

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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.
Кулаков А. Ф. к.т.н., доц.
Фролова Н. А. к.социол.н., доц.
Соков О. А. к.т.н., доц.
Борзенков М. И. к.т.н., доц.
Поландова Л. И.
Одолеева М. В.

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

Главный редактор:
Степанов Ю. С. д.т.н., проф.
Зам. главного редактора:
Киричек А. В. д.т.н., проф.
Зам. главного редактора:
Подмастерьев К. В. д.т.н., проф.
Васильев А. С. д.т.н., проф.
Васин С. А. д.т.н., проф.
Дальский А. М. д.т.н., проф.
Зубарев Ю. М. д.т.н., проф.
Суслов А. Г. д.т.н., проф.
Технический редактор:
Черепенько А. А. доц., к.т.н.,
Художественный редактор:
Барсуков Г. В. доц., к.т.н.
Компьютерная верстка:
Подзолков М. Г. к.т.н., доц.

АДРЕС РЕДАКЦИИ СЕРИИ:

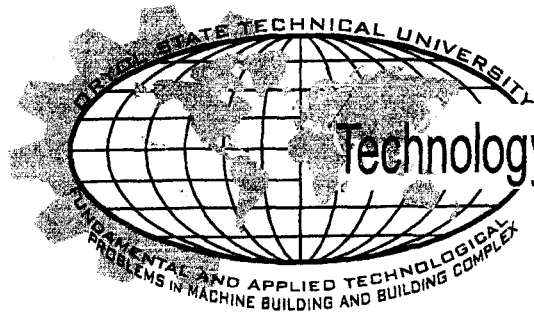
302030 Россия, Орел,
ул. Московская, д. 34
Кафедра ТМиКТИ
Редколлегия журнала Известия
ОрелГТУ.
Серия: «Машиностроение. При-
боростроение»
тел: (4862) 55-55-24, 54-15-03
факс: (4862) 55-55-24
e-mail: ti@ostu.ru, upk@ostu.ru

Формат 69×90/8
Печать ризография. Бумага
Офсетная. Усл. печ. л – 10.0
Тираж 500 экз.

©ОрелГТУ, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

• ТЕХНОЛОГИИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ	
М.В. Бородин, С.И. Брусов, А.С. Тарапанов Исследование кинематических параметров процесса фрезерования винтовых поверхностей роторов героторных насосов.....	4
С.И. Брусов, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов Исследование силы резания при многопроходной обработке винтовых канавок в зависимости от распределения припуска между проходами.....	8
С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов Анализ влияния начального радиуса гиперболической фрезы на ее выходные параметры.....	12
А. А. Жирков, А. В. Катунин Стружкообразование при прерывистом точении.....	15
С.Ф. Корндорф, Ю.А. Бакурова Исследование зоны трения стружки о переднюю поверхность режущего инструмента.....	19
А.С. Тарапанов, С.И. Брусов, М.Ф. Селеменев, Б.И. Афанасьев, К.Ф. Селеменев, Д.С. Фомин Обработка винтовых поверхностей с малым углом наклона относительно оси сборными фасонными фрезами.....	22
• ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ	
А.В.Киричек, Е.А.Звягина Эпиламы и их применение при обработке осевым инструментом.....	26
М.С. Махалов Автоматизация проектирования технологии размерного совмещенного обкатывания.....	31
В.В. Белых Роль мягких материалов на твердой матрице при работе деталей в абразивных средах.....	37
Ю.П. Топоров, И.Л. Петров, А.Б. Дровосеков, Н.Н. Лознецова, М.В. Иванов, Ю.М. Полукаров Трибологические свойства композиционных никелевых покрытий с наноплазмным наполнителем.....	42
• МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
И.В. Мирошин Моделирование процесса нагружения поверхностного слоя при внедрении индентора.....	45
А.В.Поляков, А.В.Киричек, Н.Н.Самойлов Моделирование напряженно-деформированного состояния детали при статико-импульсном дорновании методом конечных элементов.....	48
Ю.С. Степанов, Н.Н. Самойлов, А.А. Жирков, В.В. Иножарский Математическая модель обката поверхности ротора винтового насоса инструментом с роликовыми инденторами.....	52
В.Ю.Анцев, А.Н.Иноземцев, Н.И.Пасько Теоретико-вероятностный анализ процессов испытаний точных технологических машин.....	57
А. В. Заика, Т. В. Савостикова, В.С. Шоркин Математическое моделирование влияния упрочненного поверхностного слоя на напряженное состояние детали.....	59
Т.В. Потураева, В.С. Шоркин Представление рабочего тела иглофрезы в виде сплошной среды с особыми свойствами.....	61
• ТРЕНИЕ, ИЗНОС, СМАЗКА В МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ	
Е.В. Берзина Мезогенные соединения в качестве трибоактивных присадок.....	72
В.П. Корячкин Реологические характеристики пластичных смазок.....	77
• ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	
М.А. Ветчинников, А.Ф. Клопов, П.И. Кисеев Технологический процесс электронской обработки изделия сложной формы.....	85
А.В. Кузовкин Разработка процесса формообразования поверхностей комбинированными методами.....	93
Ю. С. Степанов, М. А. Бурацков Оценка изменения энергетических параметров сверхзвуковой струи жидкости в процессе послыонного раскрытия настилов материалов.....	97
• НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	
В.В. Белов, Ю.В. Сухарев Использование биологически активированного опилкобетона для утепления эффективной металлодеревянной панели.....	102
• ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ПРОФИЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
В.П. Смоленцев Специфика функционирования системы подготовки технических кадров в системе профессионального образования США.....	108
А.В. Морозова Потребительский мониторинг удовлетворенности качеством образования в вузе.....	113
А.В. Морозова Применение теории статистики качества к исследованию социально-профессиональной конкурентоспособности выпускников системы среднего профессионального образования.....	116
А.А. Алисов Программный комплекс T-FLEX как элемент образовательных технологий в системе профильного профессионального образования ССУЗА.....	120
• ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	
Д.А. Блинов Система мобилизации резервов управления затратами машиностроительного предприятия (организационно-экономические аспекты).....	124
В.В. Гордина К вопросу о методах оценки финансового состояния предприятия.....	129
С.В. Киричек Повышение эффективности банковского регулирования при качественном функционировании систем управления рисками и внутреннего контроля в кредитных организациях посредством формирования системы мониторинга устойчивости банковского сектора.....	134
А.Н. Подрезов Применение геоинформационных технологий в инвестиционных исследованиях региональной промышленности.....	140



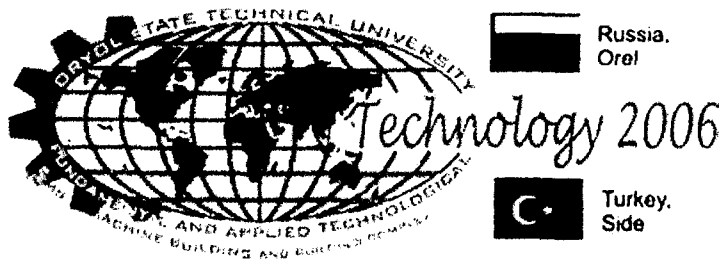
Russia,
Orel

Technology 2006



Turkey,
Side

ТЕХНОЛОГИИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ



УДК 621.914.7+621.992.5

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РОТОРОВ ГЕРОТОРНЫХ НАСОСОВ

М.В. Бородин, С.И. Брусов, к.т.н., А.С. Тарапанов, д.т.н., профессор
Орловский Государственный Технический Университет
Орел, тел. (4862) 541508, e-mail: tmsi@ostu.ru

RESEARCH OF KINEMATIC PARAMETERS BY THE MILLING OF HELIX SURFACES OF THE HEROTOR PUMP ROTORS

M.V. Borodin, S.I. Brusov, Dr.Ph., A.S. Tarapanov, Dr.Ph.
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 541508, e-mail: tmsi@ostu.ru

In clause the research of the kinematic parameters of helix surfaces milling of rotors herotor pumps is made on the basis of three-dimensional mathematical display of the cutting scheme depending on the disk mill geometry and modes of milling

Механическая обработка винтовых поверхностей деталей машин является одним из наиболее сложных процессов. Особенностью при обработке винтовой поверхности является то, что происходит постоянное изменение толщин срезаемых слоев для каждой точки режущих лезвий инструмента. Фрезерование винтовой поверхности такой конфигурации вместо обработки точением позволяет резко повысить, как производительность процесса, так и качество получаемой поверхности.

Исследование динамики этого процесса помогает спрогнозировать точность получаемых изделий и позволяет более полно использовать возможности инструмента. Численный анализ параметров обработки позволяет решить ряд важных задач, таких как определение параметров режима резания и его оптимизация. Анализ процесса резания включает в себя определение рабочих углов инструмента и параметров срезаемого слоя.

Расчет рабочих углов и параметров срезаемого слоя основан на применении математического отображения кинематической схемы резания, которая определяет положение любой точки режущего лезвия инструмента в процессе резания. При помощи математического отображения схемы резания удобно определение таких параметров механической обработки, как кинематические изменения рабочих углов, размеры срезаемого слоя металла, шероховатость обработанной поверхности, износ инструмента и др. [1].

Математическое отображение схемы резания (рис. 1,а) при обработке винтовой поверхности дисковой фрезой:

$$\begin{cases} x = (\varphi(L) / \operatorname{tg} \varphi_1) + p \varphi(S); \\ y = R_\phi \sin \varphi(V) \sin \varphi(S); \\ z = [R - R_\phi \cos \varphi(V) + \varphi(L) \operatorname{tg} \varphi_1 - R \sin \varphi(S)] \cos \varphi(S); \end{cases} \quad (1)$$

где $\varphi(L)$ – параметр режущего лезвия инструмента;

$\varphi(S)$ – угол поворота винта;

$\varphi(V)$ – мгновенный угол поворота фрезы;

φ_1 – угол в плане;

R – начальный радиус винта;

R_ϕ – радиус фрезы;

p – винтовой параметр.

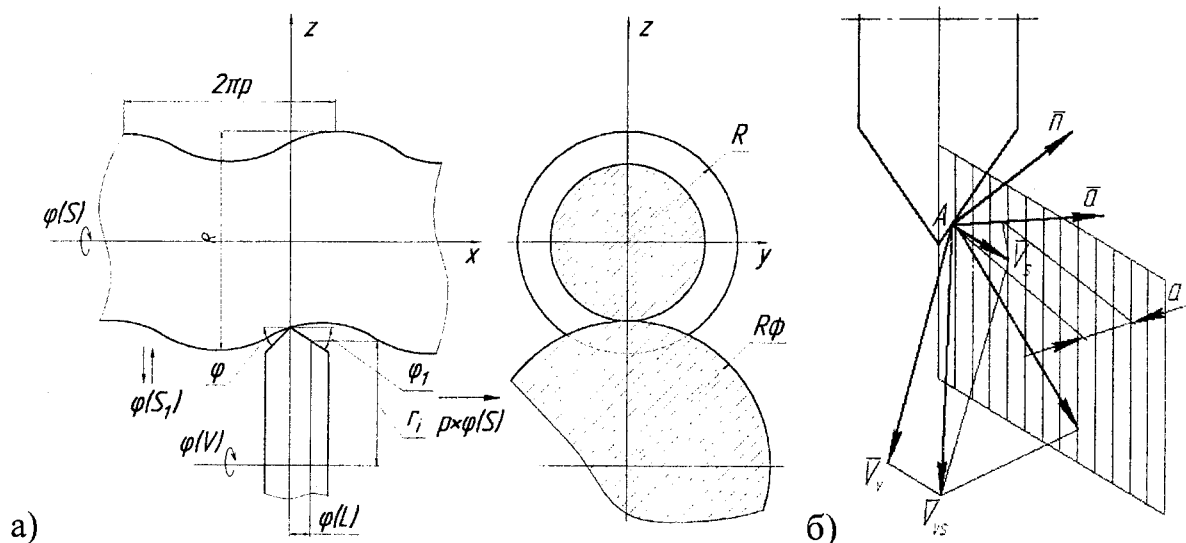


Рис. 1. Кинематические параметры процесса обработки винтовых поверхностей роторов героторных насосов:

а) схема обработки винта героторного насоса дисковой фрезой;

б) схема для определения толщины срезаемого слоя при фрезеровании винтовой поверхности дисковой фрезой

Для случая лезвийной обработки точением винта героторного насоса математическое отображение схемы резания имеет вид:

$$\begin{cases} x = p\varphi(S); \\ y = [R \cos \varphi(V) + R \sin \varphi(S)] \cos \varphi(S) - R \sin \varphi(V) \sin \varphi(S); \\ z = [R \cos \varphi(V) + R \sin \varphi(S)] \sin \varphi(S) + R \sin \varphi(V) \cos \varphi(S). \end{cases} \quad (2)$$

Основными параметрами, влияющими на значение силы резания, являются кинематические изменения рабочих углов и толщина срезаемого слоя. Для их расчета определяются частные производные уравнений (1) и (2) по параметрам движения резания, движения подачи и параметру режущей кромки [2].

Кинематическое изменение заднего угла в направлении наибольшего перемещения по подаче можно определить по формуле:

$$\Delta\alpha = \operatorname{arctg} \frac{|\bar{V}_s|}{|\bar{V}_v|}; \quad (3)$$

$|\bar{V}_v|$ – вектор скорости перемещения в направлении движения резания:

$$|\bar{V}_v| = 2\pi n \sqrt{(R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S))^2 + (R_\phi \cos \varphi(V) \sin \varphi(S))^2}; \quad (4)$$

$|\bar{V}_s|$ – вектор скорости перемещения в направлении движения подачи:

$$\begin{aligned} |\bar{V}_s| = 2\pi n_s \sqrt{(p)^2 + ((-R \cos \varphi(S))^2 - (R - R_\phi \cos \varphi(V) + \\ + \varphi(L) \operatorname{tg} \varphi_1 - R \sin \varphi(S)) \sin \varphi(S))^2 + (R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S))^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для вычисления толщины срезаемого слоя нужно получить уравнение плоскости, касательной к поверхности резания в данной точке. Эта плоскость определяется тремя векторами (рис. 1,б):

вектором, касательным к режущей кромке

$$\bar{n} = \left\{ \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi_1}; \operatorname{tg} \varphi_1 \cos \varphi(S); 0 \right\}, \quad (6)$$

вектором

$$\begin{aligned} \bar{V}_{VS} = \{ 0; (2\pi n_s \cdot (-R \cos \varphi(S))^2 - (R - R_\phi \cos \varphi(V) + \varphi(L) \operatorname{tg} \varphi_1 - \\ - R \sin \varphi(S)) \sin \varphi(S)) + 2\pi n \cdot R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S) \} V_y; \\ (2\pi n_s \cdot R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S) + 2\pi n \cdot R_\phi \cos \varphi(V) \sin \varphi(S)) V_z \}, \end{aligned} \quad (7)$$

и вектором \bar{c} :

$$\bar{c} = \{(x - x_A); (y - y_A); (z - z_A)\}. \quad (8)$$

Вектор, в направлении которого изменяется толщина срезаемого слоя, должен быть перпендикулярен к этой плоскости в данной точке [3]:

$$\bar{a} = \{a_x; a_y; a_z\}, \quad (9)$$

где составляющие данного вектора

$$\begin{aligned} a_x = - (2\pi n (R_\phi \cos \varphi(V) \sin \varphi(S)) + 2\pi n_s (R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S))) \times \\ \times (\operatorname{tg} \varphi_1 \cos \varphi(S)); \end{aligned} \quad (10)$$

$$a_y = \left(\frac{2\pi n (R_\phi \cos \varphi(V) \sin \varphi(S)) + 2\pi n_e (R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S))}{\operatorname{tg} \varphi_1} \right) - (2\pi n_e p); \quad (11)$$

$$a_z = 2\pi n_e p (\operatorname{tg} \varphi_1 \cos \varphi(S)) - (2\pi n (R_\phi \sin \varphi(V) \cos \varphi(S))) + \\ + \frac{2\pi n_e}{\operatorname{tg} \varphi_1} (-R \cos \varphi(S)^2 - (R - R_\phi \cos \varphi(V) + \\ + \varphi(L) \operatorname{tg} \varphi_1 - R \sin \varphi(S)) \sin \varphi(S)) \quad (12)$$

Расчет толщины срезаемого слоя a с применением математического отображения кинематической схемы резания, которая определяет положение любой точки режущего лезвия инструмента в процессе резания, позволил определить, что при изменении соотношения частоты вращения фрезы и винта изменение толщины срезаемого слоя по длине линии контакта практически не наблюдается, но при увеличении винтового параметра толщина срезаемого слоя по длине линии контакта уменьшается.

При увеличении угла в плане до $\varphi = 55^\circ$ и изменении подачи $\varphi(S) = 0,05 \div 0,3$ рад резание происходит вспомогательной режущей кромкой, а при увеличении вспомогательного угла в плане и уменьшении винтового параметра толщина срезаемого слоя уменьшается.

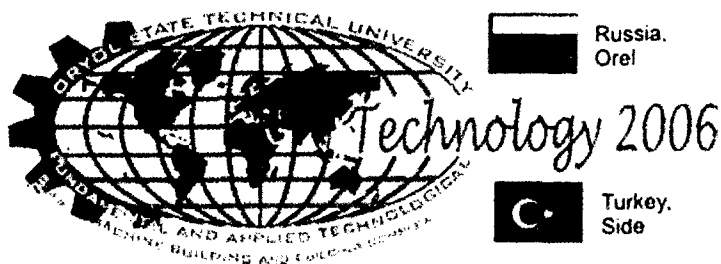
При расчете параметров кинематического изменения заднего угла $\Delta\alpha$ удалось выяснить, что при изменении соотношения частоты вращения фрезы и винта задний угол $\Delta\alpha$ уменьшается, тогда как при увеличении винтового параметра кинематическое изменение заднего угла $\Delta\alpha$ увеличивается.

При изменении угла в плане и вспомогательного угла в плане изменение заднего угла $\Delta\alpha$ не происходит, также из всех рассмотренных случаев изменения кинематических параметров значительное увеличение угла $\Delta\alpha$ происходит в среднем в 2 раза при увеличении подачи с $\varphi(S) = 0,25$ рад до $\varphi(S) = 0,3$ рад.

Значения кинематических изменений углов режущей части дисковой фрезы и геометрические параметры срезаемого слоя являются основой для определения силы резания, погрешностей обработки, параметров шероховатости при обработке винтовой поверхности ротора героторного насоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балденко Д.Ф. Винтовые насосы. М.: Машиностроение, 1982. 224 с.
2. С.И. Брусов, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов Комплексный анализ параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей. М.: Машиностроение-1, 2006. 128 с.
3. М.В. Бородин, С.И. Брусов, А.С. Тарапанов. Определение силовых характеристик обработки винтовых поверхностей роторов героторных насосов // Труды международного научного симпозиума «Гидродинамическая теория смазки – 120 лет». Т. 2. Орел.: ОрелГТУ, 2006. С. 257–265.



УДК 621.914.7+621.992.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ МНОГОПРОХОДНОЙ ОБРАБОТКЕ ВИНТОВЫХ КАНАВОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ

С.И. Брусов, к.т.н., доцент; А.С. Тарапанов, д.т.н., профессор;
Г.А. Харламов, д.т.н., профессор
Орловский Государственный Технический Университет
Орел, тел. (4862) 541508

RESEARCH OF THE CUTTING FORCE AT MULTIPASS MILLING OF HELIX SURFACES DEPENDING FROM DISTRIBUTIONS OF THE CUTTING LAYER BETWEEN PASSES

S.I. Brusov, Dr. Ph.; A.S. Tarapanov, Dr. Ph.; G.A. Kharlamov, Dr. Ph.
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 541508

In the clause the research of distribution of thickness of cut layers and cutting force is carried out depending on quantity of passes and distributions of the cutting layer between passes at multipass milling of helix surfaces.

Одним из методов снижения погрешностей обработки винтовых поверхностей с высокими требованиями по точности профиля и шага является применение обработки в несколько проходов. Однако определение участков режущих лезвий инструмента, снимающих оставшийся от предыдущего прохода припуск, толщин срезаемых ими слоев, направления и абсолютной величины возникающей при этом силы резания для фрез с криволинейными режущими лезвиями, достаточно сложная задача. Для этого необходимо определить силу резания на каждом элементарном участке всех зубьев фрезы, участвующих в резании.

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

$$\begin{aligned} x_i &= \varphi(L) \cos \omega + r_i \sin \varphi(V) \sin \omega + p \varphi(S); \\ y_i &= [A_\omega + h_j - r_i \cos \varphi(V)] \cos \varphi(S) - [\varphi(L) \sin \omega - r_i \sin \varphi(V) \cos \omega] \sin \varphi(S); \\ z_i &= [A_\omega + h_j - r_i \cos \varphi(V)] \sin \varphi(S) + [\varphi(L) \sin \omega - r_i \sin \varphi(V) \cos \omega] \cos \varphi(S), \end{aligned} \quad (1)$$

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 оси фрезы;

$\varphi(V)$ – 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.

При этом должны выполняться следующие условия:

$$\begin{aligned} r_n &> \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}; \\ a_i &> 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где x_i, y_i, z_i – координаты профиля дисковой фрезы в i -ом сечении;

r_n – наружный диаметр заготовки;

a_i – величина толщины, срезаемая i -ым участком профиля инструмента.

Математическое отображение схемы резания при фрезеровании винтовой поверхности на последнем проходе [1]:

$$\begin{aligned} x &= \varphi(L) \cos \omega + r_i \sin \varphi(V) \sin \omega + p \varphi(S); \\ y &= [A_\omega - r_i \cos \varphi(V)] \cos \varphi(S) - [\varphi(L) \sin \omega - r_i \sin \varphi(V) \cos \omega] \sin \varphi(S); \\ z &= [A_\omega - r_i \cos \varphi(V)] \sin \varphi(S) + [\varphi(L) \sin \omega - r_i \sin \varphi(V) \cos \omega] \cos \varphi(S), \end{aligned} \quad (3)$$

при этом необходимо выполнение следующего дополнительного условия:

$$r_i^{j-1} > \sqrt{(x_i^j)^2 + (y_i^j)^2 + (z_i^j)^2}, \quad (4)$$

где r_i^{j-1} – радиус винтовой поверхности в i -ой точке после предыдущего прохода;

j – номер прохода.

Выражение для определения составляющих силы резания имеет вид [1]:

$$\begin{aligned} P_Z &= \sum \Delta P_Z \Delta b K_{cl}; \\ P_Y &= \sum \Delta P_Y \cos \sigma \cos \omega \Delta b K_{cl}; \\ P_X &= \sum \Delta P_Y \sin \sigma \sin \omega \Delta b K_{cl}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\Delta P_Z, \Delta P_Y$ – удельная сила резания, приходящаяся на единицу длины режущего лезвия;

Δb – элемент длины режущего лезвия, в пределах которого значения толщины срезаемого слоя, переднего и заднего углов с учетом кинематических изменений считаются постоянными;

$K_{сл}$ – коэффициент сложности формирования стружки, учитывающий условия стружкообразования при несвободном резании;

σ – угол между межосевым перпендикуляром и нормалью к режущему лезвию в пределах рассматриваемого элемента.

Расчеты и графики составляющих силы резания приведены для случая двухпроходной обработки дисковой фрезой ротора ведущего трехвинтового насоса 3В16/2,5 с параметрами: профиль боковых поверхностей винтовой канавки описан по укороченной эпициклоиде; число заходов $k = 2$; угол подъема винтовой поверхности $\omega = 0,7536$ рад, наружный диаметр $d_n = 55$ мм, внутренний диаметр $d_g = 33$ мм, шаг винтовой линии $P = 110$ мм; материал заготовки – сталь 18ХГТ, геометрические характеристики инструментов $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, частота вращения фрезы $n = 200$ об/мин, частота вращения заготовки $n_z = 1$ об/мин. Профиль дисковой фрезы определен в соответствии с методикой, изложенной в [2].

На рис. 1 представлены графики составляющей силы резания P_z в пределах угла контакта для одно- и двухпроходной обработке, на рис. 2 – для трехпроходного фрезерования.

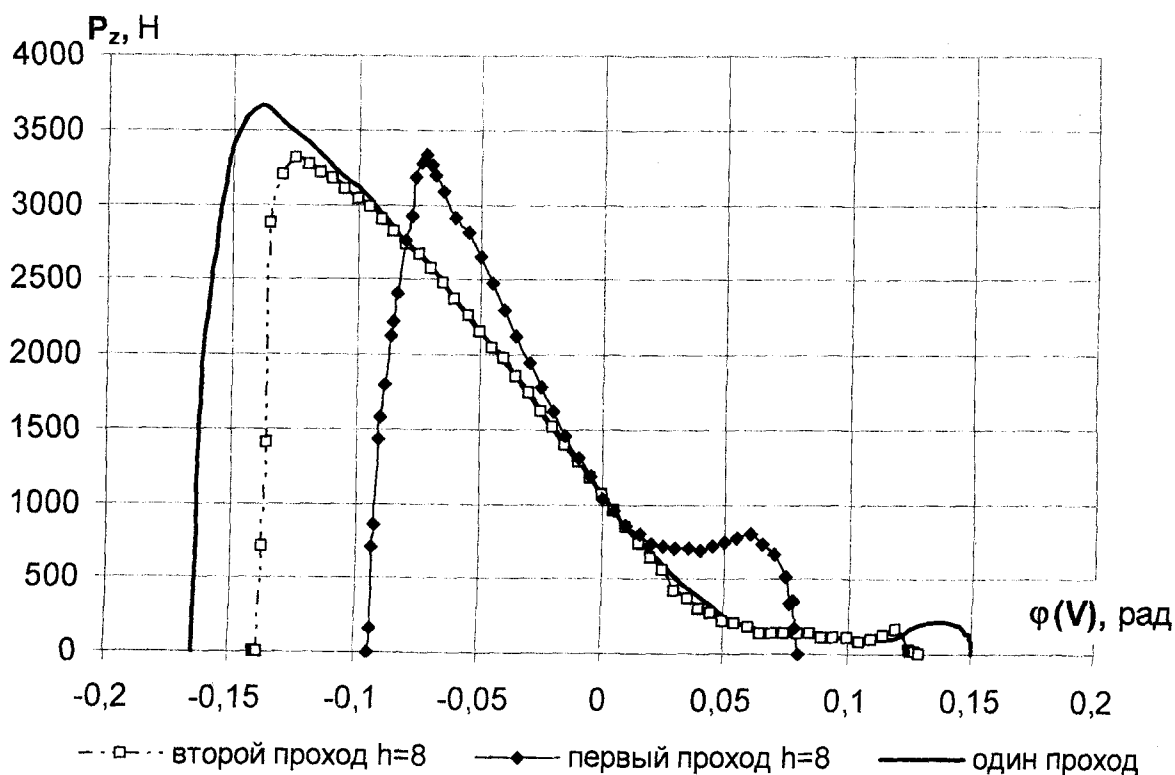


Рис. 1. Составляющая силы резания P_z при обработке винтовой поверхности дисковой фрезой при одно- и двухпроходной обработке ($r_{i\max} / d_n = 4$; $S_z = 0,25$ мм/зуб)

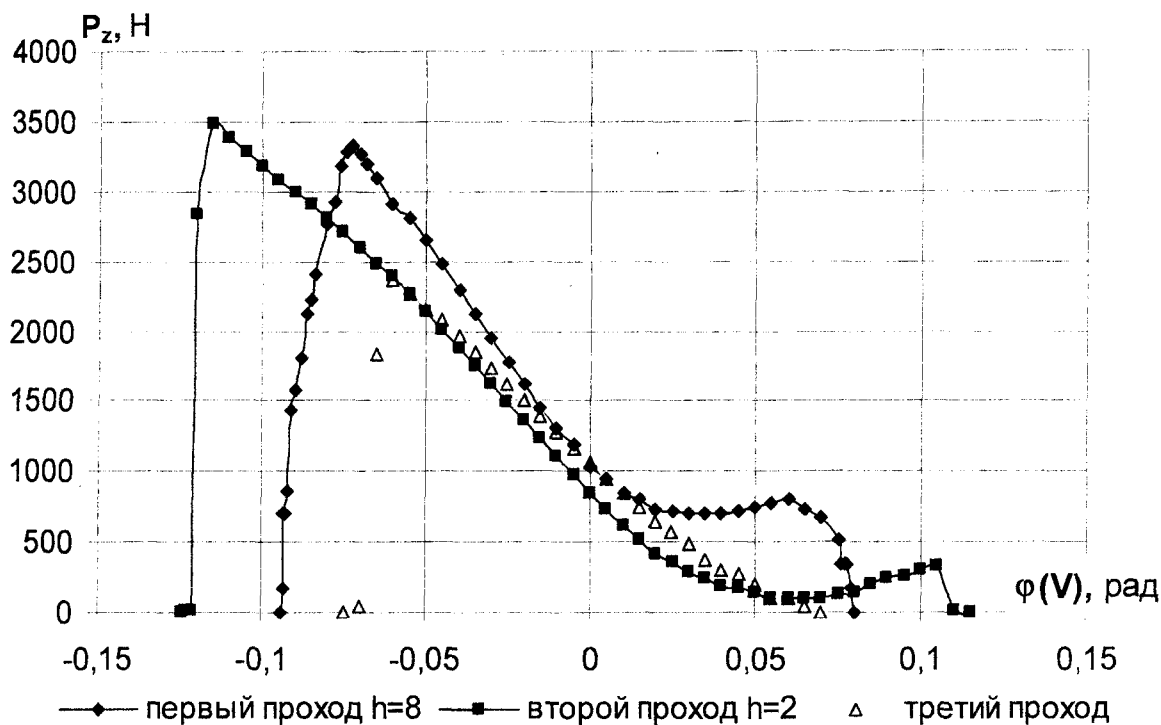


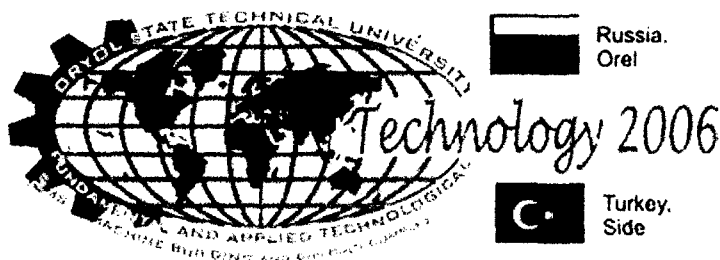
Рис. 2. Соотношение составляющей силы резания P_z при обработке винтовой поверхности дисковой фрезой за три прохода ($r_{i\max} / d_n = 4$; $S_z = 0,25$ мм/зуб; второй проход; $h = 4$ мм)

Как следует из графиков, значительного снижения амплитуды колебаний составляющей силы резания P_z не происходит, а происходит лишь уменьшение угла контакта инструмента и винтовой поверхности. Из расчетов, описывающих распределение толщин срезаемого слоя и изменение составляющей силы резания P_x при первом и втором проходах, следует, что на первом проходе обработка ведется преимущественно входным лезвием, а на последующих – выходным.

По сравнению с однопроходной обработкой амплитуда колебаний силы резания при двух- и трехпроходной обработке снижается в зависимости от величины припуска на 10–15%, а на третьем проходе – в 1,5 раза, что позволяет достигать более высокого качества получаемой винтовой поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брусов С.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Комплексный анализ параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 128 с.
2. Лашнев С.И. Профилирование инструмента для обработки винтовых поверхностей. – М.: Машиностроение, 1965. – 152 с.



УДК 621.914.025.7

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОГО РАДИУСА ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ ФРЕЗЫ НА ЕЕ ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Емельянов С.Г., д.т.н., профессор, Чевычелов С.А., к.т.н.
Курский государственный технический университет
Курск, тел./факс. (4712)519633, E-mail: tschsa@yandex.ru

THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF INITIAL RADIUS OF THE HYPERBOLIC MILL ON ITS TARGET PARAMETERS

Emeljanov S.G., Dr., Prof., Chevychelov S.A., Cand.Tech.Sci.
Kursk State Technical University
Kursk, tel./fax. (4712)519633, E-mail: tschsa@yandex.ru

In clause results of the analysis of influence of initial radius of a hyperbolic mill for restoration of a symmetric cross-section of rails on its outline dimensions, quantity hard metal plates and an error of formation of a cross-section are resulted.

В процессе проектирования гиперболических фрез при задании начального радиуса производящей поверхности R_0 необходимо учитывать большое количество факторов, так как изменение его значения оказывает влияние на все выходные параметры инструмента. Наряду с углами установки фрезы относительно обрабатываемой поверхности (ζ – относительно направления подачи и ψ – относительно оси симметрии профиля), R_0 определяет форму и размеры производящей поверхности, количество сменных многогранных пластин (СМП) в зубе, значения углов ориентации производящих линий (λ_i и φ_i), которые в свою очередь определяют точность формирования профиля обрабатываемой поверхности [1].

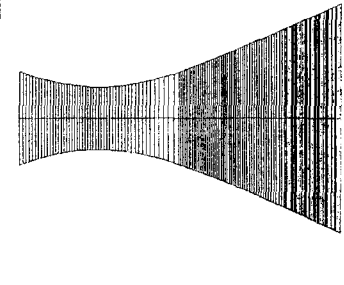
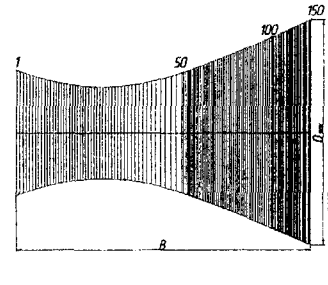
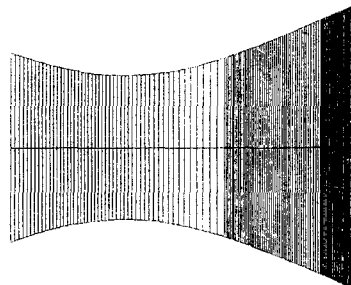
Проведенные исследования при проектировании гиперболической фрезы для восстановления симметричного профиля рельсов позволяют выявить ряд закономерностей по данному вопросу [2]. В качестве исходных данных

были приняты: профиль рельса Р65, количество точек дискретного представления каждого из трех радиусных участков – 50, а значения углов установки фрезы – $\psi = 50^\circ$ и $\zeta = 30^\circ$. При этом радиусам профиля рельса соответствовали точки: $R = 15$ мм – 1...50; $R = 80$ мм – 51...100; $R = 500$ мм – 101...150.

В таблице 1 приведены форма производящей поверхности фрезы, значения ее максимального диаметра D_{max} и ширины B , количество СМП в одном зубе K при различных значениях R_0 .

Таблица 1

Влияние начального радиуса фрезы на её выходные параметры

Параметры фрезы	Начальный радиус гиперболической фрезы R_0 , мм		
	25	50	100
D_{max} , мм	150	228	382
B , мм	202	288	459
K , шт	21	30	47
Форма производящей поверхности			

Из полученных данных видно, что увеличение R_0 приводит к росту значений всех исследуемых параметров. При этом наблюдается также незначительное увеличение углов наклона главных режущих кромок СМП λ_i (см. рис. 1), а характер изменения главного угла в плане φ_i во всех случаях идентичен.

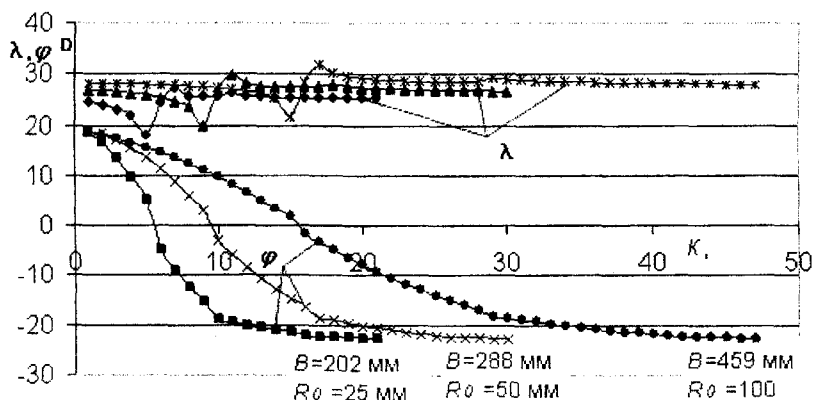


Рис. 1 Графики зависимости выходных параметров фрезы от ее начального радиуса

На рисунке 2 представлены графики зависимости погрешности формирования поперечного профиля рельса для трех исследуемых случаев.

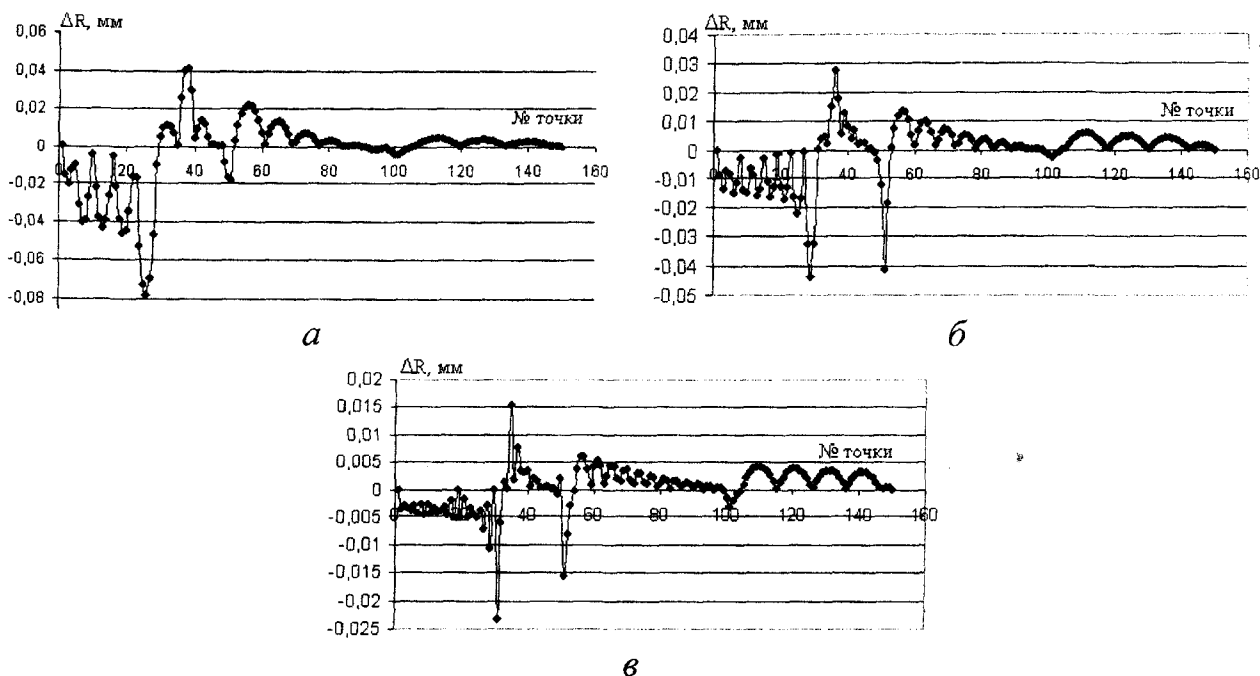


Рис. 2 Графики зависимости погрешности формирования профиля от начального радиуса гиперболической фрезы: *а* – при $R_0=25$ мм, *б* – $R_0=50$ мм, *в* – $R_0=100$ мм.

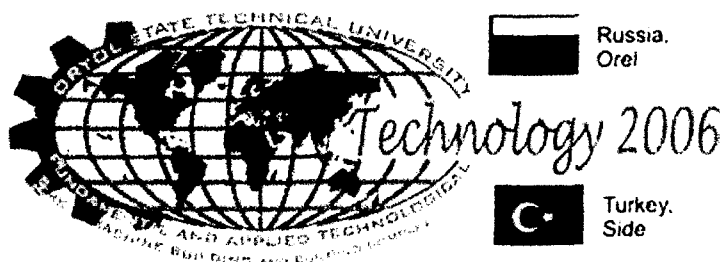
На всех графиках имеются экстремальные значения погрешности на участке профиля рельса с малым радиусом кривизны ($R=15$ мм), который хуже всего поддается аппроксимации (точки 1...50).

Из полученных данных видно, что при увеличении R_0 наблюдается снижение погрешности, но при этом существенно возрастают габаритные размеры фрезы. В то же время показатели точности в исследуемом диапазоне соответствуют Техническим указаниям по репрофилированию старогодных рельсов (ЦПСв-03/26).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов, С.Г. Методика проектирования гиперболических фрез, для репрофилирования старогодных рельсов [текст] / С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов // Известия ТулГУ. Серия. Машиноведение, системы приводов и детали машин: Вторая Международная научно-техническая конференция «Проектирование, технологическая подготовка и производство зубчатых передач» - Тула: Изд-во ТулГУ, 2005 – с. 141-145.

2. Чевычелов, С.А. Повышение эффективности проектирования гиперболических фрез компьютерным моделированием процесса репрофилирования рельсов [Текст]: дис. ...канд. техн. наук: Чевычелов Сергей Александрович. Орел: ОрелГТУ. 2005. 219 с.



УДК 621.9

СТРУЖКООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ ТОЧЕНИИ

А. А. Жирков, к.т.н., А. В. Катунин, к.т.н., доцент
Орловский государственный технический университет
Россия, Орел, тел.: (4862) 555524, (4862) 541419, E-mail: asis@ostu.ru

STRUZHKOOBRAZOVANIE UNDER INTERMITTENT SHARPENING

Doc., A.A. Zhirkov, Cand., A.V. Katunin, Cand.
Oryol State Technical University
Russia, Oryol, tel.: (4862) 555524, (4862) 541419, E-mail: asis@ostu.ru

For the reason studies of the regularities of the intermittent cutting author is organized joint analysis to dynamic deformation turning incisor, power of his interaction with stocking up and process Struzhkoobrazovanie for single cycle of the intermittent cutting.

Широкое распространение прерывистого резания обуславливает необходимость изучения механизмов пластической деформации обрабатываемого материала и стружкообразования.

С целью дальнейшего изучения закономерностей прерывистого резания авторами проведен совместный анализ динамической деформации токарного резца, силы его взаимодействия с заготовкой и процесса стружкообразования за единичный цикл прерывистого резания.

Для этого, с использованием фото - тензометрического метода, была проведена серия экспериментов при несвободном прерывистом резании пластин шириной 28 мм из стали 45 и алюминия 23. Скорость резания изменялась от 25 до 320 м/мин. Подача принимала значения от 0,5 до 1,5 мм/об. Глубина резания была равна два миллиметра. Передний угол режущей части инструмента изменялся от -12 до +22 градуса.

В каждом эксперименте с помощью специального, измерительно-вычислительного комплекса, регистрировалась деформация консольной части резца в направлении оси Z и последовательно, от момента касания инструмента и заготовки до выхода из нее, фотографировалась зона резания. Стружка, получающаяся при каждом цикле резания, фотографировалась и определялись количество элементов (суставов), а также частота их образования.

С помощью специально разработанной методики определялась сила динамического взаимодействия заготовки и инструмента F_z по регистрируемой деформации его консольной части Z .

При изменении режимов резания, геометрии режущей части инструмента, обрабатываемого материала тип образующейся стружки по классификации И.А. Тиме – суставчатая (рисунки 1, 2). Частота образования суставов менялась в широких пределах: от 119 Гц до 8374 Гц, а частота колебательных процессов оставалась равной частоте собственных колебаний консольной части инструмента (3571 Гц).

