

никающих при реализации виртуального адресного пространства:

1. Обеспечение актуальности информации о расположении удалённых данных.

2. Снижение коммуникационных задержек и больших накладных расходов при доступе к удалённым данным, связанным с выполнением коммуникационных протоколов.

3. Организация одновременного доступа нескольких узлов к разделяемым данным для повышения производительности системы.

В литературе рассматриваются несколько основных алгоритмов реализации распределённой общей памяти (алгоритм с центральным сервером, миграционный алгоритм, алгоритм размножения для чтения, алгоритм полного размножения), которые считаются неэффективными на практике, но могут иметь место в сочетании с другими алгоритмическими и архитектурными решениями.

Кроме того, одним из путей решения первых двух задач является использование алгоритма *распределённого прямого доступа к памяти (RDMA)*, который позволяет исключить процесс многочисленного каскадного буферирования-копирования данных,

который используется при связи узлов по протоколу TCP/IP. Эта технология поддерживается в сети InfiniBand.

Основная идея концепции RDMA заключается в том, чтобы размещать нужные данные непосредственно в память приложения, минуя многочисленное буферирование из буферов сетевого адаптера в буферы сетевого протокола, операционной системы, дисков, и так далее. Технология RDMA позволяет осуществлять удаленный прямой доступ к памяти без участия центрального процессора. В формате пакетов, передаваемых с помощью технологий RDMA, указан буфер памяти приложения, в который должны быть доставлены входящие данные.

Использование RDMA технологий позволяет на 40% разгрузить работу процессора и повысить эффективность и быстродействие сети в целом.

Однако реализация данной технологии требует больших накладных расходов и дорогостоящих интеллектуальных сетевых адаптеров, что сужает область её применения. Поэтому сети InfiniBand используются в основном для связи с вычислителями кластера, удалёнными на значительные расстояния (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика шин

	<i>InfiniBand</i>	<i>SATA v3.0</i>	<i>Fibre Channel</i>	<i>Ultra-320 SCSI</i>	<i>Ultra-640 SCSI</i>	<i>SAS-2</i>
Тип протокола	Послед.	Послед.	Послед.	Паралл.	Паралл.	Послед.
Пропускная способность	От 2,5 до 25 Гбит/с на канал	6000 Мбит/сек	От 1 до 20 Гбит/с	2560 Мбит/сек	5120 Мбит/сек	6000 Мбит/сек
Кодирование	64/66 или 8/10	8/10	64/66 или 8/10	-	-	8/10
Скорость передачи	От 250 до 2500 Мбайт/сек	600 Мбайт/сек	От 250 до 2000 Мбайт/сек	320 Мбайт/сек	640 Мбайт/сек	600 Мбайт/сек
Максимальная длина кабеля	До 100 метров	1 метр	До 2 км	12 метров	До 1 метра	8 метров

Для связи модулей внешней памяти и ЭВМ, удалённых на небольшие расстояния, высокие накладные расходы на передачу данных, характерные для сети InfiniBand, являются неприемлемыми. Для этого случая более подходит связь через высокоскоростную системную шину, например PCI Express, имеющую кабельную реализацию протокола.

При осуществлении связи узлов по кабельному варианту шины PCI Express быстрый доступ к удалённой памяти реализуется за счёт механизма *окон перекрёстного доступа* и специальной настройки портов внешних и внутренних коммутаторов PCI Express. Такое решение не требует использования дорогостоящего оборудования, однако сужает радиус действия коммутационной среды до 15 метров.

Таким образом, сочетание всех перечисленных уровней реализации коммутационной среды в рамках одной кластерной системы требует разработки особых алгоритмов управления семантикой обращений к памяти и решения задач когерентности памяти и оптимизации распределения данных по разным типам памяти системы.

Список литературы

1. Джад, Д. Основы проектирования SAN / Д. Джад – Сан-Хосе: Infinity Publishing, 2008. – 589 с.

2. Кластеры на многоядерных процессорах / И.И. Ладыгин, А.В. Логинов, А.В. Филатов, С.Г. Яньков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 112 с.

3. Корнеев, В.В., Параллельные вычислительные системы / В.В. Корнеев – М.: «Нолидж», 1999. – 320 с.

РАСЧЕТ ЧАСТОТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ БЛОКА ШЕСТЕРЕН В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Исаева Е.А., Крутина Е.В.

Московский Государственный Машиностроительный Университет (МАМИ), Москва, Россия

В настоящее время для анализа динамических характеристик элементов конструкций широко применяются численные методы и прежде всего метод конечных элементов (МКЭ).

