

T - коэффициент значимости ТР при изучении конкретного предмета;

K_{REZ} - коэффициент для определенного вида итогового контроля (зачет, экзамен, консультация и т.д.).

После изучения всех тематических разделов курса рассчитывается коэффициент усвоения учебного курса для каждого обучаемого по формуле:

$$k_{ук} = \frac{\sum_{j=1}^m k_{ТРj}}{m} \quad (2)$$

где

$k_{ук}$ - коэффициент усвоения учебного курса;

$k_{ТРj}$ - коэффициент усвоения по j -му тематическому разделу учебного курса;

m - количество ТР, из которых состоит учебный курс.

Коэффициент $k_{со}$, полученный после завершения процесса обучения по заданному сценарию обучения, рассчитывается следующим образом:

$$k_{со} = \frac{\sum_{i=1}^p (k_{укi} \cdot \lambda_i)}{p} \quad (3)$$

где

$k_{укi}$ - коэффициент усвоения учебного курса;

p - число вопросов в сценарии обучения;

λ_i - вес i -го вопроса в компьютерном учебнике при АТК знаний.

Полученная оценка фиксируется в модели обучаемого.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье предложены методы обработки информации в экспертно-обучающей системе: метод реализации объяснительной функции, метод генерации вопросов при адап-

тивном тестовом контроле знаний и метод оценки знаний обучаемого. Данные методы позволяют усовершенствовать структуру ЭОС, предоставляя возможность создавать различные сценарии обучения с расширенными функциями объяснения, тестирования и оценки знаний обучаемого.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кокорева Л.В., Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л. Диалоговые системы и представление знаний. - Киев: Наукова думка, 1993. - 448 с.
- [2]. Котова Л.В. Формирование модели обучаемого в тестирующей АОС// Материалы Междунар. науч. метод. конф. МАПРЯЛ. Минск, 27-28 мая 1999 г. - Мн.: БГЭУ, 2000, - С. 86-87.
- [3]. Котова Л.В., Шибут М.С., Ярмош Н.А. АОСПроект и АОСКонтроль: возможности обучения и контроля знаний // Труды четвертой международной конференции "Новые информ. технологии" НИТе'2000. Т. II - Мн. 2000, стр. 101-104.
- [4]. Липницкий С.Ф., Ярмош Н.А. Моделирование интеллектуальных процессов в инженерных информационных системах. - Мн.: Беларуская навука, 1996. - 222 с.
- [5]. Лобанов Ю.И. Персональные консультирующие системы - реальные усилители естественного интеллекта // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. - 1995. № 6. - С. 30-33.
- [6]. Котова Л.В., Липницкий С.Ф., Ярмош Н.А. Объяснительная функция в системе автоматизации обучения // Интеллектуальные системы/Сб. науч. трудов. Вып. 2. — Минск: Ин-т технич. киберн. НАН Беларуси, 1999. — С. 149-156.
- [7]. Федосенко М.Ю. Использование средств генерации вопросов и задач в экспертно-обучающих системах // Использование компьютерных технологий в обучении. - Киев, 1990. С. 36-40.
- [8]. Kotova L., Yarmosh N.A. Testing in Computer-Assisted Learning Systems// Interactive systems. The problems of human-computer interaction // In Proc. of Int. Conf. IS-99 - Ulianovsk, 1999 P.86-87

ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ В ПРАКТИКЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Н.И. Петкевич

Республиканское научно-инженерное унитарное предприятие «Системы автоматизации»,
ул. Сурганова, 6, Минск, 220012, БЕЛАРУСЬ, тел. 284-19-62

Анализ поведения конструкции под действием внешних сил является основным (не считая функциональных требований) для разработки оптимальной инженерной конструкции,

обеспечения ее прочности и надежности во время эксплуатации. Достижение требуемой прочности изделия обеспечивается как конструктивно - путем выбора соответствующей

геометрической формы, размеров изделия, материала для его изготовления, так и технологически - путем применения различных технологических процессов термообработки, покрытия и т.д. Для автоматизированного выполнения анализа конструкции разработано и используется достаточно много систем инженерного анализа (CAE-систем), которые решают задачи различной сложности. Эти системы являются неотъемлемой частью интегрированной среды проектирования любого уровня, будь то автоматизированное проектирование детали или автоматизация в масштабах целого предприятия.

Рассмотрим в данном докладе конструктивную составляющую обеспечения прочности изделия.