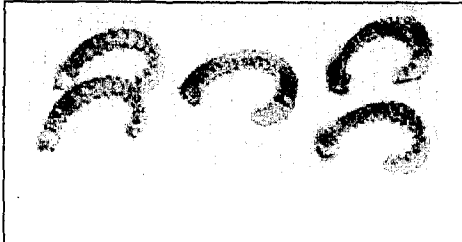

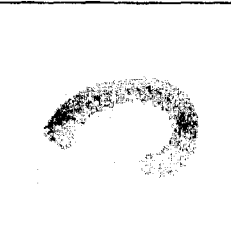
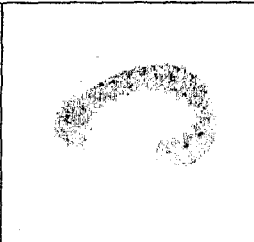
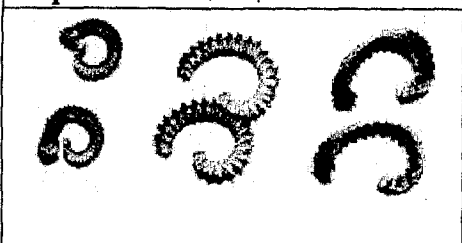
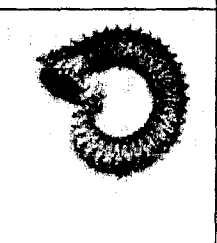
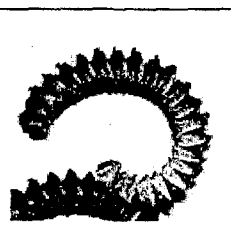
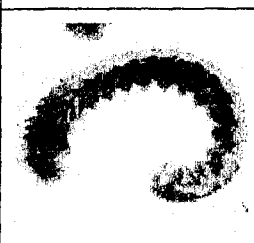
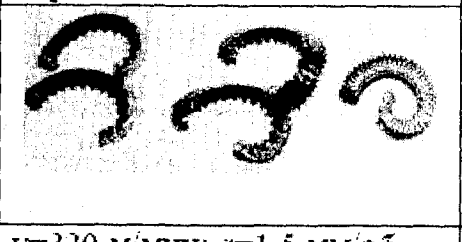

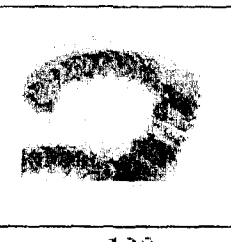
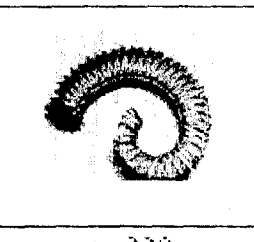
			
$s=1.5 \text{ мм/об}; \gamma=12^\circ$	$v=80 \text{ м/мин}$	$v=160 \text{ м/мин}$	$v=320 \text{ м/мин}$
Частота элементо-образования, Гц	742	1898	3726
			
$v=320 \text{ м/мин}; \gamma=12^\circ$	$s=0.5 \text{ мм/об}$	$s=0.916 \text{ мм/об}$	$s=1.5 \text{ мм/об}$
Частота элементо-образования, Гц	8374	4567	3726
			
$v=320 \text{ м/мин}; s=1.5 \text{ мм/об}$	$\gamma=-12^\circ$	$\gamma=12^\circ$	$\gamma=22^\circ$
Частота элементо-образования, Гц	2634	3726	7418

Рисунок 1 - Стружки, образующиеся за единственный цикл прерывистого резания стали 45

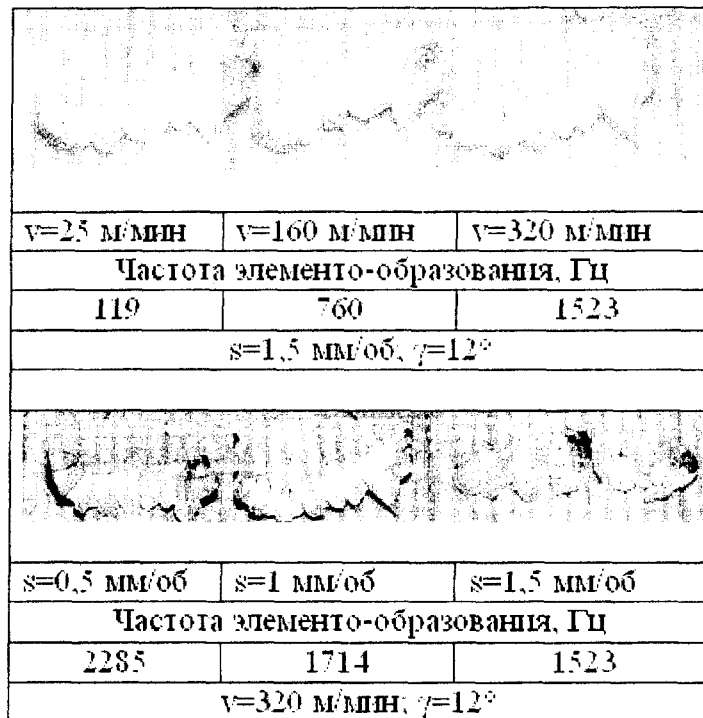


Рисунок 2 - Стружки, образующиеся за единичный цикл прерывистого резания алюминия 23

В начальные мгновения процесса врезания режущей части в заготовку имеет место отставание деформации инструмента от силы его взаимодействия с заготовкой. При этом моменту окончания формирования первого элемента (сустава) стружки предшествует несколько периодов колебаний деформации инструмента и силы его взаимодействия с заготовкой. Это, на наш взгляд, свидетельствует о том, что причиной колебательных процессов в фазе врезания является первоначальное соударение режущей части инструмента с заготовкой, и об отсутствии взаимосвязи фиксируемых колебаний с процессом образования суставов стружки.

Далее, вслед за образованием первого сустава, периодически, с постоянной частотой образуются последующие элементы стружки. При этом постепенно уменьшается рассогласование по фазе между силой F_z и деформацией Z , до тех пор, пока процесс не перейдет в фазу установившегося резания, характеризующуюся синфазностью рассматриваемых колебаний.

Установлено, что диаграмма силы взаимодействия инструмента и заготовки F_z в фазе установившегося резания имеет две гармоники. Частота первой гармоники, во всем исследуемом диапазоне, совпадает с частотой образования суставов, которая рассчитывалась по количеству образующихся на стружке элементов.

Как видно из рисунков 1 и 2 размеры и количество суставов в стружке образующихся за единичный цикл резания, зависят, главным образом, от размеров срезаемого слоя, переднего угла и менее зависят от скорости резания.

Совпадение частоты первой гармоники регистрируемых колебаний и частоты образования суставов свидетельствует о том, что их источником является процесс периодического формирования элементов стружки.

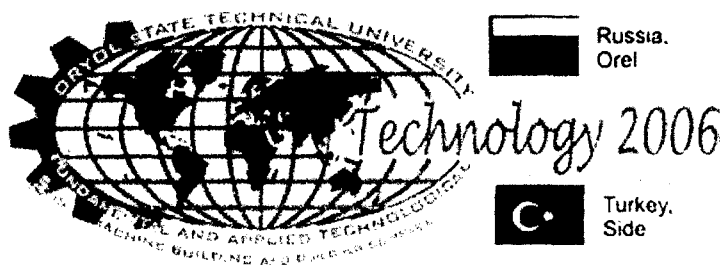
Частота регистрируемых колебаний, соответствующая второй гармонике при разных вариациях остается равной собственной частоте колебаний резца (3571 Гц). Следовательно, рассматриваемые гармонические колебания являются результатом возбуждения консольной части инструмента.

В фазе выхода, при приближении резца к краю заготовки происходит надлом и разворот стружки у корня. Действующая сила уменьшается от значения соответствующего установившемуся резанию до нуля. Отделение стружки от заготовки может происходить до выхода инструмента из зоны резания.

Изменение варьируемых параметров определяло: продолжительность времени нарастания нагрузки в фазе врезания, время спада деформации Z и силы F_z , а также время начала разворота стружки у корня в фазе выхода.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. В рассматриваемом диапазоне изменения условий прерывистого течения тип образующейся стружки оставался постоянным – суставчатая.
2. Частота образования суставов стружки зависит, главным образом, от свойств обрабатываемого материала, глубины, скорости резания, геометрии режущей части инструмента (переднего угла) и не зависит от динамических свойств системы.
3. С увеличением скорости резания частота образования суставов стружки растет.
4. С увеличением подачи частота образования суставов стружки снижается.
5. С увеличением переднего угла частота образования суставов стружки увеличивается.
6. При одинаковых условиях частота образования суставов стружки при обработке алюминия в два и более раза ниже, чем при обработке стали.
7. Взаимосвязь наблюдаемых колебаний силы взаимодействия инструмента с заготовкой и его деформации с процессом образования суставов стружки в фазе врезания не прослеживается.
8. Колебания силы взаимодействия инструмента и заготовки в фазе установившегося резания имеют две гармоники.
9. Колебания, частота которых соответствует первой гармонике и совпадает с частотой образования суставов, являются следствием периодического формирования элементов стружки.
10. Колебания, частота которых соответствует второй гармонике и совпадает с частотой собственных колебаний резца, являются результатом возбуждения консольной части инструмента.



УДК 620.178.162

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНЫ ТРЕНИЯ СТРУЖКИ О ПЕРЕДнюю ПОВЕРХНОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

С.Ф. Корндорф д.т.н., проф., Ю.А. Бакурова аспирант
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (0862)419876; E-mail: pms35@ostu.ru

THE RESEARCH INTO THE ZONE OF A SHAVING FRICTION ON THE FRONT SURFACE IN A CUTTING TOOL

S.F. Korndorf, Prof., Dr., Yu. A. Bakurova, post-graduate student
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (0862)419876; E-mail: pms35@ostu.ru

The questions of material friction arising during the mechanical machining parts of machines are considered. The material friction is one of the main causes in wear of a cutting tool.

Процессы трения получили очень широкое распространение в технике, причем в ряде случаев силы трения и вызываемый ими эффект износа поверхностей трения считают явлением отрицательным и стремятся уменьшить как силы трения так и вызванный ими износ, в то время как в других случаях силы трения стремятся увеличить при уменьшении износа (фрикционные тормоза), а в ряде случаев количество продуктов износа стремятся увеличивать (струйная, абразивная обработка).

Совершенно очевидно, что все перечисленные процессы тесно связаны друг с другом и в их основе лежат общие физические фундаментальные закономерности.

Резание металла при обработке на металлорежущих станках сопровождается трением инструмента об объект обработки – деталь. Износ инструмента является следствием этого трения. Трение, всегда сопровождаемое износом, является причиной износа и потери инструментом его режущих свойств. Трение при резании является одним из важных факторов, влияющих

на силы резания, температуру контактных поверхностей инструмента, состояние поверхностного слоя детали. Закономерности процесса трения зависят от механических свойств материалов, приобретенных ими при высоких скоростях взаимного перемещения, высоких давлениях и температурах, а также шероховатости контактных поверхностей.

Главным фактором, влияющим на интенсивность износа инструмента, является скорость резания. Исследования, представленные в литературе, показывают, что с увеличением скорости резания коэффициент трения между стружкой и передней поверхностью инструмента возрастает лишь до определенного значения, а затем уменьшается, что объясняется одними исследователями уменьшением времени контакта стружки с передней поверхностью резца, а другими – уменьшением прочности контактного слоя стружки под влиянием возрастающей температуры.

Скорость резания может существенно влиять на силу трения не только как температурный, но и как скоростной фактор, т.е. как скорость деформации. Повышение скорости резания, как температурного фактора, снижает прочность контактного слоя стружки, и способствует уменьшению силы трения. Скорость резания как скоростной фактор, повышая упрочнение контактного слоя стружки, увеличивает силу трения, и в зависимости от того, какой из этих факторов доминирует, сила трения на передней поверхности резца увеличивается, уменьшается или остается практически неизменной.

Экспериментальные исследования показывают, что при изменении нормального давления в сторону увеличения коэффициент трения снижается, а при его уменьшении – увеличивается, что хорошо согласуется с теоретическими положениями молекулярно-механической теории трения.

Следует подчеркнуть, что при резании металлов, область отделения стружки от изделия несколько опережает передний край резца и, следовательно, процесс отрыва стружки от изделия на резец непосредственно не влияет. Стружка, отделяясь от изделия зажимает лезвие резца, увеличивая силы трения как на передней так и задней поверхностях инструмента. Таким образом износ резца увеличивается не за счет ускорения резания, а за счет увеличения указанных выше сил.

Главным фактором, влияющим на коэффициент трения, является температура на поверхностях трения, создаваемая усилиями трения. Коэффициент трения при резании деталей из сталей и чугунов, изменяясь в широких пределах, зависит не от абсолютных значений скорости резания и толщины среза, а от температуры в зоне контакта стружки с передней поверхностью инструмента. Скорость резания и толщина среза влияют на коэффициент трения лишь постольку, поскольку они изменяют температуру в зоне трения.

Состояние контактных слоев трущихся пар (передняя поверхность инструмента – стружка и задняя поверхность инструмента – обработанная поверхность) определяется температурой их слоев. При перемещении стружки по передней поверхности резца наблюдается процесс внешнего трения на участке контакта, удаленном от режущего лезвия, и процесс пластического

сдвига контактного слоя стружки на участке контакта, непосредственно прилегающем к режущему лезвию.

Одним из методов измерения температуры в зоне резания является измерение последней по структурным превращениям в инструментах. Градиенты температур части инструмента у режущей кромки устанавливаются по структурным превращениям в инструментах из стали с низким содержанием углерода при таких режимах резания, когда температура поднимается выше 600°C . При температуре, превышающей указанную быстрорежущая сталь «переотпускается» - твердость после нагрева уменьшается и структура претерпевает ряд превращений. Эти изменения можно проследить с помощью измерения микротвердости. Отмечается быстрое падение твердости на участках, нагретых от 650 до 850°C , и повышение твердости в зонах, нагретых до еще более высоких температур сверх температуры превращения. Как показывают исследования, положение точки максимальной температуры (примерно 1000°C) на передней поверхности инструмента располагается на расстоянии немногим больше 1 мм от кромки и при увеличении скорости резания, положение точки остается постоянным. Это свидетельствует об очень высоких температурах и очень больших градиентах температуры на передней поверхности инструмента, когда источником нагрева является тонкая зона пластического течения на контактной поверхности. Температура на передней поверхности инструмента фактически такая же, как и в зоне пластического течения в любом месте на поверхности раздела. Температура в зоне пластического течения на расстоянии нескольких мкм от поверхности раздела может быть несколько выше. Тепловой поток должен распространяться от точки максимального нагрева в направлении режущей кромки, однако эта зона охлаждается непрерывно поступающим новым обрабатываемым материалом.

Таким образом, рассмотренная картина трения представляет собой металлическое основание 1, (рис. 1), которое обычно для упрощения расчетов считается неограниченно толстым, и металлическую стружку 2 толщиной Δ , непрерывно скользящую по поверхности выемки 3 с постоянной скоростью v при постоянстве входной температуры стружки Θ_1 .

Задачей исследования является изучение износа материала основания в области выемки и изменения температуры стружки и поверхности выемки по мере ее износа.

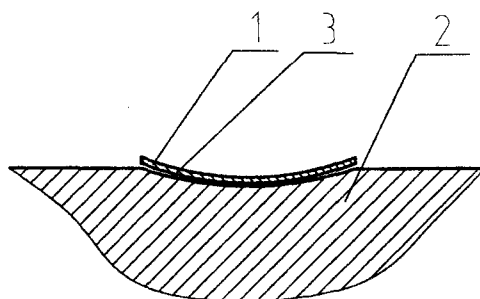
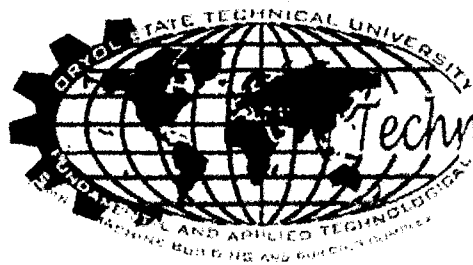


Рис. 1. Схема трения стружки 1 о выемку 3 на передней поверхности инструмента 2



Russia.
Orel



Turkey.
Side

Technology 2006

УДК 621.9.02

ОБРАБОТКА ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С МАЛЫМ УГЛОМ НАКЛОНА ОТНОСИТЕЛЬНО ОСИ СБОРНЫМИ ФАСОННЫМИ ФРЕЗАМИ

А.С. Тарапанов, д.т.н., проф., С.И. Брусов, к.т.н., доц., М.Ф. Селеменев, к.т.н., доц., Б.И. Афанасьев, доц., К.Ф. Селеменев, Д.С. Фомин
Орловский государственный технический университет
Россия, Орел, тел.: (4862) 555524, (4862) 541503, E-mail: ti@ostu.ru

PROCESSING OF SCREW SURFACES WITH A SMALL CORNER OF AN INCLINATION CONCERNING AN AXIS MODULAR SHAPED MILLS

A.S. Tarapanov, Dr, проф., S.I. Brusov, к.т.н., доц., M.F. Selemenev, к.т.н., доц., B.I. Afanasjev, доц., K.F. Selemenev, D.S. Fomin
Oryol State Technical University
Russia, Oryol, tel.: (4862) 555524, (4862) 541503, E-mail: ti@ostu.ru

Results of industrial tests of the modular mills, consisting of a package of the disk grooving mills established and fixed with the help of a nut on general are resulted, thus disk mills are revolved is relative each other in a district direction with use of the consecutive, generating circuit of cutting.

Recommendations on their application for processing screw flutes are given.

Существенными недостатками известных способов обработки тел вращения и винтовых поверхностей сложной формы многолезвийными инструментами являются ограниченность технологических возможностей из-за не стабильной работы инструмента, отличающиеся периодически изменяющимся нагружением обрабатываемой детали, вызывающим вибрации, которые ухудшают шероховатость обработанной поверхности, снижают точность, качество и производительность обработки, а также поломку инструмента [1].

Предлагается способ фасонного фрезерования, который может быть использован, например, при обработки профиля винтовой канавки винтов нефтяных винтовых насосов. Цель разработанного способа – расширение

технологических возможностей по обрабатыванию тел вращения и винтовых поверхностей сложной формы, повышение производительности, качества обработки и стойкости инструмента путем обеспечения плавности процесса фасонного фрезерования за счет уменьшения ширины среза и использования последовательной (генераторной) схемы резания, которая позволяет в несколько раз увеличить толщину среза.

Находят применение фасонные фрезы с прямыми и винтовыми зубьями [1]. Фрезы с винтовыми зубьями работают плавно, но в большинстве случаев используют фасонные фрезы с прямыми зубьями, так как фрезы с винтовыми зубьями сложны в изготовлении.

Предлагаемый способ реализуется фасонной фрезой, имеющей достоинства винтовых фрез и обладает плавностью в работе, она проста в изготовлении и позволяет добиться высокой точности обрабатываемой поверхности и производительности. Фасонная фреза относится к сборным и состоит из пакета элементарных дисковых пазовых фрез. Дисковые фрезы установлены и закреплены с помощью гайки на общей шлицевой оправке. Оправка имеет резьбовую и шлицевую шейки, а также упорный буртик и может быть выполнена в виде втулки, или в виде вала.

Так как обрабатываемые винтовые канавки винтов симметричны относительно винтовой плоскости, проходящей вдоль середины впадины, количество дисковых фрез принято четное и попарно имеют одинаковые диаметры и форму фасонной поверхности.

Предлагаемый способ расширяет технологические возможности по обрабатыванию тел вращения и винтовых поверхностей сложной формы, позволяет упростить изготовление, сборку и настройку, повышает производительность, качество обработки и стойкость инструмента путем обеспечения плавности процесса фасонного фрезерования за счет уменьшения ширины среза и использования последовательной, генераторной схемы резания, которая позволяет в несколько раз увеличить толщину среза.

В условиях производственного эксперимента обрабатывались винтовые канавки винтов с большим шагом нефтяных винтовых насосов модели 1В80/75 фасонной фрезой. Техническая характеристика винта: $D=125$ мм, $d=67,4$ мм, $2e=28,8$ мм, $T=180 \cdot 2=360$ мм. Фрезерование фасонных винтовых поверхностей винта производилось на токарном станке мод. 16К20Ф3. Заготовку винта устанавливали в патроне, оснащенного кулачками, и поджимали задним центром. Ось фрезы наклоняли под углом $\beta_\phi = 40^\circ 22' 02''$ наклона винтовой поверхности винта. Максимальный наружный диаметр фрезы $D_\phi = 150$ мм, материал – сталь Р6М5, твердость – 62...64 HRC, предварительный профиль получали по шаблону затылованием $\alpha_{пр} = 30^\circ$, окончательный профиль получали по копиру затылованием $\alpha_{ок} = 12^\circ$. Высота фасонной фрезы в сборе из восьми дисковых фрез - $(17,5 \cdot 8) = 140$ мм. Заточку и переточки производили, когда передние поверхности зубьев дисковых фрез располагались в одной продольной плоскости. Перед эксплуатацией дисковые фрезы сборной фасонной фрезы сдвигали относительно друга друг в окружном на-

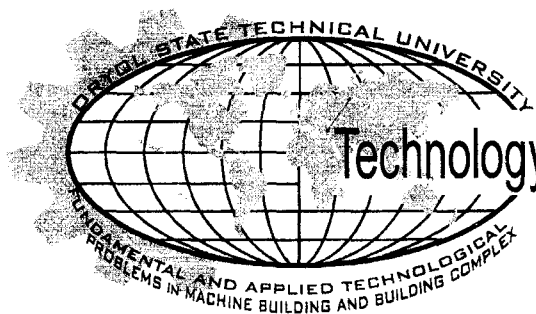
правлении на величину одного шага шлицевого соединения.

Полная обработка винтовой поверхности была достигнута через 7,5 мин (против 16,5 мин по базовому варианту при традиционном фрезеровании на ОАО “Ливгидромаш”). Контроль проводился скобой индикаторной с индикатором ИЧ 10 Б кл. 1 ГОСТ 577-68. Накопленная погрешность между любыми не соседними шагами была не более 0,1 мм, просвет при контроле ледяной линейкой образующих по диаметру выступов – не более 0,07 мм, что допустимо по ТУ.

За счет уменьшения ширины среза и использования последовательной, генераторной схемы резания предлагаемый способ обеспечил плавность процесса обработки, что позволило в несколько раз увеличить толщину среза, повысить производительность, качество обработки и стойкость инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов.-3-е изд., перераб. и доп.-К.: Вища шк. Головное изд-во. 1986, С. 150 - 151, рис. 102.



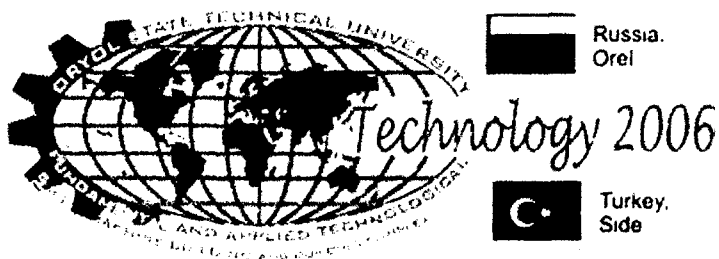
Russia,
Orel

Technology 2006



Turkey,
Side

ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ



УДК 621.9

ЭПИЛАМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОСЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Киричек А. В., д. т. н., проф., Звягина Е. А.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 555524, fax (4862) 555524, E-mail:avk@ostu.ru

EPILAMS AND THEIR APPLICATION AT CUTTING PROCESSES WITH THE AXIS TOOLS

A. V. Kirichek, Prof., Dr., E. A. Zvyagina
Oryol State Technical University
Oryol, тел. (4862) 555524, fax (4862) 555524, E-mail:avk@ostu.ru

Epilamirovanie is a highly efficient method of raising the strength of the cutting tools. The application is limited by the absence of the clear nature of epilams and by the mechanism of their influence in the process of cutting.

Одним из возможных путей повышения стойкости режущего инструмента является нанесение на его рабочие поверхности тонкопленочных покрытий из растворов эпиламов. В ходе испытаний различного режущего инструмента с покрытием эпилама установлено, что эпиламирование способствует повышению стойкости режущего инструмента в 1,5 и более раз [1...3].

Несмотря на положительные результаты испытаний метод не находит должного применения в производстве в связи с отсутствием ясного понимания природы эпиламов и механизмов их действия в процессе резания, а также рекомендаций по эксплуатации и обслуживанию эпиламированного инструмента.

Термин эпилам появился в 30-е годы XX в. и определяет составы, которые наносятся на поверхности трибосопряжений для предотвращения вытекания масла из зоны трения. Первый отечественный эпилам ЭН-3 был разработан в НИИЧасПроме Г.И.Фуксом и Л.В. Тимофеевой для обеспечения нарастаемости часовых масел.

Современные эпиламы представляют собой многокомпонентные системы, включающие фторсодержащие поверхностно – активные вещества и регулирующие добавки в различных растворителях. При нанесении эпиламов на поверхность твердого тела растворитель испаряется, а ПАВ формирует на ней молекулярную пленку, при этом ПАВ и растворитель выбираются таким образом, чтобы в процессе адсорбции молекул ПАВ обеспечивалась структура: полярная часть молекулы адсорбируется твердым телом, а гидрофобная часть направлена во вне. Благодаря этому в процессе эпиламинирования высокая поверхностная энергия твердого тела заменяется на поверхностную энергию гидрофобного радикала молекулы ПАВ.

Сформированный в процессе эпиламинирования на твердой поверхности тонкий слой (40-80 Å) специальным образом ориентированных молекул ФТОР-ПАВ понижая ее поверхностную энергию (для металлов – 2-4 МДж/м²) позволяет регулировать прилипание, смачивание, адгезию и другие параметры. Покрытие эпиламов хорошо удерживается на поверхности различных материалов благодаря высокой адсорбционной способности, не смывается при многократных промывках различными стандартными промывочными жидкостями, выдерживает давление до 3500 Н/м² и термостабильно до 250°С. Тонкопленочное покрытие при работе с маслами препятствует растеканию масла из зоны трения, а при его отсутствии уменьшает силы молекулярного взаимодействия между материалами контактирующих поверхностей, снижает коэффициент трения, что изменяет характер износа в зоне контакта. Тонкопленочное покрытие защищает поверхность металла от проникновения газов и воды, предохраняет от коррозии и водородного износа.

Благодаря своим свойствам эпиламы нашли применение в часовой промышленности, машиностроении для повышения ресурса работы узлов трения, в приборостроении для обеспечения влагозащиты и сохранения стабильных электромеханических и радиотехнических характеристик электронных печатных плат, волноводов, антенных устройств и т.п., нефтяной отрасли для снижения потерь при транспортировании нефти и газа по трубопроводам, для повышения эффективности технологических процессов обработки материалов давлением и резанием.

Разработаны и внедрены эпиламы Эфрен-1, Эфрен-2, 6СФК-180-05 (-20) (СК) - растворы перфторполиэфиркислоты 6МФК-180 общего вида (R_fCOOH) в хладоне 113 (Э2, СК) и смеси хладонов 112 и 113 (Э1), Амидофен (АФ) - раствор NM-дизамещенного гидрозамина перфторполиэфиркислоты R_fCONMN(CH₃)₂, Полизам (Полизам 05(20), Полизам-АКВА и др.), включающая азотсодержащие производные перфторполиоксаалкиленкарбонных или сульфокислот (R_fR'_fXQ) в фторуглеводородных, фторхлоруглеводородных растворителях или их смеси с этиловым, метиловым и др. спиртом, ЗПМ (ЗПМ-1, ЗПМ-2 и др.) - растворы перфторкислоты в спиртосодержащих растворителях.

Применяемые эпиламы можно классифицировать: по природе ПАВ; по виду растворителей (фторуглеводородный, фторхлоруглеводородный растворитель или их смеси с этиловым, метиловым и др. спиртом, ацетон); кон-

центрации ФТОР-ПАВ в растворах, влияющей на формирование моно- или мультимолекулярных слоев димеров; по механизму формирования молекулярных пленок (физическая адсорбция, хемосорбция).

Для объяснения механизма действия ФТОР-ПАВ при различных условиях эксплуатации выдвигаются следующие предположения: 1) поверхности с защитной молекулярной пленкой препятствуют растеканию масла из зоны трения за счет истирания или искусственного создания участков с различной поверхностной энергией (рис. 1.) [4]; 2) при нанесении молекулы ПАВ заполняют микровпадины и микронеровности (шероховатость поверхности снижается в 2-2,5 раза), образуют структуры Ленгмюра в виде спиралей с нормально направленными к поверхности материала осями, что позволяет надежно удерживать смазочные среды, обеспечивает нерастекаемость масел и предотвращение их сдвига (рис. 2.) [7]; 3) при эпиламировании резко снижается поверхностная твердость и прочность твердых тел, в связи, с чем повышается эффективность процессов дробления и измельчения металлов [8], 4) покрытие эпиламом упрочняет поверхностные слои, повышая износостойкость материала.

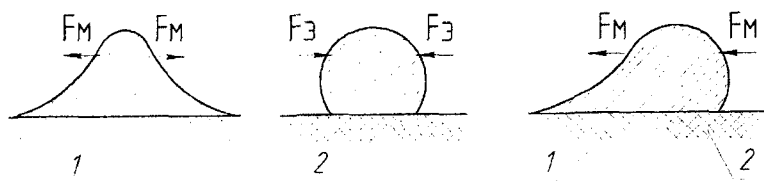


Рис. 1. Схема поведения капли на поверхности твердого тела при различных условиях смачивания [4]: 1- поверхность металла; 2-эпиламированная поверхность

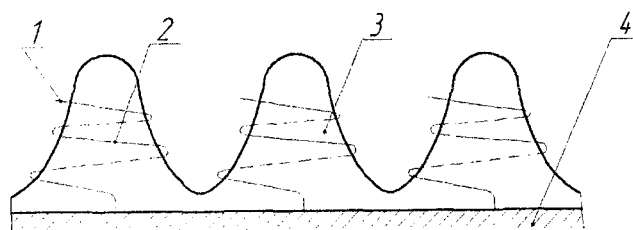


Рис. 2. Фрагмент частотола Ленгмюра на эпиламированной поверхности [7]: 1-хвост молекулы ПАВ; 2-петля молекулы ПАВ; 3-смазочная среда; 4-поверхность твердого тела

Анализ результатов исследований и применения покрытий эпиламов в различных узлах трения показывает: основная функция эпиламов - удерживать смазочные масла в зоне трения за счет изменения поверхностной энергии твердых тел в процессе работы (рис. 1) [4]; снижение коэффициента трения при применении покрытия без смазки возможно только при определенном давлении, температуры T в зоне контакта и скорости скольжения сопрягаемых поверхностей; изменение микротвердости поверхностного слоя зависит от физико - механических свойств материала; при нанесении тонкопленочного покрытия шероховатость поверхности не изменяется, так как его

толщина составляет 3-50 нм; оптимальные параметры эксплуатации покрытий находятся в достаточно ограниченной области значений скорости скольжения и соответственно температуры поверхностей трения, изнашивание пленок практически линейно возрастает при увеличении пути трения и температуры в зоне контакта [8, 9]; действенность применения зависит от состава применяемых масел.

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

При ранее проведенных испытаниях эпиламированных быстрорежущих сверл было установлено, что наличие тонкопленочного покрытия на рабочих поверхностях инструмента способствует повышению его стойкости в 8 раз. При этом было отмечено, что эффективность метода обуславливается, в основном, параметрами механической обработки, определяющими температурный режим в зоне контакта инструмент – деталь и долговечность пленок эпилама на рабочих поверхностях инструмента [1].

Задачей данных исследований является исследование влияния покрытий эпиламов на состояние поверхностного слоя рабочих поверхностей быстрорежущих сверл, процесс резания при сверлении, определение условий эффективного использования инструмента с покрытием при обработке отверстий.

При проведении исследований использовались эпиламы Эфрен- 2 (Э-2) и 6СФК – 180 – 05 (СК). Эпиламирование выполняли по технологиям, рекомендуемым производителем для нанесения данных составов.

Исследования влияния фторсодержащих поверхностно – активных веществ на состояние поверхностного слоя быстрорежущих сверл показали, что формирование полимолекулярного слоя ФТОР – ПАВ не влечет изменение микрорельефа и микротвердости рабочих поверхностей инструмента.

Для сокращения количества дорогостоящих экспериментальных исследований по изучению влияния режимов резания и условий сверления (без и с применением масляных и водосмешиваемых СОТС) на состояние пленок эпиламов были проведены трибологические испытания по специально разработанной методике [9]. В ходе исследований установлено: при обработке эпиламированным инструментом наиболее эффективно использовать масляные СОТС, при работе без СОТС наблюдается быстрое истирание покрытия; увеличение скорости резания v над предельно допустимой по теплостойкости пленок эпиламов снижает эффективность эпиламирования; для более эффективной эксплуатации тонкопленочных покрытий в процессе резания необходимо производить подбор марок масляных СОТС.

Результаты температурных исследований, выполненных методом естественной термопары при сверлении эпиламированным инструментом при различных условиях резания позволили сделать вывод о том, что при малых значениях температуры в зоне резания тонкопленочное покрытие при работе без СОТС выполняет функции смазочной композиции. При сверлении с при-

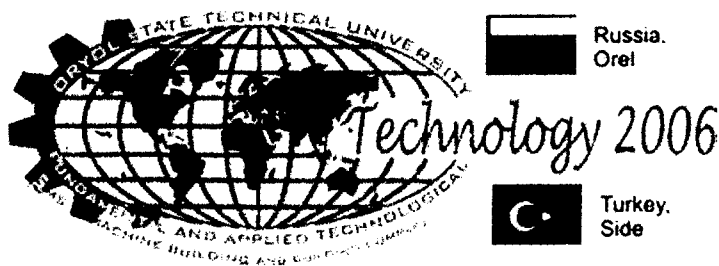
менением СОТС снижение температуры резания и ее стабилизация в процессе обработки отверстия связано со способностью пленок эпиламов удерживать смазку в зоне трения. Увеличение скорости резания и соответственно температуры резания приводит к снижению эффективности применения эпиламированного инструмента в связи с тепловой деструкцией покрытий эпиламов.

Вывод. На основании предварительных трибологических испытаний и исследований влияния тонкопленочных покрытий на процесс теплообразования при сверлении установлено:

- улучшение процесса сверления эпиламированным инструментом осуществляется за счет удержания СОТС в зоне резания;
- увеличение скорости резания v над предельно допустимой по теплоустойчивости пленок эпиламов снижает эффективность эпиламирования;
- для более эффективной эксплуатации инструмента с покрытием необходимо осуществлять подбор марок масляных СОТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потеха В.Л., Напрев И.С. и др. Эпиламирование режущего инструмента. Электрическая и тепловозная тяга, 1990. №10. С. 31.
2. Табаков В.П., Николаев Ю.Н., Журавский С.А. Повышение работоспособности инструмента из быстрорежущей стали. Физикохимия процесса резания металлов, Межвузовский сб. Чебоксары, ЧГУ, 1986. С. 51 – 55.
3. Гулянский Л.Г. Применение эпиламирования для повышения износостойкости изделий. Трение и износ, 1992. Том 13. №4. С. 695 – 701.
4. Гарбар И.И., Кисель А.С., Рябинин Н.А., Сапгир Е.В. Природа и механизмы действия эпиламов при трении. 1. Влияние эпиламирования на структуру и поверхностную энергию металла. Трение и износ, 1990. Том 11. №5. С. 792 – 800.
5. Потеха В.Л., Рогачев А.В., Напреев И.С. Теоретико – экспериментальная оценка оптимальных условий эксплуатации эпиламированных трибосапряжений машин. Трение и износ, 1996. Том 17. №6. С. 764 – 768
6. Напрев И.С. Управление трибологическими характеристиками подшипниковых узлов методом эпиламирования. Автореферат диссертации канд. техн. наук, 01.02.1999.
7. Харченко М.И. Повышение послеремонтного ресурса деталей автомобильных двигателей (на примере ЗМЗ - 53) эпиламированием и ФАБО эпиламированием. Дис.кан. техн. наук: 05.02.03, М., 2002, С 180.
8. Полянсков Ю.В., Табаков В.П. Тамарова А.П. Технологические методы повышения износостойкости режущего инструмента и деталей машин. Учебное пособие. Ульяновск УЛГУ, 1999. С. 69.
9. Киричек А.В., Звягина Е.А. Повышение периода стойкости быстрорежущего осевого инструмента эпиламированием // «Трибология – машиностроению»: сборник докл. научн. - практ. конф. с участ. иностр. спец. Москва: ИМАШ РАН, 2006, электр. вид.



УДК 621.787: 621.7.011

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМЕРНОГО СОВМЕЩЕННОГО ОБКАТЫВАНИЯ

М.С. Махалов, инженер

ГОУ ВПО «Кузбасский Государственный технический университет»
Кемерово, тел. (3842) 583240, факс. (3842) 583525, E-mail: maxim_ste@mail.ru

DESIGN AUTOMATION OF DIMENSIONAL JOINT RUNNING-IN TECHNOLOGY

M.S. Mahalov, engineer

Kuzbass State Technical University
Kemerovo, tel (3842) 583240, fax (3842) 583525, E-mail: maxim_ste@mail.ru

The algorithm and software for calculation of the treatment modes ensuring given parameters of surface layer quality and machine components' durability at dimensional joint running-in (DJR) is offered. 3 ways of calculation of parameters DJR are shown.

К числу основных путей управления качеством поверхностного слоя (ПС) и циклической долговечностью (ЦД) деталей машин относится использование широких возможностей комбинированных и совмещенных методов поверхностного пластического деформирования (ППД), в том числе и способа размерного совмещенного обкатывания (PCO).

Способ применяется для протяженных деталей типа «вал» и осуществляется двумя или тремя роликами, жестко настроенными на определенный размер обработки детали (рис. 1). Принципиальным отличием от традиционного ППД является наличие в зоне волнообразования резцовой пластины, которая частично или полностью удаляет пластическую волну. За счет этого натяги деформирующих роликов существенно превышают принятые для ППД и достигают величин в 1 мм. Разрушения поверхности при этом не происходит, потому что резец удаляет часть металла в районе вершины пластической волны. Функции размерообразования при PCO выполняют деформи-

рующие инструменты, а точность обработки определяется величиной расчетного натяга h_p .

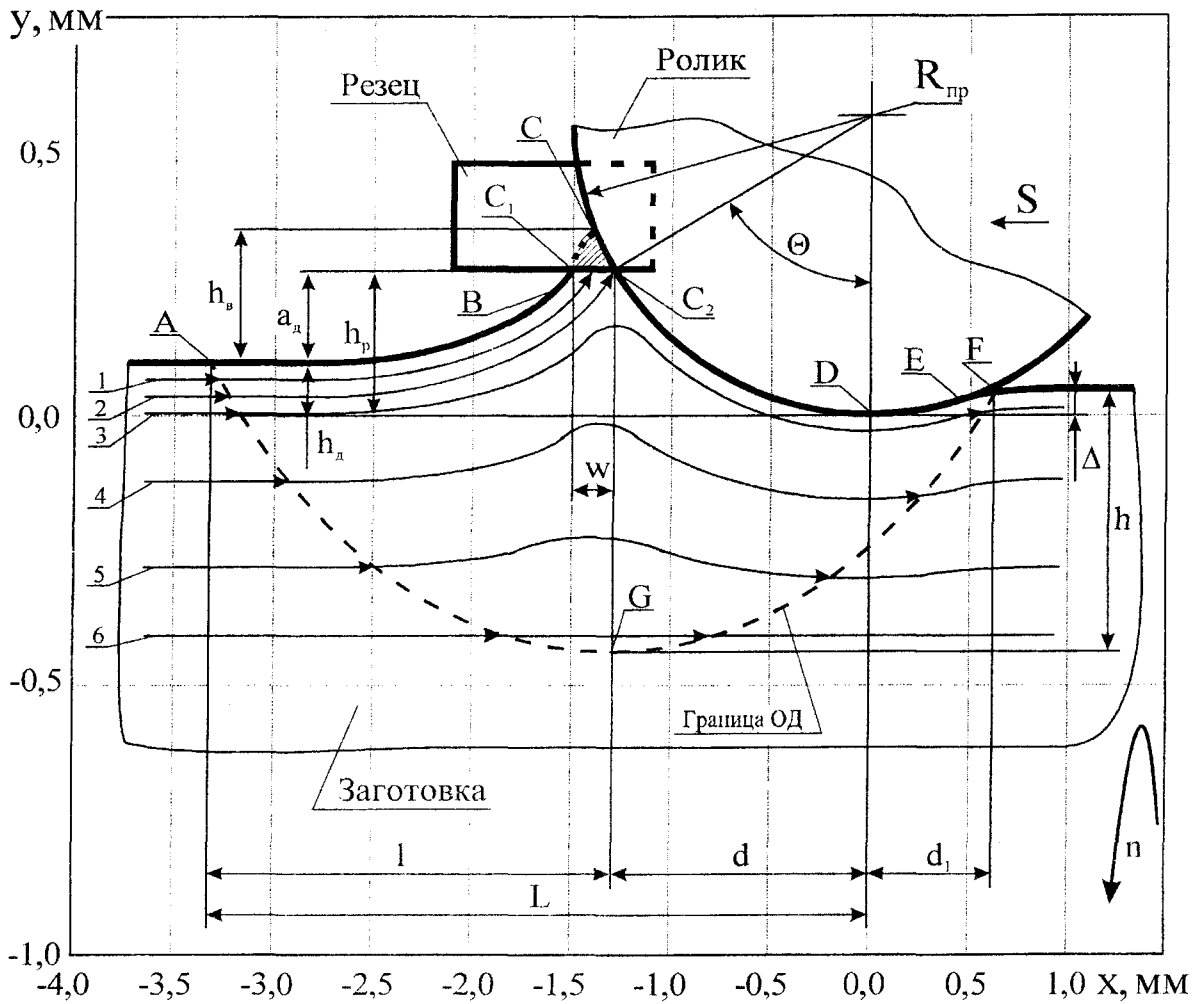


Рис. 1. Очаг деформации при обработке РСО

При обработке РСО в зоне контакта деформирующих инструментов с деталью возникает асимметричный очаг деформации (ОД) ABC_1C_2DEF . Вследствие деформации частицы металла вдоль некоторых линий тока (ЛТ) смещаются в зоне волнообразования в стружку, а вдоль некоторой критической линии тока и ниже, формируют ПС детали. Начальные параметры состояния, которые частицы имели до входа в ОД, трансформируются в накопленные к моменту выхода.

Обеспечение ЦД деталей основано на знании физических закономерностей формирования ПС и процессов, протекающих в ОД. Адаптированным для решения такого класса задач является аппарат механики технологического наследования состояния поверхностного слоя. Интегральными параметрами этого аппарата являются степень деформации сдвига (СДС) Λ , степень истощения запаса пластичности (СИЗП) Ψ и тензор остаточных напряжений (ОН), которые формируются вдоль линий пластического течения металла в ОД.

Для раскрытия возможностей РСО была решена аналитическая задача формирования ПС при РСО. При определении параметров НДС использовал-

ся метод конечных элементов (МКЭ). Моделирование осуществлялось в плоско-деформированной постановке, в соответствии с которой в упругопластическое тело внедрялся абсолютно жесткий индентор – ролик и резец.

