



Рисунок 4 – Спектры колебаний при нагруженном и ненагруженном инструменте:
 1 – сигнал вибрации; 2 – спектр, соответствующий участку сигнала вибрации, на котором происходит процесс резания; 3 – спектр, соответствующий участку сигнала вибрации, на котором инструмент не находится в контакте с заготовкой

В ходе дальнейших исследований с применением новых возможностей аппаратно-программных средств предполагается расширить знания о взаимосвязи динамических факторов и состояния режущего инструмента и предоставить рекомендации по выбору виброустойчивых диапазонов режимов резания, недопущению поломки, замене работающей пластины или всего инструмента, корректировке управляющей программы [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Hennik Akesson Active control of vibration and analysis of dynamic properties concerning machine tools / Blekinge Institute of Technology, Licentiate Dissertation Series N 2007:04. – 2007.
2. Билл Б., Госсвайлер К., Кирххайм А., Оттер Д. Пьезоэлектрические датчики: материалы 9 симпозиума «Датчики и сбор данных измерения», 4-6 июня 2002 г. / Техническая академия Есслинген, 2002.
3. Kosmol J. Automatyizacja obrabiarec i obrobki skrawaniem. – Warszawa: WNT, 2000.
4. Ящерицын П.И. [и др.]. Теория резания. – Мн.: Новое знание, 2006.
5. Драган А.В., Стецко И.П., Ромашко Д.А., Левкович Н.В. Новые аппаратно-программные средства для исследования и диагностики механических систем // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2006. – № 4. – С. 17-26.

УДК 621.91.002

Мелещук М.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Медведев О.А.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДЕТАЛЕЙ КАК ОСНОВА ЕГО АВТОМАТИЗАЦИИ

Точность изготовления и сборки изделия, а, следовательно, его надежность и качество в значительной степени определяются грамотностью и обоснованностью выбора технологических баз механической обработки деталей. От выбора технологических баз,

являющегося одним из наиболее важных этапов проектирования техпроцессов, зависит точность взаимного расположения поверхностей детали, порядок обработки поверхностей, конструкция установочно-зажимных приспособлений.

В технологии машиностроения главные особенности подхода к автоматизации подобного рода проектных задач заключаются в основном в сложности реализации и низком уровне формализации из-за наличия множества различных вариантов решений, преимущественно по причине большого количества влияющих факторов. Под сложностью здесь следует также понимать уровень автоматизации тех проектных решений, которые необходимо реализовать в создаваемом программном продукте.

На выбор баз большое влияние оказывает простановка размеров на чертежах деталей, так как конструкторская документация в совокупности с годовой программой выпуска являются основной базовой информацией для проектирования технологического процесса механической обработки. На чертеже при этом должны быть указаны все необходимые размеры, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, технические требования, а также должны отсутствовать лишние размеры.

Для выполнения размерного анализа чертежа детали целесообразно представить все размерные связи в упорядоченной, наглядной и компактной форме – в виде графа.

В математике под графом понимается пара множеств – множество V вершин, соответствующих анализируемым объектам и множество X пар вершин (рёбер), соответствующих взаимосвязям между объектами.

При построении графа размерных связей чертежа деталей под элементами множества V понимают конструктивные элементы детали (поверхности, линии, оси поверхностей, оси симметрии, точки). Второе множество X – множество ребер – это размеры объектов, размеры и допуски, определяющие взаимное расположение объектов, текстовые технические требования, иногда и косвенно заданные размеры, учет которых не приводит к замкнутым контурам размеров.

При визуализации схематично граф изображается множеством окружностей (вершин), соединенных линиями (ребрами). На поле схемы вершины располагают произвольно, но так, чтобы рёбра не пересекались. Внутри окружностей указывают номера объектов, предварительно нанесенные на чертеж детали, а около рёбер указывают соответствующие размеры или их условные обозначения. Для наглядности и облегчения анализа графа симметричные поверхности (цилиндры, конусы), а также поверхности, расположенные симметрично, обозначают тем же номером, что и их оси. Однако к обозначению оси поверхности добавляют букву "О", а к обозначению оси симметрии – буквы "ОС". Вершины, соответствующие необрабатываемым резанием поверхностям и их осям, следует выделять двойной окружностью или другим цветом. Соединив вершины графа линиями, соответствующими имеющимся на чертеже размерам, допускам, техническим требованиям, получаем исходный граф.

Графы размерных связей чертежа детали строятся отдельно по каждому из шести координатных направлений (трьм линейным и трём угловым). При построении графа линейных размерных связей вдоль выбранной координатной оси из рассмотрения исключаются (не фигурируют на графе) объекты, параллельные данной оси, так как они не могут служить границами размеров, направленных вдоль неё. При построении графа угловых размерных связей по поворотам вокруг выбранной оси по той же причине из рассмотрения исключаются угловые размеры, лежащие в плоскостях, параллельных данной оси.

