

УДК 624.042

**ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБИНЫ КАРЬЕРНОГО
САМОСВАЛА НА СООТВЕТСТВИЕ НОРМАТИВНЫМ
ТРЕБОВАНИЯМ К УСТРОЙСТВАМ ЗАЩИТЫ ПРИ
ОПРОКИДЫВАНИИ**

Магистрант Лисовский Э.В.

Научные руководители – к.т.н. Шмелев А.В., доцент Калина А.А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Карьерная техника зачастую работает в условиях характеризующихся низкой несущей способностью грунтов, наличием больших уклонов и различного рода препятствий. С учетом возможных ошибок оператора, имеется относительно высокая вероятность опрокидывания машин в эксплуатации. Поэтому при проектировании карьерной техники особое внимание уделяется силовым конструкциям, предназначенным для защиты оператора в случае опрокидывании машины.

Основные требования к безопасности карьерной техники при опрокидывании изложены в международном стандарте ISO 3471 «Машины землеройные. Устройства защиты при опрокидывании. Технические требования и лабораторные испытания» [1]. Данный норматив устанавливает технические требования к металлическим устройствам защиты при опрокидывании (Roll Over Protection System [ROPS]), а также единообразные и воспроизводимые методы оценки соответствия этим требованиям в лабораториях, проводящих испытания с использованием статического нагружения представленного образца. Норматив применяется для следующих машин: бульдозеры, фронтальные погрузчики, экскаватор-погрузчики, карьерные самосвалы, трубоукладчики, тракторные блоки, комбинированные машины, грейдеры, уплотнители мусора, катки, траншейные экскаваторы.

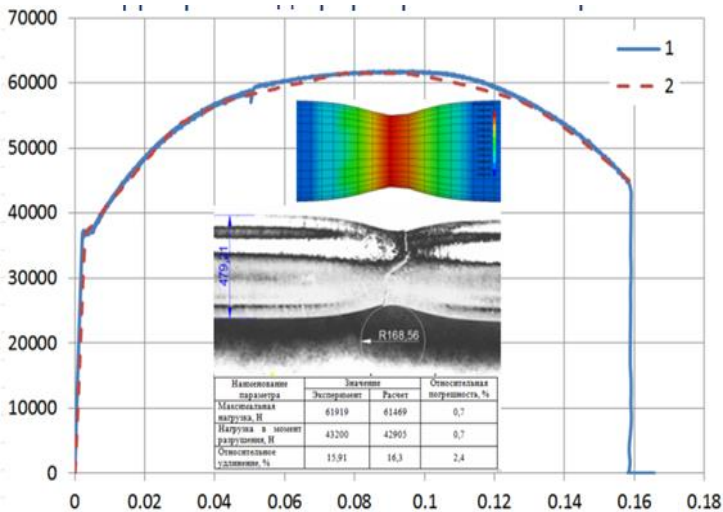
При разработке новых кабин всегда приходится сталкиваться с прямой задачей обеспечения достаточной прочности конструкции и обратной задачей минимизации ее массы. Поэтому очень важно определить конструктивные решения для кабины таким образом, чтобы она обеспечила максимум прочности при минимуме массы. Также, при современном уровне конкуренции в машиностроении

ключевую роль играет время разработки новых конструкций. Перед инженерами стоит задача минимизации времени проектирования.

Наиболее эффективное, комплексное решение перечисленных инженерных задач возможно с использованием компьютерного (виртуального) моделирования испытаний проектируемых конструкций. В этих целях применяются специально разработанные программные средства, основанные на использовании метода конечных элементов для расчетного исследования напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций. На данный момент одними из наиболее распространенных программ для компьютерного моделирования на основе метода конечных элементов можно считать ANSYS и LS-DYNA. ANSYS, как правило, используется для решения задач прочности в неявной постановке, а LS-DYNA – в явной.

Таким образом, виртуальное моделирование различных режимов нагружения проектируемой кабины карьерного самосвала позволяет еще на стадии разработки оценить соответствие несущих свойств кабины заданным требованиям и в случае несоответствия выполнить доработку конструкции с последующей расчетной оценкой эффективности изменений [2]. Такой подход позволяет избежать необходимости изготовления в металле прототипов конструкций и проведения их натуральных испытаний. Это, в свою очередь, дает значительную экономию времени и материальных затрат.