В результате моделирования были получены значения напряжений и относительных деформаций, возникающих в узлах КЭ-модели, по которым выполнялся аналитический расчет параметров механического состояния как вдоль линии тока, формирующей обработанную поверхность, так и по глубине ПС.

Ключевым элементом теории процесса является аналитическая модель формирования ОН, особенностью которой является представление напряжений в виде тензора. В основу модели положена теорема о разгрузке, в соответствии с которой остаточные напряжения $[T\sigma_{ост}]$ формируются в результате действия тензоров напряжений, возникающих при приложении нагрузки $[T\sigma_{оэф}]$, тензора упругой разгрузки при ее снятии $[T\sigma_{раз}]$, а также тепловых напряжений разгрузки $[T\sigma_{\rho}]$. Составляющие тензора ОН определялись по разработанной автором методике с применением МКЭ.

В результате проведенных экспериментально-аналитических исследований установлены взаимосвязи циклической долговечности и параметров механического состояния металла с технологическими параметрами режима обработки. Выявлены физические закономерности накопления деформации и исчерпания запаса пластичности металлом ПС и их влияния на ЦД детали.

Для практической реализации результатов исследований разработан алгоритм определения оптимальных режимов обработки РСО, реализованный в виде программы для ЭВМ.

Решение прямой задачи позволяет по заданным значениям параметров режима рассчитать параметры механического состояния ПС, а также циклическую долговечность детали в условиях приложения усталостных нагрузок. Исходными данными являются: материал детали, характеризуемый исходной твердостью HV_0 , диаметр D_p и профильный радиус ролика R_{np} , действительный зазор a_0 , действительный натяг ролика h_0 , подача S , частота вращения n и диаметр детали D_0 , а также кривая течения и диаграмма пластичности металла.

Решение обратной задачи позволяет по заданным значениям параметров механического состояния назначить оптимальные параметры режима обработки, обеспечивающие необходимое качество поверхности и ЦД детали. В качестве исходных данных выступают значения параметров качества ПС (включая A , Ψ и тензор ОН) и циклической долговечности детали, которые технолог ожидает получить после обработки РСО.

На основе полученных взаимосвязей на языке Delphi 7 разработана программа для ЭВМ, позволяющая моделировать процесс РСО и расчетным путем назначать режимы обработки, обеспечивающие требуемые свойства ПС [1-2]. Расчет может осуществляться 3-мя способами (поз. 1, рис. 2):

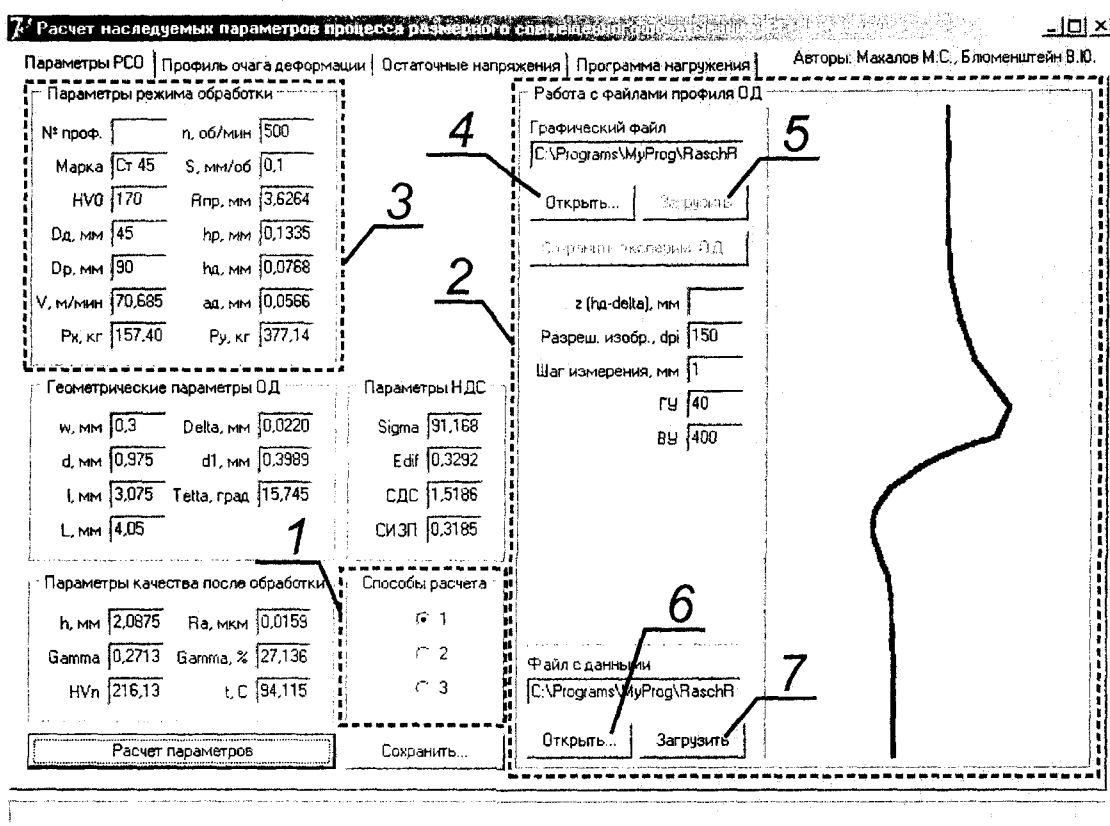


Рис. 2. Главное меню. Выбор способа расчета и ввод исходных данных

1. По экспериментально полученному геометрическому профилю ОД. В данном случае после обработки пробной детали осуществляется запись профилограммы контура ОД, которая подвергается последующему сканированию и обработке полученного изображения с помощью программы обработки профилограмм ОД [3]. Для задания профиля ОД используется секция «Работа с файлами профиля ОД» (поз. 2, рис. 2), остальные исходные данные задаются в секции «Параметры режима обработки» (поз. 3, рис. 2). Профиль ОД может быть считан из графического файла (поз. 4,5, рис. 2), либо из файла, содержащего численные значения координат точек ОД (поз. 6,7, рис. 2). Для указания границ зон ОД на экспериментальном профиле (поз. 1, рис. 3) должны быть заданы координаты абсцисс 5-и характерных точек (A , C_1 , C_2 , E и F , рис. 1). Их расположение соответствует переходам между различными зонами ОД и используется программой в качестве точек смены аппроксимирующей функции. Далее осуществляется решение прямой задачи.

2. По заданным параметрам режима обработки (прямая задача).

3. По заданным параметрам качества и долговечности (обратная задача).

В процессе работы программа осуществляет расчет параметров обработки РСД и проводит графическое построение профиля ОД (поз. 2, рис. 3), распределений компонент ОН (рис. 4) и программы нагружения металла.

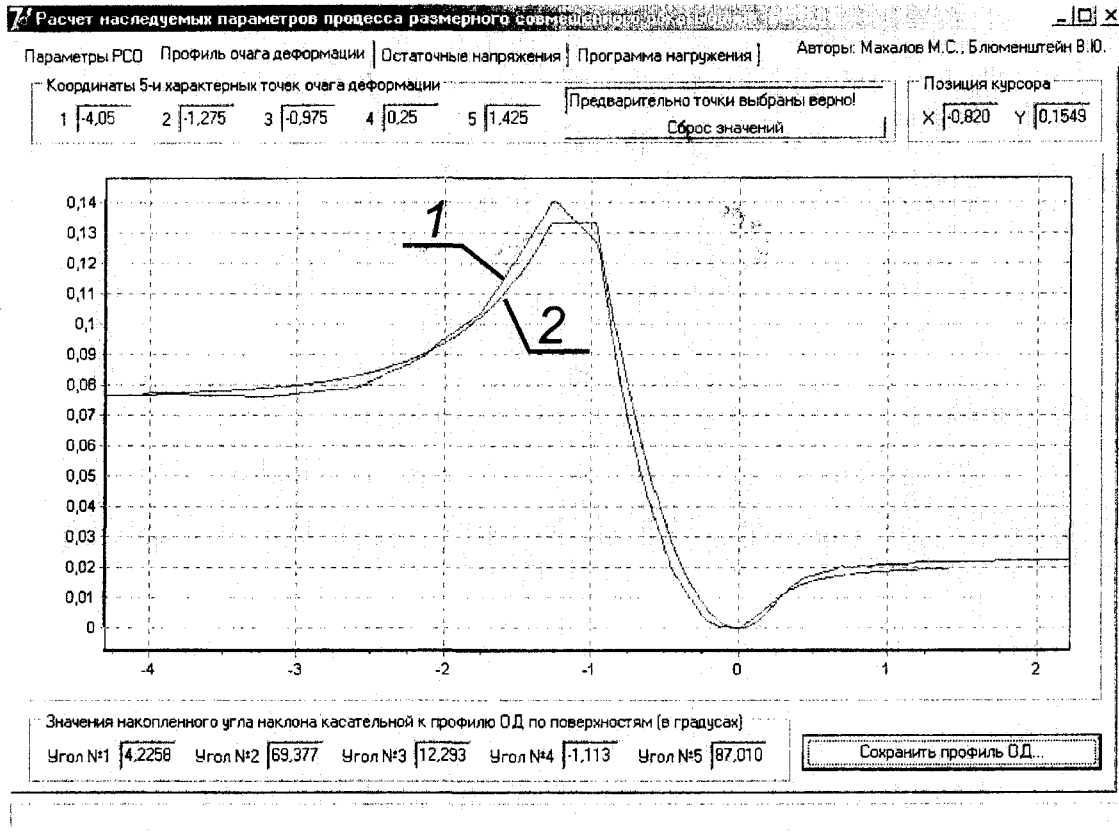


Рис. 3. Профиль очага деформации

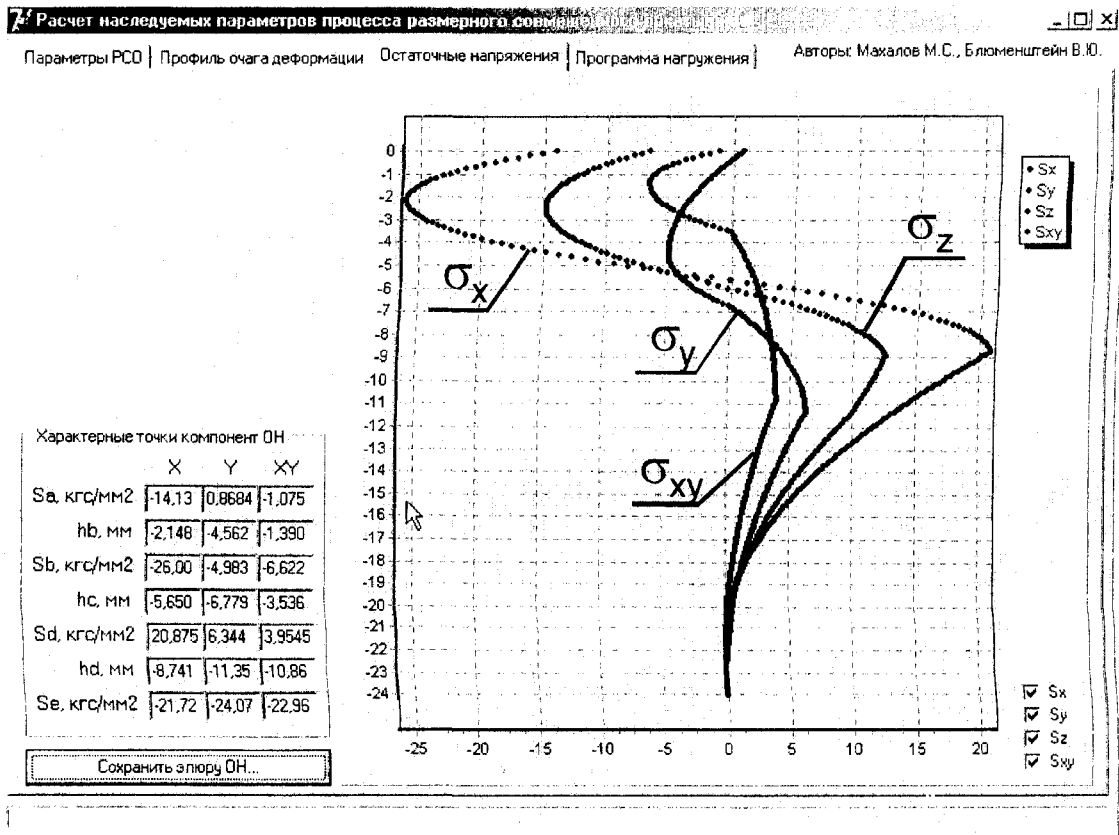
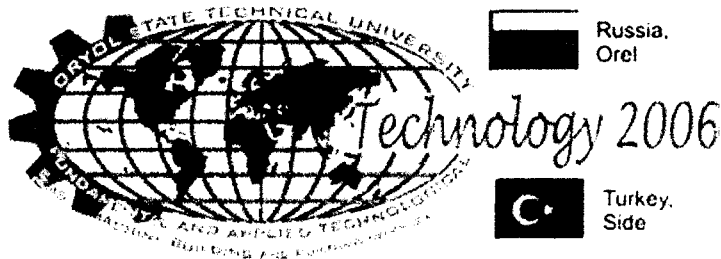


Рис. 4. Распределение компонент тензора ОН по глубине ПС

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хомоненко А.Д. и др. Delphi 7 / Под общ. ред. А.Д. Хомоненко. СПб.: БХВ-петербург, 2004. с. 1216, ил.
2. Блюменштейн В.Ю., Махалов М.С. Расчет наследуемых параметров процесса размерного совмещенного обкатывания. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005611281 от 31 мая 2005г.
3. Блюменштейн В.Ю., Махалов М.С., Сусленков С.В. Обработка профилосграмм очагов деформации при размерном совмещенном обкатывании и поверхностном пластическом деформировании. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2002611071 от 27 июня 2002г.



УДК 620.178.16

РОЛЬ МЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ТВЁРДОЙ МАТРИЦЕ ПРИ РАБОТЕ ДЕТАЛЕЙ В АБРАЗИВНЫХ СРЕДАХ

В.В. Белых, к.т.н., доц.

Ставропольский государственный аграрный университет
Ставрополь, тел. (8652) 359511, (8652) 349867, fax (8652) 347345,
E-mail: belih-vv@yandex.ru; belih@iskra.stavropol.ru

ROLE OF THE INFLUENCE FOR HARD MATRIX BASE COVERED WITH THE SOFT MATERIALS BEFORE THE TERM OF OPERATION FOR PARTS IN AN ABRASIVE MEDIUM

V.V. Belih, Tech.Sc.Can., Docent

Stavropol State Agrarian University
Stavropol, tel. (8652) 349867, fax (8652) 347345,
E-mail: belih@iskra.stavropol.ru

The basic results of wear for different steels samples, which were covered with soft materials before experiments, are represented in this article as and the comparative data, too.

Для оценки роли мягких материалов на твёрдой матрице при работе деталей в абразивных средах был проведён комплекс технологических и конструктивных мероприятий. Их основной задачей являлось выявление главных факторов, которые позволят увеличить гарантийный срок службы рабочих элементов техники, подвергающихся абразивному изнашиванию.

Абразивное изнашивание длительное время связывали лишь с режущим действием абразивных частиц. Степень агрессивности абразивных частиц по отношению к изнашиваемым поверхностям оценивают коэффициентом твёрдости

$$K_T = H/H_0,$$

где H - микротвёрдость материала детали;

H_o - микротвёрдость абразива.

Профессором М.М. Тененбаумом установлено критическое значение коэффициента твердости $K_{T,кр} = 0,5...0,7$; при $K_T < 0,5$ – интенсивное абразивное изнашивание, при $K_T > 0,7$ сопротивление материала абразивному изнашиванию резко возрастает [1].

Дальнейшие исследования показали, что твердость не может однозначно характеризовать сопротивление материала абразивному изнашиванию. Здесь оказывают влияние прочностные и некоторые другие свойства материала. Особенно интересными оказались свойства деформационных материалов.

Деформационными свойствами объясняется неожиданное поведение сравнительно мягких, пластичных материалов в условиях абразивного изнашивания. В отличие от ранее высказанного утверждения о решающем значении поверхностной твердости в снижении интенсивности абразивного изнашивания мягкие полимеры вполне удовлетворительно сопротивляются воздействию абразивных частиц.

Деформационные свойства проявляются в том, что напряжения на контактах абразивных частиц с пластмассами оказываются значительно меньшими по сравнению с напряжениями на контактах тех же частиц с металлами. Это приводит к тому, что для разрушения пластмассовой поверхности требуются большие усилия, чем для разрушения металла [1].

Нами был проведён ряд экспериментов, в ходе которых испытанию были подвергнуты не только разные по прочности и химическому составу стали, но и образцы из этих материалов, обработанные методом интенсивного втирания в их поверхности иных, более мягких компонентов. Ручное втирание производилось до тех пор, пока практически полностью вся рабочая поверхность детали не насыщалась частицами конкретного материала, то есть не становилась видной имевшаяся после изготовления шероховатость. В качестве таких материалов были выбраны: медь, свинец, алюминий, бронза и пластмасса (фторопласт-4), которые и использовались для сталей марок 35, 45, 50, бейнитной и стали марки 28Х1Г1СН1МФА.

Естественно, что при принятии каким-либо заводом к реальному серийному изготовлению зубьев ковша экскаватора или иной землеройной техники из определённого материала с наиболее рациональной технологией применения более мягких компонентов, ручной труд рабочих должен быть заменён машинным автоматическим методом обработки поверхностей трения. Должна быть разработана специальная машина, наносящая дополнительно относительно мягкую фракцию на поверхность стальной детали, что может быть сделано либо втиранием, либо с помощью покрытия, наносимого пульверизационным методом. Очевидно, по мере эксплуатации техники и конкретного в ней узла подобную процедуру полезно периодически повторять, что будет снижать интенсивность изнашивания.

Объём необходимой информации (количество опытов) определялся с использованием уточнённого неравенства Чебышева. Одновременно испы-

тывались три варианта (по числу рабочих механизмов станда), по шесть образцов за каждый цикл опыта.

Нелинейная параболическая аппроксимация статистических данных об износе деталей пар трения выполнялась с использованием программы Mathcad. Обозначения в расчётном алгоритме были приняты следующие:

где i - индексная переменная;

n - число точек наблюдения (замеров износа);

x_i и y_i - соответственно наработка (в часах) и наблюдаемый износ (мм);

h - постоянный шаг наблюдений (80 ч);

a, b, c - коэффициенты параболы;

M, H_1, H_2 - константы, необходимые для вычисления параметров/коэффициентов a, b, c параболы как полинома второй степени.

Z_i - результаты износа, полученные аналитическим путём с использованием накапливаемого статистического материала.

Значение наработки x_i в часах (постоянное во всех опытах) было следующее:

x_i 0 80 160 240 320 400

Величины износа y_i составляли

y_i 0 0,09 0,12 0,15 0,36 0,41

Использовался следующий алгоритм вычисления Z_i .

x_i	0	80	160	240	320	400
y_i	0	0,09	0,12	0,15	0,36	0,41

$$i=1\dots 6; n=6; x_1=0, x_n=400; h=80; M=\frac{n+1}{2}, M=3,5;$$

$$x_0=\frac{x_1+x_2}{2}, x_0=200; y_0=\sum_i \frac{y_i}{n}, y_0=0,188;$$

$$H_1=n\frac{n^2-1}{12}, H_1=17,5; H_2=n(n^2-1)\frac{n^2-4}{180}, H_2=37,333;$$

$$a=\frac{1}{12H_2}\left[3\left[\sum_i y_i(2i-n-1)^2\right]-(n^2-1)\sum_i y_i\right], a=9,286\times 10^{-3};$$

$$b=\frac{1}{2H_1}\sum_i y_i(2i-n-1), b=0,083; c=y_0-\frac{H_1 a}{n}, c=0,161;$$

$$Z_i=a\frac{(x_i-x_0)^2}{h^2}+b\frac{x_i-x_0}{h}+c$$

Z_i | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013

По результатам экспериментов и вычислений строились графики «износ – наработка». Прямые ломаные линии соединяют точки наблюдаемого износа, а пунктирные кривые – результат нелинейной аппроксимации.

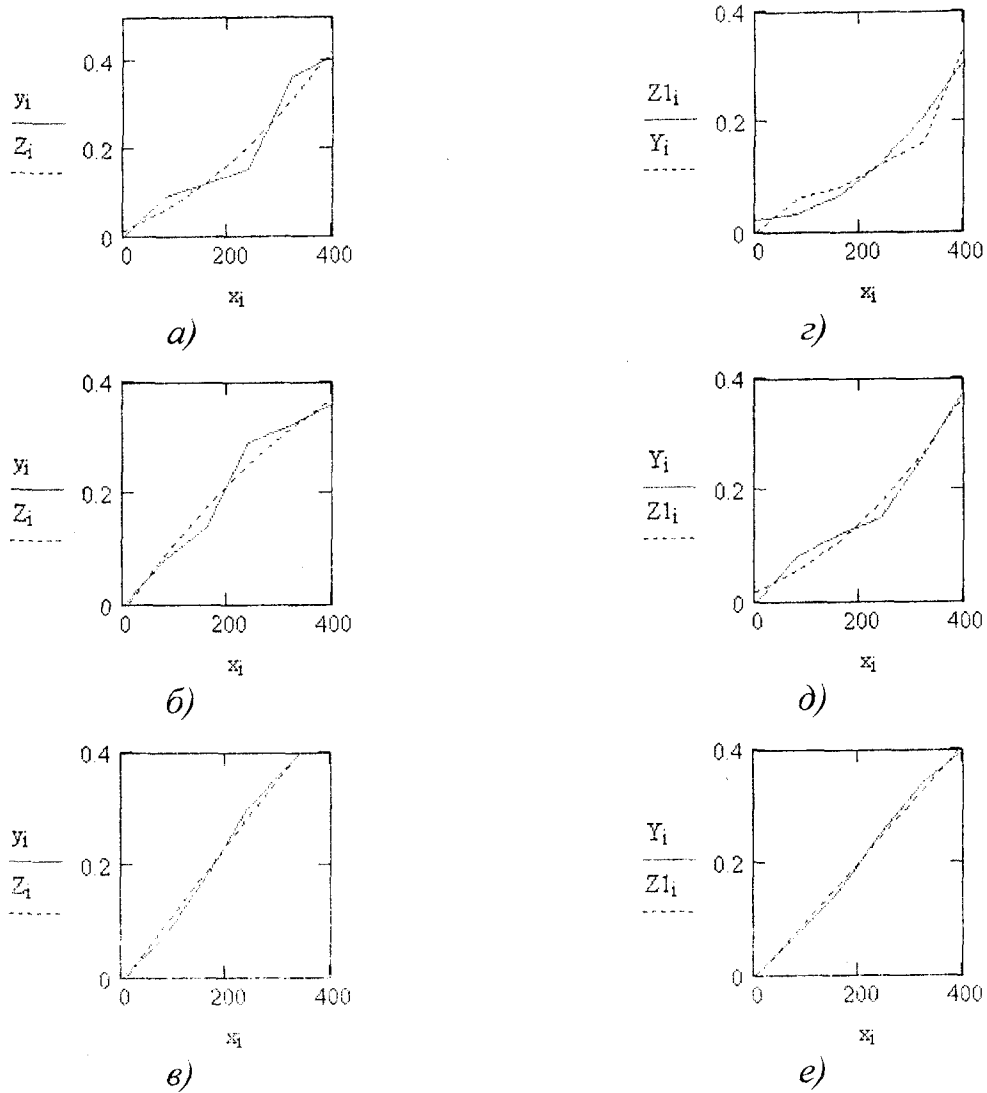


Рис. Нелинейная аппроксимация износа стали марки 28Х1Г1СН1МФА, натёртой предварительно прутком меди ЛС59 при контакте:
а – с песком; *б* – с песком и водой; *в* – с абразивным материалом в виде камней; *г* – с абразивным материалом в виде камней с водой; *д* – со смесью камней и песка; *е* – со смесью камней, песка и воды.
 Сплошной линией обозначен y_i , пунктирной – Z_i .

Данные об износе детали из стали 28Х1Г1СН1МФА, с предварительно натёртой рабочей поверхностью прутком меди ЛС59, имеющей при 20 °С значение прочности $\sigma_b = 450$ МПа [2], представлены на рисунке, позиция *а*.

Аналогичные наблюдения и расчёты, сделанные при добавлении воды, дали следующие результаты (см. рисунок, позиция *б*).

x_i	0	0,06	0,08	0,12	0,16	0,34
Z_i	0,021	0,031	0,065	0,123	0,206	0,313

$y_0 = 0,127$; $a_1 = 0,012$; $b_1 = 0,058$; $c_1 = 0,091$;

Следующие четыре программы (см. рисунок, позиции *в* – *е*) также иллюстрируют работу стали 28Х1Г1СН1МФА, предварительно натёртой прутком меди ЛС59 по абразивному материалу:

в виде камней:

x_i	0	0,08	0,14	0,29	0,32	0,36
Z_i	- 0,011	0,088	0,175	0,252	0,317	0,37

$$y_0 = 0,198; a = -5,714 \cdot 10^{-3}; b = 0,076; c_1 = 0,215;$$

В виде камней с добавлением воды:

x_i	0	0,08	0,12	0,15	0,26	0,38
Z_i	0,017	0,053	0,101	0,177	0,265	0,37

$$y_0 = 0,165; a_1 = 8,571 \cdot 10^{-3}; b_1 = 0,071; c_1 = 0,14;$$

В виде смеси песка и камней:

x_i	0	0,07	0,18	0,30	0,38	0,46
Z_i	- 0,012	0,089	0,187	0,283	0,376	0,467

$$y_0 = 0,232; a_1 = -1,25 \cdot 10^{-3}; b = 0,096; c = 0,235;$$

В виде смеси песка, камней и воды:

x_i	0	0,07	0,15	0,25	0,34	0,40
Z_i	$6,786 \cdot 10^{-3}$	0,077	0,161	0,244	0,317	0,409

$$y_0 = 0,202; a_1 = -1,786 \cdot 10^{-4}; b_1 = 0,083; c_1 = 0,202;$$

$$Z_{1i} = a_i \frac{(x_i - x_0)^2}{h^2} + b_i \frac{x_i - x_0}{h} + c_i$$

Предложенные прикладные программы, полученные формулы/уравнения, включая уточнённый метод анализа объёма статистических наблюдений (уточнение неравенства Чебышёва), также позволяют анализировать надёжность работы различных материалов и не только в тех абразивных средах (песок, камни, песок+камни и с добавлением воды), которые были испытаны, но и в иных и с другими материалами.

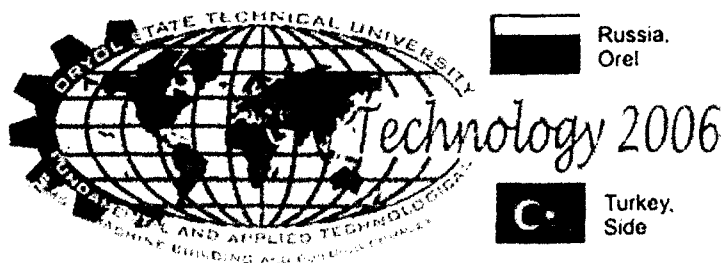
При этом надо иметь в виду, что выполненная нелинейная аппроксимация статистических данных с использованием полинома второй степени не предполагает экстраполяции графических зависимостей. Формула корректно работает в границах, определяемых только полученным объёмом статистической информации.

Для случая, когда необходимо экстраполировать выводы на перспективу, требуется использовать уравнение параболы, имеющей ось симметрии – ось абсцисс.

Качественный анализ сравнения графиков показывает, что более твёрдые стали с обработкой поверхностей трения более мягкими материалами, дольше сопротивляются развитию интенсивного износа, в частности, в начальный период эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надёжность и ремонт: пособие для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.] / Под ред. В. В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.
2. Плис, А. И. Mathcad 2000. Математический практикум / А.И.Плис, Н.А.Сливина. М.: Финансы и статистика, 2003 г. 656 с.



УДК 621.793.3

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ С НАНОАЛМАЗНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Ю.П. Топоров, И.Л. Петров, А.Б. Дровосеков,
Н.Н. Лознецова, М.В. Иванов, Ю.М. Полукаров
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина
Российской академии наук
Москва, тел.(495) 9554600, e-mail: toporov@phyche.ac.ru

TRIBOLOGICAL PROPERTY OF COMPOSITE NICKEL COVERINGS WITH NANODISPERSED DIAMONDS

Yu.P. Toporov, I.L. Petrov, A.B. Drovosekov,
N.N. Loznecova, M.V. Ivanov, Yu.M. Polukarov
Frumkin institute of physical chemistry and electrochemistry
of the Russian academy of sciences
Moscow, tel.(495) 9554600, e-mail: toporov@phyche.ac.ru

The influence of nanodispersed diamonds inclusions in electrolytic nickel on tribological property is investigated. The significant improvement tribological properties of electrolytic nickel is revealed by introduction in an electrolyte nano-dispersed diamonds.

Улучшение свойств используемых в современной технике покрытий остается актуальной проблемой современной науки. Одним из путей решения этой проблемы является введение в материал покрытий различных изменяющих их свойства наполнителей. В этом плане весьма перспективно использование в качестве наполнителя наноразмерных частиц алмаза, обладающего, как известно, уникальными механическими свойствами.

В данной работе изучено влияние введения порошка наноалмаза на трибологические свойства никелевых покрытий. Исследовались свойства никелевых покрытий, нанесенных электрохимическим методом на полирован-

ную поверхность стали марки ШХ-15 (использованы стандартные шарики для подшипников диаметром 8 мм).

Покрyтия осаждали из сульфатно-хлоридного электролита никелирования.

Для получения композитных покрытий использован алмазный порошок, полученный взрывным способом. Наноалмазный порошок вводился непосредственно в электролитическую ванну с использованием ультразвукового диспергирования.

Для устранения коагуляции полученных дисперсий в процессах нанесения покрытий рабочие суспензии подвергались простоянному перемешиванию.

Трибологические свойства оценивались на четырехшариковой машине трения МАСТ-1, пара трения в которой была образована тремя нижними неподвижными шариками с покрытием и верхним вращавшимся вокруг вертикальной оси шариком без покрытия.

В эксперименте измерялись: коэффициент трения и диаметр пятна износа. Параметры трения: нормальная нагрузка в контакте $2 \cdot 10^9$ Па, скорость вращения верхнего шара – 1 об./мин., температура – 20 °С.

Результаты измерений приведены в таблице.

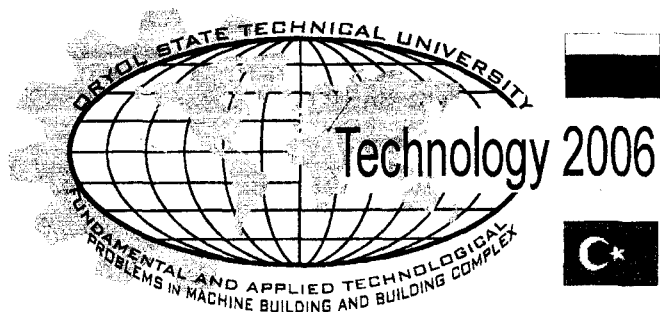
Таблица

Коэффициент трения K_T и диаметр пятна контакта D_K при трении стали ШХ-15 по покрытие из чистого никеля и композита

Никелевое покрытие без алмаза		Никелевое покрытие с алмазом	
K_T	D_K	K_T	D_K
0,50	0,52	0,10	0,22

Как видно из таблицы, введение в наносимые покрытия порошка наноразмерного алмаза приводит к резкому повышению износостойкости и улучшению антифрикционных свойств.

Полученные результаты позволяют утверждать, что введение порошка наноразмерного алмаза в металл покрытий может быть весьма перспективным методом улучшения их эксплуатационных свойств.

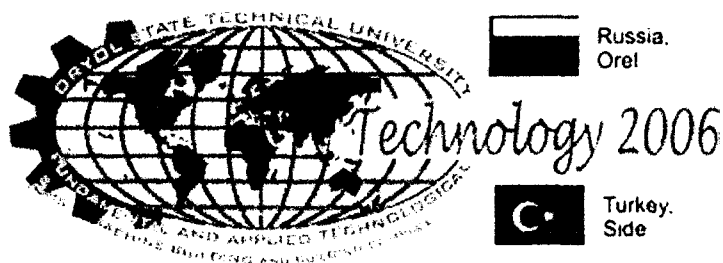


Russia,
Orel



Turkey,
Side

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



УДК 621.787: 621.7.011

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРУЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНДЕНТОРА

И.В. Мирошин, инженер

ГОУ ВПО «Кузбасский Государственный технический университет»
Кемерово, тел. (3842) 583240, факс. (3842) 583525, E-mail: tms@kuzstu.ru

MODELING PROCESS OF SURFACE LAYER LOADING DURING INDENTOR PLUNGING

I.V. Miroshin, engineer

Kuzbass State Technical University
Kemerovo, tel (3842) 583240, fax (3842) 583525, E-mail: tms@kuzstu.ru

The results of determination degree of use plasticity resources by experimental research and finite element analyses modeling are shown.

Согласно феноменологической теории технологического наследования для оценки трансформации состояния поверхностного слоя (ПС) металла при его нагружении используются такие параметры механики, как степень деформации сдвига A , показатель схемы напряженного состояния Π , степень исчерпания запаса пластичности Ψ (СИЗП) и др. Однако сложность определения этих параметров механического состояния поверхностного слоя ограничивает использование феноменологического подхода на практике.

С целью разработки методики контроля исчерпания запаса пластичности металла были проведены экспериментальные исследования двухэтапного нагружения поверхностного слоя стальных образцов.

На первом этапе цилиндрические образцы 20×20 мм из Стали 45 (ГОСТ 1050-88) подвергали сжатию на прессе с усилием от 140000 до 340000 Н, в результате чего в материале образцов происходило частичное исчерпание запаса пластичности.

Повторное нагружение проводилось на прессе Бринелля индентором в виде стального закаленного шарика диаметром 10 мм и нагрузкой 30000 Н.

В ходе эксперимента были получены значения СИЗП, рассчитанные по формулам механики деформирования, в зависимости от диаметра отпечатка, для показателя схемы напряженного состояния $\Pi = -0,93$ [1].

Одновременно для этих же условий было проведено моделирование методом конечных элементов (МКЭ) процесса внедрения индентора (шарика) в образец, имеющий размеры и свойства, аналогичные используемым в экспериментальном исследовании.

Графики значений Ψ , полученные моделированием и в результате обработки экспериментальных данных, приведены на рис. 1. При этом номера образцов ранжированы в порядке возрастания значения Ψ .

Установлено, что тенденция изменения степени использования запаса пластичности аналогична в обоих случаях. Более высокое значение Ψ , полученное при моделировании объясняется некоторой идеализацией схемы нагружения в сравнении с экспериментальными исследованиями.

При практическом использовании результатов моделирования, в том числе, для сложных немонотонных процессов (резание, ППД и др.) необходимо введение поправочного коэффициента, учитывающего эти отличия.

Решение задачи может быть упрощено при использовании физических методов контроля, в частности, метода акустической эмиссии (АЭ).

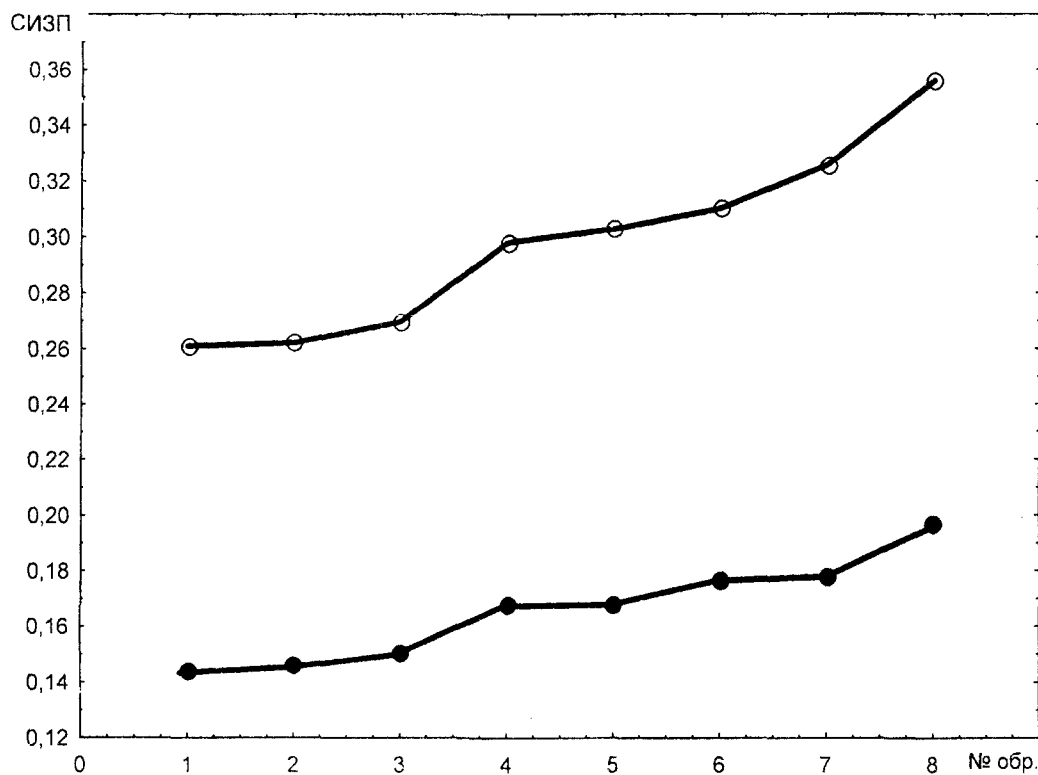


Рис. 1. Значения степени исчерпания запаса пластичности для стальных образцов, полученные экспериментально (●) и моделированием (о)

В процессе выполнения исследований были получены результаты, свидетельствующие о тесной связи параметров механики металла поверхностного слоя и сигналов АЭ.

Полученные результаты положены в основу методики контроля механического состояния поверхностного слоя деталей машин в процессах механической обработки и последующей эксплуатации с учетом технологического наследования.

1. Смелянский В.М. Механика упрочнения поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение, 2002. 300 с.



УДК 621.78

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОМ ДОРНОВАНИИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.В. Поляков, А.В. Киричек, д.т.н., профессор, Н.Н. Самойлов, доц.
Орловский Государственный Технический Университет
Орел, тел. (4862) 541508, e-mail: tmsi@ostu.ru

MODELING OF THE STATE OF DEFORMATION OF A DETAIL AT STATIC-IMPULSE MANDRELLING BY A METHOD OF FINITE ELEMENT ANALYSIS

A.V. Polyakov, A.V. Kirichek, Dr.Ph., N.N. Samoiylov
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 541508, e-mail: tmsi@ostu.ru

In clause the example of condition of the state of deformation at static-impulse mandrelling of a detail is resulted. The software package DEFORM 2D was applied to modeling.

В настоящее время для обработки отверстий большое распространение получили методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Основными способами ППД используемыми для упрочнения отверстий является раскатывание, выглаживание, ударное раскатывание, центробежная обработка, дорнование.

В статье описывается новый способ отделочно-упрочняющей обработки внутренних цилиндрических поверхностей – статико-импульсное дорнование (СИД), который является разновидностью статико-импульсной обработки (СИО)[1].

Схема нагружения при СИД аналогична дорнованию, отличие заключается в том, что основным деформирующим воздействием при СИД является ударная нагрузка, осуществляемая генератором механических импульсов [2]. При этом постоянное статическое поджатие, обеспечиваемое

гидроцилиндром, инструмента к упрочняемой поверхности позволяет более полно передавать энергию удара в очаг деформации.

Для повышения эффективности и изучения технологических процессов СИД необходимо иметь модель напряженно-деформированного состояния (НДС) детали, формирующегося в результате обработки, так как распределением остаточных деформаций и напряжений связаны эффективность обеспечения точности деталей и качество их поверхностного слоя.

Модель НДС должна обеспечивать возможность прогнозирования остаточных напряжений и деформаций. Изменение НДС цилиндрических деталей при СИД отверстий происходит в результате упруго-пластического деформирования. Для моделирования упруго-пластического деформирования заготовки одним из прогрессивных является метод конечных элементов.

Существует ряд программных пакетов для ПК (Ansys, LS-DYNA, NASTRAN и др.), реализующих метод конечных элементов. Перечисленные пакеты универсальны и пригодны для решения широкого круга задач теории упругости, гидравлики, электроники, и термодинамики. Для исследования напряженно-деформированного состояния заготовки при статико-импульсном дорновании наиболее целесообразно использование специализированных программных пакетов разработанных для моделирования процессов обработки металлов давлением. Одной из таких программ является DEFORM 2D, разработанный компанией *Scientific Forming Technology Corporation* (SFTC, США), который позволяет моделировать осесимметричные процессы пластического деформирования материалов. В программе DEFORM 2D имеются специальные встроенные модули позволяющие изучать НДС как заготовки так и инструмента, что важно для процесса СИД.

Рассмотрим в качестве примера моделирование процесса статико-импульсного дорнования. Заготовка – втулки из стали 45 с отверстием диаметром 22 мм, толщиной стенки 16 мм и высотой 50 мм. В качестве инструмента использовался шар диаметром 22,5 мм. Заготовка при моделировании является неподвижной, нижний торец опирается на неподвижную опору, а к инструменту прикладывается постоянное статическое усилие и переменная ударная нагрузка. Моделирование проходило при следующих технологических режимах: сила ударов 260 кН, частота ударов 18 Гц, сила статического поджатия поджатия 40 кН, натяг 0,5 мм.

На рисунках 1 и 2 приведены эквивалентные напряжения и деформации по фон Мизесу в заготовке после статико-импульсного дорнования.

