

ТРАНСПОРТНОЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

629.113

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАБИНЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ ОПРОКИДЫВАНИЯ

Асп. А.В. ТУМАСОВ, д-р. техн. наук, проф. Л.Н. ОРЛОВ, асп. С.А. БАГИЧЕВ

Приводятся результаты оценки жесткости отдельных участков кабины грузового автомобиля, полученные экспериментальным и расчетным методами. Рассмотрены результаты компьютерного моделирования процессов, имитирующих условия нагружения кабины в соответствии с существующими требованиями. Выполнен сравнительный анализ полученных результатов.

Проблема повышения безопасности движения имеет важное народно-хозяйственное значение. В этой связи возникает потребность дальнейшего развития и совершенствования существующих методик оценки безопасности кузовов и кабин автомобилей; разработки методик расчетной оценки работоспособности кузовных конструкций в конкретных аварийных условиях, в соответствии с существующими требованиями ГОСТов (Правил ЕЭКООН). Для обоснования практического применения предлагаемых расчетных методик и разработанных моделей важным является проведение сравнительной оценки результатов экспериментальных и расчетных исследований. В данной работе выполнен сравнительный анализ результатов нагружений кабины грузового автомобиля, полученных при проведении расчетов и натурных экспериментов. На примере кабины автомобиля ГАЗ-53А дано обоснование правомерности выбора подробной конечно-элементной модели, которая в дальнейшем может быть использована для моделирования различных аварийных ситуаций; исследования возникающего напряженно-деформированного состояния; изучения поведения тонкостенных сечений силовых элементов конструкции в условиях действия разрушающих нагрузок.

Сравнительный анализ жесткости отдельных участков кабины в направлениях возможного действия аварийных нагрузок выполнен с целью установления адекватности разработанной конечно-эле-

ментной модели кабины ее натурным образцам путем сравнения результатов расчетов и экспериментов. При проведении испытаний [1] кабина подвергалась статическому нагружению. На рис.1 показаны варианты приложения сосредоточенных сил, по направлениям действия которых определялись жесткости соответствующих участков кабины.

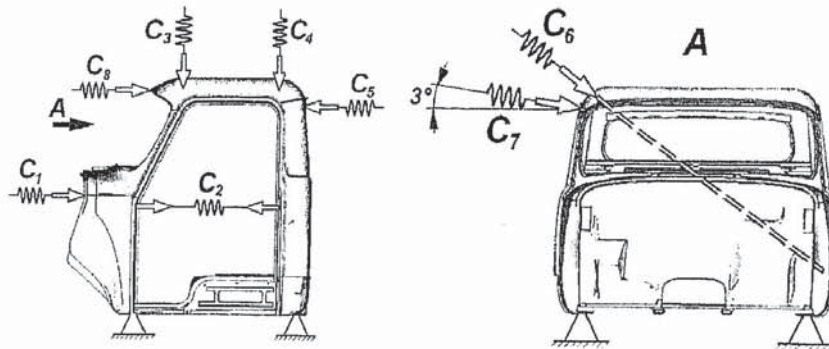


Рис. 1. Схемы статического нагружения кабины грузового автомобиля

При нагружении в направлениях измерения жесткостей C_1 , C_3 , C_4 и C_5 силы прикладывались одновременно к левой и правой сторонам кабин. При определении C_2 стягивающие силы прикладывались только к силовым элементам левого дверного проема. Для нагружения C_6 линия действия сжимающих усилий проходила через верхний правый угол крыши и нижний левый угол основания. Все исследования проводились для кабины, в которой отсутствовали стекла, двери и внутренняя обшивка. Расчетная оценка жесткости участков кабины в рассмотренных на рис.1 направлениях проведена по результатам конечно-элементного анализа подробной модели (рис.2). Для этого сначала по чертежам и натурному образцу была создана компьютерная поверхностная модель кабины [2]. Построенные поверхности были разбиты сеткой оболочечных конечных элементов, средний размер которых составил 7мм. Показанная на рис.2 модель учитывает сложный профиль силовых элементов каркаса кабины, места расположения сварных швов, выштамповки и отбортовки.

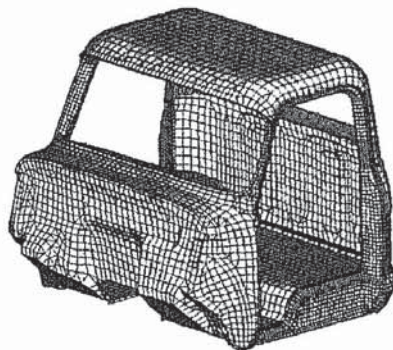


Рис. 2. Конечно-элементная модель кабины

По аналогии с испытаниями, расчетная модель подвергалась последовательному статическому нагружению. Жесткость отдельных участков кабины определялась по формуле $C_i = F_i / \Delta_i$, где C_i

– жесткость кабины в направлении i -ого варианта нагружения, кг/мм; F_i – прикладываемая нагрузка, кг; Δ_i – деформация конструкции кабины, мм. Величины деформаций расчетной модели определялись в тех же контрольных точках, в которых проводились замеры при испытаниях: в местах установки датчиков перемещений. В табл.1 приведены результаты расчетов и соответствующие данные, полученные при экспериментальном исследовании.

