

V. S. Shevsky, Yu. A. Shichkina
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

ANALYSIS OF PARALLEL QUERY EXECUTION METHODS FOR RELATIONAL DATABASES

In the modern world there is an increase in the scope of data used in various areas of the information society. Large amounts of data create a potential problem for their processing. The way to solve this problem is the use of algorithms to optimize the reading and writing of data implemented as software, as well as the introduction of devices that represent a platform for rapid access and transfer of data and that are implemented as hardware. The present article presents the results of a research carried out by the authors in this field. The authors propose an approach to the execution of a query, which involves changing the initial query and its execution using a parallel computation library. The presented results show that the authors' assumptions are correct and the approach can be applied when optimizing queries to relational databases.

Database, database managing system, multithread programming

УДК 630.945.31

С. В. Воробьев, О. П. Кормилицын
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Современные технологии проектирования, производства и конструкторская подготовка студентов в техническом вузе

Рассматриваются вопросы конструкторской подготовки студентов в рамках дисциплин, преподаваемых кафедрами. Представлены задачи, которые необходимо решать при проектировании технических объектов. Достаточно подробно изложены существующие на кафедре формы и методы обучения студентов моделированию конструкций и анализу их напряженно-деформированного состояния при различных внешних воздействиях. Приводятся задачи, которые студенты решают в процессе курсового проектирования. Обращается внимание на теоретические и практические знания, которые должен иметь студент при решении задач курсового проектирования и выполнении самостоятельных работ. Предложены пути усиления подготовки молодых специалистов в области проектно-конструкторских работ. Учебные программы дисциплин строятся с учетом специфики направления подготовки молодых специалистов. В качестве примера приведены задания к самостоятельным работам студентов и примеры курсового проектирования.

Конструирование, механика, напряженно-деформированное состояние, кинематические параметры, прочность, компьютерное моделирование

Конструкторская подготовка студентов в инженерных высших учебных заведениях всегда имела большое значение, а сейчас, когда стремительно развиваются новые технологии, современные производства, открываются совершенно новые направления в науке и технике, эта задача становится особенно важной. Одним из основных этапов проектно-конструкторских работ в настоящее время ввиду широкого использования средств вычислительной техники, автоматизиро-

ванных программных систем является процесс моделирования. Он состоит в выделении свойств объекта, определении особенностей взаимодействия с другими объектами, отражении особенностей функционирования при различных внешних воздействиях и логическом анализе собранной информации. Моделирование – метод исследования явлений, процессов и систем, основанный на построении и исследовании их моделей. Исследования в области технических наук включают

следующие этапы моделирования проектируемых объектов: геометрическое; физическое; математическое. Для анализа напряженно-деформированного состояния конструкции или ее элементов строится расчетная модель (схема), которая в формализованном виде отражает геометрию, физико-технические характеристики технического объекта и внешнее воздействие на него. Переход от реальной конструкции к расчетной схеме является одним из сложных и ответственных этапов проектирования.

Для решения перечисленных задач необходимо иметь высокопрофессиональных специалистов, инженеров, обладающих не только теоретическими знаниями, но и способных непосредственно участвовать в разработке новейших образцов техники, новых технологий и современного оборудования для производства.

Кафедра прикладной механики и инженерной графики всегда уделяла и уделяет значительное внимание вопросам конструирования. Сотрудниками кафедры подготовлены и опубликованы учебник «Прикладная механика», учебное пособие «Автоматизация проектирования конструкций приборостроения», в которых достаточно подробно рассматриваются вопросы геометрического, физического, математического моделирования и построение расчетных схем. Учебные рабочие программы по общеобразовательным дисциплинам строятся с учетом специфики факультетов и направлений, по которым они выпускают молодых специалистов, особенно это находит отражение в самостоятельных работах студентов и в курсовом проектировании. Так, например, для направления электроники и микроэлектроники студенты в курсовом проекте проводят анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкций полупроводниковых приборов и микросхем при динамических (механические колебания) и температурных внешних воздействиях. На рис. 1 показан общий вид полу-

проводникового прибора с металлическим корпусом, где 1 – кристаллодержатель с кристаллом; 3 – металлический корпус; 4 – стеклоизолятор; 5 – металлическая трубка для вывода кристалла; 6, 7 – выводы прибора.

При выполнении курсового проекта перед студентом стоят две задачи: первая – расчет прочности корпуса прибора при температурном воздействии и вторая – анализ прочности выводов прибора при механических колебаниях.

