; 664, 858; 663. 91

ТЕЧЕНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ ДИСПЕРСНЫХ МАСС В СКВОЗНЫХ КРУГЛЫХ КАНАЛАХ

В.П. КОРЯЧКИН, Д.Т.Н., ПРОФ.
ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОРЕЛ, ТЕЛ. И FAX(4862)551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

Алексенко Д.Н., инженер
Пятигорский государственный технологический университет
Пятигорск

АННОТАЦИЯ

ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ УСТАНОВЛЕНО, ЧТО ПЕСОЧНОЕ ТЕСТО ОБЛАДАЕТ МАЛЫМИ УПРУГИМИ СВОЙСТВАМИ, КОТОРЫЕ ОКАЗЫВАЮТ СУЩЕСТВЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СКВОЗНЫХ КАНАЛОВ ФОРМУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ. РЕОЛОГИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ТЕСТА УЧИТЫВАЕТ СООТНОШЕНИЕ УПРУГИХ И ПЛАСТИЧНЫХ СВОЙСТВ, КОТОРОЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ТЕСТА В СКВОЗНЫХ КАНАЛАХ.

CURRENT OF PLASTIC DISPERSE WEIGHTS IN THROUGH ROUND CHANNELS

V.P. KORYACHKIN, PROF., DR.
ORYOL STATE TECHNICAL UNIVERSITY
OREL, TEL. (4862) 551187, FAX (4862) 551187, E-MAIL: MAPP@OSTU.RU

D.N. ALEKSENKO, ENGINEER
Pyatigorsk state technological university
Pyatigorsk

Annotation

BY DEVELOPMENT OF NEW "KNOW-HOW" OF CONFECTIONERY PRODUCTS IT IS ESTABLISHED, THAT THE SHORTCAKE DOUGH POSSESSES SMALL ELASTIC PROPERTIES WHICH RENDER ESSENTIAL INFLUENCE ON PRODUCTIVITY OF THROUGH CHANNELS OF THE FORMING EQUIPMENT. REOLOGICAL THE EQUATION OF A CONDITION OF THE TEST CONSIDERS A PARITY OF ELASTIC AND PLASTIC PROPERTIES WHICH CHANGES DEPENDING ON SPEED OF CURRENT OF THE TEST IN THROUGH CHANNELS.

Экспериментальными исследованиями, было установлено реологическое уравнение состояния песочного теста, содержащего рисовую муку:

$$\theta = \frac{(\mp \theta_0)^2}{\theta} + kD^n.$$

где $\mp \theta_0$ - предельное напряжение сдвига,

k - коэффициент консистенции,

n - индекс течения.

Знак « $\mp$ » перед предельным напряжением сдвига θ_0 показывает, что с увеличением скорости сдвига d преобладание упругих свойств песочного теста, проявляющееся при малых значениях d, сменяется на превосходство пластичных свойств теста над упругими.

На рисунке 1 представлена кривая течения $\theta = \theta(D)$ и зависимость вязкости от скорости сдвига $\eta = \eta(D)$ песочного теста с содержанием 50% рисовой муки.

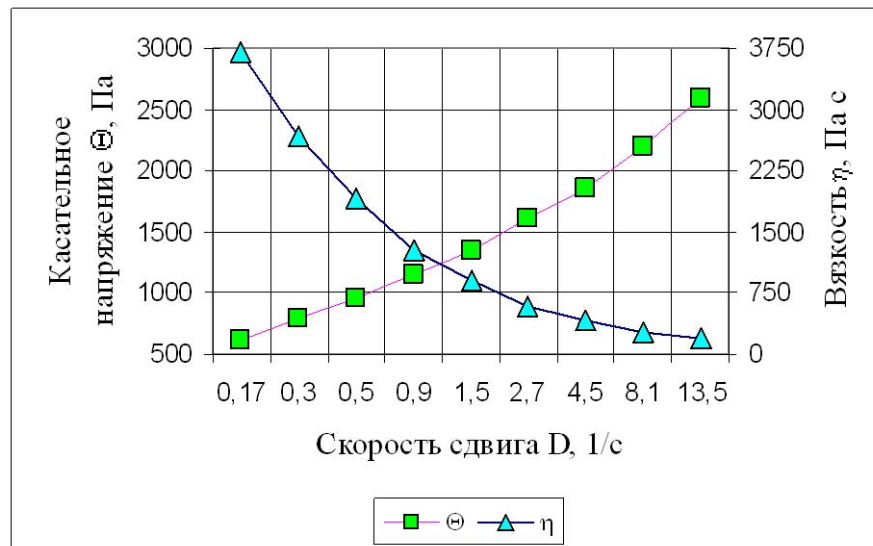


Рисунок 1- кривые течения и зависимость вязкости от скорости сдвига песочного теста с рисовой мукой

Определим производительность сквозного канала с круглым профилем поперечного сечения при течении в нем песочного теста с рисовой мукой.

Определим производительность сквозных каналов с круглым профилем поперечного сечения при течении в них дисперсных сред с учетом пристенного скольжения. С этой целью запишем уравнение Навье – Стокса в напряжениях на ось z канала:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \theta_{rz}) = \frac{\partial p}{\partial z}. \quad (3)$$

После интегрирования (3) получим:

$$\theta_{rz} = \frac{r}{2} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{C_1}{r}; C_1 = 0 \quad (4)$$

реологическое уравнение состояния (1) запишем в виде:

$$\theta = \frac{(\mp \theta_0)^2}{\theta} + \left[k \left(\frac{-du}{dr} \right) \right]^{\frac{1}{m}} \quad (5)$$

где $m = \frac{1}{n}$ - величина, обратная индексу течения.

Преобразуем (5) с учетом (4), получим дифференциальное уравнение течения пластической среды в сквозном канале с круглым профилем поперечного сечения:

$$dU = - \left(\frac{\Delta p}{2l} \right)^m \cdot \frac{1}{K} (r - r_0)^m dr \quad (6)$$

Решением (6) с учетом граничных условий:

$$\text{при} \begin{cases} r = R \\ U_R = \beta \theta; U_R \neq 0 \end{cases}$$

будет:

$$U = \frac{2l}{K(m+1)\Delta p} \left[(\theta - \theta_{0\alpha})^{m+1} - \frac{\Delta p}{2l} (r - r_0)^{m+1} \right] + \beta \theta \quad (7)$$

где β - коэффициент скольжения, учитывающий п - эффект.

Выражение расхода определим как сумму центрального квази - твердого ядра и периферийной кольцевой области:

$$Q = Q_{r < r_0} + Q_{r_0 < r < R} \quad (8)$$

Скорость ядра потока:

Расход центральной части потока:

$$Q_{r < r_0} = \pi r_0^2 U_0; Q_{r < r_0} = \frac{\pi R^3}{\theta^5} \theta_0^4 \left[\frac{\left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+1}}{K(m+1)} + \beta \frac{\theta^2}{R} \right] \quad (9)$$

Расход периферийной части

$$Q_{r_0 < r < R} = 2\pi \int_{r_0}^R U r dr;$$

$$Q_{r_0 < r < R} = 2\pi \frac{2l \left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+1}}{K(m+1)\Delta p} \int_{r_0}^R U r dr - 2\pi \frac{2l}{K(m+1)\Delta p} \int_{r_0}^R \left(\frac{\Delta p}{2l} r - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+1} r dr + 2\pi \beta \theta \int_{r_0}^R r dr \quad (10)$$

решением (10) будет:

$$\begin{aligned}
Q_{r\Delta < r < R} = & \frac{\pi \left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+1}}{K \left(\frac{\Delta P}{2l} \right) (m+1)} R^2 - \pi \theta_{\Delta}^2 \frac{2l}{\Delta P} \frac{\left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+1}}{K \left(\frac{\Delta P}{2l} \right) (m+1)} - \\
& - 2\pi \frac{\left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+2}}{K \left(\frac{\Delta P}{2l} \right)^2 (m+1)(m+2)} R + \\
& + \frac{\left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+3}}{K \left(\frac{\Delta P}{2l} \right)^3 (m+1)(m+2)(m+3)} + \frac{\theta^3 - \theta \left(\frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^2}{\left(\frac{\Delta P}{2l} \right)^2}
\end{aligned} \quad (11)$$

Расход по всему круглому поперечному сечению канала с учетом эффекта пристенного скольжения (п-эффект):

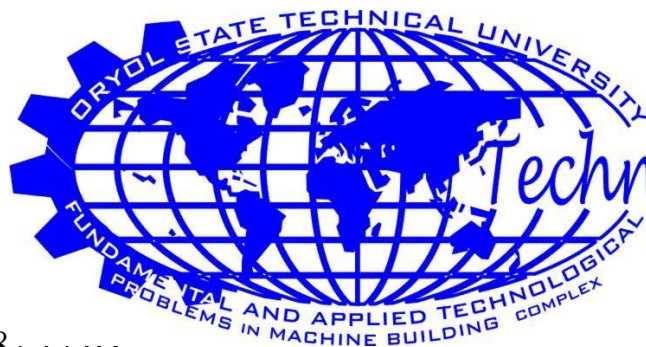
$$Q = \frac{\pi R^3}{K \theta^3} \left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^{m+1} \times \left[\frac{2 \left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)^2}{(m+1)(m+2)(m+3)} - \frac{2\theta \left(\theta - \frac{\theta_{0\alpha}^2}{\theta} \right)}{(m+1)(m+2)} + \frac{\theta^2}{(m+1)} \right] + \beta \frac{\theta}{R} \quad (12)$$

По уравнению (12) можно определить производительность сквозных каналов с учетом эффекта пристенного скольжения среды, обладающей пластичными свойствами, относительно стенки канала.

Пристенное скольжение или П-эффект является характерным для пластичных дисперсных сред. Если напряжение на стенке канала не превосходит значения предельного напряжения сдвига сплошной среды, то сохраняется внутренняя структура среды и она скользит по стенкам сквозного канала подобно твердой пробке. Повышение нагрузки приводит к переходу через предел пластической прочности среды вблизи стенки канала и в пристенной области возникает вязкое течение, а область неразрушенной структуры сохраняется вблизи оси потока, начиная с того значения радиуса, на котором напряжение сдвига достигает значения предельного напряжения сдвига дисперсной среды. Механизм пристенного скольжения характерен для высоконаполненных полимеров, консистентных смазок и широкого спектра пищевых дисперсных материалов, обладающих пластичными свойствами.

Литература

1. Корячкин В.П. Особенности стационарного течения сплошных пластических сред в сквозных каналах с учетом пристенного скольжения// Современные наукоемкие технологии. – М: РАЕ, 2004, № 2, С 12 - 18.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК 681.11.05

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ДОЖДЯ НА ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ

М.В. Родичева, к.т.н., доц., А.В. Абрамов, аспирант
А.В. Уваров, к.т.н., с.н.с., Е.М. Гнеушева, к.т.н., доц.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел(0862)551031, E-mail ral@orel.ru

Аннотация

Экспериментальные исследования материалов и пакетов одежды для защиты от атмосферной влаги основываются на использовании приборов, моделирующих процессы теплообмена в системе «Человек-одежда-окружающая среда» и различные параметры дождя. Результаты исследований позволяют проектировать новые виды одежды с улучшенными защитными свойствами.

DEVELOPMENT TECHNIQUE OF EXPERIMENTAL RESEARCHES INFLUENCE RAIN ON PHYSICAL PROPERTIES OF A PACKAGE CLOTHES

M.V.Rodicheva, A.V.Abramov,
A.V. Uvarov, E.M. Gneusheva
The Oryol State Technical University
Oryol, rel (0862) 551031, E-mail ral@orel.ru

The technique experimental researches materials and packages clothes for rain protection clothes is based on use the devices modeling heat exchange in system " Person - clothes - environment" and various parameters of a rain. The technique is used at designing new kinds of clothes for protection against atmospheric moisture.

Одним из путей создания современных видов специальной одежды является проведение исследований материалов и пакетов на этапах ее проектирования. При этом, важно учитывать влияние факторов окружающей среды, одним из которых является дождь. Проводимые до настоящего момента экспериментальные исследования влияния влаги на теплозащитные свойства пакетов одежды, распространяются на частные характеристики процессов

[1], или моделируют предельные случаи воздействия. Основным недостатком таких исследований является допущение о равномерном увлажнении пакетов одежды, в то время, как увлажнение элементарной поверхности является вероятностной величиной [4].

Авторами разработана экспериментальная установка, построенная на вероятностной математической модели дождя [2,4], что позволяет максимально приблизить проводимые исследования к реальным условиям эксплуатации. Сравнение интенсивностей дождевания разработанной модели на различных режимах ее работы с интенсивностью наблюдаемых дождей по данным [3], иллюстрируются рисунком 1.

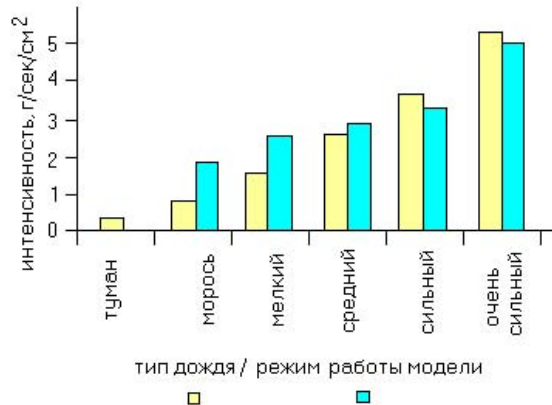


Рисунок 1. Сравнение интенсивности выпадения дождя с модельной интенсивностью

Предложенная физическая модель дождя включена в измерительный комплекс для определения показателей качества одежды и используется совместно с биотехническим эмулятором процессов в системе «Человек – одежда – окружающая среда» [5]. Это позволяет повысить точность проводимых исследований и приблизить их к реальным условиям эксплуатации.

Предлагаемая методика экспериментальных исследований описывает процесс теплоотдачи биотехнического эмулятора в окружающую среду через увлажняемый дождем пакет одежды:

$$Q_{под} = Q_{отв} = Q_{конв} + Q_{изл} + Q_{исп} + Q_{нагр} \quad (1)$$

где: $Q_{под} = \frac{U^2 \cdot \tau_1}{r \cdot \tau_2}$ общее количество тепла, Вт, поданного в рабочий

объем эмулятора для сохранения заданного температурного режима; U – напряжение на ТЭНе эмулятора; τ_1 – общее время цикла; τ_2 – время работы ТЭНа; r – электрическое сопротивление ТЭНа.

$Q_{отв} = Q_{конв} + Q_{изл} + Q_{исп} + Q_{нагр}$ – общее количество тепла, от-
данное с рабочей поверхности эмулятора за счет конвектив-

ной $Q_{конв} = S \cdot v \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t$, лучистой $Q_{изл} = \sigma \varepsilon F \left(\left[\frac{T_{нак}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_{окр}}{100} \right]^4 \right)$ состав-

ляющих, а также теплотрат при фазовых превращениях – на испарение

$Q_{исп} = G \cdot r$ и нагрев $Q_{нагр} = c \cdot m_{вых} \cdot \frac{\Delta t}{\tau}$ оросительной воды.

S - площадь измерительного кольца, v – скорость движения воздуха в измерительном кольце м/с; ρ – плотность воздуха в измерительном кольце, кг/м³; Δt - разность температур, воздуха до и после теплообмена; c - средняя теплоемкость воздуха $\frac{Дж}{кг \cdot K}$, σ – постоянная Стефана-Больцмана, Вт/м²К⁴; ε – степень черноты излучающей поверхности; F – площадь боковой поверхности исследуемого пакета, м², $T_{нак}$ - температура внешней поверхности исследуемого пакета, $T_{окр}$ - температура окружающей среды, $G = \frac{\Delta m}{\tau}$ - массовый расход воды (кг/сек); c - теплоемкость воды кДж/кг·К; $\Delta t = t_{ex} - t_{вых}$ - разность температур на входе и выходе.

Экспериментальные исследования основаны на измерении следующих величин: термодинамических параметров воздуха (температуры, скорости движения и влажности) с помощью термоанемометра – термометра ТТМ-2 и аспирационного психрометра Ассмана; температур поверхности исследуемого пакета и окружающей среды с помощью оптического пирометра MIKRON, по схеме, представленной на рисунке 2.

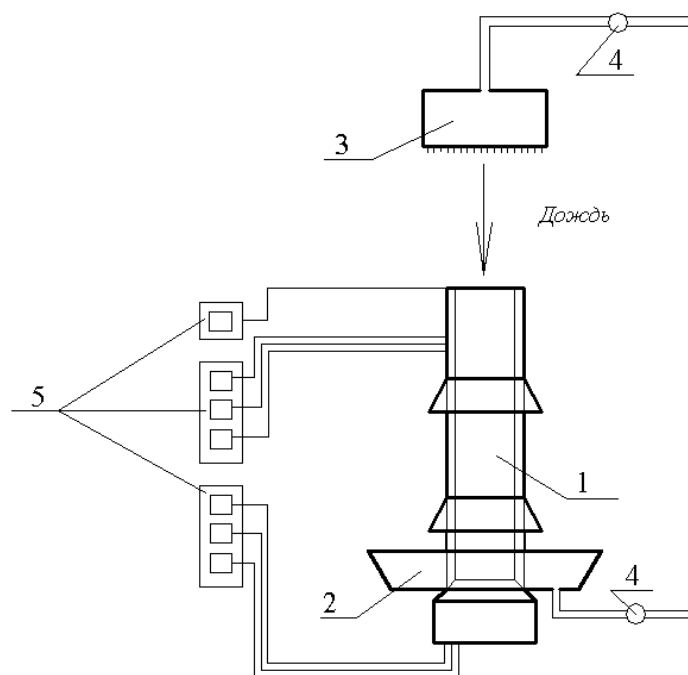


Рисунок 2. Схема комплекса для исследования элементов конструкции одежды для защиты от дождя (1 исследуемый пакет; 2 резервуар для сбора воды; 3 модель дождя; 4 расходомеры; 5 автоматизированная система).

С помощью предложенной методики оценивалось влияние дождя средней интенсивности на теплоотдачу с поверхности эмулятора через различные пакеты одежды в условиях субнормальных температур (разность температур между рабочей поверхностью эмулятора и окружающей средой 25°C), а так же возможность уменьшения уровня теплоотдачи за счет закрывания вентиляционных элементов.

Система вентиляции пододожного пространства исследуемых пакетов одежды состояла из вентиляционных элементов различных конструкций и стабилизированных воздушных прослоек разной толщины. В качестве материала верха применялись водонепроницаемые ткани: «Бостон», «Оксфорд», а также брезент, до настоящего времени используемый при изготовлении плащей и плащ-палаток. Исследования проводились при закрытых и открытых вентиляционных элементах с целью проверки эффективности работы системы вентиляции пододежного пространства. В качестве контрольной величины выступала теплоотдача с рабочей поверхности эмулятора через сухой пакет одежды с открытыми вентиляционными элементами.

Полученные данные иллюстрированы рисунком 3.

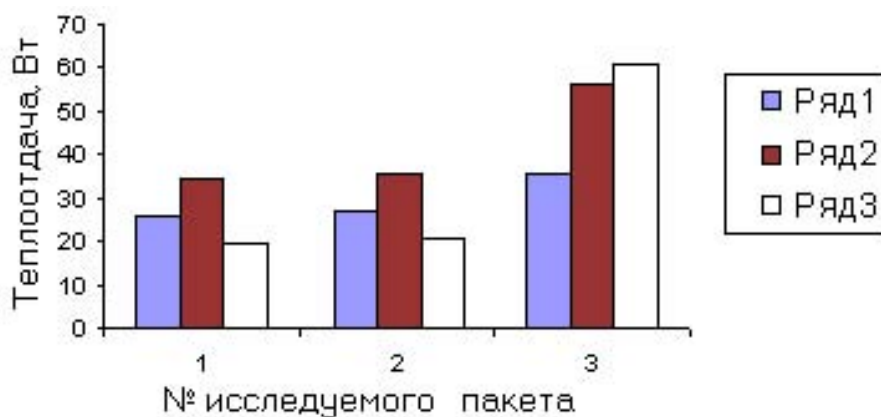


Рисунок 3 - Сравнение теплоотдачи через сухой (ряд 1) и увлажняемый пакет с открытыми (ряд 2) и закрытыми (ряд 3) вентиляционными элементами по номерам пакета (№1 «Бостон» №2 «Оксфорд» №3 Брезент)

Как видно из полученных данных, при увлажнении дождем пакетов, выполненных из воздухо- влагонепроницаемой ткани, рост теплоотдачи незначителен (на 12 и 10 Вт, соответственно для «Бостона» и «Оксфорда»), в то время, как для брезента увеличение теплоотдачи, составляет 23 Вт. Закрывание вентиляционных элементов приводит к уменьшению теплоотдачи на 17 и 15 Вт соответственно для «Бостона» и «Оксфорда», и к увеличению теплоотдачи (на 7 Вт) в случае пакета, изготовленного из брезента.

Полученный результат объясняется величинами площадей увлажняемых поверхностей при открытом и закрытом вентиляционных элементах (рисунок 4).

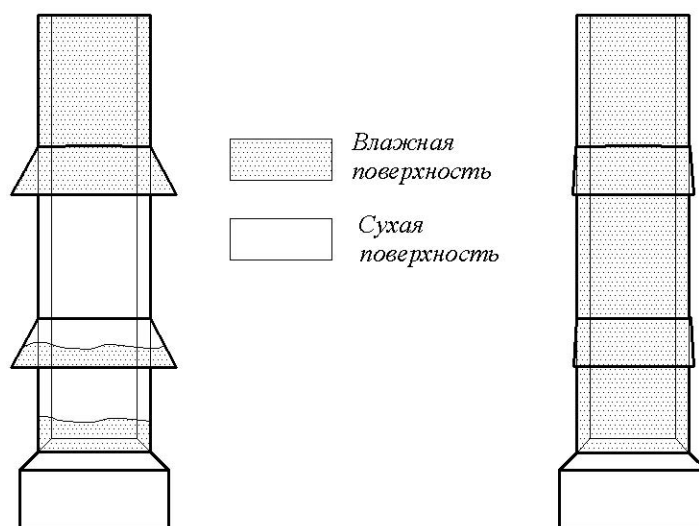


Рисунок 4 - Топография зон увлажнения пакета при открытых и закрытых вентиляционных элементах.

Таким образом, конструкция вентиляционного элемента в виде усеченного конуса, позволяет уменьшать площадь увлажняемой поверхности при выпадении дождя без ощутимых скоростей движения воздуха. Это особенно важно при изготовлении верхнего слоя одежды из брезента, который при увлажнении не сохраняет теплозащитные свойства.

Литература

1. Литвиненко Г.Е., Третьякова Л.И. Массообмен в пакетах одежды // Известия ВУЗов, Технология легкой промышленности. – 1972 – № 5 – С. 107-111.
2. Родичева М.В., Абрамов А.В. и др. Разработка установки для моделирования дождя при испытаниях элементов одежды // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – 2006 - № 3(34). – с 30-34
3. Справочник по климату СССР, выпуск 21, часть II//М.:Гидрометеиздат. – 1967. – 506.
4. Bell T.L. A stochastic model of space-time variability of mesoscale rainfall//Water resources research – Vol 39 – 2003.
5. М.В. Родичева, А.В. Абрамов, А.В. Уваров, Е.М. Гнеушева. Измерительный комплекс для определения ряда показателей качества одежды.// Известия ОрелГТУ. Машиностроение. Приборостроение. 2006г. №2. С.93-96



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК 621.992.5+004.514

КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

С.И. Брусов, к.т.н., доцент; А.П. Гордиенко, к.т.н., доцент; А.Л. Правдин, аспирант; А.С. Тарапанов, д.т.н., профессор.

Орловский Государственный Технический Университет
Орел, тел. (4862) 541503, e-mail: ti@ostu.ru

Аннотация

Представлена концепция программной среды для исследования параметров резания при обработке винтовых поверхностей и проектирования на ее основе технологических процессов, перечислены требования к программной системе

THE CONCEPT OF THE PROGRAM SYSTEM FOR RESEARCH PARAMETERS OF MILLING OF HELIX SURFACES

S.I. Brusov, Dr. Ph.; A.P. Gordienko, Dr. Ph.; A.L. Pravdin;
A.S. Tarapanov, Dr. Ph..

Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 541503, e-mail: ti@ostu.ru

Annotation

The concept of program environment for research of parameters of helix surfaces cutting is submitted and designing on this basis of technological processes and also the requirements to program system are listed

Выбор метода и режима обработки, обеспечивающих необходимый комплекс параметров качества винтовой поверхности, обусловлен действием большого количества внутренних и внешних факторов. Решение подобной задачи возможно только при комплексном анализе параметров винтовой поверхности, свойств инструментального материала и материала заготовки, кинематических, динамических параметров процесса резания, а также геометрических параметров инструмента и заготовки. Результатом комплексно-

го анализа, проведённого в работе [1], стала модель комплексного анализа параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей, позволяющую рассчитать шероховатость поверхности, силы резания и другие характеристики технологического процесса по известной конструкции и конфигурации профиля режущей части дискового режущего инструмента.

Модель обладает достаточной степенью формализации для создания на её основе программной системы для исследования параметров резания при обработке винтовых поверхностей. Подобная программная система (ПС) может стать полезным инструментом проектировщика при разработке соответствующих технологических процессов; позволит уменьшить время, необходимое на проектирование и повысить качество технологической документации.

Разрабатываемую программную систему предполагается использовать при технологическом проектировании, что подразумевает её включение в состав АСТПП. Требования к разрабатываемой ПС можно классифицировать исходя из определения АСТПП. В зависимости от точки зрения, АСТПП является составной частью АСУП, интерактивной программной системой или инструментом технолога при проектировании.

Наиболее важными являются требования, выявляемые при рассмотрении АСТПП как интерактивной программной системы. Данные требования во многом обусловлены логикой и моделью проектирования, и определяют структуру программной системы. Важное место в реализации данных требований занимает формальное определение пользовательского интерфейса в его связи с логикой и моделью проектирования [2,3].

В контексте проектирования ПС процесс технологического проектирования можно формализовать следующим образом. Проектирование является итеративным процессом, в котором проектировщик оценивает создаваемые варианты с точки зрения удовлетворения исходным требованиям по множеству параметров и принимает решение: принять вариант за окончательный, отбросить вариант или создать новый вариант на основе существующего.

