

Selection of recycling criteria in variety of automobile quality indexes

Questions of automobiles recycling, specifically, the selection of automobile quality indexes, are examined in the article. It is defined that in order to select automobile quality index from the point of view of its recycling capability it is necessary to solve two problems: definition of values of the recycling criteria by means of known values of the project parameters and finding the best solution from variety of cars recycling methods.

Keywords: automobile, recycling, secondary usage of materials

Получено: 08.11.13

УДК 004.942

В. С. Кузнецов, кандидат технических наук, доцент;
Глазовский инженерно-экономический институт (филиал)
Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова
А. С. Кузнецов, кандидат технических наук, доцент;
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
Е. В. Могильников, кандидат технических наук, доцент
Глазовский инженерно-экономический институт (филиал)
Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

ИНТЕГРАЦИЯ САПР В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ КОНТАКТА АРОЧНЫХ ЗУБЬЕВ*

Рассматриваются вопросы повышения эффективности решения прикладных задач исследования локализации контакта арочных зубьев путем создания интегрированного программного решения на основе системы математического программирования и функций интерфейсов программирования приложений (API).

Ключевые слова: арочный зуб, программный комплекс автоматизированного расчета, моделирование планетарных передач с локализованным контактом, математическое программирование

Современные САПР позволяют решать большой спектр стандартных инженерных задач в машиностроении и других отраслях, однако решение специальных исследовательских задач в существующих программных продуктах, как правило, ограничено и требует существенных затрат времени и средств на реализацию. В частности, актуальная задача исследования локализованного контакта арочных зубьев колес в планетарных передачах [1–5] не может быть решена в полном объеме с использованием стандартных САПР. Наиболее эффективным инструментом создания модулей автоматизированного расчета в исследовательских задачах остаются системы инженерных и математических расчетов (MathCAD, Mathematica и др.), обеспечивающие необходимую степень свободы исследователя от работы с программным кодом. Однако решение в таких системах сложных задач, связанных с большими объемами вычислений, часто оказывается невозможным или низкопроизводительным. В этой связи развиваются интегрированные программные решения, в которых комбинируются возможности систем инженерных и математических расчетов и других программ.

Примером реализации такого подхода является программный комплекс (ПК) автоматизированного расчета и моделирования планетарных передач с локализованным контактом «МАТПЛАН», разработанный в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.

Ядром ПК являются программные модули (MathCAD) геометрического расчета, синтеза рациональ-

ных параметров, моделирования зацеплений и полей зазоров во всех фазах внешнего и внутреннего зацеплений, реализованные в среде MathCAD. Управление сложными многоуровневыми итерационными вычислениями, процессами передачи данных между модулями, настройками и хранением проекта осуществляет специально разработанный программный модуль (MS Visual Studio 2010). На рис. 1 показана схема движения данных, иллюстрирующая работу программного модуля.

Моделирование поверхности арочного зуба осуществляется на основе математической модели станочного зацепления в среднем торцевом сечении, так как образуемый режущим инструментом профиль заранее известен. Дальнейший синтез геометрических параметров рабочей поверхности зуба (рис. 2) осуществляется на основе кинематических движений формообразования, соответствующих определенной схеме процесса обработки зубьев [1–3].

Такой подход к моделированию пространственных зацеплений передачи 2К-Н позволяет рассмотреть влияние геометрии зубчатых зацеплений в среднем торцевом сечении и кривизны поверхностей зубьев на работоспособность передачи в целом, т. е. определить плотность сопряжения боковых поверхностей зубьев (мгновенное поле зазоров). Наличие в планетарной передаче 2К-Н сателлитов приводит к наследованию во внешнем зацеплении части геометрических параметров внутреннего зацепления, что, в свою очередь, определяет их взаимосвязь.

