

ми. Коэффициенты поглощения разработанных УДО в 1,5—2,0 раза выше, чем у нормализованных опор с упругими элементами в виде резиновых втулок, применяемых в настоящее время.

Стабильность свойств оценивалась поведением характеристик УДО в зависимости от числа циклов знакопеременного нагружения. Испытания проводились на режимах постоянных амплитуд сил и перемещений. Характерно, что для опор из материала МР демпфирующая способность практически не зависит от числа нагружений, а деформационные характеристики стабилизируются при наработке в 10^7 циклов. Проверка эффективности разработанных конструкций УДО в лабораторных условиях и на изделии показала их высокую надежность.

Н. И. Старцев

СОХРАНЕНИЕ ВИБРОПРОЧНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ ГТД ИЗ СТАЛИ Х18Н10Т ПРИ УМЕНЬШЕНИИ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ДО 0,6 мм

Решая проблему снижения веса трубопроводных систем ГТД, конструктор обращается к идее снижения веса собственно труб, составляющих 60—70% общего веса коммуникаций. И здесь есть два пути: переход на трубы из материала с меньшим удельным весом (например, титан); уменьшение толщины стенок труб из материала Х18Н10Т до 0,6 мм вместо толщины 1 мм, принятой в существующих конструкциях.

Исследования на ряде заводов и в исследовательских центрах не позволили пока наметить пути повышения предела усталости трубопроводов из титановых сплавов, абсолютная величина которого мала ($7\text{--}8 \text{ кг/мм}^2$ против $15\text{--}18 \text{ кг/мм}^2$ у Х18Н10Т).

Технология производства титановых трубопроводов на заводах не освоена. Поэтому более целесообразен второй путь. Однако и здесь потребовалось разрешить ряд задач.

1. Исследование усталостных характеристик тонкостенных (с толщиной стенки менее 1 мм) трубопроводов показало более низкий предел усталости по сравнению с его величиной у обычных труб ($10\text{--}12 \text{ кг/мм}^2$ против $15\text{--}18 \text{ кг/мм}^2$).

В связи с этим ставилась задача сохранить прежний уровень усталостной прочности.

2. Процесс гибки тонкостенных труб вызвал недопустимые искажения сечения в зонегиба, утонение стенки и появление гофр в результате потери устойчивости на внутренней сторонегиба, хотя эти недостатки должны быть меньшими по сравнению с обычными трубопроводами.

Поэтому оказалось необходимым отработать технологию гибки тонкостенных труб со специальными наполнителями (селитра и др.) на базе освоенной технологии производства.

3. Уменьшилась изгибная жесткость трубопроводов, что потребовало сокращения длины пролетов и увеличения числа опор.

В результате возникла задача — оценить натурным тензометрированием трубопроводов влияние уменьшения толщины стенки на порядок расстановки демпфирующих опор.

Предел выносливости тонкостенных трубопроводов с соединением по наружному конусу был доведен до $15\text{--}18 \text{ кг/мм}^2$ за счет выбора оптимального натяга между ниппелем и трубой ($0,03\text{--}0,15 \text{ мм}$) и

поверхностного упрочнения труб путем гидродробеструйной обработки и накатки роликами.

Отработана технология гибки тонкостенных труб с наполнением селитрой.

Тензометрирование показало, что увеличение вибронапряжений за счет запасов по демпфирующей способности опор не было отмечено.

Только в двух трубопроводах из 74 были зафиксированы напряжения $5-7 \text{ кг/мм}^2$ и в шести — $3-3,5 \text{ кг/мм}^2$ (при норме не более 5 кг/мм^2), в остальных же они были в пределах $1-2 \text{ кг/мм}^2$, т. е. как и в случае с обычными трубами.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Переход на тонкостенные трубы (толщина стенки до $0,6 \text{ мм}$) из материала X18H10T возможен без снижения прочностной надежности системы при условии: повышения предела выносливости поверхностным упрочнением и оптимальным конструктивным исполнением соединения ниппелей с трубой; применения демпфирующих опор; введения специального технологического процесса изготовления трубопроводов.

2. Снижение веса собственно труб возможно на $30-45\%$.

В. А. Борисов

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПЛОТНЕНИЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ТОРЦОВЫМИ ПРОКЛАДКАМИ

При оценке уплотнений можно исходить из величины давления разгерметизации, определяемой при статическом нагружении соединения рабочей средой. Получена связь давления разгерметизации с основными характеристиками уплотнения и соединения. При этом предполагалось, что контактное давление на уплотнительных поверхностях в момент разгерметизации линейно зависит от давления среды. Коэффициент, определяющий эту зависимость, входит в число основных характеристик уплотнения. Помимо его, к ним относятся коэффициент жесткости прокладки и коэффициент самоуплотнения, который показывает степень передачи уплотнением давления среды на уплотнительные поверхности. Что же касается соединения, то его характеризуют жесткость, определяющая осевые перемещения уплотнительных поверхностей, и прочность на разрыв.

Для фланцевого соединения, например, предполагается, что его прочность ограничена прочностью болтов.

При оценке эффективности уплотнения можно использовать отношение действительного давления разгерметизации к максимально возможной теоретической его величине для данного соединения. Величина такого отношения может быть выражена через основные характеристики уплотнения и соединения и названа коэффициентом качества уплотнения.

Поскольку жесткость и прочность соединения непосредственно связаны с габаритами и весом, то появляется возможность рассмотреть связь весовых показателей соединения с величиной давления разгерметизации при различных уплотнениях. На основании подобного анализа сделаны выводы о влиянии упругости прокладки и самоуплотнения на габариты и вес соединения. Результаты проведенного исследования показывают целесообразность применения самоуплотняющихся упругих прокладок для уплотнения неподвижных соединений.