Для решения первой задачи студенту необходимо определить наиболее опасное сечение в корпусе прибора, где могут возникнуть наибольшие температурные напряжения, и составить расчетную схему. В конструкции полупроводникового прибора (рис. 1) наиболее уязвимым с точки зрения термпрочности местом является соединение корпуса, стеклоизолятора и трубки, так как значения температурных коэффициентов линейного расширения материалов, из которых изготовлены указанные детали, различаются.

Для расчета термонапряжений необходимо составить расчетную схему, которая может быть представлена в виде трехслойного цилиндра (рис. 2). При положительной температуре окружающей среды средний слой (стекло) испытывает давление крайних слоев, т. е. возникает контактное давление p_1 на границе первого и второго цилиндров и p_2 на границе второго и третьего цилиндров.

Граничные условия:

– для первого цилиндра при $r = r_0$ $\sigma_r = 0$,
при $r = r_1$ $\sigma_r = p_1$;

– для второго цилиндра при $r = r_1$ $\sigma_r = p_1$,
при $r = r_2$ $\sigma_r = p_2$;

– для третьего цилиндра при $r = r_2$ $\sigma_r = p_2$,
при $r = r_3$ $\sigma_r = 0$.

Здесь r_0 , r_1 и r_2 – радиусы соответствующих слоев трехслойного цилиндра (рис. 2); r – текущий радиус; σ_r – радиальное механическое напряжение.

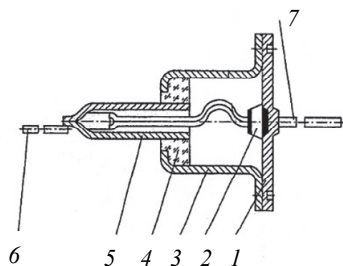


Рис. 1

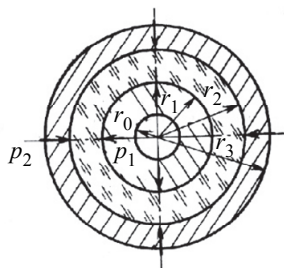


Рис. 2



Рис. 3

Далее записываются уравнения совместности перемещений первого–второго и второго–третьего цилиндров. При записи граничных условий и составлении уравнений совместности перемещений студент должен представлять себе физические процессы, происходящие в конструкции, и знать ее сечения, в которых могут возникать напряжения и перемещения. Условие совместности перемещений первого–второго цилиндров будет иметь вид $u_I(r) = u_{II}(r)$, т. е.

$$C_I r + \frac{D_I}{r} + \alpha_1 r \Delta T \Big|_{r=r_1} = C_{II} r + \frac{D_{II}}{r} + \alpha_2 r \Delta T \Big|_{r=r_2},$$

а для второго и третьего цилиндров $u_{II}(r) = u_{III}(r)$, т. е.

$$\begin{aligned} C_{II} r + \frac{D_{II}}{r} + \alpha_2 r \Delta T \Big|_{r=r_2} = \\ = C_{III} r + \frac{D_{III}}{r} + \alpha_3 r \Delta T \Big|_{r=r_3}, \end{aligned}$$

где $u_I(r) - u_{III}(r)$ – перемещения в соответствующих слоях; $\alpha_1 - \alpha_3$ – коэффициенты линейного расширения материала соответствующего слоя; ΔT – изменение температуры конструкции; $C_I - C_{III}$ и $D_I - D_{III}$ – постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий.

Тогда уравнения совместности перемещений имеют вид

$$\begin{aligned} \frac{1-\nu_1}{E_1} \frac{p_1 r_1^3}{r_1^2 - r_0^2} + \frac{1+\nu_1}{E_1} \frac{p_1}{r_1^2 - r_0^2} r_0^2 r_1 + \alpha_1 r_1 \Delta T = \\ = \frac{1-\nu_2}{E_2} \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} r_1 + \\ + \frac{1+\nu_2}{E_2} \frac{p_2 - p_1}{r_2^2 - r_1^2} r_2^2 r_1 + \alpha_2 r_1 \Delta T; \\ \frac{1-\nu_2}{E_2} \frac{p_2 r_2^2 - p_1 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} r_2 + \\ + \frac{1+\nu_2}{E_2} \frac{p_2 - p_1}{r_2^2 - r_1^2} r_1^2 r_2 + \alpha_2 r_2 \Delta T = \\ = \frac{1-\nu_3}{E_3} \frac{p_2 r_2^3}{r_3^2 - r_2^2} + \frac{1+\nu_3}{E_3} \frac{p_2}{r_3^2 - r_2^2} r_3^2 r_2 + \alpha_3 r_2 \Delta T, \end{aligned}$$

где $E_1 - E_3$ и $\nu_1 - \nu_3$ – модули нормальной упругости и коэффициенты Пуассона материалов соответствующих слоев.