На каждом шаге проектирования, как правило, возможны многочисленные, в том числе тупиковые, альтернативы. Для исключения затрат времени на генерацию тупиковых ветвей дерева вариантов, проектировщик должен оперативно получать информацию о последствиях возможных альтернатив на каждом шаге. Данная информация может быть, например, выражена в виде показателей функции оптимальности, нарушений априорных ограничений или визуализации общего возможного состояния объекта проектирования.

Использование модели комплексного анализа параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей делает процесс проектирования более определённым, разбивая его на несколько последовательных этапов. На каждом этапе используется информация, полученная с предыдущего этапа и информация, по необходимости вводимая пользователем. Процесс проектирования представлен на рис. 1. Разбиение процесса проектирования на шаги

позволяет упорядочить построение дерева вариантов и является основой в определении логики проектирования для выбранной модели. Последовательность указанных этапов выполняется в рамках более общего алгоритма. Так, по начальным входным параметрам рассчитываются параметры обработки. Проектировщик принимает решение об их допустимости и оптимальности. Если решение отрицательно, то сначала меняются режимы резания, затем, если это не даёт результата, метод обработки, затем – принимается решение о создании специального инструмента и выполняется его профилирование.



Рисунок 1 – Схема информационных потоков ПК расчёта технологических параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей

В основу созданного прототипа ПС положена реализация поставленных выше требований. На данном этапе ПС реализует визуализацию расчётов технологических параметров обработки винтовых поверхностей дисковой фрезой, исходными данными для чего является профиль инструмента (рис. 2). Пользователь системы может варьировать все параметры, указанные на схеме на рис. 1. Реализован расчёт кинематических изменений заднего и переднего углов (для произвольной точки сечения фрезы и для всего сечения); толщины срезаемого слоя (для произвольной точки сечения фрезы и для всего сечения); составляющих силы резания.

Дальнейшее совершенствование ПС позволит выделить точки траек-

торий зуба инструмента, в которых толщина срезаемого слоя равняется нулю. В этих точках происходит профилирование номинальной поверхности и, одновременно, они являются и точками производящей поверхности. Отсюда взаимосвязь прямой и обратной задачи: когда по заданной поверхности детали рассчитывается производящая поверхность инструмента и когда по известной производящей поверхности определяется номинальная поверхность.

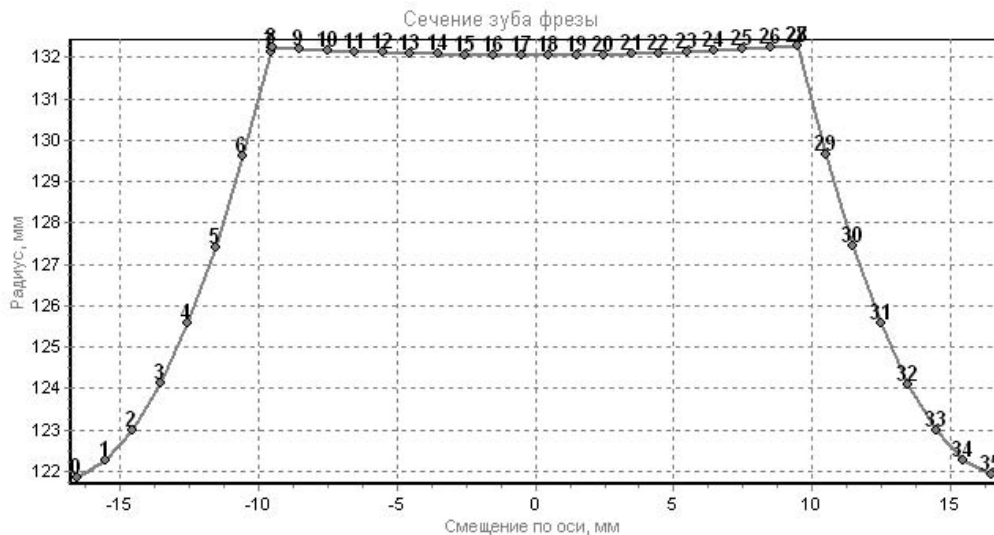


Рисунок 2 – Задание профиля инструмента для обработки винтовой поверхности

Координаты точек профиля инструмента в случае обработки винтовой поверхности дисковой фрезой определяются по следующим зависимостям:

$$x_i = \varphi(L) \cos \omega + r_i \sin \varphi(V) \sin \omega + p \varphi(S);$$

$$y_i = [A_\omega + h_j - r_i \cos \varphi(V)] \cos \varphi(S) - [\varphi(L) \sin \omega - r_i \sin \varphi(V) \cos \omega] \sin \varphi(S);$$

$$z_i = [A_\omega + h_j - r_i \cos \varphi(V)] \sin \varphi(S) + [\varphi(L) \sin \omega - r_i \sin \varphi(V) \cos \omega] \cos \varphi(S),$$

где $\varphi(L)$ – расстояние от i -ой секущей плоскости, перпендикулярной оси фрезы, до центра фрезы;

r_i – радиус фрезы в i -ой секущей плоскости, перпендикулярной ее оси;

$\varphi(V)$ – угол поворота фрезы;

ω – угол подъема винтовой линии;

A_ω – расстояние между осью фрезы и осью винта;

$\varphi(S)$ – угол поворота винта;

p – винтовой параметр, связанный с шагом винтовой поверхности соотношением $p = P/2\pi$ (P – шаг винтовой поверхности);

h_j – величина припуска, оставляемого на последующие проходы.

Визуализация кинематики в ПС учитывает данные условия, отображая точки, в которых происходит резание, другим цветом. Пример визуализации представлен на рис. 3. Из рисунка видно, в каких именно точках происходит резание. Визуализация произведена для обработки дисковой фрезой ротора ведущего трехвинтового насоса 3В16/2,5 с параметрами: число захо-

дов $k = 2$; угол подъема винтовой поверхности $\omega = 0,7536$ рад, наружный диаметр $d_n = 55$ мм, внутренний диаметр $d_e = 33$ мм, шаг винтовой линии $P = 110$ мм; номинальный радиус фрезы $r_f = 132$ мм. Профиль дисковой фрезы показан на рис. 2.

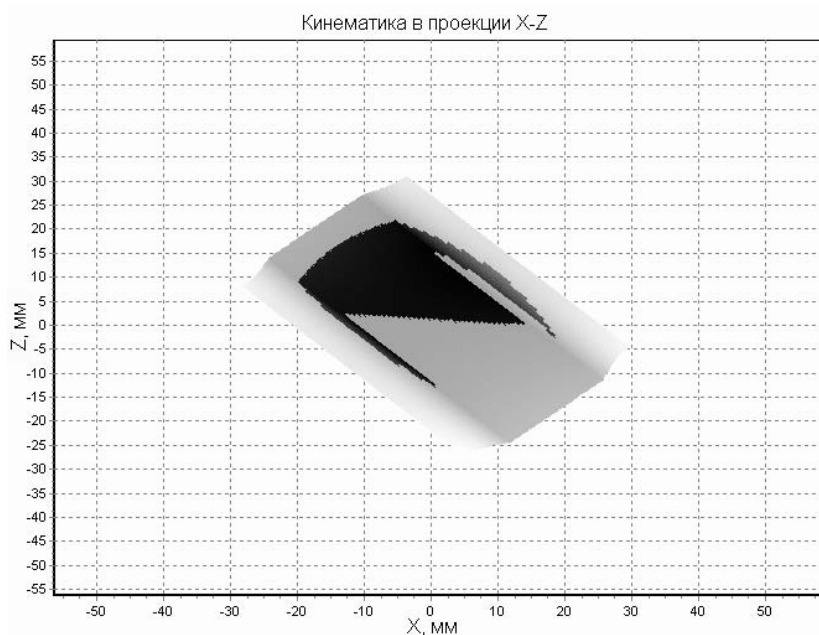


Рисунок 3 – Визуализация процесса нарезания винтовой поверхности дисковой фрезой

Полная реализация ПС в соответствии с поставленными требованиями реализует удобный инструмент для проектирования технологических процессов лезвийной обработки винтовых поверхностей, позволяющий сократить затраты времени и улучшить качество технологической документации.

Литература

1. Брусов, С.И. Комплексный анализ параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей [Текст] / С.И. Брусов, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 128 с.
2. Гордиенко, А.П. Построение графического пользовательского интерфейса в виде иерархии интеракторов [Текст] // Актуальные вопросы построения информационных систем: Материалы международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (ИТНОП). – Орёл: ОрёлГТУ, 2004, Том 5. – С. 110–116
3. Гордиенко, А.П. Модели графического пользовательского интерфейса [Текст] / А.П. Гордиенко // Вестник МЭИ, 2003. № 2. – С. 83–90



УДК 681.142 Д.13

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПУАНСОНОВ И ШТАМПОВ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ НА ОСНОВЕ CAD CAM ТЕХНОЛОГИЙ

Давыдов В.М., д.т.н., проф.; Никитенко А.В., Пуляевский А.В.

Тихоокеанский государственный университет

E-mail: davellut@mail.ru

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы проектирования малогабаритных пуансонов, штампов на основе применения CAD CAM технологий. Выделены основные этапы и предложены основные пути повышения эффективности процессов проектирования и изготовления пуансонов и штампов. Рассмотрено влияние режущего инструмента на производительность процесса изготовления.

MANUFACTURING OF PUNCHES AND STAMPS OF THE SMALL SIZES ON THE BASIS OF CAD CAM TECHNOLOGIES

Vladimir Davydov, Alexander Nikitenko, Anatoly Pulyaevsky

Annotation

In given article the questions of designing of small-sized punches and stamps on the basis of CAD CAM technologies are considered. Allocated the basic stages and basic ways to increase the efficiency of designing and manufacturing processes of punches and stamps. Influence of the cutting tool on the productivity of manufacturing processes is considered.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует немало CAD CAM систем позволяющих проектировать различные изделия машиностроительного производства. Однако в большинстве из них практически не уделяется внимание особенно-

стям проектирования малогабаритных деталей сложного профиля, таким как штампы, матрицы, пуансоны, клише и т.д. Зачастую такие малогабаритные изделия используются для изготовления различных табличек, значков, медалей, сложных форм (например, для изготовления кондитерских изделий) и т.п. Конструктивные элементы таких изделий включают в себя тексты, выполняемые различными шрифтами, изображения, эмблемы, гербы и т.д. Проектирование таких элементов, создание геометрии и трёхмерной модели стандартными средствами большинства CAD систем затруднено, а в ряде случаев просто невозможно.

Штампы занимают большую долю технологической оснастки в современном машиностроительном производстве. Сложность геометрии, единственный тип производства и высокие требования к срокам технологической подготовки производства, которые характерны для изготовления штампов обуславливают необходимость использования современных CAD CAM систем для конструкторского и технологического проектирования пуансонов и матриц штампов.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПУАНСОНОВ И ШТАМПОВ

Можно выделить следующие особенности изготовления штампов малых размеров:

- Необходима высокая точность, виброустойчивость и жесткость станков для обработки пуансонов.
- Использование специальных инструментов – гравёров для обработки мелких конструктивных элементов.
- Мелкие детали рельефа требуют большого числа проходов для достижения требуемой точности и шероховатости, и, как следствие, сложной траектории перемещения инструмента, что ведет к большому времени обработки.

Процесс проектирования пуансона штампа с использованием CAD CAM технологий состоит из следующих этапов:

1. Создание модели детали, для которой проектируется штамп.
2. Автоматизированное создание модели пуансона, ассоциативно связанного с моделью детали.
3. Выбор параметров заготовки для изготовления пуансона.
4. Определение типа обработки (гравирование плоских элементов, 2D-выборка, обработка по профилю, обработка рельефа) и обрабатываемых элементов.
5. Задание инструментов для обработки. Современные CAD CAM программы позволяют вести обработку за несколько переходов с использованием нескольких инструментов.
6. Задание режимов резания для каждого инструмента.

7. Расчет траектории движения инструмента.
8. Визуализация обработки и построение модели пуансона после обработки.

Если в результате получится модель, которая не удовлетворяет требуемым условиям (например, не обработаны мелкие элементы), то необходимо использовать инструмент с меньшими размерами или вносить изменения в конструкцию пуансона. Схема проектирования представлена на рисунке 2.

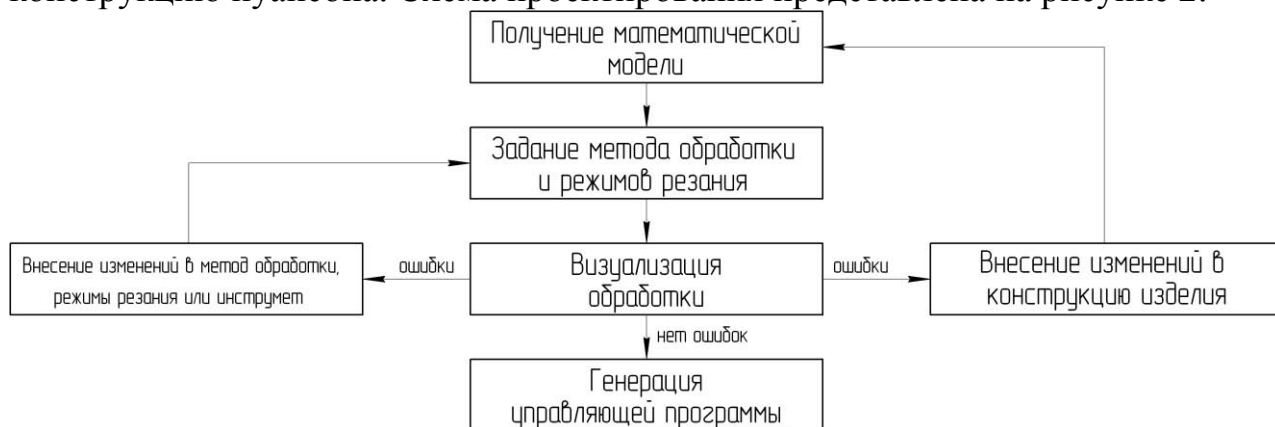


Рисунок 1. Схема проектирования в CAD CAM системе.

При проектировании пуансонов малых размеров необходимо учитывать, что минимальный размер конструктивных элементов определяется геометрией инструмента для обработки, имеющего минимальные размеры, для конических гравёров с плоской кромкой минимальный размер кромки - 0,1мм, с радиусной кромкой – радиус 0,05мм. Геометрия гравёра с плоской кромкой представлена на рисунке 3.

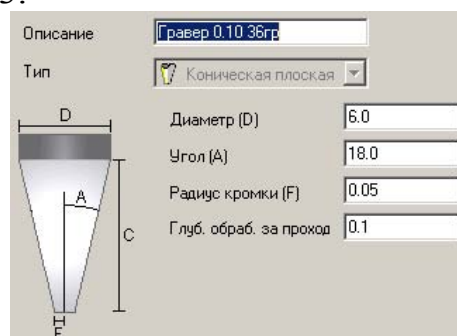


Рисунок 2. Геометрия гравёра.

Существует несколько способов повышения эффективности обработки пуансонов штампов технологическими методами. К ним относится применение концепции сквозного проектирования с использованием CAD CAM технологий, которая позволяет при создании штампов быстро находить ошибки и исправлять их с одинаковой легкостью на этапе конструкторской и технологической проработки изделия. Автоматический расчет траектории и визуализация обработки дают возможность рассмотреть несколько вариантов обработки и выбрать оптимальный.

Как правило, обработка пуансона выполняется несколькими инструментами. Основной слой материала снимается концевой фрезой радиусом от 1

до 4,5 мм (в зависимости от размеров пуансона), затем используется черновой гравёр – с шириной кромки 0,5 мм, окончательная обработка осуществляется гравёром с шириной кромки 0,25 или 0,1 мм, в зависимости от размеров самых мелких элементов пуансона. Диаметр фрезы оказывает существенное влияние на время обработки. При малом диаметре время обработки фрезой увеличивается из-за меньшей производительности и увеличения длины резания, но уменьшается припуск под обработку гравёром. На рисунке 4 приведены примеры траекторий движения фрез диаметром 2 мм и 3 мм для обработки пространства между текстом и рамкой.



Рисунок 3. Траектория движения фрез диаметром 2 мм и 3 мм.

Необходимо отметить, что пуансоны штампов изготавливаются из труднообрабатываемых сталей, поэтому большое внимание следует уделять выбору режимов резания и инструментальному обеспечению производства.

Траектория перемещения инструмента при обработке сложных поверхностей оказывает влияние, как на качество обрабатываемой детали, так и на стойкость инструмента, поэтому необходимо уделять большое внимание выбору стратегии обработки. В работе [1] указывается, что при неправильной настройке САМ-системы траектория исполнительного органа станка может быть сильно запутанной, с частыми сменами направлениями движения, что приводит к тому, что станок большую часть времени работает в режиме разгона-торможения. Для изготовления пуансонов штампов малых размеров это особенно актуально, поскольку перемещения исполнительного органа иногда составляют доли миллиметров.

В связи с вышеперечисленным, в данной статье рассматривается САД САМ система, имеющая в своём составе необходимые средства для проектирования данных изделий – система ArtCAM от фирмы Delcam [2].

ArtCAM - технолого-дизайнерский пакет, призванный заменить ручной труд гравёра машинным и в ряде случаев исключить его совсем. В данной системе есть возможность задавать геометрию детали, как векторами, так и двумерными изображениями, по которым в дальнейшем генерируется трёхмерная модель. Опираясь на векторы и векторами двухмерного рисунка дизайнер (конструктор) имеет возможность быстро и качественно создать любой высокохудожественный рельеф. ArtCAM содержит инструментальные средства для моделирования сложных форм и объединения сохраненных рельефов, генерации траекторий обработки для черновых и чистовых стратегий, а также гравировки. Серьёзно обогащают круг возможностей такие функции, как мастер плетения, создание кольцевого рельефа, нанесение текстуры, «утюжное» сглаживание, автоматическая генерация матрицы и пуансона, удаление рельефа под выбранным цветом, эквидистантное объемное смещение (для создания изделий типа электрод), вычисление и исправление объема проектируемого изделия.

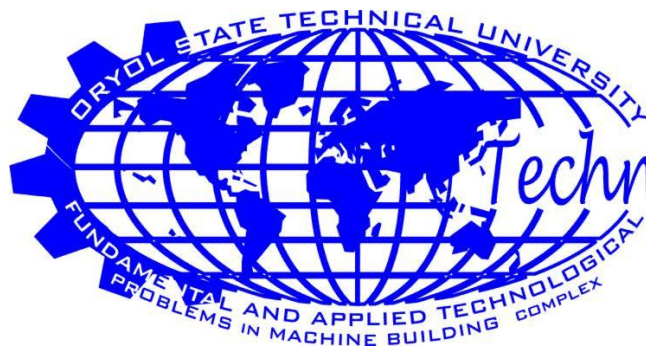
Блок операций механообработки для станков с числовым программным управлением включает базу данных инструмента созданную с учётом режимов обработки заданных материалов, набор стратегий (фрезерная одно- и многопроходная черновая обработка, чистовая растровая и спиральная, контурный обход профиля, выборка карманов и бобышек, гравировка по вектору, сверление отверстий и лазерная обработка), прогнозирование рабочего времени, большой список настраиваемых постпроцессоров, в том числе — четырёх осевой обработки, эмуляция результатов обработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Малогабаритные изделия сложного профиля, такие как, штампы, пуансоны, клише и матрицы в настоящее время применяются во многих отраслях промышленности. Применение CAD CAM технологий для изготовления данных изделий позволяет значительно сократить время проектирования изделия и повысить точность и качество получаемого профиля, что в свою очередь повышает конкурентоспособность изготавливаемой продукции. А применение системы ArtCAM обладающей большим набором средств для проектирования подобных изделий значительно упрощает сам процесс проектирования.

Список литературы.

1. Биленко С.В. Повышение эффективности высокоскоростной механической обработки на основе подходов нелинейной динамики и нейронно-сетового моделирования. Дисс. д.т.н., Комсомольск-на-Амуре, 2006. – с. 163-169.
2. ArtCAM Pro - Artistic CAD/CAM Software [Электрон. ресурс] Delcam plc 2007. – Режим доступа: <http://www.artcampro.com/about/whatispro.htm>, свободный. — Загл.с экрана.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК 621.9.06-192

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Н. Иноземцев, д.т.н., проф., Н.И. Пасько, д.т.н., проф., Н.В. Анцева

Тульский государственный университет

Тула, тел./fax (4872)351887, E-mail: anzev@uic.tula.ru

Аннотация

Представлена математическая модель системы профилактического обслуживания основного технологического оборудования машиностроительного предприятия, основанная на линейной модели износа его узлов.

MATHEMATICAL MODELING OF MANUFACTURING EQUIPMENT'S PREVENTIVE MAINTENANCE AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

A.N. Inozemtsev, Prof., Dr., N.I. Pasko, Prof., Dr., N.V. Antseva

Tula State University

Tula, tel./fax (4872)351887, E-mail: anzev@uic.tula.ru

Annotation

A mathematical model of a preventive maintenance system for basic manufacturing equipment at industrial enterprises based on a linear wear evaluation model of its units has been proposed.

Увеличение работоспособности и долговечности основного технологического оборудования машиностроительного производства, уменьшение длительности его простоев и увеличение за счет этого производительности труда достигается рациональной организацией профилактического обслуживания оборудования. В данной работе представлена общая модель системы профилактики, сущность которой заключается в следующем. Через заданные интервалы по наработке назначаются профилактические осмотры машины. В результате осмотра выявляется степень износа различных деталей и, если износ выше критического для некоторых деталей, то производится их заме-

на. Отказы, вероятность которых и в этом случае не равна нулю, восстанавливаются по мере их возникновения [1].

В дальнейшем под объектом профилактического обслуживания будем понимать либо машину в целом, если ее состояние можно оценить единым показателем X , характеризующим степень износа, либо ответственный узел машины, профилактика которого проводится по отдельному графику.

При преобладании "наследственных" факторов в рассеянии наработки до отказа применима "веерная" модель с линейными реализациями износа X (рис. 1) [2]

$$X(t) = V \cdot t, \quad (1)$$

где V – скорость (интенсивность) изнашивания, различная для различных экземпляров элемента, t – наработка. Отказ соответствует износу $X(t) = l$.

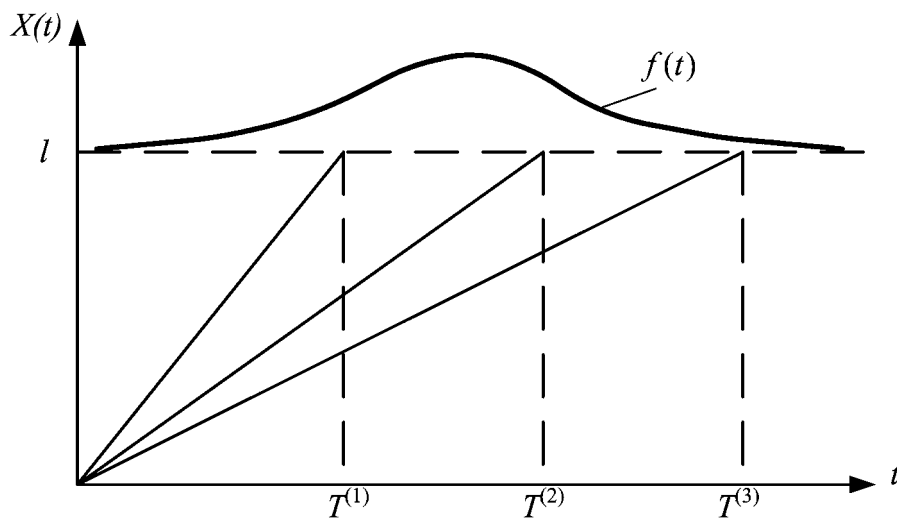


Рис. 1. Реализация износа. $T^{(i)}$ – наработки на отказ, $f(t)$ – плотность распределения наработки на отказ T

Профилактика объекта проводится в моменты $t_1, t_2, t_3, \dots$ с равными или различными интервалами. При равных интервалах длина интервала

$$t_{\Pi} = t_i - t_{i-1}, i = 1, 2, \dots$$

При переменных интервалах

$$t_{\Pi i} = t_i - t_{i-1}. \quad (2)$$

При профилактическом осмотре определяется состояние объекта (износ) X . Если $X \geq x_k$, то производится профилактическое восстановление объекта, стоимость которого $\mathcal{E}_{\Pi}$. Здесь x_k – критический износ, $x_k < l$.

Если при осмотре $X < x_k$, то восстановление не производится. Стоимость осмотра – $\mathcal{E}_{\text{ос}}$. Отказ наступает в момент, когда износ X впервые превышает величину l , т.е. при $X > l$. Стоимость восстановления отказа – $\mathcal{E}_0$. Естественно предположить, что $\mathcal{E}_{\Pi} + \mathcal{E}_{\text{ос}} < \mathcal{E}_0$, иначе профилактическое восстановление становится заведомо не выгодным.

Примером этой модели могут служить случаи с равными (рис. 2) и с переменными (рис. 3) интервалами профилактических осмотров.