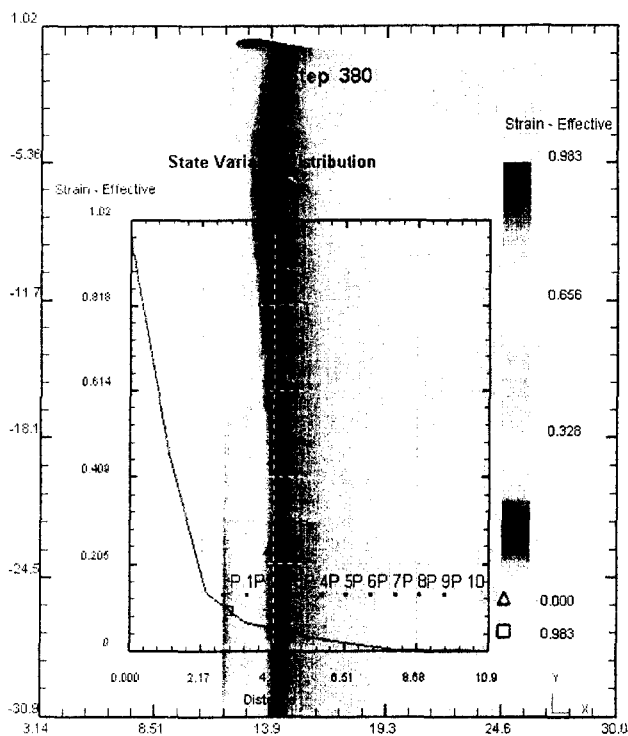


Рисунок 1 – Распределение эквивалентных напряжений в заготовке по фон Мизесу

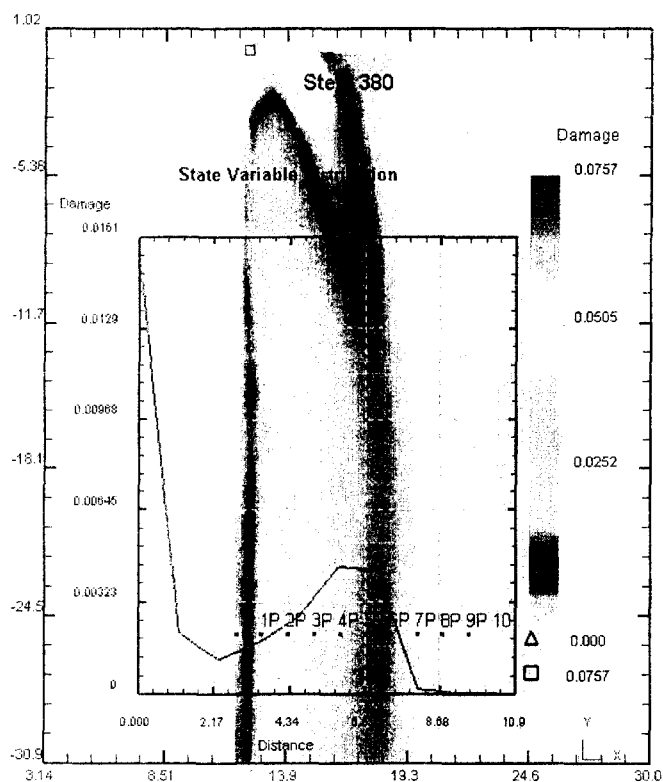


Рисунок 2 – Распределение эквивалентных деформаций в заготовке по фон Мизесу

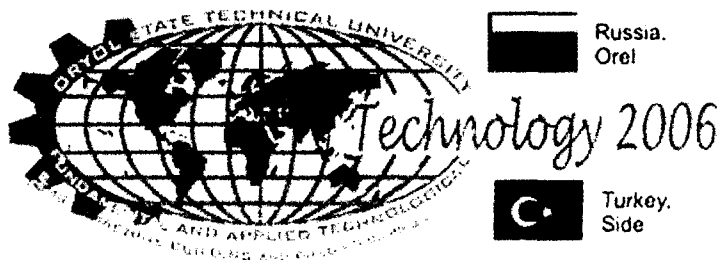
Полученные поля напряжений и деформаций с удовлетворительной точностью совпадают с результатами экспериментальных исследований [2], это позволяет сделать вывод о том, что применение программного пакета DEFORM 2D основанного на методе конечных элементов, обеспечивает приемлемую точность для моделировании процесса статико-импульсного дорнования.

Использование пакета DEFORM 2D для моделирования процессов статико-импульсного дорнования позволит определять рациональные технологические режимы и конструкцию деформирующего инструмента, обеспечивающие требуемые точности деталей и качества их поверхностного слоя, существенно сократив объем дорогостоящих и трудоемких экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киричек, А.В. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием [Текст]. / А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев, А.Г. Лазуткин. – Библиотека технолога. М.: Машиностроение, 2004. – 288 с.

2. Киричек, А.В. Статико-импульсная обработка внутренних цилиндрических поверхностей [Текст] / А.В. Киричек, А.Г. Лазуткин, Д.Л. Соловьев, С.А. Силантьев // Известия ОрелГТУ. Машиностроение. Приборостроение. 2004. - № 3 С.16-17.



УДК 621.787.4

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБКАТА ПОВЕРХНОСТИ РОТОРА ВИНТОВОГО НАСОСА ИНСТРУМЕНТОМ С РОЛИКОВЫМИ ИНДЕНТОРАМИ

Ю.С.Степанов, д.т.н., проф., Н.Н.Самойлов, доц.,
А.А.Жирков, к.т.н., доц., В.В.Иножарский, соискатель
Орловский государственный технический университет
Орел, тел.: (4862) 555524, (4862) 541419, E-mail: asis@ostu.ru

MATHEMATICAL MODEL AN COASTING SURFACE OF ROTOR OF SCREW PUMP BY INSTRUMENT WITH ROLLER INDENTORS

Yu.S.Stepanov, Prof., Dr., N.N.Samoylov, Docent,
A.A.Zhirkov, Tech.Sc.Can., Docent, V.V.Inozharskiy, searcher
Oryol State Technical University
Oryol, tel.: (4862) 555524, (4862) 541419, E-mail: asis@ostu.ru

In this article happens to a description mathematical models, which allows to execute a calculation of collection of constructive and technological parameters required for realization of method coasting surfaces of rotor of screw pump by the instrument with the roller indentors.

Винтовые насосы эффективно используются для перекачки вязких жидкостей (нефть, нефтепродукты, суспензии, взвеси и т. п.). Основной причиной отказа винтовых насосов является выход из строя ротора, вследствие контактного взаимодействия его поверхности с абразивными частицами.

Повышение эксплуатационных свойств, главного элемента насоса - винт-гайка, является основной триботехнической задачей.

В процессе эксплуатации ротора насоса, реализуются усталостные, коррозионные, эрозионные, абразивные и другие виды поверхностных разрушений. Поэтому важную роль играют структура и физико-механический комплекс свойств тонкого поверхностного слоя металла, от которых зависит

характер формирующихся при трении динамических структур, механизмы разгрузки и кинетика изнашивания [1].

Наиболее эффективными методами повышения физико-механических свойств поверхностного слоя являются методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Задача поверхностного упрочнения рабочей части ротора насоса, методами ППД, осложнена несколькими обстоятельствами: своеобразной формой винтовой поверхности ротора; свойствами применяемых материалов; зависимостей от степени деформации; формы и размеров инденторов и т. д. [2,3].

Обкатка винтовых поверхностей инструментом с роликовыми инденторами является новым высокопроизводительным и эффективным методом обработки пластическим деформированием. Достоинством этого метода является то, что поверхность винта формируется индентором за один проход и не требует дополнительной финишной обработки.

В настоящей статье приводится математическая модель позволяющая получить совокупность конструктивных и технологических параметров, необходимых для реализации данного метода.

Рабочая поверхность ротора насоса представлена на рисунке 1, а.

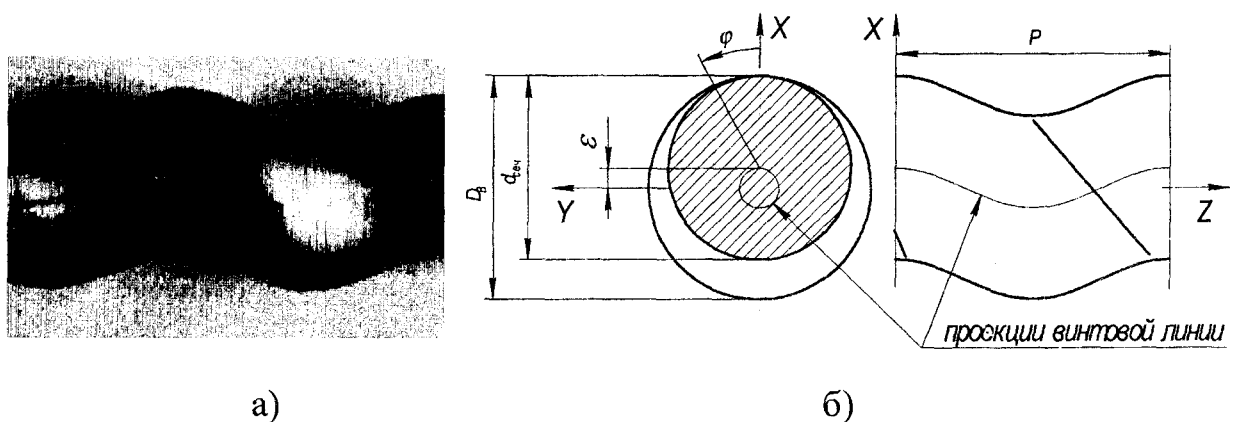


Рис. 1. Поверхности рабочей части ротора глубинного насоса

Ротор имеет сложную винтовую поверхность, образованную движением окружности по винтовой линии (рис. 1,б) которая, представляет собой цилиндрическую винтовую линию с постоянным шагом. Смещение центра этой окружности в пространстве описывается системой уравнений винтовой линии:

$$\begin{cases} x = \rho_{ВЛ} \cdot \cos \alpha; \\ y = \rho_{ВЛ} \cdot \sin \alpha; \\ z = \frac{P_V \cdot \alpha}{2 \cdot \pi}, \end{cases} \quad (1)$$

где: $\rho_{ВЛ}$ - радиус винтовой линии;

α - угол, определяющий положение элементарной окружности винта в пространстве;

P_V - шаг винтовой линии.

Согласно предложенному методу исходными параметрами винта являются:

- P - шаг ротора;
- ε - радиус исходной винтовой линии;
- $d_{сеч}$ - диаметр сечения ротора.

Преобразование системы уравнений (1), позволяет получить новую систему, которая описывает поверхность винта, используя его исходные параметры P , ε , $d_{сеч}$:

$$\begin{cases} x = \left(\varepsilon \cdot \cos \varphi + \sqrt{(d_{сеч}/2)^2 - \varepsilon^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right) \cdot \cos(\varphi + \alpha); \\ y = \left(\varepsilon \cdot \cos \varphi + \sqrt{(d_{сеч}/2)^2 - \varepsilon^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right) \cdot \sin(\varphi + \alpha); \\ z = \frac{P \cdot \alpha}{2 \cdot \pi}. \end{cases} \quad (2)$$

Любая точка на винтовой поверхности задается углом α , определяющим положение элементарной окружности винта в пространстве и углом поворота плоской вспомогательной системы координат вокруг ее центра в торцевой плоскости.

Рассмотрим процесс обкатки винтовой поверхности роликом с радиусным профилем. Ролик, контактирующий с винтовой поверхностью, имеет возможность, вращаясь вокруг своей оси, перемещаться в плоскостях параллельных плоскостям XOY и XOZ (рис. 2). Винтовой поверхности придается вращательное движение, а индентору постоянная подача D_s .

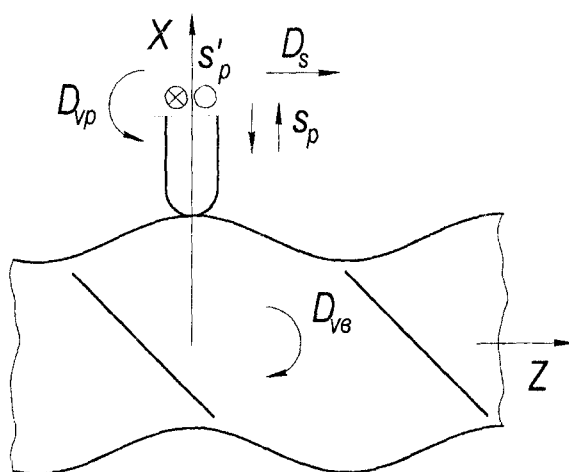


Рис. 2. Схема обкатки винтовой поверхности роликом

На рисунке 3 показано перемещение индентора в процессе обкатки винтовой поверхности, из которого видно, что при равномерной подаче положение точки контакта определяется углом наклона нормали к винтовой поверхности β .

Уравнение изменения угла наклона нормали β , в процессе обкатки, при единичном радиусе индентора, имеет вид:

$$\beta = \arctg \left(-\frac{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon}{P} \cdot \sin \left(\varphi + \frac{2 \cdot \pi \cdot z}{P} \right) \right). \quad (3)$$

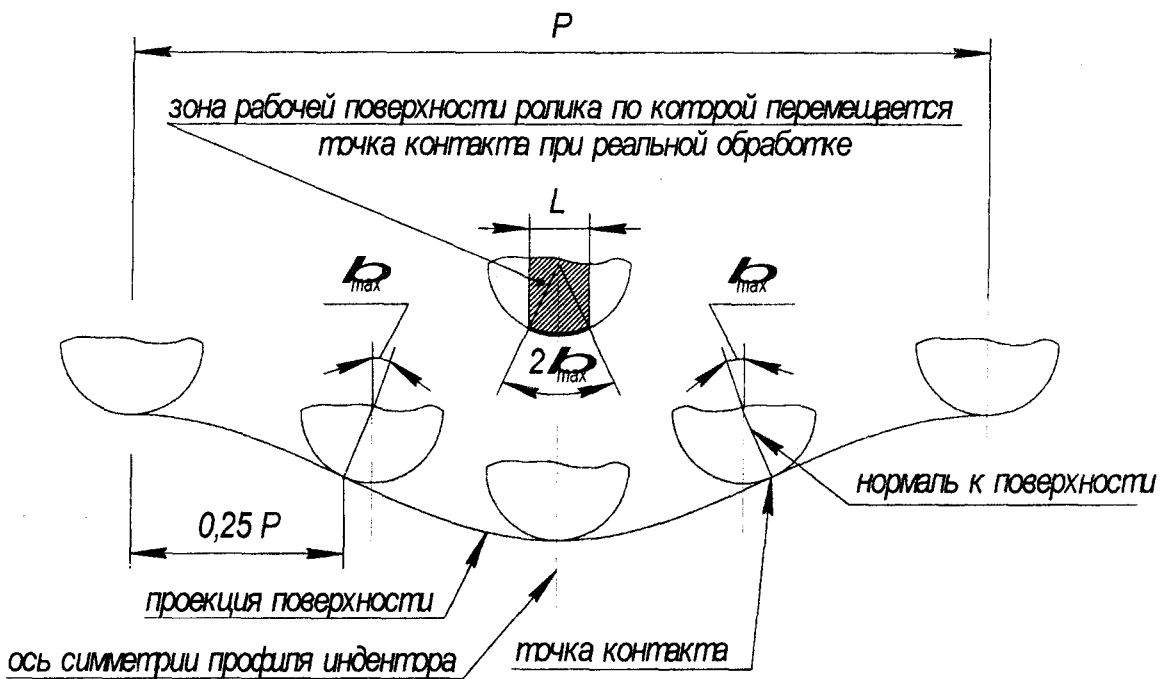


Рис. 3. Перемещение индентора в процессе обкатки винтовой поверхности

Угол β имеет очень важное значение. При перемещении индентора на один шаг винта он циклично изменяется в определенных пределах (рис. 3) и таким образом величина $2\beta_{max}$, при известном радиусе, определяет область износа поверхности ролика L .

Смещение точки контакта вдоль оси Z (без учета подачи) зависит от радиуса кривизны ролика и от исходных параметров винтовой поверхности. Данная зависимость имеет вид:

$$\Delta z = r_p \cdot \sin \left[\arctg \left(-\frac{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon}{P} \cdot \sin \left(\varphi + \frac{2 \cdot \pi \cdot z}{P} \right) \right) \right], \quad (4)$$

где: Δz - смещение точки контакта вдоль оси Z ;

r_p - радиус кривизны ролика.

Система уравнений описывающих поверхность винта (2) с учетом зависимости (4), позволяет получить новую систему уравнений, описывающую траектории движения точки контакта в трехмерной системе координат:

$$\begin{cases} x = \left(\varepsilon \cdot \cos \varphi + \sqrt{(d_{свн}/2)^2 - \varepsilon^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right) \cdot \cos \left[\varphi + \frac{2\pi}{P} \left(z + r_p \cdot \sin \left[\arctg \left(-\frac{2\pi\varepsilon}{P} \cdot \sin \left(\varphi + \frac{2\pi z}{P} \right) \right) \right] \right) \right]; \\ y = \left(\varepsilon \cdot \cos \varphi + \sqrt{(d_{свн}/2)^2 - \varepsilon^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right) \cdot \sin \left[\varphi + \frac{2\pi}{P} \left(z + r_p \cdot \sin \left[\arctg \left(-\frac{2\pi\varepsilon}{P} \cdot \sin \left(\varphi + \frac{2\pi z}{P} \right) \right) \right] \right) \right]; \\ z = z + r_p \cdot \sin \left[\arctg \left(-\frac{2\pi\varepsilon}{P} \cdot \sin \left(\varphi + \frac{2\pi z}{P} \right) \right) \right]. \end{cases} \quad (5)$$

На рисунке 4 изображены проекции траекторий точки контакта за один оборот винта при $Z=0$, $Z=P/4$, $Z=P/2$, $Z=3P/4$ и $Z=P$, построенные при помощи системы уравнений (5).

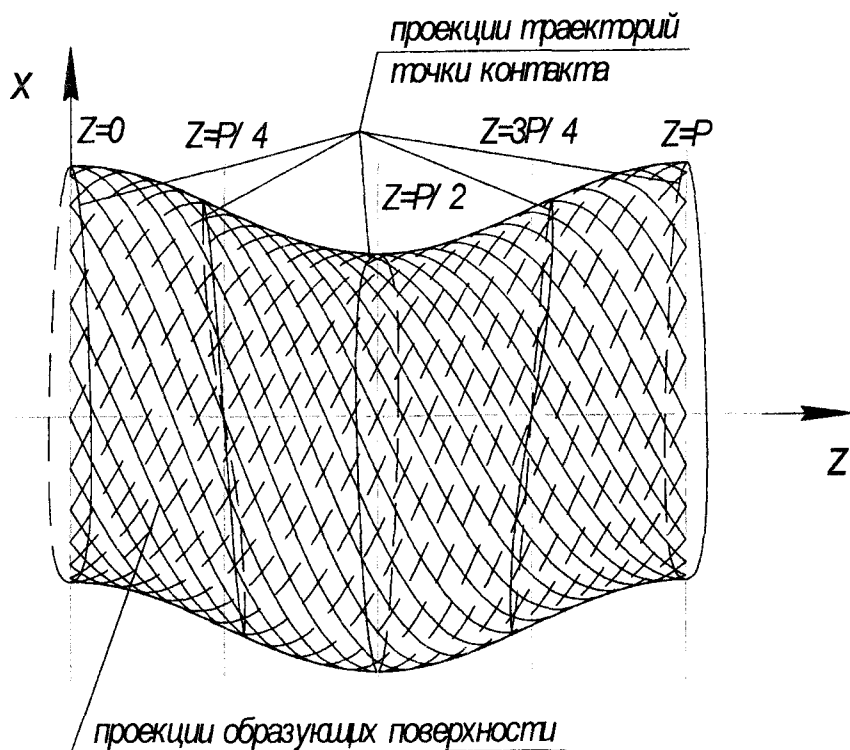


Рис. 4. Проекции траекторий точки контакта и винтовой поверхности

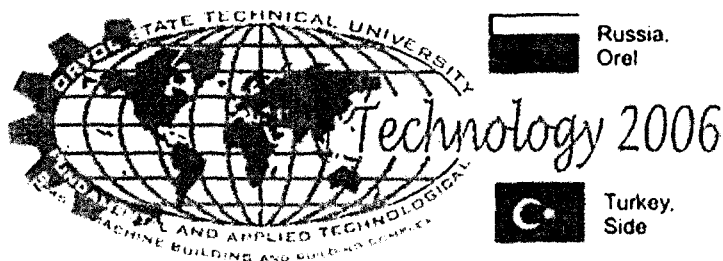
Проекция образующих винтовой поверхности получены решением системы уравнений (6):

$$\begin{cases} x = \left(\varepsilon \cdot \cos \varphi + \sqrt{(d_{сеч}/2)^2 - \varepsilon^2 \cdot \sin^2 \varphi} \right) \cdot \cos \left(\varphi + \frac{2 \cdot \pi \cdot z}{P} \right); \\ z = z. \end{cases} \quad (6)$$

Разработанная математическая модель позволяет выполнять расчет совокупности конструктивных и технологических параметров, необходимых для реализации метода обката поверхности ротора винтового насоса инструментом с роликовыми инденторами радиусного профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жмудь А. Е. Винтовые насосы с циклоидальным зацеплением. М.: МАШГИЗ, 1963. 155 с.
2. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение, 2002. 300 с., ил.
3. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. М.: Машиностроение, 1987. 328 с., ил.



УДК 658.562

ТЕОРЕТИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ИСПЫТАНИЙ ТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

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

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

THEORETICAL PROBABILITY ANALYSIS OF FINE MANUFACTURING MACHINERY TESTING PROCESS¹

V.Y.Antsev, Prof., Dr., A.N.Inozemtsev, Prof., Dr., N.I. Pasko, Prof., Dr.
Tula State University
Tula, tel. (4872)351887, fax (4872)351887, E-mail: anzev@uic.tula.ru

A solution to the problem of enhancing trustworthiness of a qualimetric evaluation for reliability indicators of fine manufacturing machinery is given based on theoretical probability analysis of time-limited testing.

Одним из условий обеспечения конкурентоспособности отечественных точных технологических машин является повышение их надежности, априорная информация о которой получается в результате соответствующих испытаний. Основная проблема проведения испытаний на надежность заключается в сокращении времени их проведения. С целью ее решения применяют форсирование испытаний и специальные методы расчета и прогнозирования процесса потери машиной работоспособности.

Однако всякое форсирование испытания, как правило, искажает процесс изменения выходных параметров машины. И хотя имеется целый ряд методик, позволяющих делать пересчеты с форсированного режима работы

¹ Материал подготовлен в рамках выполнения проекта №05-01-96708-р_центр_а, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований

на обычный, ускоренные испытания не позволяют произвести точную оценку показателей надежности. Данные обстоятельства обуславливают перспективность сочетания испытаний с аналитическими расчетами, моделированием и прогнозированием надежности.

Другой проблемой определения показателей надежности является необходимость расходования значительных ресурсов на проведение специальных испытаний. Поэтому, особенно в последнее время, многие предприятия отказываются от таких испытаний. Но в тоже время при изготовлении и приемке продукции проводится ряд других испытаний, например, предварительных и приемо-сдаточных, имеющих свои собственные цели и ограниченных во времени. Это не позволяет напрямую использовать их результаты для оценки показателей надежности с помощью существующих методик.

Поэтому актуальной является задача совершенствования методов проведения испытаний и соответствующей математико-статистической обработки результатов испытаний, обеспечивающей разрешение неопределенности, обусловленной фактором ограничения времени проведения испытаний и наличием свойств нестационарности и неэргодичности исследуемого при проведении испытаний процесса. Для ее решения на ОАО "Тулаточмаш" выполнен следующий комплекс мероприятий по повышению достоверности квалиметрической оценки показателей надежности точных технологических машин по результатам ограниченных во времени испытаний:

1. Выполнен анализ производственного опыта и нормативно-технической документации по проведению испытаний точных технологических машин.

2. Проведен анализ методов математико-статистической оценки результатов проведения испытаний точных технологических машин.

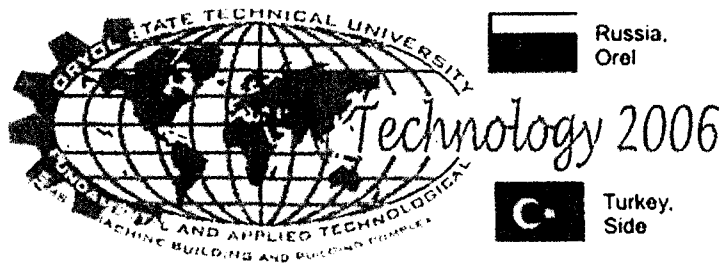
3. Разработана функциональная модель процесса приемки трикотажных автоматов, позволяющая раскрыть структуру информационных связей, возникающих в ходе испытаний точных технологических машин и построенная на основе методологии системного анализа и проектирования IDEF0.

4. Разработана теоретико-вероятностная модель процесса проведения испытаний, учитывающая параметры случайного разброса показателей качества точных технологических машин, подвергаемых испытаниям;

5. Разработаны методы управления процессом испытаний, обеспечивающие получение достоверных сведений о стабильности рабочего процесса функционирования точных технологических машин.

6. Разработана инженерная методика оценки показателей надежности при планах испытаний с фиксированной наработкой и с заданной длительностью испытания.

7. Разработаны и внедрены на предприятии ОАО "Тулаточмаш" программное обеспечение для математико-статистического анализа испытаний и нормативно-техническая и методическая документация по их проведению.



УДК 539.3.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРОЧНЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕТАЛИ.

А. В. Заика, Т. В. Савостикова, В.С. Шоркин, д. ф.-м. н., проф.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел.(4862) 419844, E-mail: Vshorkin@yandex.ru.

MATHEMATICAL MODELLING OF INTERACTION OF THE STRENGTHENED SUPERFICIAL LAYER ON THE INTENSE CONDITION OF THE DETAIL

A.V.Zaika, T.V.Savostikova, V.S.Shorkin, Prof.,Dr.
Oryol State Technical University
Oryol, tel.(4862)419844, , E-mail: Vshorkin@yandex.ru.

The superficial layer of many details is strengthened. It changes its mechanical properties. At hardening there is a deformation of a superficial layer. This process influences the intense condition of all detail, can deform it. In clause the mathematical model of interaction of a detail and its superficial layer is offered

Для повышения эксплуатационных свойств деталей в ряде случаев используется поверхностное пластическое деформирование (ППД) [1], [2] Методы обработки пластическим деформированием характеризуются деформирующим воздействием рабочей части инструмента на обрабатываемую поверхность. По технологическому назначению различают формообразующие, отделочные и упрочняющие методы обработки ППД. Формообразующая обработка характеризуется охватом достаточно большого (или всего) объема материала заготовки пластической деформацией с целью изменения исходной формы и размеров. Отделочная обработка характеризуется деформацией лишь тонкого поверхностного слоя с целью сглаживания исходной шероховатости или создания заданного

микрорельефа поверхности. При упрочняющей обработке ППД пластической деформации подвергается поверхностный слой с целью изменения его физико-механических свойств и структуры. Технологический эффект отделочной и упрочняющей обработок ППД зачастую достигается одновременно, а метод называется отделочно-упрочняющей обработкой ППД.

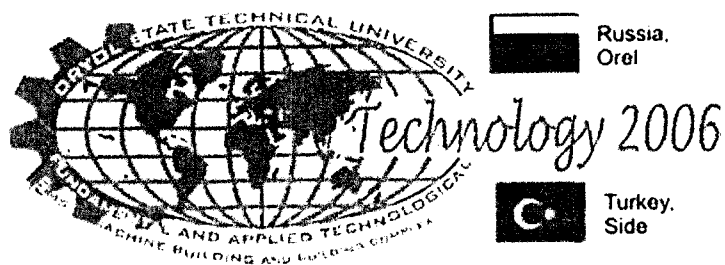
Сказанное свидетельствует о том, что поверхностный слой после его обработки оказывается деформированным, по отношению к исходному состоянию, его механические свойства изменены.

Это дает основание для рассмотрения системы деталь-поверхностный слой как системы двух взаимодействующих тел с разными механическими свойствами. В связи с этим возникает задача математического моделирования поведения этой системы в разных производственных ситуациях.

Для моделирования предлагается использовать два подхода. Первый подход учитывает, как слой, так и деталь являются трехмерными объектами, находящимися в состоянии адгезии [3]. Второй подход основан на пренебрежении толщиной поверхностного слоя. Он предполагает рассмотрение взаимодействия двумерного поверхностного слоя с трехмерной деталью. Общие математические модели для решения конкретных задач для обоих подходов разработаны [4,5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабичев А.П., Мотренко П.Д. Отделочно-упрочняющая обработка деталей многоконтактным виброударным инструментом. / А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко и др. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. - 192 с.
2. Смелянский, В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием [Текст] / В.М. Смелянский. – М.: Машиностроение, 2002.– 300 с.
3. Зимон, А. Адгезия пленок и покрытий [Текст] / А. Зимон. – М.: Химия, 1977. – 352 с.
4. Shorkin, V. Acoustic peculiarities of isotropic linear – resilient materials of the second order [Text] / V. Shorkin, V. Gordon, Y. Stepanov // Elevent International Congress on Sound and Vibration. 5 - 8 Yuli 2004. – St.Peterburg, Russia, 2004. – P. 3401 – 3408.
5. Подстригач, Я. С. Введение в механику поверхностных явлений в деформируемых твердых телах [Текст] / Я. С Подстригач, Ю. З. Повстенко. – Киев: Наук. думка, 1985. – 200 с.



УДК 532

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАБОЧЕГО ТЕЛА ИГЛОФРЕЗЫ В ВИДЕ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ

Т.В. Потураева, В.С. Шоркин, д.т.н., проф.
Орловский государственный технический университет.
Орел, тел.(4862)419822, E-mail: Vshorkin@yandex.ru.

T.V.Poturaeva, V.S.Shorkin, Prof.,Dr.
Oryol State Technical University
Oryol, tel.(4862)419822, , E-mail: Vshorkin@yandex.ru.

In work it is offered to describe behaviour of this bunch during work wire brush relations of mechanics of a deformable firm body. As model of medium it is offered to use association of models Cossara and Leru. The first model is used for the description of medium in sections, normal to directions of cores. The second model - for the description of medium in two other directions.

В работе предлагается описывать поведение этого пучка в процессе работы иглофрезы соотношениями механики деформируемого твердого тела. В качестве модели среды предложено использовать объединение моделей Коссера и Леру. Первая модель используется для описания среды в сечениях, нормальных направлениям стержней. Вторая модель – для описания среды в двух других направлениях.

Иглофреза – это один из видов режущего инструмента [1, 2]. Ее рабочее тело представляет собой пучок большого числа тонких, диаметром 0,2 – 1,0 мм, металлических стержней, плотно запрессованных в обойме.

Иглофреза является новым (по отношению к классическим фрезам) режущим инструментом, технологически выгодным ввиду наличия большого числа режущих элементов [1, 2]. Для правильного проектирования как самих иглофрез, так и технологических процессов, связанных с их использованием, необходима математическая модель процесса иглофрезерования, динамического поведения рабочего тела иглофрезы. В настоящее время, рабочее тело принято рассматривать как совокупность большого числа взаимодействующих

щих между собой и с обрабатываемой поверхностью тонких упругих стержней. В практике проектирования распространен наиболее простой и грубый вариант этой модели, когда используется допущение о том, что иглы – стержни не взаимодействуют друг с другом, являются консольно заземленными балками, срезающими обрабатываемую поверхность. Для учета взаимодействия предложено учитывать рабочее тело сплошной средой, обладающей специальными свойствами. Свойства рассматриваемой сплошной среды, в направлениях осей стержней и перпендикулярных к ним, резко различаются. Это служит основой для применения гибридной модели, в которой используется моментная теория упругости, основанная на предположении о том, что среда линейно упруга, а соответствующая часть потенциала внутренних сил определяется не только перемещениями частиц, но и их градиентами [3]. Так учитывается то, что у элементарных балок – игловок изгиб влияет на их потенциальную энергию. В сечении тела фрезы поверхностью, нормальной к осям игловок, используется вариант моментной теории, опирающийся на предположение о том, что ее элементы могут совершать независимый друг от друга поступательные перемещения и вращения. Этими элементами являются поперечные сечения игловок. Упругие постоянные, характерные для упомянутых моделей среды, предлагается определить через свойства игловок и характеристики их взаимодействия.

Математическая модель среды.

При описании модели используется прямоугольная декартова система координат x_1, x_2, x_3 . Ось x_3 направлена вдоль оси игловок, которая считается далее прямолинейной (в недеформированном состоянии). Для обоих типов сред законы сохранения импульса и момента импульса имеют вид [3]:

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} = \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2}, \quad (1)$$

$$\epsilon_{ijk} \sigma_{jk} + \frac{\partial \mu_{ij}}{\partial x_j} = \mathfrak{I}_{(i)} \frac{\partial^2 \omega_i}{\partial t^2}, \quad (2)$$

где ρ – плотность материи;

t – время;

$\mathfrak{I}_{(i)}$ – момент инерции частицы относительно x_i ;

ϵ_{ijk} – единичный аксиальный антисимметричный тензор;

u_i – компоненты вектора \vec{u} перемещений точек среды;

ω_i – компоненты вектора $\vec{\omega}$ поворота элемента среды;

μ_{ij} – компоненты тензора моментных напряжений;

σ_{ij} – компоненты тензора напряжения.

Если среда является средой Коссера, то u_i и ω_i кинематически независимы, если же она является средой Леру, то векторы \vec{u} и $\vec{\omega}$ связаны соотношением:

$$\vec{\omega} = \frac{1}{2} \text{rot } \vec{u} = \vec{\Omega}. \quad (3)$$

Определяющие соотношения для изучаемых сред (без учета (3)) имеют вид:

$$\sigma_{ij} = (\mu + \alpha) \cdot \gamma_{ij} + (\mu - \alpha) \cdot \gamma_{ji} + \lambda \gamma_{kk} \delta_{ij}, \quad (4)$$

$$\mu_{ij} = (\varphi + \varepsilon) \chi_{ij} + (\varphi - \varepsilon) \chi_{ji} + \beta \chi_{kk} \delta_{ij}, \quad (5)$$

$$\gamma_{ij} = \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \epsilon_{kji} \omega_k, \quad (6)$$

$$\chi_{ij} = \frac{\partial \omega_i}{\partial x_j}, \quad (7)$$

где μ , α , γ , λ , φ , ε , β – упругие постоянные среды.

Учитывая, что для σ_{ij} и μ_{ij} первый индекс – номер оси, нормальной к площади, на которой действует напряжение, а второй – номер оси, в направлении которой действует напряжение и применяя изложенное к рассматриваемой ситуации, можно получить, что в изучаемой среде, действуют напряжения, определяемые равенствами:

$$\sigma_{31} = \mu \left(\frac{\partial u_3}{\partial x_1} + \frac{\partial u_1}{\partial x_3} \right) + 2(\Omega_2 - \omega_2), \Omega_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_2} - \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right), \quad (8)$$

$$\sigma_{32} = \mu \left(\frac{\partial u_3}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_3} \right) - 2(\Omega_1 - \omega_1), \Omega_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_3}{\partial x_2} - \frac{\partial u_2}{\partial x_3} \right), \quad (9)$$

$$\sigma_{33} = 2\mu \frac{\partial u_3}{\partial x_3} + \lambda \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right). \quad (10)$$

Если поворот нормального сечения иглы вокруг осей x_1, x_2 осуществляется, в том числе и за счет сдвиговых деформаций, то есть с потерей ортогональности материального сечения оси иглы, то векторы $\vec{\Omega}$ и $\vec{\omega}$ не совпадают [2]. Если же гипотеза о том, что плоские сечения стержней нормальны их осям во время деформации, сохраняется, то повороты сечений возникают только при изменении изгиба стержней. В этом случае

$$\Omega_2 = \omega_2, \Omega_1 = \omega_1. \quad (11)$$

Именно это допущение принимается в дальнейших рассуждениях. В этом случае напряжения σ_{3j} сохраняют свой классический смысл, вызывая сдвиговые деформации и растяжения вдоль x_3 .

С учетом сказанного, для моментных напряжений, можно получить выражение

$$\mu_{31} = \varphi \left(\frac{\partial \omega_3}{\partial x_1} + \frac{\partial \Omega_1}{\partial x_3} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial \omega_3}{\partial x_1} - \frac{\partial \Omega_1}{\partial x_3} \right), \quad (12)$$

$$\mu_{32} = \varphi \left(\frac{\partial \omega_3}{\partial x_2} + \frac{\partial \Omega_2}{\partial x_3} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial \omega_3}{\partial x_2} - \frac{\partial \Omega_2}{\partial x_3} \right), \quad (13)$$

$$\mu_{33} = 2\varphi \frac{\partial \omega_3}{\partial x_3}. \quad (14)$$

Для того, чтобы понять смысл этих напряжений, допустим, что вдоль плоскости (x_1, x_2) значения ω_3 распределены равномерно. То есть, иглы в нормальном к их осям сечениях получили одинаковые повороты ω_3 .

$$\frac{\partial \omega_3}{\partial x_1} = \frac{\partial \omega_3}{\partial x_2} = 0. \quad (15)$$

Выражения для μ_{3j} примут вид:

$$\mu_{31} = (\varphi - \varepsilon) \frac{\partial \Omega_1}{\partial x_3}; \mu_{32} = (\varphi - \varepsilon) \frac{\partial \Omega_2}{\partial x_3}; \quad (16)$$

$$\mu_{33} = 2\varphi \frac{\partial \omega_3}{\partial x_3}. \quad (17)$$

Изменение угла поворота Ω_1 или Ω_2 сечения стержня вдоль оси x_3 характеризует его кривизну. Выражения (16) свидетельствуют о том, что моментные напряжения μ_{31} , μ_{32} возникают при искривлении стержней – игловок.

Величина $\left(\frac{\partial \omega_3}{\partial x_3}\right)$ характеризует крутку стержня. Значит, μ_{33} возникает при скручивании стержня – иглы.

Аналогично определяются напряжения на площадках с номерами 1 и 2.

$$\sigma_{11} = 2\mu \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \lambda \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right); \quad (18)$$

$$\sigma_{12} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) - 2\alpha (\Omega_3 - \omega_3); \quad (19)$$

$$\sigma_{13} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_3} + \frac{\partial u_3}{\partial x_1} \right); \quad (20)$$

$$\sigma_{22} = 2\mu \frac{\partial u_2}{\partial x_1} + \lambda \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right); \quad (21)$$

$$\sigma_{21} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) + 2\alpha (\Omega_3 - \omega_3); \quad (22)$$

$$\sigma_{31} = \mu \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_3} + \frac{\partial u_3}{\partial x_2} \right); \quad (23)$$

$$\mu_{11} = 2\varphi \frac{\partial \Omega_1}{\partial x_1}; \mu_{22} = 2\varphi \frac{\partial \Omega_2}{\partial x_2} \quad (24)$$

$$\mu_{12} = \varphi \left(\frac{\partial \Omega_1}{\partial x_2} + \frac{\partial \Omega_2}{\partial x_1} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial \Omega_1}{\partial x_2} - \frac{\partial \Omega_2}{\partial x_1} \right); \mu_{13} = \varphi \left(\frac{\partial \Omega_1}{\partial x_3} + \frac{\partial \omega_3}{\partial x_1} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial \Omega_1}{\partial x_3} - \frac{\partial \omega_3}{\partial x_1} \right); \quad (25)$$

$$\mu_{21} = \varphi \left(\frac{\partial \Omega_2}{\partial x_1} + \frac{\partial \Omega_1}{\partial x_2} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial \Omega_2}{\partial x_1} - \frac{\partial \Omega_1}{\partial x_2} \right); \mu_{23} = \varphi \left(\frac{\partial \Omega_2}{\partial x_3} + \frac{\partial \omega_3}{\partial x_2} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial \Omega_2}{\partial x_3} - \frac{\partial \omega_3}{\partial x_2} \right) \quad (26)$$

Перечисленные выше соотношения относятся лишь к сжатой в поперечном направлении части рабочего тела.

Оценка значений упругих постоянных.

На значения упругих постоянных влияют многие факторы: свойства материала иглоков, их геометрическая форма, условия их контактного взаимодействия, типа упаковки стержней – игл, т.д. Рассматривается наиболее простой случай, когда стержни имеют круговое сечение, постоянное вдоль его длины. Воздействие одного стержня на другой осуществляется только с помощью нормальных к оси сил, касательные – отсутствуют. Реализовать последнее требование можно посредством хорошей смазки рабочего тела иглофрезы, пропитыванием его маслом.

Рассматриваемые напряжения, развивающиеся в сплошной среде, приведены к единице площади соответствующей координатной поверхности. Для определения соответствующих упругих постоянных, эти напряжения приравниваются суммарным силам и моментам, действующих на тех же площадках при развитии в стержнях – иглах деформаций, соответствующие тем, которые развились в сплошной среде.

Обратим внимание также на то, что как в продольном, по отношению к иглам, так и в поперечном к ним направлениях, соответствующие постоянные совпадают. Это – грубое допущение, но принято оно с целью упрощения процедуры определения конкретных значений постоянных.

Рассмотрим ситуацию, когда иглы получили одну и ту же крутку: $k = \frac{\partial \omega_3}{\partial x_3} = const$. Пусть d – диаметр отдельной иглы; $S = \frac{\pi d^2}{4}$ – площадь ее поперечного сечения. Зная механические свойства материала иглы, можно рассчитать его сопротивляемость скручиванию X , а значит и момент $M = Xk$. С учетом этих соображений можно записать:

$$\mu_{33} = \frac{1}{S} \cdot Xk = \left(\frac{4X}{\pi d^2} \right) k = 2\varphi k. \quad (27)$$

Отсюда следует, что

$$\varphi = \frac{2X}{\pi d^2} \quad (28)$$

Рассмотрим теперь соотношения (16). Они записаны для моментных напряжений, развивающихся на площадках, нормальных к x_3 , направленных по касательной к ним, стремящихся повернуть их вокруг x_1 или x_2 . В стержне такие напряжения можно развить за счет сдвигов вдоль оси стержня. Они могут быть вызваны только силами трения между стержнями. Этими силами мы пренебрегли. Значит, соответствующие моменты равны нулю при наличии произвольных значений соответствующих деформаций. Это возможно, если

$$\varepsilon = \varphi. \quad (29)$$

Анализируя выражения для напряжений σ_{ij} можно убедиться, что μ, λ – это постоянные Ламе материала иглоков.

Для определения постоянной α необходимо рассмотреть взаимодействие стержней, при их плотной упаковке, с учетом (19), (22), описывающих сдвиг в направлении, перпендикулярном иглокам. В отсутствии сил трения процесс реализуется только за счет сжатия стержней – иглоков.

Определим значение констант, характеризующих упругие инерционные свойства сплошной среды $\rho, \mu, \alpha, \lambda, \varphi, \varepsilon, \beta, \mathcal{J}$. Они должны быть определены через механические свойства, геометрические параметры и условия закрепления отдельных иглолок.

Далее приведены оценки их значений, полученные на основании допущений, в наибольшей степени упрощающие математические расчеты.

1) Плотность ρ .

Независимо от характера упаковки иглолок допускается, что она совпадает с плотностью материала иглолок.

2) **Момент инерции \mathcal{J}** поворота вокруг оси Ox_3 совпадает с моментом инерции сечения иглолки умноженной на их количество в единице площади сечения.

Момент инерции поворота вокруг других осей считается равным нулю.

3) **Рассмотрим силовые напряжения σ_{11}, σ_{22}** , если они отрицательны, то происходит сжатие пучка в направлениях, перпендикулярных осям иглолок. Этому сжатию сопротивляется их материал. На основании этого, считаем, что значение λ и μ для среды, моделирующей пучок при сжатии во всех направлениях, совпадают со значениями этих величин для этих иглолок. Это же относится и к $\lambda, \mu, \sigma_{33}$

Если же пучок растягивается, то в направлении Ox_3 опять растягивается материал. Значит λ, μ в этом направлении при сжатии и растяжении одни и те же.

При растяжении вдоль оси Ox_1, Ox_2 из-за того, что иглолки не сцеплены между собой, никакого сопротивления этому растяжению не возникает, поэтому $\lambda = 0, \mu = 0$.

4) **Рассмотрим касательные напряжения.**

σ_{12} и σ_{21} осуществляют сдвиги в плоскости Ox_3 . В этом случае сопротивление может возникать при очень плотной упаковке иглолок (пучок сжат с большим усилием), за счет сопротивления сдвигам материала иглолок.

При отсутствии их взаимных поворотов и из-за сил трения, возникающих, при относительных поворотах.

Первое дает возможность принять значение μ тоже, что и раньше.

