

УДК 621.002

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

О. А. КРОТОВА, К. В. КЛИМОВИЧ
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В большинстве современных изделий, выпускаемых предприятиями машино- и приборостроения, используются зубчатые передачи, которые в конструктивном, технологическом и метрологическом отношении являются одними из наиболее сложных элементов машин и механизмов. Рост требований к качеству зубчатых колес приводит к непрерывному совершенствованию и усложнению методов их проектирования, технологий изготовления, средств и методов контроля.

Средства для контроля параметров зубчатых колес можно классифицировать следующим образом [1]:

– по конструктивному исполнению: на накладные и станковые. Отдельно можно выделить приборы, встраиваемые в технологическую систему, например, измерительная рука с контактным датчиком Renishaw, установленная на зубошлифовальный станок с ЧПУ;

– по степени механизации и автоматизации: на ручные, механизированные, автоматизированные (от ручных с цифровым отсчетом до измерительных систем с компьютерным управлением), автоматические;

– по степени специализации: на однопараметрические и многопараметрические; специальные, специализированные и универсальные;

– по месту в производственном процессе: на приборы для входного, технологического и приемочного контроля.

Параметров для контроля у зубчатых колес огромное множество и для измерения практически каждого из них требуется специализированное средство измерений (СИ), но использовать большое количество СИ не представляется возможным из-за значительных материальных затрат. Решить задачу контроля качества зубчатых колес помогают универсальные и специальные измерительные приборы.

Универсальные измерительные приборы применяют в контрольно-измерительных лабораториях всех типов производств, а также в цехах единичных и мелкосерийных производств. В отношении зубчатых колес, они предназначены для поэлементного контроля цилиндрических, конических и червячных колес.

Для реализации методики выполнения измерений зубчатых колес на координатно-измерительных машинах (КИМ) разработчики программного обеспечения расширяют возможности базовых программ за счет специаль-

ных приложений и программных модулей. КИМ дополнительно оснащается поворотным столом.

Например, основанный на принципах системы автоматического проектирования программный продукт GEAR PRO, разработанный компанией Carl Zeiss, предназначен для контроля зубчатых передач и позволяет на основе параметров зубчатого зацепления генерировать CAD модели зубчатых колес (рис. 1).

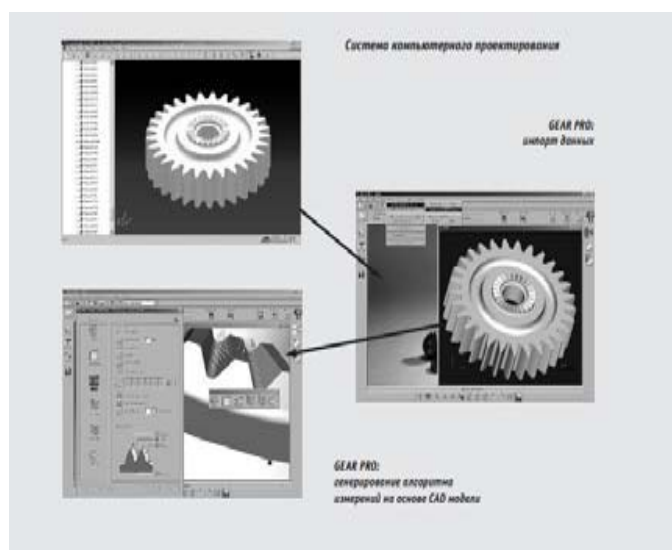


Рис. 1. Построение CAD модели измеряемого зубчатого колеса

Для генерирования программ измерений на основе CAD данных требуется двухмерная модель профиля зубьев. Кроме того, при выполнении анализа на базе двухмерной модели снижается влияние погрешности позиционирования измерительной машины. Поэтому GEAR PRO использует двухмерную модель профиля зубьев. Сопоставимость данного метода подтверждается сертификацией алгоритмов анализа GEAR PRO.

Помимо передачи данных о геометрии конструкции в метрологическое программное обеспечение имеется возможность включения дополнительной информации, например, о допусках. В области технологий контроля зубчатых передач для этого был разработан специальный файловый формат – Gear DataExchange Format (GDE), принятый в качестве стандарта в соответствии с Директивой VDI.

В некоторых случаях, эффективнее контроль зубчатых колес осуществлять на специальном оборудовании, например, зубоизмерительных комплексах, предназначенных для комплектного измерения геометрической формы зубчатых колес, т.е. профиля, направления, шагов, радиального биения и контрольных размеров.

Зубоизмерительные комплексы являются средством аналитического контроля отклонений зубчатого венца. Применение этого СИ обеспечивает оптимальное качество и представления результатов контроля параметров зубчатого колеса.

Базовое программное обеспечение позволяет проводить комплектное измерение зубчатых деталей, т.е. измерение и расчет погрешностей шага, профиля, эвольвенты, радиального биения внешнего и внутреннего зубчатого зацепления, включая расчет размера через зубья (длина общей нормали) или по роликам.

Принцип работы зубоизмерительного комплекса и традиционных приборов для контроля эвольвенты, направления зуба и шага зубьев во многом схож. В процессе измерения, измерительный щуп сканирует боковую поверхность зуба по профилю, по линии зуба и последовательно касается всех боковых сторон зубьев (рис. 2). В результате определяется погрешность профиля, погрешность линии зуба, отклонения шагов и погрешность радиального биения.

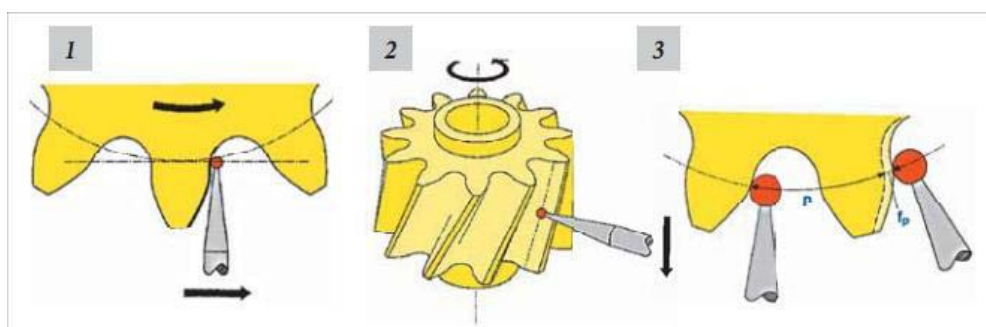


Рис. 2. Измерение профиля (1), линии зуба (2) и шага (3)

Результаты измерений могут быть представлены и в графическом виде. Поскольку методы анализа и представления результатов стандартизованы для всех изготовителей зубоизмерительных комплексов, то обеспечивается сопоставимость результатов, сделанных на разном оборудовании. В результате обеспечивается прослеживаемость результатов измерения и данные протоколы могут быть использованы для подтверждения качества изготовленных деталей.

Многие предприятия машино- и приборостроения отдают предпочтение зубоизмерительным комплексам, которые обеспечивают измерение деталей теоретически от первой степени точности.

Зубоизмерительный комплекс не имеет ограничений в части измерения колес с нестандартными параметрами профиля и линии зуба (модификации по профилю и линии зуба).

Современные универсальные и специальные СИ заменяют все ранее применявшиеся приборы для контроля зубчатых колес и позволяют измерять, кроме цилиндрических, конические колеса, червяки, червячные колеса и зуборезные инструменты (червячные фрезы, долбяки и шеверы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Калашников, А. С.** Технология изготовления зубчатых колес / А. С. Калашников. – М. : Машиностроение, 2004. – 480 с.