

Рябков В.И., Цепляева Т.П., Коба А.И., Толмачев Н.Г.

Исследование нагружения шарнирно-болтовых  
соединений (ШБС)

Долговечность и надежность шарнирно-болтовых соединений существенно зависят от их нагруженности и триботехнических характеристик. Поэтому задачи связанные с уточнением методов расчета таких соединений, а также с определением таких параметров как момент и коэффициент трения, степень износа соединения-являются весьма актуальными.

Расчет ШБС относится к контактным краевым задачам теории упругости, являющимся нелинейными в связи с тем, что неизвестна поверхность контакта между болтом и проушинами. В связи с наличием геометрической нелинейности решение задачи в принципе может быть найдено посредством решения последовательности трехмерных линейных задач, причем построение этой последовательности в случае ШБС более, чем затруднительно. Решение линейной трехмерной контактной задачи значительно сложнее, чем изолированного твердого тела. Все вышеперечисленное означает, что для рассмотрения ШБС нужно использовать упрощенные математические модели. В них болт рассматривается как балка, а проушины рассматриваются как упругое основание.

Для решения такой задачи применен метод разделения области. Метод является весьма эффективным т.к. проушина и болт уже являются подобластями той области, где нужно найти решение.

Рассмотрены следующие случаи:

- симметричное болтовое соединение при симметричном поперечном нагружении. Соединение состоит из болта и двух проушин, внешней (второй) и внутренней (первой). Болт рассматривается как

короткая балка, т.е. учитывается как изгиб, так и сдвиг. Проушины рассматриваются как балки, работающие на изгиб и на сжатие-растяжение, при этом полагаем, что продольные усилия не влияют на изгиб. Предполагается, что болт установлен в соединении без зазора и натяга, а погонная нагрузка, воздействующая со стороны проушины на болт, прямо пропорциональна ее обхвату (балка на упругом основании);

- предыдущий случай, но болт установлен в соединении по скользящей посадке с зазором;
- несимметричное соединение в котором болт установлен без зазора и натяга;
- несимметричное соединение в котором болт установлен с зазором.

Приведен алгоритм для расчета ШБС. Рассмотрен достаточно общий случай с несимметричным ШБС при наличии косо́й силы. Косая сила разлагается на вертикальную и горизонтальную составляющие. В связи с этим горизонтальная составляющая изгибает правое ухо I-ой (внутренней) проушины и правое ухо 2-ой (внешней) проушины. При этом принято, что разность перемещений правого и левого элементов 2-ой проушины меньше зазора для смещения болта вдоль его оси, т.е. болт не работает на растяжение. На соединение действуют вертикальная сила, горизонтальная сила и момент.

Весьма существенными в работе ШБС являются их триботехнические характеристики. Для проведения экспериментальных исследований триботехнических характеристик шарнирно-болтовых соединений спроектирован и изготовлен испытательный комплекс в составе: стенд испытательный, измерительная тензометрическая система, система управления и первичной обработки полученных результатов с передачей на ПЭВМ, ПЭВМ IBM PC/AT.