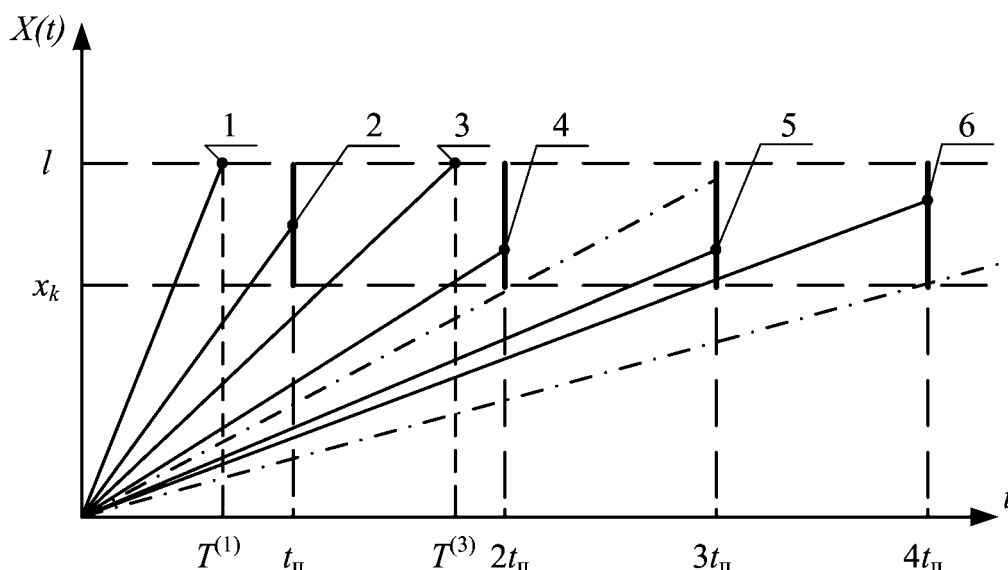


Рис. 2. Реализация износа при равных интервалах профилактических осмотров

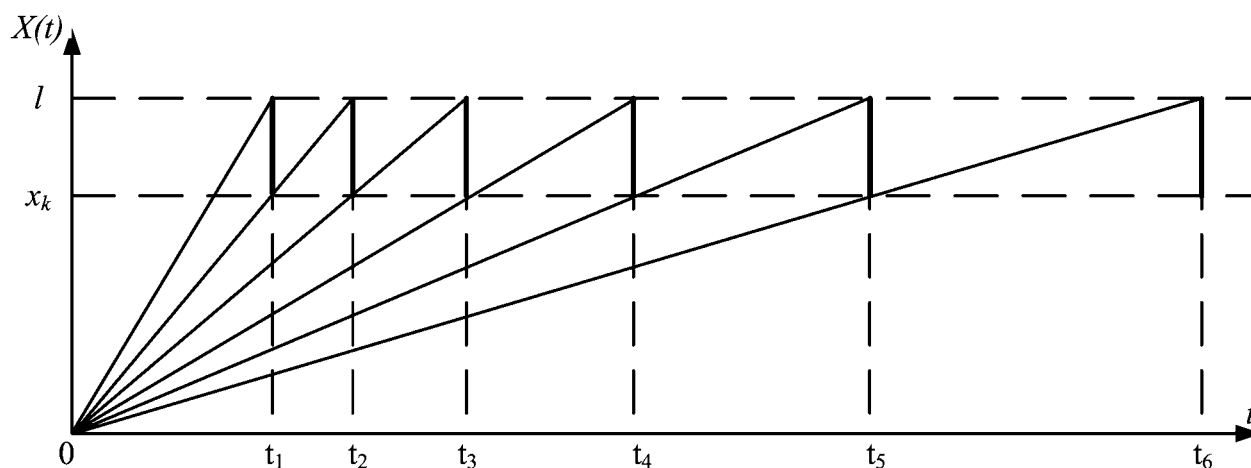


Рис. 3. Реализация износа при переменных интервалах профилактических осмотров

Разработаны математические зависимости, позволяющие определить среднюю наработку до восстановления по отказу или профилактического $\bar{T}_{\Pi}$, вероятность того, что после i -го профилактического осмотра объекта потребуется профилактическое восстановление p_i , вероятность того, что до наступления i -го профилактического осмотра произойдет отказ q_i , коэффициент использования ресурса объекта $K_{и}$, долю объектов, восстанавливаемых по отказу q , долю объектов, восстанавливаемых профилактически $p=1-q$, среднее число осмотров объекта до восстановления $n_{ос}$ средние затраты на одно восстановление $\bar{\Theta}$, удельные затраты, т.е. затраты на вос-

становление объекта, приходящиеся в среднем на единицу наработки $\Theta = \bar{\Theta} / \bar{T}_{\Pi}$, для вариантов с постоянным и переменным периодами осмотров.

Предложенная математическая модель, позволяет оптимизировать период профилактического обслуживания и нормировать величину критического износа объекта профилактики как для жесткого, так и для гибкого графиков контроля состояния объекта профилактики. Для практической реализации предложенного подхода разработаны алгоритм оптимизации профилактического обслуживания с использованием численного метода расчета показателей процесса профилактики и реализующее его математическое обеспечение для ПЭВМ.

Практическое применение данного математического обеспечения предполагает наличие информации о наработке обслуживаемого оборудования на отказ, которую можно получить в результате наблюдения за эксплуатацией технологического оборудования в условиях действующего производства. Для решения указанной задачи был выполнен статистический анализ данных о текущем обслуживании технологического оборудования (преимущественно металлообрабатывающих станков) машиностроительного предприятия ОАО "Тяжпромарматура" (г. Алексин Тульской обл.), проводимого службами главного механика и энергетика. В результате анализа сделан вывод о том, что наработка до отказа наиболее точно описывается распределением Вейбулла-Гнеденко.

С помощью разработанного математического обеспечения выполнено моделирование системы профилактического обслуживания технологического оборудования, что позволило исследовать зависимости показателей эффективности использования оборудования от параметров режима его профилактики.

Например, установлено, что зависимость удельных затрат на профилактическое обслуживание на единицу наработки оборудования Θ от параметров режима профилактики t_{Π} и x_k довольно сложная. Иллюстрация этой зависимости представлена на рис. 4. Графическая иллюстрация зависимости удельных затрат от периода профилактики и критического износа построена при следующих исходных данных: коэффициент вариации наработки на отказ $K_T = 0,3$, $\Theta_0 = 1$, $\Theta_{\Pi} = 0,1$, $\Theta_{oc} = 0,02$.

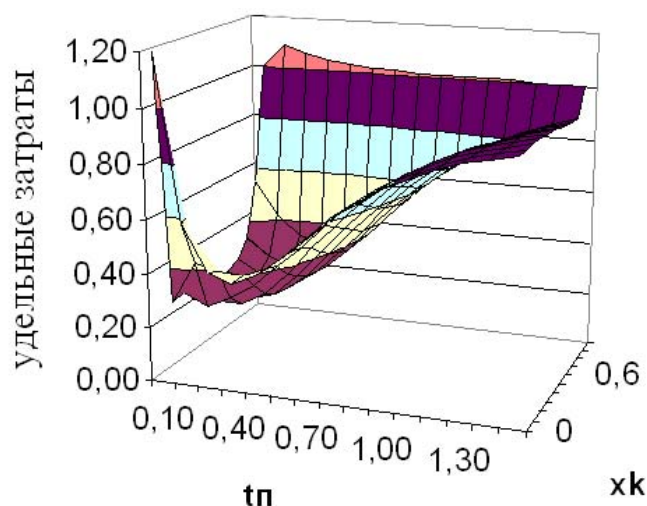
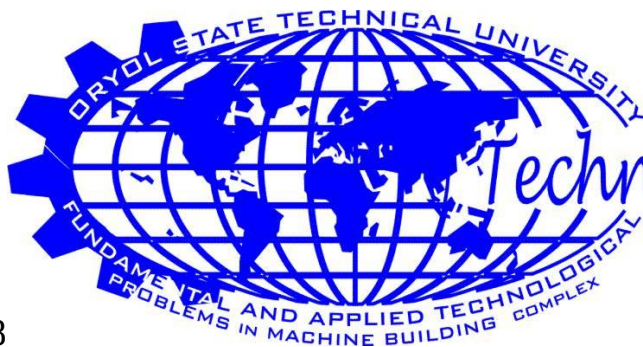


Рис. 4. Зависимость удельных затрат от параметров режима профилактики

Практическое использование на машиностроительных предприятиях описанного метода и результатов оптимизации режимов профилактического обслуживания основного технологического оборудования позволит повысить технико-экономические показатели ремонтной службы предприятия и уменьшить потери основного производства, связанные с ремонтом и неисправностью оборудования.

Библиографический список

1. Власов В. М. Методы повышения производительности машин, работающих в абразивных средах / В. М. Власов, И. П. Маленко, Н. И. Пасько, Н. Н. Шемарин. – Тула: Приокское книжное издательство, 1978. – 145 с.
2. Иноземцев А. Н. Надежность станков и станочных систем: Учеб. пособие / А. Н. Иноземцев; Н. И. Пасько – Тул. гос. ун-т. – Тула, 2002. – 181 с.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК 68

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННЫХ САПР

Польский Е.А., Сорокин С.В.
Брянский государственный технический университет

Аннотация

В статье представлена общая концепция процесса автоматизации проектирования деталей, работающих в условиях трения скольжения.

AUTOMATION OF DESIGNING OF THE DETAILS WORKING IN CONDITIONS OF THE SLIDING FRICTION, WITH APPLICATION INTEGRATED САПР

Polskij E.A., Sorokin S.V.
Bryansk State Technical University

Annotation

In clause(article) the general concept of process of automation of designing of the details working in conditions of a sliding friction is submitted.

Работа машин и агрегатов современной техники происходит со все возрастающими скоростями и нагрузками, при высоких и низких температурах, в вакууме. Повышаются требования к надежности и долговечности наряду со стремлением к упрощению и удешевлению разрабатываемых конструкций, к кондиционности вырабатываемых продуктов. Одной из важнейших задач создания качественных машин, способных безотказно функционировать в течение всего срока эксплуатации, является обеспечение износостойкости их сопряжений. Она особенно актуальна для узлов трения, работающих без смазочного материала, которые находят все большее применение в современных машинах.

В настоящее время задачи проектирования деталей узлов трения могут быть решены на качественно новом уровне за счет интеграции процессов ав-

томатизации начальных этапов технической подготовки производства (ТПП) с последующим использованием полученных результатов на этапе автоматизированного проектирования с применением интегрированных САПР (CAD/CAM/CAE-систем).

Анализ современного подхода к проблеме обеспечения эксплуатационных свойств деталей машин технологическими методами и направлений автоматизации этапов ТПП, в частности, формализации алгоритмов принятия решений на ранних стадиях конструкторско-технологического проектирования, позволяет сделать следующие основные выводы:

- в настоящее время отсутствуют работы, в которых предпринимаются попытки комплексной автоматизации проектирования цилиндрических деталей пар трения скольжения, работающих без смазки, с целью обеспечения их требуемой долговечности – данные работы проведены только на уровне отдельных этапов проектирования: расчетов на прочность, износостойкость и др.;
- проведенные теоретические исследования в области обеспечения эксплуатационных свойств поверхностных слоев деталей пар трения накопили достаточный материал по переводу решения данных проектных задач в автоматизированный режим;
- средствами интегрированных сапр могут быть решены частные задачи проектирования цилиндрических узлов трения с целью обеспечения их требуемой долговечности, однако на сегодняшний день ни в одной из систем не существует модулей, функции которых были бы направлены на комплексное решение данных задач.

Исходя из вышеизложенного, был сделан вывод об актуальности разработки концепции, математических, информационных моделей и алгоритмов процесса автоматизации проектирования цилиндрических деталей пар трения скольжения, в условиях применения интегрированных САПР.

При проектировании обеспечения требуемой долговечности узлов трения можно выделить следующие традиционные этапы ТПП, связанные с решением задач обеспечения эксплуатационных свойств деталей пар трения:

- определение условий функционирования узла трения;
- опытно-конструкторские и технологические работы – предварительный выбор материала;
- эскизный проект и проверочные обсчеты модели на обеспечение эксплуатационных свойств;
- разработка технического задания на проектируемое изделие с окончательно определенными материалом, конфигурацией поверхностей деталей.

В соответствии с этой схемой была разработана концепция автоматизации проектирования цилиндрических пар трения скольжения, предполагающая расширение функциональных возможностей интегрированных САПР путем разработки модулей автоматизированной системы. Согласно разработанной концепции, было определено место автоматизированной системы проектирования деталей пар трения в составе интегрированной САПР и определены основные информационные потоки, реализующие взаимосвязь между модулями интегрированной САПР и разрабатываемой автоматизированной системы (рис. 1).



Рис. 1. Автоматизированная система проектирования цилиндрических узлов трения в составе интегрированной САПР

Методически разработанную концепцию можно представить в виде процесса, в рамках которого осуществляется последовательное применение подсистем разрабатываемой автоматизированной системы.

Определение условий функционирования механизма. Результатом анализа условий эксплуатации проектируемого узла трения является формирование технического задания на проектируемое изделие, в котором отражается исходная информация (нагрузочно-скоростные характеристики работы механизма, эксплуатационные, геометрические и конструктивные, экономические, технологические и другие требования) системы проектирования деталей пар трения.

Выбор материала. В настоящей работе предлагается методика построения математической модели выбора материалов деталей при проектировании узлов трения скольжения, работающих без смазки или материала покрытия и способа его создания. Материалы контактирующих поверхностей деталей узлов трения выбираются в зависимости от свойств рабочей

среды, ее температуры и давления, от скорости скольжения, от реакции в опоре (нагрузки), от теплоотвода из зоны трения, графика межремонтных периодов и срока наработки узла на отказ. Физико-механические свойства выбранного материала являются входными данными для следующих этапов проектирования, на которых проверяется возможность обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик и параметров качества поверхностных слоев деталей.

Анализ интенсивности изнашивания и выбор метода финишной обработки. При решении задачи моделирования процесса изнашивания используется зависимость, связывающая параметры качества поверхностей трения и интенсивность изнашивания. На данном этапе определяются точностные требования к проектируемым деталям, параметры качества, а также выбираются методы технологического обеспечения эксплуатационных характеристик.

Анализ силового взаимодействия. Для пары трения «вал – втулка» в рамках рассматриваемой модели решаются следующие вопросы: определение сближения в цилиндрическом стыке за счет собственной деформации вала и втулки, определение контактной равнодействующей давления в цилиндрическом стыке, описывается закон распределения нагрузки вдоль втулки, определяется зависимость давления от приложенной нагрузки.

Определенные на третьем этапе параметры интенсивности изнашивания и силового взаимодействия деталей пар трения, наряду с исходной информацией, позволяют завершить автоматизированное проектирование узла трения скольжения анализом динамики работы механизма и его температурных характеристик:

Анализ фактической площади контакта. Для решения задачи контактирования двух твердых тел предлагается использование пространственной модели поверхностей трения, построенной на основе метода конечных элементов.

Анализ динамического взаимодействия. Известно, что все материалы в большей или меньшей степени обладают вязкоупругостью и вязкопластичностью. В рамках рассматриваемой модели используется реологическая модель Кельвина-Фойгта, отражающая свойства реальных тел.

Анализ термодинамического взаимодействия учитывает исходную температуру элемента, среднюю объемную температуру элемента (обусловленную теплопроводностью материала детали) и температуру вспышки на пятне контакта.

В соответствии с предложенной методикой автоматизированного проектирования деталей работающих в условиях трения скольжения без смазки, созданы структурно-функциональные схемы и математические модели основных подсистем.

Для более детальной проработки положений данной методики в предлагаемой работе рассматривается проектирование автоматизированных подсистем выбора материала, моделирования изнашивания, а также математическая модель автоматизированной подсистемы анализа силового

взаимодействия деталей пар трения.

Для реализации процедур выбора материалов деталей пар трения были разработаны математические модели экспертных оценок, основанные на применении метода анализа иерархий.

Исходный набор допустимых для рассмотрения материалов представляется в виде множества M_0 ,

$$M_0 = \{M_k | k = 1, \dots, K_0\}$$

при этом каждому M_k соответствуют предельно допустимые значения нагрузок P_i , температуры T_i и скорости скольжения V_i .

Для каждого материала выполняется процедура сравнения входной информации с множеством параметров $\{P_i, T_i, V_i\}$, которые могут обеспечить функционирование узла трения в заданных условиях. В результате указанной процедуры формируется начальное множество альтернатив.

$$A = \{ \langle M_k, P_i, T_i, V_i \rangle | M_k \in M; P_i < P_B; T_i < T_B; V_i < V_B; \}$$

Далее проводится ранжирование допустимых альтернатив в соответствии с уровнем их предпочтительности в условиях конкретной задачи выбора.

Дальнейшие шаги моделирования связаны с ранжированием допустимых альтернатив в соответствии с уровнем их предпочтительности в условиях конкретной задачи выбора. На предпочтительность того или иного материала, помимо условий обеспечения требуемых параметров работы узла, может влиять целый ряд дополнительных условий – коррозионная стойкость, износостойкость, предпочтительность по стоимости изготовления и обработки, прирабатываемость и др. При этом различные материалы удовлетворяют каждому из этих условий в разной степени, и увеличение предпочтительности по одному критерию часто ведет к ее уменьшению по другим. Таким образом, для построения процедуры синтеза оценок предпочтительности альтернатив необходимо привлечение методов многокритериального анализа решений. Одним из таких методов является метод анализа иерархий.

Завершается алгоритм оцениванием альтернатив по критериям, имеющим числовое выражение и иерархическим синтезом, результатом которого является вектор обобщенных оценок предпочтительности альтернатив $C(x)$:

$$C(x) = \sum_j \lambda_j C_j(x)$$

В данной работе предлагается синтез экспертных оценок методом парного сравнения с количественной оценкой предпочтения по шкале Саати.

В ходе проведенной работы были разработаны математические модели выбора материалов и технологии нанесения покрытий деталей по условию предельно допустимого износа трущихся деталей.

Задача была поставлена следующим образом: определить номинальное значения толщины t_y , при котором вероятность $P(L^*, t_h)$ того, что случайная величина $t(L)$ в интервале пути трения $[0, L^*]$ не выйдет за пределы зоны допуска $[a, b]$ и достигнет максимума (рис. 2).

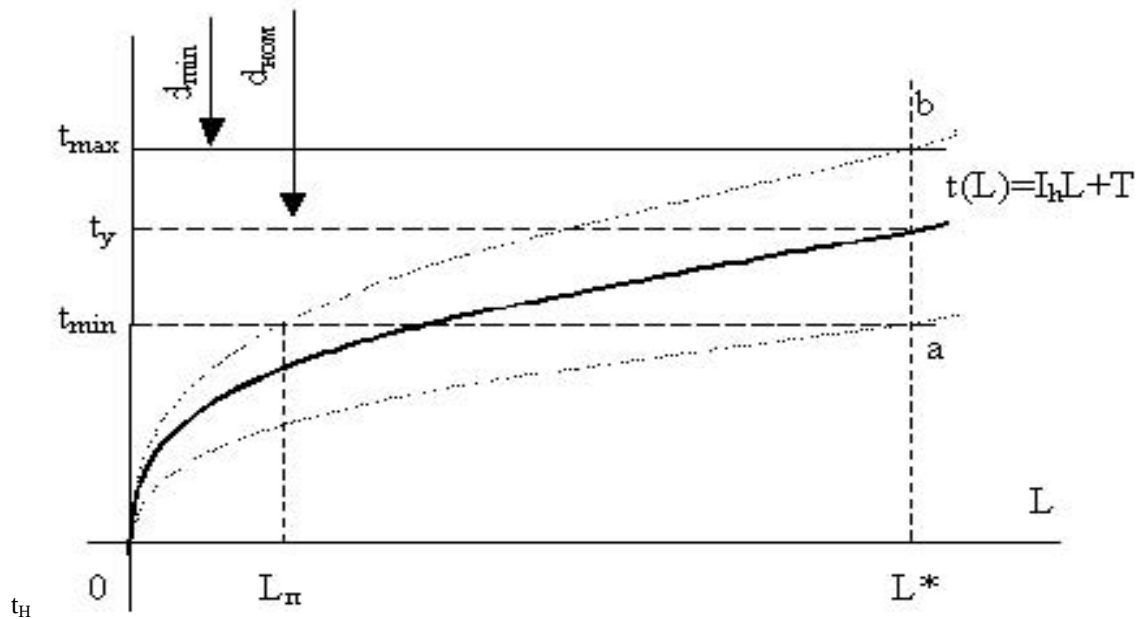


Рис. 2. График износа поверхности трения

При нормальном законе распределения толщины $t(L)$, задавшись необходимой долговечностью пары трения L , при известном значении интенсивности изнашивания I_h , минимальный диаметр детали, обеспечивающий работоспособность узла трения, $d_{\min}$, находим номинальную глубину упрочнения

$$t_h = \frac{d_{\min} + I_h L}{2}.$$

При решении задачи обеспечения требуемой интенсивности изнашивания I_h и параметров состояния поверхностей трения используется интерпретация зависимости, предложенной А.Г. Сусловым:

$$I_h \cdot C_M = C_R,$$

где C_R – комплексный параметр, характеризующий зависимость интенсивности изнашивания поверхности от параметров качества поверхностного слоя:

$$C_R = \frac{(W_z H_{\max})^{1/6}}{s_m^{1/2} \lambda (k \sigma_T)^{2/3}} Ra^{2/3} (Rp - Ra)^{1/2},$$

C_M – комплексный параметр, зависящий от механических свойств материала контактирующей детали:

$$C_M = \frac{n}{43.47(p\pi)^{7/6}} \sqrt{\frac{E}{1 - \mu^2}},$$

где Ra – среднее арифметическое отклонение профиля, мкм; W_z – средняя высота волнистости по десяти точкам, мкм; $H_{\max}$ – максимальная вели-

чина макроотклонений формы поверхности, мкм; t_m – относительная опорная длина профиля на уровне средней линии; s_m – средний шаг неровностей, мкм; λ – коэффициент, учитывающий знак и значение остаточных напряжений; σ_r – величина остаточных напряжений, МПа; k – коэффициент упрочнения; p – давление, МПа; n – число циклов воздействия до разрушения поверхностного слоя; E, μ – механические свойства материала заготовки.

Реальные условия работы узла трения описываются с помощью обобщенного коэффициента, связывающего физико-механические свойства материала деталей, нагрузочно-скоростные характеристики работы узла, графики плановых и межремонтных периодов. Определенный коэффициент сравнивается с табулированным значением комплексного параметра C_R , и таким образом выбираются методы обработки, обеспечивающие необходимую величину параметра.

Одним из исходных факторов, существенно влияющих на обеспечение требуемой долговечности, является давление. Знание реальной эпюры силового взаимодействия деталей пар трения позволяет повысить достоверность расчетов при обеспечении наработки узла на отказ. Для пары трения «вал-втулка» были решены следующие вопросы: определение сближения в цилиндрическом стыке за счет собственной деформации вала и втулки, определение контактной равнодействующей давления в цилиндрическом стыке, получен закон распределения нагрузки вдоль втулки, определяется зависимость давления от приложенной нагрузки:

$$P = \frac{80 \cdot \pi \alpha \cos(\alpha) q_0 r \cdot a^2 \left(\frac{a}{3} + 1 \right)}{(\pi^2 - 4\alpha^2) \left(a^2 l + \frac{a^3}{3} + l^2 a - 4\epsilon EI \right)}$$

где α – угол перекоса осей вала и втулки, q_0 – максимальная нагрузка в сечении, r – номинальный радиус соединения, a, l – геометрические характеристики приложения нагрузки, E – модуль упругости, I – момент инерции сечения.

Зависимость для определения величины комплексного параметра, зависящего от механических свойств материала контактирующей детали, окончательно примет вид:

$$C_M = \frac{1.84 \cdot n}{\pi^{7/6}} \sqrt{\frac{E}{1 - \mu^2}} \left(\frac{\pi \alpha \cos(\alpha) q_0 r \cdot a^2 \left(\frac{a}{3} + 1 \right)}{(\pi^2 - 4\alpha^2) \left(a^2 l + \frac{a^3}{3} + l^2 a - 4\epsilon EI \right)} \right)$$

Таким образом, при обеспечении равных значений составляющих комплексного параметра C_M , (одинаковые свойства материалов, одинаковая схема нагружения, равные условия работы узлов трения и т.д.) для достижения требуемой интенсивности изнашивания достаточно варьировать параметрами качества поверхностного слоя, входящими в параметр C_R . Для реализации основных проектных функций автоматизированной системы с использованием представленных математических моделей было разработано информационное обеспечение, реализованное в виде автома-

тизированного банка данных конструкторско-технологической информации, который включает в себя следующие базы данных:

- база данных методов отделочно-упрочняющей обработки;
- база данных физико-механических свойств материалов;
- база данных материалов наносимых покрытий, технологий создания композитных изделий.

АБД содержит данные о сотнях марках материалов и десятках методах отделочно-упрочняющей обработки и способах нанесения покрытий, что позволяет применять его в виде самостоятельной информационно-поисковой системы.

На базе предложенной концепции, математических, информационных моделей и алгоритмов было разработано программное обеспечение автоматизированной системы проектирования деталей пар трения.

Выводы и результаты работы.

1. Разработанная общая концепция процесса автоматизации проектирования цилиндрических деталей пар трения позволяет осуществить комплексное решение задач проектирования цилиндрических узлов трения с целью обеспечения их требуемой долговечности на начальных этапах ТПП в рамках интегрированных САПР.
2. Предложена типовая модель автоматизированной системы проектирования цилиндрических пар трения скольжения, которая позволяет строить эффективные пользовательские приложения на базе различных интегрированных САПР, существенно расширяя их функциональные возможности и значительно ускоряя процесс подготовки конструкторско-технологической документации на проектируемое изделие.
3. Принципы формализации процессов принятия проектных решений на ранних этапах ТПП, предложенные в работе, позволили создать адекватные математические модели и эффективные алгоритмы процедур выбора материалов деталей пар трения, многокритериального выбора методов отделочно-упрочняющей обработки, моделирования процесса изнашивания поверхностных слоев деталей, анализа нагруженного состояния узлов трения, выбора материалов и параметров покрытий сопрягаемых поверхностей.
4. Разработанные алгоритмы модулей автоматизированной системы проектирования цилиндрических пар трения инвариантны по отношению к интегрированным САПР, применяемым в процессе подготовки производства.
5. Разработанный автоматизированный банк данных материалов, технологических методов отделочно-упрочняющей обработки и способов создания материалопокрываний может быть использован в качестве информационного обеспечения автоматизированных систем, решающих широкий круг проектных задач.



УДК 53.082.62:536.5:621.891

МЕТОДИКА ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ

Е.В. Кузнецова

Орловский государственный технический университет
Россия, г.Орел, (4862)419876; E-mail: pms35@mail.ostu.ru

Аннотация

В статье анализируется опыт применения метода определения чувствительности естественной термопары, электродами которых могут являться любые трибосопряжения, в том числе составленные из инструмента и обрабатываемой детали позволяет повысить достоверность измерения температуры в зонах трения.

METHODS PROBABILISTIC ESTIMATION OF THE TEMPERATURE IN FRICTION ZONE

E.V. Kuznetsova

Oryol State Technical University
Oryol, tel.(4862) 419877; E-mail: pms35@mail.ostu.ru

Annotation

Shown ability to determine probability of appearance high and low estimate errors of instantaneous values friction zone's temperature using thermoelectric method.