Таблица 1

Результаты расчета и эксперимента

Обозначение жесткости участка кабины	Максимальная нагрузка, кг	Жесткость конструкции, кг/мм		Расхождение результатов, %
		Эксперимент	Расчет	
C_1	40	41,5	38	9,2
C_2	250	57,5	65	13,2
C_3	500	373	337	10,6
C_4	500	1300	1140	14,1
C_5	100	117	133	13,6
C_6	150	140	123	13,8
C_7	100	57	51	11,7
C_8	70	24,8	22	12,7

Сравнение результатов статического упругого расчета с результатами проведенных натурных испытаний показывает, что расхождение полученных значений жесткостей отдельных участков кабины не превышает 15%.

Для анализа работоспособности кабины при аварийном нагружении проведен расчет ее модели, при котором имитировались условия возможного опрокидывания в соответствии с требованиями испытаний типа В по ГОСТ Р 41.29-99 (Правилам ЕЭК ООН №29). Кабина нагружалась сверху жесткой плитой-слепком, полностью повторяющим форму крыши, со скоростью 0,5 м/с. На рис.3а показано напряженно-деформированное состояние кабины в результате нагружения силой 37кН. На рис.3б показан график изменения суммарной разрушающей нагрузки F от времени нагружения t .

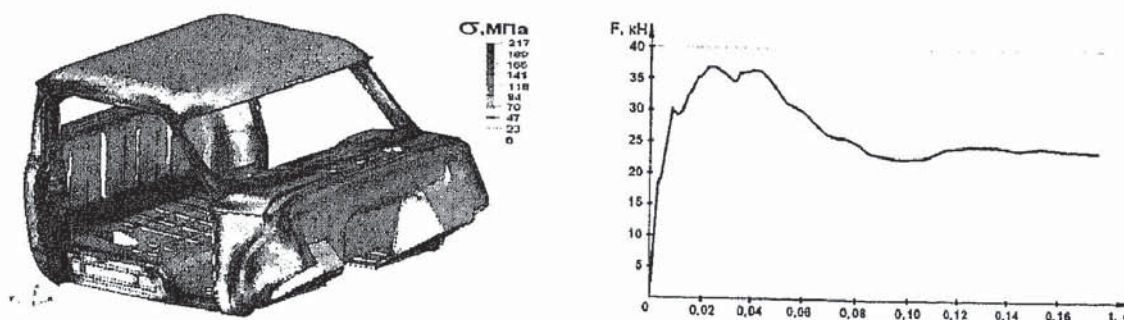


Рис. 3. Результаты динамического расчета

- а) распределение эквивалентных напряжений по критерию прочности Мизеса, МПа;
- б) график изменения разрушающей нагрузки, кН

Анализ результатов показал хорошую сходимость конечно-элементного расчета кабины с данными эксперимента. Разрушение реальной кабины происходило при нагрузке 39 кН [1]. При этом наблюдалось выпучивание панели задка на уровне фиксатора двери, изгиб поперечного усилителя пола и смещение всей кабины назад. Аналогичная картина наблюдается при просмотре результатов компьютерного моделирования. Максимальное значение разрушающей нагрузки (P_{rmax}) составило 37 кН.

Анализ результатов статических и динамических расчетов показывает, что разработанная конечно-элементная модель кабины с достаточно высокой степенью точности моделирует поведение реальной конструкции. Предложенная методика разработки подробной конечно-элементной модели кабины грузового автомобиля и оценки ее несущей способности в условиях аварийного нагружения может быть распространена на другие кузовные конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цимбалин, В.Б. Отчет по научно-исследовательской работе «Исследование деформируемости кабины при нагружении, имитирующем опрокидывание автомобиля» / В.Б. Цимбалин, Л.Н. Орлов, С.М. Кудрявцев, В.И. Песков // ГПИ им. А.А. Жданова. – Горький, 1975.
2. Цимбалин, В.Б. Методика статических испытаний кабины на безопасность при опрокидывании грузового автомобиля / В.Б. Цимбалин, Л.Н. Орлов, А.И. Мешков, В.Н. Голубев // Труды ГПИ им. А.А. Жданова. т. XXX – Горький, 1974.
3. Тумасов, А.В. Оценка прочности и несущей способности кабины грузового автомобиля в условиях аварийного нагружения / А.В. Тумасов, С.А. Багичев, В.А. Громов, М.А. Егоров // Тезисы докладов V-ой Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». - НГТУ.- Н.Новгород, 2006. - с. 119-120.