Современные комплексы программ, в которых используется МКЭ, позволяют получать приближенные численные решения при расчете конструкций на статические и динамические нагрузки для широкого класса материалов с различными механическими характеристиками и поведением. Расчет конструкций на статические нагрузки может производиться с учетом физической и геометрической нелинейности, температурных полей, взаимодействия с другими средами. Производится расчет критических нагрузок,

при которых конструкция или ее элементы теряют устойчивость, поведения конструкции после потери устойчивости.

МКЭ позволяет также определить нагрузки, при которых происходит разрушение конструкции. Учитываются такие свойства материала как анизотропность, нелинейная упругость, пластичность, текучесть. Учитываются виды геометрической нелинейности: большие деформации и большие перемещения. Основными динамическими задачами являются: расчет собственных колебаний конструкции; динамический отклик на нагрузку, зависящую от времени; распространение волн.

В данной работе использовался программный комплекс ANSYS, который позволяет производить модальный анализ - один из методов определения форм и частот собственных колебаний. Модальный анализ является важной частью любого динамического анализа, он позволяет оценить динамическое поведение объекта.

Собственные (или свободные) колебания совершаются при отсутствии внешних сил. Это наиболее естественные движения конструкции. Они являются важнейшей характеристикой линейных систем.

Уравнения собственных колебаний является частным случаем уравнения движения:

$$[M] \{v''\} + [K] \{v\} = 0,$$

В анализе свободных колебаний предполагается упругое поведение конструкции, поэтому ожидаемый отклик является гармоническим:

$$\{v\} = \{v_0\} \cos \omega t$$

$$\{v''\} = -\{v_0\} \omega^2 \cos \omega t$$

В результате получим:

$$(-[M] \omega^2 + [K]) \{v_0\} = 0$$

Процедура анализа сводится к следующему:

- построение геометрической модели;
- задание свойств материалов;
- назначение контактных условий;
- выбор опции расчета;
- вид анализа;
- метод вычисления форм и частот собственных колебаний;
- записать полученные формы колебаний в файл результатов;
- просмотреть результаты с помощью постпроцессора.

Расчетная модель блока шестерен строилась средствами препроцессора ANSYS. Использовалась твердотельная модель. Для разбиения на конечные элементы использовался тип КЭ 20-узловой 3-х мерный квадратичный элемент Solid95.

Блок шестерен состоит из двух шестерен (количество зубьев $z_1=18$ и $z_2=37$), соединенных валом.

Закрепление модели блока шестерен (рисунок 1) выполнено в месте посадки шарикового подшипника в радиальном и тангенциальном направлениях, а в месте посадки подшипника скольжения – в радиальном направлении. Фиксация в осевом направлении выполнена по буртику упора шарикового подшипника и по торцу блока шестерен со стороны подшипника скольжения.

Для построения частотной диаграммы расчет ЧСК блока шестерен выполнен для случаев:

- $n=0$ об/мин;
- $n=12000$ об/мин (максимальная частота вращения).

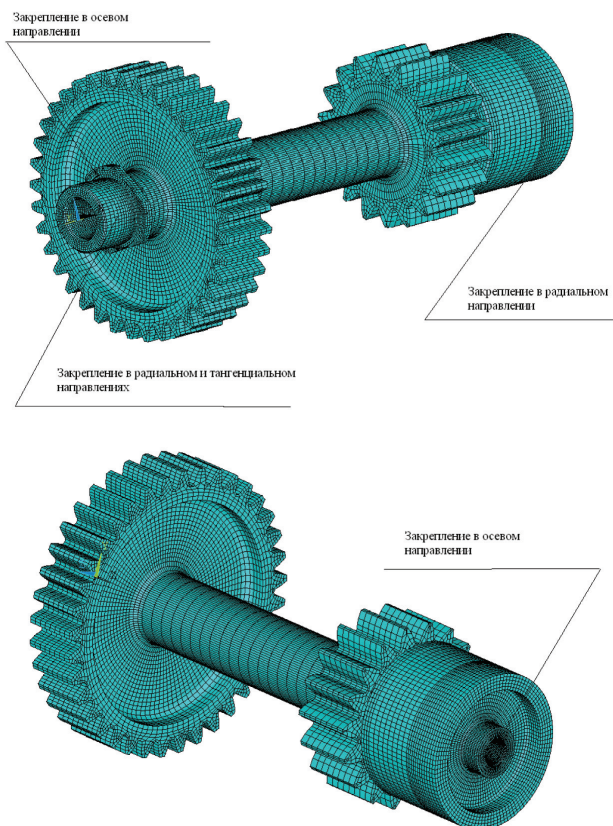


Рисунок 1 – Расчетная модель блока шестерен.
Закрепление модели

Результаты ЧСК и соответствующие им формы колебаний блока шестерен приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчёта форм и частот собственных колебаний