Соответствие результатов виртуальных испытаний процессам, протекающим в реальной конструкции кабины при натуральных испытаниях, напрямую зависит от адекватности разработанной компьютерной модели реальному объекту. Учитывая, что нагружение конструкций при испытаниях происходит со значительными пластическими деформациями, то особую значимость имеет достоверность определения параметров модели материала. С целью определения таких параметров проводится компьютерное моделирование лабораторных испытаний образцов материалов. На рисунке 1 показана диаграмма деформирования материала для реального образца и компьютерной модели.



1 – компьютерная модель, 2 – реальный образец

Рис.1 – Диаграмма деформирования материала

Для того чтобы систематизировать порядок выполняемых операций и исключить возможные ошибки при создании компьютерной модели кабины для проведения виртуальных испытаний на соответствие требованиям ROPS, была разработана методика проведения виртуальных испытаний (рисунок 2). Методика пошагово описывает последовательность необходимых действий для создания корректной компьютерной модели кабины и проведения последующих виртуальных испытаний.

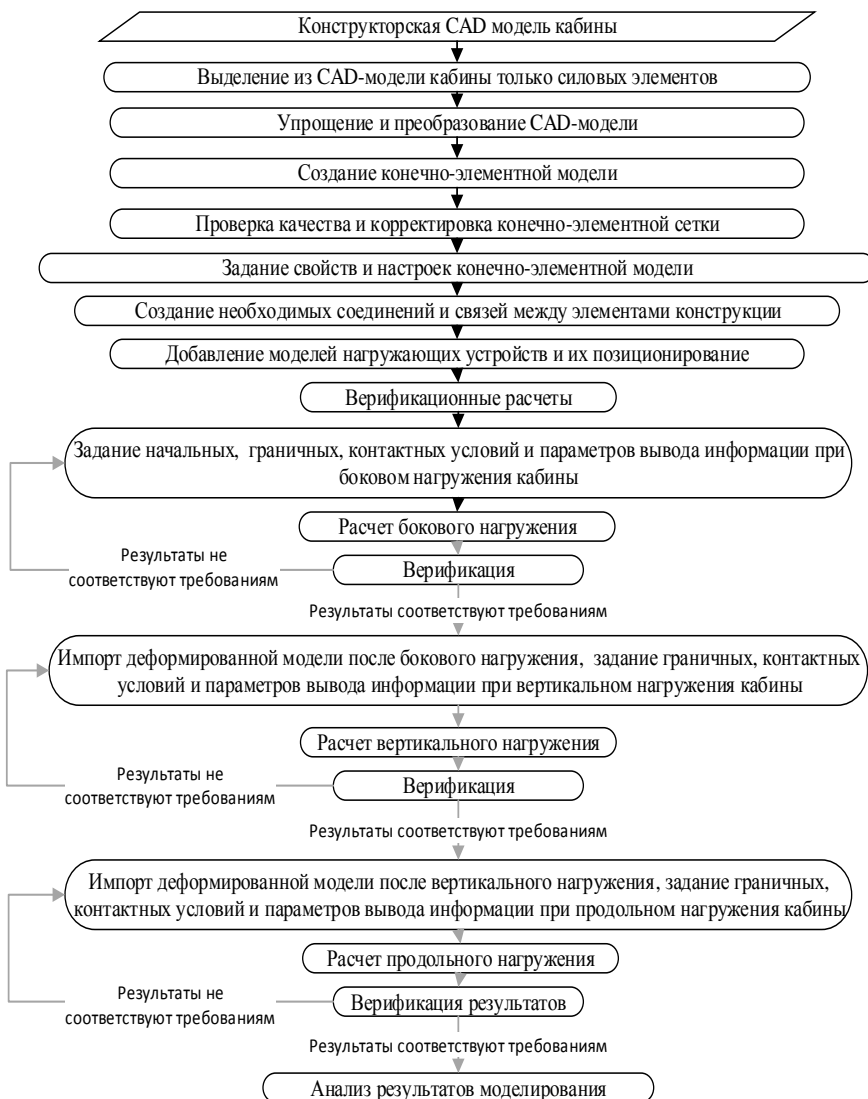


Рис. 2 – Структурная схема методики проведения виртуальных испытаний кабины на соответствие техническим требованиям ROP

Оценка достоверности результатов моделирования, полученных с применением методики, выполнялась путем сопоставления с данными экспериментального определения показателей прочности

кабины карьерного самосвала по требованиям ROPS при боковом нагружении.

