

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ В РОБОТОТЕХНИКЕ

М.С. Кухта, П.Я. Крауиньш, Д.П. Крауиньш, А.Д. Козлова
Томский политехнический университет
eukuh@mail.tomsknet.ru

Введение

Концепция и методы в технике сегодня обретают новое наполнение в связи с требованиями предъявляемыми к промышленным системам. Именно поэтому актуальны исследования новых подходов к конструированию и выявление роли концепции как стиля конструкторской деятельности при проектировании мехатронных систем, которые требуют от инженера понимания как механических, так и электронных процессов, происходящих в системе. Концепция во многих сферах деятельности человека понимается как замысел или система взглядов. В философии этот термин обозначает также «понимание», «конструктивный принцип, реализующий замысел». Роль концепции как исходного замысла (мысленного образца), удерживаемого в ментальном пространстве конструктора генетически очевидна.

Особенности конструирования мехатронных систем

Роль концептуального конструирования при проектировании мехатронных систем состоит в том, что инженер уже на этапе проектного анализа вырабатывает концепцию, которая связывает и управляет работой всех узлов системы проектирования, формирует принципиальную модель образа объекта. Концепция, как исходный способ оформления, организации и презентации знания в инженерной практике направляет процесс конструирования.

Особенность мехатронной системы в отличие от традиционной классической конструкции в том, что она представляет собой объединение механической и электронной подсистем с целью получения новых свойств проектируемого изделия. Объединение электронной и механической подсистемы в единое целое осуществляется с помощью элементов интерфейса, разделяемых на две группы:

- датчики, преобразующие механические и физические параметры механической подсистемы изделия в информационные сигналы, с целью анализа поведения механической подсистемы изделия,

- исполнительные механизмы, преобразующие информационные сигналы в механические и физические воздействия с целью управления механической подсистемой изделия.

Методология концептуального конструирования мехатронных систем направлена на решение новых профессиональных задач, в числе которых: повышение технико-

экономической эффективности, повышение надежности, реализация принципа модульности (механической и электронной частей системы), позволяющей создавать систему модульной архитектуры. Эти и другие актуальные задачи требуют от современного инженера понимание природы процессов преобразования энергии и информации (например при переходе от электромеханических модулей системы к информационным и наоборот).

Проектирование мехатронных систем включает этапы проектирования электронной и механической подсистем и элементов интерфейса. Эти этапы могут выполняться параллельно и в некоторой степени независимо. Например, проектирование двигателя внутреннего сгорания (ДВС) идёт параллельно с проектированием электронной системы управления двигателем (ЭСУД) автомобиля. Согласование требуется на этапе разработки элементов интерфейса и отработки алгоритмов эффективного и оптимального управления изделием в целом.

Проектирование механической подсистемы подчиняется своим правилам и алгоритмам, связанным со сферой применения изделия.

Проектирование электронной подсистемы обычно включает следующие этапы: анализ информационного потока, необходимого для полноценной работы изделия, анализ существующих решений (аппаратных и алгоритмических) подобных задач, анализ существующей элементной базы для реализации всех необходимых функций и рабочих алгоритмов электронной подсистемы, разработка функциональной схемы электронной подсистемы, разработка структурной схемы электронной подсистемы, разработка принципиальных схем блоков электронной подсистемы, разработка конструкторской документации (КД) блоков электронной подсистемы, изготовление опытного образца, испытания опытного образца, отработка алгоритмов и корректировка схем по результатам испытаний, разработка технологической документации (ТД), передача КД и ТД в производство.

Проектирование элементов интерфейса осуществляется по аналогичному алгоритму, но усложняется этапами согласования с проектированием механической и электронных подсистем.

Сложный нелинейный характер связей между элементами подсистем мехатронной системы позволяет говорить о ее синергетическом

характере, поскольку элементы системы не только дополняют друг друга, но объединяясь создают систему с новыми свойствами и качествами среди которых меньшая структурная избыточность и высокая степень интеграции что ведет к конструктивной компактности (микро и миниатюризации).