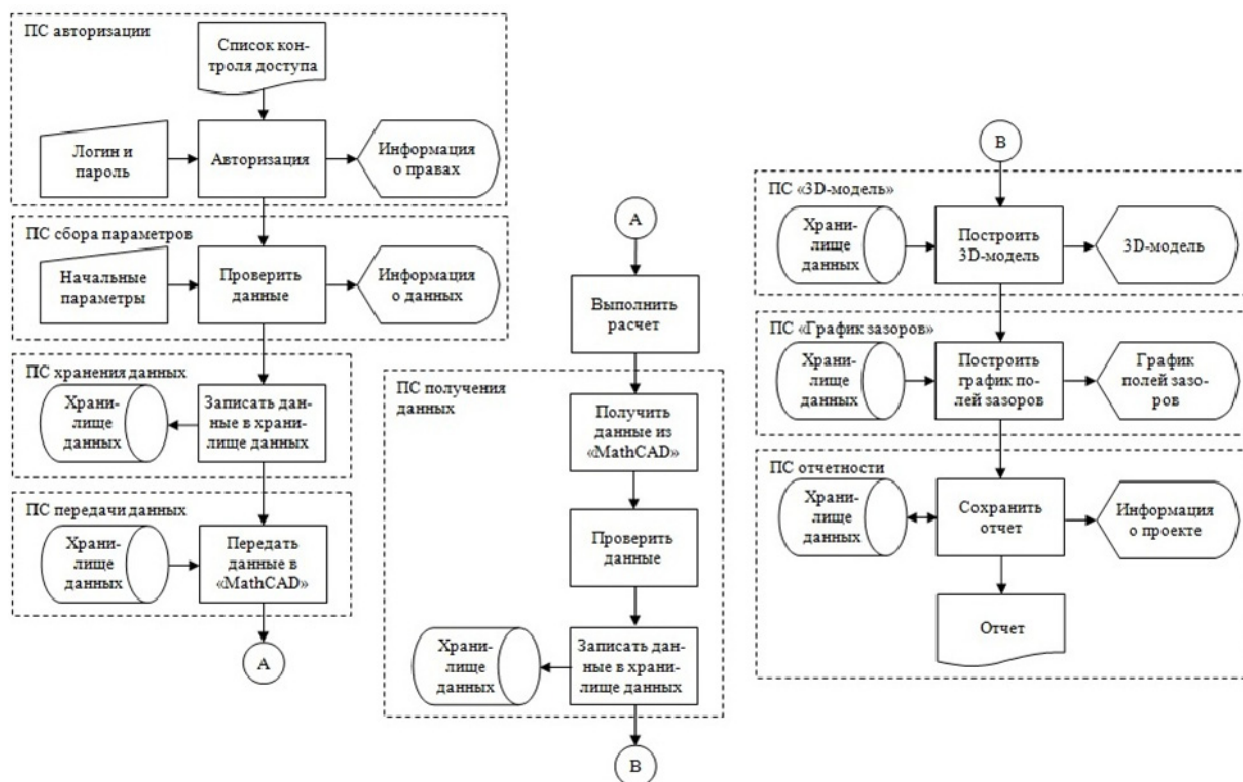


Рис. 1. Схема движения данных в управляющем модуле «МАТПЛАН»

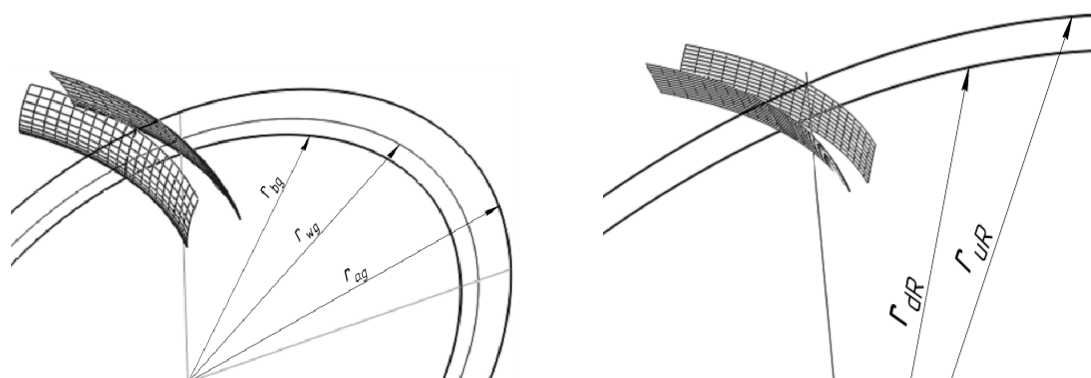


Рис. 2. Компьютерные модели арочных зубьев: слева – наружный зуб, справа – внутренний зуб

Задача по определению мгновенного поля зазоров в зацеплениях сопрягающихся зубьев решается при помощи секущих плоскостей

($z_i = \text{const}$, $-\frac{b_w}{2} \leq z_i \leq \frac{b_w}{2}$), которые расположены параллельно среднему торцевому сечению колес и распределены по всей рабочей ширине зацепления b_w с некоторым шагом (рис. 3).