Уровень развития современной вычислительной техники позволяет использовать мощный математический аппарат метода конечных элементов (МКЭ) для выполнения прочностных расчетов с помощью компьютерных технологий. К достоинствам МКЭ можно отнести гибкость и разнообразие сеток, сравнительную простоту приемов построения схем высоких порядков точности для эллиптических краевых задач в произвольных областях, простоту приемов удовлетворения естественным краевым условиям, поэлементную консервативность, сближающую свойства вычислительных схем и решаемых задач. В настоящее время метод конечных элементов превратился в инструмент решения уравнений в частных производных, встречающихся в механике, тепломеханике, электродинамике, являясь универсальным средством предсказания физики поведения исследуемых объектов.

В МКЭ упругое тело заменяется набором элементов, упругие свойства которых полностью описываются матрицами жесткости элементов, получаемыми для каждого элемента независимо от соседних. Объединение в систему производится путем записи уравнений равновесия для обобщенных узловых сил (и моментов). Таким образом, в системе взаимодействие между элементами осуществляется лишь через узловые точки, расположенные на границах элементов. При проведении таких расчетов используется компьютерная геометрическая модель изделия, для которой моделируются условия эксплуатации (закрепления и нагружения).

Для выполнения подобных компьютерных расчетов используются численные методы, в которых неизвестные величины вычисляются с некоторой точностью, и поведение реального изделия заменяется математической моделью

(ММ). в результате этого полученные данные могут отличаться от результатов стендовых испытаний. Поэтому следует помнить, что поведение реального изделия отличается от точного решения ММ, и точное решение ММ отличается от ее численного решения. Избежать ошибок, вносимых заменой реального поведения изделия на точное решение ММ, можно с помощью уточнения этой модели или выбора другой модели, описывающей поведение изделия.

В большинстве случаев для выбора ММ требуется опыт работы и интуиция, так как нет общей рекомендации, как строить корректную ММ. Ошибку, вносимую численными методами, можно уменьшить, построив более густую сетку конечных элементов в опасных зонах. Так как сгущение сетки ограничено ресурсами компьютера, на котором выполняются вычисления, то сетку рекомендуется сгущать только в опасных зонах изделия.

Несмотря на погрешности численных методов анализа, они позволяют определить тенденцию изменения прочностных характеристик изделия при изменении его формы и размеров, что дает возможность конструктору целенаправленно вести поиск рациональных конструктивных решений.

Работа с такими специализированными модулями требует специальных знаний, навыков. Следовательно, для того чтобы параллельно моделировать изделие и проводить его анализ, необходимо предоставить конструктору такие инструменты анализа, которые бы требовали минимальных навыков работы с МКЭ. Проведение анализа по МКЭ можно разделить на следующие этапы:

- построение сетки конечных элементов;
 - назначение свойств конечным элементам;
 - определение граничных условий;
 - задание нагрузок;
 - проведение расчета подготовленной модели;
 - визуализация данных.
- Поэтому для конструктора, работающего с системами геометрического трехмерного моделирования, желательно, чтобы в модулях анализа были реализованы:
- интуитивные инструменты анализа (например, инженерная терминология, известные материалы, доступная форма получаемых результатов);
 - непосредственное использование геометрии конструкции при выборе зон/точек фиксации, нагружения;
 - автоматическое построение сетки конечных

элементов;

- надежные средства визуализации результатов, проверенных практикой.

Наличие подобных инструментов позволит конструктору сосредоточиться на процессе проектирования изделия, а не на вопросах построения сетки, проведении расчетов, визуализации результатов. На этом этапе анализ должен дополнять проектирование, позволяя находить наилучшие параметры изделия. Затем модель изделия, при необходимости, передается на этап

всестороннего анализа.

Инженерный анализ в процессе моделирования конструкции можно проводить двумя способами (Рис. 1):

- 1) передача данных моделирования на анализ с помощью различных интерфейсных программ (Рис. 1, а);
- 2) использование интегрированной системы (Рис. 1, б).

