



Fig.5. Normalized distribution of the reaction forces at the bottom loading block

Existence of positive values of the reaction forces in the loading distributions on the loading blocks can be treated as a kind of singularity in the analytical solutions. It is important to note that, this singularity is also associated with numerical solutions. The mentioned singularity was presented in Figs 4,5. The presented in Figs. 4,5 loading distributions occurring at the upper and bottom contact area were normalized independent for both solutions in respect to the average shear stress  $\bar{\tau}_{xy}$  (10).

#### REFERENCES

1. Adams D.F., Walrath D.F. (1987): J. Comp.Mater., Vol. 21, 494-506; 2. Iosipescu N. (1967): J. Mater., 2(3), 537-566; 3. Lechnickij S.G. (1947): Anizotropnyje plastinki, OGIZ, Moskva 4. Walrath D.E., Adams D.F.(1983):, Exp. Mech. Vol. 3, 105-110

УДК 539.3: 621.7

Ю.В. Василевич, В.В. Неумержицкий

### ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Основной задачей технической диагностики является повышение надежности объектов на этапе их производства, эксплуатации и хранения. Диагностическое обеспечение позволяет повысить достоверность правильного функционирования объектов, увеличить срок их службы и наработку на отказ. Большое значение для инженерной практики имеют решения задач прогнозирования, в частности, для организации технического обслуживания по состоянию, вместо обслуживания по ресурсу. Непосредственное перенесение методов решения задач диагностирования на задачи прогнозирования невозможно из-за различия моделей, с которыми приходится работать: при диагностировании моделью обычно является описание объекта, в то

время как при прогнозировании необходима модель процесса эволюции технических характеристик объекта во времени [1].

Содержание задач диагностирования объектов технической природы заключается в определении технического состояния на момент проведения исследований, на некоторый будущий момент времени, и в случае необходимости, на момент времени в прошлом. Задачи первого типа можно отнести к технической диагностике, второго типа - к технической прогностике, третьего - к технической генетике. Решения указанных типов задач имеют свои характерные особенности. Решение задач технической генетики основывается не только на констатации фактов технического состояния объекта на настоящий момент времени, но и на оценке его состояний в вероятных предъисториях, которые способствовали реализации соответствующих процессов по оказанию объекта в таком техническом состоянии, которое зафиксировано на данный момент времени. Полученные решения задач технической генетики позволяют выявить первопричины, например, вызвавшие аварию или негативные последствия сбоев функционирования технического объекта.

Решения задач прогностики имеют большое значение при определении срока службы объекта, назначении периодичности его профилактических проверок и ремонта. Методы решения указанного класса задач предусматривают описание эволюционных процессов развития технических характеристик объекта во времени. Решения задач прогностики приобретают большое значение при организации технического обслуживания по их состоянию, а не по ресурсу функционирования.

Эффективными методами решения граничных задач по исследованию напряженно-деформированного состояния в элементах конструкционного назначения являются методы линейного сопряжения и потенциала [2-4]. Вопросы прочности, жесткости и устойчивости конструкций и их элементов имеют большое значение при оценке качества эксплуатации объектов.

Конструкционные элементы типа пластин широко используются в современной инженерной практике. Во многих случаях они состоят из анизотропных материалов, обладающих различными упругими и тепловыми свойствами в различных направлениях. Для построения математической теории расчета таких конструкционных элементов на прочность, жесткость и устойчивость в зависимости от рода их материала, напряженного состояния и температурного поля используются модели линейно-упругого, нелинейно-упругого, упруго-пластического тел и др. Метод линейного сопряжения является одним из наиболее эффективных методов теории функции комплексного переменного при решении граничных задач стационарной теплопроводности и термоупругости анизотропного тела. При этом предполагается, что тело представляет анизотропную пластинку, находящуюся в обобщенном плоском напряженном состоянии и в состоянии плоской деформации. Область, занятая телом, может быть односвязной или многосвязной. Указанным методом получены аналитические решения основных граничных задач теории изгиба изотропных и анизотропных пластин; исследовано распределение напряжений в анизотропных пластинах, содержащих концентраторы напряжений (разрезы, отверстия и др.); выявлены закономерности термоупругой устойчивости пластин; исследованы деформационные характеристики клиновидных и другой конфигурации областей; решены многие другие важные для практики задачи.

Для исследования напряженно-деформированного состояния трехмерных тел в зависимости от заданных внешней нагрузки и температурного поля широко используется метод потенциала. Полученные указанным методом аналитические решения используют не только для оценки прочностных и деформационных

характеристик трехмерных изделий, но и как тесты для оценки погрешности приближенных и численных методов [3, 4].

Одним из эффективных методов исследования поведения конструкций в условиях разнообразных воздействий является метод конечных элементов (МКЭ). В настоящее время используются разнообразные комплексы МКЭ, такие как ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, COSMOS и др. Эти программные продукты относятся к категории CAE программного обеспечения, применяемого при проектировании машиностроительных, строительных и других конструкций. Список категорий программных продуктов может быть дополнен следующими CAD/CAM/CAE/GIS/PDM. На кафедре сопротивления материалов БНТУ метод конечных элементов ANSYS используется при решении задач динамики и прочности. Средствами МКЭ ANSYS производятся расчеты статического и динамического напряженно-деформированного состояния, включая геометрически и физически нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела, форм и частот колебаний, устойчивости конструкций, нелинейных переходных процессов и др.

К широко используемому на практике комплексу CAD относится AutoCAD, позволяющий осуществлять моделирование деталей, поверхностей, сборок как в двумерном, так и в трехмерном пространствах. Следует отметить эффективное совместное функционирование двух комплексов AutoCAD и МКЭ при решении задач технической генетики и прогностики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение. Энциклопедия. - М.: Машиностроение. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. III-7.1996.-464с; 2. Прусов И.А. Метод сопряжения в теории плит. – Мн.: Изд-во БГУ, 1975.-256 с; 3. Лурье А.И. Теория упругости. – М.: Наука, 1970. – 940 с; 4. Василевич Ю.В., Акимова С.В. Представление общих решений трехмерной задачи термоупругости анизотропного тела через квазигармонические функции.// Теория и практика машиностроения. 2004. - № 1. С. 58 – 60.

УДК 621.793

**Н.В. Спиридонов, И.О. Соколов, Л.И. Пилецкая**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННЫХ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА**

*Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь*

В данной работе исследовались композиции следующих составов:

Композиция №1 – порошок ПР-Х4Г2Р4С2Ф;

Композиция №2 – порошок ПР-Х18Н9;

Композиция №3 – смесь 1 объем ПР-Х4Г2Р4С2Ф + 1 объем ПР-Х18Н9;

Композиция №4 – смесь 1 объем ПР-Х4Г2Р4С2Ф + 1 объем ПР-10Р6М5.

Следует отметить, что порошки, содержащие бор и кремний, являются самофлюсующимися. В данных композициях таким является порошок ПР-Х4Г2Р4С2Ф.

В качестве методов нанесения покрытий использовались газопламенное и плазменное напыление с последующим оплавлением газовой горелкой.