Имеем 2 уравнения и 2 неизвестных: давление p_1 и давление p_2 . Определив эти неизвестные, можно вычислить радиальные σ_r и окружные σ_θ напряжения в каждом элементе конструкции.

Решая вторую задачу, студенту необходимо составить динамическую расчетную схему выводов прибора. Она может быть представлена в виде одномассовой стержневой модели, испытывающей изгибные колебания (см. рис. 3). Далее определяется жесткость динамической системы, частота собственных колебаний, коэффициент динамичности, динамическая сила и решается задача по расчету максимальных напряжений при плоском изгибе. Коэффициент запаса прочности при динамическом воздействии должен быть не менее двух.

По результатам исследований студент должен сделать выводы и в случае невыполнения условий прочности дать обоснованные предложения по повышению прочности конструкции корпуса прибора или отдельных его элементов.

Для специальности «Электрические машины» студенты проектируют вал ротора машины, проводят его расчет на жесткость, усталостную прочность, выбирают опоры вала и делают проверочные расчеты. В рабочую программу дисциплины «Прикладная механика» включен раздел «Системы взаимозаменяемости», который дает возможность познакомить студентов с основными требованиями чертежно-конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зависимостью этих требований от технологии и оборудования для изготовления изделий.

Однако при современном развитии техники и технологий этого недостаточно, надо расширять и усиливать конструкторскую подготовку будущих специалистов. По предложению кафедры на факультете информационно-измерительных и биотехнических систем были увеличены аудиторные часы по дисциплине «Прикладная механика», введены новые учебные дисциплины «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Теория машин и механизмов», «Конструирование и технология средств приборостроения». Увеличение аудиторных часов и разделение дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» на две – «Инженерная графика» и «Компьютерная графика» – дало возможность значительно больше вре-



Рис. 4

мени в учебном процессе уделить вопросам компьютерного конструирования и моделирования, в том числе и трехмерному компьютерному моделированию конструкций различной сложности. В настоящее время компьютерное моделирование занимает одно из основных мест в процессе конструирования, так как позволяет уже на ранних стадиях проектирования проводить геометрические исследования технических объектов, а на базе геометрических моделей создавать трехмерные конечно-элементные модели для проведения прочностных исследований. На рис. 4 показаны трехмерные модели геометрических объектов различной сложности, выполненные студентами в программной системе КОМПАС-3D.

При изучении студентами вновь введенной дисциплины «Конструирование и технология средств приборостроения» основное внимание уделено вопросам конструирования и компьютерному моделированию электронного блока, анализу жесткости и прочности его элементов при различных внешних воздействиях, а также связанным с конструированием вопросам технологии производства.

При составлении рабочей программы учебной дисциплины «Теория машин и механизмов» акцент сделан на вопросы структурного, кинематического и прочностного анализа механизмов приборов различного назначения. В течение учебного процесса студенты по данной дисциплине выполняют две самостоятельные работы. В первой работе необходимо провести структурный и кинематический анализ предложенного механизма. Во второй работе студенту предлагается разработать механизм для конкретной технологической цепи, например привод установки для получения кристаллов фосфида галлия. При выполнении данной работы необходимо создать структуру механизма, определить передаточное отношение механизма, выбрать зубчатые пары с учетом передаточного отношения и заданного расположения

входного и выходного валиков, построить кинематическую схему механизма; исходя из прочности определить модуль зацепления каждой пары и кинематические параметры отдельных звеньев и механизма в целом. На рис. 5 представлена кинематическая схема механизма, составленная студентом при выполнении самостоятельной работы.

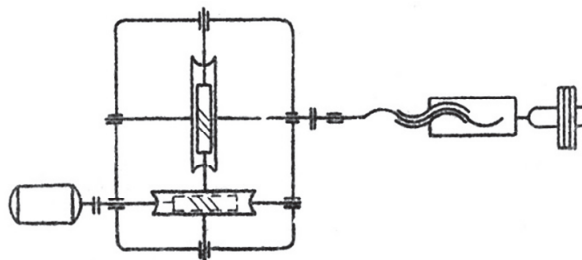


Рис. 5

По результатам кинематического анализа необходимо провести расчет валиков механизма на прочность при кручении, выбрать опоры валиков, проверить их на долговечность и динамическую прочность.

