

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗМЕРНОГО АНАЛИЗА

Андреева Ю.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На производстве, прежде чем какое-либо изделие будет изготовлено и передано в эксплуатацию, необходимо осуществить большой объем подготовительных работ, связанных с технологической подготовкой производства. От качества проектирования и глубины проработки технологических процессов зависит эффективность машиностроительного производства. Одной из важных составляющих технологической подготовки производства является размерный анализ.

Размерный анализ – это комплекс расчетно-аналитических действий, осуществляемых при разработке и анализе конструкций и технологических процессов [1].

При помощи размерного анализа можно существенно сократить материальные затраты и трудоемкость изготовления деталей, а также уменьшить риск возникновения брака. Именно размерный анализ способствует созданию качественных и надежных изделий, поскольку постоянно растут требования к качеству машиностроительной продукции. Также он позволяет обеспечить необходимую точность функциональных параметров изделий и согласовать между собой многие основные характеристики разных этапов жизненного цикла конструкции. Точность – важный показатель детали, от нее зависят надежность, экономичность, производительность, уровень вибраций и шума всей конструкции, что в свою очередь характеризует качество продукции. Размерный анализ устанавливает взаимосвязь деталей, последовательность сборки конструкции, проводит проверку размеров и допусков на корректность в представленном чертеже, оценивает качество технологических процессов. Проектирование технологических процессов производится в соответствии с данными, которые предоставляет размерный анализ. Это размеры и предельные отклонения, необходимые для заполнения технологических карт, управляющих программ для станков с ЧПУ, расчета режимов резания.

Размерный анализ является рутинным и трудоемким процессом. Выполнение всех размерных расчетов вручную требует больших временных затрат – от 20 до 80 часов. Дело в том, что для решения одной цепи необходимо применение 15 - 18 формул, причем даже для простых деталей число связанных цепей обычно более 10. Также расчет обычно выполняется неоднократно, в связи с тем, что зачастую не удастся предусмотреть правильное решение в первом варианте технологии. Связанные цепи решаются не в порядке их выявления, а определяются по наличию условия решения цепи (возможность решения цепи определяется наличием в ней только одного замыкающего размера и одного размера с неизвестным номиналом)[2]. Это определяет актуальность автоматизации размерного анализа при проведении технологических размерных расчетов.

Автоматизация размерного анализа предполагает постоянное использование ЭВМ в процессе решения задач размерного анализа. При этом конструктор (проектировщик, технолог) должен решать задачи творческого характера, а ЭВМ – рутинные задачи, связанные с вычислениями. Для упрощения размерного анализа, а следовательно для экономии времени разрабатываются специальные программы, которые используются автономно или в комплексе с другими программными средствами автоматизации инженерного труда.

Большинство существующих автоматизированных систем размерного анализа требует кодирования информации о звеньях технологических операционных размерных цепей. Для этого требуется предварительно построить размерную схему технологического процесса, назначить операционные допуски и минимальные припуски с помощью справочной литературы. В таких случаях автоматизированная система размерного анализа производит только формирование и расчет размерных цепей. При этом трудоемкость расчетов остается достаточно высокой. Еще одним недостатком таких автоматизированных систем является наличие ошибок, которые возникают при вводе большого количества числовой информации.

Программный комплекс SolidWorks реализует выполнение размерного анализа в 3D-моделях сборок с использованием специализированных приложений TolAnalyst и CETOL 6 Sigma. Благодаря функциональным возможностям этих приложений пользователь может управлять допусками размеров через уникальную систему размерного анализа, которая позволяет надежно осуществлять разработку новой продукции от стадии 3D-модели до изготовления и монтажа. При этом процесс моделирования отклонений форм и размеров становится проще, появляется возможность выявления недочетов в допусках и посадках на ранних этапах в процессе проектирования. Применение инструментов TolAnalyst и CETOL 6 Sigma позволяет сократить путь конечного продукта от стадии эскизного проекта до подготовки производства и изготовления прототипа на 50-75%, что приводит к уменьшению количества последующих дорогостоящих изменений в конструкции [3].