Она состоит из следующих основных расчетных этапов:

1. Определение кривых профилей боковых поверхностей сопряженных зубьев колес в торцевых сечениях с секущими плоскостями $z_i = \text{const}$ в виде функций $xx = f(yu)$ в общей неподвижной системе координат xOy .

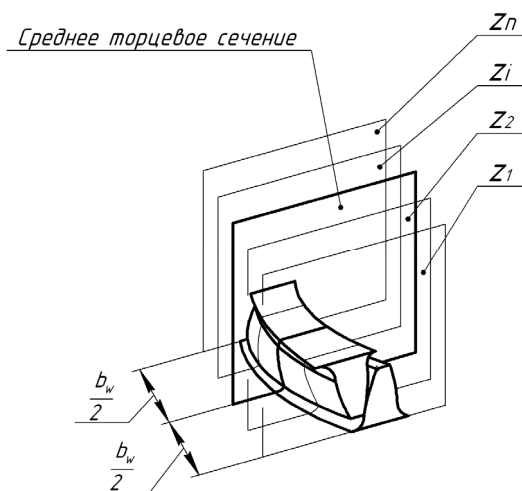


Рис. 3. Сечения внешнего арочного зацепления рядом плоскостей

2. Построение для каждого торцевого сечения в окрестности точки сопряжения на профилях зубьев колес сетки «узлов» и расчет в каждом «узле» сетки величины зазора между этими профилями в направлении контактной нормали $\bar{m}$;

3. Построение зависимостей изменения зазора по высоте сопряжения H на всей рабочей ширине зубьев для конкретного периода зацепления без учета действия нагрузки. Совокупность значений зазоров будет определять мгновенное поле зазоров в зацеплении.

В общем случае задачу моделирования и определения параметров зацепления с локализованным контактом можно разделить на следующие основные расчетные этапы:

1. Определение закона движения зубчатых колес, участвующих в пространственном зацеплении, в среднем торцевом сечении (синтез функции перемещения $\varphi_1 = \varphi_1(\varphi_2)$).

2. Определение массивов точек боковых поверхностей арок зубьев в локальных системах координат зубчатых колес на основе синтеза станочного зацепления (с 1-го по 4-й итерационные уровни перебора n точек станочного зацепления во всей фазе зацепления последовательно для солнечной шестерни, сателлита и колеса с внутренними зубьями).

3. Построение трехмерных компьютерных моделей колес в локальных системах координат.

4. Построение трехмерной компьютерной модели зубчатого зацепления в общей системе координат xOy и моделирование поворота локальных систем координат зубчатых колес относительно их осей аппликат на определенные углы согласно законам зубчатого зацепления в средних их торцевых сечениях (5-й и 6-й итерационные уровни перебора n точек внешнего и внутреннего зацепления во всей фазе зацеплений).

5. Определение мгновенного поля зазоров в зацеплениях, которое дает представление о плотности прилегания сопрягающихся боковых поверхностей зубьев, что в значительной мере влияет на эксплуатационные характеристики планетарной передачи в целом (7-й и 8-й итерационные уровни перебора m торцевых сечений по всей ширине зубьев колес в зацеплении).

6. Программный комплекс получает набор данных, которые выводятся в единый файл отчета (mcd-файл). В нем содержатся: блок исходных данных, который вводится пользователем при интерактивной работе с программой на начальном этапе (рис. 4), блок рассчитанных «выходных» параметров передачи и зацеплений, компьютерные модели плоских зубчатых зацеплений передачи 2К-Н в среднем торцевом сечении, компьютерные модели пространственных зацеплений в формате 3D-модели (рис. 5), а также графики для оценки степени локализации контакта в зацеплении (рис. 6).