В общем случае при построении графа для несимметричных деталей полная информация о размерах содержится в трех графах по линейным координатам и трех по угловым координатам.

Построенные по указанным правилам графы, содержащие имеющиеся на чертеже размерные связи, считаются исходными и подлежат оценке их соответствия правильной

простановке размеров по ряду формальных признаков:

— на каждом графе должны отсутствовать оторванные вершины или их группы, от которых по имеющимся рёбрам нельзя перейти к любой вершине графа. Их наличие означает, что на чертеже детали не хватает размеров, допусков формы и взаимного расположения, текстовых технических требований и т.п.;

— на каждом графе не должно быть замкнутых контуров из вершин и ребер. Их наличие означает, что проставлены лишние размеры;

— на каждом графе группа вершин, соответствующих обрабатываемым резанием поверхностям, должна быть связана лишь одним ребром с группой вершин, соответствующих необрабатываемым поверхностям (для уяснения этого нужно вершины, соответствующие обработанным поверхностям, выделять либо двойной окружностью, либо другим цветом);

— на каждом графе к вершине, соответствующей основной конструкторской базе детали (используемой для её базирования в сборочной единице), должно примыкать значительное число ребер.

При отступлении от указанных требований, графы следует исправить, добавляя или удаляя ребра. При этом предпочтительнее оставлять рёбра, соответствующие: размерам, связывающим объекты детали с основными конструкторскими базами; размерам с более жёсткими допусками; размерам и допускам, действующим по нескольким координатным направлениям; размерам, которые удобно получать и контролировать при обработке детали.

При выборе технологических баз механической обработки от простановки размеров на чертеже детали зависит возможность соблюдения основных принципов базирования — единства и постоянства баз.

Первоначально необходимо производить выбор комплекта чистовых баз, так как обоснованно выбрать базы можно только в том случае, если четко известно, какие поверхности от них необходимо обрабатывать, и какие размеры требуется выдержать.

Необходимо выбрать такой вариант базирования детали при чистовой обработке, при котором принцип единства баз соблюдается для большинства размеров детали при постоянном комплекте технологических баз. Для выбора такого комплекта технологических баз удобно использовать исправленные графы размерных связей детали. Каждый граф содержит только те объекты, которые могут быть границами размеров по данному координатному направлению, а, следовательно, могут быть выбраны в качестве технологической базы для ориентации детали по этому направлению. Лучшей базой для данного координатного направления будет тот объект, к которому примыкает большинство ребер графа, и, следовательно, он является границей для большинства размеров в данном координатном направлении. Эти факторы позволяют выбрать объекты детали в качестве чистовых технологических баз и оценивать их по числу лишаемых степеней подвижности, используя формальные признаки: число примыкающих ребер графа; наличие объекта на тех или иных графах.

Выбор черновых баз, используемых для базирования заготовки только один раз по каждому координатному направлению на первой (первых) операции мехобработки, выполняется по следующим правилам (по убыванию приоритета):

1. В качестве черновой базы следует выбрать ту поверхность заготовки, после обработки которой получается наиболее точная и ответственная поверхность детали. Это обеспечивает наибольшую равномерность припуска при последующей обработке этой ответственной поверхности и будет способствовать её высокой точности;

2. В качестве черновой базы желательно выбирать поверхности детали необрабатываемые резанием. Это обеспечит более точное взаимное расположение системы обрабатываемых резанием поверхностей относительно необрабатываемых.

Принимая приоритет первого правила и считая, что наиболее точные поверхности должны быть связаны с чистовыми базами точными угловыми размерами, выбор черновых баз следует выполнять в следующем порядке:

1. По графам угловых размерных связей определяем поверхность детали, связанную самым точным угловым размером с объектом, отмеченным как чистовая база индексом "Б". В качестве черновой базы принимается та поверхность заготовки, под которой будет находиться ранее указанная точная поверхность детали. Если эта поверхность фигурирует на двух графах угловых связей и двух графах линейных связей, то принятая черновая база будет использоваться как двойная направляющая. Если эта поверхность фигурирует в двух графах угловых связей, и одном графе линейных связей, то принятая черновая база будет использоваться как установочная;

2. По оставшемуся третьему графу угловых связей определяем поверхность детали, связанную самым точным (на данном графе) угловым размером с объектом отмеченным индексом "Б". В качестве черновой базы принимается та поверхность заготовки, под которой будет находиться найденный объект. Если ранее принята черновая установочная база, то на данном этапе выявляется черновая направляющая база. Если ранее принята двойная направляющая база, то на данном этапе выявляется черновая опорная база.