Современные методы механической обработки материалов непосредственно связаны с явлением трения между инструментом и изделием. Классическим примером обработки, связанной с изнашиванием материала инструмента, возникающим в процессе трения, является дисковая обработка. Основной задачей инженеров-инструментальщиков является продление эксплуатационного срока инструмента, а, значит, контроль и учёт факторов, влияющих на его изнашивание. В большинстве случаев изнашивание инст-

румента непосредственно связано с температурой в зоне трения. Поэтому является обоснованной необходимость контроля температуры в зоне трения.

В режиме трения металлических тел без смазочного материала единственным методом, позволяющим непосредственно оценить температуру в зоне фрикционного контакта, является термоэлектрический метод, при котором элементы пары трения образуют термоэлектродами естественной термопары. Важным преимуществом использования термоэлектрического метода оценки температуры при современном уровне цифровых измерительных приборов с высокой разрешающей способностью по времени является возможность регистрации высокочастотных температурных импульсов термоЭДС, обусловленных вспышками температуры. Известным является то, что интенсивность износа трибосопряжений в значительной степени определяется теми кратковременными периодами времени, когда поверхностная температура в зоне трения близка к своему максимальному значению, определяемому температурой вспышек.

Теоретически, в каждый момент времени мгновенные значения измеряемой термоЭДС, возникающей в зоне контакта, равны:

$$E_i = S_i (\Theta_i - \Theta_0), \quad (1)$$

где S_i - усредненное значение термоэлектрической чувствительности (ТЭЧ) пары трения в зоне контакта; Θ_i - усредненное значение температуры по зоне контакта; Θ_0 - температура в точках подключения измерительного прибора к объекту исследования.

Для удобства математического описания значение Θ_0 было принято постоянным и равным нулю. Это позволило заменить выражение (1) уравнением вида:

$$E_i = S_i \Theta_i.$$

Откуда

$$\Theta_i = E_i / S_i. \quad (2)$$

Таким образом, для определения мгновенных значений Θ_i необходимо знание мгновенных значений S_i и E_i . Электронная аппаратура позволяет определять максимальные значения импульсов термоЭДС с высоким временным разрешением и достаточной точностью. Значение величины S_i естественной термопары в динамическом режиме невозможно определить вследствие того, что в каждый отдельно взятый момент времени контактируют случайные микронеровности в зоне трения и тем более неизвестны места непосредственного контактирования трущихся поверхностей. Поэтому задача определения значений Θ_i обычно решается следующим способом.

Мгновенные значения температуры Θ_i определяют по измеренным значениям E_i в соответствии с формулой (2), подставляя вместо S_i среднее значение $S_{\text{ср}}$, полученное путем градуирования естественной термопары тем или иным способом в статическом режиме. При этом считается, что флук-

туации импульсов термоЭДС определяются только вспышками температуры.

В этом случае из-за неучёта влияния термоэлектрической неоднородности материалов, вызывающей флуктуации значений ТЭЧ естественной термопары, работающей в динамическом режиме, полученные значения температурных вспышек, соответствующих максимальным значениям импульсов термоЭДС, определяются с погрешностью, приводящей как к завышению, так и занижению их значения.

Для оценки этой погрешности предлагается определять статистическое распределение ТЭЧ естественной термопары. Установив закон распределения ТЭЧ, можно определить вероятность, с которой вносится ошибка в значения температуры в зоне трения, найденные по измеренным мгновенным значениям термоЭДС.

Так как ТЭЧ естественной термопары определяется как разность термоэлектрических способностей (ТЭС) материалов вала ($S_{\text{вал}}$) и вкладыша подшипника скольжения ($S_{\text{вкл}}$), то для определения закона распределения ТЭЧ было предварительно исследовано распределение значений ТЭС материалов каждой из контактирующих поверхностей.

Термоэлектрическая способность – это термоЭДС, которую развивает материал в паре со сверхпроводником. При проведении измерений ТЭС материалов вала и вкладыша подшипника скольжения определялась по термоЭДС термопары, составленной из исследуемого материала и стандартного термоэлектрода. Это правомерно, так как ТЭС стандартного термоэлектрода известна и искомую ТЭС возможно вычислить.

На рисунке 1 приведена схема установки для определения ТЭС. Перед началом измерения к нагревательному элементу 3, в котором помещен измерительный наконечник 4, представляющий собой заостренный спай стандартной искусственной термопары 2, подводится напряжение от регулируемого источника 5, обеспечивающее получение заданной температуры в точке контакта. Измерительный наконечник устанавливается в исследуемую точку поверхности и выдерживается до выравнивания температур материала в исследуемой точке и измерительного наконечника.

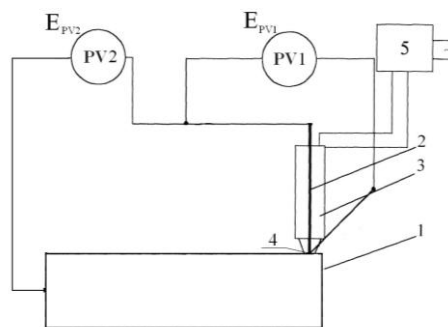


Рисунок 1 – Схема установки для определения ТЭС материалов

Измерения проводят после установления постоянства показаний вольтметров PV1 и PV2, соответствующих значениям термоЭДС искусс-

венной термопары 2 и полустественной термопары, составленной исследуемым материалом 1 и измерительным наконечником 4.

Выражение для расчета значения термоэлектрической чувствительности $S_{МЭл}$ полустественной термопары в исследуемой точке, при условии, что температура в точке соединения вольтметра PV2 с контролируемым материалом равна температуре свободных концов искусственной термопары, имеет вид:

$$S_{МЭл} = \frac{E_{PV2}}{E_{PV1}} \cdot S_{ТП},$$

где $S_{ТП}$ – ТЭЧ искусственной термопары 2.

Для удобства расчетов вводится коэффициент относительной ТЭЧ полустественной термопары, выраженный в долях ТЭЧ стандартной термопары:

$$k = \frac{E_{PV2}}{E_{PV1}} = \frac{S_{МЭл}}{S_{ТП}}.$$

Исследование распределения коэффициента относительной ТЭЧ по поверхности вкладыша подшипника скольжения $k_{вкл}$ было проведено в 100 точках, принадлежащих зоне шириной 4 мм по всей его длине, в пределах которой располагается линия контактирования рабочих поверхностей пары трения. Измерение коэффициента относительной ТЭЧ вала $k_{вал}$ было проведено по диаметру вала в зоне шириной 30 мм также в 100 точках.

Точечные оценки результатов измерения коэффициентов относительной ТЭЧ составили для вкладыша: $k_{вкл\text{ ср}} = 0,748$, $СКО_{вкл} = 0,009$; для вала: $k_{вал\text{ ср}} = 0,769$, $СКО_{вал} = 0,007$.

Коэффициент относительной ТЭЧ исследуемой естественной термопары $k_{ЕТП}$ рассчитывался по выражению:

$$k_{ЕТП} = k_{вал} - k_{вкл} = \frac{S_{МвалЭл}}{S_{ТП}} - \frac{S_{МвклЭл}}{S_{ТП}} = \frac{S_{Мвал} - S_{Мвкл}}{S_{ТП}}.$$

Вероятность p_{ij} появления значений $k_{ЕТПij}$ вычислялась как: $p_{ij} = p_i p_j$, где p_i – вероятность появления значений $k_{валi}$ в i -том интервале; p_j – вероятность появления значений $k_{вклj}$ в j -том интервале.

Эмпирическая функция распределения коэффициента относительной ТЭЧ исследуемой естественной термопары описывается двумя экспоненциальными зависимостями вида:

$$\begin{cases} p = 0,034 \cdot e^{122,75 \cdot k}, & \text{при } k_{ЕТП} \leq 0,026; \\ p = (1 - 0,7176) \cdot e^{-134,51 \cdot (k - 0,026)}, & \text{при } k_{ЕТП} \geq 0,026. \end{cases} \quad (3)$$

Вид эмпирической функции распределения $k_{ЕТП}$ и закона распределения плотности вероятности представлены на рисунках 2 и 3.

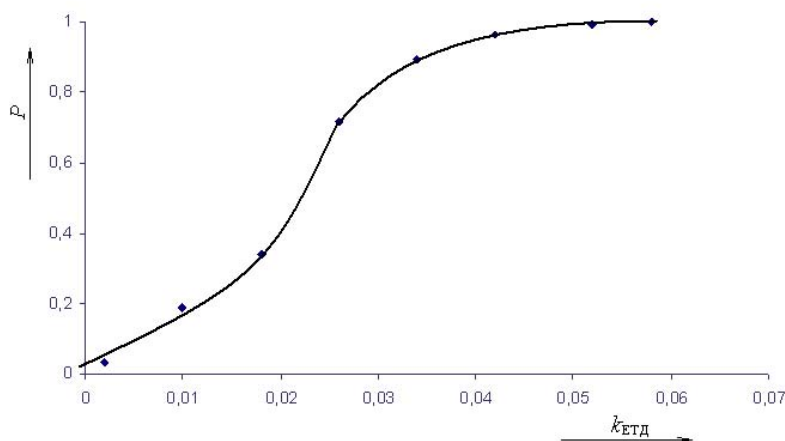


Рисунок 2 - Эмпирическая функция распределения

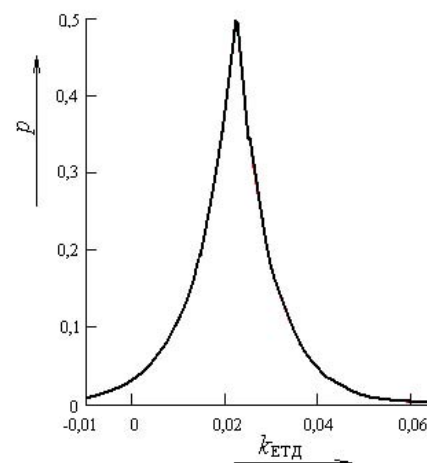


Рисунок 3 - Закон распределения плотности вероятности

Из (3) было найдено значение коэффициента относительной ТЭЧ естественной термопары $k_{\text{ЭТП}} = 0,022$, вероятность появления которого составляет 0,5. Это значение было принято за среднее в исследуемой выборке. Дисперсия правой и левой частей распределения относительно найденного

значения среднего рассчитывалась по формуле: $\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (k_{\text{ЭТП}i} - k_{\text{ЭТПср}})^2}{\sum p_i}$.

Для левой и правой ветвей распределения дисперсия и СКО составили: $\sigma_{\text{лев}} = 1,18 \times 10^{-4}$, $\text{СКО}_{\text{лев}} = 0,011$; $\sigma_{\text{прав}} = 1,15 \times 10^{-4}$, $\text{СКО}_{\text{лев}} = 0,010$.

Если принять гипотезу о том, что все всплески термоЭДС обусловлены температурными всплесками, то на основании проведенных исследований можно прогнозировать вероятность ошибки определения температуры термоэлектрическим методом за счет термоэлектрической неоднородности контактирующих материалов. С вероятностью 0,006, соответствующей +3 СКО, по полученным экспериментальным данным можно утверждать, что в 2,5 раза термоэлектрическая чувствительность естественной термопары может быть выше средней. Значит, с той же вероятностью может возникнуть всплеск термоЭДС, превышающий среднее значение в 2,5 раза. Если считать, что характеристика естественной термопары линейна, то в такое же число раз допускается ошибка определяемой температуры. То есть, например, если это реальное трибосопряжение, работающее в диапазоне температур 100...200 °С, всплеск термоЭДС может расцениться как всплеска температуры в диапазоне 250...450 °С. А на самом деле это не что иное как следствие термоэлектрической неоднородности.

Ошибки другого характера более существенны. С вероятностью 0,011, соответствующей -1СКО и -3СКО, оцениваемые всплески температур по термоЭДС могут быть занижены в два раза (при этом просто учитываться знак термоЭДС). С вероятностью 0,033, соответствующей -2 СКО коэффи-

циент относительной ТЭЧ естественной термопары может быть равен нулю. Тогда может быть существенно занижена средняя температура, являющейся среднеинтегральной по контактирующей поверхности. И тем более могут быть не зафиксированы вспышки экстремальных для данного трибосопряжения температур, приводящих к схватыванию, заеданию и последующему выкрашиванию материалов трибосопряжения.

Применение метода определения чувствительности естественной термопары, электродами которых могут являться любые трибосопряжения, в том числе составленные из инструмента и обрабатываемой детали позволяет повысить достоверность измерения температуры в зонах трения.

Литература

1 Корндорф, С.Ф. Сковпень В.Н. Метод экспериментального определения усредненной температуры в зоне трения // Сб. науч. тр. ученых Орловской обл. Выпуск 2.- Орел: ОрелГТУ, 1996.- С. 57-60.



УДК 620.179.1.082.7:658.58

**ОБОБЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВМЕ-
СТОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕ-
СТВА СБОРКИ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА**

В.В. Мишин, к.т.н, доц.; В.В. Марков, к.т.н.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 419876, факс (4862) 416684, E-mail: vm@rbcmail.ru

Аннотация

В статье предлагается структура обобщенной математической модели, оценивающей электрические параметры подшипника.

**THE GENERALIZED MATHEMATICAL MODEL OF JOINT DIAG-
NOSTIC PARAMETER AT AN ESTIMATION OF QUALITY OF AS-
SEMBLY BEARING UNIT**

V.V. Mishin; V.V. Markov.
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 419876, fax (4862) 416684, E-mail: vm@rbcmail.ru

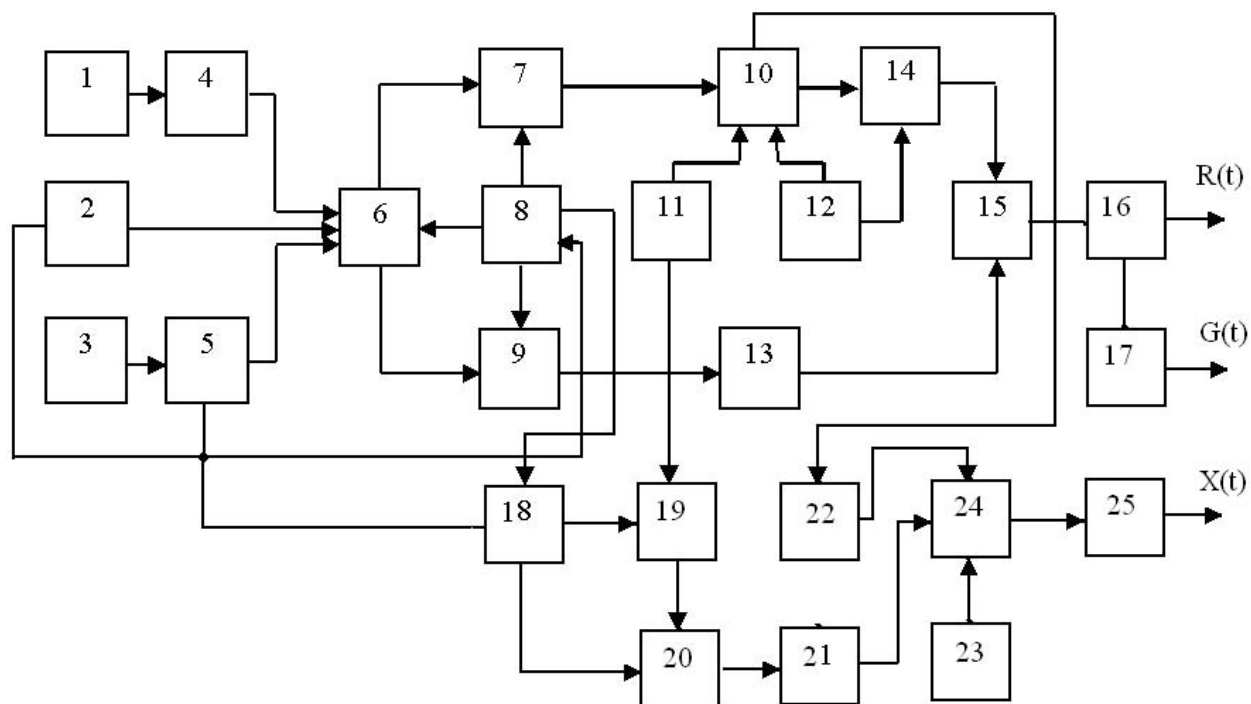
Annotation

The structure of the generalized mathematical model describing interrelations of electric and vibrating processes in the rolling bearing is offered. The presented model allows by its transformations to diagnostic model to generate a new method of diagnosing.

Для проведения теоретических исследований по подтверждению возможности совместного диагностирования подшипников качения по электрическим и вибрационным параметрам сформирована обобщенная математическая модель (теория) проходящих в зонах трения и в подшипнике в целом

процессов. На основе исходных параметров, отражающих качество изготовления и сборки подшипника и узла, модель позволяет получить временные реализации электрического сопротивления подшипника, проводимости подшипника, вероятности микроконтактирования в каждой зоне трения и в подшипнике в целом, оценки вибрации подшипника.

Схема построения математической модели представлена на рисунке.



1 – шероховатость; 2 – свойства материалов; 3 – параметры макрогеометрии; 4 – распределение материала по высоте шероховатого слоя; 5 – условная кривизна поверхностей (радиусы); 6, 7 – фактические площадь контакта и давление; 8 – распределение нагрузки в подшипнике; 9 – размеры пятен контакта; 10 – толщина смазочной пленки; 11 – режимы эксплуатации; 12 – свойства смазочного материала; 13, 14 и 15 – сопротивления стягивания, смазочной пленки и контакта; 16 – сопротивление подшипника $R(t)$; 17 – проводимость подшипника $G(t)$; 18 – сближение в зонах контакта (деформации); 19 – периодическая составляющая податливости; 20 – относительные перемещения колец; 21 – оценка жесткости подшипника в каждом направлении; 22 – жесткость смазочного слоя; 23 – возмущающие силы; 24 – уравнение движения; 25 – временная реализация вибросигнала $X(t)$

Рисунок – Схема построения обобщенной математической модели

Входными параметрами модели являются тип подшипника, основные геометрические параметры (радиусы и диаметры основных деталей подшипника, радиусы по дну желоба колец, радиусы желобов в поперечном сечении, начальный угол контакта, число тел качения, упругие и пластические свойства материалов колец и тел качения, реологические свойства и пара-

метры смазочного материала, частоты вращения деталей подшипника, радиальная нагрузка на опоре, макроотклонения дорожек качения и тел качения, зазор или натяг). Каждый из перечисленных факторов в ходе численного экспериментально факторного моделирования может стать изменяемым.

На первом этапе в модели определяется распределение нагрузки по телам качения при указанных исходных данных и для любого углового положения колец и тел качения. Как выявлено, распределение нагрузки значительно изменяется даже при малейших изменениях отклонений профиля дорожки качения. Некоторые тела качения, находящиеся в определенных угловых секторах колец, могут либо значительно перегрузиться, либо практически не испытывать нагрузки в отличие от случая с идеальной геометрией дорожки. Согласно современным теориям это обстоятельство значительно сказывается на долговечности подшипника.

Вторым этапом моделирования является расчет на основании распределения нагрузки и исходных данных сближений (деформаций) в зонах трения колец и тел качения. На этом же этапе проводится расчет параметров зон трения (пятно Герца), составляющие жесткости и податливости подшипника с учетом моделируемых макроотклонений дорожек. Результаты второго этапа позволяют оценочно рассчитать относительные перемещения деталей подшипника, что необходимо для оценки вибрации. Оценивается жесткость подшипника.

Третий этап посвящен моделированию смазочного слоя в зоне трения деталей подшипника. При этом используется известная контактно-гидродинамическая теория, позволяющая определить толщину смазочной пленки в зоне трения при известных геометрических параметрах пятна контакта, нагрузки, свойствах смазочного материала и т.д. По результатам моделирования можно отметить, что параметры смазочного слоя значительно зависят от геометрии профиля дорожки качения.

На четвертом этапе определяются параметры жесткости смазочного слоя и уточняются параметры вибрации подшипника. Подставляя все полученные результаты в общее уравнение движения получают реализацию вибросигнала $X(t)$.

Завершающий этап моделирования посвящен оценке электрических параметров подшипника.

Электрическое сопротивление подшипника может быть оценено для различных режимов трения (сухое, граничное, жидкостное). Для этого необходимо алгоритм расчета представить как: 1) задание вида дифференциальной функции распределения высоты микронеровностей контактирующих поверхностей; 2) задание параметров дифференциальной функции распределения высоты микронеровностей контактирующих поверхностей; 3) выбрать вид схемы контактирования поверхностей, соответствующей моделируемому фрикционному контакту и определить соответствующий вид расчетной формулы для сближения δ поверхностей; 3) рассчитать числа вероятных контактов; 4) рассчитать значение электрического сопротивления фрикци-

онного контакта; 5) оценить полное сопротивление подшипника с учетом его типоразмера и исполнения; 6) оценить проводимость подшипника.

Проведенные предварительные экспериментальные исследования подтвердили достаточную адекватность и работоспособность модели, а также значительную чувствительность диагностических параметров к факторам, определяющим качество сборки подшипникового узла.

Работа выполнена при поддержке гранта МК 3824.2005.8



УДК 620.179.1.082.7:658.58

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРОРЕЗИСТИВНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРИБОСИСТЕМ ПРИ ГРАНИЧНОЙ СМАЗКЕ

К.В. Подмастерьев, д.т.н., проф.; В.В. Марков, к.т.н.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 419876, факс (4862) 416684, E-mail: pms35@ostu.ru

THE CONTENT OF THE BASIC STAGES THE WORK ON THE CREATION THE ELECTRO RESISTIVE METHOD OF DIAGNOSTICALLY THE FRICTION SYSTEMS BY BOUNDARY LUBRICATION

K.V. Podmasteryev, Prof., Dr.; V.V. Markov, k.t.n.
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 419876, fax (4862) 416684, E-mail: pms35@ostu.ru

The significance the method of diagnostically the friction system by boundary lubrication is demonstrating. The dignities of electrical methods of diagnostically the friction system are motivated. The stages of creation the method of diagnostically the friction system by boundary lubrication are enumerating. The content of each stage is uncovered.

Актуальность проблемы

Трибосистемы входят в состав разнообразных механизмов точных машин и измерительных устройств (приборов), определяя их точность, надежность, а также такие комплексные показатели качества, как бесшумность и безопасность при эксплуатации. Их особенностью является большая вероятность работы в условиях граничной смазки или вообще при отсутствии смазки. Данная особенность определяет содержание работы по созданию методов диагностирования трибосистем точных механизмов.

Среди методов диагностирования трибосистем широкой известностью пользуются электрические методы, в частности, электрорезистивный метод диагностирования, при реализации которого о техническом состоянии трибосистемы судят по относительному измерению параметров её электрического сопротивления [1].

Электрическое сопротивление трибосистемы зависит от целого ряда внутренних параметров системы, совокупности внешних факторов и режимов эксплуатации. Одним из основных элементов трибосистемы является смазочный материал, разделяющий рабочие поверхности деталей. Свойства смазочного материала вносят основной вклад в формирование электрического сопротивления трибосистемы при её работе, поэтому функции изменения сопротивления системы при граничной смазке и, например, при жидкостной смазке, будут различными.

Основные этапы работы

Указанное обстоятельство определяет содержание и основные этапы работы по созданию электрорезистивного метода диагностирования трибосистем при граничной смазке:

- 1) представление трибосистемы в виде совокупности схем контактирования поверхностей;
- 2) разработка математической модели электрического сопротивления фрикционного контакта при граничной смазке;
- 3) теоретические исследования математической модели электрического сопротивления фрикционного контакта при граничной смазке;
- 4) синтез диагностических параметров, разработка алгоритмов диагностирования;
- 5) экспериментальная проверка эффективности диагностических параметров, синтезированных на этапе теоретических исследований.

Выполненные этапы работы

Первые два этапа работы по созданию электрорезистивного метода диагностирования трибосистем при граничной смазке выполнены творческим коллективом кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация» Орловского государственного технического университета.

Форма поверхностей деталей трибосистемы в области контакта имеет очень важное значение для математического описания процессов, происходящих в зонах трения. Анализ научной и справочной литературы [2, 3] позволил обобщить сведения о номенклатуре схем контактирования.

Выявлено, что, несмотря на многообразие видов конструкций трибосопряжений, существуют несколько типовых схем контактирования поверхностей, охватывающих большую часть стандартных и унифицированных элементов, выполняющих в машинах и механизмах функции трибосопряжений [24, 30]. Сведения об основных схемах контактирования поверхностей деталей трибосопряжений приведены в работе [4].

Вторым этапом работы стала разработка базы математических моделей электрического сопротивления фрикционного контакта при граничной смазке. В основу моделей положен обобщенный комплекс схем контактирования поверхностей и дифференциальная функция распределения высоты микронеровностей рабочих поверхностей деталей трибосистемы. Структура логических переходов от высоты микронеровностей через параметры макрогеометрии деталей к фактической площади фрикционного контакта и числу вероятных контактов построена на основе модели Гринвуда – Вильямсона. [5 – 8].

Полученные для типовых схем контактирования поверхностей аналитические выражения по расчету отдельных факторов и параметров, влияющих на электрическое сопротивление фрикционного контакта, позволяют в каждом конкретном случае для исследуемой трибосистемы, работающей в условиях граничной смазки, получить математические модели электрического сопротивления каждого из входящих в систему фрикционных контактов с последующим построением математической модели электрического сопротивления трибосистемы в целом. Получаемые таким образом модели учитывают конструктивные параметры деталей трибосистем (номинальные размеры, свойства конструкционных материалов, шероховатость, отклонения от правильной геометрической формы и расположения рабочих поверхностей, их локальные дефекты), а также режимы их эксплуатации. Последовательность логических переходов, созданная при разработке математических моделей электрического сопротивления фрикционного контакта при граничной смазке, подробно рассмотрена в работе [4].

Основу обобщенного подхода к моделированию различных видов трибосистем составляют разработанные методика моделирования и базовые модели электрического сопротивления элементарных типовых схем фрикционного контактирования поверхностей [4].

Переходя к моделированию электрического сопротивления трибосистемы в целом, необходимо учитывать, что она может иметь несколько фрикционных контактов, соединение которых определяется электрической схемой замещения трибосистемы. Так, например, у зубчатого редуктора, схема которого представлена на рисунке, имеется, как минимум, пять фрикционных контактов, реализуемых в четырех опорах и в зубчатом зацеплении.