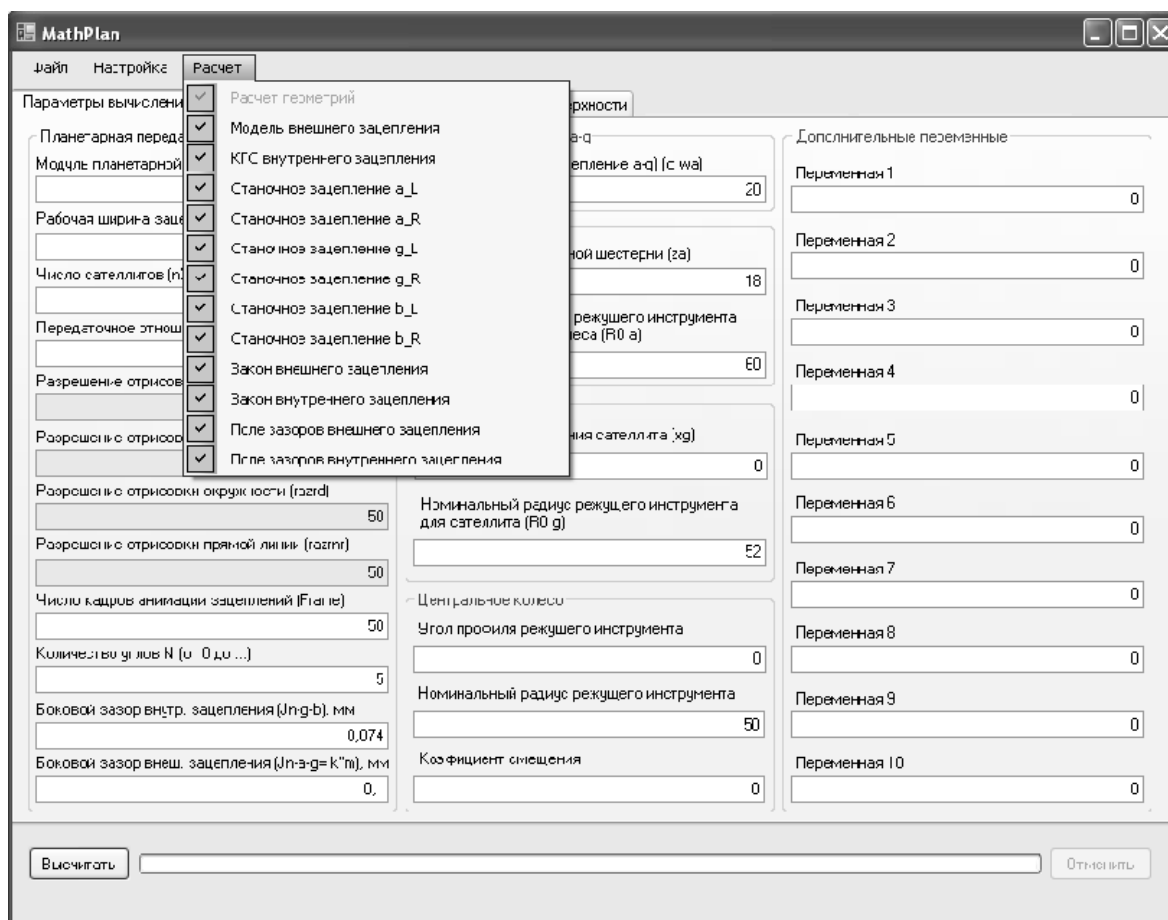


Рис. 4. Основное окно программного комплекса «MathPlan» со структурой расчета

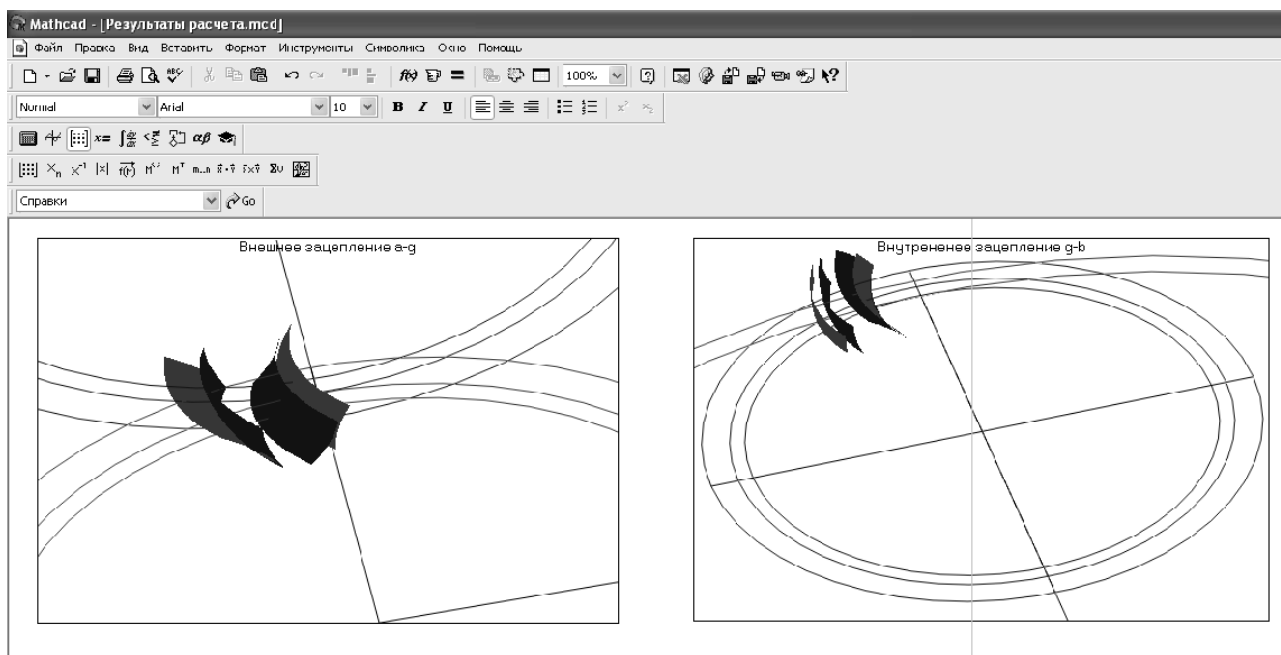


Рис. 5. Пример компьютерного моделирования