

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАШ-ТЕСТОВ ДЛЯ МАЧТ ДОРОЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ, ПОГЛОЩАЮЩИХ ЭНЕРГИЮ УДАРА ПРИ АВАРИИ

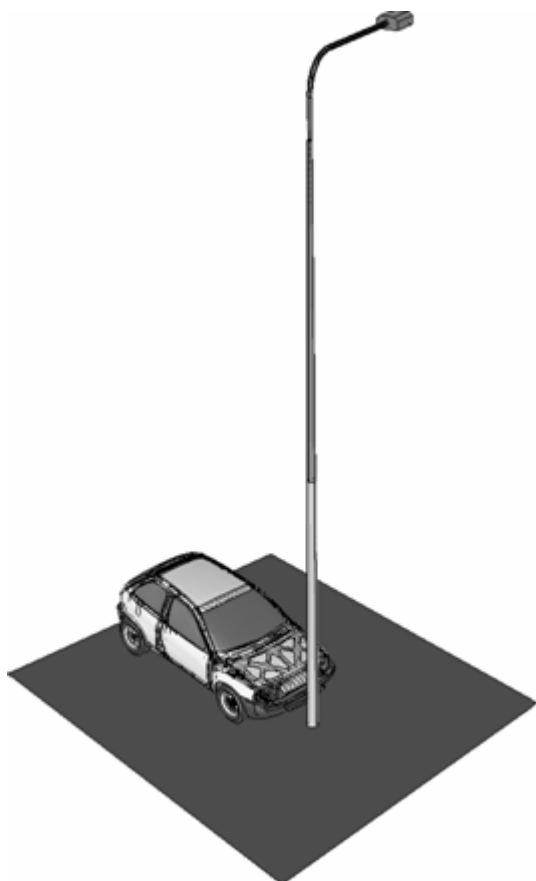


Рис. 1. Пространственная модель автомобиля и мачты дорожного освещения

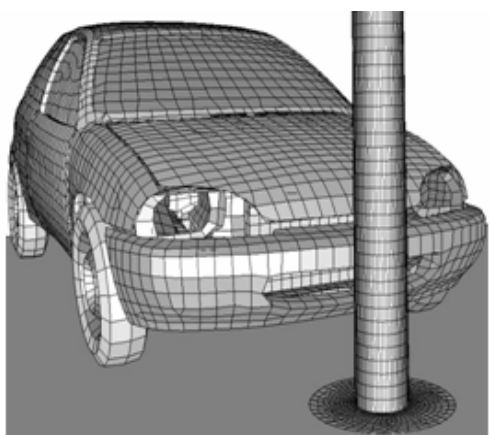


Рис. 2. КЭ модель автомобиля и мачты дорожного освещения

Tehomet Ltd, Fibrocom Ltd и Mikkeli Polytechnic Research Center YTI (Финляндия) разработали энергопоглощающие мачты дорожного освещения. Разработка и дизайн мачт выполнены с помощью конечно-элементного (КЭ) моделирования, предварительных экспериментов на ударное воздействие и полномасштабных краш-тестов [1,2]. Полномасштабные краш-тесты, как правило, дорогостоящи и требуют значительного времени, при этом они не позволяют в достаточно короткие сроки дать оптимальное решение в проектировании.

Поэтому серии натурных краш-тестов должны быть сведены до минимума в силу экономических факторов. Задача исследования заключалась в разработке КЭ моделей композитных мачт дорожного освещения с достаточными свойствами поглощения энергии при ударе, моделировании серии краш-тестов и верификации с экспериментальными данными, выдаче рекомендаций по оптимизации структуры композита. Для проведения нелинейного динамического анализа краш-теста в данном исследовании использовалась система конечно-элементного моделирования LS-DYNA. Разработанные пространственные CAD (рис.1) и КЭ-модели (рис.2) различных типов мачт позволяют моделировать удар при различной скорости автомобиля, пластическое деформирование армированных частей мачт и деталей автомобиля, множественное контактное взаимодействие между объектами с учетом больших деформаций/поворотов/перемещений и динамического разрушения.

Пространственная КЭ модель реального прототипа автомобиля учитывает радиатор, двигатель, передние и задние подвески, систему тормозов и многие другие детали с возможностью контактного взаимодействия и нелинейных свойств материалов. Конструкция прототипа доработана для получения значительной схожести с реальным автомобилем в экспериментах.