ЧСК f , Гц		Форма частот собственных колебаний
$n=0$ об/мин	$n=12000$ об/мин	
1301,9	1293,9	Сдвиг
2189,5	2198,1	1 узловой диаметр
2645,8	2645,6	Крутильные колебания
3495,3	3498,8	Зонтичные колебания
4359,4	4356,5	Изгиб валика
4954,5	4962,7	2 узловых диаметра
6723	6721,2	Изгиб валика (2 форма)
7992,8	7992,9	Сдвиг

По результатам расчета ЧСК построена диаграмма Кэмпбелла (рисунок 2).

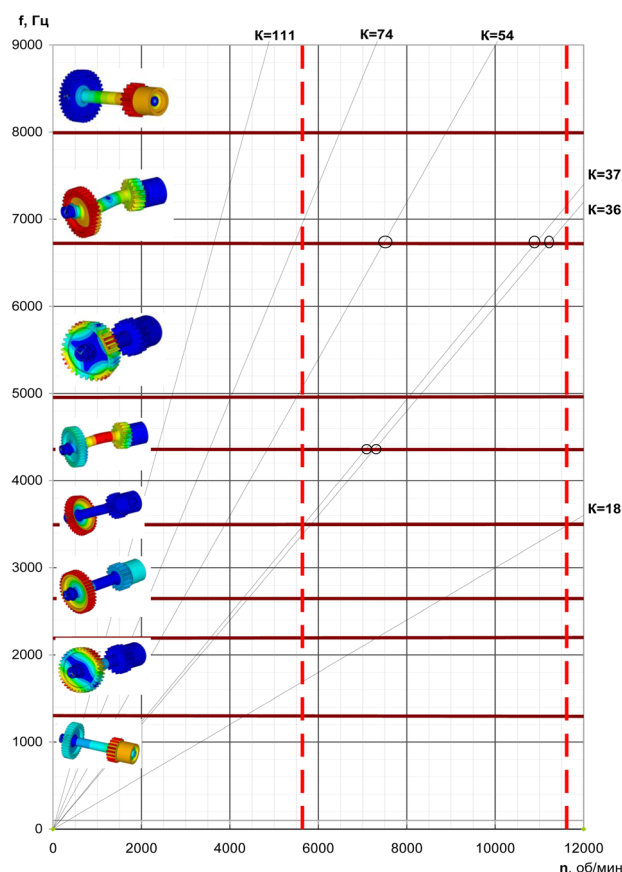


Рисунок 2 – Диаграмма Кэмпбелла

В рабочем диапазоне 5639...11616 об/мин (50...103% nРВД) лежат следующие формы собственных колебаний блока шестерен, которые могут влиять на работоспособность подшипника скольжения:

а) $f_5=4359,4$ Гц – изгиб валика при частотах вращения блока шестерен:

– $n=7100$ об/мин с кратностью $k=37$, соответствующей количеству зубьев большей шестерни;

– $n=7300$ об/мин с кратностью $k=36$, соответствующей удвоенному количеству зубьев меньшей шестерни.

б) $f_7=6723$ Гц – вторая изгибная форма колебаний валика при частотах вращения блока шестерен:

– $n=7490$ об/мин с кратностью $k=54$, соответствующей утроенному количеству зубьев меньшей шестерни;

– $n=10900$ об/мин с кратностью $k=37$, соответствующей количеству зубьев большей шестерни;

– $n=11250$ об/мин с кратностью $k=36$, соответствующей удвоенному количеству зубьев меньшей шестерни.