зубчатых зацеплений в трехмерном виде

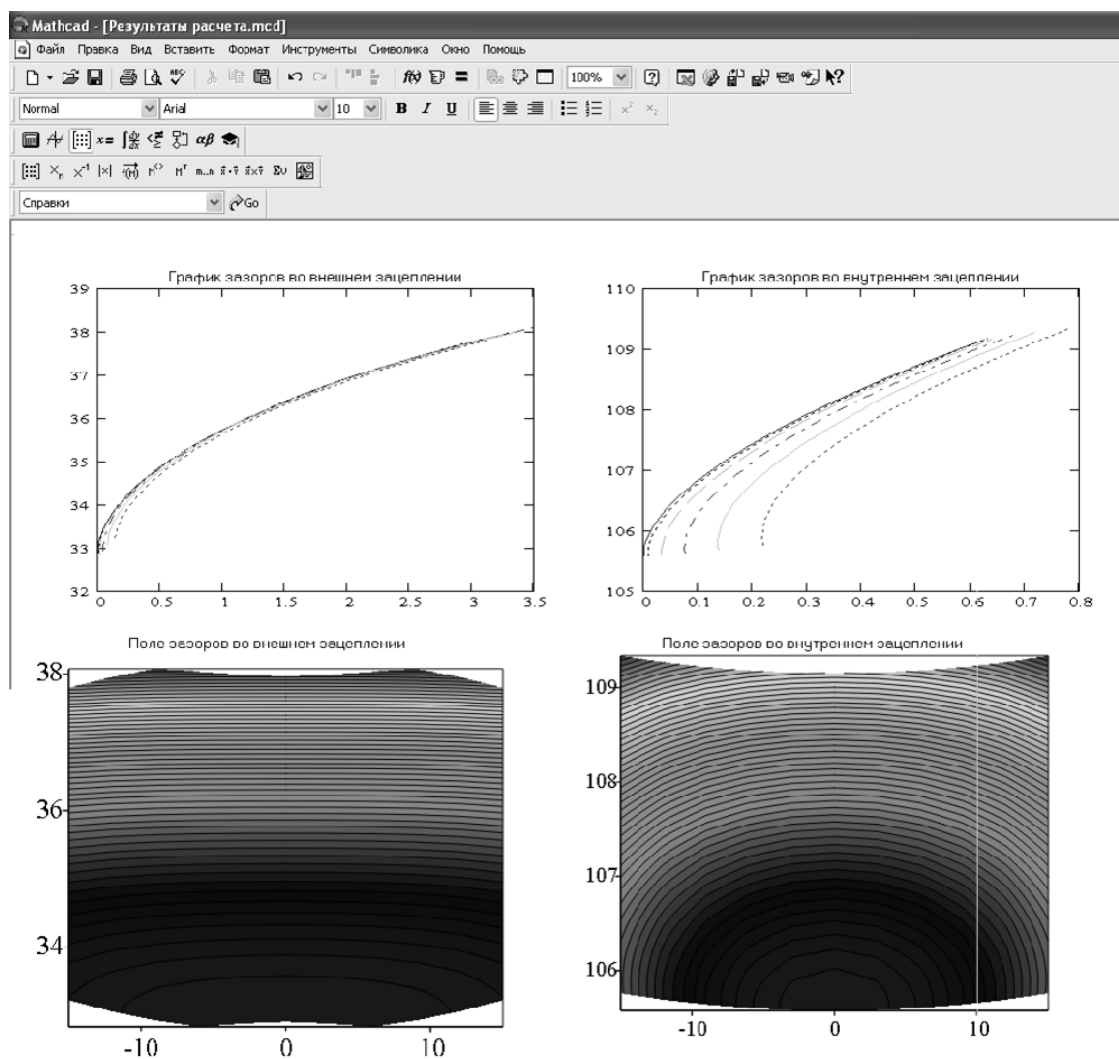


Рис. 6. Пример построения графиков изменения зазоров между сопрягаемыми боковыми поверхностями зубьев в зацеплениях