При моделировании электрического сопротивления трибосистемы, таким образом, необходимо составить эквивалентную схему замещения, определить модель для сопротивления каждого из контактов, а затем, с учетом схемы замещения, определить модель электрического сопротивления системы в целом.

Ожидаемые результаты выполнения последующих этапов

Математические модели электрического сопротивления фрикционного контакта, полученные для типовых схем контактирования поверхностей, станут основой для проведения теоретических исследований, целью которых

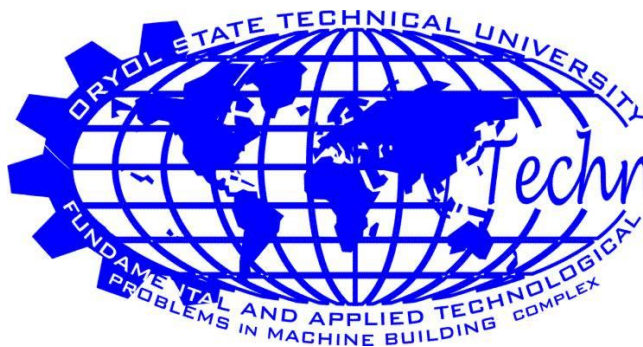
является выявление диагностических параметров, позволяющих эффективно решать задачи по комплексному и раздельному диагностированию трибосистем и их деталей в условиях граничной смазки.

Необходимым условием практического применения диагностических параметров, предложенных на этапе теоретических исследований, должна стать разработка алгоритмов диагностирования, в процессе которой следует выполнить анализ чувствительности диагностических параметров к режимам и условиям диагностирования. Итогом выполнения этого этапа станут обоснованные режимы диагностирования и теоретическая погрешность метода диагностирования, определенная на этапе метрологического анализа.

Заключительным этапом работы должна стать экспериментальная проверка эффективности диагностических параметров, синтезированных на этапе теоретических исследований. На этом этапе необходимо экспериментально проверить правильность назначения алгоритмов и режимов диагностирования, определить погрешность метода диагностирования и разработать методики диагностирования трибосистем, работающих при граничной смазке.

Л и т е р а т у р а

- 1 Марков, В.В. Контроль подшипников качения по параметрам электрического сопротивления [Текст] / В.В. Марков, В.В. Мишин // Контроль. Диагностика, 2004. – № 9. – С. 35-41.
- 2 Ковалев, М.П. Расчет высокоточных шарикоподшипников [Текст] / М.П. Ковалев, Н.З. Народецкий // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. – 1980. – 373 с.
- 3 Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) [Текст] / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
- 4 Подмастерьев, К.В. Математическое моделирование электрического сопротивления трибообъектов при граничной смазке [Текст] / К.В. Подмастерьев, В.В. Мишин, В.В. Марков // Известия ОрелГТУ. Сер. Машиностроение. Приборостроение. – 2005. – № 1.
- 5 Мышкин, Н.К. Трибология. Принципы и приложения [Текст] / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец. – Гомель: ИММС НАНБ, 2002. – 310 с.
- 6 Кончиц, В.В. Триботехника электрических контактов [Текст] / В.В. Кончиц, В.В. Мешков, Н.К. Мышкин. – Минск: Наука и техника, 1986. – 256 с.
- 7 Демкин, Н.Б. Теория контакта реальных поверхностей и трибология [Текст] / Н.Б. Демкин // Трение и износ. – 1995. – Т. 16. – № 6. – С. 1003-1024.
- 8 Мышкин, Н.К. Контакт шероховатых тел и его проводимость [Текст] / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец. / Н.К. Мышкин // Трение и износ. – 1983. – Т. 4. – № 5. – С. 845-853.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК 621.362.1

ВВЕДЕНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕР- МОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

О.И.Марков к.ф.-м. н., доцент
Орловский государственный университет
Орел, тел. (0862) 430573; E-mail: Markov@e-mail.ru

Аннотация

В статье предлагается математическая модель, учитывающая нелинейность задачи расчета теплофизического процесса в ветвях термоэлемента и позволяющая осуществлять вычисление оптимальных параметров, что приводит к повышению точности определения электрофизических характеристик термоэлектрических модулей.

THE INTRODUCTION OF NEW INFORMATIVE PARAMETERS WITH THE PURPOSE OF INCREASE OF THE THERMOELECTRIC DEVICES OPERATIONAL MODES CONTROL

O.I. Markov, Cand.
Oryol State University
Russia, Oryol, tel.: (0862) 430573; E-mail : Markov@e-mail.ru

Annotation

In the paper the new approach in theory of thermocouple instruments is esteemed. Except for generally accepted figure of merit for the characteristic of branches of thermal cells it is offered to enter specific parameters.

Термоэлектрические преобразователи получили широкое применение в качестве кулеров, стабилизаторов температуры приборов наземного и космического базирования, питания устройств космических аппаратов, навигационных буев, радиометеорологических станций, катодной защиты металлических сооружений и многого другого. Этому способствуют такие неопределимые их качества как отсутствие движущихся частей, бесшумность работы,

надежность, способность работать длительное время без обслуживания, простота управления, компактность и автономность. Резко выросшее число отечественных фирм, производящих термоэлектрические приборы: «НОРД» (Москва), «КРИОТЕРМ» (С.-Петербург), «ОСТЕРМ» (С.-Петербург), «Электроника НН» (Н. Новгород), «ЭКОТЕРМ» (Миасс), «РИФ» (Воронеж), «Квант» (Москва), «Кондиционер» (Гагарин), «ЭЛСОКС» (Пермь), «Дигар» (С.-Петербург), «Гранит» (Ростов на Дону), «СПЕКТР» (Самара) и мн. др., а также термоэлектрические материалы: «Кристалл» (Москва), ИХПМ (Москва), показывает насколько велика потребность в данной продукции.

Основными направлениями повышения эффективности термоэлектрических устройств является поиск новых материалов с высоким коэффициентом термоэлектрической добротности, а также решение ряда технических и технологических проблем. Введение коэффициента термоэлектрической добротности в качестве основного параметра термоэлектрика [1] на долгие годы определило стратегию развития термоэлектричества – всемерное повышение значение этого коэффициента. Однако при этом нужно помнить, что параметр Z получен в предположении постоянства термоЭДС, удельного сопротивления и теплопроводности и, поэтому невозможно определить действительное влияние температурной зависимости кинетических коэффициентов на режимы работы преобразователей. Подход, состоящий в усреднении по рабочему температурному интервалу, не оправдывает себя, поскольку:

- а) перепад температуры заранее не известен;
- б) устройство может работать в одних и тех же интервалах температур, но в разных режимах;
- в) результат усреднения не всегда дает прогнозируемый результат.

Вследствие использования в качестве основного информативного параметра Z нет удовлетворительного контроля режимов работы. В связи с необходимостью учета в расчетах сложной температурной зависимости кинетических коэффициентов, взаимовлияния различных эффектов применение традиционных методов исследования оказывается затруднительным. Для решения подобных задач в последние годы получили применение методы оптимального управления [2] и конечных элементов [3], обычно реализуемые в программах. Однако эти методы обладают большими недостатками и в первую очередь требуют линеаризации задачи. Нами предложен другой подход [4], состоящий в решении граничной задачи и оптимизации соответствующей величины (максимального перепада температуры, максимальной холодопроизводительности, максимального холодильного коэффициента). Метод основан на создании аналитических и численных математических моделей процессов теплопереноса в термопаре для различных режимов работы.

С целью универсализации подхода к расчету оптимальных параметров термоэлементов нами введены новые информативные параметры – удельные токи, тепловые потоки, удельные холодопроизводительности и удельные мощности. Это позволяет рассчитывать ветвь термоэлемента единичной

длины и единичного сечения. Для нахождения оптимального тока, плотности потока или холодопроизводительности ветви термоэлемента произвольной геометрии, достаточно удельный параметр умножить на отношение площади сечения к длине конкретной ветви S/l . Удобство использования таких величин состоит в том, что данные параметры не зависят от геометрии ветви и определяются только свойствами термоэлектрического вещества. В связи с этим появляется возможность сравнивать эти характеристики для разных ветвей и термопар. Аналогичные величины вводятся для характеристики термоэлектрических генераторов. Это, несомненно, повышает возможности контроля и выбора свойств полупроводниковых материалов для термоэлектрических преобразователей, поскольку эти параметры можно приводить как паспортные данные термоэлектрика, что просто необходимо для практических разработчиков термоэлектрических приборов.

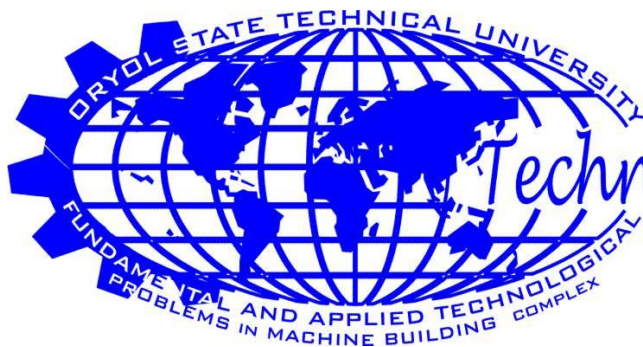
В данной постановке задачи могут быть рассмотрены вопросы влияния распределения примесей в ветвях на распределение температурного поля. Как оказалось, распределение примеси влияет не только на температурный режим, но и на режим работы термоэлектрического модуля. Экспериментальный подбор необходимых составов и концентраций примесей материалов ветвей является очень трудоемкой задачей. Найти оптимальное распределение концентраций примеси можно используя наш метод на основе экспериментально полученных концентрационных и температурных зависимостей для однородных сплавов. В свете этого понятно, почему были рассмотрены методы неразрушающего контроля состава и примесей в ветвях термоэлемента [5].

Таким образом, введение удельных параметров позволяет осуществить постановку граничной задачи и проводить оптимизацию процесса теплопереноса в ветви в более общем виде, безотносительно к геометрии ветвей термоэлемента. Предложенная математическая модель учитывает нелинейность задачи расчета теплофизического процесса в ветвях термоэлемента и позволяет осуществлять вычисление оптимальных параметров, что приводит к повышению точности определения электрофизических характеристик термоэлектрических модулей. Использование оптимальных информативных параметров позволяет проводить сравнение термоэлектрических характеристик ветвей термоэлементов независимо от их геометрии и проводить более тщательный выбор свойств термоэлектрика для использования в заданном температурном интервале и режиме работы. Введение информативных (подлежащих измерению и контролю) параметров, является важнейшим фактором при получении искомой информации о свойствах термоэлектриков, необходимой при разработке новых приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. М.Л.: Изд-во АН СССР, 1960.- 188 с.

2. Semeniouk V.A., Svechnikova T.E., Ivanova L.D. Single stage thermoelectric coolers with temperature difference of 80 K. Proceedings of the 13th International Conference on Thermoelectrics. Kansas City, USA 1994, p.485-489.
3. Kaliazin A.E., Kuznetsov V.L., Rowe D.M. Rigorous calculation related to functionally graded and segmented thermoelements. Proceedings of the 20th International Conference on Thermoelectrics. Cardiff, Wales, UK, 2001, p.286-292.
4. Марков О.И. Влияние линейно распределенной концентрации носителей на режимы работы ветви термоэлемента // ИФЖ. 2003. Т.76 .№6. С.185-187.
5. Марков О.И. Неразрушающий контроль состава и качества монокристаллов твердых растворов висмут-сурьма // Контроль. Диагностика. 2007. №2. С. 69-72.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК 621.822.6-97:621.317.757.08

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА НИВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Е.В. Пахолкин, к.т.н., доц.; Н.Н. Фокин, аспирант
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 419876, факс (4862) 416684, E-mail: Eugene_P@bk.ru

Аннотация

В статье анализируется метод диагностирования моторных масел, при котором значение индекса вязкости, равное 100, может использоваться в качестве критерия для определения допускаемого изменения параметра НИВ.

SUBSTANTIATION OF INTERPRETATION CRITERION OF RESULTS OF MEASUREMENT OF DIAGNOSTIC PARAMETER (NIT) OF FIELDS AT RESEARCH VISCOSITY-TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF ENGINE OILS

E.V. Pakholkin, PhD; N.N. Fokin, post-graduate student
Orel State Technical University
Orel, tel. (4862) 419876, fax (4862) 416684, E-mail: Eugene_P@bk.ru

Annotation

Design of control method of viscosity-temperature properties of additive engine oil is presenting by this article.

Актуальность проблемы

Вязкостно-температурные свойства – одна из важнейших характеристик моторного масла. От этих свойств зависит диапазон температуры окружающей среды, в котором моторное масло обеспечивает пуск двигателя, прокачивание масла по смазочной системе, надежное смазывание и охлаж-

дение деталей двигателя при наибольших допустимых нагрузках и температуре окружающей среды. Даже в умеренных климатических условиях диапазон изменения температуры масла от холодного пуска зимой до максимального прогрева в подшипниках коленчатого вала или в зоне поршневых колец составляет до 180–190 °С.

Одним из нормируемых показателей качества для смазочных материалов практически любого типа и назначения является вязкость, тем не менее, применение этого параметра в качестве диагностического не является целесообразным, так как в процессе эксплуатации протекают процессы, приводящие как к увеличению вязкости (деструкция компонентов масла, испарение летучих фракций), так и к уменьшению вязкости (попадание в масло дополнительных компонентов, в частности, топлива).

Существенно более информативным признаком является стандартизованный показатель вязкостно-температурных свойств моторных масел – индекс вязкости, который характеризует степень изменения вязкости при изменении температуры. Методику определения индекса вязкости регламентирует ГОСТ 25371-97 «Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости». При этом используются два значения вязкости (ν_{40} и ν_{100}), измеренные при температурах, соответственно, 40 и 100 °С. Чем меньше различие между ν_{40} и ν_{100} , тем большее значение принимает индекс вязкости. Качественными моторными маслами считаются масла с индексом вязкости, превышающим 100, при этом всесезонные масла должны иметь индекс вязкости не менее 125.

Таким образом, индекс вязкости представляется важнейшим диагностическим признаком моторных масел. Снижение значения данного признака для всесезонных масел приводит в конечном итоге к потерям мощности двигателя, к увеличению расхода топлива, к увеличению затрат на техническое обслуживание и ремонт двигателя. Принимая во внимание сравнительно высокую стоимость специального оборудования для анализа вязкостно-температурных характеристик (термостатируемые вискозиметры), можно сделать вывод об актуальности разработок новых методов и технических средств диагностирования моторного масла.

Предлагаемый метод

Формирование требуемых вязкостно-температурных свойств обеспечивается составом моторного масла – за счет применения специальных присадок (пример – присадка «Charge!» бельгийского производства фирмы Wynn's). В процессе эксплуатации содержание присадки уменьшается, и индекс вязкости снижается. Возможные сценарии изменения вязкостно-температурных свойств моторного масла представлены на рисунке 1.

На рисунке 1а представлен вариант, заключающийся в увеличении вязкости масла при 40 °С. На рисунке 1б рассмотрен другой предельный случай, когда вязкость при 40 °С остается прежней, а при 100 °С уменьшается. Наконец, на рисунке 1в рассмотрен наиболее вероятный вариант, когда вязкость масла при 40 °С увеличивается, а при 100 °С уменьшается.

В любом случае наклон характеристики, выражающей зависимость вязкости от температуры, увеличивается, что свидетельствует о снижении индекса вязкости.

Принимая во внимание, что значение вязкости определяет характер контактно-гидродинамических процессов в зоне трения деталей трибосопряжения, для решения рассматриваемой задачи можно предложить использование электрического метода трибодиагностики, основанного на анализе вероятности электрического микроконтактирования в трибосопряжении путем измерения параметра НИВ [1].

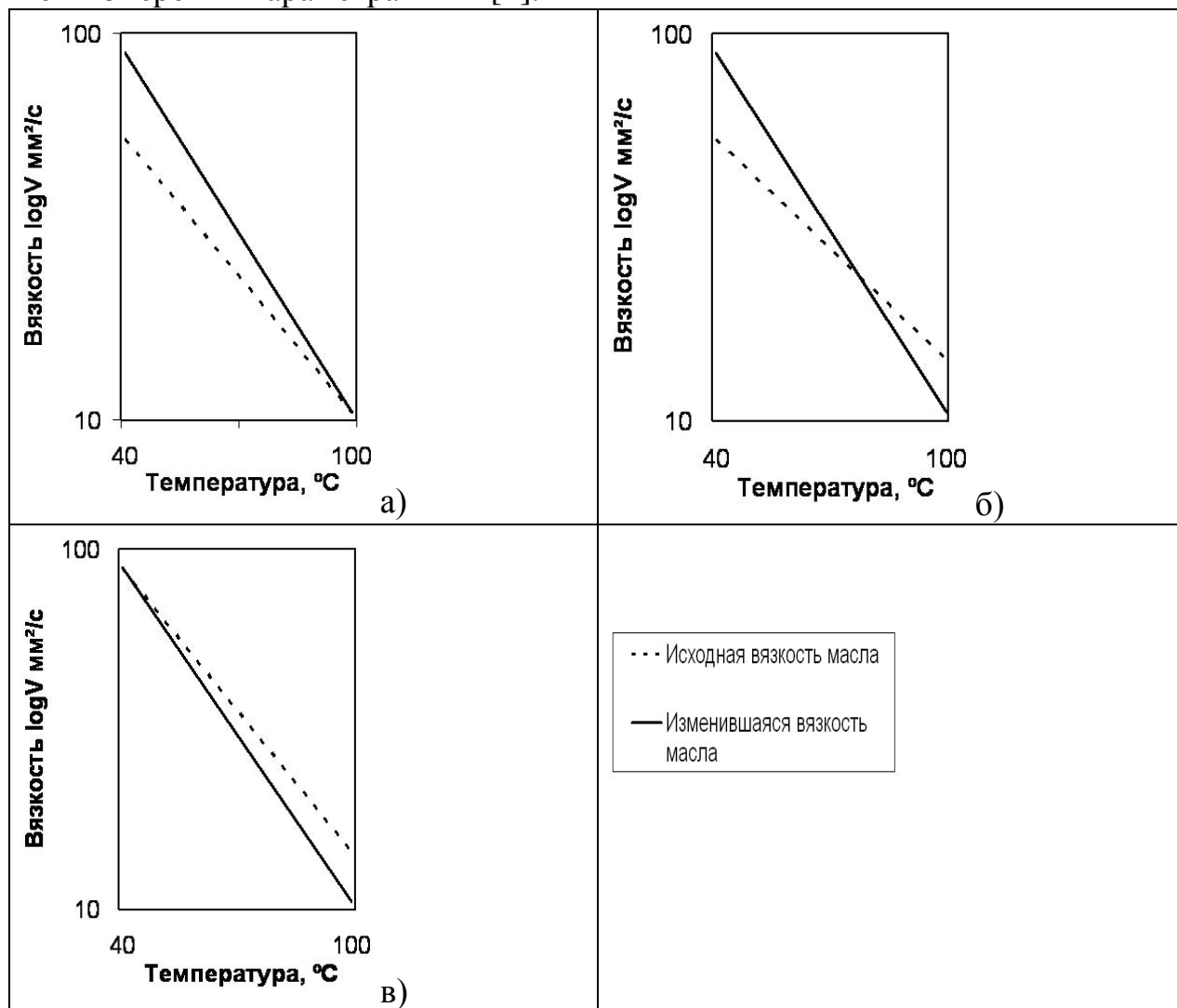


Рисунок 1 – Вязкостно-температурные сценарии старения масла

Для реализации метода, использующего в качестве диагностического признака индекс вязкости, а в качестве измеряемого параметра – НИВ, можно предложить стенд, показанный на рисунке 2.

Для исследования пробы масла применяется схема трения «шарик-кольцо», что обеспечивает легкий монтаж, демонтаж, промывку поверхностей трения, а также исключает необходимость изготовления деталей трибосопряжения за счет возможности применения деталей подшипников качения (высокое качество рабочих поверхностей и сравнительно низкая стоимость).

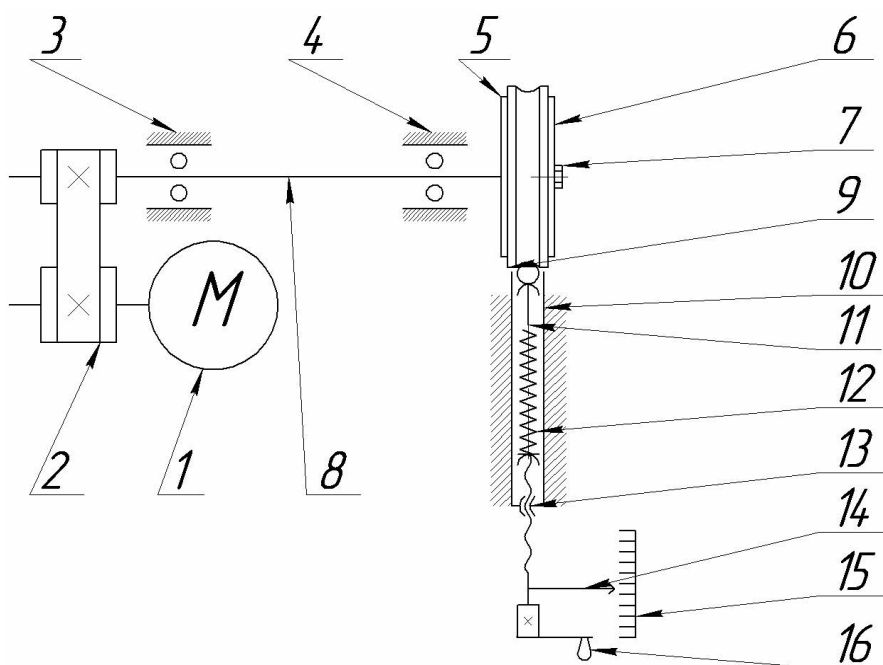
Параметр НИВ определяется как отношение времени электрического микроконтактирования деталей трибосопряжения ко времени измерения. При бесконечном времени измерения НИВ стремится к вероятности микроконтактирования. Вероятность микроконтактирования между двумя соседними микронеровностями определяется выражением [1]

$$P = \left(0,5 - \Phi \left(\frac{h}{\sqrt{R_{q1}^2 + R_{q2}^2}} \right) \right), \quad (1)$$

где h – средняя толщина слоя смазки;

R_{q1}, R_{q2} – параметры шероховатости контактирующих поверхностей;

Φ – интегральная функция нормального распределения.



1 двигатель; 2 ременная передача; 3,4 подшипники; 5 конус; 6 диск;
7 винт; 8 вал; 9 внутреннее кольцо подшипника; 10 корпус; 11 толкатель;
12 пружина; 13 гайка на винте; 14 стрелка 15 шкала; 16 ручка

Рисунок 2 – Схема стенда трибологических испытаний

Вероятность микроконтактирования n микронеровностей составляет

$$P_k = 1 - (1 - P)^n. \quad (2)$$

Для описания зависимости между h и вязкостью масла можно использовать различные математические модели [1, 2]. Результаты расчетов, приведенные ниже, были получены с использованием математической модели, предложенной Д.С. Кодниром [2] и модифицированной авторами применительно к решаемой задаче. Значения параметров модели, характеризующих режим трения, были приняты таким образом, чтобы расчетная толщина сма-

зочного слоя обеспечивала жидкостную смазку в начальной области температурного диапазона.

На рисунке 3 представлены теоретические зависимости параметра НИВ от температуры для описанных условий и режимов при различных значениях индекса вязкости. Зависимости построены по двум точкам (для температур 40 и 100 °С). Более пологие характеристики, обозначенные сплошными линиями, описывают зависимость диагностического параметра от температуры для новых масел, штриховые линии соответствуют ухудшению индекса вязкости в соответствии с рисунком 1а до значения, равного 100.

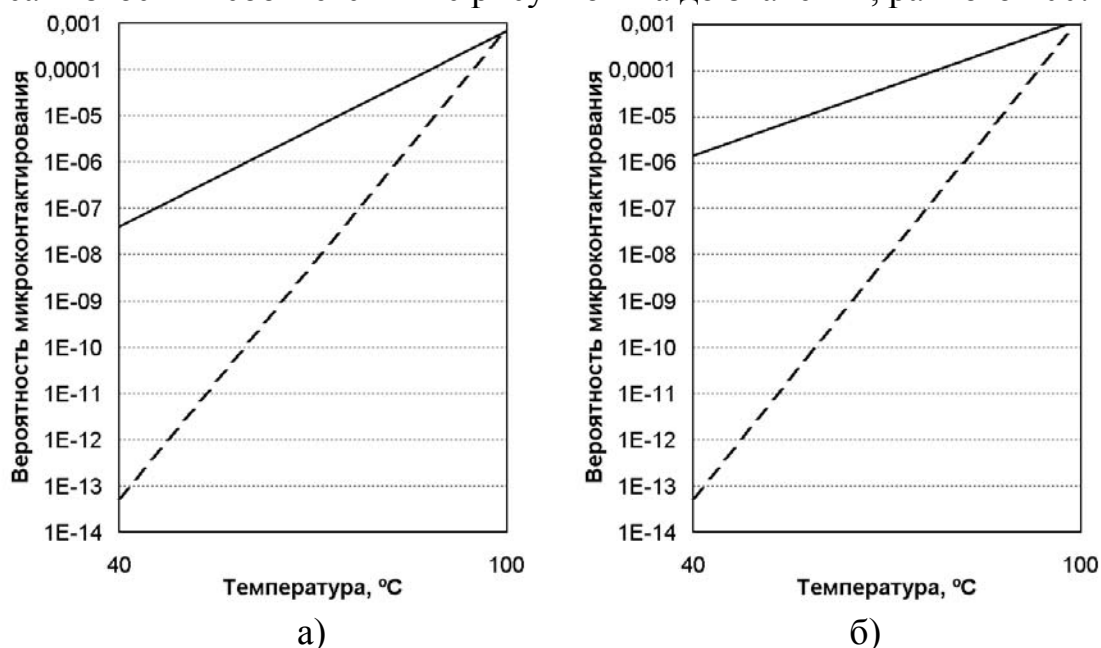


Рисунок 3 – Температурные зависимости вероятности микроконтактирования для масел: а) Gold 5W 40 с индексом вязкости 160; б) Supersyn SL 5W 40 с индексом вязкости 170

Выводы

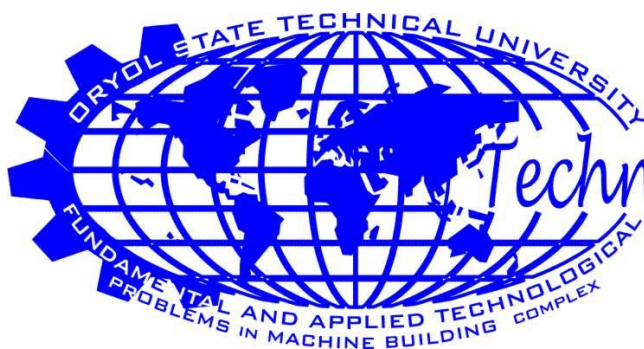
Для новых масел с высоким значением индекса вязкости диапазону изменения температуры от 40 до 100 °С соответствует изменение параметра НИВ на 3-4 порядка.

