

**РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «АВИААВТОМАТИКА ИМ В.В ТАРАСОВА», г. Курск
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ (Узбекистан)**

**«БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КОНСТРУКЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

*Материалы Международной
научно-технической конференции
25-26 сентября 2015 г.*

Ответственный редактор *Разумов М.С.*

Курск 2015

УДК 621+658+685

ББК 34.4+34.5

Б40

Председатель организационного комитета – Емельянов Сергей Геннадьевич, д.т.н., профессор, ректор ЮЗГУ;

Заместитель председателя оргкомитета – Разумов Михаил Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры машиностроительных технологий и оборудования, ЮЗГУ;

Заместитель председателя оргкомитета – Гречухин Александр Николаевич, к.т.н., преподаватель кафедры машиностроительных технологий и оборудования, ЮЗГУ.

«БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ» [Текст]: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции (25-26 сентября 2015 года) / редкол.: Разумов М.С. (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2015. 324 с.

ISBN 978-5-9907150-2-8

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области техники и технологии.

Сборник рассчитан на преподавателей, аспирантов, студентов-исследователей, научных сотрудников.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Конференция проводилась при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Соглашение 15-08-20728\15

ISBN 978-5-9907150-2-8

УДК 621+658+685

ББК 34.4+34.5

©Юго-Западный государственный университет

© Разумов М.С. (оформление), 2015

© Авторы статей, 2015

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
Хорошевский М.Д., Ярошик Д.В. АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ ВИБРОКОНТАКТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ	11
Аксенов В.Н. АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	15
Аксёнов В.Н. АНАЛИЗ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	19
Аксенов В.Н. АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ.....	22
Кабулов Б.Б., Косой В.Д., Какимов А.К., Мустафаева А.К., Джилкишева А.Г. АППАРАТУРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ОБОГАТИТЕЛЕЙ ИЗ КОСТИ.....	26
Пахотин Н.Е. БАРОМЕМБРАННАЯ ОЧИСТКА ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА	29
Свищ И.С., Носатова Е.В. ВЛИЯНИЕ ВИДА КАРБОНАТНЫХ ОТХОДОВ КРЫМСКИХ КАРЬЕРОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА С СИЛИКАТНЫМ МОДУЛЕМ 1,5-1,7.31	
Еренков О.Ю. ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ТОЧЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТИ.....	36
Тутов Е.Д., Тутов Н.Д. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КОНДЕНСАЦИИ НА АДГЕЗИЮ МЕДНЫХ ПЛЕНОК С ПОДСЛОЕМ ХРОМА	39
Каленский А.М., Булгаков С.В. ГИДРООЧИСТКА ТОПЛИВНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ	42
Верещагина А.С., Кравченко Е.Г., Верещагин В.Ю. ДИАГНОСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЗАВИВАНИЯ СТРУЖКИ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ	45
Пожидаев Ю.А., Пожидаева Е.Б., Чаплыгина Е.М., Шарова Н.В., Лычагина Т.С., Семашко В.В. ЖИДКОСТИ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ.....	49
Дегаев Е.Н., Корольченко Д.А. ЗАВИСИМОСТЬ ОГНЕТУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ОТ СТРУКТУРЫ КОЭФФИЦИЕНТА РАСТЕКАНИЯ РАБОЧЕГО РАСТВОРА ПО УГЛЕВОДОРОДУ	53
Богачев А. П., Савочкин В. С. ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ МОНОЛИТНОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ.....	57
Мухамадиева К.Б. ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	59

Радченко С.Ю., Грядунов И.М. КРАТКИЙ ОБЗОР МОДИФИКАЦИИ ВАЛКОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	111
Катин В.Д., Богачев А.П. МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ НЕФТЕЗАВОДСКИХ ГАЗОВ В ТРУБЧАТЫХ ПЕЧАХ НА НПЗ	115
Павленко И.В., Иванов В.А. Курилов Б.Н., Чигрин С.О. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ «СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ – ЗАГОТОВКА» НА ПРИМЕРЕ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ ПО ТРЁМ ПЛОСКОСТЯМ	119
Королёв Р.Д., Слесарёв С.В. МЕТОД СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ ПОДШИПНИКОВ.....	122
Баландюк И.П., Пожидаев Ю.А. МЕТОДИКА ВЫБОРА ТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ БАЗОВЫХ МАСЕЛ.....	124
Касьянов А.А., Еренков О.Ю. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ИСПАРЕНИЯМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ	127
Колечкина А.Ю., Калошина С.В. МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАНЫХ РАБОТ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ	128
Богачев А.П., Еренков О.Ю., Соловьёв Р.С. МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ НЕФТЕГАЗОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	132
Гречишников В.А. Пивкин П.М. Исаев А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ СО СЛОЖНОЙ ФАСОННОЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ	136
Гречишников В.А., Яшков В.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ СБОРНОГО АБРАЗИВНОГО КРУГА С РАДИАЛЬНО ПОДВИЖНЫМИ АБРАЗИВНЫМИ СЕГМЕНТАМИ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО ШЛИФОВАНИЯ	140
Пронина Е.А., Мартюшов Г.Г., Пичхидзе С.Я. НАНОГРАНУЛЫ ФТОРИРОВАННОГО УГЛЕРОДА.....	144
Петрова С.И., Богачев А.П. НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ К ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ.....	148
Еренков О.Ю. НОВЫЙ СПОСОБ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК	151
Дядюра К.А., Беспалый М.Г., Жук П.И. НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РЕМОНТА И МОДЕРНИЗАЦИИ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	153
Бабенко А.И., Бабенко М.Г. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	157
Ципурский И.Л. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЦЕПНОГО УСИЛИЯ РЕЛЬСОВОГО КОЛЕСНОГО ХОДА МОДЕЛИ ЭКСКАВАТОРА.....	160
Верещагина А.С., Кравченко Е.Г. Верещагин В.Ю. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА ЗАВИВАНИЯ СТРУЖКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА.....	165