Для магистрантов второго курса на кафедре читается дисциплина «Автоматизированное проектирование и дизайн приборов и систем». В этой дисциплине студенты при изучении раздела «Автоматизация проектирования электронного модуля» выполняют цикл лабораторных работ в компьютерном классе, цель которых – по заданной принципиальной схеме произвести:



Рис. 6

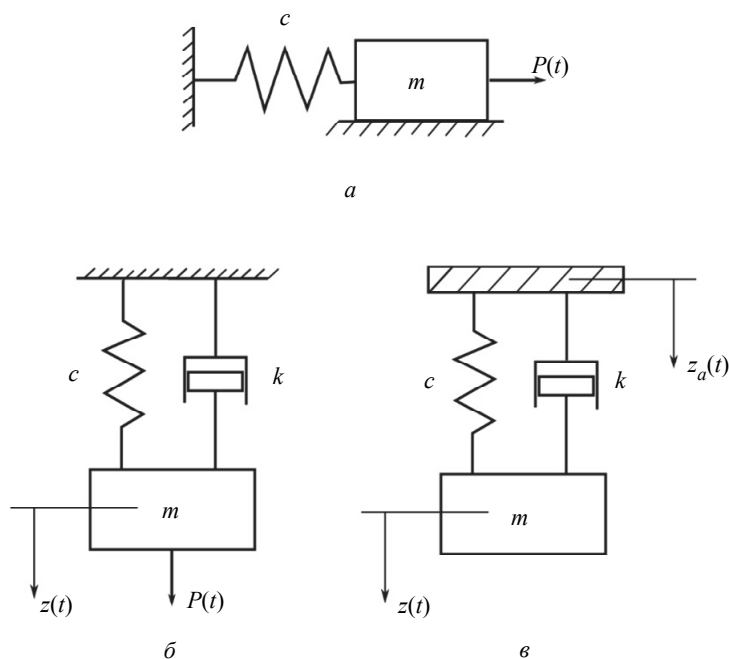


Рис. 7

- выбор формы и размера печатной платы, ее толщины;
- выбор способа установки радиоэлементов;
- размещение радиоэлементов на плате;
- выбор количества слоев печатного монтажа;
- выбор основных параметров топологии печатной платы;
- автоматическую трассировку печатной платы;
- выполнение чертежа печатной платы.

Далее необходимо провести анализ напряженно-деформированного состояния печатной платы при внешнем динамическом воздействии (механические колебания).

Проектирование печатной платы проводится с помощью автоматизированной системы PCB Artist. На рис. 6 показана трассировка фрагмента печатной платы, выполненной студентом.

При выполнении расчета на прочность печатной платы студенту необходимо составить расчетную схему (рис. 7, *a* – продольные колебания системы; *б, в* – изгибные колебания соответственно с силовым и кинематическим возбуждением; $P(t)$ – внешняя динамическая сила).

На следующем этапе студенту необходимо записать граничные условия и составить уравнение движения системы в колебательном процессе:

$$m\ddot{z} + k\dot{z} + cz = cz_a + k\dot{z}_a.$$

Данное уравнение соответствует колебаниям механической системы с кинематическим воз-

буждением, где m – масса системы (печатной платы); k – коэффициент трения; c – жесткость; z – динамическое перемещение системы; z_a – динамическое перемещение основания (корпуса) конструкции. Расчет частоты собственных колебаний и динамических напряжений, возникающих в разработанной печатной плате, проводится с помощью автоматизированной системы Solid Works.

После завершения всех расчетов студенты в САПР КОМПАС-3D выполняют сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей электронного модуля, содержащего рассчитанную печатную плату. Чертежи выполняются с учетом предполагаемого оборудования и технологии изготовления деталей (штамповка, литье, обработка резанием) и точности допусков на все размеры. Кроме проекций с размерами на этих чертежах в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД указываются допуски на линейные и угловые размеры, позиционные допуски, шероховатости всех поверхностей, материал и примечания, необходимые для изготовления детали.

Пример фрагмента чертежа задней панели показан на рис. 8.

Таким образом, кафедра прикладной механики и инженерной графики проводит занятия по конструкторской подготовке студентов практически в течение всего периода их обучения.

