

добавках армирующей фазы наблюдается сложная зависимость свойств от содержания упрочняющих частиц с максимумом в интервале 0,01 – 0,03 % в зависимости от свойств упрочняющих частиц.

Литература

1. Анисимов О.В. Технология получения композиционных материалов на основе алюминия, упрочненных наночастицами ZrO_2 и SiC в поле центробежных сил центрифуги: Диссертация канд.техн.наук.– М., 2012.– 131с.
2. Modern Developments in Powder Metallurgy. Ed.: H.Hausner. v. 5, N.Y. – London, “Plenum-Press”, 1971. 494 p.
3. Лурье С.А. Наномеханика композиционных материалов.– М., МАИ, 2011.–162с.
4. Костиков В.И., Еремеева Ж.В., Ниткин Н.М., Шарипзянова Г.Х. Технология композиционных материалов для автомобилестроения и других отраслей техники. М., 2012.– 111с.

Повышение эффективности многокоординатной обработки путем оптимизации компоновки многоосевой станочной системы

д.т.н. Лукина С.В., к.т.н. доц. Иванников С.Н., Манаенков И.В.

Университет машиностроения

(495) 223-05-23, доб. 1451, lukina_sv@mail.ru, ivannikov.51@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оптимизации компоновки многоосевой станочной системы для многокоординатной обработки по различным критериям. Оптимизации компоновок реализованы с использованием системы CAD/CAM/CAE/PDM системы SolidWorks и среды MS Excel.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, многоосевая обработка, критерий компактности.

Разработка и внедрение новых прогрессивных технологий и оборудования при производстве сложных деталей с криволинейными рабочими поверхностями является необходимым условием развития важнейших фондообразующих отраслей отечественного машиностроения, авиационной и оборонной промышленности.

В отечественном машиностроении производится многоосевое металлообрабатывающее оборудование, использующее специальные методы обработки, способные реализовать технологии «новой волны» с помощью многокоординатного формообразования и нанотехнологичных процессов резания особых материалов лазером, плазмой, электрической дугой. Однако недостаточная эффективность операции МКО является следствием отсутствия комплексного подхода к обеспечению этой операции на стадии технической подготовки производства, что является производственной проблемой [1, 2].

Данная проблема может быть решена путем оптимизации компоновок многоосевых станков. Однокритериальная оптимизация (по критерию точности или по критерию габаритно-массовых характеристик (ГМХ)) не отражает в полной мере реальные производственные потребности и конкурентноспособный уровень станка. Оптимизацию конструкции станочной системы следует вести по интегральному показателю компактности [3, 4].

Под компактностью понимается конструктивное свойство станка обеспечивать требуемый набор технических характеристик при наименьших габаритных параметрах его конструкции. Это достигается на основе синергетических принципов создания станка путем оптимизации габаритных и массово-жесткостных параметров базовых деталей, а также параллельной передачей усилий или применением многопоточной передачи движений; объединением нескольких механизмов в одном; рациональным базированием деталей; применением компактных компонентов в кинематической структуре станка и другими способами (рисунок 1).

Для обеспечения компактности несущей системы станка следует уменьшать размеры «петли силы», под которой понимается область несущей системы станка, по которой передается основная силовая нагрузка по ветвям компоновки между инструментом и заготовкой. Компактность не всегда свойственна прецизионным станкам, характеризующихся сложной кинематикой, которые, как правило, формируются по двум приоритетным критериям – точности и формообразующим возможностям. Поэтому конструкции таких станков часто не являются компактными. Компактность достигается конструированием станков путем управления геометрическими параметрами их конструкции. В данной постановке задача является оптимизационной, при которой варьирование управляемыми геометрическими параметрами (вылетами, размерами направляющих, длинами ходов узлов) можно добиться оптимального сочетания объемной точности, жесткости конструкции, минимизации ее габаритов и, как следствие, минимума затрат [5, 6].