Пространственные модели мачт учитывают основание, опоры с фонарями (одна или две), армированную композитную структуру мачты.

Всего 216 различных материалов учтено в пространственной КЭ модели автомобиля и мачты освещения. Результаты КЭ моделирования, полученные на этих моделях, верифицированы натурным экспериментом и показывают отличие в замедлении автомобиля не более 14%. Расчетные кривые замедления транспортного средства при столкновении позволили рассчитать Head Injury Criteria (HIC) — критерий оценки травмоопасности при ударе — для всех типов мачт. Для всех типов мачт показана низкая травмоопасность при ударе в соответствии с международными стандартами.

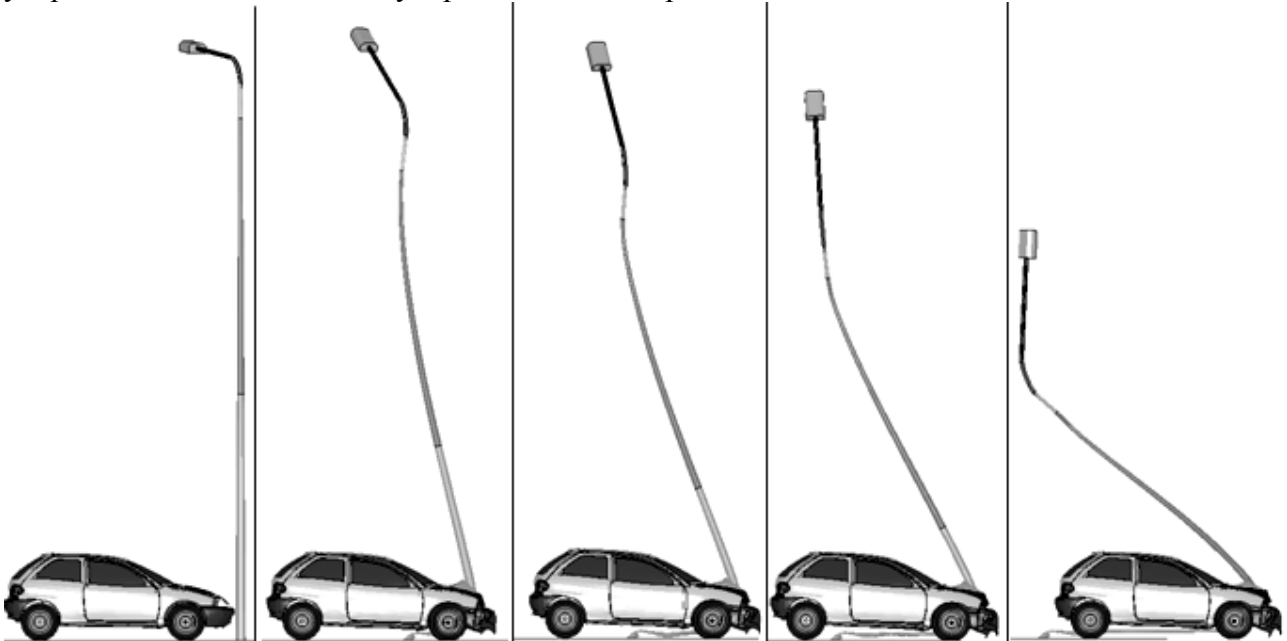


Рис. 3. КЭ моделирование краш-теста

Мачты дорожного освещения Tehomet Oy получили награду в категории «Энергия и Промышленность» на JEC Composite Show в Париже в 2006 г. Благодаря уникальной технологии производства композитных мачт удалось обеспечить низкий вес конструкции, высокую прочность, высокие энергопоглощающие свойства и безопасность при конкурентоспособной стоимости изделия. Мачты удостоены наивысшей степени в классификации по европейскому стандарту EN 12767.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Borovkov A., Klyavin O., Kemppinen M., Kajatsalo M. Proc. 9th Int. LS-DYNA Conference. Dearborn, Michigan, USA. Section Impact Analysis. 2006, 14.11-14.20.
2. Borovkov A.I., Klyavin O.I., Kemppinen M., Nylén A., Kettunen P., Laitinen M., Valtonen J. Composite World. 2006, p.34-37.