Снижение индекса вязкости до значения 100 приводит к изменению параметра НИВ на 10 порядков для того же температурного диапазона.

При диагностировании моторных масел значение индекса вязкости, равное 100, может использоваться в качестве критерия для определения допускаемого изменения параметра НИВ.

Литература

1. Подмастерьев, К.В. Электропараметрические методы комплексного диагностирования опор качения [Текст] / К.В. Подмастерьев – М.: Машиностроение, 2001.– 376 с.
2. Коднир, Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин [Текст] / Д.С. Коднир – М.: Машиностроение, 1976. – 304 с.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК 621.822.6-97: 621:317.757.08

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЕМКОСТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ

Н.В. Чекашова

Орловский государственный технический университет
Россия, г.Орел, (4862)419876; E-mail:pms35@mail.ostu.ru

Аннотация

В статье предлагается устройство, позволяющее проводить измерения напряжений шумов и сопротивления смазочной плёнки одновременно, но в различных частотных каналах.

POSSIBILITY OF USING CAPACITIVE METHOD FOR TEMPERATURE DETERMINATION IN FRICTION ZONE

N.V. Chekaschova

Oryol State Technical University
Oryol, tel.(4862) 419877; E-mail:pms35@mail.ostu.ru

Annotation

In article considered possibility of using the capacitive method for temperature determination in zone of friction on base of the determination dielectric permeability and tangent of dielectric losses corner.

Зона трения между двумя телами, разделёнными смазочной плёнкой, с точки зрения теплопереноса, представляет собой генератор тепловой энергии, создаваемой за счёт энергии, затрачиваемой на трение и идущей на нагрев тел трибосопряжения, а также самой смазочной плёнки. Повышение температуры в зоне трения, как правило, приводит к уменьшению вязкости смазочного материала, что в свою очередь приводит к уменьшению толщины смазочной плёнки, и в конечном итоге к её разрушению. При нарушении жидкостного режима трения возникает непосредственный контакт рабочих

поверхностей в зоне трения и их быстрый износ, что обуславливает необходимость контроля температуры смазывающей плёнки в зоне трения.

Контроль температуры смазочного материала, выходящего из зоны трения, не позволяет достаточно точно судить о температуре в зоне трения. Это связано с тем, что при выходе смазочного материала его температура резко снижается.

Была сделана попытка определения температуры смазочной плёнки расчетным путем, с помощью математической модели, описывающей тепловое поле в элементах пары трения при расположении источника тепловой энергии в зоне трения. Для этого в телах, образующих зону трения, высверливаются глухие отверстия и в них устанавливаются термопары. Интересующая температура определяется с помощью разработанной математической модели по результатам измерения температуры в точках расположения термопар, удалённых от зоны трения. К сожалению, и этот метод оказался неточным.

Сложность непосредственного измерения температуры в зоне трения заключается в невозможности размещения, какого-либо измерительного преобразователя в этой зоне без изменения условий трения и, следовательно, определяемой температуры. Очевидно, что измерительным преобразователем должны быть либо сама смазочная пленка, либо участки элементов трения, непосредственно примыкающие к зоне трения, например, электрическая емкость между трущимися поверхностями.

Рассмотрим два метода, позволяющих контролировать температуру в зоне трения: термошумовой и емкостной.

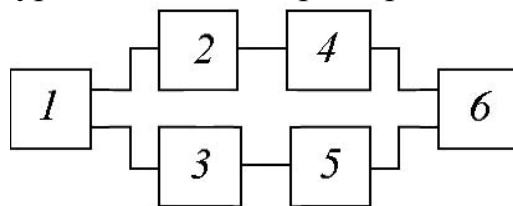
Термошумовой метод основан на измерении электротепловых шумов, генерируемых смазочным материалом в зоне трения. Смазочная пленка в этом случае рассматривается как проводник с большим сопротивлением, а ее активное сопротивление источником тепловых электрических шумов. Суть метода состоит в измерении среднеквадратического значения напряжения тепловых электрических шумов, которые зависят от температуры смазки. Значение этого напряжения определяется формулой Найквиста [1]:

$$\overline{E_{\text{ш}}}^2 = 4 \cdot k \cdot \Delta f \cdot \Theta \cdot \text{Re } Z, \quad (1)$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ – постоянная Больцмана; Θ – абсолютная температура; $\text{Re } Z$ – активная составляющая сопротивления; Δf – полоса частот измерения.

Входящие в это уравнение неизвестные величины: среднеквадратическое значение напряжения шума и активная составляющая сопротивления масляной плёнки являются случайными функциями времени, причём активное сопротивление плёнки в свою очередь зависит от её толщины и давления, под которым она находится. Поскольку неизвестны обе эти величины, входящие в формулу Найквиста то, для определения температуры в зоне трения необходима установка, позволяющая одновременно определять среднеквадратическое значение напряжения шума и активную составляющую сопротив-

ления смазочного материала. Для решения поставленной задачи была разработана установка, структурная схема, которой представлена на рисунке 1.



1 – объект исследования; 2, 3 – фильтры, имеющие полосу пропускания соответствующую двум смежным частотным каналам; 4 – блок для измерения термошумового напряжения; 5 – блок для измерения среднего значения сопротивления R_{cp} ; 6 – микропроцессорное устройство.

Рисунок 1 - Структурная схема измерительной установки.

Данное устройство позволяет проводить измерения напряжения шумов и сопротивления смазочной плёнки одновременно, но в различных частотных каналах. Измерение активного сопротивления смазочной плёнки позволяет избавиться от необходимости измерения её толщины и давления, под которым она находится. Однако изменение этого сопротивления на соседних частотных каналах вносит дополнительную погрешность в результаты измерений. Существенным недостатком термошумового метода является низкий уровень информативного сигнала, порядка микровольт и ниже, который трудно идентифицировать на фоне помех. Это обстоятельство заставляет существенно усложнять конструкцию.

Емкостной метод реализуется аналогично термошумовому, но он лишён последнего недостатка. Уровень информативного сигнала намного выше. При емкостном методе диэлектрическая проницаемость ϵ и тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$ являются функциями толщины смазочной плёнки Δ , давления p и температуры Θ смазочного материала.[2] А сопротивление смазочного материала на постоянном токе прямо пропорционально толщине масляной плёнки и также является функцией давления и температуры.

Для того, чтобы выяснить как меняется диэлектрическая проницаемость ϵ и тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$ с изменением температуры были проведены экспериментальные исследования, результат которых представлен на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 представлена зависимость диэлектрической проницаемости смазочного материала от температуры на различных частотах.

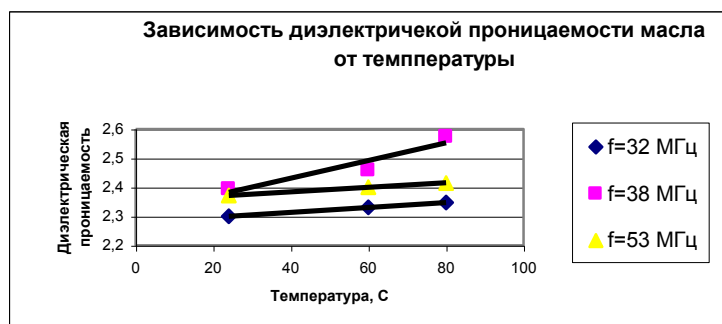


Рисунок 2- Зависимость диэлектрической проницаемости смазочного материала от температуры при частоте $f=32$ МГц, $f=38$ МГц, $f=53$ МГц.

На основе экспериментальных данных установили, что диэлектрическая проницаемость смазочного материала в частотном диапазоне от 32 до 53 МГц увеличивается с ростом температуры.

На рисунке 3 представлена полученная в результате экспериментальных исследований зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от температуры на тех же частотах.

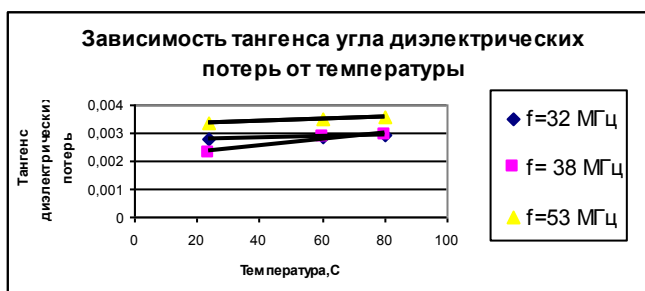


Рисунок 3 – Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ смазочного материала от температуры при частоте $f=32$ МГц, $f=38$ МГц, $f=53$ МГц.

Из представленных на рисунке 3 кривых видно, что тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ изменяется с ростом температуры на частотах в диапазоне от 32 до 53 МГц.

Таким образом, для реализации емкостного метода необходимо найти решение следующей системы:

$$\begin{cases} \varepsilon = f_{\varepsilon}(\Delta, p, \Theta), \\ \text{tg}\delta = f_{\delta}(\Delta, p, \Theta), \\ R_0 = \Delta \cdot f_0(p, \Theta). \end{cases}$$

(2)

Решив систему (2), можно определить давление и температуру в зоне трения, что позволит спрогнозировать режим функционирования трибосопрежения и предотвратить возможный сбой в работе, связанный с нарушением жидкостного режима трения.

Литература

1 Корндорф, С.Ф. Термошумовой метод определения температуры смазывающей пленки / С.Ф. Корндорф, Н.В. Чекашова // Известия ОрелГТУ. – сер. Машиностроение. Приборостроение. – Орел: ОрелГТУ, 2005. – №1. – С.46-48.

2 Ахадов Я.Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей. М., Издательство стандартов, 1972, стр.412.



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ МНОГОУРОВНЕВОГО ПОЛИ- ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ



УДК 371.49

СОДЕРЖАНИЕ И ХАРАКТЕР ТРУДА ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КЛАССА СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

А.В. Морозова, к.с.н., доц.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел./факс (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

Аннотация

В статье анализируются качественные изменения в характере и содержании труда, которые способствуют формированию профессионально-технического класса российского общества как социальной основы экономики сервиса

THE SUBSTANCE AND CHARACTER OF LABOUR OF THE PROFESSIONAL-TECHNICAL CLASS OF MODERN RUSSIA

A. Morozova, Ass. Prof., Cand. of Social Sciences
Oryol State Technical University
Oryol, tel./fax (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

Annotation

The conceptual fundamentals of qualimetric model of assessment of social-professional competitive ability of graduates in Technical institutes of higher education at regional labour markets are formulated in the article

Современная рыночная экономика требует формирования и становления руководителей и специалистов предпринимательского типа, энергичных и решительных, способных быстро и адекватно реагировать на изменения в современных условиях. Одновременно меняется как спрос на рабочую силу, так и спрос на товары и услуги. Техническое переоснащение современного производства требует новых знаний и создает новые профессии; востребо-

ванными становятся работники нового поколения, обладающие принципиально новым уровнем профессиональных и социальных характеристик.

Эти тенденции связаны с принципиальными изменениями, которые произошли в последнее время в содержании труда и были вызваны применением новых технологий и методов производственной деятельности.

- На изменение содержания труда персонала сильно повлияли автоматизация и компьютеризация производства, а также использование ряда технологий и методов, требующих от работника не только добросовестного выполнения индивидуальных задач, но и коллективной ответственности, более четкой организации труда в целом.

- Диверсифицированная серийность и адекватная ей гибкая адаптивность производства, по мнению ряда ученых, станут производственной парадигмой XXI века. Быстрая приспособляемость к непрерывно меняющемуся спросу повышает потребность в уровне общего и профессионального образования, непрерывном обучении работников, развитии у них способности к творчеству и постоянному обновлению. Наличие у персонала этого рода качеств требует также обострение конкуренции на мировом рынке, общая ситуация на котором характеризуется сближением используемой различными странами техники и технологий.

- Изменение форм организации труда на предприятии заключается прежде всего в более широком использовании коллективных форм организации труда как в масштабе всей корпорации (на макроуровне), так и ее отдельных подразделениях (на микроуровне). «Опыт ряда передовых предприятий, а также эмпирические исследования показали, что требуемая современным производством многофункциональность и высокая ответственность работника наиболее успешно формируются и реализуются с максимальной полнотой именно в трудовом коллективе» [2, с. 155].

- В 90-е годы формируется новый, более зрелый тип личности работника, который не довольствуется послушанием и обезличенным, механическим трудовым усердием, а стремится найти в трудовой деятельности смысл жизни, стать активным соучастником или даже сохозяином производства. В последние десятилетия наметилось сближение возможностей производства и ожиданий и требований работников к организации труда и характеру управления. В целом рост образованности и культуры персонала способствует повышению его роли в современном производстве и обществе, подрывает эффективность традиционных, преимущественно авторитарных методов руководства.

Перечисленные изменения в содержании труда основываются на характеристике современного общества как постиндустриального. Д. Белл в своей книге «Грядущее постиндустриальное общество» рассматривает становление сервисной экономики, формирование класса носителей знания, изменения образовательной структуры общества, новые тенденции в организации современной корпорации, возникающие элементы социального планирования и прогнозирования. Отмечая особенности такого общества, он пишет: «Постиндустриальное общество является обрабатывающим, и здесь

обмен информацией и знаниями происходит в основном при помощи телекоммуникаций и компьютеров». Особенностью постиндустриального общества Д. Белл считает также увеличение удельного веса высококвалифицированных работников, «в новых условиях представляющих собой уже не столько отдельную категорию лиц наемного труда, сколько качественно новый социальный слой, который может рассматриваться как профессионально-технический класс». Появление нового социального слоя влечет за собой коренные изменения в структуре занятости населения: «Эта новая революция, происходящая в структуре занятости, которая в той мере, в какой профессия определяет иные стороны поведения работника (хотя эта степень ослабевает), становится революцией в классовой структуре общества».

Формирование в стране нового профессионально-технического класса, который будет пополняться, в том числе и за счет выпускников средних специальных и высших учебных заведений, приводит к необходимости «создания эффективной модели современного специалиста и квалифицированного рабочего. В последние годы неоднократно предпринималась попытка создания общей модели специалиста, которая модифицировалась бы в зависимости от его профиля» [1, с. 85].

Эти особенности рыночных отношений диктуют требования подготовки специалистов широкого профиля. Вопрос о широком профиле подготовки технических специалистов может трактоваться в различных вариантах, однако наиболее рациональным на данном этапе развития производства является вариант, в основе которого лежит ориентация на функциональный подход, что обусловлено быстрой сменой не только объектов, но и средств труда, материалов.

В соответствии с утвержденными Государственными образовательными стандартами специальностей специалист технического профиля должен хорошо знать принципы и овладеть умениями выполнения расчетно-конструкторских задач, проектно-технологических, диагностико-ремонтных, испытательно-исследовательских и других видов работ, а круг объектов, с которыми он будет связан, может меняться довольно часто. Квалификационная дифференциация специалистов технического профиля осуществляется на уровне объектов трудовой деятельности: специалист среднего звена имеет дело, как правило, не с целостным объектом труда, а с его отдельными компонентами (деталью, сложными узлами и т.п.), а специалист высшей квалификации имеет дело с целью-объектными и многообъектными техническими системами, а также решает, в основном, комплексные технические проблемы и стратегические задачи управления производствам. Кроме того, принципиально значимую роль играют система мышления и личностные характеристики специалиста, динамика которых зависит не только от социально-экономических особенностей развития регионального производственного комплекса, но и от личных установок работников, их профессиональных амбиций и самооценки. Такой подход обеспечивает его определенную профессиональную мобильность, переход от одного объекта труда к другому в рамках конкретного производства и в отрасли, а также в межотраслевом плане.

Весьма перспективно и направление, связанное с объединением видов деятельности (функций). При этом возможно объединение различных фаз процессов и услуг. Оно характеризуется тем, что преобразования в социально-экономической сфере вызывают потребность объединения видов труда, которые ранее были характерны:

- для разных специальностей одной профессиональной группы (например, проектирование роботосистем и производство роботосистем);
- для разных специальностей разных профессиональных групп (экономика и производство).

Таким образом, речь идет о возникновении специальностей с многопрофильными знаниями и видами деятельности, которые в настоящее время удалены друг от друга (например, информатика и машиностроительное производство, машиностроительное производство и реализация продукции машиностроения, административная информатика и бизнес и др.).

Такое объединение, агрегирование функций вызывает повышение требований к квалификации и уровню образования. К этой группе можно отнести и специальности управления, маркетинга, коммерции, так как их освоение требует агрегирования знаний и умений в области техники, технологии, экономики, права, информатики, психологии, социологии, моделирования и др. Фактически возникает потребность в специальностях, являющихся комбинацией существующих ранее.

Анализ общемировых тенденций развития общества, а также социально-экономических тенденций в России позволяет заключить, что отличительными чертами качественных изменений содержания и характера труда специалиста на перспективу являются следующие:

1. Повышение уровня интеллектуальности труда. Основным содержанием труда становится его интеллектуальный компонент, основанный не на эмпирически сформировавшихся навыках, а на соответствующем объеме общенаучных и общепрофессиональных знаний и умений, дающих возможность творчески осмыслить производственную ситуацию. По мнению Е.Е. Тарандо, «появление в структуре основных средств производства высоких технологий положило начало проникновению умственного труда в физический, научные разработки внедряются в производство, которое вследствие этого все более усложняется. От работника все более требуется умение работать на сложной технике, высокая квалификация, владение знаниями и информацией, т.е. овладение определенными теоретическими знаниями (умственный труд, затрачен на их освоение)» [3, с. 16]. Интеллектуальный труд предполагает, прежде всего, работу с информацией, а суть труда состоит в анализе, сопоставлении, сравнении, классификации и обобщении информации, это требует высокого уровня развития владения способами интеллектуальной деятельности, овладения аналитическими, проектировочными, конструктивными умениями.

2. Принятие решений в более широком социальном контексте. Современный специалист может полноценно выполнять свои функции в изменяющемся мире только в том случае, если ему доступен высокий уровень не

только технического, но и социального развития. Изменения во взаимодействии между экономическими структурными компонентами часто приводят к оценке всей экономики, без учета социальных интересов в целом, в то время как производство, распределение, выбор рынков сбыта и их размещение существуют в системе, которая принципиально является открытой. Поэтому при принятии профессиональных решений необходимо учитывать все последствия серьезных противоречий, возникающих между экономической и экологической, экономической и социальной системами, опасных как для экономического прогресса, так и для благополучия людей, включая условия их выживания. Критерии оценки экономической деятельности нельзя ставить в зависимость от технической осуществимости или экономической эффективности проекта в узком смысле слова. Они должны формироваться на основе общей системной оценки экологической, социальной и экономической целесообразности.

3. Высокая степень ответственности за принимаемые решения. Внедрение новых технологий, связанных, как правило, в дорогостоящей уникальной техникой, с ценными сырьевыми материалами и продуктам, с особым риском в сохранении нормальной экологической обстановки, требует от специалиста высокой степени ответственности за принимаемые им решения. Следует предположить, что люди с широким кругозором, пониманием закономерностей действия механизмов, ясным представлением о возможных последствиях правильного или неправильного принятия решения будут успешнее, ответственнее выполнять свои функции.

4. Освоение новой культуры управления (новое управленческое мышление). Роль фактора управленческой культуры в условиях современного производства многократно возросла. Усиление позиций в конкурентной борьбе зависит от качества управления. Новое управленческое мышление, по мнению зарубежных авторов, состоит в постоянной борьбе со всеми видами потерь на производстве, постоянном поиске путей совершенствования форм и методов организации производства. прогресса в области повышения производительности, гибкости и оперативности производства, качества продукции, постоянном привлечении работников всех уровней, включая рядовых и служащих, к управлению, к процессу выявления проблем и принятия решений, делегирования полномочий на нижний уровень управления непосредственным исполнителям.

5. Принципиально новый тип мотивации деятельности, новые подходы к организации производства, как отмечается в зарубежных исследованиях, связаны с представлением, что организация будущего – это организация предпринимательская. Основной чертой любого предпринимателя является потребность достигать, а это – принципиально новый тип мотивации. Предприниматель ориентирован на решение проблем, на материализацию новых, рискованных идей. Предпринимательский характер деятельности специалиста возможен при наличии двух факторов:

- автономия подразделения, позволяющая предпринимателю реализовывать свою потребность в принятии рискованных решений, само-

стоятельно отвечать за убытки и прибыль, контролировать результаты работы. Кроме того, по мнению О.Б. Ховова, автономность представляет собой определенную культурную модель самостоятельной деятельности, осуществление контроля не извне посредством предписаний, а изнутри посредством осознания нормативной функции (образцового исполнения) своей профессиональной деятельности. Она включает следующие основные показатели:

- ❖ ценности, которыми руководствуется человек при выборе его действий, переживаниях и отношениях;
- ❖ привычную активизацию как способность быть наготове в нужный момент, подготовленность к автоматизированному действию, без усилий на сознательном уровне подготовки;
- ❖ владение различными способами логического и творческого мышления;
- ❖ опыт вполне сформированных сознательных способов действий;
- ❖ способность к рассуждению и рефлексии, которая понимается как самонаблюдение, самоанализ, критическое осмысление своего состояния и действий;
- ❖ проявление инициативы;
- ❖ способность принятия ответственных решений;
- ❖ отсутствие контроля качества деятельности;
- ❖ способность управления собой и другими;
- ❖ способность выявления необходимой информации из ситуации для принятия решений;
- ❖ самостоятельное выявление проблем, постановка задач и способность их решения;
- ❖ умение самостоятельно учиться и обучать других своей профессии;
- ❖ понимание взаимосвязей профессиональной деятельности, следствий, которые она влечет, и влияния, которое она оказывает на другие профессиональные области;
- ❖ принятие рациональных решений в критической ситуации;
- ❖ уровень культуры и организации трудового процесса, отвечающий сложившимся нормам высокой трудовой этики;
- размер подразделения, не выходящий за пределы некоторого оптимума и позволяющий контролировать ситуацию, беспрепятственно входить в контакт со своими подчиненными. Предприимчивость – это способность находить пути решения производственных задач в условиях сложной системы выбора, конкуренции, на основе многофакторного подхода с учетом высокой степени неопределенности в реализации поставленной цели.

Таким образом, специалист предпринимательского типа, по нашему мнению, для поддержания своего квалификационного потенциала на достаточно высоком уровне должен владеть широким спектром современных ме-

тодов диагностики сложных не только технических, но и социальных систем, а также методов принятия решений в условиях неопределенности.

При этом перед работниками, которые владеют либо «традиционными профессиями», либо таким уровнем профессиональных навыков, который не удовлетворяет требованиям модернизируемого производства, стоит дилемма: либо, сохранив прежний уровень профессиональных навыков, оказаться в ситуации постепенного снижения уровня своей профессиональной востребованности и «понижения» своего профессионального статуса, либо, имея установку на профессиональное и личностное развитие, постоянно корректировать структуру своей профессиональной подготовки, осваивать новые методы и технологии, непрерывно повышать свой образовательный уровень и т.д. Эта проблема достаточно остро стоит перед всеми поколениями специалистов, однако наиболее высокий уровень латентности она имеет для молодых специалистов. Многие из них, изначально имея установку на то, что «молодость и диплом решают проблемы как с трудоустройством, так и с наличием достойной заработной платы», начинают достаточно рано осознавать, что не только возраст, но и факт наличия диплома об образовании еще не означает гарантии при трудоустройстве, т.е. признания за выпускником вуза (ссуза) статуса конкурентоспособного специалиста.

Литература:

1. Панкратов, А.С. Трудовой потенциал: социально-экономические аспекты управления процессом его воспроизводства // Вестник Моск. Ун-та. Серия 18. Социология и Политология. – 1999. - №3. – С. 72-86.
2. Пугачев, В.П. Планирование персонала: теоретические и методологические основы [Текст] / В.П. Пугачев // Вестник Моск. Ун-та. Серия 18. Социология и Политология. – 1999. – №2. - С.154-175.
3. Тарандо, Е.Е. Труд и социализация собственности [Текст] / Е.Е. Тарандо / Автореф. ... канд. Соц. Наук: 22.00.03 / Санкт-Петербургский гос. ун-т. – СПб, 1998. – 22 с.



УДК 373. 7

КОНЦЕПЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА УРОКАХ ИСТОРИИ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Н.А.Климова, преподаватель
Саратовского авиационного колледжа
Саратовского государственного технического университета
Саратов, тел./факс (845-2) 235346, E-mail: saraviatlh@san.ru

Аннотация

В настоящей статье анализируются вопросы преподавания истории в Российской системе образования в XX веке. Развитие общества сегодня диктует необходимость применения новых информационных технологий во всех сферах жизни.

В данной статье рассматриваются информационные технологии, позволяющие по-новому использовать текстовую, звуковую, графическую и видео информации на уроках истории.

Анализ современного состояния преподавания истории в учебных заведениях РФ указывает на необходимость приведения его в соответствие с реформами, проводимыми в стране.

В наше время интеллектуальный потенциал общества стал определяющим фактором его поступательного развития, а образование – одним из гарантов прогресса и национальной безопасности государства. Особое место в процессе обучения и воспитания занимает история. Как наука она универсальна, поскольку объектом её изучения является всё многообразие событий, явлений, фактов, закономерностей, тенденций, имевших место в жизни человека.

История формирует личность, готовит к жизни в меняющемся мире с учётом предшествующего опыта, воспитывает патриота своего отечества и гражданина.