Новые свойства системы позволяют значительно повысить характеристики проектируемого изделия, выражающиеся в увеличении точности работы изделия, увеличении быстродействия работы изделия, увеличении диапазона входных воздействий на изделие, увеличении предсказуемости поведения изделия в разных условиях эксплуатации, увеличении надёжности изделия, увеличении экологичности изделия, улучшении художественно-эстетических характеристик изделия, улучшении технологичности изготовления изделия, расширении функциональности изделия, расширении сферы применения изделия за счёт расширения функциональности, сокращении сроков проектирования за счёт параллельной и в некоторой степени независимой работы над разными элементами системы.

Методы концептуального конструирования мехатронных систем

Можно выделить следующие методы концептуального конструирования мехатронных систем: метод параллельного проектирования, предполагающий одновременное проектирование блоков мехатронной системы; метод модульного проектирования позволяющий из отдельных блоков-модулей компоновать сложные системы модульной архитектуры; метод перераспределения функциональной нагрузки от механической подсистемы (МПС) к электронной подсистеме (ЭПС) что позволяет существенно упростить МПС и увеличить функциональность системы за счет гибкости управляющих алгоритмов; метод визуализации процессов с использованием систем виртуальной реальности позволяющий прогнозировать поведение сложной технической системы на этапе ее проектирования.

Мехатронный модуль солнечной панели

Применение методов концептуального конструирования верифицируется на примере мехатронного модуля солнечной панели

Перспективность использования механизмов с параллельной кинематикой при построении технологического оборудования не вызывает сомнений, так как обладают рядом положительных качеств. При проектировании технологического оборудования, построенного на основе таких механизмов, возникает потребность в решении задач кинематики и динамики.

Конструктивно в системе управления солнечными батареями выделяется электропривод, объектом управления которого являются панели

солнечных батарей, которые управляются мехатронным модулем по углу места и азимута.

Электропривод конструктивно реализуется в составе мехатронного модуля, управляемого контроллером.



Рис. Структурная схема мехатронного модуля солнечной панели.

Электропривод обеспечивает необходимое позиционирование солнечной батареи по сигналам датчика абсолютного положения и информации о положении солнца, поступающей из блока управления. Электрическое питание системы управления осуществляется накопителем энергии, который управляется контроллером питания. Электропривод обеспечивает как автоматизированное, так и автоматическое управление положением солнечных батарей.

Заключение

Мехатронные модули электропривода (рис.) позиционируют солнечные батареи с высокой точностью и тем самым управляют эффективностью генерации электрической энергии, что позволяет получать стабильный уровень электрической энергии и обеспечивает сглаживание дневных пиковых нагрузок на энергетическую сеть.

Список использованных источников

1. Алексеев А.Ю. Когнитивно-антропологические проблемы исследования электронной культуры. // Вестник гуманитарного факультета Ивановского государственного химико-технологического университета. – 2014. – №7. – С. 35 – 40
2. Sokolov A. P. , Kukhta M. S. , Solovjev R. I. Mathematical modeling in concept designing of bionic objects // Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: Proceedings of International Conference, Tomsk, December 1–4, 2015. – Tomsk: TPU Publishing House. – 2015. – p. 1–4
3. Степанова Д.Л., Крауиньш П.Я. Оценка КПД волнового редуктора с модифицированным профилем зуба // Молодёжь и современные информационные технологии: сб. науч. работ – Томск: Изд-во ТПУ. – 2016. – Т.1. – С. 154–155.
4. Смирнов В. А., Петрова Л. Н. Динамическая модель механизма с параллельной кинематикой // Вестник ЮУрГУ. Серия: Машиностроение. – 2009. – №11. – С.143–147
5. Кухта М. С. , Куманин В. И. , Соколова М. Л., Гольдшмидт М. Г. Промышленный дизайн. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 312 с.