3. Оставшаяся опорная черновая база выявляется по тому графу линейных связей, на котором отсутствуют объекты детали, лежащие под ранее выбранными черновыми базами. В качестве опорной черновой базы принимается та поверхность заготовки, под которой находится объект детали, связанный самым точным линейным размером с поверхностью, отмеченной индексом "Б".

Если при выборе черновых баз принять приоритет второго правила, то в качестве черновых баз следует принять те необрабатываемые объекты на графах угловых размерных связей, которые соединены ребрами с обрабатываемыми объектами. Принимается аналогичная предыдущим последовательность выбора:

1. По графам угловых размерных связей выделяется необрабатываемая поверхность детали, связанная с чистовыми базами, отмеченными индексом "Б". Если выявленная необрабатываемая поверхность фигурирует на двух графах угловых связей и двух графах линейных связей, она будет использоваться как двойная направляющая база. Если она фигурирует в двух графах угловых связей и одном графе линейных связей, она будет использоваться как установочная база;

2. По оставшемуся третьему графу угловых связей выявляется необработанная поверхность, связанная размером с обработанной поверхностью. Она принимается в качестве направляющей базы, если ранее принята установочная база, и в качестве опорной базы, если ранее принята двойная направляющая база.

3. По графу линейных связей, на котором не фигурируют ранее выбранные черновые базы, выбирают оставшуюся опорную черновую базу. В качестве неё принимают необработанную поверхность, связанную на этом графе ребром с обработанной поверхностью.

Предлагаемая методика формализации назначения технологических баз механической обработки, основанная на размерном анализе чертежа детали методом графов, может служить основой автоматизации выбора баз.

Реализовать автоматизацию выбора баз можно решив следующие задачи. При разработке алгоритма автоматического выбора технологических баз, основной упор требуется делать на анализ графов размерных связей, а не на необходимость создания и использования баз данных, в числе которых банк данных элементов и поверхностей детали, конструктивных элементов, типовых схем базирования и установки и т.д.

В алгоритм требуется включить также автоматизацию построения графов размерных связей, так как для сложных деталей этот процесс является достаточно трудоемким. При необходимости, графы размерных связей оцениваются на соответствие пра-

вильной простановке размеров, и проводится соответствующая корректировка размеров, проставленных на чертеже.

Таким образом, исходные данные алгоритма наиболее рационально представлять в виде рабочего чертежа детали. Результаты выбора баз необходимо представить в виде теоретических схем базирования и указать установочные элементы для их реализации.

Создание программного продукта для реализации описанной методики целесообразно при условии интеграции с САПР, имеющей чертежно-графический редактор, в качестве которой выбрана система КОМПАС-3D, благодаря возможности поддержки библиотек (приложений, созданных для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D).

Следует отметить, что окончательное решение о приемлемости выбранных черновых и чистовых технологических баз принимается по критерию обеспечения точности всех чертёжных размеров детали путём составления и решения подетальных технологических размерных цепей:

ЛИТЕРАТУРА

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.: ил.
2. Проектирование технологии: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов./ Под общ. ред. Ю.М. Соломейцева. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.: ил.
3. Махаринский Е.И., Горохов. Основы технологии машиностроения: учебник. – Мн.: Вышэйш. шк, 1997.
4. Кидрук М. Конструкторские библиотеки и инструменты для их создания в системе КОМПАС-3D // Сапр и графика. – 2006. – № 2.

УДК 621.92:539.377

Архутик С.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Григорьев В.Ф.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ

Высокоскоростная обработка (ВСО) является приоритетным направлением развития современной обработки резанием. Для эффективной реализации процесса ВСО необходимо изменение конструкции металлообрабатывающих станков (направляющих, шпиндельных опор, способных надежно работать на высоких скоростях вращения и при линейных перемещениях), применение новых типов приводов главного движения и поддачи, разработку специальных материалов, покрытий и новых конструкций режущего инструмента (твердосплавного, абразивного).

Основные достоинства ВСО состоят в повышении производительности труда, высокой точности и качестве изготовления изделий, сокращении количества ручных доводочных операций и времени на подгонку. Так, при высокоскоростном фрезеровании производительность при обработке инструментальных сталей высокой прочности увеличивается в три раза, алюминиевых сплавов – в 10 раз, графитовых электродов – более чем в 10 раз [1].

Актуальной проблемой для успешной реализации ВСО прецизионных изделий является стабилизация тепловых деформаций. Тепловые деформации возникают в результате действия трех факторов: тепла, выделяемого двигателями, гидравлической системой и при трении движущихся частей станка; непостоянства температуры помещения, в котором находится станок; тепла, образующегося в процессе резания. Эти деформации могут быть существенны, поскольку механическая работа резания почти пол-