

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КЛИНОВОМ МЕХАНИЗМЕ СВОБОДНОГО ХОДА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SIMULIA ABAQUS

В. М. Волчков, к.т.н., доцент, А. А. Гончаров, к.т.н., доцент, В. Н. Стяжин, к.т.н.
Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

На базе кафедры «Прикладная математика» и автотранспортного факультета ВолгГТУ в 2007 году была создана межкафедральная лаборатория «Динамика и прочность конструкций». На конференции «Инженерные системы 2008» были представлены некоторые результаты работы этой лаборатории по разработке упрощенной конечно-элементной модели легкового автомобиля, для создания экспертной системы «Определение скорости автомобиля при ДТП». По результатам этой работы была защищена кандидатская диссертация, одна бакалаврская работа и представлен доклад на студенческой конференции.

В настоящее время организован годовой курс по динамике и прочности конструкций на базе пакетов COSMOS Works, COSMOS Motion и Simulia ABAQUS. В рамках этого курса студенты выполняют в том числе и стандартные семестровые работы по сопротивлению материалов. С этой целью разработано методическое пособие по расчету балочных конструкций и ферм в COSMOS Works и Simulia ABAQUS и русифицирован интерактивный учебный курс по COSMOS Motion, поставляемый фирмой Dassault System.

Настоящая работа посвящена анализу контактных взаимодействий на примере расчета клинового механизма свободного хода. Механизмы свободного хода, которым посвящена обширная литература (см. например, [1,2,3]), используются в гидротрансформаторах (установках реакторного узла), в импульсных бесступенчатых передачах, импульсивных вариаторах и в других подобных механизмах, где передача вращающего момента осуществляется только в одном направлении и только до тех пор, пока скорости вращения ведущего и ведомого звеньев одинаковы (рисунок 1).

На рисунке 2а представлен натурный образец, на котором проводились испытания и исследовались поля напряжений методом фотоупругости [3], а на рисунке 2б – соответствующая конечно-элементная модель этого механизма.

Для этого механизма представляет интерес определение параметров, при которых происходит заклинивание, позволяющее передавать крутящий момент, и параметров, при которых происходит «проскальзывание». Смена режимов зависит от геометрических параметров и коэффициента трения.

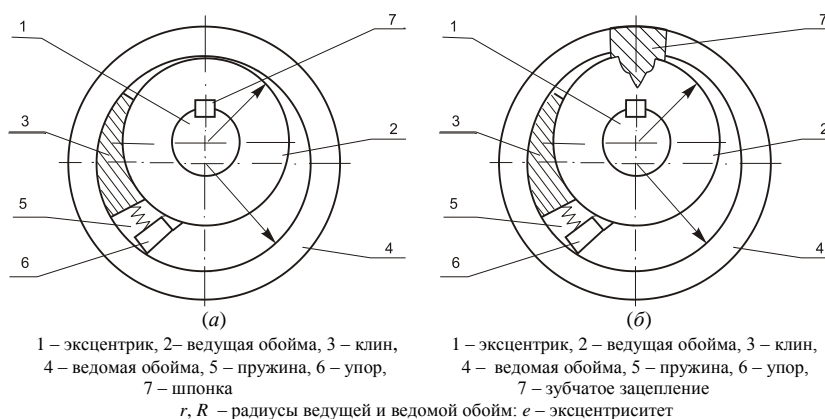


Рисунок 1. Конструктивные схемы обычного КМСХ (а) и КМСХ с кинематической связью (б).

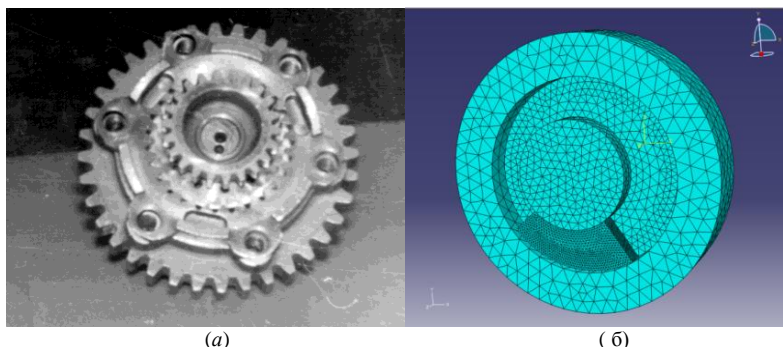


Рисунок 2. а) натурный образец, б) конечно-элементная модель механизма.

Для статических режимов экспериментально были определены напряжения и выполнен их расчет методом граничных элементов. Сопоставление этих результатов показано на рисунке 3.

Поскольку реально механизм работает в основном в условиях динамических импульсных нагрузок, то в конечно-элементной модели в ABAQUS основное внимание было уделено исследованию динамических режимов.

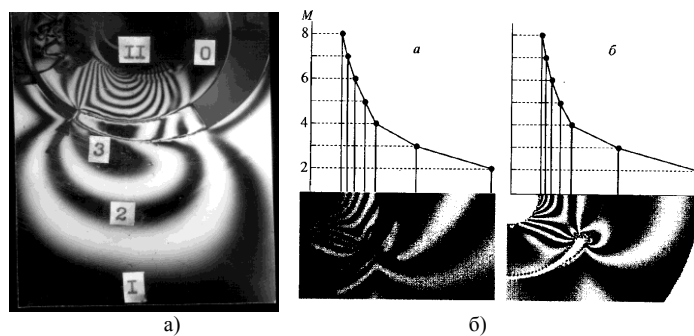


Рисунок 3. а) эксперимент – метод фотоупругости (цифрами обозначены порядки полос), б) сравнение экспериментальных и расчетных значений максимальных касательных напряжений.

Пример зависимости момента от времени при включении механизма показан на рисунке 4а, а на рисунке 4б показано распределение напряжений в некоторый момент времени.

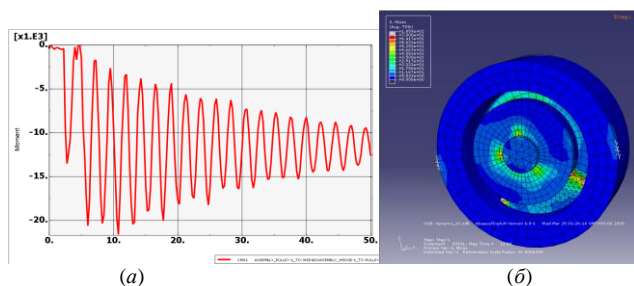


Рисунок 4. а) изменение крутящего момента в процессе импульсного нагружения, б) распределение эквивалентных напряжений.

Подобные расчеты выполнены для различных геометрий. Полученные результаты позволяют подбирать оптимальные геометрические параметры механизма для различных эксплуатационных режимов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилипенко Н.М. Механизмы свободного хода. — М.: Мир, 1986. — 288 с.
2. Благодравов А.А. Механические безступенчатые передачи нефрикционного типа. — М.: Машиностроение, 1982. — 438 с.
3. Гончаров А.А. Статический анализ напряженно-деформированного состояния элементов клиновых механизмов свободного хода. // Проблемы машиностроения и надежности машин. РАН, 2005. № 5. с. 80–87.