Таким образом, разработанный программный комплекс обеспечивает исследователю (проектировщику) возможность самостоятельно вносить изменения в математическую модель и расчеты в среде MathCAD без редактирования программного кода, при этом автоматизация на основе использования функций интерфейсов программирования приложений (API) исключает ручные трудоемкие операции по переносу данных с одного итерационного уровня вычислений на следующий, уменьшая время выполнения полного цикла расчетов до 7 минут, что в 6 раз производительнее последовательной работы с локальными расчетными модулями и ручным переносом данных.

Библиографические ссылки

1. Могильников Е. В. Геометрический синтез и анализ приближенного внутреннего арочного зацепления планетарной передачи типа 2К-Н : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.18. – Ижевск, 2011. – 150 с.

2. Кузнецов В. С., Могильников Е. В. Математическое и компьютерное моделирование поверхности арочного зуба в станочном зацеплении // Вестн. Ижев. гос. техн. ун-та. – 2010. – № 3. – С. 29–32.

3. Кузнецов В. С., Могильников Е. В. Моделирование поверхности внутреннего арочного зуба планетарной передачи в станочном зацеплении // Вестн. Ижев. гос. техн. ун-та. – 2011. – № 2. – С. 17–21.

4. Кузнецов В. С., Могильников Е. В. Комплексный подход к моделированию зацеплений планетарной передачи 2К-Н с арочными зубьями // Вестн. машиностроения. – 2011. – № 6. – С. 29–33.

5. Кузнецов В. С., Кузнецов А. С., Могильников Е. В. Вопросы проектирования и производства планетарных передач с локализованным контактом // Вестн. Ижев. гос. техн. ун-та им. М. Т. Калашникова. – 2013. – № 2. – С. 10–12.

V. S. Kuznetsov, PhD in Engineering, Associate Professor, Glazov branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. S. Kuznetsov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

E. V. Mogilnikov, PhD in Engineering, Associate Professor, Glazov branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Integration of CAD in problems of investigating the arch tooth contact localization

The article examines the efficiency of solving the applied tasks of researching the arch tooth contact localization by creating the integrated software solutions on the basis of mathematical programming and functions of application programming interfaces (API).

Keywords: arched tooth, software for automated calculation, modeling of planetary gears with localized contact, mathematical programming

Получено: 08.11.13

УДК 621.979

С. В. Кузнецов, кандидат технических наук, доцент

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Работа посвящена разработке экспериментальных способов непосредственного и косвенного определения поперечных (горизонтальных) сил, возникающих при выполнении технологических операций обработки металлов давлением в зависимости от условий их проведения.

Ключевые слова: обработка металлов давлением, поперечные силы, способы определения сил

При выполнении операций обработки металлов давлением на любом из существующих видов оборудования, кроме сил, действующих вдоль оси деформирования, отмечено возникновение поперечных (действующих в плоскости разреза штампа и перпендикулярных оси деформирования) сил. Их появление в основном отрицательно сказывается на пресовом оборудовании и штамповой оснастке.

Разработка способа экспериментального определения поперечных сил в рабочей зоне машины, а также определение численных значений величин данных сил и является основной целью исследования, представленных в данной работе. Целесообразность проведенных исследований обусловлена необходимостью увеличения надежности кузнечно-прессового оборудования и штамповой оснаст-

ки за счет определения и дальнейшего учета величины поперечных сил в рабочей зоне машины при различных процессах обработки металлов давлением.

В результате анализа литературных источников установлено, что возникновение поперечной силы связано с наличием двух основных факторов: а) перекосом ползуна прессы вследствие эксцентрично приложенной нагрузки (несовпадения центра давления штампа с центром давления прессы). Перекос ползуна прессы зависит от величины нагрузки и эксцентриситета ее приложения, величины зазоров и жесткости подвижных соединений, особенно направляющих ползуна и штампа; б) вида и особенностей выполнения конкретной технологической операции.