Определение постоянной α .

Для определения постоянной α необходимо рассмотреть взаимодействие стержней, при их плотной упаковке, с учетом того, что

$$\sigma_{12} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) - 2\alpha(\Omega_3 - \omega_3), \quad (30)$$

$$\sigma_{21} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) + 2\alpha(\Omega_3 - \omega_3), \quad (31)$$

описывающих сдвиг в направлении, перпендикулярном иглолкам. В отсутствии сил трения процесс реализуется только за счет сжатия стержней – иглолок.

I. Допустим, что иголки легко проскальзывают друг по другу (смазаны, т.е. нет силы трения), на основании этого принимает $\alpha = 0$.

Для σ_{23} и σ_{32} , σ_{13} и σ_{31} ; когда $\Omega_j = \omega_j$ значение α неважно – принимаем равным нулю.

Таким образом, сделанный выбор значения констант дает возможность вычислять напряжения σ и \mathfrak{T} по классическим формулам.

Составим таблицу значений для напряжения и деформации, учитывая, что иголки хорошо смазаны, т.е. проскальзывают друг по другу (см. таблицу 1):

Таблица 1.

k	σ	μ
=1	$s_{22} = 0$	$m_{22} = 0$
	$s_{33} = 0$	$m_{32} = 0$
	$s_{23} = m \frac{\nabla u_2}{\nabla x_3}$	$m_{23} = 0$
	$s_{32} = m \frac{\nabla u_2}{\nabla x_3}$	$m_{33} = 0$
=2	$s_{11} = 0$	$m_{11} = 0$
	$s_{33} = 0$	$m_{13} = (j + e) \frac{\nabla W_1}{\nabla x_3}$
	$s_{13} = 0$	$m_{13} = (j - e) \frac{\nabla W_1}{\nabla x_3}$
	$s_{31} = 0$	$m_{33} = 0$
=3	$s_{11} = 0$	$m_{11} = 0$
	$s_{22} = 0$	$m_{12} = 0$
	$s_{12} = -2a(w_3 - W_3) = 0$	$m_{21} = 0$
	$s_{21} = 2a(w_3 - W_3) = 0$	$m_{22} = 0$

II. Теперь предположим, что иголки не проскальзывают (т.е. возникает трение), на основании этого найдем значение α :

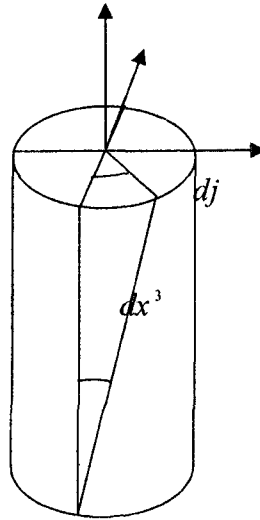


Рисунок 1. Кручение стержня с круглым поперечным сечением.

Угол поворота (деформации)

$$g = R \frac{dj}{dx^3}; \quad (32)$$

а так как

$$\frac{dj}{dx^3} = q, \quad (33)$$

где θ – относительный угол закручивания, следовательно, получим

$$g = Rq. \quad (34)$$

По закону Гука для сдвига имеем

$$t = GqR, \quad (35)$$

где τ – касательные напряжения, возникающие в поперечном сечении.

Парные им напряжения возникают в продольных плоскостях – в осевых сечениях.

Элементарные силы τdF приводятся к крутящему моменту

$$M_k = \int_F t R dF. \quad (36)$$

Интегрирование распространяется на всю площадь поперечного сечения F . Подставляя в подынтегральную функцию напряжение τ , получим

$$M_k = Gq \int_F R^2 dF. \quad (37)$$

$$\int_F R^2 dF = J_p, \quad (38)$$

где J_p – полярный момент инерции.

Таким образом, получаем

$$M_k = GJ_p q, \quad (39)$$

или

$$q = \frac{M_k}{GJ_p}, \quad (40)$$

где GJ_p – жесткость стержня при закручивании.

Зная относительный угол закручивания θ , определяем величину взаимного угла поворота сечений φ . Согласно выражениям (2) и (4)

$$dj = \frac{M_k dx_3}{GJ_p}, \quad (41)$$

откуда

$$j = \int_0^l \frac{M_k dx_3}{GJ_p}, \quad (42)$$

где l – длина стержня.

Тогда

$$j = \frac{M_k l}{GJ_p} \quad (43)$$

Подставляя значение θ в выражение (4), получим

$$t = \frac{M_k R}{J_p}. \quad (44)$$

Итак, с одной стороны $M_k = GJ_p q$, а так как, следовательно,
 $M_k = GJ_p \frac{dj}{dx_3}$. Учитывая, что $\frac{dj}{dx_3} = \frac{g}{R}$, получим

$$M_k = GJ_p \frac{g}{R} \quad (45)$$

С другой стороны, $m = (t_{21} - t_{12})l$.

Найдем $(\tau_{21} - \tau_{12})$:

$$t_{21} - t_{12} = 4a(W_3 - w_3), \quad (46)$$

подставляя значения Ω_3 и ω_3 в выражение, получим:

$$t_{21} - t_{12} = 8a W_3 l, \quad (47)$$

Если $\Omega_3 = \varphi = \frac{gl}{R}$, тогда

$$M_k = m, \quad (48)$$

$$GJ_p \frac{g}{R} = 8a \frac{gl^2}{R}, \quad (49)$$

$$a = \frac{GJ_p}{8l^2}. \quad (50)$$

При вычислении аналогичных констант моментных напряжений, принимаем $\beta = 0$, на том основании, что $\vec{\omega} \approx \vec{\Omega} = \frac{1}{2} \text{rot } \vec{u}$. Так как $\text{div rot } \vec{u} = 0$, то значение β не играет роли.

Равенство точное, при поворотах Ox_1 и Ox_2 и приближительное, при оценки поворота элемента среды вокруг Ox_3 . Поворот хотя и считается независимым, из-за высокой степени стохастичности пучка, но считается малоотличающимся от поворота, порожденного неравномерностью поступательного движения в плоскости Ox_1 и Ox_2 .

Значение φ равно значению коэффициента сопротивления скручивания иголки умноженного на их количество, пересекающее единицу площади (Ox_1 , Ox_2).

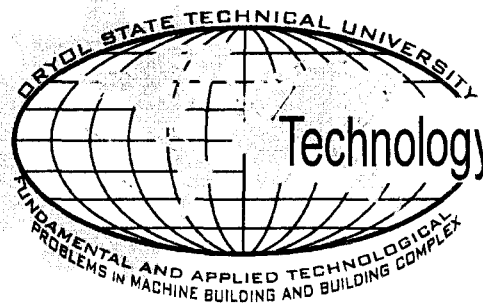
Допустим, что на значение μ_{ij} , $i \neq j$ оказывают влияние только $\frac{\partial \omega_j}{\partial x_i}$, а $\frac{\partial \omega_i}{\partial x_j}$ не влияют. Это равносильно предположению о том, что $\varepsilon = \varphi$.

Заключение.

Предложенная математическая модель и методы определения констант, используемых в этой модели, через механические свойства иголок, позволяют перейти к непосредственному расчету прикладных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарапанов А. С. Общетеоретические положения и результаты производственного исследования процесса иглофрезирования. // Известия Орел ГТУ. Машиностроение и приборостроение – Орел: ОрелГТУ, 2000, №4. С. 157–161.
2. Тарапанов А.С., Харламов Г.А, Шоркин В.С. Математические основы виртуального представления и анализа процессов лезвийной обработки. Справочник. Инженерный журнал №3, 2003:
3. Ерофеев В.И. Волновые процессы в твердых телах с микроструктурой [Текст] / В.И. Ерофеев.– М.: МГУ, 1999.– 328 с.



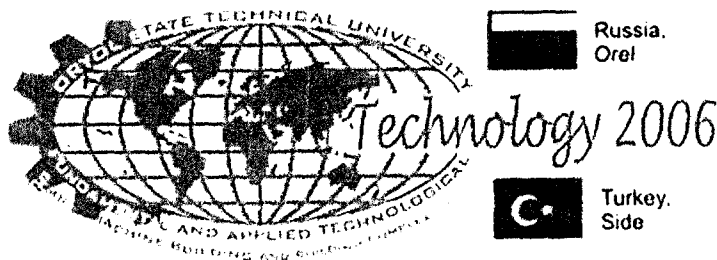
Russia,
Orel

Technology 2006



Turkey,
Side

ТРЕНИЕ, ИЗНОС, СМАЗКА В МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ



УДК 621.891.

МЕЗОГЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТРИБОАКТИВНЫХ ПРИСАДОК

Е.В. Берёзина, к.т.н., доцент
Ивановский государственный университет
Иваново, тел. (0432) 42-13-85, E-mail: elena_berezina@mail.ru

MESOGENIC COMPOUNDS AS TRIBO-ACTIVE ADDITIVES

E.V. Berezina, cand. sc. (techn.), doz.

As tribo-active additives to water lubrication solution were the discotical compounds such as phthalocyanine derivatives investigated. About formation of boundary lubrication layer they are judged on the basis of the data about physico-chemical and adsorptive activity of the additives. These results were compared to the data of tribometric tests. The conclusion, that additives, showing in volume the mesomorphic state, improve the tribological properties of lubricant material in greater degree, than additives, which not posses of mesomorpic properties was made

В 1936 году В.К. Фредериксом была высказана идея о необходимости проведения исследований по применению жидкокристаллических соединений (ЖК-соединений) в трибологии [1]. Используя современную, терминологию, мы будем говорить о мезогенных соединениях — т. е. тех веществах, которые в определенных условиях потенциально могут переходить в мезоморфное (жидкокристаллическое) состояние. Эта проблема актуальна в условиях как статического, так и динамического контакта твердых тел, когда наличие в их микрозазоре жидкости с особой структурой определяет степень диссипации энергии трения. Весьма многообещающими представляются исследования в области жидких кристаллов (ЖК), свидетельствующие об уникальности их смазочных свойств, проведенные российскими и белорусскими учеными [1–6].

Первые сообщения по триботехническому применению дискотических мезогенов появились в 1988 году при использовании жидкокристаллического производного гексаокситруксена, обладающего столбчатой фазой, непосредственно в качестве смазочного материала в машинном элементе [7].

Можно предположить, что благоприятным фактором является структурная упорядоченность молекул мезогенных присадок на трущейся поверхности, т. е. формирование так называемых эпитропных мезофаз. К формированию таких мезофаз обычно склонны соединения, являющиеся термотропными или лиотропными мезогенами. Использование в смазочных композициях в качестве присадок жидких кристаллов обусловлено их полифункциональностью действия – компромиссным сочетанием антифрикционных, противоизносных, противозадирных свойств, а также высокой чувствительностью и скоростью отклика при изменении условий трения.

При рассматривании процессов экстремального трения с ограниченным доступом смазочного материала, следует использовать такие вещества, которые работали бы в тонких смазочных слоях при тяжелых режимах трения, при схватывании, или процессах обработки резанием или давлением. В таких процессах важна роль эпитропной мезофазы при формировании граничного смазочного слоя, поэтому мы обратили внимание на группу химических соединений дискотического молекулярного типа — производных фталоцианина, известных своей термостойкостью и способностью формировать термотропные и лиотропные мезофазы.

Все испытанные нами вещества являются производными медного комплекса фталоцианина. Они полностью совпадают по строению макроцикла и различаются протяженностью и числом боковых заместителей. Их можно отнести к типу потенциальных дискотических мезогенов (веществ, способных в растворе структурироваться в молекулярные «столбцы»).

Проведенные нами поляризационно-микроскопические исследования показали, что исследуемые вещества обладают различной способностью к образованию объемной мезофазы, которая имеет лиотропный характер [8]. Выявлены концентрационные границы образования мезофазы. Сделано предположение о влиянии мезоморфизма на процесс формирования граничного смазочного слоя с элементами молекулярной самоорганизации.

Нами было установлено, что изотермы поверхностного натяжения исследуемых соединений фталоцианина имеют сложный характер [8]. Сопоставляя данные спектральных исследований с концентрационными характеристиками поверхностного натяжения растворов, мы имеем возможность интерпретировать эти результаты, исходя из представлений о лиотропном мезоморфизме.

Приведем в качестве примера анализ зависимости σ (С) для одного из исследуемых веществ (рис. 1.). При сопоставлении этих данных с данными изучения процесса структурообразования в различных концентрационных диапазонах, можно сделать следующее заключение. Минимальное поверхностное натяжение в виде плато кривой совпадает с районом нематической (хромонической) фазы. Возрастание поверхностного натяжения соответству-

ет концентрационному интервалу гетерогенного района (N + M-фаза) и постепенному переходу к двухфазной области «кристалл – M-фаза».

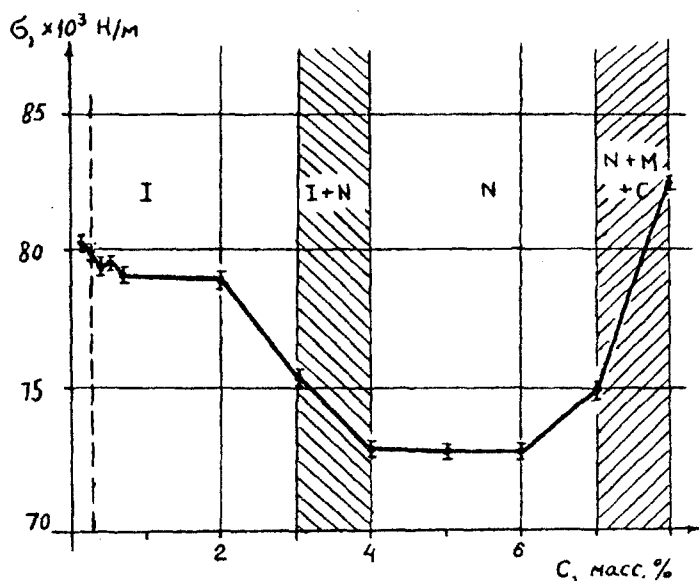


Рис. 1. Изотерма поверхностного натяжения водно-аммиачного раствора соединения производного фталоцианина: I — изотропный раствор; M — хромоническая M-фаза; N — хромоническая нематика; C — кристаллическая фаза

Таким образом, можно констатировать, что на поверхностные свойства рассматриваемого типа присадок влияют как процессы ассоциации дискотических амфифилов, так и фазовые переходы в этих лиотропных системах. С наибольшей вероятностью образование упомянутых молекулярных агрегатов будет происходить на поверхности металла за счет его избирательной адсорбции, что и будет обуславливать трибологическую активность мезогенной присадки при низких температурах обработки.

Для выявления механизма действия при трении исследуемых соединений был использован малогабаритный трибометр автоматический универсальный ТАУ-1. Анализ полученных закономерностей (рис. 2) (которые были обработаны путем сглаживания по МНК с помощью полинома шестой степени) показывает, что при увеличении нагрузки производные фталоцианина начинают работать более эффективно. Зависимость коэффициента трения от концентрации имеет сложный характер, связанный со структурными перестройками надмолекулярных агрегатов исследуемых соединений.

Молекулы производных фталоцианина взаимодействуют по типу плоскость-плоскость. В модельной системе, содержащей мезоморфный компонент, надмолекулярный ансамбль (в виде столбца или типа стопки монет) за счет полярных заместителей располагается, вероятно, длинной осью молекул вдоль поверхности металла, обеспечивая скольжение дисков один относительно другого. При повышении концентрации вероятна переориентация этих столбцов (рис. 3) так, что длинные оси молекул встают перпендикулярно поверхности металла, что и препятствует процессу трения, увеличивая коэффициент трения.

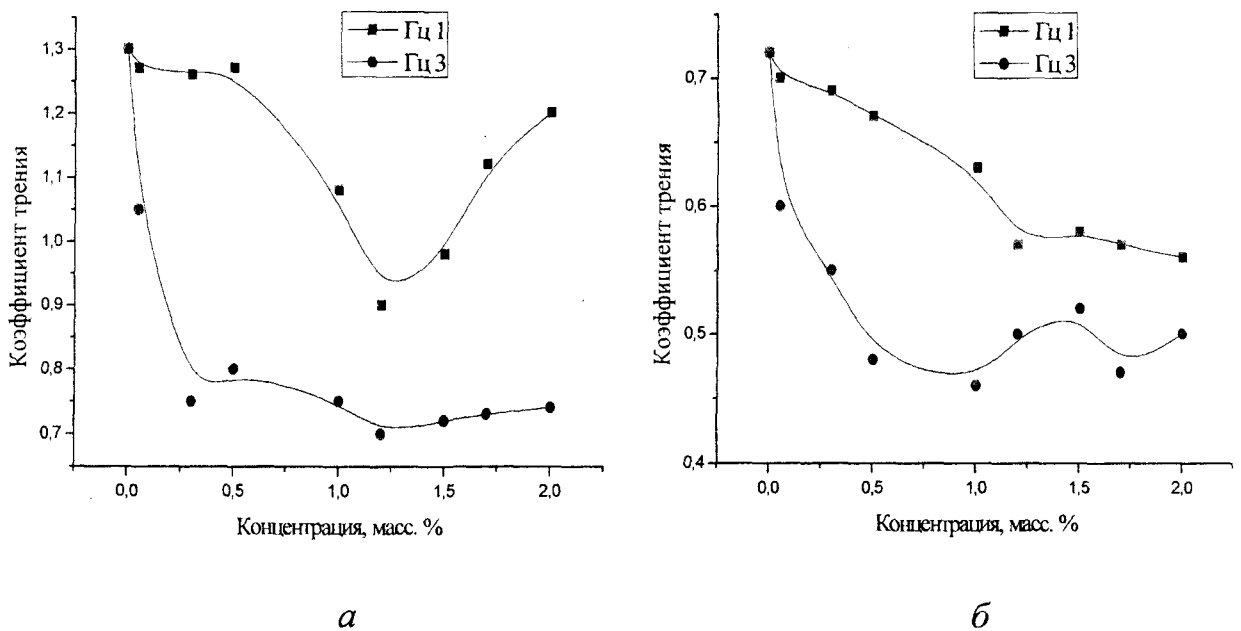


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения систем, содержащих различные соединения производных фталоцианина от концентрации присадки:
а) нагрузка 10 г.; б) нагрузка – 45 г.

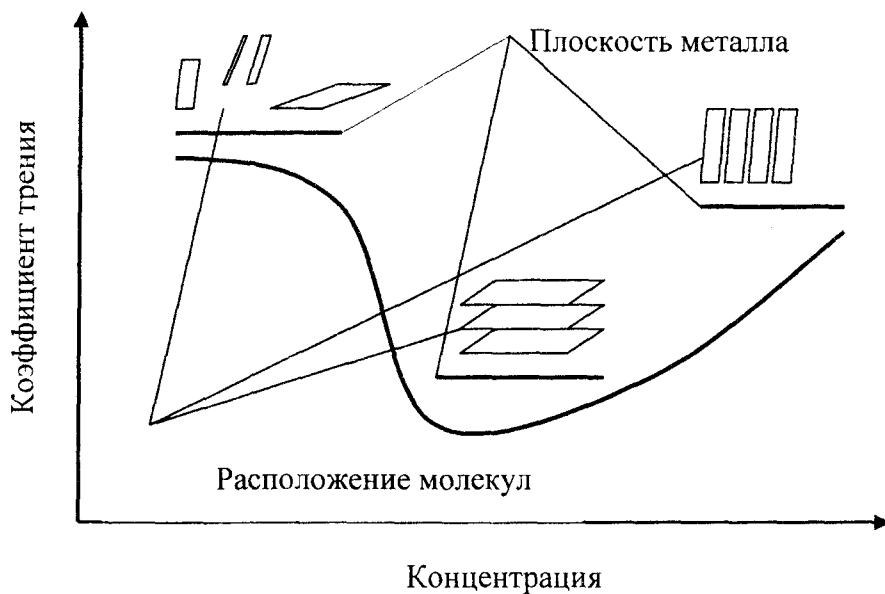


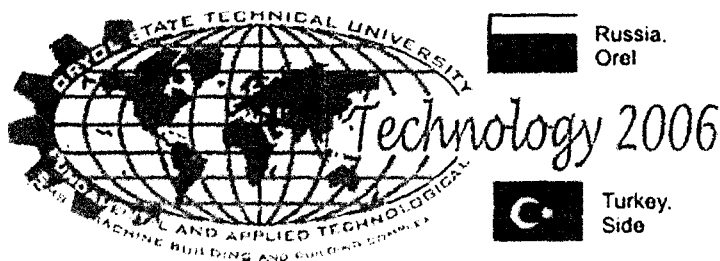
Рис. 3. Предположительная схема картины переориентации дискотических молекул присадки на поверхности металла в зависимости от концентрации производных фталоцианина

Данные экспериментов позволили предположить, что особая дискообразная форма молекул присадок производных фталоцианина способствует специфической надмолекулярной самоорганизации этих частиц в пределах граничного смазочного слоя, а высокая прочность внутримолекулярных связей обеспечивает стойкость этого слоя к разрушающему воздействию. Это согласуется с тем обнаруженным нами экспериментальным фактом, что присадки, проявляющие в объеме мезоморфное состояние, улучшают триболо-

гические свойства смазочного материала эффективнее, чем присадки, не обладающие мезоморфными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермаков С.Ф., Родненков В.Г., Белоенко Е.Д., Купчинов Б.И. Жидкие кристаллы в технике и медицине. Минск: «Асара», М.: «ЧеРо». 2002. 411 с.
2. Жидкие кристаллы: дискотические мезогены. / Под ред. проф. Усольцевой Н.В. Иваново., 2004.
3. Бобрышева С. Н. Физико-химические аспекты использования жидкокристаллических присадок // Электронный журнал «Трение и износ». 1999. №4. www.tribo.ru.
4. Грибайло А.П. Влияние жидких кристаллов на смазочные свойства минеральных масел // Химия и технология топлив и масел. 1985. № 3. С. 25-25.
5. Купчинов Б.И., Ермаков С.Ф., Паркалов В.П. и др. Исследование влияния жидких кристаллов на трение твердых тел // Трение и износ. 1987. Т. 8. № 4. С. 614-619.
6. Берёзина Е.В., Годлевский В.А. Об использовании водных растворов фталоцианинов в качестве трибоактивных присадок к технологическим средам для резания металлов // Известия АН СССР, серия физическая, 1991. Т. 55. № 9. С. 1757-1759.
7. Patent № 3821855.0 FRG. 1988.
8. Берёзина Е.В., Годлевский В.А., Усольцева Н.В. Взаимосвязь триботехнических и реологических характеристик водных растворов дискотических мезогенов // Трение и износ. 2006. Т. 27. № 3. С. 337-342.



УДК 664. 143/.149; 664, 858; 663. 91

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

В.П. Корячкин, д.т.н., проф.

Орловский государственный технический университет
Орел, тел. и fax(4862)551187, E-mail: mapp@ostu.ru

REOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLASTIC GREASINGS

V.P. Koryachkin, prof., Dr.

Oryol state technical university

Orel, tel. (4862) 551187, fax (4862) 551187, E-mail:mapp@ostu.ru

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

Многочисленные экспериментальные исследования реологических характеристик разнообразных пластичных материалов, таких как пластичные смазки [1], материалы химических производств [2], некоторые пищевые материалы [3], ацетат целлюлоза [4], наполненные полимеры, линейный полиэтилен [5], и многие другие материалы, проведенные разными исследователями, показали, что кроме пластичности и вязкости они обладают также упругостью. Данные материалы, обладающие значительной пластичностью, характеризуются малыми упругими деформациями, которые, однако, оказывают значительное влияние на их сдвиговое течение.

По реологическим свойствам пластичные смазки занимают промежуточное место между твердыми смазками и маслами. Основными компонентами пластичных смазок является дисперсионная среда в виде нефтяных и синтетические масел и дисперсная фаза, включающая загустители различно-

го происхождения, природы и химического состава. При этом в смазках также в малом количестве всегда содержатся присадка для регулирования свойств смазок. Пластичные смазки можно рассматривать как структурированные коллоидные среды. Реологические свойства пластичных смазок определяются, прежде всего, особенностями трехмерного структурного каркаса, образуемого дисперсной фазой, содержащей относительно большое количество дисперсионной среды [1].

Пластичные смазки, относящиеся к пластичным средам, характеризуются тем, что у таких материалов упругие деформации пренебрежимо малы [2]. Однако именно упругие деформации оказывают существенное влияние на характер деформационного поведения тиксотропных пластичных дисперсных сред, что обуславливает особенность их сдвигового течения в рабочих каналах измерительных приборов и технологического оборудования.

Исследование реологических характеристик пластичных смазок «Фиол - 1» и «Литол - 24» проводили фундаментальным методом ротационной вискозиметрии на ротационном вискозиметре «Реотест - 2» Эксперименты проводили с роторами различного диаметра, а именно, с роторами «Н» и «S2». В таблице 1 приведены значения касательного напряжения, рассчитанные по экспериментальным данным.

Таблица 1

Значения касательного напряжения пластичной смазки «Фиол-1»

Скорость сдвига D, c^{-1}	Касательное напряжение, Θ (цилиндр Н)	Касательное напряжение, Θ (цилиндр S2)
0,167	151,9	
0,3	162,75	
0,5	175,15	1168,225
0,9	192,975	1252,675
1,5	207,7	1330,088
2,7	226,3	1435,65
4,5	252,65	1562,325
8,1	286,75	1724,188
13,5	330,76	1900,125
24,3		2202,738
40,5		2533,5

По результатам ротационной вискозиметрии построили экспериментальные кривые течения смазок «Фиол - 1» (рис. 1) и «Литол - 24» (рис. 3) в логарифмических координатах $lg \theta = lg \theta (lg D)$.

На рисунке 1 представлены характерные экспериментальные графики кривых течения пластичных смазок, изображенные в логарифмических координатах. Направления выпуклости участков кривых течения данных материалов чередуются с ростом скорости сдвига, то есть при изменении скоро-

сти сдвига происходит смена направления кривизны графиков $\lg \theta = \lg \theta (\lg D)$.

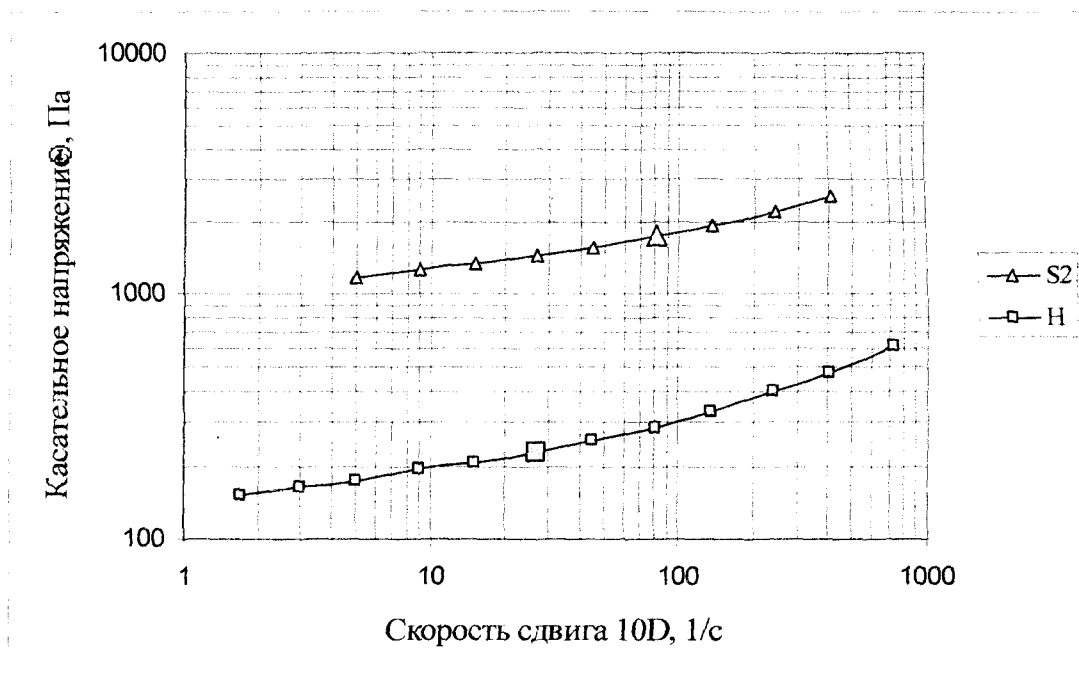


Рис. 1. Кривые течения пластичной смазки «Фиол – 1» в логарифмических координатах $\lg \theta = \lg \theta (\lg D)$: цилиндр «Н» - квадратные точки и цилиндр «S2» - треугольные точки

Из рисунка 1 видно, что графики кривых течения пластичной смазки «Фиол – 1», изображенные в логарифмических координатах $\lg \theta = \lg \theta (\lg D)$, не только нелинейные, но и имеют кривизну разного направления. При этом участки графиков, выпуклость которых обращена к оси касательного напряжения, расположена в области малых значений скорости сдвига, а участки графиков с выпуклостью, обращенной к оси скорости сдвига расположена в области больших значений скорости сдвига.

Участки нелинейных графиков кривых течения пластичных сред в логарифмических координатах $\lg \theta = \lg \theta (\lg D)$, обращенные к разным осям координат разделяются точкой смены направления кривизны, так называемыми точками перегиба.

На кривых течения пластической смазки «Фиол – 1», изображенных на рисунке 1, крупными точками обозначены такие точки смены направления кривизны графиков, касательные значения в которых выделены жирным шрифтом в таблице 1.

В таблице 2 приведены значения безразмерного касательного напряжения, пластичной смазки «Фиол – 1», полученные делением текущих значений касательного напряжения смазки на соответствующие значения касательного напряжения в точках перегиба кривых течения $\lg \theta = \lg \theta (\lg D)$.

Таблица 2

Значения безразмерного касательного напряжения
пластичной смазки «Фиол - 1»

Скорость сдвига D, c^{-1}	Безразмерное касательное напряжение, Θ (цилиндр Н)	Безразмерное касательное напряжение, Θ (цилиндр S2)
0,167	0,6712329	
0,3	0,7191781	
0,5	0,7739726	0,677551
0,9	0,8527397	0,7265306
1,5	0,9178082	0,7714286
2,7	1	0,8326531
4,5	1,1164384	0,9061224
8,1	1,2671233	1
13,5	1,4616107	1,1020408
24,3		1,277551
40,5		1,4693878

По данным таблицы 2 построены графики, представленные на рисунке 2.

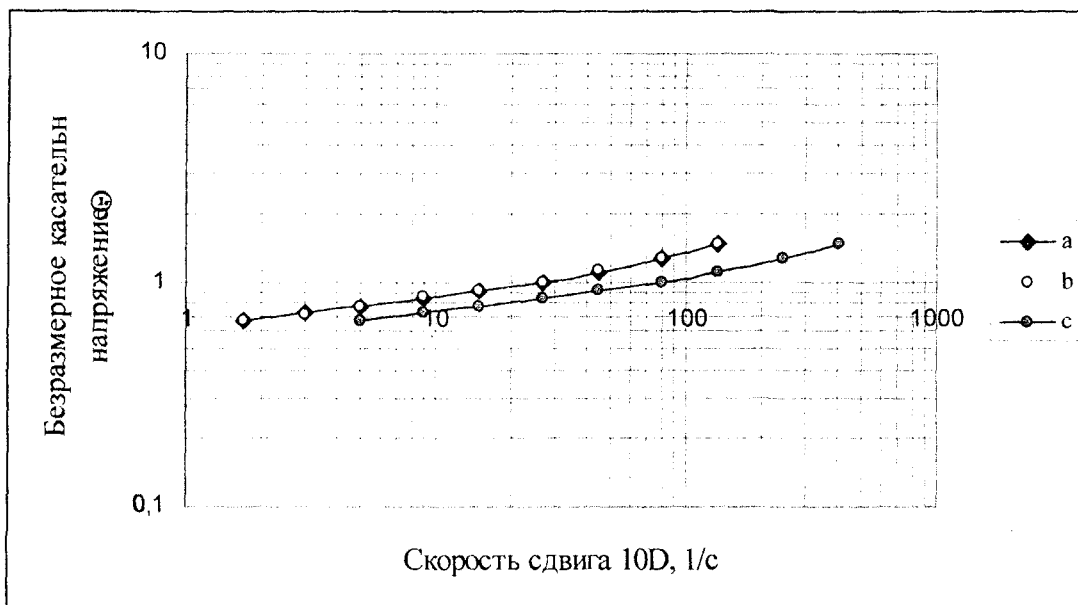


Рис. 2. Зависимость безразмерного касательного напряжения пластичной смазки «Фиол – 1» от скорости сдвига в логарифмических координатах $\lg \theta = \lg \theta (\lg D)$: цилиндр «Н» - ромбические темные точки и цилиндр «S2» - темные круглые точки (светлые круглые точки, полученные на цилиндре «S2», смещены вдоль оси $(\lg D)$)

Из рисунка 2 видно полное совпадение экспериментальных значений безразмерного касательного напряжения пластичной смазки Фиол – 1 полу-

ченных на цилиндрах «Н» «S2» и ротационного вискозиметра, что подтверждает их инвариантность относительно геометрических размеров рабочих органов ротационного вискозиметра.

Светлые круглые точки экспериментальных данных касательного напряжения, полученные на цилиндре «S2», смещены вдоль оси $\lg D$ до совпадения с экспериментальными точками, полученными на цилиндре «Н».

При описании деформационного поведения в области стационарного сдвигового течения пластичной смазки «Фиол-1» применяли известную концепцию [3], суть которой заключается в том, что на характер сдвигового течения неньютоновских дисперсных материалов, к которым относятся пластичные смазки, влияет соотношение упругих и пластичных характеристик, изменяющееся в зависимости от величины скорости сдвига.

Для описания сдвигового течения пластичной смазки «Фиол-1» применили трехпараметрическое реологическое уравнение состояния, адекватно описывающее стационарное течение в ротационном вискозиметре с погрешностью для данного диапазона скорости сдвига, не превышающей 4,5%.

$$\theta = \frac{(\mp \theta_0)^2}{\theta} + kD^n \quad \theta = \frac{(\mp 86,59)^2}{\theta} + 231D^{0,082}$$

где θ_0 - предельное напряжение сдвига, Па;

k - коэффициент консистенции, Па сⁿ;

n - индекс течения.

В таблице 3 приведены экспериментальные значения касательного напряжения и рассчитанные по экспериментальным данным значения вязкости пластичной смазки «Литол – 24».

Таблица 3

Значения касательного напряжения и вязкости смазки «Литол – 24»

Скорость сдвига D, c^{-1}	Касательное напряжение Θ при нагружении (n), (цилиндр S2)	Расчетные значения вязкости $\eta, Pa \cdot c$
0,167	886,725	5309,71
0,3	900,8	3002,66
0,5	914,875	1829,75
0,9	964,1375	1071,26
1,5	1055,625	703,75
2,7	1238,6	458,74
4,5	1421,575	315,9
8,1	1653,8125	204,17
13,5	1717,15	127,22
24,3	1815,675	74,72
40,5	1886,05	46,57
72,9	1970,5	27,03

На рисунке 3 представлены экспериментальные графики пластичной смазки «Литол-24», изображенные в логарифмических координатах. Кривая течения $\lg \theta = \lg \theta(\lg D)$ и зависимость вязкости $\lg \eta = \lg \theta(\lg D)$ от скорости сдвига пластичной смазки «Литол – 24» при температуре 23,2 °С, получены при нагружении торсионной системы вискозиметра.

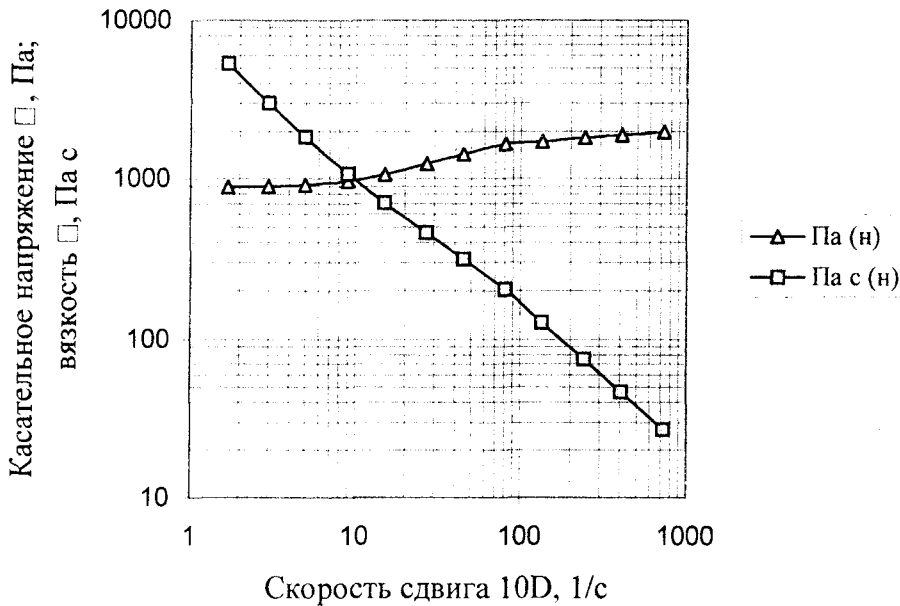


Рис. 3. Кривая течения $\lg \theta = \lg \theta(\lg D)$ и зависимость вязкости $\lg \eta = \lg \theta(\lg D)$ от скорости сдвига пластичной смазки «Литол – 24» при температуре 23,2 °С

Анализ кривых течения пластичной смазки «Литол – 24», изображенных в логарифмических координатах показал их отличительную особенность от графиков смазки «Фиол - 1». Каждая из кривых течения имеет нелинейные графики, состоящие из участков с разным направлением выпуклости. При этом в области малых значений скоростей сдвига участки графиков обращены выпуклостью к оси скорости сдвига, а с увеличением скорости сдвига их выпуклость изменяет направление – к оси касательных напряжений, что позволило предложить реологические уравнения состояния и вязкости пластичной смазки «Литол – 24» в виде:

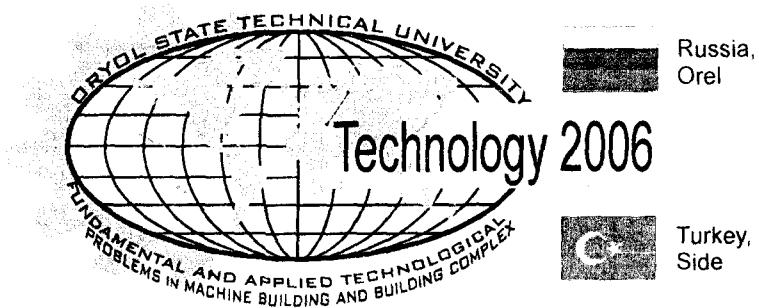
$$\theta = \frac{(\pm \theta_0)^2}{\theta} + kD^n \quad ; \quad \eta = \frac{(\pm \theta_0)^2}{\theta D} + kD^{n-1}$$

Согласно разработанной нами концепции [3] и характера графиков кривых течения пластичную смазку «Фиол - 1» можно отнести к упруго-вязко-пластичным материалам с малыми упругими свойствами, а смазку «Литол – 24» к пластично-вязко-упругим материалам при соответствующих значениях температуры.

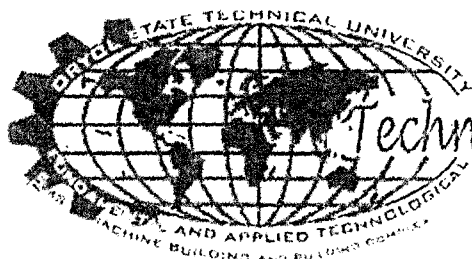
Для описания сдвигового течения смазок «Фиол-1» и «Литол – 24» применили трехпараметрические реологические уравнения состояния, адекватно описывающие их сдвиговое стационарное течение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фройштетер, Г.Б. и др, Реологические и теплофизические свойства пластичных смазок. / Г.Б Фройштетер, К.К. Трильский , Ю.Л. Ищук, П.М. Ступак Реологические и теплофизические свойства пластичных смазок – М.: Химия, 1980. – 175 с.
2. Тябин, Н.В. Реологическая кибернетика, часть 1. / Н.В. Тябин Реологическая кибернетика, часть 1 – Волгоград.: Волгоградская правда, 1977. - 111 с.
3. Корячкин, В.П. Особенности стационарного течения сплошных пластических сред в сквозных каналах с учетом пристенного скольжения. / В.П. Корячкин Особенности стационарного течения сплошных пластических сред в сквозных каналах с учетом пристенного скольжения. // Современные наукоемкие технологии. – М: РАЕ, 2004, № 2, С 12 - 18.
4. Бернхард, Э. Переработка термопластичных материалов. / Э, Бернхард Переработка термопластичных материалов. – М.: Химия, 1965. – 747 с.
5. Торнер, Р.В. Теоретические основы переработки полимеров. / Р.В. Торнер Теоретические основы переработки полимеров. – М.: Химия, 1977. – 462 с.



ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ



Russia.
Orel



Turkey.
Side

Technology 2006

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЯ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Ветчинников М.А., Клопов А.Ф., Кискеев П.И.

Карачевский филиал государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования

«Орловский государственный технический университет»

Карачев, тел. (48335) 2-46-70

TECHNOLOGICAL PROCESS OF ELECTRO SPARK PROCESSING OF ITEMS OF COMPLEX SHAPES (OF COMPLEXLY SHAPED ITEMS)

Vetchinnicov M.A., Klopov A.F., Kiskeev P.I.

Karachev branch of State Education Institution of Oryol State Technical University

Karachev, tel. (48335) 2-46-70

Modernization of technological process of manufacturing of the matrix applied at reception of the case of the electric vibrating household pump by a method of moulding under pressure, in the form of a uniform detail.

Аннотация

Научным направлением, в рамках которого выполнена данная работа, является развитие современных ресурсосберегающих технологий машиностроительного производства.

Данная научно-исследовательская работа имеет прикладной характер. Базовое предприятие (ФГУП «Карачевский завод «Электродеталь») на протяжении нескольких лет выпускает специальную технологическую оснастку по заказу целого ряда предприятий и организаций. В частности, в 2005-2006 году предприятие получило заказ на изготовление матрицы, применяемой при получении корпуса электрического вибрационного бытового насоса БВ 0,12-40 «Ручеек» методом литья под давлением.

Существующий на предприятии метод изготовления матрицы в виде двух отдельно изготавливаемых частей не удовлетворял заказчика, так как готовая продукция, получаемая с помощью матрицы, не отвечала

требованиям к ее качеству.

Предприятие-заказчик потребовало изготовление матрицы в виде единой детали. Задачей прикладной научно-исследовательской и последующей конструкторской работы стало *изготовление цельной матрицы без дополнительных деталей.*

Технические требования к объекту исследования

В данной работе объектом исследования являлась специальная технологическая оснастка – матрица, применяемая при получении заготовки для корпуса насоса методом литья под давлением.

Физико-механические свойства материала матрицы и качество обработки ее технологических поверхностей определяют качество всей партии изделий, получаемых с использованием данной матрицы, а объем партии очень большой – десятки и сотни тысяч штук.

Таким образом, к качеству изготовления матрицы должны предъявляться самые жесткие требования, поскольку оно непосредственно определяет качество всех деталей в партии.

Предприятие-заказчик поручило ФГУП «Карачевский завод «Электродеталь» изготовить данную матрицу. Была проведена научно-исследовательская и конструкторская работа по выявлению оптимального по критерию качества технологического процесса изготовления матрицы.

