

4 Сердюк А. О. Функция Грина для неограниченной тонкой анизотропной пластины / А. О. Сердюк, Д. О. Сердюк, Г. В. Федотенков // Динамические и технологические проблемы Механики конструкций и сплошных сред : материалы XXVI Междунар. симпозиума им. А. Г. Горшкова. Т. 2. – М. : ООО «ТРП», 2020. – С. 106–108.

5 Сердюк А. О. Функция влияния для пластины с произвольной анизотропией материала / А. О. Сердюк, Д. О. Сердюк, Г. В. Федотенков // Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред : материалы XXVI Междунар. симпозиума им. А. Г. Горшкова. Т. 2. – М. : ООО «ТРП», 2020. – С. 108–110.

УДК 621.643.412

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПЛОСКИМИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫМИ ПРОКЛАДКАМИ

Е. В. СЕРПИЧЕВА¹, С. В. ШИШКИН¹, Г. В. ФЕДОТЕНКОВ^{1,2}

¹Московский авиационный институт (НИУ)

²НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

В авиационной технике широко используются фланцевые соединения с плоскими уплотнительными прокладками, прочность и герметичность которых нередко определяет безопасность и работоспособность различных конструкций. В эксплуатации магистрали подвергаются циклическому и динамическому нагружению. Поэтому при прочих равных условиях их усталостная прочность зависит от массы соединений. Однако нерациональное снижение жесткости фланцев приводит к существенному увеличению неравномерности давления на прокладку. Отсюда, есть вероятность, как раскрытия стыка, так и разрушения уплотнения из-за превышения допустимой величины контактной нагрузки.

При проектировании соединений минимальной массы возникает необходимость разработки методики проверочного расчета его деталей на прочность. Подобная постановка задачи определяет предельную деформацию изгиба фланцев при затяжке болтов и приложении рабочей нагрузки. Рационально спроектированные конструкции отличаются довольно низким коэффициентом основной нагрузки, что благоприятно влияет на усталостную прочность болтов. При невысоких температурах и рабочих нагрузках используют неметаллические прокладки с целью дальнейшего снижения массы узла. В этих конструкциях применяют нежесткие фланцы, поскольку их изгиб компенсируется податливостью уплотнения. Низкая величина допускаемого давления на прокладку определяет относительно невысокие усилия затяжки болтов. Это позволяет ставить более лёгкий крепёж и уменьшить радиальный габарит фланцев.

Приближённый анализ распределения давления в герметизируемом стыке контактной нагрузки с достаточной точностью может быть сделан на упрощенных моделях фланцев в виде колец. Такая схематизация реальных деталей оказывается возможной при условии разделения их деформаций на общие (изгиб) и местные (сжатие фланцев и прокладки) и их определении изолированно друг от друга. Указанный подход позволяет использовать известные уравнения теории осесимметричной деформации кольца, связывающие перемещения точек расчётной модели с действующими на неё усилиями.

В работе рассмотрена кольцевая модель соединения с учетом дополнительной жесткости крепежа и присоединительных труб с независимым граничным слоем, податливость которого определяется сжатием фланцев, прокладки и деформацией шероховатости уплотняемых поверхностей.

Построена функция распределения контактного давления по радиусу уплотнения, показано, что она имеет линейный характер в зависимости от затяжки болтов и приложения рабочей нагрузки, а её неравномерность зависит от жесткости фланцев и общей податливости граничного слоя расчётной модели.

Выработаны основные рекомендации по проектированию компактных, конструкций фланцевых соединений с плоскими уплотнительными прокладками с целью минимизации их массы и сформулированы базовые критерии прочности деталей узла, гарантирующие его работоспособность.

Показано, что в соединениях с нежесткими фланцами целесообразно использовать неметаллические уплотнения, высокая податливость которых компенсирует из-за плоских тарелок и обеспечивает требуемую неравномерность контактной нагрузки в уплотняемом стыке.