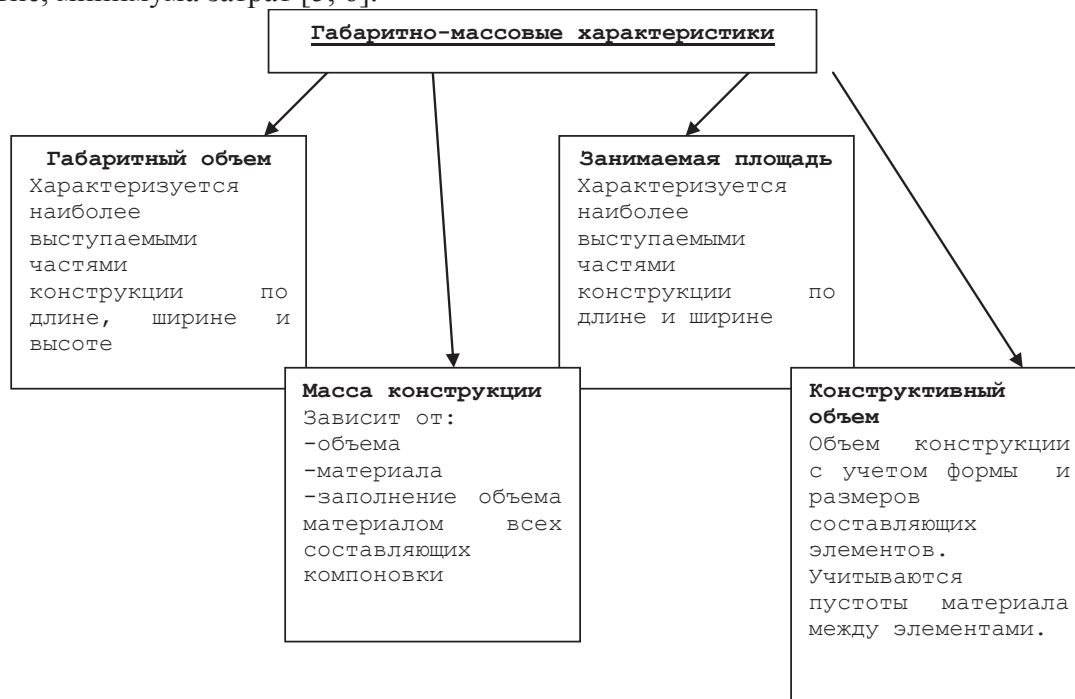


Рисунок 1. Методика оценки габаритно-массовых характеристик конструкций станков

Поскольку компактная конструкция обладает меньшими габаритно-массовыми характеристиками, это серьезно сказывается на стоимости станка. Разработан критерий конструктивной компактности K ($\text{мкм} \cdot \text{м}^3$)⁻¹ станочной системы как показатель ее эффективного конструирования, содержащий геометрические параметры конструкции и оценку комплексного их влияния на статическую точность δ_{cm} и ее габаритно-массовые характеристики W . Это позволило находить компромиссные проектные решения, приводящие к наименьшим затратам без потери статической точности станка:

$$\frac{1}{K} \cong \delta_{cm} \cdot W \cong \sum_{i=1}^n \left(\frac{(y_i^2 + x_i \cdot y_i) \cdot (Y_i + l_{i\text{хода}}) \cdot Z_i \cdot w_{iZ}}{Y_i^3} \right) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

где: x_i , y_i – параметры вылетов, характеризующие удаленность i -го подвижного стыка от зоны обработки; $l_{i\text{хода}}$ – длина хода узла; X_i , Y_i , $(Z_i \cdot w_{iZ})$ – габаритные размеры подвижных узлов и корпусных деталей, реализующих стык, в соответствии с разработанной моделью.

За целевую функцию принимается мультипликативный критерий компактности K ($\text{мкм} \cdot \text{м}^3$)⁻¹ станочной системы как показатель ее эффективного конструирования, содержащий геометрические параметры конструкции и оценку комплексного их влияния на стати-

ческую точность δ и ее габаритно-массовые характеристики.

Для подтверждения эффективности использования многокритериальной оптимизации по критерию компактности была выбрана исходная произвольная компоновка обрабатывающего центра вертикально-фрезерного типа с габаритами рабочего пространства 850x560x610 и допуском по точности 0,005 мм (рисунок 2).

Оптимизация проводилась по частному критерию точности, частному критерию габаритно-массовых характеристик и обобщенному критерию компактности. Сравним четыре синтезированные компоновки (рисунок 3).