В САПР Компас-3D имеется библиотека расчета размерных цепей. С ее помощью возможно решение только обратной задачи, когда по известным значениям номинальных размеров, допусков, предельных отклонений составляющих звеньев определяются номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена. Решение прямой задачи в библиотеке не реализовано. Расчеты можно произвести методом максимума-минимума или теоретико-вероятностным методом [4].

Плоский чертежный графический редактор APM Graph является составной частью систем автоматизированного проектирования APM Win Machine и APM Civil Engineering, которая также может использоваться как самостоятельный программный продукт. В APM Graph тоже можно проводить расчет размерных цепей. Пользователям предлагается возможность задания допусков и посадок путем их выбора из базы данных. Имеются встроенные

функции для расчета линейных и угловых размерных цепей методом предельных допусков и вероятностным методом [5].

В системе автоматизированного проектирования NX 7.5 внедрен модуль Tolerance Stackup Validation, который проводит анализ трехмерных размерных цепочек и допусков. Данный модуль дает возможность быстро провести минимальный/максимальный статический анализ полей допусков прямо на модели изделия и получить первую оценку собираемости на начальном этапе проектирования [6]. Применение NX Tolerance Stackup Validation гарантирует изготовление сборочного агрегата в соответствии с заданной посадкой, формой и функциональностью.

В Оренбургском государственном университете была разработана программа АСТРА (Автоматизированная Система Технологического Размерного Анализа) для автоматизации размерных расчетов. При ее применении не требуется определение точности размерных связей и минимальных припусков на обработку, построение размерных схем технологического процесса, формирование и расчет размерных цепей. Это осуществляется включением в состав системы достаточно полной базы данных, включающей: точность исходных заготовок, точность обработки различными методами, стандартные значения допусков, элементы минимальных припусков. Работа с системой сводится к описанию исходных данных по детали, исходной заготовке и технологическому процессу. Исходными данными для работы с системой являются уточненный чертеж детали, определяющий конфигурацию исходной заготовки эскиз и маршрут обработки [7].

Таким образом можно сделать выводы о том, что аппарат размерного анализа технологических процессов представляет собой строго формализованный инструментарий, отображающий последовательность проектирования, расчета и анализа маршрутно-операционных технологических процессов механической обработки. В условиях современного производства автоматизация размерного анализа улучшает качество проектных работ, повышает технологичность конструкций, сокращает издержки и сроки подготовки производства к выпуску новой продукции. Установлено, что с применением размерного анализа требуется минимальная корректировка технологических процессов изготовления изделий. Несмотря на сложность, наличие систем автоматизированного размерного анализа, раскрытое на примере систем АСТРА, SolidWorks, NX 7.5, Компас-3D и APM Graph, успешно доказывает возможность применения аппарата размерного анализа при разработке систем автоматизированного проектирования технологических процессов.

Список литературы

- 1. Матвеев, В.В. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М. М. Тверской, Ф. И. Бойков – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.*
- 2. Белашов В.А., Белашов А. В., Белашов М.В. Размерный анализ технологий в редакторе технологических процессов РТП2000: Учебно – методическое пособие. – Пенза: Пензенский гос. университет, 2008. – 49 с.*

3. Шаломеев М.А. Размерный анализ в SolidWorks / М.А. Шаломеев // САПР и графика, 2010.- 10. – С. 40-42.
4. САПР Компас-3D. Расчет размерных цепей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cadregion.ru/kompas-3d/sapr-kompas-3d-raschet-razmernyx-serej.html> (дата обращения: 15.12.2015).
5. APM_Graph [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://apm.ru/produkty/programmnye_komplekсы/sistema_rascheta_proektirovaniya_obekta_mashinostroyeniya/APM_Graph/ (дата обращения: 15.12.2015).
6. NX Tolerance Stackup Validation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plmclub.ru/modules/nx-tolerance-stackup-validation> (дата обращения: 15.12.2015).
7. Абрамов, К.Н. Технологические размерные расчеты и их автоматизация: учебное пособие / К.Н. Абрамов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 111 с.