

ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С АПРИОРНЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ

д-р техн. наук, проф. А.Ю. Заковоротный, д-р техн. наук, проф. А.А. Клочко, д-р техн. наук, проф. Е.В. Перминов, аспирант Н.С. Ивахнов, магистр М.Г. Кривошлык, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", г. Харьков

Зубчатые передачи определяют надежность и безотказность работы станочных систем, машинных агрегатов и существенно зависят от технологических методов обеспечения качества зубчатых передач с формированием требуемого поверхностного слоя. Зубчатые передачи во многом определяют показатели: надежности, долговечности, шумовые характеристики, конструкторско-технологические параметры, затратную часть при их изготовлении [1, 2].

Зубчатые передачи относятся к наукоемкой продукции. Категория зубчатых колес, в свою очередь, характеризуется относительно низким ресурсом эксплуатации, повышенной виброактивностью и являются одним из основных источников шума в главных приводах металлорежущих станков, машин, редукторах. Значительные масштабы производства и применения зубчатых передач при постоянно растущих требованиях к их надежности и качеству ставят новые задачи в обеспечении и повышении качества передач, в частности, их нагрузочной способности, ресурса, плавности работы, шумовых показателей. При решении подобной задачи важная роль принадлежит наукоемкой составляющей и определяет теоретические основы поиска решения в формировании технологических методов повышения качества зубчатых передач.

Одним из направлений такого поиска является дальнейшее развитие методов расчета и проектирования передач с целью обеспечения высокого качества передач еще на стадии проектирования. В рамках общей задачи анализа и синтеза зубчатых передач важное значение имеет проведение динамического расчета, на основе которого определяются основные рабочие характеристики передач: кинематические, силовые, габаритно-прочностные, а также уровень их шума и вибраций в формировании технологических методов повышения качества зубчатых передач.

В общем виде анализ динамики зубчатых передач заключается в построении математической модели передач, отображающей основные динамические свойства передач, и решении полученных характеристических уравнений. Начальной задачей динамического анализа передач является выбор расчетной схемы, используемой для получения математической модели. В качестве расчетных схем используются кинематические схемы передач, а также схемы в виде идеализированных

физических систем с сосредоточенными параметрами. Составление динамических моделей передач в зависимости от их сложности и требований к расчету может осуществляться как традиционными средствами (путем прямого использования положений и методов классической механики и теории машин и механизмов), так и альтернативными методами, в частности, с помощью моделей на графах. Качественная и количественная оценка динамической эквивалентности математической модели и реальной передачи производится по выбранным критериям эквивалентности, в частности, по уровню информативности модели или по условию совпадении частот и форм свободных колебаний модели и ее прототипа в заданном частотном диапазоне при формировании технологических методов повышения качества зубчатых передач.

В зависимости от требований к точности динамического расчета расчетные схемы передач могут рассматриваться как с абсолютно жесткими, так и упругими звеньями. В последнем случае принимается, что деформации звеньев при действии заданных возмущений являются малыми, а остаточные деформации отсутствуют, т.е. конфигурация расчетной схемы мод действием нагрузки не меняется. Ввиду неформального характера многих расчетных процедур процесс динамического анализа передач представляет собой весьма сложную и трудоемкую задачу, что нередко приводит к необоснованным упрощениям задачи и в итоге к качественно и количественно неверным результатам. Повышение доступности и результативности динамического расчета может осуществляться путем совершенствования традиционных методов анализа, а также на основе новых более эффективных методов расчета, обеспечивающих как приемлемую точность, так и меньшую трудоемкость расчета, например, за счет большей формализации расчетных процедур.

В современных условиях наиболее эффективным способом достижения высокого качества проектирования зубчатых передач и формирование технологических методов повышения качества зубчатых передач является автоматизация проектных работ на основе компьютерных технологий САПР ПТ. Автоматизация проектирования позволяет не только минимизировать ошибки и сокращать сроки проектирования, но и осуществлять качественно новый вид проектирования – оптимальное проектирование.

Одним из условий, необходимых для реализации автоматизированного проектирования, является требование формализации проектных процедур, определяющее возможности и уровень автоматизации проектирования с учетом формирования технологических методов повышения качества зубчатых передач, гарантирующих полную прирабатываемость всех зубьев шестерни со всеми зубьями колеса. Данное условие весьма актуально и для динамического расчета зубчатых передач.

В этом отношении традиционные методы динамического анализа передач, основанные на вариационных принципах механики, развиты недостаточно, так как ориентированы в основном на поиск решения уравнений динамики, а не на адекватное их доставление. Вместе с тем, как полагают многие исследователи, вывод или составление уравнений систем представляется более ответственной задачей, чем решение самих уравнений. Как покалывает практика, большинство ошибок является следствием неточности уравнений, а не ошибочности их решений. При этом полученные уравнения могут быть, решены при помощи ЭВМ, однако использовать ЭВМ для записи уравнений систем пока не удастся. Ввиду этого вопросам выбора и математического описания расчетных схем передач, в частности задачам их идеализации и формализации вывода уравнений динамики, уделяется достаточно большое внимание, как и методам поиска их решений, которые могут быть получены и численными методами при использовании ЭВМ.

Список литературы: 1. *Суслов А.Г.* Общие принципы моделирования оптимального управления параметрами точности, качества и производительности зубообработки закаленных крупномодульных зубчатых колес / *А.Г. Суслов, А.А. Клочко* // Проблемы проектирования и автоматизации в машиностроении – 2016: сборник научных трудов / Научно-производственный кооператив "ОНИКС". – Ирбит: НПК "ОНИКС", 2016. – С. 105–119. 2. *Функциональные аспекты имитационного математического моделирования геометрических параметров процесса зубофрезерования / О.М. Шелковий, О.О. Клочко, М.І. Гасанов, Д.О. Кравченко, О.О. Анциферова* // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Технології у машинобудуванні. – Харків: НТУ "ХПІ", 2017. – № 26 (1248). – С. 66–74.