Таким образом, объектом исследования служила матрица, а также технологический процесс ее механической и физико-технической обработки.

Технические характеристики объекта исследований

Согласно требованиям предприятия-заказчика, объект исследования (матрица для литья под давлением) должен обладать следующими техническими характеристиками:

1 *Материал матрицы:* легированная сталь марки 3Х2В8Ф.

Данная легированная сталь применяется для изготовления матриц и пуансонов в пресс-формах литья под давлением при отливке заготовок из медных и алюминиевых сплавов. Некоторые физико-механические характеристики легированной стали марки 3Х2В8Ф приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики стали 3Х2В8Ф

Номер	Название характеристики	Условное обозначение	Единица измерения	Числовое значение
1	Предел выносливости	σ_B	МПа	710
2	Твердость по Бринелю	НВ	–	200 – 220
3	Поправочный коэффициент на скорость резания для инструмента с режущей частью из быстрорежущей стали	K_v б.ст	б/р	0,45
4	Поправочный коэффициент на скорость резания для инструмента с режущей частью из твердого сплава	K_v тв.спл	б/р	0,9

2 *Литейные уклоны* внутренних поверхностей матрицы: 2° - 5° .

3 *Шероховатость* внутренних поверхностей матрицы: $R_a = 0,1$ мкм.

4 *Квалитет точности* внутренних размеров матрицы: IT 7.

Описание базового технологического процесса изготовления объекта производства

Поскольку предприятие-заказчик не указало на необходимость изготовления матрицы (объекта исследований) в виде единой детали, первый вариант технологического процесса ее изготовления предполагал изготовление двух ее частей и получение матрицы в виде сборной конструкции. Данный технологический процесс рассмотрен в качестве базового.

Базовый технологический процесс изготовления матрицы включал следующие технологические операции:

- 1) черновое фрезерование технологических поверхностей каждой части матрицы (полуматрицы) в отдельности;
- 2) получистовое фрезерование технологических поверхностей каждой части матрицы (полуматрицы) в отдельности;
- 3) чистовое фрезерование технологических поверхностей каждой части матрицы (полуматрицы) в отдельности;
- 4) соединение двух частей матрицы (полуматриц) в единое целое;
- 5) шлифование областей соединения двух полуматриц.

Базовый вариант изготовления матрицы обладал существенным недостатком. Вследствие сборной конструкции матрицы, при получении корпуса насоса отливка получалась низкого качества. В частности, в местах соединения двух полуматриц образовывался облой.

Предприятие-заказчик не было удовлетворено сборной конструкцией матрицы, так как качество заготовок корпусов насоса, изготавливаемых литьем под давлением, было недопустимо низким. Поэтому заказчик предъявил требование изготовить матрицу в виде единой, бесшовной детали.

Получение цельной матрицы путем обработки заготовки стандартным лезвийным инструментом не представлялось возможным, поэтому появилась задача проектирования оригинального технологического процесса.

Модернизированный технологический процесс

Модернизированный технологический процесс механической и физико-технической обработки матрицы *в виде цельной детали* включает следующие технологические операции:

- 1) предварительная черновая обработка заготовки стандартным лезвийным режущим инструментом (сверление глухого отверстия);
- 2) изготовление черного медного электрода, с учетом припуска на чистовую обработку внутренней поверхности матрицы;
- 3) изготовление чистового медного электрода, в точности повторяющего внутреннюю чистовую поверхность матрицы;
- 4) электроискровая обработка заготовки черновым электродом;

5) электроискровая обработка заготовки чистовым электродом.

Модернизация технологического процесса изготовления матрицы (объекта исследования) заключалась в использовании метода электроискровой обработки внутренней поверхности объекта.

Применение электроискровой обработки обусловлено ее следующими достоинствами:

1) возможность выполнения литейных уклонов на внутренней поверхности матрицы в заданном заказчиком диапазоне значений (2° - 5°);

2) получение заданного заказчиком значения шероховатости внутренних поверхностей матрицы ($R_a = 0,1$ мкм);

3) получение качества точности внутренних поверхностей матрицы, заданного заказчиком (IT 7);

4) изготовление медных электродов, в точности повторяющих внутреннюю поверхность объекта исследований;

5) базирование заготовки от начальной до конечной операции, вследствие изменения её геометрической формы.

Для реализации модернизированного технологического процесса механической и физико-технической обработки матрицы предложена также конструкция приспособления-спутника для базирования заготовки. Приспособление-спутник используется непосредственно при электроискровой обработке от начальной до конечной технологической операции. Его использование позволяет снизить погрешность базирования до минимума.

Предполагаемые результаты внедрения работы

Результаты прикладной научно-исследовательской и конструкторской работы внедрены на Федеральном государственном унитарном предприятии «Карачевский завод «Электродеталь»». Методом электроискровой обработки изготовлена матрица литейной пресс-формы, качество поверхностей которой предприятие-заказчик признало удовлетворительным. Кроме матрицы, завод изготовил пуансоны для литейной пресс-формы.

С целью отработки метода изготовления матрицы на технологичность выполнено компьютерное моделирование технологического процесса электроискровой обработки изделия в программе ADEM CAD/CAM что позволило избежать ошибок еще на стадии проектирования электродов. Данная программа способна смоделировать траекторию движения инструмента, показать сам процесс резания и в случае неверных режимов резания или неправильно выбранного инструмента покажет места врезания инструмента в контрольные поверхности

Производственная себестоимость матрицы литейной пресс-формы при использовании модернизированного технологического процесса значительно возросла, так как электроискровая является достаточно дорогим методом изготовления изделий (по сравнению с лезвийной обработкой). Однако получить цельную матрицу методами лезвийной обработки не

представляется возможным.

Экономический эффект от использования матрицы, изготовленной по модернизированному технологическому процессу механической и физико-технической обработки деталей (с использованием электроискровой обработки) достигается за счет повышения качества технологических поверхностей матрицы, вследствие чего снижается вероятность получения бракованных заготовок корпусов в процессе литья под давлением и увеличивается выход годной и качественной продукции.

Значительное уменьшение объема бракованных заготовок корпусов, получаемых методом литья под давлением, может привести к снижению производственной себестоимости готовой продукции – бытового вибрационного электрического насоса БВ 0,12-40 «Ручеек».

Заключение

В процессе выполнения научно-исследовательской и конструкторской работы решена прикладная производственная задача – модернизирован технологический процесс изготовления матрицы, применяемой при получении корпуса электрического вибрационного бытового насоса БВ 0,12-40 методом литья под давлением, в виде единой детали.

Для получения матрицы в виде единой детали предложено использовать метод электроискровой обработки изделий. С целью отработки метода изготовления матрицы на технологичность выполнено компьютерное моделирование технологического процесса электроискровой обработки изделия в программе ADEM.

Основным результатом прикладной конструкторской работы является удовлетворение требований заказчика.

Новизна работы заключается в применении известных методов физико-технической обработки изделий для решения новых нестандартных производственно-технологических задач.

Результаты работы использованы на Федеральном государственном унитарном предприятии «Карачевский завод «Электродеталь» при выполнении заказа на изготовление матрицы литейной пресс-формы, применяемой при получении корпуса электрического вибрационного бытового насоса БВ 0,12-40.

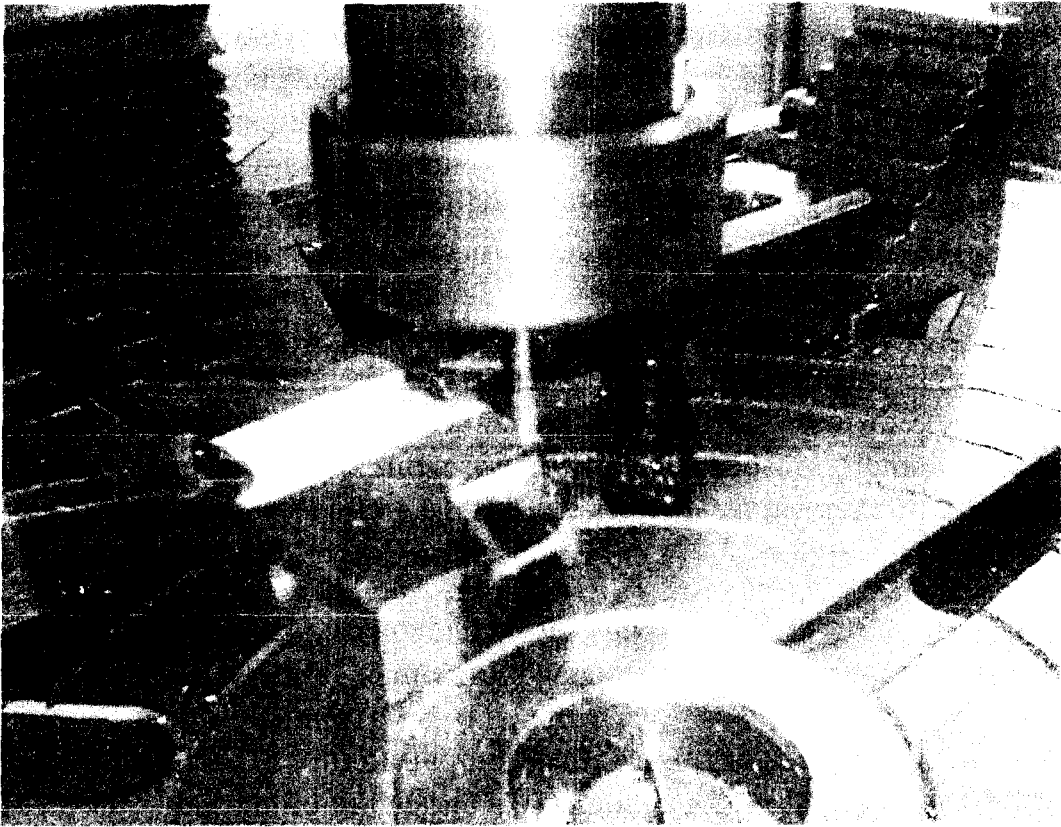


Рисунок 1 – Изготовление черного электрода для электроискровой обработки заготовки



Рисунок 2 – Изготовление чистового электрода для электроискровой обработки заготовки

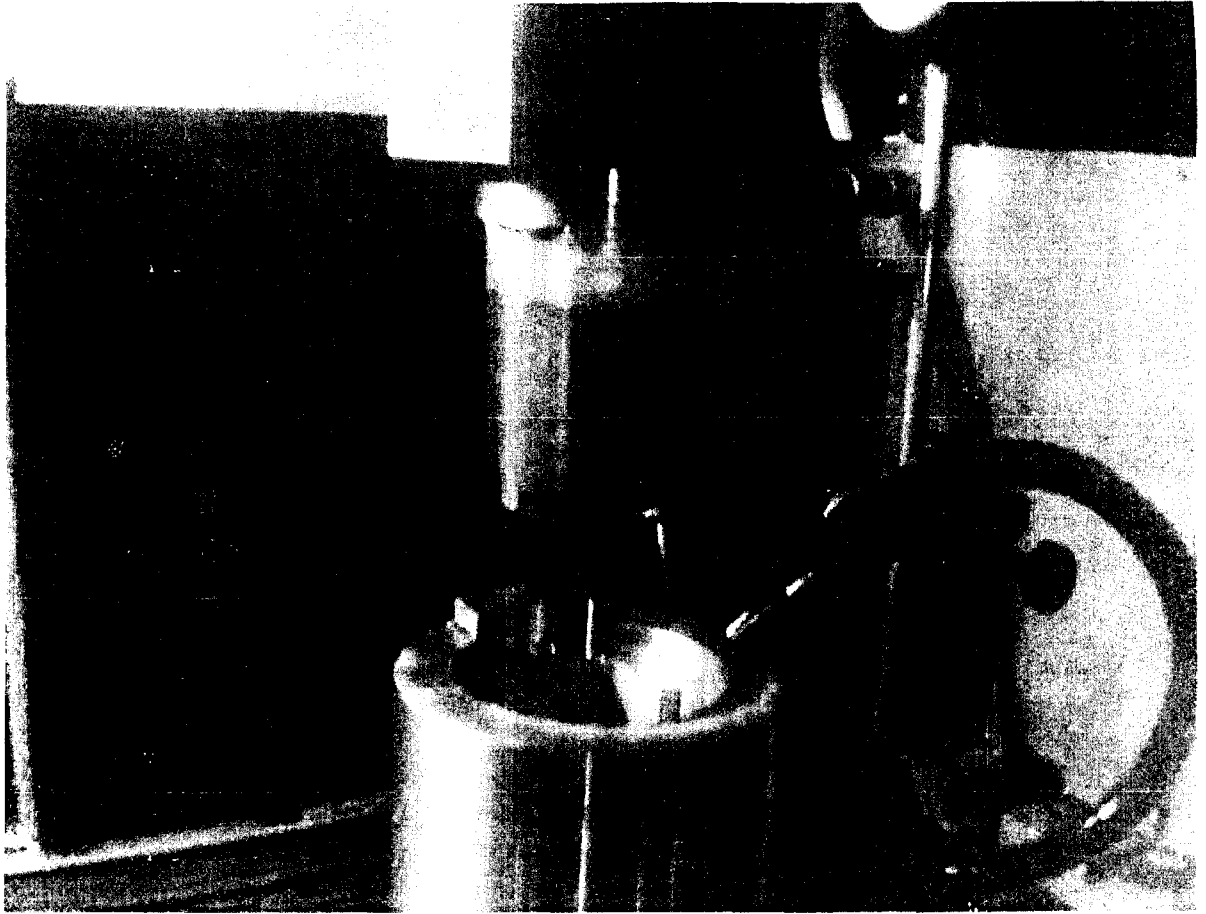
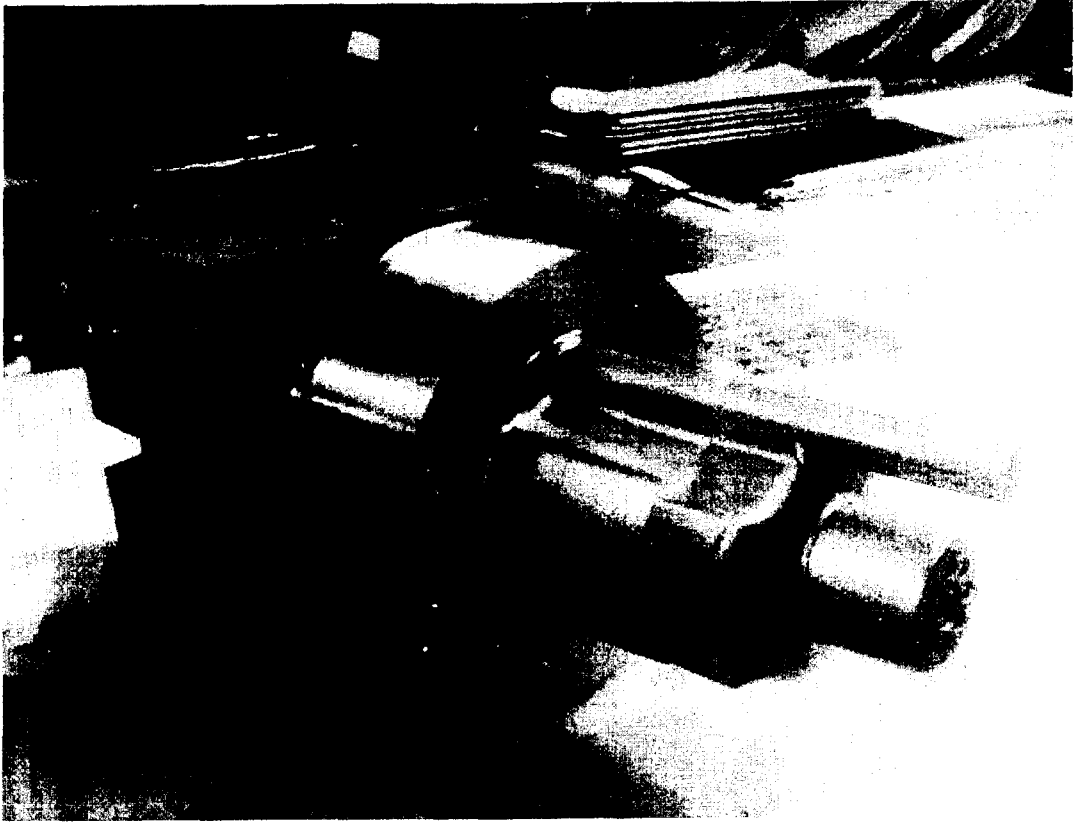
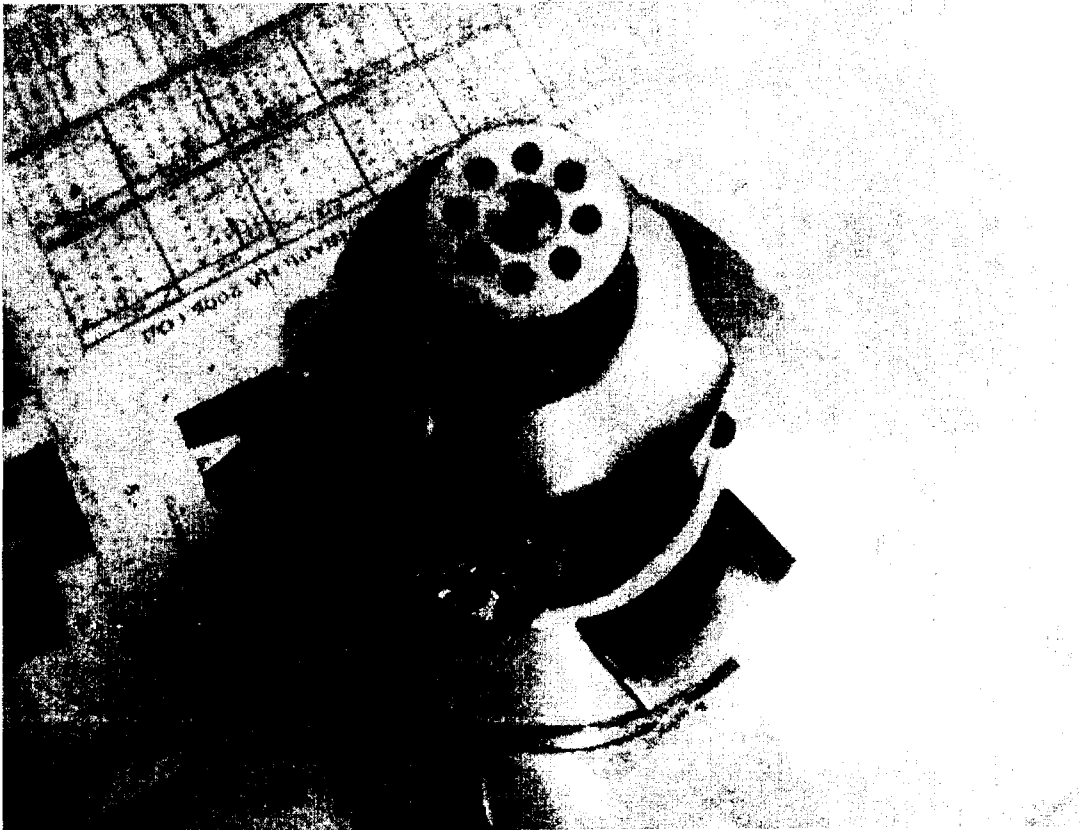


Рисунок 3 – Электроискровая обработка заготовки черновым электродом

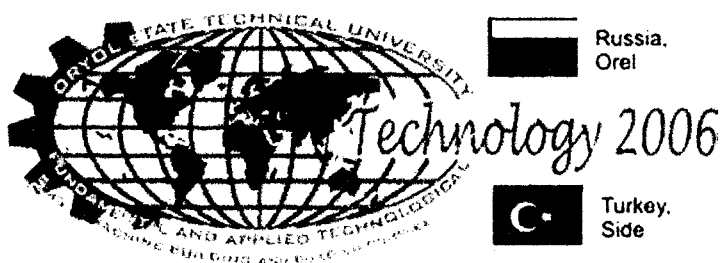


а)



б)

Рисунок 4 – Пуансон литейной пресс-формы для изготовления заготовки корпуса насоса литьем под давлением: а – главный вид; б – вид сверху



УДК 621.9.047

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОМБИНИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ

А.В. Кузовкин, д.т.н., доцент

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
тел. (4732)737610. E-mail:kuzovkin@ng.vorstu.ru

MINING OF PROCESS OF FORMATION OF SURFACES BY EXHAUST- AND-FORCED METHODS

A.V.Kuzovkin, Dr., senior lecturer

The Voronezh state technical university, Voronezh,
Ph. (4732) 737610. E-mail:kuzovkin@ng.vorstu.ru

In the article the problem of mining of a method for combined processing of parts air and missilery is reviewed. The given method allows to form a surface with the preset figure of merits.

Чистовая размерная обработка сложнопрофильных деталей, применяемых в авиационной, ракетно-космической технике и в нефтегазовой промышленности, всегда представляла сложную инженерную и технологическую задачу. Детали, к которым можно отнести рабочие колеса турбонасосных агрегатов, шнеки, крыльчатки, корпуса различного назначения, характеризуются наличием сложного контура обрабатываемых поверхностей, сквозными и глухими криволинейными каналами с сечениями переменного профиля. Характерные условия эксплуатации таких деталей накладывают жесткие ограничения по точности поверхностей, величине шероховатости и наличию внутренних напряжений в материале детали. Такие поверхности до настоящего времени зачастую механической обработке не подвергались. Это было связано с отсутствием технологических процессов размерного формообразования подобных сложнопрофильных поверхностей, так как они труднодоступны для обработки традиционными цельными инструментами. В связи с этим возникла проблема разработки метода размерного формообразова-

ния сложнопрофильных деталей, обеспечивающего получение заданных характеристик качества на локальных участках поверхности. Такой метод должен отвечать нескольким принципиальным условиям. Во-первых, необходимо обеспечить размерную обработку труднодоступных для традиционного инструмента участков поверхности. Во-вторых, он должен гарантировать получение требуемых, заранее заданных характеристик качества поверхностного слоя деталей, так как все детали этого класса работают в условиях интенсивных знакопеременных нагрузок, и несоблюдение этого условия приведет к снижению их эксплуатационных свойств. В-третьих, необходимо проводить размерную обработку локальных участков поверхности (удаление припуска и упрочнение) с целью создания на рабочих поверхностях детали областей с повышенными эксплуатационными характеристиками.

На кафедре "Технология машиностроения" Воронежского государственного технического университета и в других вузах и отраслевых институтах работы в этом направлении ведутся в течение последних двадцати лет. За этот период создан метод электрохимикомеханической обработки (ЭХМО) с использованием твердого токопроводящего наполнителя, оборудование и средства технологического оснащения для его реализации. Этот метод позволяет обрабатывать сложнопрофильные и труднодоступные поверхности деталей из токопроводящих материалов, обеспечивая получение заранее заданных показателей качества таких поверхностей. Исследования в области ЭХМО с наполнителем были направлены на решение отдельных технологических задач по удалению заусенцев и скруглению острых кромок, удалению припуска и снижению шероховатости поверхности без повышения точности профиля деталей. Полученные ранее результаты не подвергались обобщению и анализу, что приводило к ограничению области технологического использования метода рамками безразмерного формирования поверхностного слоя детали. Это связано с тем, что создание размерного метода обработки с применением наполнителя представляет собой многофакторную задачу по определению характера влияния на формирование поверхностного слоя детали анодного растворения и пластического деформирования материала заготовки при воздействии на него рабочей струи двухкомпонентной среды. При этом характер обрабатываемых поверхностей и условия эксплуатации указанных деталей вызывают необходимость удаления припуска и повышения характеристик качества и точности поверхности на локальных, недоступных для традиционных инструментов, участках. В связи с этим сформулирована научная проблема, заключающаяся в повышении ресурса и долговечности ответственных узлов авиационной техники и нефтегазовой аппаратуры и расширении области технологического использования комбинированного метода электрохимикомеханической обработки с дискретным токопроводящим наполнителем. Данная проблема решается путем создания условий для размерного удаления материала и формирования показателей качества поверхности на ее локальных участках за счет определенного времени воздействия струи рабочей среды в зависимости от характеристик обрабатываемой поверхности, применяемых схем обработки и средств технологического осна-

щения процесса. Это позволяет сформулировать цель и задачи работы. Цель работы нами сформулирована как разработка условий размерного формообразования деталей в электролите с твердыми токопроводящими наполнителями по результирующему удалению припуска на локальных участках поверхности и интенсификация удаления материала детали и обеспечения качественных характеристик поверхностного слоя при различных схемах комбинированной обработки. К задачам работы относятся:

1. Раскрытие закономерности размерного формообразования поверхностного слоя детали в зависимости от заданных характеристик обрабатываемой поверхности и применяемых двухкомпонентных рабочих сред и разработать на их основе схемы реализации процесса повышения эксплуатационных свойств изделий.

2. Разработка методики определения временных интервалов обработки локальных участков поверхности, обеспечивающих получение на них заданных характеристик качества, и перемещения эффективного пятна двухкомпонентной рабочей среды по всей обрабатываемой поверхности в соответствии с картами припусков на обработку.

3. Разработка порядка проектирования оборудования, средств технологического оснащения и инструмента для осуществления размерной ЭХМО с токопроводящим наполнителем, которые обеспечивают повышение эксплуатационных свойств деталей сложного профиля, в соответствии со схемами реализации процесса и целями, решаемыми на этапе применения данного метода.

4. Создание методики проектирования технологического процесса размерного формообразования сложнопрофильных поверхностей с использованием токопроводящего наполнителя, основанную на рациональном выборе режимов обработки и обеспечивающую повышение качества деталей на этапе проектирования технологии.

5. Выработка технологических рекомендаций по применению метода размерной комбинированной обработки с наполнителем в промышленных условиях на основе апробации метода и внедрения его для изготовления сложнопрофильных деталей авиационной техники и нефтегазовой аппаратуры.

При проведении исследований авторами использовались основные положения электродинамики, основы теории электрофизикохимических методов обработки и технологии машиностроения. Построение математической модели и оптимизация уравнений для определения режимов обработки проведены на основе теории вероятности, математической статистики и теории оптимизации.

К основным научным результатам, полученными авторами следует отнести:

- элементы теории и метод размерного формообразования, основанного на комплексном воздействии в электрическом поле электрохимического растворения и дискретного твердого инструмента для обработки сложнопро-

фильных поверхностей, недоступных для инструмента с постоянной геометрией;

- обоснование влияния размерного комбинированного процесса обработки с наполнителем на изменение структуры поверхностного слоя детали, обеспечивающего подготовку поверхности под анодное удаление припуска и обеспечение заданных характеристик качества поверхности, способствующих повышению производительности метода и рационализации условий движения жидкостей в турбонасосных агрегатах;

- представление процесса размерного формирования поверхностного слоя детали в виде комплексной математической модели, которая устанавливает взаимосвязь между параметрами потока рабочей среды с твердыми дискретными элементами и геометрическими и физико-механическими свойствами обрабатываемых поверхностей деталей;

- методика определения времени обработки локальных участков поверхности детали с его динамической корректировкой в зависимости от формы поверхности детали, условий взаимодействия наполнителя с обрабатываемой поверхностью, динамических и геометрических характеристик потока и электрических параметров процесса анодного удаления припуска;

- обнаружение факта восстановления электрического заряда на поверхности токопроводящего наполнителя в пространстве между электродами за счет взаимодействия гранул между собой, позволившее обеспечить размерное удаление припуска с локальных участков на величинах межэлектродных промежутков, не используемых в традиционной размерной электрохимической обработке.

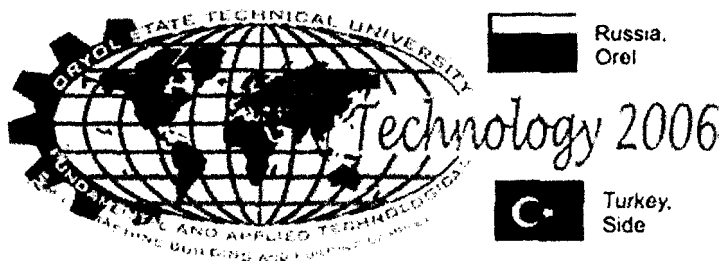
Практическая ценность исследований заключается в:

1. Создании процесса размерного формообразования деталей из токопроводящих материалов, позволившего расширить область технологического использования электрохимической обработки с твердым токопроводящим наполнителем на размерное формообразование труднодоступных для инструмента поверхностей различного профиля.

2. Осуществлении размерного формообразование деталей сложной геометрии с получением требуемых характеристик качества поверхностного слоя, что дает возможность повысить эксплуатационные характеристики изделий.

3. Создании технологических процессов размерного формообразования труднодоступных для цельного инструмента поверхностей, позволивших технологам машиностроителю расширить базу знаний по ЭХМО с твердым токопроводящим наполнителем.

4. Реализации технологического решения проблемы размерной обработки поверхностей деталей, расположенных под отрицательным углом к оси симметрии струи рабочей среды (патент России № 2166417) и тонкостенных деталей (патент России № 2072281).



УДК 621.937.1

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУИ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛОЙНОГО РАСКРОЯ НАСТИЛОВ МАТЕРИАЛОВ

Ю. С. Степанов, д.т.н., проф., М. А. Бурнашов, к.т.н., доц.
Орловский государственный технический университет
Орел, тел. (4862) 541503, fax (4862) 555524, E-mail: arshin@ostu.ru

ESTIMATION OF CHANGE OF POWER PARAMETERS OF THE SUPERSONIC JET OF THE LIQUID DURING LEVEL-BY-LEVEL CUTTING FLOORINGS OF MATERIALS

Yu. S. Stepanov, Prof., Dr., Mi. A. Burnashov, Ass. Prof.
Oryol, tel. (4862) 541503, fax (4862) 555524, E-mail: arshin@ostu.ru

In article process of cutting of floorings of materials by a supersonic jet of a liquid is considered, the basic dependences by definition of power parameters of a jet are resulted at level-by-level destruction of a flooring.

Широкое применение в различных отраслях промышленности, стройиндустрии и быте находят материалы, которые производятся, транспортируются и складываются в рулонах. Одним из важных этапов технологии изготовления деталей из рулонированных материалов (РМ) является их раскрой после разматывания из рулона и настиления на специальный раскройный стол. Если вопросы автоматизации процесса настиления материалов из рулонов и раскроя ножами в настоящее время достаточно успешно решены при изготовлении изделий из текстильных материалов (бытовых тканей, трикотажных, нетканых и дублированных полотен) и искусственной кожи, то до настоящего времени раскрой плотных РМ, с высокими прочностными показателями (в основном технического назначения), производится ручными механическими инструментами, а также на стационарных раскройно-ленточных машинах с большой долей ручного труда. В массовом производстве при раскрое настилов высокопрочных искусственных материалов на автоматизиро-

ванных настилочно - раскройных комплексах наблюдается высокая степень брака. Это происходит из-за недопустимой погрешности формы при сравнении вырезанных деталей верхних и нижних слоев настила, и объясняется значительной величиной упругих отжатий лезвия вертикального ножа при резании по криволинейной траектории. Раскрой прорезиненных тканей, широко применяемых в различных отраслях промышленности, из-за интенсивного затупления режущего инструмента (ввиду значительных сил и температуры резания, а также налипания продуктов расплава) малопроизводителен. Кроме того, в процессе прорезинивания тканей в горячем состоянии существует необходимость при намотке в рулон посыпать полотно тальком (чтобы не происходило отслаивания резины от тканевой основы при размотке), а это приводит затем к высокой запыленности при раскросе в цехах, и данное производство считается вредным.

Вышеуказанное обуславливает применение новых высокоэффективных, экологически чистых способов раскроя РМ, которые бы удовлетворяли санитарно-гигиеническим нормам производства. Среди способов раскроя с применением концентрированных потоков энергии этому вполне соответствует способ разделения твердых материалов сверхзвуковой струей жидкости (ССЖ), схема которого показана на рис. 1.

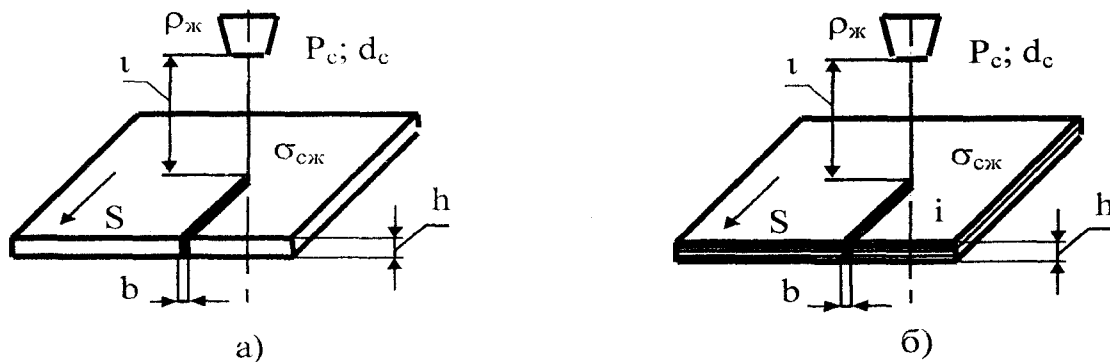


Рис. 1. Схемы раскроя листовых (а) и пакетных (б) заготовок

Практический интерес для внедрения нового способа раскроя настиллов РМ ССЖ: представляют рекомендации по выбору технологических параметров обработки.

В Орловском государственном техническом университете авторами ведутся теоретические и экспериментальные исследования процесса раскроя ССЖ настиллов таких материалов как технические прорезиненные ткани, дублированные материалы типа "АВТОТЕНТ", искусственная техническая кожа, асбестовые ткани (раскрой которых традиционными способами (вертикальным и дисковым ножами) не удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам производства из-за повышенной запыленности) и др. Особый интерес представляет гидродинамическая модель послойного раскроя РМ ССЖ, описывающая изменение важных энергетических параметров струи, которые влияют на эффективность процесса гидравлического разрушения.

Рассмотрим гидродинамическую модель взаимодействия ССЖ с преградой, представляющей настил раскраиваемого РМ.

При набегании ССЖ на преграду, в ней возникает ударная волна. Для оценки изменения энергетических параметров ССЖ (давления, температуры, плотности и скорости) будем рассматривать настил материала как преграду для падающей вертикально вниз ССЖ, состояние которой будет определяться тремя законами непрерывности: потока вещества (жидкости), импульса и энергии и уравнением состояния жидкости, которое характеризует закон Ван-дер-Ваальса при прохождении слоев материала. Таким образом, процесс послойного разрушения настила РМ можно описать системой четырех уравнений:

$$\left. \begin{aligned} & \rho_{1i} \cdot v_{1i} = \rho_{2i} \cdot v_{2i} \\ & P_{1i} + \rho_{1i} \cdot v_{1i}^2 - \left(\frac{4}{3} \eta + \xi \right) \frac{dv_{1i}}{dx} = P_{2i} + \rho_{2i} \cdot v_{2i}^2 - \left(\frac{4}{3} \eta + \xi \right) \frac{dv_{2i}}{dx} + \sigma \\ & \frac{v_{1i}^2}{2} + \varepsilon_{1i} + \frac{P_{1i}}{\rho_{1i}} - \left(\frac{4}{3} \eta + \xi \right) v_{1i} \frac{dv_{1i}^2}{dx} - \chi \frac{dT_{1i}}{dx} = \frac{v_{2i}^2}{2} + \varepsilon_{2i} + \frac{P_{2i} + \sigma}{\rho_{2i}} - \left(\frac{4}{3} \eta + \xi \right) v_{2i} \frac{dv_{2i}^2}{dx} - \chi \frac{dT_{2i}}{dx} \\ & \left(P_{1i} + \frac{a}{V^2} \right) \cdot (V - b) - R \cdot T_{1i} = \left(P_{2i} + \sigma + \frac{a}{V^2} \right) \cdot (V - b) - R \cdot T_{2i} \end{aligned} \right\} (1)$$

где индексы: 1; 2 - обозначение параметров ССЖ соответственно при входе в материал и при выходе;

i - номер разрезаемого слоя настила;

ρ - плотность ССЖ;

v - скорость ССЖ;

P - давление ССЖ;

σ - предел прочности слоя материала на сжатие;

V - объем ССЖ, необходимый для разрушения слоя материала;

x - ось, вдоль которой происходит внутреннее трение потока ССЖ;

χ - коэффициент, определяющий теплопроводность ССЖ;

η - коэффициент, определяющий вязкость 1^{го} рода;

ξ - коэффициент, определяющий вязкость 2^{го} рода;

ε - внутренняя энергия единица массы ССЖ;

a, b - константы.

На рис. 2 представлена схема для определения энергетических параметров ССЖ в процессе послойного раскроя настила РМ, начиная с первого верхнего слоя, заканчивая последним нижним с индексом j.

При решении системы уравнений (1) представляется возможным оценивать изменение давления ССЖ при разрушении настила РМ. Исходя из того, что разрушение ССЖ одного слоя РМ будет осуществляться при условии $P_{ССЖ} > \sigma$, по результатам решения системы (1) можно будет определить количество слоев РМ (т.е. толщину настила).

По результатам решения системы (1) авторами была составлена компьютерная программа для определения в автоматическом режиме параметров

давления P , температуры T , плотности ρ и скорости V ССЖ, которые при разрушении каждого слоя РМ изменяются определенным образом.

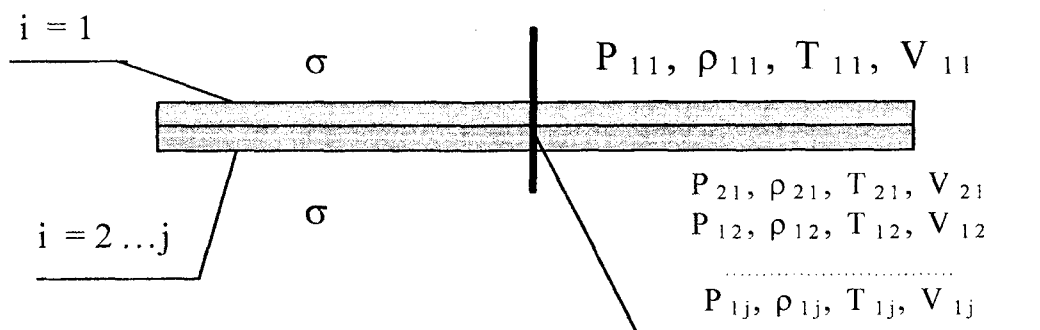


Рис. 2. Схема к определению параметров ССЖ при прохождении слоев материала

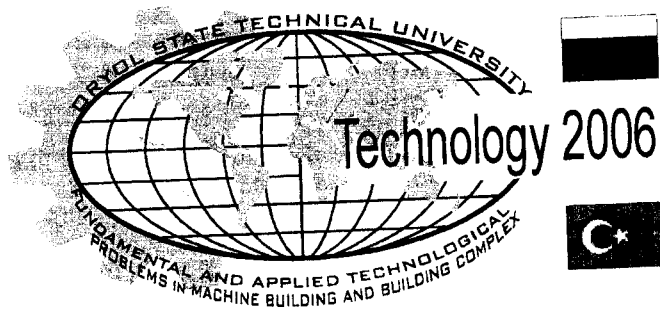
Обнаружилось замечательное сходство результатов экспериментальных исследований по раскрою ССЖ различных РМ с результатами теоретической модели для тех же материалов.

Практическое применение полученных результатов исследований имеют рекомендации по выбору режимов раскрою ССЖ настилов различных РМ. Такие рекомендации для некоторых материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Режимы раскрою ССЖ настилов РМ

Обрабатываемый материал	Режимы раскрою					
	P , МПа	d , мм	t , мм	S , м/мин	h , мм	i_{max}
1. Технические ткани:	Примечание: в п. 1.1 представлены показатели тканей толщиной до 1,5 мм; п. 1.2 - 3 мм; 1.3 - 6 мм.					
1.1. $\sigma_{сж}=20$ МПа	350	0,15	5-7	0,8	100	120
1.2. $\sigma_{сж}=100$ МПа	370	0,22	5-7	0,8	100	70
1.3. $\sigma_{сж}=160$ МПа	400	0,3	5-7	0,7	90	20
2. Технические трикотажные полотна:	Примечание: трикотажные полотна с показателями по п. 2.1 применяются для производства покрытий оборудования для ВТО швейных изделий.					
2.1. $\sigma_{сж}=15$ МПа	350	0,15	5-7	0,8	100	130
2.2. $\sigma_{сж}=100$ МПа	400	0,3	5-7	0,7	80	60
3. Технические нетканые полотна:	Примечание: полотна с показателями по п. 3.1 - вязально-прошивные, иглопробивные, п.3.2 - клееные.					
3.1. $\sigma_{сж}=50...70$ МПа	350	0,15; 0,22	5-7	0,7	100	45
3.2. $\sigma_{сж}=170$ МПа	400	0,3	5-7	0,9..1,1	80	50
4. Техническая искусственная кожа	Примечание: материалы с показателями по п.4.1 – обивочные винилскожи; п.4.2 - полиурет. тентовые искожи.					
4.1. $\sigma_{сж}=100$ МПа	350..370	0,15; 0,22	5-7	1,1	100	115
4.2. $\sigma_{сж}=250$ МПа	400	0,22; 0,3	5-7	1,1	100	75
5. Технические дублированные материалы	Примечание: материалы с показателями по п. 5.1 - прорезиненные рукавные технические ткани; п.5.2 - многослойные прорезиненные технические ткани.					
5.1. $\sigma_{сж}=75$ МПа	350	0,15; 0,22	5-7	1,1	100	90
5.2. $\sigma_{сж}=250$ МПа	400	0,22; 0,3	5-7	1,1	100	50



Russia,
Orel



Turkey,
Side

НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



УДК 691.11

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО
ОПИЛКОБЕТОНА ДЛЯ УТЕПЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ
МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННОЙ ПАНЕЛИ**

В.В. Белов, д.т.н., проф.; Ю.В. Сухарев, к.т.н., доц.
Тверской государственной технической университет
Тверь; тел/факс (4822) 31-91-55; тел/факс (4822) 31-23-31;
E-mail: vladim-bel@yandex.ru, suv2052@yandex.ru

**USE OF BIOLOGICALLY ACTIVATED CONCRETE ON THE BASIS OF
SAWDUST FOR WARMING THE EFFECTIVE COMBINED PANEL**

V. V. Belov, Prof., Dr.; Yu.V. Sucharev, Dr.
Tver State Technical University
Tver, tel/fax (4822) 319155, tel/fax (4822) 312331,
E-mail: vladim-bel@yandex.ru, suv2052@yandex.ru

The problem of reception of non-polluting building materials on the basis of waste products of processing of wood is rather actual. Creation of high technologies in manufacture of the wood composite materials possessing a wide raw-material base, is possible only with use of last achievements of physics, chemistry and microbiology. Processing of wood raw material has allowed to receive the building materials which are meeting the requirements of the standard, even on a basis of widely widespread waste products of processing of wood - sawdust. In work optimum technological parameters of manufacture of biologically activated concrete are determined on the basis of waste products the industries - sawdust. The variant of use of this material is developed and proved as a heater of the effective combined panel.