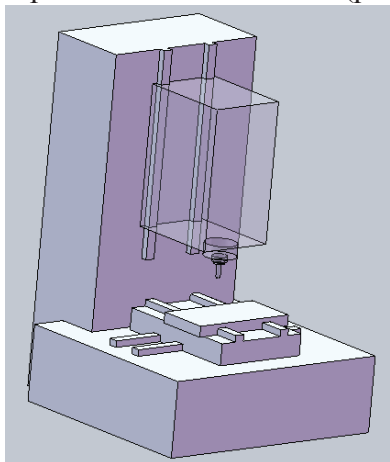


Рисунок 2. Компоновка обрабатывающего центра вертикально-фрезерного типа

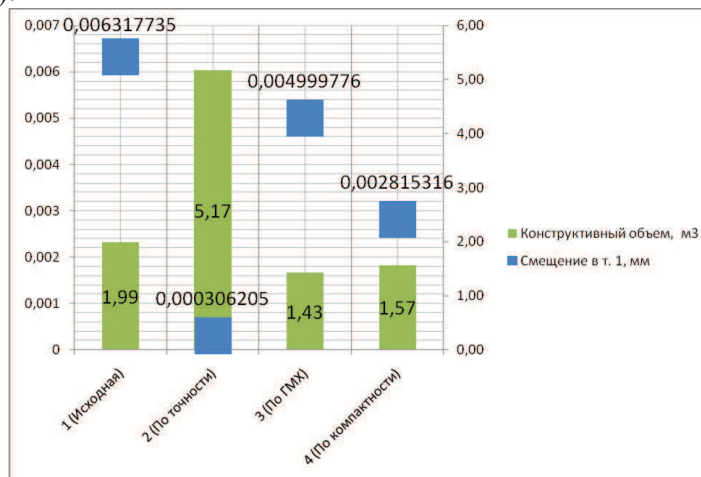


Рисунок 3. Сравнительная диаграмма синтезированных компоновок

В результате проведенных исследований было установлено, что исходная компоновка не обладает требуемой точностью; компоновка, синтезированная в результате оптимизации по критерию точности, отличается высокой точностью, но значительно увеличились габаритно-массовые характеристики станка; габаритно-массовые характеристики третьей компоновки значительно ниже второй, даже исходной, но точность едва ли не превышает допустимую; компоновка, полученная в результате оптимизации по обобщенному критерию компактности, отличается высокими показателями точности и низкими показателями ГМХ.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что многокритериальная оптимизация по критерию компактности имеет неоспоримое преимущество по сравнению с методом однокритериальной оптимизации, соответственно ее применение является целесообразным на стадии технической подготовки производства.

Литература

1. Лукина С.В., Манаенков И.В. Повышение эффективности многокоординатного фрезерования пространственно-сложных поверхностей на станках с ЧПУ // Известия МГТУ «МАМИ». - 2012, № 2 (14), т. 2, с. 124-129.
2. Лукина С.В., Манаенков И.В., Кудрявцева А.Л. Технологический синтез многоосевого станка для лазерной обработки // Ритм. – 2013, № 1 (79), с. 36-40.
3. Лукина С.В., Иванников С.Н., Крутякова М.В., Манаенков И.В. Технологический синтез мехатронных станочных систем для механической обработки // Известия МГТУ «МАМИ». - 2013, № 1 (15), т. 2, с. 48-53.
4. Лукина С.В., Иванников С.Н., Манаенков И.В. Методика формирования и выбора оптимальной конфигурации формообразующей системы многокоординатной обработки // Известия МГТУ «МАМИ». - 2013, № 2 (16), т. 2, с. 237-242.
5. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков/ Основы компонетики / -М.: Машиностроение., 1978 г. - 208 с.
6. Лукина С.В., Крутякова М.В., Соловьева Н.П., Гирко В.В. Методика сравнительной

оценки стоимости и качества инновационных решений на проектных этапах жизненного цикла высокотехнологичных изделий машиностроительных производств // Известия МГТУ «МАМИ». - 2012, № 2 (14), т. 2, с. 118-124.

Система бесконтактного копирующего H2C-интерфейса для управления антропоморфным роботом

к.ф.-м.н. Идиатуллоев Т.Т., Романцов Н.А., Чабаненко Е.Б.

Университет машиностроения

8 (495) 223-05-23, timid@mami.ru, nikittik@gmail.com, abc437@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы создания и функционирования человекоориентированных систем управления, в которых используются бесконтактные жестовые интерфейсы. Проведен анализ существующих подходов и сделаны предположения о наиболее эффективных подходах к построению таких систем.

Ключевые слова: человекомашинные интерфейсы, распознавание образов, автоматизированные системы управления, управление техническими системами, пользовательский интерфейс, когнитивная психология, юзабилити, искусственный интеллект

Разработка человекомашинных интерфейсов, безусловно, это одно из важных направлений развития современной техники. С момента появления первых паровых и электрических машин и до наших дней необходимо было обеспечить возможность выдать оператору какую-либо информацию о состоянии оборудования и предоставить ему возможность выполнить управляющие действия.

Естественно, что ранние «интерфейсы» были весьма примитивными и требовали специальной и весьма длительной подготовки, а иногда даже и тренировки. Оператор должен был понимать суть происходящих в системе (машине) процессов, чтобы в зависимости от показаний достаточно примитивных индикаторов, таких как стрелочные манометры, управлять ей, переводя бесчисленные рычаги и вентили в нужные позиции. И при этом достаточно часто цена ошибки была весьма велика – ни о каком автоматизированном интеллектуальном контроле, естественно, не могло быть и речи.

В этом контексте, конечно, крайне завораживающе выглядят фантастические «стимпанковские» механизмы, которые с помощью рычагов, часовых механизмов, паровых, пневматических и гидравлических приводов могут выполнять весьма сложные и разнообразные движения. Вершиной инженерной мысли «доэлектронной» эры стали автоматы и, как ни странно, автомобильные коробки передач. И если автоматы по своей сути – это очень сложные часовые механизмы, то гидромеханические автоматические коробки переключения передач способны реагировать на значительное число внешних факторов и могут включать даже системы кратковременной памяти в виде гидроаккумуляторов.

С приходом электрических, а впоследствии и электронных систем, появилась возможность снизить трудоёмкость управления механизмами и машинами. В производство стали внедряться автоматизированные и даже автоматические системы управления. Но по-прежнему консоль управления, основной элемент интерфейса между человеком и машиной, оставалась перегруженной. Оператор должен был понимать принципы функционирования устройства, которым должен был управлять. Именно поэтому возникло большое число специальностей «оператор чего-нибудь». Многие, даже схожие по назначению механизмы, работали и управлялись по-разному, а значит, без дополнительной подготовки правильно управлять ими было практически невозможно.

Развитие теории построения интерфейсов до определённого момента было связано с совершенствованием технологий производства электронных устройств. Появление компакт-