

2 Локальный коэффициент динамичности при работе на установленном режиме находится в диапазоне $1,25 \div 1,35$; размахи колебаний, наложенные на средний момент $(0,40 \div 0,50) M_{e \max}$.

3 Максимальные динамические нагрузки возникают на режиме блокировки ГТ. Как правило, имеют место два пиковых значения момента: первый пик соответствует $k_d = 3 \div 3,3$; второй пик соответствует $k_d = 2$.

4 За пробег 1 км с грузом на подъем в средних условиях эксплуатации (ГП "Гранит") элементы дотрансформаторного участка воспринимают:

– $15500 \div 18000$ циклов изменения нагрузки;

– $5 \div 7$ пиковых нагрузок с $k_d = 3 \div 3,3$ и $5 \div 7$ пиковых нагрузок с $k_d = 2,0$.

При движении порожнего самосвала на спуск детали дотрансформаторного участка воспринимают $8000 \div 9500$ циклов изменения нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вибрации в технике. Справочник в шести томах, т. 3. М.: "Машиностроение", 1980. 2. Гришкевич А.И., Чечик В.И., Альгин В.Б. Нагрузки в трансмиссии автомобиля от неравномерной работы двигателя внутреннего сгорания. – В сб.: "Автотракторостроение" Минск: "Высшая школа, 1976, вып. 8.

УДК 629.113

М. А. ФИРСОВ (МАЗ),
Л. А. МОЛИБОШКО, канд. техн. наук (БГПА)

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАБИНЫ

В последнее время на Минском автомобильном заводе начали проводиться исследования в области равнопрочности кабины. Для оптимизации весовых и прочностных показателей кабины используются новые программы автоматического проектирования и анализа новых конструкций. Эти средства предназначены для расчета нагрузок в элементах кабины, что позволяет проводить ускоренные и точные прочностные испытания кабины, при использовании меньшего числа прототипов. Это, в свою очередь, позволяет уменьшить затраты на проектирование, изготовление кабин.

Однако прочностной расчет элементов кабины, подвергающихся регулярным нагрузкам, сводится к решению классической статической задачи, используя простую нагрузку и приближенные граничные условия. Данный метод не пригоден для анализа элементов кабины, так как статический анализ может применяться только для низко циклических периодических прочностных задач, в которых кинетическая энергия часто малая по сравнению с внутренней работой системы.

Кабина же является сложной упругой инерциальной системой с распределенными весовыми параметрами, подвергающейся переменным нагрузкам, которые возникают в результате колебаний, передаваемых от двигателя и неровностей дороги при движении автомобиля. Недостатки конструкции могут привести к появлению больших напряжений, вызывающих быструю усталость структуры. А это, в свою очередь, приводит к разрушению панелей кабины и сварных швов.

Поэтому важной задачей является проведение динамического анализа элементов кабины на стадии проектирования (определение возникающих напряжений), выявление недостатков конструкции и последующей ее модернизации.

Особое внимание необходимо уделять местам, где установлены закрывающиеся элементы. Такие узлы, как двери, стойки, крышки, люки и т.д., подвергаются дополнительным ударным нагрузкам, вызывающим значительные разрушения в области их установки. После захлопывания двери, она и стойки начинают колебаться с большой амплитудой, вызывая значительные изменения напряжения в структуре, приводящие к усталостному разрушению и требующие проведения модернизации конструкции панели двери кабины. Также большие усталостные повреждения могут появиться в области локализации воздуховодных и других технических отверстий.

Это подчеркивает необходимость инструмента динамических расчетов, чтобы имитировать вибрации для правильного определения напряжений, используемых при оценке усталости.

Для решения задачи динамического анализа используется прикладной пакет NASA Structural Analysis (NASTRAN). Данная программа основана на прикладывании нагрузки к каждой точке линейной конечно-элементной модели. При статическом анализе эта нагрузка не изменяется со временем, и все деформации остаются небольшими. Суммарные ускорения каждой точки превращаются в эквивалентные усилия. Структура затем анализируется с этим силовым полем и граничными условиями, определяя возможные усталостные разрушения.