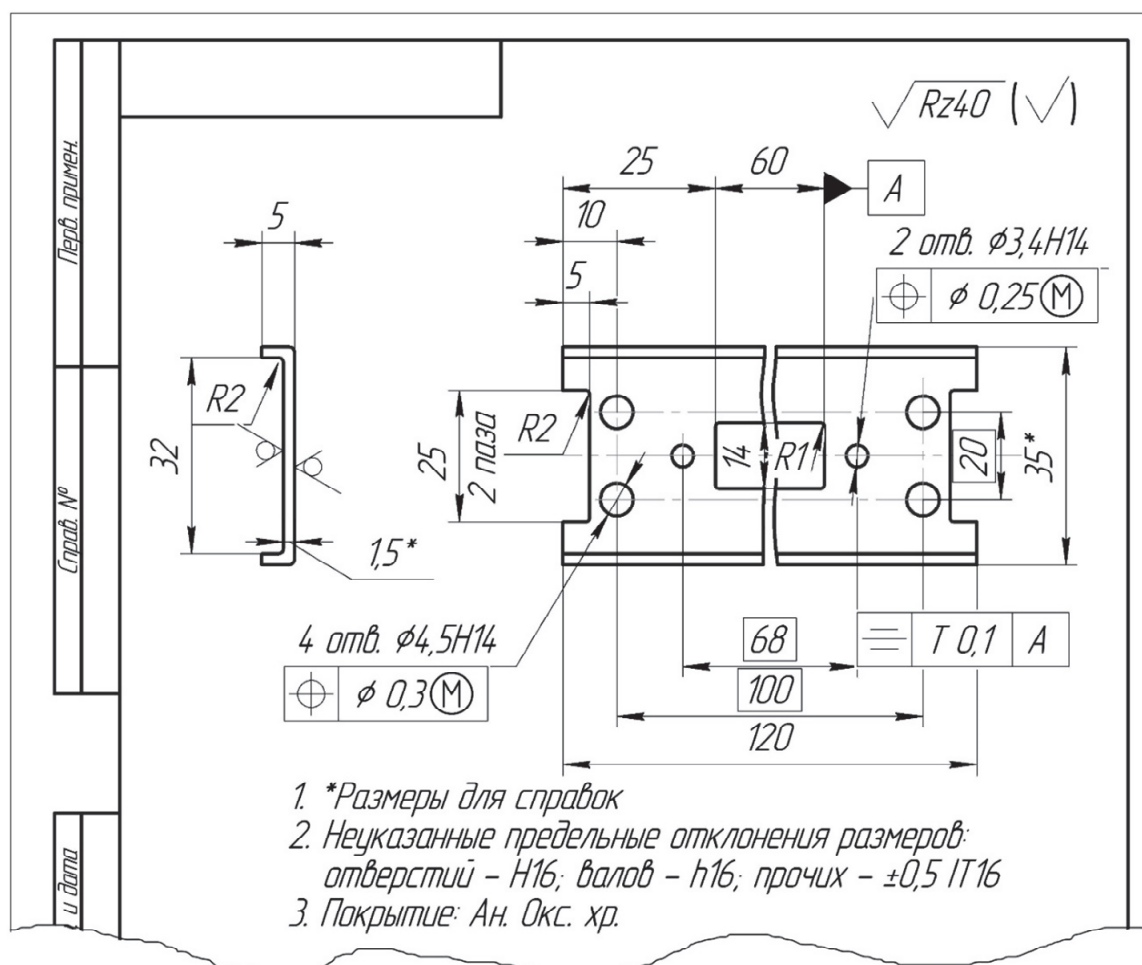


Рис. 8

По мнению авторов, изложенный подход дает возможность в определенной степени усилить конструкторскую подготовку будущих специалистов, а полученные ими теоретические знания и

практические навыки позволят студентам в будущем самостоятельно решать проектно-конструкторские задачи.

S. V. Vorobyov, O. P. Kormilitsyn
 Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

MODERN TECHNOLOGIES OF DESIGN, PRODUCTION AND DESIGN TRAINING OF STUDENTS IN TECHNICAL HIGH SCHOOL

Deals with the issues of design training of students in the disciplines taught by the Department. The problems that need to be solved in the design of technical facilities are presented. The forms and methods of teaching students to model structures and to analyze their stress - strain state under various external influences are described in detail at the Department. The problems that students solve in the course of course design. Attention is drawn to what theoretical and practical knowledge a student should have in solving problems of course design and execution of independent works. The authors give the ways to strengthen the training of young specialists in the field of design work. As an example, the article presents tasks for independent works of students and examples of course design.

Design, mechanics, stress-strain state, kinematic parameters, strength, computer modeling