Список литературы

- Молчанов И.Н., Николенко Л.Д. Основы метода конечных элементов. Киев: Наукова Думка, 1989. 272 с.
Хечумов Р.А., Прокопьев В.И. Применение метода конечных элементов к расчету конструкций. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1994. 353 с.
Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах. М.: КомпьютерПресс, 2002. 224 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Карпов Д.А.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, Россия

Энергосбережение является одной из ключевых задач в областях экономики, экологии, устойчивого развития регионов во всем мире. Существенная составляющая этих проблем лежит в области производства, распределения и потребления электрической энергии, доля которой неуклонно возрастает в структуре всех энергетических ресурсов (сегодня это от 20 до 25%). В современной научной литературе можно найти немало примеров постановки и решения вопросов энергоэффективности промышленного электрооборудования, а также практической реализации. Однако, все еще недостаточно внимания к подобным системам малой и микро мощности (от десятков до сотен Ватт). К слову, КПД мощного электрооборудования может быть достаточно высок (от 0,8 до 0,95 и выше), а вот, к примеру, коллекторные электродвигатели мощностью до 1 кВт имеют КПД от 0,7 до 0,2 (в сторону уменьшения мощности). Таким образом, имеется огромный резерв энергосбережения, умноженный на большое количество (миллионы экземпляров) маломощного электрооборудования (в области бытовой техники, строительного инструмента, автономных систем энергообеспечения и автоматики). Автором выбраны две задачи повышения энергоэффективности, имеющие общие проблемы и базирующиеся на единой теории: машино-вентильные преобразователи энергии. Основу выбранной базы составили маломощные генераторы электроэнергии автономных систем и систем, работающих от источников возобновляемой энергии, а также электроприводы малой мощности массового потребления (основной источник потерь).

Для оценки фактической энергоэффективности системы необходимо использовать энергетический КПД, то есть производит сравнение необходимой полезной энергии на выполнение некоторой работы с энергией, потребленной от источника за это же время. В ряде случаев непросто оценить необходимую полезную энергию и приходится пользоваться лишь фактической оценкой, которую удастся получить по результатам измерений и которая может отличаться от необходимой (например, неверно выбранная нагрузка). Однако такая оценка лучше, чем часто практикуемая оценка по КПД в точке, вычисленному по отношению полезной и потребленной мощностей в каком-либо режиме.

Необходимо подчеркнуть некорректность оценок по мощностям в точке (в одном режиме) для процессов, изменяющихся во времени (например, вода, ветер и может меняться в разное время суток).

Задачу оптимального управления электропривода с точки зрения энергоэффективности можно сформулировать следующим образом: за произвольное время переходного процесса энергия, потребляемая от пре-

образователя, была минимальной. Основное уравнение движения ЭП в системе относительных единиц имеет вид:

$$\mu = \frac{dv}{d\tau} + \mu_c$$

Для обеспечения максимума динамическому КПД:

$$\eta(\tau) = \frac{\int (\mu_c \cdot v) \cdot d\tau}{\int (\mu_c \cdot v + \Delta P) \cdot d\tau},$$

где ΔP – это потери в ЭП: электрические $\Delta P_{\text{э}}$ и механические $\Delta P_{\text{мех}}$.

Тогда, пренебрегая механическими потерями, решение имеет вид:

$$u = \pm \sqrt{a \cdot \mu}.$$

Таким образом, действующее значение питающего напряжения должно возрастать по параболическому закону. Такая функция изменения действующего значения питающего напряжения будет оптимальной с точки зрения выполнения энергетического критерия.

При создании децентрализованных систем энергообеспечения возникает задача по обеспечению потребителей электрической энергией, параметры которой удовлетворяют необходимым требованиям. Особо остро данная проблема проявляется при создании систем на базе нетрадиционных источников, использующих механическую энергию возобновляемых природных ресурсов.

Задачи стабилизации частоты и напряжения переменного тока автономной энергоустановки обуславливаются следующими факторами:

непосредственная связь электрического генератора с первичным двигателем; нестационарный характер энергетического потока; соизмеримость мощности нагрузки с мощностью привода генератора; случайный характер изменения нагрузки. В системах электроснабжения стабильной частоты токи и напряжения электромашинного генератора в процессе работы изменяются как по амплитуде, так и по форме. Это обстоятельство в значительной степени усложняет учет преобразовательной нагрузки электромашинного генератора.

В заключение отмечу, что приведенные в статье задачи имеют серьезную недоисследованность, а прикладное их значение приобретает все большую актуальность.

ПЛАЗМЕННЫЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Катруха С.К., Фалова О.Е.

Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ), Ульяновск, Россия

На сегодняшний день проблема обращения с медицинскими отходами является одной из наиболее актуальных в области экологии и природопользования.

К сожалению, в нашей стране 90% отходов подвергаются захоронению (депонированию) на полигонах, что связано с транспортными расходами и отчуждением больших территорий. Кроме того, полигоны зачастую не соответствуют элементарным санитарно-гигиеническим требованиям и являются