Отходы в деревообрабатывающей отрасли России достигают 50 миллионов кубометров в год, из которых только около 80 % удается переработать, а больше 10 миллионов кубометров пропадает без пользы или сжигается. Значительная часть отходов идет на изготовление древесностружечных и

древесноволокнистых плит (ДСП и ДВП), изделиями из которых наполнены современные дома и квартиры. Проблема эффективного и экологически безопасного строительства и, прежде всего, теплоизоляции жилых и производственных зданий и сооружений имеет долгую историю и особо актуальна для стран с холодным климатом (Россия, Скандинавские страны, Канада, северные штаты США и т.д.). Строительство жилых зданий имеет два важнейших аспекта: 1) экологический, связанный с комфортным состоянием пребывающих в здании людей и 2) экономический, связанный с экономией энергоресурсов, стоимость которых постоянно повышается. Именно эти два фактора являются причиной постоянной работы исследователей, технологов и проектировщиков в области усовершенствования строительных материалов.

Для склеивания древесных частиц в древесностружечных и древесноволокнистых плитах используются, как правило, синтетические фенолформальдегидные и чаще карбамидные смолы, затраты на которые достигают 30 % стоимости плит. При этом главный недостаток синтетических связующих заключается не в дороговизне, а в их токсичности. Первым массовым синтетическим утеплителем в мировой практике стали минеральная вата и минераловатные плиты (полужесткие и жесткие) с феноло-формальдегидным связующим. Минеральные волокна для таких материалов получали сначала из металлургических шлаков (шлаковата), а затем из расплавов горных пород, например, из расплава базальтового щебня и из расплавов стекломассы (стекловата и плиты теплоизоляционные жесткие из стекловолокна с феноло-формальдегидным связующим). К середине XX века в мире производили десятки миллионов кубометров утеплителей на основе шлаковаты, стекловаты и минеральной ваты, и во всем этом объеме теплоизоляционных материалов в качестве связующего использовали феноло-формальдегидные олигомеры (ФФО), содержащие до 9 % свободного фенола, до 11 % свободного формальдегида и 1,5-2,0 % метанола. В процессе производства минераловатных плит значительная часть этих высокотоксичных веществ выделялась в воздух рабочей зоны, отравляя рабочих и загрязняя окружающую среду. Значительная часть этих примесей оставалась в массе теплоизоляционных материалов и в процессе эксплуатации в течение многих лет и десятилетий отравляла людей. Пенополистирол при обычных условиях эксплуатации (и особенно при горении) выделяет высокотоксичный стирол. Пенополиуретановые теплоизоляционные материалы при горении образуют множество летучих высокотоксичных соединений, включая синильную кислоту. Кроме того, недостатком этих материалов является усадка, которую можно уменьшить, выдерживая материал до применения и используя гибкие и эластичные материалы типа битумно-эластомерного наплавленного полотна в качестве гидроизоляционного слоя.

На этом фоне более привлекательными выглядят теплоизоляционные материалы на основе легких органических заполнителей и минерального вяжущего вещества, а также из сырья природного происхождения, которые являются трудносгораемыми и биостойкими материалами (при условии введения добавок эффективных антипиренов и антисептиков).

В связи с вышеизложенным проблема получения экологически чистых строительных и, прежде всего, теплоизоляционных материалов на основе отходов деревообработки является весьма актуальной.

Исследования по данной теме позволили установить возможность улучшения древесного заполнителя путем его биоферментации с помощью микроорганизмов, содержащихся в недефицитном субстрате животного происхождения. Биоферментация древесного сырья микроорганизмами, содержащимися в субстрате и обладающими высокой целлюлозолитической активностью, позволяет получать продукты со сниженным по сравнению с исходным субстратом содержанием углеводов. Такая обработка древесного сырья позволила получить строительные материалы, удовлетворяющие требованиям стандарта, даже на основе широко распространенных отходов деревообработки – опилок. Биоремедиация опилок по разработанному способу значительно (в два раза и более) снижает содержание в них сахаров, что способствует получению образцов опилкобетона с плотностью, соответствующей плотности легких бетонов, и с достаточной прочностью на сжатие.

Опилкобетон из ферментированного древесного сырья может выпускаться в виде стеновых камней и блоков (теплоизоляционно-конструкционное назначение), а также в качестве внутреннего слоя строительных конструкций, например, слоистых панелей (теплоизоляционное назначение). В обоих случаях технологический процесс получения опилкобетона из биологически активированного сырья аналогичен процессу производства арболитовых изделий за исключением участка ферментации опилок субстратом животного происхождения. Таким образом, наряду с указанным участком данное производство включает подготовку древесного сырья (опилок) и цементного вяжущего, дозирование последнего и биологически активированного древесного заполнителя и формование изделий.

С целью проверки технологии биологически активированного опилкобетона и его применения для ограждающих строительных конструкций в межкафедральной строительной лаборатории кафедр «Производство строительных изделий и конструкций» и «Конструкции и сооружения» Тверского государственного технического университета был создан действующий макет технологической установки по изготовлению биологически активированного опилкобетона: включающий следующие основные узлы: а) биореактор на 50 л обрабатываемой смеси субстрата и опилок; б) бетоносмеситель принудительного действия емкостью по загрузке 50 л; в) полупромышленную виброплощадку размерами 1 м x 3 м.

В таблице 1 приведены рассчитанные значения нормативного начального и длительного модулей деформаций опилкобетона для диапазона плотности этого материала, охватывающего его теплоизоляционное и теплоизоляционно-конструкционное назначение, для стандартных значений температуры и влажности.

Таблица 1

Нормативные начальный и длительный модули деформаций опилкобетона в зависимости от плотности при соответствующих марках по прочности

Наименование показателей	Нормативные значения нормативного начального и длительного модулей деформаций опилкобетона для марок по прочности			
	M10	M15	M25	M35
Плотность, кг/м ³	600	700	700	800
Нормативный начальный модуль деформаций E_b^H , МПа	125	169	238	305
Длительный модуль деформаций $E(\tau)$, МПа	18,8	25,3	35,7	45,7

На действующем макете технологической установки по изготовлению биологически активированного опилкобетона выпущена опытная партия монолитного теплоизоляционного опилкобетона объемом 1 м³ для заполнения внутреннего слоя слоистой панели, специально изготовленной в данной НИР и представляющей собой новую комбинированную деревянную панельную конструкцию с продольными ребрами на основе тонкой металлической стенки и прикрепленными к ней на гвоздях деревянными поясами.

Каркас опытной панели состоял из двух металлодеревянных балок, поясами которых являлись два деревянных бруска. Все стойки соединены гвоздями с поясами и не имеют соединения со стенками. Балки между собой соединялись диафрагмами – двумя опорными и одной в среднем сечении. Диафрагмы прибиты гвоздями к поясам. Средний слой – утеплитель (теплоизоляционный опилкобетон) соединялся на клею с обшивками панели. Предлагаемые плиты состоят из основных несущих (обычно продольных) ребер, фанерной обшивки, вспомогательных поперечных ребер и элементов обрамления. Такое решение повышает долговечность плит, обеспечивая свободный доступ к их элементам для осмотра, ремонта и периодической окраски, а также позволяет упростить узловые соединения блочных конструкций, проектируемых из клефанерных плит.

В данной работе выполнены расчеты вариантов слоистой панели с учетом влияния среднего слоя (утеплителя). Изучение напряженно-деформированного состояния основных несущих элементов панели производилось при помощи проектно-вычислительного комплекса (ПВК) SCAD. Основными этапами решения задачи по расчету панели являлись расчленение исследуемой системы на конечные элементы и назначение узловых точек, в которых определялись узловые перемещения, построение матриц жесткости, формирование системы канонических уравнений, отражающих условия равновесия в узлах расчетной системы, решение системы уравнений и вычисление значений узловых перемещений, определение компонентов напряженно-деформированного состояния исследуемой системы по найденным значениям узловых перемещений. Результаты расчета опытной панели показывают, что включение в работу панели утеплителя, предложенного и изученного в данной работе, позволяет сни-

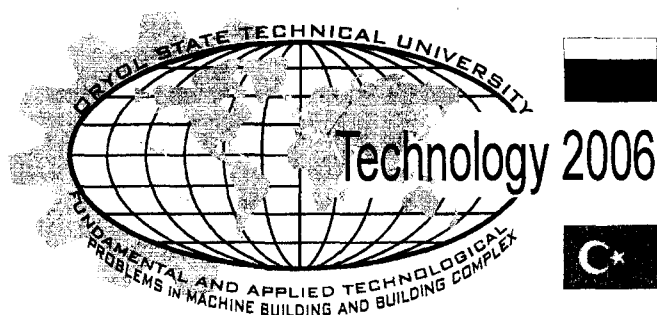
зять максимальные нормальные напряжения в обшивке и общие прогибы панели на 10-15 %. В дальнейшем предполагается произвести натурные испытания экспериментальной слоистой панели с целью получения картины напряженно-деформированного состояния элементов панели и подтверждения теоретических предпосылок.

В результате разработки технологических вариантов получения древесных композиционных материалов достигается сокращение расхода цемента до 30 %, снижение материалоемкости строительных конструкций, энергозатрат на их производство и снижение себестоимости композитов на основе отходов деревообработки по сравнению с аналогичными материалами на 30-35 %. За счет использования в качестве основного сырья отходов деревообработки достигается дополнительный энергосберегающий и экологический эффект. В результате выполнения проекта ожидается снижение себестоимости продукции на 18 % за счет эффективности использования сырья.

Таблица 2

Сравнение материальных затрат на получение опилкобетона на биологически активированном древесном заполнителе и традиционного арболита для утеплителя слоистых панелей

Компонент	Традиционный арболит	Опилкобетон
	%	%
Портландцемент	45	43,2
Древесный заполнитель	45	31,6
Химические добавки	9,7	9,7
Вода	0,3	0,2
Итого	100	84,7



Russia,
Orel



Turkey,
Side

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ПРОФИЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



УДК 377:378] : 005.6

**СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ
ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ В СИСТЕМЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ США**

В.П. Смоленцев, д.т.н., проф.
Воронежский государственный технический университет
Воронеж, тел.(4732) 56-09-77, E-mail: smol@comch.ru

**SPECIFICITY OF SYSTEM FUNCTIONING FOR TECHNICAL
STAFF TRAINING IN THE SYSTEM PROFESSIONAL EDUCATION IN
THE USA**

W. P. Smolencew, Prof., Dr.
Voroneg State Technical University
Voroneg, tel.(4732) 56-09-77, E-mail: smol@comch.ru

In the paper a positive experience in functioning of colleges of professional education system with engineering direction in the USA and also advantage of special professional education system in Russia and its possibilities in use of this positive experience is analyzed.

В июне 2004 года автор принимал участие в работе Международной конференции «BEST-2004», проводившейся в Калифорнийском университете (г. Беркли, США). В ходе работы конференции представилась возможность не только участвовать в обмене информацией по проблеме технологии чистовой обработки, но и в качестве члена оргкомитета конференции познакомиться с системой подготовки кадров среднего и высшего звена технического профиля в США. Конечно, не все увиденное может быть применимо к российской системе профессионального образования, однако многое может рассматриваться как положительный опыт, который

целесообразно использовать в процессе модернизации всей системы образования нашей страны.

Изначально хочется подчеркнуть, что в плане общей оценки качества подготовки специалистов технического профиля высшего звена российские инженеры имеют явные преимущества в объеме специальных и общенаучных знаний. Однако, по узким проблемам технического плана они могут уступать своим зарубежным коллегам. Это, во многом, объясняется особенностями подготовки специалистов технического профиля в системе профессионального образования США.

Подготовка технического персонала в США выполняется, в основном, на базе государственных колледжей и университетов и имеет многоступенчатую структуру. Обучение платное, причем в год оплата может достигать 20-25 тысяч долларов, что зависит от выбора программы обучения и образовательного учреждения. При этом реализуется несколько вариантов оплаты за обучение: оплата может быть произведена за счет личных средств студента или его спонсоров-родных; денежные средства могут быть внесены фирмами, которые заинтересованы в подготовке кадров определенной квалификации; студент может обучаться за счет безвозвратных грантов, выдаваемых наиболее талантливым студентам (до 4000 долларов в год); практикуется целевое кредитование на обучение (до 27 тысяч долларов) с условием погашения кредита в течение 8 – 10 лет после окончания университета (процент по целевому кредиту на обучение составляет не более 5 % в год).

В целом, в настоящее время американская система профессионального образования испытывает определенный дефицит бюджетного финансирования, что вызывает сокращение численности студентов по некоторым специальностям, которое преодолевается за счет целевого финансирования подготовки специалистов по заявкам конкретных фирм. Кроме того, в США обучается много иностранных граждан (Китай, Япония, Индия и др.). Ежегодное поступление в вузы США до 500 тысяч иностранцев, стоимость оплаты за обучение у каждого из которых составляет около 9 тысяч долларов, а общие затраты на пребывание в стране и обучение в течение всего периода – более 50 тысяч долларов, дает стране в целом и американской системе профессионального образования значительный дополнительный доход. Вместе с тем, дипломы профессионального образования, полученные в других странах, признаются в США только после подтверждения официальными органами США по образованию.

В американской системе профессионального образования нет обязательной аккредитации. При этом процедура аккредитации учреждений системы профессионального образования в США существует. Она проводится по инициативе самих образовательных учреждений, при их непосредственном финансировании, но осуществляется специальными агентствами, имеющими государственную лицензию. При этом в рейтинговых бюллетенях, издаваемых в США, регулярно публикуются списки образовательных учреждений, прошедших процедуру аккредитации,

что позитивно сказывается на привлечении именно в аккредитованные образовательные учреждения большего числа абитуриентов, а также заказов на подготовку кадров и выполнение научно-технических разработок от промышленных фирм.

Научные разработки в области образования в США проводит Академия по развитию образования, годовой бюджет которой, составляющий около 70 миллионов долларов, расходуется на выполнение исследовательских работ по четырем программам:

- содействие в области образования и обменов;
- подготовка специалистов по управлению и компьютерной технике;
- социальное развитие, охрана здоровья, окружающей среды, планирование семьи, деятельность средств массовой информации;
- человеческие ресурсы и институциональное развитие.

Так как в США считают, что рост производства в промышленности на 38,1% зависит от уровня технологии, на 12,7% - от состояния экономики; на 14,3% - от квалификации исполнителей, на 25,4% - от объема инвестиций и на 9,5% - от влияния международных отношений и состояния рынков сбыта, то при приеме на работу в технические вузы преподавателей значительным преимуществом пользуются специалисты, имеющие производственный опыт. Тесты показывают, что большинство преподавателей владеет не более чем 15% новинок в своей отрасли промышленности, поэтому поощряется работа преподавателей в промышленных фирмах. В летнее время полную рабочую неделю разрешается работать студентам, хотя во время учебы существует ограничение – не более 20 часов в неделю. Кроме того, в летнее время организуются пяти-шестинедельные курсы для изучения достижений в области технологии.

В США научной деятельностью в сфере инженерных изысканий работает около 3000 докторов наук, из которых технологов – 11,8%, разработчиков – 8,3%, электроэнергетиков – 20,3%. Доктора технических наук составляют 4,1% от численности инженерно-технических работников. Кроме того, растет численность женщин среди специалистов-технологов: за десять последних лет их стало на 67% больше.

Численность студентов в США около 17 миллионов человек. Прием студентов в вузы США производится по итогам вступительных экзаменов, которые проводит специальный независимый совет, причем экзамены проводятся в форме тестового контроля. Абитуриенты проходят устное тестирование при определении общей способности к учебе и письменное (компьютерное) тестирование по профилирующим дисциплинам (математика, физика, химия и т.д.). Результаты тестов оцениваются от 200 до 700 баллов. Материалы тестирования из отделений совета поступают в колледжи и университеты, где они анализируются и по результатам анализа ведется отбор поступающих. При поступлении в колледж в тестах предлагаются варианты ответов, из которых только один правильный. Независимо от профиля учебного заведения колледжи и университеты требуют хорошего знания английского языка, особенно для иностранцев.

Американская система профессионального образования имеет несколько уровней.

1. Двухгодичный колледж, который дает степень адъюнкт-бакалавр, что аналогично квалификации техника в российской системе профессионального образования.
2. После окончания двухгодичного колледжа молодой человек может продолжать профессиональное образование в четырехгодичном колледже, где получает звание бакалавра по отрасли. Такое же звание присваивается адъюнкту-бакалавру, успешно окончившему четырехгодичную программу обучения в университете. Это звание по содержанию подготовки соответствует в российской системе профессионального образования подготовке техников повышенного уровня или бакалавров.
3. Выпускник с дипломом бакалавра может поступить в аспирантуру при университете, после окончания которой ему присваивается звание магистра, а в случае успешной защиты диссертации – степень доктора по специальности.

Положительной особенностью американской системы высшего технического образования является наличие большого количества аспирантов, число которых может даже превышать численность студентов. При этом каждый студент закрепляется за аспирантом, а те, в свою очередь, находятся под общим руководством профессоров. Это способствует, с одной стороны, повышению эффективности процесса воспитания и профессиональной социализации будущих специалистов, формирует в них чувство собственного достоинства и защищенности от внешнего негативного воздействия социальной среды. С другой стороны, результатом реализации такой системы социального взаимодействия в профессиональной среде является тот факт, что большинство аспирантов заканчивают учебу магистрами-исследователями, часть из которых защищает диссертации на соискание ученой степени.

Кроме того, специфика американской системы профессионального образования заключается в целенаправленном формировании у студентов персональной ответственности за свое будущее и развитие личной инициативы во всех сферах учебной и общественной деятельности. Этому способствует тот факт, что в США нет единых программ обучения, а они создаются как для отдельных университетов, так и для каждого студента, причем в этом процессе непосредственное участие принимают сами студенты. Такая система формирования программ обучения получила название студийной. При разработке такой программы студент имеет право часть дисциплин выбирать самостоятельно, независимо от специализации своего обучения. Однако, выбрав программу обучения, он несет полную личную ответственность за успеваемость, а итоговая оценка знаний по учебной дисциплине формируется путем набора определенной суммы баллов при выполнении студентом контрольных тестовых заданий. Причем, ряд университетов (например, Чикагский университет) проводит контроль

знаний (промежуточную аттестацию) студентов не по семестрам, а по кварталам, что также интенсифицирует процесс обучения.

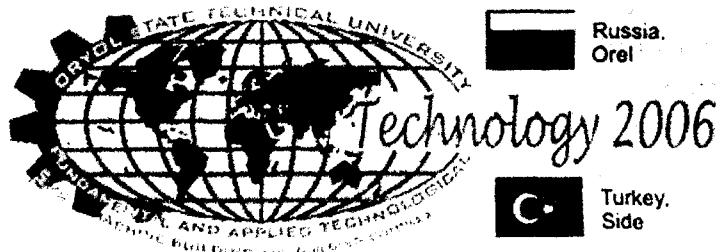
Особое место в воспитательной системе вузов США занимает целенаправленное формирование в студенческой среде авторитета здорового образа жизни. В ВУЗах США полностью исключено курение (курящих преподавателей и студентов просто нет на территориях вузов), при этом студентам, аспирантам и преподавателям предоставляются широкие возможности заниматься в различных спортивных секциях и клубах. Каждый университет имеет сильные спортивные команды, особенно по национальным видам спорта, а лучшие игроки пользуются всеобщим уважением. Это способствует, с одной стороны, притоку в команды новых членов из числа студентов, а, с другой - делает употребление алкоголя и наркотиков непопулярным в молодежной среде.

Дипломные работы выпускников ВУЗа выполняются по заказу фирм, которые, впоследствии, при условии успешного выполнения заказа, и трудоустраивают этих выпускников. При этом проекты финансируются фирмами-заказчиками (стоимость проекта 4-5 тысяч долларов), и они принимаются заказчиком на основе установленных договорных отношений как готовый товар. Практикуется коллективная работа студентов – над одним дипломным проектом может работать от двух до пятнадцати студентов.

В США нередки случаи, когда наличие высшего образования позволяет выпускникам найти работу в отрасли, далекой от профиля полученной специальности (инженер становится менеджером и пр.). В последнее время появилось много центров подготовки по специальностям администрирования и лидерства, где готовят управленцев новой формации, способных поддерживать жизненные процессы в состоянии саморегулирования, предупреждения нестабильности и кризисности на производстве, используя при этом внутренние резервы трудовых коллективов.

В настоящее время на первый план выдвигается переподготовка технологов, причем приоритетом становится специализация и повышение уровня знаний о мировых достижениях в области технологий. На период переподготовки инженеры оформляют академические отпуска без оплаты, а объем занятий составляет около 1200 академических часов.

Таким образом, несмотря на то, что системы подготовки инженерных кадров, в частности – технологов, в России и США достаточно близки по структуре, однако, лучшая материальная обеспеченность и университетов США в целом, и преподавательских кадров в частности, способствует более оперативной и результативной деятельности университетских сообществ по реализации запросов современного производства. При этом индивидуальное воспитание студентов силами аспирантов и их научных руководителей, профессоров ВУЗов, позволяет сформировать особый тип корпоративной социокультурной среды университетов, которая способствует раскрытию интеллектуального потенциала и активизации творческих способностей личности молодого специалиста.



УДК 316.334.2:311.4

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЙ МОНИТОРИНГ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

А.В. Морозова, к.с.н.

Орловского государственного технического университета
Орел, тел./факс (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

USER MONITORING OF SATISFACTION WITH EDUCATION QUALITY OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION

A. V. Morozova, Agr.Sc.Can.

Oryol State Technical University
Oryol, tel./fax(4862) 555524, E-mail:ti@ostu.ru

In paper a structure and results of user monitoring of satisfaction with education quality at higher education institution (on the basis of empirical data of the Orel region 2002 – 2006) is analyzed.

Рост конкуренции на рынке образовательных услуг и обострение ситуации на рынке труда для специалистов с высшим профессиональным образованием связаны, с одной стороны, с перепроизводством кадров определенных профилей (юристы, экономисты и др.), а, с другой стороны, с появлением тенденции оценивания работодателями качества полученного дипломированными специалистами профессионального образования. Сложившаяся ситуация приводит образовательные учреждения системы профессионального образования к необходимости формирования системы менеджмента качества, одним из важнейших компонентов которой является потребительский мониторинг удовлетворенности качеством образовательных услуг (ПМ УКО). Потребительский мониторинг в учреждениях системы профессионального образования решает не столько задачи контроля ресурсного обеспечения качества образования и оценки уровня знаний, умений и навыков студентов и выпускников вуза, сколько проблему комплексной диагностики и анализа состояния

качества, предоставляемых учреждением образовательных услуг, выявления и прогноза основных тенденций на региональных рынках труда и структуры востребованности образовательных услуг, выработки управленческих решений, направленных на корректировку качества реализации образовательных профессиональных программ.

Потребительский мониторинг качества образовательных услуг основан на комплексном многоуровневом длительном статистическом наблюдении, которое реализуется вузом/ссузом и включает в себя как несколько уровней (студенты, студенческие группы, кафедры, факультеты, образовательные учреждения региона, реализующие специальности определенного профиля) и несколько направлений (анализ структуры потребителей образовательных услуг; определение потребностей и ожиданий потребителей из различных социальных групп; оценка удовлетворенности потребителей качеством образовательных услуг на всех этапах реализации образовательной программы специальности; сопоставление ожиданий и фактической удовлетворенности потребителей; статистическое обоснование целесообразности принятия управленческих решений при формировании планов корректирующих мероприятий для улучшения качества предоставляемых образовательных услуг).

На основании данных потребительского мониторинга удовлетворенности качеством образовательных услуг в вузе/ссузе проводят также анализ поэтапного формирования компонентов социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов (социально-профессиональные характеристики, целеполагание профессионального развития личности, наличие дополнительного образования и личностно-тектологические особенности специалиста, послевузовское образование и др.) с учетом особенностей регионального рынка труда и запросов различных категорий работодателей, а также исследования уровня готовности организации (вуза) к внедрению принципов бенчмаркетинга при разработке новых образовательных профессиональных программ.

Проведенные социологические наблюдения (Орловская область, 2002-2006 гг.) позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, при выборе вуза/ссуза абитуриенты отдают предпочтение тем образовательным учреждениям, которые имеют:

- высокий уровень кадрового обеспечения ППС;
- значительное число выпускников, трудоустроенных по специальности после окончания вуза/ссуза;
- возможность предоставить студентам дополнительное образование в период обучения в вузе/ссузе, повышающее потенциал его трудоустройства по специальности после окончания образовательного учреждения.

Во-вторых, при выборе специальности абитуриенты отдают предпочтение специальностям, которые:

- наиболее востребованы на рынке труда, в том числе и вне региона;
- дают возможность иметь высокий заработок, создают перспективу быстрого карьерного роста и свободу самореализации в профессиональной среде;

- содержат потенциальную возможность для реализации своей профессиональной стратегии посредством индивидуального предпринимательства.

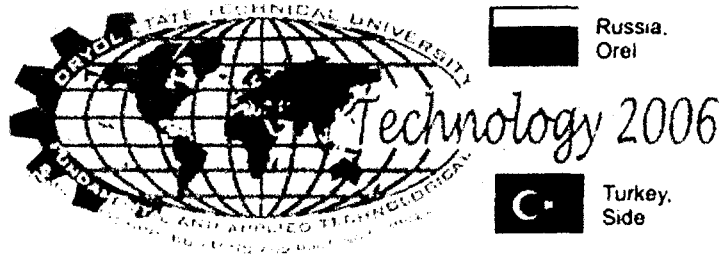
В-третьих, в студенческой среде особым уважением традиционно пользуются преподаватели, имеющие не только высокий уровень специальных знаний, но и широкий спектр позитивных личностных характеристик, творческих интересов и знаний в различных сферах, в том числе и несвязанных непосредственно с областью их профессиональной деятельности.

В-четвертых, молодые специалисты оценивают полученное ими профессиональное образование как качественное, если:

- при трудоустройстве они имели возможность выбора места работы;
- они были трудоустроены по своей специальности;
- заработная плата за предложенную им работу в 5-8 раз превышает объем прожиточного минимума и позволяет в кратчайший срок компенсировать их затраты на получение образования;
- при трудоустройстве работодатели высоко оценили традиции качественной подготовки специалистов именно в том вузе, который окончил выпускник;
- после трудоустройства адаптационный период для молодого специалиста минимален, а порученные ему функциональные обязанности в соответствии с полученной им специальностью не требуют от него дополнительного «доучивания».

В-пятых, работодатели оценивают профессиональную подготовку молодых специалистов как качественную, если:

- от работодателей не требуется дополнительных затрат на переподготовку и адаптацию молодого специалиста по месту работы, предоставленного ему в соответствии с его квалификацией;
- молодые специалисты имеют дополнительное профессиональное образование или профессиональные навыки (свободное владение иностранным языком, знание специального прикладного программного обеспечения, навыки владения офисной техникой или специальным оборудованием), которые позволяют работодателю шире использовать их профессиональные навыки и создают дополнительный потенциал карьерного роста выпускника вуза;
- молодой специалист имеет высокий уровень сформированности социальных навыков (коммуникабельность, умение работать в команде, качества лидера и т.д.), которые способствуют его быстрой адаптации в социально-профессиональной группе.



УДК 377 + 378] : 005.6

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ СТАТИСТИКИ КАЧЕСТВ К
ИССЛЕДОВАНИЮ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ СИСТЕМЫ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

А.В. Морозова, к.с.н.

Орловский государственный технический университет,
Орел, тел./факс (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

**QUALITY STATISTICS THEORY USE IN RESEARCHES OF SOCIAL-
PROFESSIONAL COMPETITIVE CAPACITY OF GRADUATING
STUDENTS IN THE SYSTEM OF THE SECONDARY PROFESSIONAL
EDUCATIONAL**

A.V. Morozova, k.s.n.

Oryol State Technical University,
Oryol, tel/fax (4862) 555524, E-mail: ti@ostu.ru

In the paper the problems of use a theory of quality statistics in elaboration of sociological data-analytical provision of control in the secondary professional education system in analyzed.

Признание того факта, что естественно-научный подход к оценке эффективности социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста не способствует адекватному постижению целеустремленных поведенческих систем, само по себе не решает проблему оценки этой категории. Это связано, в первую очередь, с тем, что мировоззренческие установки, определяющие деятельность исследователей, даже при условии признания ими культурологических приоритетов, в силу устоявшихся научно-профессиональных традиций количественной статистики, а также инертности культуры логического мышления, с различной степенью осознанности продолжают ориентироваться на идеалы логико-гносеологического знания.

Каждое измерение дает количественные зависимости, в то время как для поведенческих наук важны качественные описания свойств или поведения, например, установление факта возрастания уровня социально-профессиональной конкурентоспособности при изменении уровня сформированности ее отдельных компонентов [5]. Поэтому особую ценность имеют те математические понятия, которые качественно инвариантны, т.е. не изменяют своих свойств при нелинейных преобразованиях шкал используемых переменных. Многие свойства, связанные с неустойчивостью, являются качественно инвариантными.

Применение методов параметрической статистики приводит к простому переносу известных при изучении явлений или процессов приемов в поведенческие науки. Вместе с тем, следует отметить, что до недавнего времени математика могла предложить сравнительно немного качественных терминов типа «максимум», «однородный», «однозначный» и т.д., которые слишком очевидны и тривиальны, чтобы их применение к анализу целеустремленных систем нечисловой природы дало бы что-либо принципиально новое.

Однако, появившиеся в последнее время массовые публикации, посвященные вопросу оценки качества деятельности образовательного учреждения, в том числе и системы профессионального образования, позволяют использовать в исследовательской работе современные трактовки качества как категории [1]. Это значительно расширяет методологическую базу исследования как собственно процесса профессиональной социализации студентов системы профессионального образования, так и эффективности реализации этого процесса в социокультурном поле образовательного учреждения.

К герменевтическому истолкованию социально-профессиональной конкурентоспособности выпускника системы профессионального образования как оценки эффективности процесса профессиональной социализации, реализуемого в социокультурном поле ссуза/вуза, вполне приложим науковедческий подход, позволяющий «запустить механизм ее самопознания». Невозможность применения для анализа поведенческих систем логико-гносеологического подхода объяснения (объективности и повторяемости) научных фактов ни в коей мере не отвергает объективных предпосылок к принципиальной возможности формирования ценностно-смыслового подхода к формированию математического аппарата социологической науки. Содержательный механизм оценки эффективности процесса профессиональной социализации создается «путем привнесения категориального единства в эмпирическое многообразие» [3].

Научное отражение действительности становится немного точнее и меньше подвергнуто влиянию субъективных мнений, когда оно опирается на требуемое количество эмпирических и теоретических данных, категорий и факторов, а также на их содержательные характеристики, составляющие основание для социологического информационно-аналитического обеспечения управленческой деятельности в сфере профессионального образования. Особое значение при этом имеет специальный анализ и синтез конкретных ком-

понентов и существенных признаков управленческой деятельности образовательного учреждения, реализующего процесс профессиональной социализации студентов, а также рефлексивный самопознающий анализ различных отраслей социологической науки (социологии личности, социологии управления, социологии образования, экономической социологии, математического моделирования социальных процессов и др.). Важно придать социологическому описанию процесса профессиональной социализации ценностно-смысловое направление развития, которое было бы основано на анализе реальной действительности со всеми ее «удовлетворенными и, что еще более важно, неудовлетворенными потребностями – к частнонаучному философскому знанию, адекватно отражающему специфику рассматриваемых явлений» [4].

В этой связи, по-нашему мнению, при исследовании социально-профессиональной конкурентоспособности выпускников системы профессионального образования как показателя эффективности процесса профессиональной социализации личности, реализуемого в социокультурном поле вуза/ссуза, целесообразно комплексное использование как методов статистики качеств, так и метода анализа иерархий, что обусловлено следующими обстоятельствами.

1. Сформулированная система базовых характеристик, приобретаемых индивидом в процессе профессиональной социализации, не является однозначно определенной. Она может изменяться с учетом актуализации различных факторов-компонентов в системе качеств личности специалиста, определяющих структуру социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на современном рынке труда. Отдельные из таких расширений уже рассмотрены в работе [6].
2. Категория «качество» как единая норма разноименных факторов может использоваться в качестве основы для установления связей между качественными признаками, т.к. традиционно используемые методы параметрической статистики (коэффициент линейной корреляции Пирсона) при исследовании такого типа признаков неприемлемы.
3. Комплексное использование методики оценки качества факторов [2] и метода анализа иерархий [7] позволит с новых позиций подойти к анализу качества деятельности учебных заведений, положив в его основу оценку эффективности процесса профессиональной социализации выпускников системы профессионального образования, посредством обобщенного коэффициента информационной энтропии H (по версии американского ученого К. Шеннона) [2, с. 287]. Посредством этого коэффициента можно, с одной стороны, найти способ «измерения» социально-профессиональной конкурентоспособности выпускников системы профессионального образования. С другой стороны, коэффициент информационной энтропии позволит как осуществить социологическую интерпретацию полученных результатов, так и продумать систему управленческих воздействий на управляемый объект (студент, вы-

пускник образовательного учреждения, вуз/ссуз, региональная система профессионального образования).

4. Использование понятия информационной энтропии H как меры хаоса и неупорядоченности любой системы позволяет выработать новый подход к оценке эффективности управления образовательным учреждением, реализующим процесс профессиональной социализации студентов:

- при выявлении подсистемы высоких равнокачественных признаков управляющая система должна менять качественные характеристики таких признаков;
- результаты мониторинга экспертных оценок рынка труда и образовательных услуг могут использоваться для корректировки системы качеств личности, являющихся показателями социально-профессиональной конкурентоспособности специалиста на рынке труда, в соответствии с прогнозируемыми тенденциями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, В.И. Статистический анализ многомерных объектов произвольной природы [Текст] В.И. Васильев, В.В. Красильников, С.И. Плаксий, Т.Н. Тягунова М.: Изд. ИКАР, 2004. 382 с.

2. Васильев В.И. Оценка качества деятельности образовательного учреждения [Текст] / В.И. Васильев, В.В. Красильников, С.И. Плаксий, Т.Н. Тягунова М.: Издательство ИКАР, 2005. 320 с.

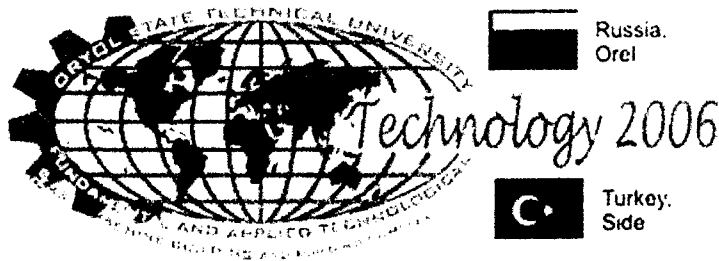
3. Вахтомин, Н.К. Генезис научного знания [Текст] / Н.К. Вахтомин М., 1973. 223 с.

4 Дубов, И.Г. Феномен менталитета: психологический анализ [Текст] / И.Г. Дубов // Вопросы психологии 1993. №5. С. 85.

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

6. Морозова, А.В. Жизненный цикл конкурентоспособности специалиста [Текст] / А.В. Морозова // Наука и образование. Экономика и образование. Вып. 3. / МГУДТ. Москва, 2005. С. 92-107.

7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.



УДК 377 + 378] : 005.6

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС T-FLEX КАК ЭЛЕМЕНТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ПРОФИЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ССУЗА

А.А.Алисов

Политехнический колледж Технологического института Орловского
государственного технологического университета
Технологический институт Орловского государственного
технического университета
Орел, тел./факс (4862) 55-55-24, E-mail ti@ostu.ru

THE PROGRAM COMPLEX T-FLEX AS AN ELEMENT OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE SYSTEM OF PROFESSIONAL EDUCATION AT THE COLLEGE

A.A. Alisov, teacher

Oryol Politechnical College Technological Institute
of Oryol State Technical University
Technological Institute of Oryol State Technical University
Oryol, tel/fax (4862) 555524, E-mail ti@ostu.ru

The article offers the method of using the Program complex T-FLEX in the process of education.

Применение компьютерных технологий в настоящее время является не только велением времени, но и насущной необходимостью. Применяемые сегодня на предприятиях машиностроения программные продукты позволяют значительно сократить сроки разработки, внедрения и постановки на конвейер новых изделий, автоматизировать конструкторско-технологическую подготовку производства, упростить процесс конструкторско-технологического сопровождения всего изделия от изготовления установочной партии до снятия с производства. Следует также отметить, что переход на компьютерные технологии – дополнительный фактор в конкурентной борьбе, которую ведут

машиностроительные предприятия России, как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Таким образом, образование сегодня стоит перед сложной задачей подготовки квалифицированных молодых специалистов в полной мере владеющих компьютерными технологиями в своей профессиональной деятельности.

В Политехническом колледже Технологического института Орловского государственного технического университета уже в течение пяти лет для подготовки молодых специалистов по специальности 151001 «Технология машиностроения» используется программный комплекс для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства T-FLEX/ТехноПро. На этой специальности студенты старших курсов вырабатывают навыки и умения по созданию с помощью этого комплекса чертежей деталей и сборок согласно требованиям ЕСКД, помогающие углубить и расширить те знания, которые они получают на базовых дисциплинах, таких как: «Основы начертательной геометрии», «Инженерная графика», «Технология машиностроения», «Технологическая оснастка» и т.д. Следующий этап обучения с применением программного комплекса T-FLEX – создание трехмерных моделей деталей и сборок по их чертежам. На этом этапе студенты развивают свое пространственное мышление, более четко начинают представлять те детали и узлы, чертежи которых они создали на предыдущем этапе обучения. Используя возможности трехмерного моделирования, производится корректировка размеров различных деталей в сборке, уточняется и корректируется их взаимное расположение. На последнем этапе обучения студенты создают технологический процесс изготовления данной детали или сборки с использованием программы автоматизации технологической подготовки производства ТехноПро, в соответствии с требованиями ЕСТД.

Применяемая горизонтальная и вертикальная дифференциация студентов по их освоению данного программного комплекса позволяет добиться следующих результатов:

1. Все студенты приобретают умения работать с программным комплексом T-FLEX, создавая чертежи деталей и сборок средней сложности, их трехмерные модели и технологические процессы их изготовления.

2. Значительная часть студентов демонстрирует по окончании курса умение создавать сложные сборочные чертежи, трехмерные модели и технологические процессы их изготовления.

3. Наиболее одаренная часть студентов приобретает устойчивые навыки создавать анимированные трехмерные модели сложных деталей и сборок, а также с помощью анимации иллюстрировать технологические процессы их изготовления.

В результате применения программного комплекса T-FLEX совместно с вертикальной и горизонтальной дифференциацией студентов были достигнуты следующие результаты:

В 2003 году пять лучших дипломных проектов, выполненных с применением программного комплекса T-FLEX/ТехноПро участвовали во Всерос-

сийском конкурсе и заняли с первого по третье место в своей номинации, а также получили почетные грамоты.

В 2004 году девять лучших дипломных проектов, выполненных с применением программного комплекса T-FLEX/ТехноПро участвовали во Всероссийском конкурсе и заняли с первого по третье место в своей номинации, а также получили почетные грамоты.

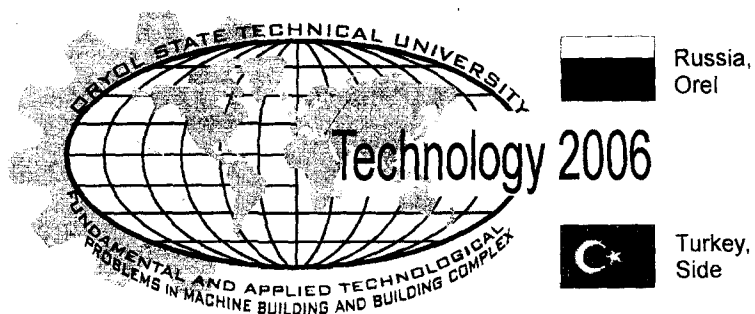
В 2006 году студент Орловского политехнического колледжа Технологического института ОрелГТУ занял второе место на Всероссийской олимпиаде по специальности «Технология машиностроения», что позволило ему, кроме получения крупной денежной премии и ценного подарка, поступить по собеседованию в МГТУ СТАНКИН – головной университет в России по подготовке специалистов в области технологии машиностроения. При выступлении на этой олимпиаде он использовал возможности программного комплекса T-FLEX/ТехноПро.

За эти пять лет, увеличилось количество курсовых и дипломных проектов, выполненных полностью с использованием этого программного комплекса с 5% до 45%.

В настоящее время с фирмой-разработчиком программного комплекса T-FLEX достигнута договоренность о сертификации лучших дипломных проектов, представляемых на Всероссийский конкурс студентами Политехнического колледжа Технологического института ОрелГТУ. Данным сертификатом подтверждается, что получивший его студент владеет программным комплексом T-FLEX на профессиональном уровне.

Применение данного программного комплекса в качестве организационно-методической и программной основы для создания анимированных тематических лекций, тестов, позволит сделать следующий шаг на пути совершенствования образовательного процесса в системе профессионального образования института.

Образовательные технологии такого уровня позволяют подготовить высококлассных специалистов в области технологии машиностроения, развивают коммуникативную и информационную культуру молодого специалиста, повышают конкурентоспособность выпускников ССУЗа на региональном рынке труда, позволяют реализовать потенциальные возможности для продолжения образования в наиболее престижных ВУЗах.

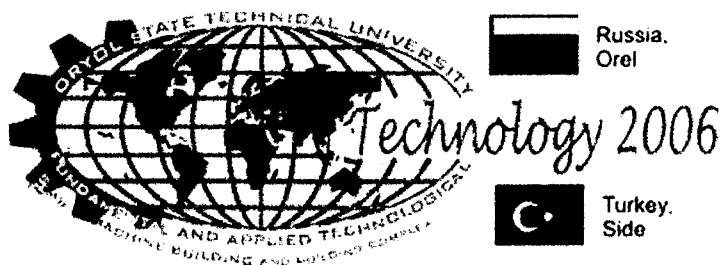


Russia,
Orel



Turkey,
Side

ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ



УДК 336.76

**СИСТЕМА МОБИЛИЗАЦИИ РЕЗЕРВОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
(ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)**

Д.А. Блинов

Ивановский государственный университет
Иваново, тел.(8-4932) 296416, E-mail: blinov@ivanovo.ac.ru

**RESERVIES MOBILIZATION SYSTEM OF THE EXPENDITURE
MANAGEMENT IN MACHINE-BUILDING ENTERPRISE
(ORGANIZATION AND ECONOMIC ASPECTS)**

D.A. BLINOV

Ivanovo State University
Ivanovo, tel.(8-4932) 296416, E-mail: blinov@ivanovo.ac.ru

The expenditure management of the machine-building enterprise is important for economic efficiency. With respect to economic aspect the various expenditures of the enterprise are bound up with another ones, i.e. they are necessarily the expenditure system. The organization aspect of the expenditure management problem is correlated to the mobilization (search, estimate, using) of the according reserves which are the object of the specialists "working" group in frame of the reserves mobilization system of the expenditure management .

В настоящее время развитие машиностроения, связанное с растущими требованиями к технике, характеризуется следующими основными моментами [1]:

- 1) растет потребность в большом количестве энергии;
- 2) происходит усложнение технологии изготовления изделий (повышение трудоемкости и энергоемкости технологических операций);

3) увеличивается количество деталей и усложняются соответствующие конструкции из них, что влечет резкое повышение требований к качеству к их изготовлению и своевременности поставок;

4) возросли требования к свойствам материалов, обрабатываемого инструмента;

5) стремительно растут информационные потоки из-за увеличения объема номенклатуры изделий;

6) очень сильно уменьшилось время управления производственными циклами от принятия решений до оценки соответствующих результатов (сравнение фактических затрат от плановых нормативов и т.д.), что ведет к необходимости использования электронно-вычислительной техники вследствие ограниченности чисто человеческих возможностей;

7) значительно сократилось время внедрения открытий и изобретений;

8) уменьшаются сроки морального износа изделий машиностроения.