Конечно-элементная модель исследуемой кабины карьерного самосвала разработана в программном комплексе ANSYS. Далее модель передавалась в программу препроцессор LS-PrePost, где уточнялись настройки контактного взаимодействия конструкций, описания механических свойств материалов, граничных условий и т.п. Разработанная модель кабины представлена на рисунке 3.

Результаты компьютерного моделирования испытаний конструкций кабины для режима бокового нагружения в виде картины перемещений приведены на рисунке 4. Максимальное перемещение нагружающего устройства при виртуальном моделировании составило 263,6 мм, а входе натурного эксперимента – 269,5 мм. Таким образом, погрешность моделирования составила порядка 2%.

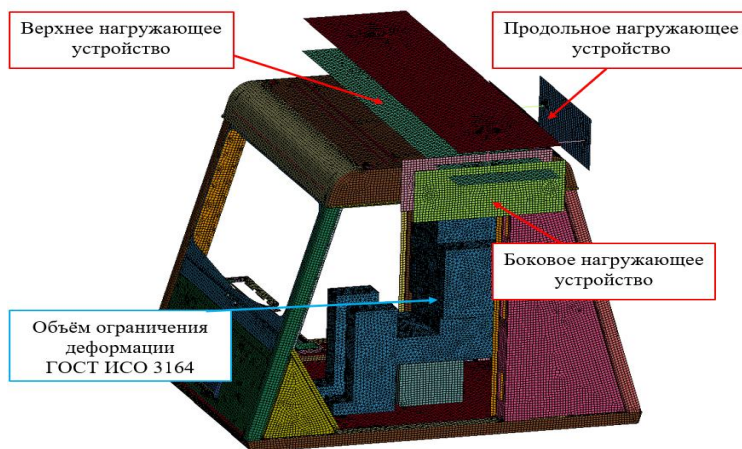


Рис. 3 – Конечно-элементная модель кабины карьерного самосвала с нагружающими устройствами

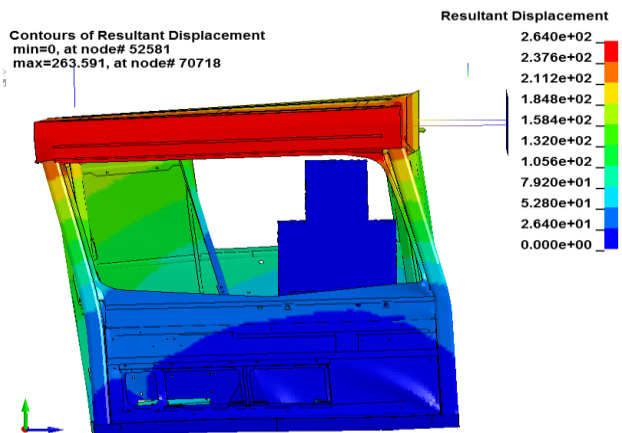


Рис. 4 – Картина перемещений конструкций кабины при боковом нагружении

Использование разработанной методики проведения виртуальных испытаний кабин карьерных самосвалов на соответствие требованиям безопасности ROPS позволило с достаточно высокой достоверностью оценить искомый показатель прочности кабины при боковом нагружении. Планируется дальнейшая работа по моделированию продольного и вертикального нагружения кабины, сопоставление с соответствующими результатами натурных испытаний.

Литература

- ГОСТ ISO 3471– 2015. Машины землеройные. Устройства защиты при опрокидывании. Технические требования и лабораторные испытания. Взамен – ГОСТ ISO 3471– 2013; введ. 01.03.2016.
- Шмелев, А. В. Основы методики виртуального моделирования испытаний кабин грузовых автомобилей по требованиям пассивной безопасности/ А. В. Шмелев, Э. В. Лисовский, В.С. Короткий // Механика машин, механизмов и материалов. – 2015. – № 3 (32). – с.64–72.