

значение не только информация, усвоенная в виде знаний, но и процесс умственной деятельности, способствующий активизации психофизиологических функций и обеспечивающий совместную оптимальную деятельность этих функций в целостной системе интеллекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ладенко И.С., Волкова Г. П. Развитие интеллекта в образовании и освоение интеллектуальных технологий. – Новосибирск: изд-во ИФиПр СО РАН, 1994. – 47 с.
2. Пызин В.А. Профессиональный выбор и отбор персонала управления. – М.: Дружба народов, - 1996. – 142 с.
3. Степанова Е.И. Психология взрослых: экспериментальная акмеология. - СПб.: Алетейя, 2000. – 288 с.
4. Холодная М.А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.

УДК 621.9.06.001.57 (07.07)

Колесников Л.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ- МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Для расчетов сложных конструкций в машиностроении уже несколько десятилетий используются пакеты, основанные на методе конечных элементов (МКЭ). До недавнего времени расчет МКЭ мог провести только инженер-расчетчик или профессиональный математик, имеющий инженерный опыт. Это было связано с недостаточной мощностью ЭВМ, поэтому компактную и вместе с тем точную модель для вычисления МКЭ мог составить только специалист высокой квалификации.

В последние несколько лет ситуация кардинально изменилась. Вычислительная мощность ЭВМ возросла на несколько порядков. Появилась возможность в разумные сроки рассчитывать даже неоптимизированные конечно-элементные модели. Эту возможность использовали разработчики САПР. Наряду с универсальными МКЭ-пакетами (ANSYS, NASTRAN) в большинстве современных САПР появились дополнительные МКЭ-модули для прочностных и тепловых статических расчетов. Такой модуль позволяет оценить, например, распределение напряжений в детали сложной формы или ее де-

формацию при неравномерном нагреве.

Одновременно изменились и условия работы предприятия. В настоящее время для предприятия жизненно важно предельно сократить сроки освоения новой, конкурентоспособной продукции. Вместе с тем на доводку нового изделия традиционными способами – по результатам испытаний опытного образца или опыта эксплуатации пробной партии – обычно не хватает ни времени, ни средств. Одним из наиболее эффективных способов сократить время освоения нового изделия, снизить число ошибок, выбрать оптимальные решения еще на стадии проектирования является математическое моделирование посредством МКЭ. Поэтому именно в настоящее время широкое использование модулей САПР для расчета МКЭ может принести наибольшую пользу предприятию.

Тем не менее, использование расчетных возможностей современных САПР на отечественных предприятиях совершенно недостаточно. Неумение пользоваться современными расчетными пакетами, представление о МКЭ-расчетах как о чем-то очень сложном и недоступном, в определенной мере «боязнь» компьютерных расчетов привело к тому, что большинство отечественных инженеров даже не пытаются ставить задачи, требующих для своего решения использования МКЭ. В свою очередь, отсутствие реальных инженерных задач не стимулирует интерес к освоению МКЭ-пакетов. Наиболее естественным способом разорвать этот замкнутый круг представляется обучение студентов-машиностроителей хотя бы основным приемам работы в МКЭ-пакетах на примерах задач, близких к их специализации.

В процессе такого обучения студент должен научиться владеть базовыми средствами расчетов посредством МКЭ, на собственном опыте убедиться в качественно ином уровне возможностей таких расчетов, с одной стороны, и простоте их выполнения, с другой стороны. Поэтому на тематику учебных работ при изучении пакетов для МКЭ-расчетов накладываются следующие ограничения. С одной стороны, эти работы должны быть простыми для того, чтобы их сумел выполнить любой студент старшего курса. С другой стороны, они должны быть максимально приближены к достаточно сложным задачам, с которыми инженер может встретиться на производстве. Одновременно студент должен в сжатые сроки:

- получить опыт успешной самостоятельной работы в современном МКЭ-пакете;
- приобрести навыки моделирования условий функционирования конкретной технической системы средствами МКЭ;
- научиться анализировать соответствие результатов расчета фактическим условиям работы технической системы.

Для удовлетворения этих, в какой-то мере, взаимоисключающих требований был разработан комплекс лабораторных работ, включающий в себя как работы для ознакомления студентов с базовыми возможностями пакета

для расчета МКЭ, так и учебно-исследовательские работы по профилю специальности. Кратко остановимся на содержании и методике выполнения таких лабораторных работ.

Вначале, на примере прочностного расчета пластинки сложной формы, студенты получают навыки импортирования плоской геометрии из внешнего САД-пакета, задания свойств материала, типа и параметров конечных элементов, разбиению тела на конечные элементы, задания нагрузок и граничных условий, проведения статического расчета и просмотра результатов. Все этапы проведения расчета описаны очень подробно, с тем, чтобы в дальнейшем текст этой работы мог служить своеобразным справочником. Затем, для закрепления материала, студенты самостоятельно выполняют расчет той же пластины, но с несколько иными условиями нагружения и формой представления результатов.

Следующая работа посвящена расчету на прочность упора – стального уголка с центральным ребром жесткости. К основанию упор крепится посредством четырех болтов. Студенты должны определить значение и локализацию максимальных напряжений при следующих условиях нагружения и закрепления:

- нагрузка равномерно распределена по передней грани упора, все четыре болта зажаты;
- нагрузка та же, один болт не зажат;
- нагрузка приложена с перекосом (только к одному боковому ребру передней грани упора), все четыре болта зажаты.