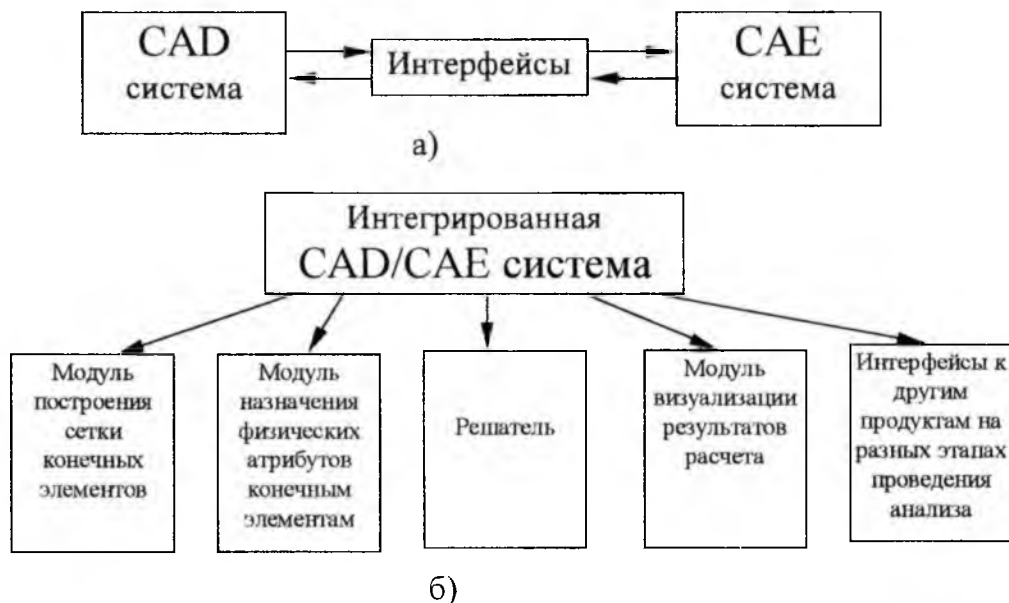


Рисунок 1. Инженерный анализ в процессе моделирования

Каждая из схем имеет свои преимущества и недостатки.

В первом случае используется несколько программных продуктов, между которыми необходимо провести интеграцию и отработать последовательность действий: построение геометрической модели (CAD система) → построение модели для проведения расчетов (препроцессор) → выполнение расчетов (CAE система) → визуализация результатов расчета (постпроцессор). Таким образом, необходимо корректно состыковать все модули, чтобы не тратить время на передачу модели из одной среды в другую и избежать ошибок, которые могут возникнуть при передаче данных, что приведет к увеличению сроков проведения анализа из-за необходимости их устранения. С другой стороны, специализированные CAE системы позволяют решить широкий круг задач статика, динамики и т.д.

Во втором случае отсутствует необходи-

мость трансляции моделей изделия из одного формата в другой, что помогает избежать передачи ошибочных данных и ускорить процесс проведения расчетов. Круг задач, решаемых этими системами, также разнообразен, хотя и более узок

Анализ применяется на различных фазах жизненного цикла изделия: проектирование, контроль, проведение испытаний и обследований, упаковка и хранение. Конечно, в большинстве случаев анализ остается тесно связанным с тестированием, но главное направление его развития заключается в замещении дорогих экспериментальных тестов компьютерным моделированием. Особенности использования инженерного анализа зависят от этапа проектирования, на котором анализ выполняется, а также от типа проектируемого изделия. Нами проведена классификация инженерного анализа в процессе проектирования при использовании компьютерных технологий для многодетальных изделий (Рис. 2)

Рассмотрим каждый уровень более подробно:

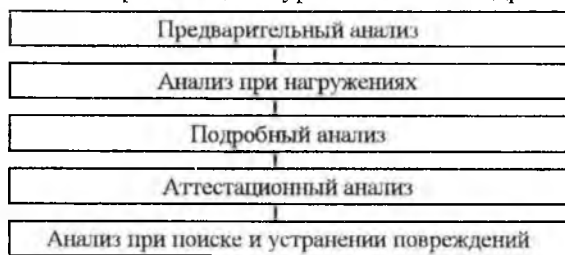


Рисунок 2. Уровни инженерного анализа многодетальных изделий

Предварительный анализ. В соответствии с множеством функциональных условий проектируемый объект замещается упрощенной моделью, которая состоит из набора важнейших компонент. Цель этой начальной стадии анализа – определить основные структурные характеристики объекта, его геометрические формы, материалы входящих компонент и габаритные размеры. Когда различные проекты – “кандидаты” оценены, этот тип анализа может быть использован для выбора лучшего прототипа среди различных вариантов.

Анализ при нагрузениях. На этом уровне проектируемый объект моделируется как единая сущность в ее реальном виде (т.е. самолет, мост, локомотив и т.д.) с использованием упрощенной геометрии компонент. Цели этого анализа – выявление компонент проектируемого объекта, которые подозрительны на некорректное поведение во время эксплуатации (чувствительные компоненты), и оценка основных характеристик проектируемого объекта в зависимости от специфических условий внешней среды.

Подробный анализ. На этом уровне чувствительные компоненты изолируются и анализируются отдельно. Компоненты выбираются по результатам анализа, выполненного на предыдущем уровне. Во внимание принимается подробная геометрия, и проектирование на этом уровне заключается в строгом удовлетворении функциональных спецификаций.

Аттестационный анализ. Этот анализ выполняется при интеграции компонент проектируемого объекта. На этом уровне не предполагается изменение моделируемого объекта. Это по существу выполнение контрольной сборки на полной модели с целью подтверждения всех предыдущих типов анализа с учетом таких вопросов, как надежность и соотношение с тестовыми данными.