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ «СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ – ЗАГОТОВКА» НА ПРИМЕРЕ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ ПО ТРЁМ ПЛОСКОСТЯМ

Павленко Иван Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры общей механики и динамики машин;

Иванов Виталий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения, станков и инструментов;

Курилов Богдан Николаевич, студент;

Чигрин Сергей Олегович, студент

Сумский государственный университет, г. Сумы, Украина

В статье предложена математическая модель динамики системы «станочное приспособление – заготовка» с учётом жёсткости функциональных элементов. Модель описывает пространственные колебания заготовки вследствие действия динамических составляющих сил и моментов резания.

Станочные приспособления (СП) играют важную роль в обеспечении заданной точности обработки деталей в машиностроении. Как правило, наибольшие погрешности возникают на этапе установки заготовки в СП. При изучении системы «СП – заготовка» основное внимание уделяется анализу контактного взаимодействия между заготовкой и функциональными элементами (ФЭ), к которым относятся установочные и зажимные элементы. Данным вопросам посвящено немало работ как зарубежных (J. Asante, Y. Zheng, Y. Rong, N. Kumbhar, S. Hu, V. Cioata, H. Deng, S. Melkote и др.), так и отечественных ученых (Микитянский В.В., Зарипов Р.Н. и др.). Анализ результатов последних исследований в этом направлении приведен в работах [1,2].

Целью работы является разработка математической модели, описывающей малые пространственные колебания системы «СП – заготовка» в результате воздействия на систему динамических составляющих сил и моментов резания с учётом податливости ФЭ.

Описание математической модели

Рассматривается механическая система «станочное приспособление – заготовка», содержащая 6 ФЭ в глобальной декартовой системе координат X, Y, Z с центром O . Схема 3-2-1 закрепления заготовки по трём плоскостям представлена на рис. 1.

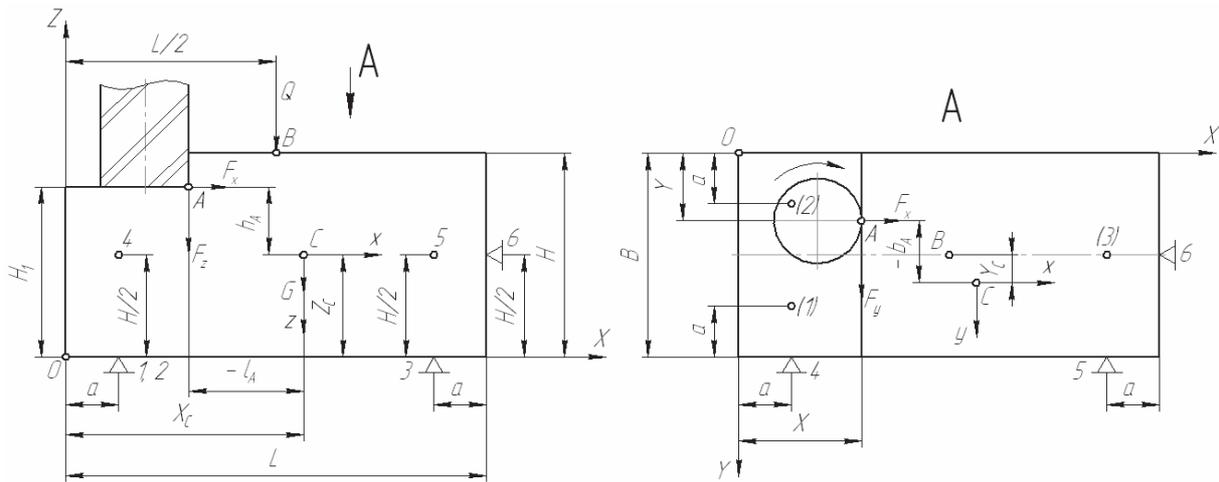


Рис. 1 – Расчётная схема

Динамика системы описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений, удовлетворяющих теоремам об изменении количества движения и кинетического момента механической системы. Рассматривая малые колебания системы относительно равновесного положения, в результате линеаризации основное уравнение динамики системы «станочное приспособление – заготовка» принимает вид:

$$[M]\{\ddot{X}_C\} + [K]\{X_C\} = \{F(t)\}, \tag{1}$$

где $\{F(t)\}$ – вектор-столбец динамических составляющих сил и моментов резания, зависящих от времени t :

$$\{F(t)\} = \{F_x, F_y, F_z, F_y h_A + F_z b_A, F_x h_A + F_z L_A, -F_x b_A + F_y L_A\}^T; \tag{2}$$