В процессе выполнения этой работы студенты приобретают навыки по импорту твердотельной модели; изучают способы задания нагрузок и граничных условий с привязкой к геометрии модели; изучают способы визуализации напряжений внутри твердотельных моделей. Кроме того, студенты должны проанализировать результаты расчетов и найти ошибки в, казалось бы, очевидной постановке задачи. Далее они должны предложить варианты более корректного моделирования условий закрепления и нагружения упора с учетом фактических условий его работы.

В следующей ознакомительной работе студенты сравнивают результаты расчетов по аналитическим зависимостям и посредством МКЭ. Решаются такие задачи как: а) растяжение пластины с вырезами (концентраторами напряжений); б) нагрев трубчатого электронагревателя с заданными условиями теплообмена на поверхности; в) деформация закрепленного стержня при неравномерном нагреве; г) потеря устойчивости стержня, нагруженного осевой силой. При этом студенты изучают различные способы формирования сетки конечных элементов и влияние ее параметров на точность расчетов МКЭ, а также порядок решения тепловых и термоупругих задач, а также задач устойчивости.

В ходе выполнения ознакомительных работ студенты приобретают ми-

нимально необходимые навыки работы с МКЭ-пакетом, а затем переходят к более сложным работам, имеющим прямое отношение к их будущей специальности. Например, будущие конструкторы металлорежущего инструмента выполняют, как правило, еще две работы.

В первой работе студенты оценивают влияние способа крепления пластины резца к державке на точность обработки при точении. Они сравнивают максимальную деформацию режущей пластинки при прикреплении к державке резца посредством припайки, штифта и прижима сверху. В ходе выполнения работы они создают геометрическую модель пластины средствами МКЭ-пакета; задают условия закрепления, соответствующие каждому типу прикрепления режущей пластинки; рассчитывают силы, действующие на режущую пластинку резца в заданных диапазонах режимов резания. По результатам комплекса расчетов студенты дают рекомендации по способу крепления режущей пластинки резца, исходя из критерия точности обработки.

Во второй работе студентам необходимо выбрать форму вибрирующего разрезного резца, обеспечивающую ломание стружки при точении. При выполнении работы студенты создают в САД-пакете твердотельную модель резца с прорезью, импортируют ее в МКЭ-пакет и рассчитывают его собственные частоты и формы колебаний. Месторасположение и глубину прореза подбирают итерационно, таким образом, чтобы первая собственная частота колебаний резца лежала в заданном диапазоне.

После того, как размеры резца выбраны, студенты определяют значение подачи (при заданных значениях скорости и глубины резания), при котором максимальные напряжения в теле резца не превышают предельно допустимых. Для этого они задаются некоторым значением подачи, рассчитывают составляющие силы резания при выбранном режиме точения и проводят прочностной МКЭ-расчет разработанного резца. По результатам итерационных расчетов значение подачи уточняется до тех пор, пока максимальные напряжения в теле резца по Миссесу не будут находиться в диапазоне 0,9...0,99 от предельно допустимых для материала.

Будущие конструкторы технологического оборудования определяют термоупругую нагруженность шпинделя шлифовального станка. Для этого они импортируют модель шпинделя в МКЭ-пакет, рассчитывают мощность тепловыделения в подшипниковых опорах при фиксированной частоте вращения, задают условия конвективного теплообмена как на вращающихся, так и на неподвижных поверхностях модели и определяют распределение температур в шпинделе. Далее, по результатам теплового расчета, определяются термомеханические напряжения в шпинделе и перемещения планшайбы. По результатам работы выполняется график перемещения планшайбы и максимальной температуры в опорах шпинделя в зависимости от частоты вращения.

Инструкции к лабораторным работам включают задание и краткие ре-

комендации по выполнению. Подробные описания приводятся только для не изученных ранее возможностей пакета. Поэтому при выполнении учебных работ студенты вынуждены опираться на уже появившиеся знания по работе в среде МКЭ-пакета, и, в какой-то мере, на инженерный опыт, наработанный за время учебы в институте.

Лабораторные работы построены таким образом, что в ходе выполнения каждой из них студенты должны многократно выполнять действия, типичные при работе с МКЭ-пакетом. При этом такого рода «тренировка» не является самоцелью, а служит естественным и необходимым шагом к выполнению более общей задачи. Такой подход позволяет, с одной стороны, быстро сформировать необходимые навыки работы с пакетом, с другой стороны, избежать скуки при выполнении работ.

Важной особенностью проведения лабораторных работ является обязательное оформление отчета в формате MS Word. Студент должен кратко, но исчерпывающе изложить все необходимые условия проведения расчета, описать результаты, привести изображения напряженного состояния при различных вариантах нагружения и закрепления, сделать выводы, в том числе и о корректности принятых допущений при составлении конечно-элементной модели. В результате, помимо осознанного выполнения учебных задач, студенты получают навыки составления иллюстрированных отчетов о выполненной работе.

Как показывает опыт, выполнение перечисленных лабораторных работ позволяет студентам приобрести минимально необходимый опыт работы в САЕ-пакете для расчета МКЭ. Знания и навыки, полученные в ходе выполнения лабораторных работ, оказываются достаточными для самостоятельных расчетов в ходе выполнения дипломных проектов и магистерских диссертаций.

УДК 378

Шмигельский О.Ч., Туромша В.И.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В последнее время промышленные предприятия республики Беларусь испытывают дефицит в квалифицированных инженерных кадрах. Несмотря на то, что технические вузы постоянно поставляют на рынок труда свежие