Преподавание истории в российской системе образования в XX в. свидетельствует о том, что в периоды радикальных социальных преобразований наблюдается устойчивая тенденция к отрицанию предшествующего истори-

ческого опыта. Это вело в некоторых случаях к отказу от изучения истории, замене её другими дисциплинами. Общественная практика показала несостоятельность такого подхода. Реформирование образования в 90-е годы XX века привело к определённым позитивным результатам: появилась большая творческая свобода педагога, возможность выбора образовательных программ, форм обучения, разнообразие учебных пособий. Хотя в целом ситуация вызывает тревогу. Вариативность программ и учебников обернулась отсутствием единых критериев, определённых подходов при разработке учебных программ, учебно-методических комплексов, а введение концентрической системы в существующем виде привело к нарушению сбалансированных многолетним опытом межпредметных связей, преемственности между самими концентриками. Всё это ведёт к снижению уровня исторической подготовки выпускников и препятствует формированию высоких гражданских и патриотических качеств личности. На современном этапе обществу нужны люди с высоким уровнем гуманитарной подготовки. Для этого требуется выработать единые подходы в решении проблем преподавания истории, наиболее адекватно отражающие объективные потребности общества.

Главной задачей исторического образования является выявление и изучение основных закономерностей развития общества со времени его возникновения до наших дней. Именно история позволяет не только проследить изменения в системе общественных отношений, но и выявить основные направления в развитии человечества.

Ярко выраженный воспитательный характер истории позволяет говорить о её особой роли в структуре общего образования. В этой связи является возможным использование на уроках истории новых информационных технологий, что позволяет по-новому использовать текстовую, звуковую, графическую и видео информацию. Современные технологии позволяют учителю и учащимся применять различные источники информации.

В современных условиях главной задачей образования является получение учениками определённой суммы знаний, формирование у них умений и навыков самостоятельного приобретения знаний. У учащихся, активно работающих с компьютером, формируется более высокий уровень самообразовательных навыков и умений ориентироваться в потоке информации, способность выделять главное, обобщать, делать выводы.

Одной из главных возможностей получения информации такого рода является программа Microsoft Office Power Point. Данная методика предполагает использование мультимедийного проектора. Презентация позволяет учителю иллюстрировать свой рассказ. Например, при изучении темы «Культура XIX в.» можно использовать видеофрагмент демонстрирующий архитектуру стран изучаемого периода. Программа Microsoft Office Power Point позволяет не перегружать зрительное пространство, фиксируя внимание на изучаемом объекте. Кроме того, позволяют вернуться в любую точку урока.

На уроках истории используются такие формы работы как подготовка учениками докладов и рефератов, составление проектов. Появление Интер-

нета позволяет учащимся быстрее ориентироваться в информации по дисциплине. В процессе урока демонстрируются слайды, что делает урок ярким и запоминающимся.

Использование учебных программ позволяет более глубоко изучать вопросы развития культуры разных народов на разных этапах исторического развития. Проведение интерактивных экскурсий с использованием программ «Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства», «Атлас древнего мира» позволяют увидеть музыкальные инструменты древнего мира и услышать их звучание, провести экскурсии по историческим памятникам древнего мира.

Электронная книга «История России с древнейших времён» С.М.Соловьёва позволяет использовать на уроке первоисточник. Данная программа содержит 29 томов сочинений, а также три варианта перевода «Слова о полку Игореве», «История Петра».

Программа Microsoft Office Power Point даёт возможность использовать на уроке карты, рисунки, портреты исторических деятелей, видеофрагменты, фотографии, диаграммы.

Зрительное восприятие изучаемых объектов позволяют быстрее и глубже воспринимать излагаемый материал.

При объяснении новой темы создание слайдов даёт возможность использовать анимацию, которая способствует привлечению внимания и лучшему запоминанию учащимися материала. Выделение объектов, передвижение их по слайду акцентирует внимание учащихся на главном в изучаемом материале, помогает при составлении плана данной темы.

При закреплении знаний, используя программу Microsoft Office Power Point, можно организовать групповую деятельность учащихся, совместное творчество по созданию слайдов, что формирует умение работать в группе.

Развитие общества сегодня диктует необходимость внедрять новые информационные технологии во всех сферах жизни. Современное образование не должно отставать от требований времени, а значит современный педагог должен использовать компьютер в своей деятельности, так как главная задача образования воспитать новое поколение грамотных, думающих, умеющих самостоятельно получать знания граждан.



УДК 371.49

**КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ
НА РЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ ТРУДА**

А.В. Морозова, к.с.н., доц.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел./факс (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

Аннотация

В статье сформулированы концептуальные основы квалиметрической модели оценки социально-профессиональной конкурентоспособности выпускников технических вузов на региональных рынках труда

**QUALIMETRIC ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SOCIAL-
PROFESSIONAL COMPETITIVE ABILITY OF GRADUATES AT THE
REGIONAL LABOUR MARKET**

A. Morozova, Ass. Prof., Cand. of Social Sciences
Oryol State Technical University
Oryol, tel./fax (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

Annotation

The conceptual fundamentals of qualimetric model of assessment of social-professional competitive ability of graduates in Technical institutes of higher education at regional labour markets are formulated in the article

Существенные изменения в содержании труда специалистов технического профиля основываются, по мнению современных исследователей-социологов, на характеристике современного общества как постиндустриального. Д. Белл в своей книге «Грядущее постиндустриальное общество» рассматривает **становление сервисной экономики**, формирование класса носителей знания, изменения образовательной структуры общества, новые

тенденции в организации современной корпорации, возникающие элементы социального планирования и прогнозирования. Отмечая особенности такого общества, он пишет: «Постиндустриальное общество является обрабатывающим, и здесь обмен информацией и знаниями происходит в основном при помощи телекоммуникаций и компьютеров». Особенностью постиндустриального общества Д. Белл считает также увеличение удельного веса высококвалифицированных работников, «в новых условиях представляющих собой уже не столько отдельную категорию лиц наемного труда, сколько качественно новый социальный слой, который может рассматриваться как профессионально-технический класс». Появление нового социального слоя влечет за собой коренные изменения в структуре занятости населения: «Эта новая революция, происходящая в структуре занятости, которая в той мере, в какой профессия определяет иные стороны поведения работника (хотя эта степень ослабевает), становится революцией в классовой структуре общества».

Формирование в стране нового **профессионально-технического класса**, который будет пополняться, в том числе и за счет выпускников средних специальных и высших учебных заведений, приводит к необходимости «создания эффективной модели современного специалиста и квалифицированного рабочего. В последние годы неоднократно предпринималась попытка создания общей модели специалиста, которая модифицировалась бы в зависимости от его профиля» [5, с. 85].

Опросы работодателей показывают, что в условиях формирования высокодинамичного рынка труда особое значение для выпускника системы профессионального образования приобретают следующие вопросы:

- ⇨ в какой степени он востребован как специалист на рынке труда (каков уровень его социально-профессиональной конкурентоспособности);
- ⇨ насколько соответствует выполнение им (выпускником) социально-профессиональных ролей, получаемых молодым специалистом вместе с определенной должностью в производственном коллективе, требованиям социально-профессиональной группы (коллектива) к выполнению этих ролей (социально-профессиональная релевантность);
- ⇨ насколько выпускник вуза (ссуза) мобилен в рамках своего профессионального выбора и как при этом формируется и реализуется стратегия его индивидуального карьерного роста (социально-профессиональная мобильность).

Так как данные обобщенные характеристики выпускника формируются в процессе профессиональной социализации на различных этапах его жизненного пути, то, по нашему мнению, целесообразно их рассматривать в качестве основы для оценки эффективности профессиональной социализации личности студента, а также для ассоциативно-экспортной оценки результативности деятельности образовательного учреждения с позиции рынка труда как обобщенного заказчика.

Базовые характеристики, приобретаемые студентом в процессе профессиональной социализации, реализуемой в социокультурном поле учреж-

дения системы профессионального образования, по нашему мнению, можно классифицировать следующим образом:

- квалификационные характеристики, т.е.:
 - знания, умения и навыки, формируемые инвариантной частью Государственного образовательного стандарта по специальности (в рамках блоков общеобразовательных (для ссузов), социально-экономических и гуманитарных, математических и естественнонаучных, общетехнических и специальных дисциплин);
 - знания, умения и навыки, формируемые вариативной частью Государственного образовательного стандарта по специальности;
 - практикоориентированный компонент подготовки специалиста;
 - наличие дополнительного профессионального образования (рабочей профессии);
 - потенциальная готовность выпускников выполнять виды трудовой деятельности, основанной на агрегировании (объединении) функций в рамках одной должности или профессиональной деятельности (многофункциональность и многопрофильность полученного профессионального образования);
 - владение аналитическими, проектировочными и конструкторскими умениями;
- социальные характеристики, т.е.:
 - ⇐ уровень информационной культуры (возможность, деятельность, уровень знаний, степень совершенства) как «совокупность информационных возможностей, которые доступны специалисту в любой сфере деятельности в данный момент развития цивилизации» [6], с одной стороны, как «степени совершенства человека... во всех возможных видах работы с информацией: ее получении, накоплении, кодировании и переработке любого рода, в создании на этой основе качественно новой информации ее передаче, практическом использовании» [7], с другой стороны;
 - ⇐ уровень коммуникативной культуры (деловое и межличностное общение; владение профессиональной лексикой; работа в команде; грамотная устная и письменная речь; навыки компьютерно-опосредованного общения [1]);
 - ⇐ наличие и уровень сформированности личной тектологии (система мышления, мыслительные стратегии, менталитет, целеполагание, стимуляция мыслительного процесса, масштаб и этапы жизни, выбор и обоснование целей жизни и личной работы, самореализация, планирование карьеры, карьерная стратегия и тактика, принятие решений, мотивация, резервы личной производительности, возможности саморазгрузки, организация времени, планирование работы, темпы жизни, информационный поиск, управленческая культура, имидж и авторитет, риск, конфликты, противовесы, умение «держат удар», самообразование, тектология здоровья) [4];

- психологические характеристики, т.е.:
 - ® модус жизни (модус обладания – основным жизненным отношением является любовь к другим людям, что позволяет человеку выходить за пределы своих актуальных, наличных возможностей; модус социальных достижений – основным отношением к жизни является соперничество, что обуславливает повышенную тревожность, неуверенность в себе и является иногда, препятствием успешному становлению профессионализма; модус служения – обуславливает отношение к другому человеку только как к объекту, средством для достижения собственных целей, нравственные преграды отсутствуют, что делает истинный профессионализм практически невозможным);
 - ® тип психологического регулирования профессиональной деятельности (индивидуальная форма как стремление к сохранению усвоенных форм действий, к поддержанию соответствия между человеком и требованиями той деятельности, которую он осваивает, и личностная форма как ломка старых способов и средств деятельности, установившихся отношений, активное стремление к новым смыслам профессиональной жизни).

На основе данных характеристик, являющихся базовыми, по нашему мнению, могут быть определены показатели эффективности профессиональной социализации личности: социально-профессиональная конкурентоспособность, социально-профессиональная релевантность и социально-профессиональная мобильность, причем особое значение приобретает решение проблемы оценки этих показателей [3].

Среди перечисленных показателей эффективности профессиональной социализации для молодых специалистов, являющихся выпускниками ссузов и вузов, по нашему мнению, наиболее актуальным является вопрос об оценивании именно социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на региональном рынке труда. Кроме того, этот показатель является принципиально важным и для образовательных учреждений, т.к. позволяет им оптимизировать свои отношения с социальными партнерами.

В этой связи, по-нашему мнению, особую актуальность приобретает вопрос о формировании модели социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста, которую можно было бы использовать для внешней оценки, так и для самооценки профессионального потенциала специалиста с учетом особенностей конкретного (регионального) рынка труда. При разработке модели квалитетической оценки социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на рынке труда, по нашему мнению, целесообразно предусмотреть следующие этапы работы:

1. формирование перечня характеристик личности специалиста по нескольким группам (квалификационные характеристики, социально-психологические характеристики и т.д.), при этом как перечень групп, как и содержание компонентов личностных характеристик специалиста могут меняться в зависимости от мнения экспертов;

2. формирование индивидуального потенциала социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста в форме век-

тора-строки: $\overline{X}_i = (x_{i1}; x_{i2}; \dots; x_{im})$, координатами которого являются долевые значения каждого из компонентов социально-профессиональной конкурентоспособности, определяемые статистическими методами;

3. формирование матрицы социально-профессиональных характеристик специалистов для различных типов производства:

$$\overline{Y} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nm} \end{pmatrix}, \text{ строки которой образуются из координат}$$

векторов приоритетов социально-профессиональных характеристик специалистов, занимающего различные должности на определенном типе производства; эти компоненты определяются экспертными методами с использованием современных информационных технологий;

4. формирование потенциала социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста

$$\overline{Z} = \begin{pmatrix} x_{i1} \cdot y_{11} + x_{i2} \cdot y_{12} + \dots + x_{im} \cdot y_{1m} \\ x_{i1} \cdot y_{21} + x_{i2} \cdot y_{22} + \dots + x_{im} \cdot y_{2m} \\ \dots \\ x_{i1} \cdot y_{n1} + x_{i2} \cdot y_{n2} + \dots + x_{im} \cdot y_{nm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \dots \\ z_n \end{pmatrix} \text{ в форме вектора-}$$

столбца; его координатами являются числа z_j , характеризующие уровень социально-профессиональной конкурентоспособности конкретного специалиста при условии осуществления им своей профессиональной деятельности на различных должностях определенных типов производства;

5. определение максимального значения индивидуального профессионально-должностного рейтинга специалиста как функции

$r_i = \max(z_j)$ и выработка рекомендаций для специалиста по оптимальному выбору сферы его дальнейшей профессиональной деятельности.

Такой подход к оценке социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста, в основе которого использование как статистических, так и экспертных методов оценивания этого сложно структурируемого по-

казателя, позволяет решить две комплексные задачи. С одной стороны, создается возможность специалистам самостоятельно оценить свой потенциал социально-профессиональной конкурентоспособности и сделать оптимальный выбор сферы своей дальнейшей профессиональной деятельности в условиях конкретного анализируемого рынка труда. С другой стороны, учреждению системы профессионального образования самостоятельно проанализировать эффективность своей деятельности по подготовке специалистов с учетом запросов заказчиков на образовательные услуги (субъектов рынка труда) и планировать свою деятельность, изменяя систему используемых образовательных и социальных технологий с целью оптимизации результатов процесса профессиональной социализации выпускников в социокультурном поле вуза (ссуза).

Не менее важен вопрос о формировании квалиметрической оценки эффективности деятельности учреждения системы профессионального образования по реализации процесса профессиональной социализации личности молодого специалиста. При решении этой проблемы, по-нашему мнению, необходимо решить ряд этапных задач:

1. формирование системы потенциалов социально-профессиональной конкурентоспособности всех выпускников ссуза или вуза в форме векторов-строк:

$\overline{X}_i = (x_{i1}; x_{i2}; \dots; x_{im})$, где k - число выпускников, а $i = 1 \dots k$; координаты таких векторов-строк определяются статистическими методами;

2. формирование системы социально-профессиональных характеристик специалистов, занимающих различные должности на производстве различных типов, которую целесообразно представить в форме матрицы:

$\overline{Y} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nm} \end{pmatrix}$; строками этой матрицы являются координаты векторов приоритетов социально-профессиональных характеристик специалистов, занимающих определенные должности на производстве определенного типа; векторы-строки формируются путем экспертного опроса с применением современных информационных технологий;

3. формирование системы потенциалов социально- профессиональной конкурентоспособности выпускников в форме векторов-столбцов

$$\bar{Z} = \begin{pmatrix} x_{i1} \cdot y_{11} + x_{i2} \cdot y_{12} + \dots + x_{im} \cdot y_{1m} \\ x_{i1} \cdot y_{21} + x_{i2} \cdot y_{22} + \dots + x_{im} \cdot y_{2m} \\ \dots \\ x_{i1} \cdot y_{n1} + x_{i2} \cdot y_{n2} + \dots + x_{im} \cdot y_{nm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \dots \\ z_n \end{pmatrix}; \text{ координатами тако-}$$

го вектора-столбца являются числа Z_j , характеризующие уровень социально-профессиональной конкурентоспособности конкретного специалиста при условии осуществления им своей профессиональной деятельности на различных должностях определенных типов производства; количество векторов-столбцов соответствует числу выпускников образовательного учреждения;

4. определение для каждого выпускника вуза (ссуза) индивидуального профессионально-должностного рейтинга выпускника как максималь-

ного значения из координат Z_j вектора-столбца, задающего систему индивидуальных потенциалов социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста в условиях выполнения им различных видов профессиональной деятельности, т.е. $r_i = \max(z_j)$, и вычисление обобщенного профессионально-должностного коэффициента социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов

$$\text{вуза (ссуза)} \quad R_{\max} = \sum_{i=1}^k r_i ;$$

5. проведение социологического исследования с целью определения сферы деятельности выпускников образовательного учреждения по истечении установленного срока;
6. получение значения реального уровня социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста, занимающего определенную должность на производстве определенного типа (P) по формуле:

$$Z_{real} = x_{i1} \cdot y_{p1} + x_{i2} \cdot y_{p2} + \dots + x_{im} \cdot y_{pm} ;$$

7. вычисление индивидуального индекса реализации потенциала социально-профессиональной конкурентоспособности выпускника вуза

$$\text{(ссуза)} \quad I = \frac{Z_{real}}{\max(z_j)} = \frac{Z_{real}}{r_i} ;$$

8. вычисление обобщенного индекса эффективности реализации процесса профессиональной социализации в условиях профильного вуза

$$I = \frac{\sum_{i=1}^k Z_{real}^i}{\sum_{i=1}^k r_i} = \frac{\sum_{i=1}^k Z_{real}^i}{R_{\max}} .$$

(ссуза)

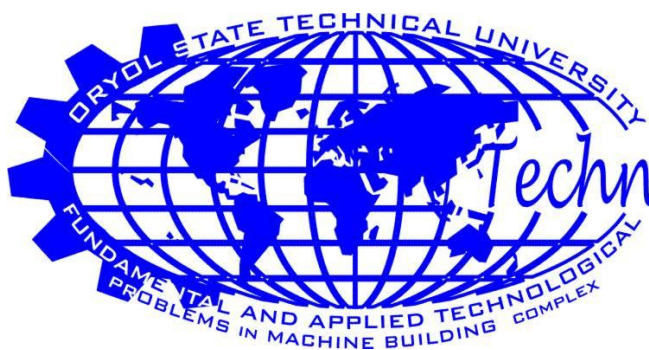
Предлагаемый подход в определении «внешней» оценки эффективности деятельности учреждения системы профессионального образования можно рассматривать в качестве дополнения к «Методическим рекомендациям для вузов и ссузов по организации и проведению самооценки эффективности функционирования систем управления в области менеджмента качества на основе модели совершенствования деятельности», одобренной 21.12.2005 г. на заседании Координационного Совета по управлению качеством в образовании при Федеральной службе по надзору в сфере образования и науки [2] и используемой для «внутреннего» оценивания эффективности деятельности вуза (ссуза) по обеспечению качества в сфере образования.

Для этого необходимо, используя итоговые коэффициенты K_i модели совершенствования деятельности вуза (ссуза), применить индексный метод, получив индекс эффективности деятельности вуза по обеспечению качества в сфере образования. Впоследствии на основании обобщенного индекса эффективности реализации процесса профессиональной социализации в вузе и индекса эффективности деятельности вуза по обеспечению качества в сфере образования можно сформировать агрегатный индекс квалиметрической оценки эффективности деятельности вуза, характеризующий уровень подготовки и востребованности молодых специалистов на рынке труда.

Литература:

4. Круглов, А.Ю. Компьютерно-опосредованное общение как социальное явление [Текст] / А.Ю. Круглов // Автореф. ... канд. соц. наук: 22.00.04 / Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена – СПб, 2000. – 25 с.
5. Менеджмент качества в образовательных учреждениях: Материалы курса повышения квалификации / Д.В. Пузанков, С.А. Степанов, В.В. Азарьева, В.С. Соболев, В.Ф. Рябов, И.В. Степанов, С.О. Шапошников, В.В. Яценко, А.Ю. Щербаков – СПб, Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006.
6. Морозова, А.В. Управление процессом профессиональной социализации студентов ссузов в условиях модернизации институтов образования. Монография [Текст] / А.В. Морозова, Н.А. Фролова – Орел: Издательство ОРАГС, 2005. – 200 с.

7. Новиков, С.В. Профессиональная социализация как основа карьеры государственных служащих [Текст] / С.В. Новиков // Дисс. ... канд. соц. наук: 22.00.04 – М, 1999. – 151 с.
8. Панкратов, А.С. Трудовой потенциал: социально-экономические аспекты управления процессом его воспроизводства // Вестник Моск. Ун-та. Серия 18. Социология и Политология. – 1999. - №3. – С. 72-86.
9. Семенов, Б.А. Информационная культура общества: от папируса до компактных оптических дисков. [Текст] / Б.А. Семенов // Библиография – 1994. - №1 – С.11-15.
10. Семенюк, Э.П. Информационная культура общества и прогресс информатики [Текст] / Э.П. Семенюк // НТИ. Сер. 1. – 1994. - № 1. – С. 1-8.
11. Тарандо, Е.Е. Труд и социализация собственности [Текст] / Е.Е. Тарандо / Автореф. ... канд. Соц. Наук: 22.00.03 / Санкт-Петербургский гос. ун-т. – СПб, 1998. – 22 с.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

Technology 2007

УДК

**О КОНТРОЛЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕКТИВНЫХ РЕЙТИНГОВЫХ ОЦЕНОК
СОТРУДНИКОВ И СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
ВО ВНУТРИВУЗОВСКОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ**

М.И. Рабинович

Орловский государственный технический университет
Орел, тел./факс (4862) 556341, E-mail: rabi@ostu.ru

Аннотация

В статье анализируется методика повышения степени достоверности обрабатываемых данных при формировании рейтинговых компонентов во внутривузовской системе качества образования

QU

M.I. Rabinovich

Oryol State Technical University
Oryol, tel./fax (4862) 556341, E-mail: ti@ostu.ru

Annotation

The

Работы по созданию и внедрению систем оценки и управления качеством образования ведутся в настоящее время во многих вузах нашей страны. Важность этих работ обусловлена рядом решений правительства, определивших создание общенациональной системы оценки качества образования одной из основных задач российской образовательной политики [1].

Важным элементом внутривузовской систем управления качеством образования является рейтинговая система оценки результатов деятельности

преподавателей и коллективов преподавателей, осуществляющих учебный процесс.

За последние годы в ряде российских вузов были разработаны и внедрены средства получения рейтинговых оценок кафедр, факультетов и отдельных преподавателей [2,3,4,5]. При этом критерии рейтинговой оценки в основном разрабатываются по принципам рейтинговой оценки вузов и специальностей, которые используются Федеральным агентством по образованию [6].

Эффективность внутривузовской системы рейтинговых оценок напрямую зависит не только от качества методики получения рейтинговых оценок [7], но и от методов её реализации в рамках конкретного образовательного учреждения. На практике процесс получения рейтинговых оценок проходит следующие стадии:

- выбор исходных данных для оценки деятельности субъектов образовательного процесса;
- сбор информации о работе субъектов образовательного процесса (преподавателей, кафедр, факультетов);
- обработка собранных данных, получение и опубликование рейтинговых оценок.

После опубликования, рейтинговые оценки могут стать объектом пристального внимания вузовской общественности. Особенно в том случае, если по их значениям в образовательном учреждении предусмотрены соответствующие меры материального и морального поощрения.

Чтобы стать действительно эффективным инструментом внутривузовской системы управления качеством образования, система получения рейтинговых оценок должна обеспечить не только прозрачность процесса расчёта рейтингов, но и возможность полной проверки исходных данных, используемых при определении рейтингов.

Традиционным способом получения исходных данных для расчёта внутривузовских рейтингов является периодическая подача сведений сотрудниками и подразделениями в службу управления качеством образовательного учреждения. При этом сведения готовятся в каждом из подразделений независимо друг от друга, что создаёт большие трудности в обеспечении достоверности исходных данных для определения рейтинговых оценок. Например, есть вероятность, что работы, выполненные двумя соавторами, работающими в одном структурном подразделении, будут зачтены этому структурному подразделению дважды. Ещё более вероятно, что работы, выполненные двумя соавторами, работающими в разных структурных подразделениях одного факультета, будут зачтены этому факультету дважды.

Для обеспечения более высокой степени достоверности исходных данных предлагается использовать следующие принципы при построении рейтинговых систем:

- данные о работах подразделений (например, об изданных монографиях, статьях и пр.) организовать в общедоступном для образовательного

учреждения виде для обеспечения возможности дополнительного (общественного) контроля их достоверности;

- организовать получение прочих сведений непосредственно из ответственных служб образовательного учреждения, а не задействовать эти службы для контроля достоверности сведений, подаваемых структурными подразделениями.

Реализовать эти принципы в полной мере позволяют современные информационные технологии обработки данных, позволяющие создавать распределённые базы данных, содержащие информацию, доступ к которой осуществляется в режиме “почти реального времени”. Для этого в базе данных необходимо регистрировать авторизованную информацию о функционировании образовательного учреждения. Описание каждой выполненной работы в такой базе данных должно содержать ссылку на уникальные коды авторов работы в пределах образовательного учреждения. Это позволяет достаточно просто реализовать механизм блокирования двойной регистрации работ.