Как видно из перечня основных черт современного машиностроительного производства, происходит стремительное увеличение не только энергетических, сырьевых и информационных потоков, обслуживающих выпуск продукции, но и *мощности* этих потоков, т.е. соответствующих величин в единицу времени. При этом следует отметить тенденцию снижения доли рабочих мест в промышленности (в частности, в машиностроении), что в связи с отмеченными выше обстоятельствами значительно повышает требования как к профессионализму работников машиностроительного предприятия, так и к их физическим и морально-волевым свойствам из-за напряженности производственного ритма. Таким образом, для устойчивого режима эффективной работы предприятия необходимо в плоскости соответствующих затрат предусматривать в полном объеме адекватные статьи расходов на энерго-сырьевые ресурсы и рабочую силу требуемого качества.

Экономический аспект данной проблемы отвечает тому обстоятельству, что любые затраты предприятия взаимосвязаны из-за сложного взаимодействия производственных объектов (энергия, сырье и материалы, рабочая сила, управление и т.д.). Например, использование режущего инструмента низкого качества (плохо заточенного или непрочного) на обрабатывающих станках приводит к перерасходу энергии и материалов (брак и инструментальные отходы). Если увеличить затраты (расходы) на приобретение режущего инструмента высокого качества, то снизятся сопряженные с ними энергетические и прочие затраты, так что в итоге может произойти известная экономия фонда затрат. Кроме того, затраты на модернизацию инструментального цеха и приобретение высококвалифицированных специалистов могут повлиять на затраты по приобретению режущего инструмента вне предприятия и т.д. Таким образом, затраты предприятия образуют систему, которая является изменчивой в зависимости от конъюнктуры рынка, социальной и политической обстановки и т.д., что приводит к необходимости системного управления затратами.

Рыночная конкуренция и растущие общественные потребности приводят к необходимости совершенствования продукции машиностроения. Продукция машиностроительного предприятия, являясь, как правило, товаром длительного пользования, относится к сложным техническим системам, развитие которых подчиняется определенным законам [2]. Следовательно, управление затратами машиностроительного предприятия с целью обеспечения эффективности производства обязательно должно учитывать эти законы как в плане анализа природы и структуры соответствующих затрат, так и в плане их динамики.

Технические объекты (в нашем случае – продукция машиностроения) являются искусственными несаморазвивающимися системами [1]. Последнее означает, что данные объекты развиваются за счет источников вещества, энергии и информации, находящихся в других системах (наука, энергетика, индустрия).

Согласно диалектике, источником всякого изменения и развития являются противоречия, которые применительно к продукции машиностроения принимают форму противоречий между общественными потребностями в данной машиностроительной продукции (со стороны производства, экологии, техники и т.д. [1]) и возможностями этой продукции удовлетворять эти потребности. Удовлетворение указанных потребностей сопряжено с затратами энергии и информации, поэтому в системе управления затратами машиностроительного предприятия изучение обсуждаемых потребностей приобретает первостепенное значение. Именно: потребности определяют направления и величины потоков вещественных, энергетических, информационных и людских ресурсов предприятия на разработку, внедрение, выпуск и сбыт конкурентоспособной продукции.

Система управления затратами занимает одну из ключевых позиций в структуре средств повышения эффективности промышленного предприятия [3]. Она напрямую зависит от состояния систем учёта, анализа, производства, логистики и других систем, функционирующих на предприятии.

Основными функциями системы управления затратами следует считать прогнозирование и планирование, учет, контроль (мониторинг), координацию и регулирование, а также анализ затрат.

Управление затратами – это динамичный процесс, совершающийся в рамках системы управления субъектом над объектами управления затратами. При этом важную роль играет поиск и использование резервов управления затратами, что сопряжено с экономическим анализом работы предприятия. В организационном отношении данная деятельность может рассматриваться как функция *системы мобилизации (поиска, оценки и использования) резервов управления затратами* данного предприятия.

Организационный аспект обсуждаемой проблемы заключается в следующем. Каждое подразделение предприятия имеет свои интересы и преследует свои собственные цели в плане снижения издержек. Поэтому целесообразно создать единую команду (рабочую группу, бригаду),

представляющую **субъект** системы мобилизации резервов управления затратами (более узко – резервов экономии), в которую входили бы представители нескольких функциональных служб. Такая рабочая группа отвечала бы за все аспекты проблемы, взвешивала все возможные компромиссы и находила верное решение и могла бы выполнять следующие функции:

а) осуществлять глубокий **предварительный контроль и анализ** возможных резервов снижения расходов (корректировка плановых показателей);

б) координировать деятельность различных производственных структур с целью **структурировать ответственность** за издержки;

в) **учитывать технологические издержки**, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, а также затраты на обслуживание и управление производства **по более мелким местам возникновения**: производственным участкам, бригадам, группам оборудования.

г) **участвовать в работе различных комиссий** предприятия по всем вопросам (технологическим, экономическим и социально-психологическим).

Статус таких команд (рабочих групп, бригад) может быть различным [3] (формальной – неформальной, временной – условно-постоянной и т.д.).

На наш взгляд, целесообразно придавать подобным группам статус некоего «научного совета» по мобилизации резервов.

По данным машиностроительного предприятия Ивановской области ОАО «МК КРАНЭКС» немногим больше половины всех работников данной компании приходится на так называемых «молодых специалистов» с высшим образованием в возрасте от 23 до 30 лет. Целесообразно привлекать в научные советы молодых специалистов из-за их чувства «нового».

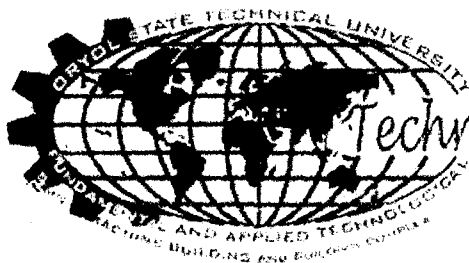
«Ядром» (руководством) «советов» должны быть опытные работники и работники, способные к научно-исследовательской деятельности (по нашему мнению, люди с учеными степенями). Нами было проведено анкетирование кандидатов наук в ОАО «МК КРАНЭКС». Доля последних составила 0,7% всех работников. В результате анкетирования выяснилось, что 86% респондентов считают, что учёная степень заметно помогает им в жизни, работе, карьерном росте; 57% использовали результаты своих научных исследований в основной работе, внедряли их в производство. 57% опрошенных согласны, что на их предприятии было бы целесообразным существование научного (возможно, неформального) совета по совершенствованию деятельности компании, выявлению резервов роста и т.п. 57% респондентов согласились бы продолжить научную работу на предприятии при наличии определённых условий, таких, как 1) связь научных исследований с основной работой на предприятии, 2) наличие свободного времени, 3) материальное обеспечение (при научной работе) и 4) обеспечение компьютерными средствами для работы в домашних условиях.

По нашему мнению, кандидаты наук должны быть из различных областей знаний, обязательно наличие экономиста (лучше нескольких), поскольку резервы должны оцениваться именно с экономических позиций, причём специалисты других областей могут быть более полезны с точки зрения выявления резервов. В ядре «совета» должен быть представитель бухгалтерии для координации информационной поддержки работы совета. Кроме того, для анализа отношений между работниками и их группами на предприятии в состав «совета» должны входить, например, психологи и социологи.

Таким образом, система мобилизации резервов управления затратами, на наш взгляд, имеет достаточные основания быть важным инструментом повышения эффективности машиностроительного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Г.Н. Энергоэнтропика. - М., Издательство «Знание», 1983.-192с.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. -М., «Советское радио», 1979. - Кибернетика. - 176 с.
3. Блинов Д.А. Материалы международной научно-практической конференции 5 апреля 2005 г. «Социально-экономическое развитие регионов в условиях проводимой административной реформы». Москва – Иваново. Издательский дом «Юпитер», 2006. С. 31-35.

Russia.
OrelTurkey.
Side

Technology 2006

УДК 336.414

**К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО
СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

В.В. Гордина, аспирант

Орловский государственный технический университет, г. Орел
г. Орел, тел. (4862) 761831, E-mail: ti@ostu.ru**TO THE QUESTION ON METHODS OF THE ESTIMATION OF
THE FINANCIAL CONDITION OF THE ENTERPRISE**

V.V. Gordina, post-graduate student

Oryol State Technical University

Oryol, tel. (4862) 761831, E-mail: ti@ostu.ru

In clause assumptions of necessity of carrying out of monitoring of a financial condition of the industrial enterprises and are stated to an opportunity of application of tempo parameters for formation of an integrated estimation of a financial condition of the enterprise by the received results

В период рыночных преобразований значительная часть российских предприятий оказалась в тяжелом экономическом положении. Это вызвано не только общей ситуацией в стране, но и неэффективным управлением на предприятиях, отсутствием навыков адекватной оценки финансово-экономического состояния хозяйствующего субъекта, анализа последствий принимаемых решений, что привело к банкротству многих предприятий. И хотя в последние годы положение российских предприятий значительно улучшилось, а число убыточных резко сократилось, их удельный вес в общем объеме промышленных предприятий по-прежнему велик. Рассмотрим, к примеру, легкую промышленность.

Число убыточных предприятий по данным 2004 года составило 46%, что является более высоким показателем, чем в целом по промышленности (41%). Предприятия данной отрасли живут за счет долгов и займов. Доля собственных средств в общей величине средств легкой промышленности

составляла по данным 2004 г. 29,8%, в промышленности — 47,2% (коэффициент автономии). При этом внеоборотные активы (основные средства, незавершенное строительство и др.) в легкой промышленности превышают все собственные средства. Причем степень износа основных фондов, по данным 2005 года 48%. В результате собственных оборотных средств не только нет, но и часть заемных средств использована во внеоборотных активах. Поэтому коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами минусовый -15%. Стоимость оборотных активов в легкой промышленности была меньше наиболее срочных обязательств. Поэтому коэффициент текущей ликвидности 98% (по промышленности 109,5%). Сальдированный финансовый результат в 2004 году (прибыль минус убыток) составил 472 млн. руб. Это лучше, чем в 2002 и 2003 году, когда убытки превышали прибыль, но почти в 4 раза меньше, чем в 2001 г. Соответственно, отмечалась недостаточно высокая среди отраслей промышленности рентабельность активов – 0,6% и рентабельность продукции – 3,4% (17,9% по промышленности).

Ухудшение финансового положения предприятий промышленности является следствием множества причин — как внешних, так и внутренних.

Одной из важнейших внутренних причин является недостаточная эффективность используемых методов анализа финансово-экономического состояния и, вследствие этого, несвоевременное принятие необходимых стабилизирующих мер.

Между тем, существует большое количество методов, применяемых для анализа финансово-экономического состояния предприятия: горизонтальный, вертикальный, трендовый, сравнительный, коэффициентный, факторный анализ, а также методы построения систем аналитических таблиц, группировок, программирования, экспертный, методы математической статистики. Каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки. Однако, наиболее распространенным и применяемым на практике, является метод аналитических коэффициентов. Аналитические коэффициенты рассчитываются по данным бухгалтерской отчетности и являются полезными для принятия хозяйственных решений. В настоящее время разработано большое число разнообразных аналитических коэффициентов, для которых характерна множественность способов количественного отображения одних и тех же величин, отсутствие связей между ними, их относительная изолированность, различия в уровне их критических значений, несравнимость. На основе этого метода разработаны различные методики анализа финансово-экономического состояния. Они позволяют получить полезную информацию о финансовом состоянии предприятия и результатах его деятельности. Но результаты, полученные на основании применения этих методик, носят статичный характер, так как коэффициенты рассчитываются на определенную дату, и не учитывается динамика показателей.

Поэтому целесообразным представляется проведение мониторинга финансового состояния предприятия, так как он позволяет систематически

оперативно получать необходимую информацию о важнейших показателях хозяйственной деятельности, выявлять основные финансовые характеристики предприятия за прошедший период, их тенденции и, в случае необходимости, определять направления дальнейшего углубленного анализа. При этом тенденция играет более важную роль, чем значение самих показателей, так как характеризует направление, скорость движения и тем самым показывает способность или неспособность достичь намеченных результатов. Получение оперативной информации необходимо для своевременного принятия действенных мер по финансовому оздоровлению организаций, для предотвращения банкротства и корректировки управления деятельностью предприятия.

Алгоритм проведения мониторинга заключается в выполнении ряда последовательных этапов, позволяющих на основе постоянного наблюдения осуществить сбор, регистрацию и обработку информации, контроль и передачу ее пользователям с целью выявления соответствия плановым (нормативным) характеристикам, проведения необходимого анализа, разработки прогноза и принятия определенных управленческих решений. Можно использовать различные финансовые показатели для оценки финансового положения предприятия на основе данных полученных по результатам мониторинга. Но представляется целесообразным, чтобы система показателей удовлетворяла не только внутренним интересам руководителей организации, но и могла бы быть полезной для внешних пользователей, например налоговых органов, инвесторов, деловых партнеров и других заинтересованных пользователей. Поэтому наряду с конкретными финансовыми показателями, представляющими интерес для различных контрагентов, выходные данные, полученные по результатам мониторинга, должны содержать также обобщенную (агрегированную) информацию о финансово-экономическом состоянии предприятия, позволяющую сделать вывод о его месте среди других предприятий, т. е. некоторую интегральную оценку состояния хозяйствующего субъекта.

Кроме того, при осуществлении анализа полученной в результате мониторинга финансовой информации необходимо обратить внимание на один очень важный момент. Основными инструментами сравнительного и динамического анализа на основе данных мониторинга выступают всевозможные финансовые коэффициенты, характеризующие рентабельность деятельности предприятия, его ликвидность, оборачиваемость его активов и пассивов и т.д. Однако при их использовании необходимо учитывать, что фактические значения коэффициентов могут быть оценены только в сопоставлении с эталонными значениями, а они, очевидно, должны различаться для предприятий, относящихся к различным группам (например, - в зависимости от отраслевой принадлежности, временного отрезка, региональной принадлежности). Это ограничение снимается, если оценивается не состояние предприятия, а его динамика. Но и здесь остаются значительные трудности. При анализе динамики конкретного предприятия они выражаются в отсутствии интегральной

оценки: если в рассматриваемый период коэффициент реальной стоимости имущества предприятия вырос на 5%, а норма прибыли снизилась на 8%, то как надлежит оценить его динамику в целом?

При сравнении динамики двух разных предприятий к уже названной проблеме добавляется проблема сопоставимости оценок: рост рентабельности на 1% для гигантской корпорации может означать невероятный успех, а для малого предприятия он будет несущественен.

Представляется целесообразным применять интегральную оценку экономической динамики, построенную на основе темповых показателей. Темповые показатели обладают более высоким уровнем универсальности по сравнению с показателями роста. Если рост показателя характеризует скорость (в данном случае – протекания экономических процессов), то темп роста – ускорение.

Таким образом, необходимо представить эталонную динамику состояния объекта, понимаемую как наилучшее распределение всех показателей, характеризующих это состояние, по темпам их роста. Каждому показателю нужно поставить в соответствие определенный ранг. Показателю, который должен иметь наивысший темп роста, присваивается ранг 1, тому, который должен иметь самый низкий темп роста, присваивается ранг, равный числу показателей (например, 10).

Рассчитав реальные темпы роста, избранных показателей и заменив полученные величины рангами по тому же правилу, можно получить реальную динамику и сравнить ее с эталонной динамикой.

Отклонение реальной динамики от эталонной, выраженное, например, через коэффициент корреляции этих двух рядов, и будет представлять собой интегральную оценку реальной динамики состояния объекта. При данном методе расчета интегральная оценка, соответственно, будет принимать значения от (-1) в наихудшем случае до 1 в наилучшем.

Применение описанного метода к анализу динамики предприятия на основе данных его бухгалтерской отчетности, таким образом, возможно при условии, что мы:

1. создадим набор показателей, емко характеризующих состояние предприятия;
2. сумеем предложить для них эталонное распределение по темпам роста.

Основные требования, возникающие при формировании системы показателей можно сформулировать следующим образом:

1. Простота, доступность и однозначность первичных показателей;
2. Возможность отслеживать первичные показатели во времени;
3. Максимальная информативность результатов оценки;
4. Количество показателей должно быть оптимальным. По мнению многих ученых, их не должно быть больше 10;
5. Системность, т.е. учет взаимосвязей базовых показателей;

Выполнить второе требование достаточно сложно. Для того, чтобы предложить эталонное распределение по темпам роста, в первую очередь

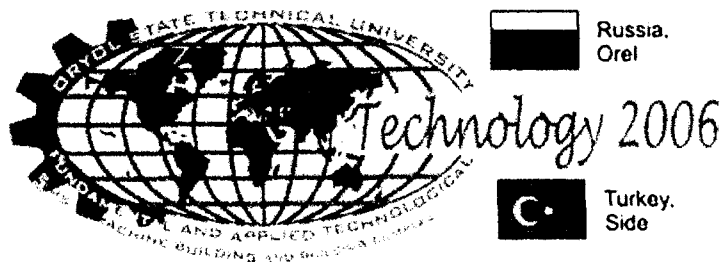
необходимо сформировать и принять ряд аксиоматических предположений о благоприятном характере фактов хозяйственной жизни, проявляющихся через изменение соотношения определенных показателей. Например: если повышение уровня рентабельности предприятия рассматривается нами как положительное явление, а проявляется оно в опережающем темпе роста прибыли предприятия по отношению к выручке, то в используемой системе показателей прибыль должна иметь более высокий ранг, чем выручка. Кроме того, включить тот или иной показатель в состав системы мы сможем лишь в том случае, если он входит как минимум в два противоположных по знаку соотношения: типа «больше» и типа «меньше». Только в этом случае можно определить место каждого показателя в ряду и в конечном итоге поставить в соответствие показателю конкретный ранг.

Важнейшая особенность данного метода, которую необходимо учитывать при оценке результатов анализа, состоит в том, что не учитывается величина прироста показателей: ни каждого в отдельности, ни всех вместе взятых. Таким образом, предприятие, показывающее «дисгармоничный» с точки зрения эталона рост, получит в процессе анализа более низкую оценку, чем предприятие, показатели которого гармонично падают. К тому же не учитывается, различаются темповые показатели в разы или на доли процента: имеет значение лишь сам факт выполнения заданного соотношения. Данные обстоятельства указывают на то, что использование метода дает более надежные результаты при анализе долгосрочной динамики.

Применение метода целесообразно в тех случаях, когда необходим инструмент оценки и анализа динамики значительной массы разнородных предприятий. Например, он может использоваться при оценке экономической динамики в региональном промышленном комплексе. Кроме того, после расчета ряда интегральных оценок для конкретных предприятий, появляется возможность проанализировать общую динамику в группе, выделить в ее составе подгруппы, характеризующиеся положительной динамикой, выявить организации-лидеры и организации, нуждающиеся в финансовой стабилизации.

Используемая литература:

1. Балабанов И.Т. Финансовый анализ и планирование хозяйствующего субъекта. М.: Финансы и статистика. – 2000.
2. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. М.: Экономика. - 1980.
3. Университетская информационная система РОССИЯ // http://www.cir.ru/docs/stat/Publications/Prom2005/Prom2005_index0.htm



УДК 336.414

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИ КАЧЕСТВЕННОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ
В КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ПОСРЕДСТВОМ
ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УСТОЙЧИВОСТИ
БАНКОВСКОГО СЕКТОРА**

С.В. Киричек, ст. преподаватель
Орловский государственный технический университет
г. Орел, тел. (4862) 761831, E-mail: ti@ostu.ru

**INCREASE OF EFFICIENCY OF BANK REGULATION AT
QUALITATIVE FUNCTIONING CONTROL SYSTEMS BY RISKS AND
THE INTERNAL CONTROL OVER THE CREDIT ORGANIZATIONS BY
MEANS OF FORMATION OF SYSTEM OF MONITORING OF
STABILITY OF BANK SECTOR**

S.V. Kirichek, sen. Teacher
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 761831, E-mail: ti@ostu.ru

Efficiency of functioning of economy depends on successful work of bank system as a whole. Increase of efficiency of bank regulation with the purpose of the prevention of system crises, decrease in risk uncontrollable bank liquidity by development of actions on perfection of bank system is rather important.

Проблемы развития банковского сектора являются предметом пристального внимания со стороны Центрального банка любой цивилизованной страны. Вместе с тем, как свидетельствует история развития банковской системы России, излишняя опека коммерческих банков со стороны государства не способствует совершенствованию банками приемов и способов самостоятельного обеспечения своей ликвидности, улучшению их внутренней организации, повышению конкурентоспособности (1872-1908

гг.). С другой стороны, неспособность государства эффективно регулировать банковскую деятельность, влечет за собой массовые банкротства банков, приводящие к разорению большого количества предприятий, резкому росту безработицы, к утрате многими гражданами своих сбережений и потере общественного доверия к банковской системе на многие годы (90-е гг. XIX в.).

Вышеизложенное, свидетельствует об актуальности проблемы поиска наиболее эффективных форм регулирования деятельности коммерческих банков, подходы к решению которой нашли отражение в «Отчете о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2005 году». Из «Отчета» следует, что Банк России в настоящее время продолжает совершенствовать инструментарий мониторинга устойчивости банковского сектора.

Таким образом, на сегодня при всей актуальности проблемы отсутствует теория и соответствующий аналитический инструментарий, которые позволили бы достаточно точно в качественном и количественном выражении описывать процессы, происходящие в российских банках, а также использовать системы индикаторов для решения ключевой задачи - задачи управления ликвидностью и доходностью банка.

Для формирования системы мониторинга устойчивости банковского сектора можно предложить бесконечно большое количество показателей, однако важно выделить наиболее значимые из них. Выбранная система показателей должна отражать необходимые характеристики деятельности банка и определять значения рисков. Тогда посредством мониторинга устойчивости банковского сектора появляется возможность контролировать в каждый момент времени избыток или недостаток высоко ликвидных активов, что позволяет своевременно перераспределять ресурсы и оптимизировать положение банка в пространстве ликвидность – доходность.

На начальном этапе выделим совокупность макроэкономических (экзогенных) и микроэкономических (эндогенных) факторов, оказывающих влияние на ликвидность и доходность банка.

К макроэкономическим факторам относятся: экономическая и политическая обстановка в стране; эффективность государственного регулирования и контроля; развитие и эффективность сегментов финансового рынка; возможность привлечения поддержки со стороны государства; степень развития банковской системы.

Микроэкономическими факторами, оказывающими влияние на состояние ликвидности банков, являются: достаточность собственного капитала банка, качество и устойчивость ресурсной базы банка, качество активов, сбалансированность активов и пассивов по суммам и срокам, степень зависимости от внешних источников, менеджмент и имидж банка.

Уровень доходности определяется такими ключевыми факторами внутреннего порядка как: взвешенное использование финансового рычага (т.е. соотношение банковских активов, финансируемых за счет долговых обязательств, и акционерного капитала банка); доля фиксированных затрат, которые банк несет при увеличении его операционной прибыли;

оптимизация структуры расходов и доходов; степень рискованности банковских операций.

Следующим этапом построения модели управления ликвидностью и доходностью банка, является обоснование системы коэффициентов, эффективно характеризующих тот или иной фактор. Отметим, что среди таких коэффициентов определенное место должно отводиться системе обязательных экономических нормативов, установленных Центральным Банком Российской Федерации, а также ряду показателей, используемых для оценки финансовой устойчивости банка в целях признания ее достаточной для участия в системе страхования вкладов.

В первую очередь выявим показатели, характеризующие состояние банковской ликвидности через влияние эндогенных факторов.

К показателям оценки достаточности капитала отнесем: коэффициент достаточности собственных средств (капитала) и коэффициент общей достаточности капитала, которые характеризуют степень покрытия капиталом банка суммарного риска (потенциальных потерь) банковских активов.

Они показывают предельный уровень потерь, которые банк может нести без ущерба для средств своих кредиторов. Уменьшение значения показателей означает то, что банковский капитал перестает выполнять функцию по защите средств вкладчиков от потерь, при этом финансовое положение банка становится более уязвимым к возможным потерям вложенных средств.

Показателями оценки качества и устойчивости ресурсной базы банка являются: коэффициент оценки качества капитала; коэффициент структуры привлеченных средств; коэффициент оценки среднего срока хранения вкладного рубля; коэффициент оценки уровня оседания вкладов.

Расчет величины коэффициента оценки качества капитала предполагает деление капитала на два уровня, учитывая, что составные части капитала подвержены изменениям в разной степени и имеют различные источники образования. Остальные показатели данной группы используются для оценки стабильности и рационального использования средств, привлекаемых во вклады.

Показателями оценки качества активов банка служат: коэффициент общей ликвидности банка; коэффициенты качества ссуд и качества активов; коэффициент доли просроченных ссуд; коэффициент размера резервов на потери по ссудам и иным активам; концентрации кредитного риска в отношении одного заемщика или группы связанных заемщиков; коэффициенты концентрации крупных кредитных рисков и концентрации кредитных рисков на акционеров (участников); коэффициент концентрации кредитных рисков на инсайдеров. Названные показатели характеризуют и регулируют ликвидность активов и кредитный риск. В целом, чем выше риск активных операций банка, тем больше вероятность возникновения потерь при трансформации активов в денежные средства, что, в свою очередь, отрицательно скажется и на его ликвидности.

Согласование сумм и сроков, на которые инвестируются денежные средства, с теми, на которые предоставили их вкладчики, является основой при формировании группы показателей сбалансированности активов и пассивов по суммам и срокам. В нее входят: коэффициент соотношения высоколиквидных активов и привлеченных средств; коэффициент мгновенной ликвидности; коэффициент текущей ликвидности; коэффициент долгосрочной ликвидности банка.

Показателем оценки степени зависимости от внешних источников, к которым относятся межбанковские кредиты, является коэффициент зависимости от межбанковского рынка. Данный показатель определяет запас финансовой прочности банка как долю межбанковского кредита в привлеченных ресурсах.

Показателями оценки менеджмента и имиджа банка служат коэффициент качества управления и коэффициент доверия. Показатель оценки менеджмента путем определения величины привлеченных средств на 1 рубль прибыли позволяет судить об эффективности системы управления деятельностью банка в целом и ликвидностью в частности. Коэффициент доверия предопределяет имидж банка, высокий уровень которого позволяет обеспечивать стабильность своей депозитной базы, иметь преимущества перед другими банками в привлечении ресурсов и, таким образом, быстрее устранить недостаток в ликвидных средствах.

Следующим шагом в формировании системы мониторинга устойчивости банковского сектора должна являться разработка и обоснование показателей, характеризующих доходность банка посредством влияния эндогенных факторов.

К показателям оценки структуры доходов и расходов отнесем: коэффициент прибыльности капитала банка (характеризует, насколько эффективно использовались средства собственников в течение года, т.е. это измеритель доходности для акционеров банка, который приблизительно устанавливает размер чистой прибыли, получаемой акционерами от инвестирования своего капитала); коэффициент прибыльности активов (характеризует способность активов банка приносить прибыль и косвенно отражает их качество, а также эффективность управления банка своими активами и пассивами); коэффициент: доля прибыли в доходах банка (позволяет оценить общую доходность банка; прибыль, приходящуюся на 1 руб. дохода); коэффициент чистой процентной маржи (определяет разницу между доходами и расходами по процентам, который был получен банком путем регулирования доходных активов и поиска наиболее дешевых ресурсов); коэффициент чистого спреда от кредитных операций (характеризует, насколько успешно банк выполняет функцию посредника между вкладчиками и заемщиками и насколько остра конкуренция на банковском рынке; вычленяет влияние процентных ставок на финансовый результат деятельности банка, позволяя лучше понять степень уязвимости доходных операций).

Показателями оценки степени риска банковских операций служат:

коэффициент, регулирующий риск несостоятельности банка; коэффициенты, регулирующие кредитный риск; коэффициенты, регулирующие риск ликвидности.

Названные коэффициенты позволяют ограничить риски возникновения убытков вследствие: неблагоприятного изменения рыночной стоимости финансовых инструментов торгового портфеля и производных финансовых инструментов кредитной организации, а также курсов иностранных валют и драгоценных металлов (фондовый, валютный и процентный риски); неисполнения, несвоевременного либо неполного исполнения должником финансовых обязательств перед кредитной организацией в соответствии с кредитным договором (кредитный риск); неспособности кредитной организации обеспечить исполнение своих обязательств в полном объеме (риск ликвидности).

Показателями оценки менеджмента и имиджа банка, характеризующими состояние доходности коммерческого банка через влияние эндогенных факторов служат аналогичные коэффициенты, предназначенные для описания состояния ликвидности по тому же фактору.

Далее при формировании системы мониторинга устойчивости коммерческого банка необходимо разработать и обосновать комплекс показателей, характеризующих доходность и ликвидность банка посредством влияния эндогенных факторов. При этом макроэкономические факторы являются общими для обоих показателей.

Основными (индикативными) показателями, характеризующими макроэкономическую ситуацию в стране являются: валовый внутренний продукт (ВВП); индекс изменения выпуска продукции и услуг по базовым отраслям; дефицит федерального бюджета в % к ВВП; индекс потребительских цен.

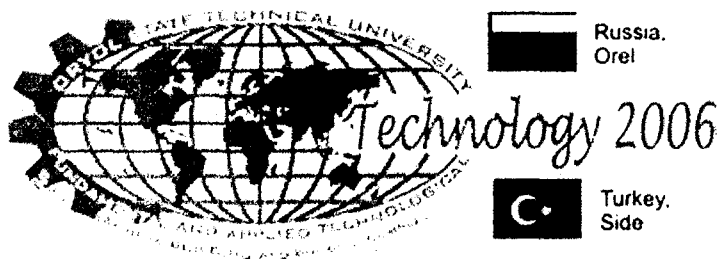
Эффективность государственного регулирования и контроля предопределяет степень развития банковской системы, характеризующаяся совокупными показателями российской банковской системы, которыми, согласно Стратегии развития банковского сектора Российской Федерации на период до 2008 года, являются три коэффициента: активы банковского сектора/ВВП; капитал банковского сектора/ВВП; кредиты нефинансовым организациям/ВВП.

Фактор развития и эффективности сегментов финансового рынка обуславливает характер перераспределения временно свободных денежных средств между его участниками. К показателям финансового рынка являются: ставка по однодневным МБК, доходность ГКО-ОФЗ, ставка по депозитам физических лиц, ставка по кредитам юридическим лицам, средний курс расчетами «завтра» на ММВБ, индекс РТС. В целом развитие и эффективность сегментов финансового рынка определяется соотношением оборотов финансового рынка и валового внутреннего продукта.

Возможность привлечения поддержки со стороны государства проявляется через проводимую денежно-кредитную политику правительства и Банка России. Источником пополнения ликвидных активов банка может

стать кредит ЦБ РФ посредством системы рефинансирования Банком России коммерческих банков. Одной из процентных ставок, которые ЦБ РФ использует при предоставлении кредитов банкам в порядке рефинансирования, является ставка рефинансирования, - последний показатель в предлагаемой системе коэффициентов.

Следующим шагом, ведущим к формированию системы мониторинга устойчивости коммерческого банка, должна стать разработка моделей, позволяющих осуществить многокритериальную оптимизацию основных показателей финансовой устойчивости коммерческого банка.



УДК 621.9

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНВЕСТИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Подрезов А.Н., аспирант,
Орловский Государственный Технический Университет
Орел, тел. (4862) 725305, e-mail: bruder@rekom.ru

GEO-INFORMATIONAL TECHNOLOGIES IN INVESTMENT RESEARCHES OF REGIONAL INDUSTRY

Podrezov A., aspirant,
Oryol State Technical University
Oryol, tel. (4862) 725305, e-mail: bruder@rekom.ru

Usage of geo-informational technologies provides better data visualization for expert decision-making in investment researches. The technology (the program GeoInform 1.0) allows reflecting complex economical data on the rating map of regions.

Инвестиционные исследования отраслевой промышленности являются необходимым инструментом для эффективной разработки и рациональной реализации инвестиционного проекта.

Инвестиционный проект считается устойчивым, если при заданных критериях эффективности во всех реальных ситуациях соблюдаются интересы его участников, а возможные неблагоприятные последствия устраняются за счет своевременного принятия обоснованных экспертных решений.

На практике от качества инвестиционных исследований и решений, принятых на их основе, зависит эффективность реализации инвестиционного проекта. Большое значение имеют информационные ресурсы, так как от рационального подбора информации, качественной ее обработки и представления зависит результат принятия инвестиционного решения.

Решения об инвестировании в ту или иную отрасль промышленности принимаются в соответствии с данными, которые характеризуют инвестиционный климат региона. Согласно данным российского рейтингового агентства «Эксперт» [3] инвестиционный климат включает объективные возможности региона (инвестиционный потенциал) и условия деятельности инвестора (инвестиционный риск).

Инвестиционный потенциал (инвестиционная емкость территории) складывается как сумма объективных предпосылок для инвестиций, зависящая как от наличия и разнообразия сфер и объектов инвестирования, так и от их экономического "здоровья". Потенциал страны или региона в своей основе характеристика количественная, учитывающая основные макроэкономические показатели, насыщенность территории факторами производства (природными ресурсами, рабочей силой, основными фондами, инфраструктурой и т. п.), потребительский спрос населения и др.

Инвестиционный потенциал региона складывается из восьми частных потенциалов, каждый из которых, в свою очередь, характеризуется целой группой показателей. Эти потенциалы - ресурсно-сырьевой, трудовой, производственный, инновационный, институциональный, инфраструктурный, финансовый, потребительский.

Инвестиционный риск характеризует вероятность потери инвестиций и дохода от них. Он показывает, почему не следует (или следует) инвестировать в данное предприятие, отрасль, регион. Риск как бы суммирует правила игры на инвестиционном рынке. Степень инвестиционного риска зависит от политической, социальной, экономической, экологической, криминальной ситуаций.

Рейтинговое агентство «Эксперт» формирует информативную картину в плоскости риск-потенциал регионов России. С одной стороны, она позволяет оценить масштабы бизнеса, к которым готов регион; с другой - насколько рискованно этот бизнес развивать.

Собственно рейтингом является распределение регионов по значениям совокупного потенциала и интегрального риска на 12 групп [3]:

- максимальный потенциал - минимальный риск (1А);
- высокий потенциал - умеренный риск (1В);
- высокий потенциал - высокий риск (1С);
- средний потенциал - минимальный риск (2А);
- средний потенциал - умеренный риск (2В);
- средний потенциал - высокий риск (2С);
- низкий потенциал - минимальный риск (3А);
- пониженный потенциал - умеренный риск (3В1);
- пониженный потенциал - высокий риск (3С1);
- незначительный потенциал - умеренный риск (3В2);
- незначительный потенциал - высокий риск (3С2);
- низкий потенциал - экстремальный риск (3D).

Обычно рейтинг регионов приводится в таблицах, но гораздо нагляднее применить картографический метод отображения, с выделением на карте

(рис. 1) групп регионов цветом или штриховкой, для монохромных изображений, в соответствии с позицией в рейтинге.



Рис. 1. Пустая географическая карта регионов ЦФО

Исследование особенностей сложных экономических явлений, в данном случае речь идет об инвестиционной привлекательности региональной промышленности, требует одновременного использования многочисленных пространственных и временных данных. Необходимость их визуализации, которая востребована для принятия решений и формулирования выводов в ходе исследования, вызывает значительные трудности. Использование графиков временной последовательности, картографического представления данных, сводных таблиц, зачастую не решает проблемы эффективного оперирования информацией.

Существует метод визуализации информации, названный векторно-полевым способом визуализации многомерной информации. Способ основан на распространении фундаментальных понятий векторного анализа на социально-экономические явления, развивающиеся как на определенной территории, так и во времени. Поскольку во многих случаях удается свести многомерную информацию к двумерной (например, путем сведения многомерного пространства ее исходных компонентов к двумерному пространству скрытых факторов; соответствующей методикой является факторный анализ), можно социально-экономические характеристики достаточно однородного территориального образования представить в виде вектора, направление и величина которого отображает направленность и интенсивность латентных факторов.

Выгодной особенностью этого метода является одновременное представление в виде векторов как показателей структуры, так и показателей интенсивности: в соответствии с постулатами векторно-полевого метода [1],

длина вектора пропорциональна интенсивности отображаемого явления, а его направленность определяется соотношением компонент. При проецировании векторов на плоскость, заданную двумя интересующими аналитика компонентами, появляется возможность визуальной оценки пространственного распределения отображаемых социально-экономических явлений и процессов. При отображении на географической схеме векторов, отвечающих двум интервалам или моментам времени, можно проследить также динамику изучаемого процесса.

Представление векторов позволяет учесть два различных по природе фактора – интенсивный и экстенсивный, причем можно отобразить любой из них.

Пример визуализации на рейтинговой карте показателей структуры инвестиций в производственную сферу в регионах Центральной России в 2003 г. по статистическим данным [4] (табл. 1) приведен на рис. 2.

Таблица 1

Структура инвестиций в производственную сферу в регионах ЦФО в 2003 г.

Область	Инвестиции на душу населения (тыс. руб)	Инвестиции (процентное соотношение) в			
		Жилье	Производственные здания	Оборудование	Прочее
Брянская	2	17	46	34	2
Владимирская	3	16	34	48	3
Ивановская	2	13	41	42	4
Калужская	5	24	31	43	2
Костромская	6	10	45	40	6
Московская	8	19	31	44	6
Орловская	5	31	28	37	3
Рязанская	5	12	43	40	6
Смоленская	6	18	45	36	2
Тверская	6	14	47	35	4
Тульская	6	11	34	51	4
Ярославская	6	8	34	56	2
Белгородская	6	15	40	38	7
Воронежская	3	19	30	47	4
Курская	4	12	44	40	4
Липецкая	5	17	27	54	2
Тамбовская	2	25	36	30	8

По направлению вектора можно судить о преобладании того или иного вида инвестиций, а по его длине – об интенсивности инвестиционных процессов. При этом имеется возможность осуществлять требуемые «двумерные сечения». На рис. 2 векторы спроектированы на плоскость «инвестиции в строительство зданий производственного назначения – инвестиции в оборудование», однако можно рассмотреть также их проекцию на другие плоскости. Дополнительно можно выводить на карту цифровые значения.

Возможности геоинформационных технологий на базе векторно-полевого метода визуализации многомерной информации не ограничиваются

представлением «среза» ситуации в инвестиционной сфере в отдельно взятый момент времени. Анализируя данные по ряду лет, можно проводить анализ динамики экономических процессов в регионах, для последующего принятия решений в проектах инвестиций в региональную промышленность.

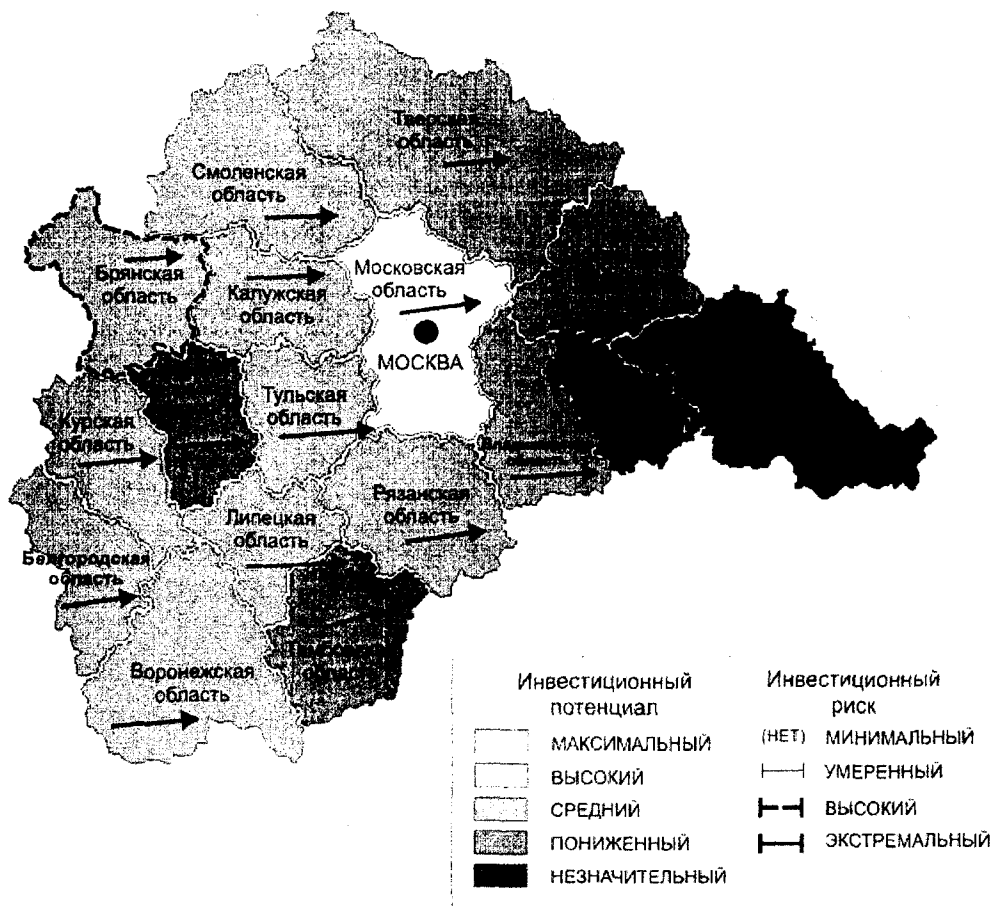


Рис. 2. Распределение удельных инвестиций в 2003 г. в производственную сферу по регионам ЦФО, горизонтальная компонента векторов пропорциональна доле инвестиций в строительство зданий производственного назначения, вертикальная – доле инвестиций в оборудование

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуметов В.Г., Гордон В.А. Математическое обеспечение геоинформационной технологии на базе векторно-полевого представления многомерной информации // Известия Тульского гос. университета. Серия Математика, механика, информатика, 1998. Т.4. №4. С.117-122.
2. Доклад о мировом развитии 2005 «Улучшение инвестиционного климата в интересах всех слоев населения». - Вашингтон, Федеральный округ Колумбия: Международный банк реконструкции и развития/Всемирный банк
3. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России// <http://www.expert.ru/expert/ratings/regions/reg96/data/reg.htm>
4. Регионы России: Стат. сб. В 2-х т. – М.: Госкомстат России, 2000.

Ответственные за выпуск:

Степанов Ю. С., Киричек А. В., Подмастерьев К. В.

Черепенько А. А., Барсуков Г. В., Подзолков М. Г.

Известия ОрелГТУ.

Серия "Машиностроение. Приборостроение".

2006. № 3 (529). 145 с.

Зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания, и средств массовой информации

Свидетельство: **ПИ № 77-15496**

Лицензия № ИД 00670 от 05.01.2000

Подписано в печать 30.06.2003

Формат. Бумага офсетная. Печать ризография.

Гарнитура «Таймс». Уч.изд.л. 15,0. Тираж 500 экз.

Заказ № 16/07

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии

ОрелГТУ

302030, г.Орёл, ул. Московская, 65.