Необходимые упрощения в уравнениях динамического режима при статическом анализе эквивалентны обнаруженным деформациям и

общим напряжениям тела, обусловленные околостатическими ускорениями, для которого деформация независима от времени. При моделировании динамических процессов в уравнения включают соответствующие физические режимы, которые решаются без упрощений.

При проведении динамического анализа захлопывающейся двери кабины в ее функциональную модель были введены следующие параметры: расположение петель, конечная угловая скорость, условия нагрузки. Модель двери может вращаться в петле и блокируется ограничителями в вертикальном направлении. Упругий элемент, расположенный сбоку, имитирует неподвижную стойку. При решении динамических уравнений определяется величина напряжений и смещений каждой точки модели. В конце изменяющиеся со временем напряжения анализируются программой оценки усталостной стойкости, позволяющей определять усталостную стойкость двери кабины и ее долговечность. Результаты расчета сводят в таблицу, включающую 100 наиболее нагруженных элементов с наиболее низкой усталостной стойкостью.

Во время анализа двери, инженер должен принять во внимание число циклов испытаний, выполненных при различном положении бокового стекла. Рассмотрев различные случаи его нагружения, долговечность двери может быть определена с большой точностью.

Для исследуемой двери кабины динамический анализ правильно предсказал области потенциальных повреждений. Усталостные разрушения были определены возле основных мест расположения трещин, обнаруженных при стендовых испытаниях двери. Однако расчетные напряжения оказались несколько выше реальных, но их величина входит в допустимую погрешность расчета. При этом данный анализ определил небольшие области усталости, которые не были выявлены поверхностным осмотром, и заключительное обследование обнаружило очень малые трещины.

В процессе динамического расчета были определены около 85% потенциальных повреждений конструкции. Анализируя полученные результаты исследования, можно своевременно внести ряд изменений, которые приведут к улучшению конструкции.

Динамический анализ значительно уменьшает время и количество прототипов, необходимых для оценки предложенных конструкций. Так как для испытаний на долговечность виртуальных моделей требуется несколько часов. В результате которых отсеиваются образцы с наименьшей усталостной стойкостью. А длительные стендовые испытания проводят с оставшимися прототипами, уменьшая, таким образом, количество тестов. Данные полученные в результате динамического ана-

лиза позволяют устранить большие затраты, используемые для проведения дополнительных конструкторских мероприятий, проводимых во время постановки изделия на серийное производство, чтобы решить проблему усталостного повреждения. А это в свою очередь сэкономит предпрятииво и покупателю значительные средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Automotive Engineering International, 1999 – 2000.

УДК 621.01

В.Г. ИВАНОВ, канд. техн. наук (БГПА)

КРИТИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ И АКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Развитие систем активной безопасности (САБ) автомобиля ставит ряд вопросов с оценкой текущей дорожной ситуации в алгоритмах их работы. Современные САБ способны оценивать как продольную, так и поперечную динамику автомобиля. Однако правильная интерпретация информации, полученной от датчиков, сопряжена со значительным усложнением логики действий системы, что признаётся практически всеми разработчиками. Например, рост момента инерции автомобиля относительно вертикальной оси может быть признаком как торможения на миксте, так и избыточной поворачиваемости автомобиля.

В связи с этим возникает необходимость в классификации возможных критических ситуаций при движения автомобиля с целью упорядочения логики работы САБ. За критерии для классификации следует взять свойства системы "водитель - автомобиль - колесо - дорога", которые могут быть источниками опасных ситуаций, рис. 1.

Условно будем считать, что факторы возникновения критической ситуации могут находиться на микроуровне (уровень взаимодействия колеса с дорогой) и на макроуровне (уровень движения автомобиля). Естественно, что источником может быть и водитель, однако система активной безопасности должна быть максимально независима от влияния человеческого фактора.