Анализ при поиске и устранении повреждений. Этот анализ проводится для того, чтобы определить дефекты функционирования существующего изделия и выполнить возможную коррекцию. На этом уровне может быть использован любой анализ из упомянутых выше.

Интерес для практического пользователя представляет степень соответствия получаемых при работе аналитической программы результатов и конкретной, решаемой в данный момент инженерной задачей. С помощью САЕ-систем для виртуальных образцов изделия проводят виртуальные испытания на прочность, вследствие чего возникает вопрос: насколько можно доверять этим расчетам и можно ли доверять им вообще? Для ответа на этот вопрос в САЕ-системе просчитываются классические задачи сопротивления материалов, и полученные результаты сравниваются с расчетными данными. На основании этих сравнений вырабатывается степень доверия к компьютерным расчетам.

Так как компьютерные испытания различных вариантов изделия в САЕ-системах требуют меньших временных и материальных затрат, чем при изготовлении и испытании опытных образцов, то с помощью этих компьютерных испытаний можно подготовить данные для их последующей статистической обработки. Это позволит в последующем определить, есть ли зависимость одних конструктивных параметров от других, есть ли влияние параметров на конечный результат, и оценить вклад каждого параметра в конечный результат. Основываясь на этих расчетах, конструктор сможет подобрать такие параметры, которые, с одной стороны, обеспечивают прочность изделия, а с другой, - удовлетворяют другим конструктивным требованиям.

При проектировании изделия важно определить, какие геометрические параметры оказывают влияние на его прочность, оценить это влияние, и оценить доверие к этим результатам.

Для того чтобы проводить оценку влияния геометрических параметров на прочность изделия можно использовать методы математической статистики по следующей схеме:

- определить факторы, влияние которых будет исследовано;
- подготовить данные для исследования (например, с помощью систем инженерного анализа);
- выбрать метод исследования;
- сформулировать гипотезу, справедливость которой будет доказываться;

- проверить гипотезу;
- сделать выводы и дать рекомендации по изменению конструкции, если это необходимо.

Подобный подход был использован при исследовании конструкции сборных поддонов для транспортировки катушек с металлокордом (Рис. 3).



Рисунок 3. Фотореалистическое изображение поддона

Для проведения анализа использовался модуль системы CATIA® Generative Part Stress Analysis, который представляет собой расчетную среду для прогноза напряженно-деформированных состояний.

Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции поддона проводится для следующих вариантов нагружения:

- поддон стоит на плоском основании и несет максимальную нагрузку 6 тонн;
- поддон с катушками поднят на лапах погрузчика (лапы расположены поперек поддона, ширина лапы 170 мм, расстояние между внутренними краями лап 230 мм);
- поддон с катушками поднят на лапах штабелера (лапы расположены вдоль поддона, ширина лапы 180 мм, расстояние между внутренними краями лап 190 мм);

- поддон с катушками установлен на цепном конвейере, расстояние между внутренними краями опор 1000 мм.

Анализ конструкции поддона при различных условиях его эксплуатации показал следующее.

1. Исследование поведения деталей поддона при максимальной нагрузке в шесть тонн, которая возникает при складировании поддона в штабели из трех поддонов, необходимо проводить на точной электронной модели поддона для повышения достоверности и надежности результатов. При этом с учетом статичности нагрузки и ее равномерного распределения по поверхности поддона достаточно построить точную модель одной опоры поддона, включая проставку и сопрягаемые с ней части плиты и пластины.
2. Исследование конструкции поддона при трех вариантах его транспортировки (на лапах погрузчика, на лапах штабелера, на цепном конвейере) с нагрузкой в две тонны достаточно проводить на упрощенной компьютерной модели поддона в сборе, при этом приведенная толщина верхней плиты – 26 мм, нижней пластины – 11 мм.

Таким образом, применение инженерного анализа в процессе проектирования конструкции позволило определить не только оптимальные размеры, но и оценить достоверность полученных результатов.

По данным результатам был изготовлен опытный образец в ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси, стендовые испытания которого показали, что результаты компьютерного анализа почти совпадают с результатами, полученными практически.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕПРОЕКТИРОВАНИЯ БАНКОВСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

О.А. Морозевич

Белорусский государственный экономический университет, Партизанский пр., 26. Минск.
220627, БЕЛАРУСЬ

1. БАНК КАК ОБЪЕКТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Ошибки проектирования банковских бизнес-процессов (ББП) имеют значительные, далеко идущие последствия. Поэтому исследование проблем их создания и внедрения новых ББП, а также их «интеллектуальной основы» – банков-

ских информационных технологий (ИТ) является весьма важной задачей. При детальном анализе становится ясным, что указанная задача имеет две составляющих: одна связана с общими вопросами проектирования (перепроектирования) ББП, другая – с множеством про-