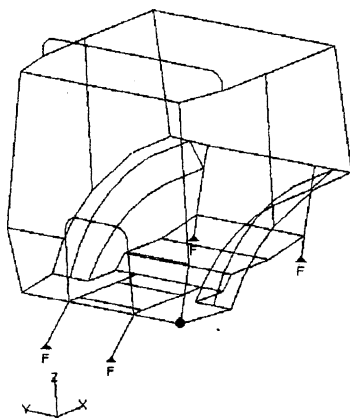


## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В КАБИНЕ ТРАКТОРА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КАБИНЫ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Данная задача решалась в три этапа. На первом этапе был произведен расчет собственных частот для каркаса кабины. На втором — каркас с прикрепленным днищем. На третьем — всей кабины в сборе со стеклами, днищем и крышей.

При решении данной задачи использовалась модель с упрощенной геометрией, то есть стрелни и поверхности, кривизна которых составляет 5 м и больше заменялись прямыми линиями и плоскостями. Каркас состоит из стальных труб квадратного сечения шириной 5 см и толщиной стенки 5 мм. Толщина пластин 3 мм. Физические параметры материала: модуль Юнга  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па, число Пуассона  $\nu = 0,26$  и плотность  $\rho = 7800$  кг/м<sup>3</sup>. Кабина закреплена в четырех точках (рис. 1).



*Рис. 1. Общий вид модели*

Расчет производился в MSC/NASTRAN 4 for Windows. Расчет был произведен на сетке с шагом 5 см для каркасной модели и 15 см для двух остальных моделей. Использовать конечно-элементную сетку с более мелким шагом не представлялось возможным из-за резкого увеличения требований к ресурсам ЭВМ.

Вычислялись первые десять собственных частот.

На первой собственной частоте 526,7402 Гц кабина совершает поперечные колебания, максимальные перемещения в верхней части каркаса.

На второй собственной частоте 639,6222 Гц каркас совершает продольные колебания, максимальная амплитуда как и в первом случае в верхней части каркаса. На третьей собственной частоте 885,7611 Гц каркас совершает крутильные колебания вокруг вертикальной оси.

На четвертой, пятой и шестой собственных частотах 1218,187 Гц, 1422,282 Гц и 1568,836 Гц соответственно, каркас совершает изгибные колебания, максимальные амплитуды в этих случаях в подколесных нишах и верхней части каркаса.

На седьмой и восьмой собственных частотах 1746,42 Гц и 1877,016 Гц каркас совершает изгибные колебания с максимальными амплитудами на подколесных нишах.

На девятой и десятой собственных частотах 2272,659 Гц и 2350,283 Гц весь каркас совершает изгибные колебания.

На основе проведенного моделирования, с целью повышения жесткости каркаса (уменьшения амплитуд колебаний), можно рекомендовать усиление верхней части каркаса ребрами жесткости и изменение конфигурации или усиление ребрами жесткости подколесных ниш.

Далее производилось для моделирование усложненной модели. Было добавлено днище, а затем стекла и крыша. Предполагается, что все элементы конструкции жестко закреплены. Так же для большего соответствия реальной кабине в передней части были добавлены крепежные стойки. Их добавление не повлекло за собой изменений в формах собственных колебаний и их частотах. В дальнейшем к этим стойкам будут добавлены упругие элементы, моделирующие виброизоляторы. На первой частоте 17,87652 Гц кабина совершает поперечные колебания с максимальной амплитудой в верхней части. На второй частоте 24,40911 Гц кабина совершает продольные колебания. На третьей частоте 32,23974 Гц кабина совершает крутильные колебания. На четвертой частоте 40,578 Гц — изгибные колебания. На пятой и шестой собственных частотах 45,08416 Гц и 51,55746 Гц кабина совершает изгибные колебания с максимальными амплитудами в области подколесных ниш (рис. 2).

На седьмой, девятой и десятой частотах 53,80481 Гц, 69,40383 Гц и 74,73457 Гц вся кабина совершает изгибные колебания с максимальной амплитудой на передней пластине и средней части днища. На восьмой частоте 64,5144 Гц вся кабина совершает изгибные колебания с максимальными амплитудами на подколесных нишах.