L_A, b_A, h_A – ширина, глубина и высота точки приложения силы резания $F(F_x, F_y, F_z)$, действующей в положительном направлении осей x, y, z локальной системы координат с началом в центре масс C заготовки;

$[M]$ – матрица инерции

$$[M] = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & J_{Cx} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & J_{Cy} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & J_{Cz} \end{bmatrix}, \tag{3}$$

включающая массу m и моменты инерции J_{Cx}, J_{Cy}, J_{Cz} заготовки;

$[K]$ – матрица жёсткости

$$[K] = \begin{bmatrix} k_{xx} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_{yy} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{zz} & 0 & k_{z\varphi} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_{\psi\psi} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{z\varphi} & 0 & k_{\varphi\varphi} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{\theta\theta} \end{bmatrix}, \tag{4}$$

содержащая приведенные коэффициенты жёсткости ФЭ, определяемые для заготовки призматической формы с габаритами L, B, H по формуле:

$$\begin{aligned} k_{xx} = \frac{1}{2} k_{yy} = k_2; k_{zz} = 3k_1; k_{\psi\psi} = \frac{1}{2} k_1 (B - 2a)^2; \\ k_{\varphi\varphi} = \frac{3}{4} k_1 (L - 2a)^2; k_{\theta\theta} = \frac{1}{2} k_2 (L - 2a)^2; k_{z\varphi} = -\frac{1}{2} k_1 (L - 2a), \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициенты k1 (ФЭ 1–3), k2 (ФЭ 4, 5), k3 (ФЭ 6) определяются по методике, описанной в работе [3].

Вектор $\{XC\} = \{XC, YC, ZC\}$ перемещения центра масс определяется в результате решения линейного дифференциального уравнения (1).

Вектор $\{X\}^{<i>} = \{x_i, y_i, z_i\}$ ($i = 1-6$) пространственного перемещения ФЭ в глобальной системе координат

$$\{X\}^{<i>} = [T]^{<i>} \{X_c\} \quad (6)$$

определяется при помощи прямоугольной матрицы трансформации

$$[T]^{<i>} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & h_i & -b_i \\ 0 & 1 & 0 & h_i & 0 & L_i \\ 0 & 0 & 1 & b_i & l_i & 0 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Выводы:

Таким образом, в работе предложена математическая модель динамики системы «СП – заготовка», представляющая собой систему 6-ти линейных дифференциальных уравнений 12-го порядка. В результате решения определяются отклики системы на внешнее динамическое воздействие: компоненты xC, yC, zC перемещения центра масс заготовки, углы поворота ψ , φ , θ плоскостей локальной системы координат, а также компоненты x_i , y_i , z_i перемещения ФЭ СП.

Описанная модель может быть использована для дальнейшего определения собственных частот и форм колебаний заготовки в станочном приспособлении с учётом податливости ФЭ, а также для построения амплитудных частотных характеристик для заданного внешнего динамического воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павленко І. В. Забезпечення умов стійкості заготовки у верстатному пристрої зі схемою базування за трьома площинами / І. В. Павленко, В. О. Іванов // Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – 2015. – № 11 (27). – С. 23–26.
2. Іванов В. Визначення умов забезпечення стійкості заготовки у верстатному пристрої / В. Іванов, І. Павленко, Р. Процай // 12-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові [тези доповідей]. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД. – 2015. – С. 84–85.

3. Пашкевич М. Ф. Исследование смещений заготовки под действием сил закрепления при базировании по плоскости / М. Ф. Пашкевич, В. М. Пашкевич, М. Н. Миронова // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого : научно-практический журнал. – № 2 (41). – 2010. – С. 9–18.

Павленко И. В. Математическая модель динамики системы «станочное приспособление - заготовка» на примере схемы базирования по трём плоскостям / И. В. Павленко, В. А. Иванов, Б. Н. Курилов, С. О. Чигрин // Безопасность и проектирование конструкций в машиностроении : Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции (г. Курск, 25-26 октября 2015 г.). - Курск : Юго-Западный государственный университет, 2015. - Секция «Динамика и прочность деталей, узлов, машин и механизмов». - С. 119-122.

**РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «АВИААВТОМАТИКА ИМ В.В ТАРАСОВА», г Курск
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ (Узбекистан)**

Научное издание

**«БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КОНСТРУКЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

*Материалы Международной
научно-технической конференции
25-26 сентября 2015 г.*

Ответственный редактор *Разумов М.С.*

Подписано в печать 14.08.2015 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная
Уч.-изд. л. 15,36. Усл. печ. л. 18,83.
Тираж 400 экз. Заказ № _____.

Отпечатано в типографии
ИП Пучков Игорь Иванович
ИНН 463206438321 ОГРНИП 315463200009731
Телефон +7-910-211-37-52
305040, г. Курск, ул. 1-ая Фатежская, д. 82, кв. 20