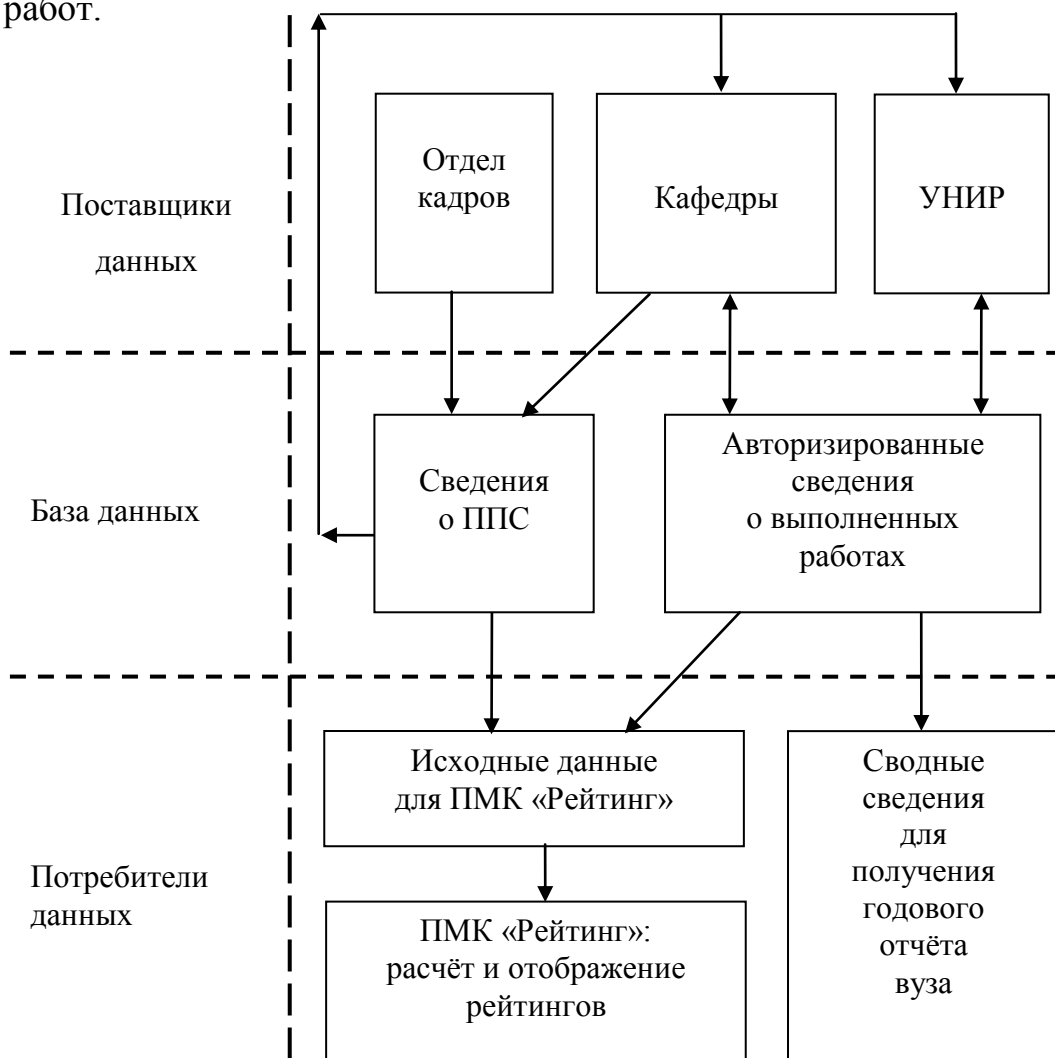


Рисунок 1 - Архитектура системы сбора авторизованной информации о функционировании вуза

Сведения о кадровом потенциале, финансовой и другой активности сотрудников и структурных подразделений образовательного учреждения регистрируются в базе данных из разных источников (базы данных отдела кадров, управления научно-исследовательских работ и т.д.). Каждое из этих подразделений отвечает за ту часть собираемой информации, с которой оно работает в силу своих служебных обязанностей. Это также способствует повышению достоверности исходных данных. Необходимое при этом согласование баз данных включает в себя использование единой (во всех базах данных) системы кодов сотрудников и подразделений образовательного учреждения.

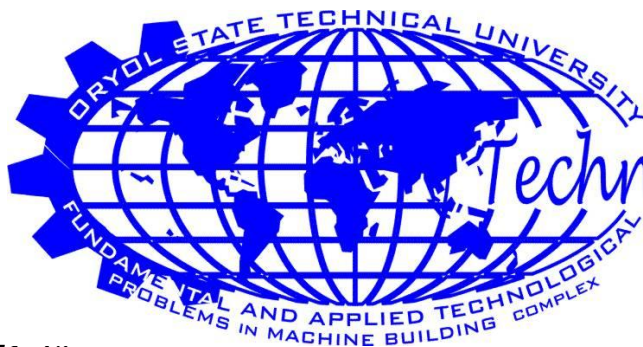
Упрощенная структурная схема системы сбора авторизированной информации для рейтинговой системы приведена на рисунке 1.

Система расчёта рейтингов, получающая исходные данные из базы данных с авторизированной информацией о выполняемых работах, позволяет получать обновлённые рейтинговые оценки практически ежедневно без дополнительных трудозатрат.

В заключение отметим также, что построение интегрированной базы данных сведений о работе образовательного учреждения позволяет получать разнообразную информацию (годовые отчёты вуза, сведения для определения рейтинга вуза, сведения для контроля состояния показателей аккредитации), не загружая при этом дополнительно подразделения образовательного учреждения.

Список литературы

1. ПРИКАЗ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки № 1938 от 30.09.2005 “Об утверждении показателей деятельности и критериев государственной аккредитации высших учебных заведений”.
2. <http://www.etu.ru> – сайт Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ).
3. <http://test.madi.ru/information/rate2005.shtml> – сайт Московского автомобильно-дорожного института
4. <http://www.vstu.ru> - сайт Волгоградского государственного технического университета.
5. <http://admin.novsu.ac.ru/uni/uni.nsf/all/doci> – сайт Новгородского государственного университета.
6. ПРИКАЗ Минобрнауки России № 593 от 19.02.2003 “О внесении изменений в приказ Минобрнауки России от 26.02.2001 № 631 “О рейтинге высших учебных заведений”.
7. Степанов Ю.С., Рабинович М.И. О проблемах получения рейтинговых оценок деятельности преподавателей, кафедр и факультетов во внутривузовской системе управления качеством образования // Университетское управление: практика и анализ.- 2006.- №6.- С.53-57.



Russia,
Orel



Helsinki,
Finland

УДК 371.49

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНО-
СТЬЮ
В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА ПРОФИЛЬНОГО ВУЗА**

А.В. Морозова, к.с.н., доц.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел./факс (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

Аннотация

В статье анализируется процесс структурной модернизации крупных университетских комплексов в систему профильных вузов, а также применение тьюторской модели социального взаимодействия как управленческой основы организации научно-исследовательской и инновационной деятельности образовательных учреждений такого типа.

**THE CONCEPTUAL FUNDAMENTALS OF THE SCIENTIFIC AND RE-
SEARCH AND INNOVATIVE ACTIVITY MANAGEMENT WITHIN THE
QUALITY SYSTEM OF THE SPECIALIST INSTITUTES OF HIGHER
EDUCATION**

A. Morozova, Ass. Prof., Cand. of Social Sciences
Oryol State Technical University
Oryol, tel./fax (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

Annotation

The process of structural modernization of the largest university complexes into the specialist institute system and also the application of the tutorial model of social interaction as a managerial basis of organizing the scientific and research and innovative activity of such kind educational establishments are analyzed in the article

Современные проблемы развития профессионального образования, обостренные и ярко высвеченные в России, социально-экономическое состояние которой в настоящий момент социологи-исследователи характери-

зуют как «трансформационное общество», поставили перед научно-образовательным сообществом вопрос о том, можно ли сохранять старый способ работы, основанный на государственном протекционизме и финансировании, или же следует приспосабливаться к новым условиям, жертвуя в какой-то степени академической свободой и включаясь в рыночную деятельность [2].

Наиболее существенным барьером к проведению организационных изменений в вузе является преобладающее мнение о «священности» существующей организационной структуры, основанной на иерархической функциональной департаментализации вуза в целом, а также на дисциплинарной (предметной) департаментализации учебной и научной деятельности. Как известно, «структура» – это совокупность элементов некоторого множества и отношений, установленных между ними. Поэтому тип структуры организации определяется, прежде всего, видом этих отношений. Обычно полагают, что иерархическая структура университета может быть усовершенствована, например, добавлением очередного «департамента», то есть факультета, кафедры, института или отдела, но никак не изменена в смысле организационных отношений между подразделениями.

Отсутствие понимания новых задач управления имеет исторические причины: задачи развития индустриального общества XX века носили в первую очередь количественный характер и подразумевали на столько диверсификацию и поиск новых подходов, сколько репродуцирование наработанных схем в условиях слабо изменяющейся внешней среды. Хотя тип организации деятельности вузов всегда отличался от организации деятельности промышленных предприятий, тем не менее общая ситуация стабильности социально-экономической системы и наличие сильно выраженных элементов механистической бюрократии в университетском управлении, не стимулировали развитие каких-то новых форм управления вузом, связанных со сложными процедурами анализа внешней среды и творческими поисками нестандартных управленческих решений. Частным следствием этого, например, является взгляд на должности декана, проректора или даже ректора как на число административные, а иногда даже как на диспетчерские должности.

В то же время развитие управления и организационная трансформация – это, прежде всего, изменение структурных отношений внутри организации, означающее переход организации из одного класса структур в другой. Причем новый организационный класс может быть известным, а может являться организационной инновацией, вызванной к жизни новыми условиями внешней среды.

При анализе перспектив развития университетской системы управления, по нашему мнению, следует опираться, в первую очередь, на основные принципы развития управления [1]. Один из них заключается в том, что реальная потребность в развитии управления вытекает не из необходимости оптимизировать те или иные аспекты деятельности организации, а из-за возникновения новых задач, которые организация вынуждена решать.

Другой принцип состоит в том, что пересматриваются основы управления. Это дает толчок последующим преобразованиям, которые осуществляются не на основе улучшения старых подструктур, а в целях развития концепции управления.

Третий принцип подразумевает учет фактора кадров организации как ограничительного фактора преобразований. Отсутствие достаточного количества квалифицированных кадров, а также инертность основного персонала в восприятии инноваций (при отсутствии продуманной политики стимулирования) перечеркивает любые усилия инициативной группы менеджеров по реструктуризации управления.

По мнению А.О. Гудзинского, «прилагая перечисленные принципы к проблемам университетского управления, следует отметить, что налицо центральный фактор развития – новые задачи, стоящие перед университетами в условиях академического капитализма. Внешняя среда изменилась настолько существенно, что невозможно отрицать необходимость радикальных шагов по организационной перестройке университета» [2, 119].

Анализ современной российской практики университетской жизни позволяет сделать вывод о наличии трех основных типов реакции университетских сообществ на изменения условий внешней среды.

Первый тип реакции – попытка ничего не менять в управлении, но устранить причины, вызвавшие ухудшение ситуации. Следствием такого выбора была либо политика «пережидания плохой погоды», либо борьбы с инакомыслием за возврат к «старому доброму прошлому». Такая политика реализовывалась, в основном, либо политическими методами, вследствие чего инновационно настроенные ученые и специалисты вытеснялись из системы управления университетами, либо социально-психологическими методами, которые приводили к полному устранению таких работников из университетских сообществ. Последствия реализации такой политики очевидны: «верхи» окончательно перестали справляться с управлением организациями, отсутствие каких-либо существенных преобразований отбросило такие образовательные учреждения на последние строки рейтингов, а коллективы, потеряв своих неформальных лидеров, постепенно превратились в «самодовольное болото», негативно оценивающее все новации и эксперименты, происходящие во внешней среде вузов.

Второй тип реакции – решение возникающих проблем теми стандартными методами, которые были характерны для существующей системы. Как правило, такая реакция характеризовалась усложнением иерархической структуры вузов, введением новых должностей, отделов, штатных единиц, которым ставились в соответствие определенные функциональные обязанности, возникшие при анализе тех изменений, которые появились во внешней для вузов среде. Так появлялись новые должности проректоров, новые отделы, лаборатории и Центры, громадный перечень новых должностей в штатных расписаниях вузов (благо проблем с заполнением кадрами этих должностей в условиях безработицы и «демографического котлована» в стране не было). Такой механистический подход к реформированию управ-

ления привел к тому, что в университетских сообществах «добывающие» компоненты структуры остались, как правило, в прежнем составе (кафедры, факультеты, исследовательские лаборатории), а «управляющие» компоненты структуры (отделы, управления и т.д.) в значительной мере разрослись. При этом главной задачей новых управленческих структур стала «имитация бурной деятельности», т.е. любая управленческая работа, способствующая оправданию собственного существования и формированию впечатления о необходимости и результативности этой работы.

Третий тип реакции на изменение внешней среды – это собственно и есть развитие управления, то есть комплексная перестройка управленческих подходов в соответствии с содержанием и сущностью новых задач. К началу XXI века новые глобальные тенденции развития мировой образовательной системы вполне определились. За исключением ряда элитных вузов, пользующихся приоритетной поддержкой государств, основная масса вузов оказалась в той или иной степени (в зависимости от национальных условий и собственных возможностей) вовлеченной в рыночно ориентированную деятельность, основанную на конкуренции за ресурсы [2, 113]. Целью соревнования стал государственный заказ на подготовку специалистов, средства населения, готового оплачивать различные образовательные услуги, средства, выделяемые в виде грантов на научные исследования государствами, общественными и частными фондами и корпорациями. Более того, университеты наравне с промышленными предприятиями включились в рыночную борьбу за продвижение высокотехнологичной продукции, изготавливаемой в вузах или ассоциированных с ними производственными структурами.

Правительства европейских государств, в целом, поощряют движение университетов в сторону рынка и создают институциональные условия его глобализации в рамках общего процесса интеграции Европы. Примерами усилий европейских правительств, направленных на глобализацию рынка образовательных и научных услуг является Болонский процесс и Рамочные программы научно-технического развития. Правительство Российской Федерации также приняло решения, направленные на вовлечение российских вузов в эти глобальные процессы. Следствие этих решений стала тенденция, при которой российские вузы в последние годы стали четко осознавать необходимость перехода к стратегическому управлению и, в частности, ясной формулировки ближайших задач развития в систематически обновляющихся условиях.

Важнейшим компонентом стратегического управления современным вузом является корпоративная система качества, которая является должна являться компонентом национальной системы гарантии качества образования. И в этой связи особенно ценен опыт наиболее успешных корпораций, который свидетельствует, в первую очередь, о необходимости «органических» изменений в организации, объектом которых являются не столь базовые элементы структуры, сколько функциональные отношения внутри организации.

Российский социолог А.О. Грудзинский при анализе деятельности современных университетов с позиции продуктно-организационного подхода позволяет выделить несколько основных типов университетов: учебный университет, исследовательский университет, университет с развитой технологической подсистемой, распределенный по территории университет и др. [2, 193-217]. По нашему мнению, есть смысл рассматривать еще один тип университетов, который в последнее время появляется на образовательном пространстве России: университет как конгломерат профильных вузов, причем особое место здесь следует отвести университетам, расположенным не в столицах, а на периферии. В этой связи особое место занимает оценка специфики возникновения, структурирования и функционирования профильных вузов как нового вида образовательных организаций и методы управления таким университетом-конгломератом, состоящим из профильных вузов.

Методология анализа нового вида университетских структур основывается, по нашему мнению, на исследовании особенностей самоорганизации социальной материи при достижении ею определенного критического состояния управленческого взаимодействия. В этой связи, реструктуризация громадных университетских сообществ в конгломерат профильных вузов позволяет решить две острейшие проблемы. Во-первых, снизить уровень управленческой «кризисности», перенеся акцент на взаимодействие, в основном, руководящего состава университета, а также его приоритетную переориентацию на совместное решение стратегических задач. Во-вторых, тактическое управление вузом и, как следствие, социальное взаимодействие, направленное на решение тактических задач, концентрируется в менее крупных, но имеющих более высокий уровень плотности социального взаимодействия сообществах профильных специалистов. Это и позволяет решить главную проблему современных крупных университетов – наличие высокого уровня социальной напряженности управленческого взаимодействия, являющейся следствием ограниченности как материально-технических, финансовых, так и социальных ресурсов.

В этой связи, по нашему мнению, при формировании профильных вузов следует учитывать следующую специфику:

- компактное расположение на ограниченной территории;
- наличие небольшого штата руководящих работников вуза;
- высокая концентрация специалистов определенного профиля;
- фиксированный объем фонда заработной платы;
- формирование профильного вуза на основе уже функционировавших некоторое время образовательных структур;
- наличие единой сферы профессиональной деятельности выпускников всех структурных подразделений профильного вуза;
- реализация как учебного, так и научного и производственного направлений деятельности коллектива профильного вуза;
- возможность реализации на базе профильного вуза принципа «образование в течение всей жизни» для любого студента вуза;

- многоуровневая дифференциация как практикоориентированного образования, так и теоретикоориентированного образования через создание, с одной стороны, системы начального и среднего профессионального образования, сопровождающегося получением студентами широкого спектра рабочих профессий посредством их личного участия в реальном производственном цикле по выпуску настольных сверлильных станков на базе учебно-производственных мастерских вуза; с другой стороны, системы высшего и послевузовского профессионального образования, образующей совместно со средним специальным образованием систему непрерывного профессионального образования, в которой студенты получают как опыт научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы, так и навыки организаторской и управленческой работы в условиях современного производства.

Эти особенности профильного вуза были использованы при разработке структуры системы качества Технологического института Орловского государственного технического университета, а также при разработке концепции Научно-исследовательской и инновационной деятельности вуза.

По нашему мнению, такая особенность профильного вуза как ограниченность управленческих кадров и финансовых ресурсов – с одной стороны, и необходимость обеспечения управленческого воздействия в каждом компоненте типового реестра процессов СК вуза – с другой стороны, приводит к необходимости формирования нового типа симбиотической структуры организационно-процессного типа. Такая структура позволяет, с одной стороны, осуществлять управленческое воздействие в рамках всех типовых процессов СК вуза, а, с другой стороны, за счет создания обобщенных групп процессов и формирования внештатных информационно-аналитических групп решать управленческие задачи с привлечением ограниченного числа лиц (схема 1 и 2).

Кроме того, при организации научно-исследовательской и инновационной деятельности, по нашему мнению, целесообразно, используя сложившиеся традиции, сохранить подчиненность и отчетность кафедр профильного вуза научно-исследовательскому отделу университета, а, в профильном вузе формировать лишь творческие межкафедральные исследовательские группы и информационно-аналитические группы, которые объединяли бы усилия как студентов, так и преподавателей различных кафедр для решения конкретных научно-исследовательских задач. В этом случае можно говорить об использовании ценного опыта наиболее успешных корпораций, который свидетельствует, в первую очередь, «о необходимости «органических» изменений в организации, объектом которых являются не столь базовые элементы структуры, сколько функциональные отношения внутри организации» [2, 115].

Так на базе творческой информационно-аналитической группы Технологического института ОрелГТУ, в состав которой входят как преподаватели различных кафедр, так и студенты различных факультетов института, начаты исследования в следующих базовых направлениях:

1. квалиметрическая оценка результативности деятельности вуза;
2. социально-профессиональная конкурентоспособность выпускника вуза как интегративная оценка качества специалиста на рынке труда и в сфере машиностроительного производства [3];
3. основные и вспомогательные процессы системы менеджмента качества на основе CALS-технологий инновационного вуза машиностроительного профиля;
4. комплексная оценка деятельности вуза машиностроительного профиля относительно требований стандартов ISO 9000 с целью выявления потенциала для улучшения;
5. разработка методики оценки качества образовательных услуг;
6. повышение качества образовательных услуг в техническом вузе на основе процессного подхода и сравнительного мониторинга традиционных и инновационных курсов и другие.

Особо следует подчеркнуть, что спецификой управленческой деятельности в профильном вузе является переход к тьюторской модели управленческой деятельности руководящих работников образовательной структуры, которая основана на консультировании руководящими работниками института творческих межкафедральных групп, реализующих определенные направления исследовательской деятельности, нередко являясь не только их активными членами, но и руководителями реализуемых ими проектов. Таким образом, переход от принципов «механистического» менеджмента [2, 74] к методам органического менеджмента при формировании концепции научно-исследовательской и инновационной деятельности профильного вуза, по нашему мнению, позволяет сохранить лучшие традиции коллектива, перейти к стратегическому управлению по целям, децентрализации власти, приоритету инициативы и предпринимательства, следованию за лидерами, самообновлению и самоактуализации.

Литература

1. Виханский, О.С. Менеджмент [Текст] / О.С. Виханский, А.И. Наумов – М.: Гардарики, 2002.
2. Гудзинский, А.О. Социальных механизм управления инновационным университетом [Текст] / автореф. дисс. ... д-ра соц. наук : 22.00.08 / Гудзинский Александр Олегович – СПб, 2005. – 354 с.
3. Морозова, А.В. Управление процессом профессиональной социализации студентов ссузов в условиях модернизации институтов образования. Монография [Текст] / А.В. Морозова, Н.А. Фролова – Орел: Изд-во ОРАГС, 2005. – 200 с.

основные процессы	Маркетинговые исследования рынка научных, образовательных услуг и рынка труда				Проектирование и разработка образовательных программ.
	Проектирование и разработка образовательных программ				Реализация основных образовательных программ.
	Довузовская подготовка и прием студентов				Проектирование и реализация программ дополнительного образования.
	Реализация основных образовательных программ				Издательская деятельность (учебная и методическая литература).
	Воспитательная и внеучебная работа с обучаемыми				Управление образовательной средой.
	Проектирование и реализация программ дополнительного образования				Научно-исследовательская и инновационная деятельность.
	Подготовка кадров высшей квалификации				Подготовка кадров высшей квалификации (работа диссертационных советов, обучение сотрудников ТИ ОрелГТУ в аспирантуре и докторантуре).
	Научно-исследовательская и инновационная деятельность				Издательская деятельность (научная литература).
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				Маркетинговые исследования рынка научных, образовательных услуг и рынка труда.	
вспомогательные процессы	Бухгалтерско-финансовое обеспечение научно-образовательного процесса			Доссузовская подготовка	
	Кадровое обеспечение			Воспитательная и внеучебная работа	
	Закупки и взаимодействие с поставщиками материальных ресурсов				
	Управление образовательной средой				
	Издательская деятельность				
	Библиотечное и информационное обслуживание				
	Управление инфраструктурой и производственной средой				
	Обеспечение безопасности жизнедеятельности				
Социальная поддержка студентов и сотрудников					
РЕЕСТР ТИПОВЫХ ПРОЦЕССОВ					

		с обучаемыми. Управление ин- фраструктурой. Социальная под- держка студентов и сотрудников ТИ ОрелГТУ	
		XXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXX XXXX	
		Бухгалтерско- финансовое обес- печение научно- образовательного процесса	РЕЕСТР ПРОЦЕССОВ ПРОФИЛЬНОГО ВУЗА
		Кадровое обеспе- чение	
		Закупки и взаи- модействие с поставщиками материальных ре- сурсов	
		Библиотечное об- служивание	
		Информационное обслуживание	
		Управление про- изводственной средой	
		Обеспечение безо- пасности жизне- деятельности	
		РЕЕСТР ПРОЦЕССОВ ПРОФИЛЬНОГО ВУЗА	

Рис. 1. Перегруппировка реестра типовых процессов СК образовательного учреждения в условиях профильного вуза

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОЦЕССНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ОрелГТУ

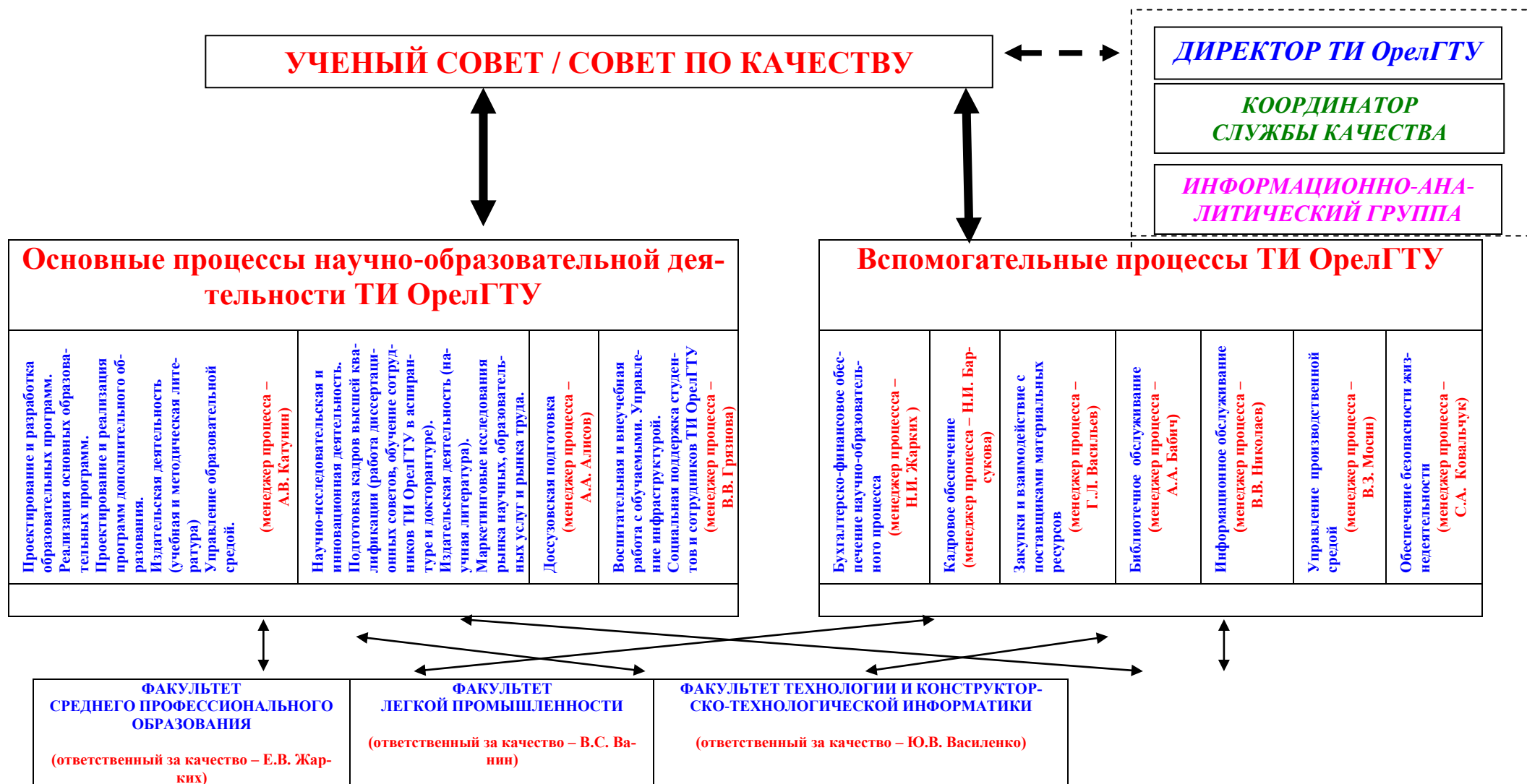


Рис. 2 Организационно-процессная структура системы качества Технологического института ОрелГТУ