На втором этапе к конструкции были добавлены стекла и крыша. Крыша представляет собой пластину с механическими и геометрическими параметрами как у пластин в предыдущем случае. Физические параметры стекла: модуль Юнга  $E = 7,5 \cdot 10^{10}$  Па, число Пуассона  $\nu = 0,25$  и плотность  $\rho = 2500$  кг/м<sup>3</sup>. Толщина стекла 3 мм.

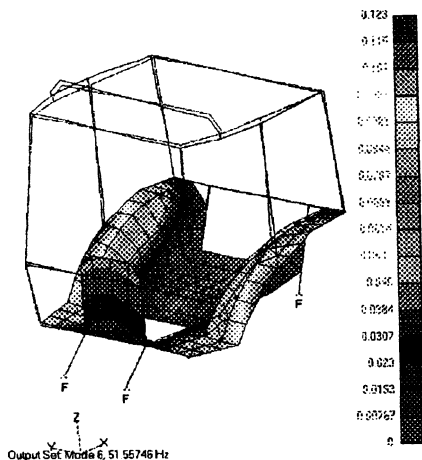


Рис. 2. Собственные колебания на шестой собственной частоте 51,55746 Гц

На первой и второй собственных частотах 10,8645 Гц и 21,1902 Гц колебания совершает крыша. На второй частоте она имеет два центра колебаний. На третьей частоте 22,40548 Гц колеблется заднее стекло. На четвертой собственной частоте 22,94908 Гц колебания совершает заднее стекло и крыша, при этом крыша имеет два центра. На пятой собственной частоте 30,30431 Гц колебания совершает переднее стекло. На шестой собственной частоте 30,50331 Гц колеблются все стекла, причем у заднего — два центра (рис. 3).

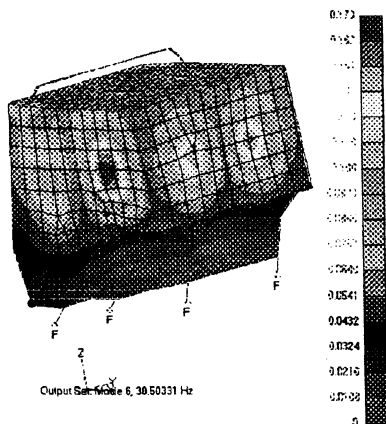


Рис. 3. Колебания кабины на шестой собственной частоте 30,50331 Гц

На седьмой частоте 31,51915 Гц заднее стекло совершает колебания с двумя центрами. На восьмой собственной частоте 32,06716 Гц крыша совершает колебания с четырьмя центрами и заднее стекло с двумя. На девятой частоте 37,78739 Гц крыша совершает колебания с тремя центрами. На десятой собственной частоте 39,26814 Гц переднее стекло совершает колебания с двумя центрами.

На основе проделанных расчетов могут быть выработаны рекомендации по улучшению виброакустических свойств кабины. В частности можно рекомендовать изменить конфигурацию крыши, то есть вместо плоской использовать поверхность с радиусом кривизны порядка 5 м и усиление ее ребрами жесткости. Аналогичные рекомендации можно дать и для изменения формы переднего и заднего стекол. Любые изменения касающиеся геометрии и свойств материалов могут быть легко внесены в существующую расчетную модель, после чего проводится повторный расчет и на основании полученных результатов делаются дальнейшие шаги по оптимальному проектированию. Для получения более точных результатов можно учесть характер контакта между элементами конструкции (то есть, например наличие резиновых прокладок между стеклами и каркасом, там где они есть), но это может привести к резкому увеличению требований к ресурсам вычислительной техники и, как следствие времени расчета, что не всегда оправдано.

УДК 539.3

И.А. Миклашевич

## **О СВЯЗИ ПОТОКА ЭНЕРГИИ В ВЕРШИНЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТРЕЩИНЫ С БИФУРКАЦИЕЙ ТРАЕКТОРИИ**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Рассмотрим динамическое распространение трещины. При росте трещины возникают многочисленные эффекты, связанные с диссипацией энергии движущейся трещиной. Так как критерий разрушения может быть связан с количеством энергии аккумулированной в объеме (разрушение наступает в случае диссипации в объеме энергии, которая превышает энергию связи данного объема), то диссипация в значительной мере детерминирует разрушение. При динамическом разрушении трещина является излучателем волн, которые распространяются от вершины трещины как от источника. При этом энергия упругой деформации объема материала в области роста трещины трансформируется в энергию излучаемых волн. Рассмотрим энергию, переносимую такими волнами.