

Мунир Аль Хавальди, Киященко О.М., Сердитов А.Т. доц., к.т.н.,
Ключников Ю.В., доц., к.ф-м.н., Горобець А.И. асистент; НТУУ «Київський
політехнічний інститут», м.Київ, Україна, e-mail: yu.klyuchnikov@gmail.com

К ОЦЕНКЕ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ПОДВЕРЖЕННЫХ АСИММЕТРИЧНОМУ НАГРУЖЕНИЮ, С УЧЕТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Создание машиностроительных конструкций тесно связано с необходимостью совершенствования методов расчета на прочность. Эта задача особенно актуальна применительно к деталям, подверженным воздействию циклических нагрузок, вызывающих преждевременное разрушение в связи с развитием процесса усталости металла. Результатам исследования сопротивления усталости посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных ученых [1-3].

Экспериментально установлено, что характеристики сопротивления усталости конструкционных материалов существенно зависят от многих факторов, в первую очередь от условий и характера нагружения, в частности от асимметрии действующих нагрузок, а также от концентрации напряжений. В связи с этим, методы расчета элементов конструкций на прочность должны отражать проявление конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов и учитывать их влияние.

Расчеты на прочность деталей машин базируются на сопоставлении определяемых запасов прочности с допускаемыми их величинами, выступающими в качестве нормативных характеристик.

Величины допускаемых напряжений и запасов прочности устанавливают, как правило, на основе систематизации обширного фактического материала по конструированию, детального анализа эксплуатации созданных конструкций, исследования свойств применяемых материалов.

Запас прочности n детали определяется как отношение предельных (максимальных) напряжений $\sigma_{\max}$, характеризующих несущую способность материала, к напряжениям σ_d , действующим в деталях в эксплуатационных условиях, т.е.

$$n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_d} \quad (1)$$

При простых видах циклического нагружения, например, при растяжении-сжатии или изгибе, $\sigma_{\max}$ представляет собой предел выносливости детали при растяжении-сжатии или изгибе, определяемый путем испытаний лабораторных полированных образцов с учетом влияния различного рода факторов.

Напряжения σ_d , возникающие в проектируемых элементах конструкций в процессе эксплуатации, устанавливаются на основе опыта эксплуатации конструкций, подобных проектируемой, путем расчета или тензометрирования.

Учитывая существенное влияние концентрации напряжений и асимметрии циклического нагружения на характеристики сопротивления усталости, в работе приведены методики определения максимальных напряжений в материале при воздействии указанных факторов с целью повышения точности прочностных расчетов.

Необходимость учета асимметрии нагружения в прочностных расчетах машиностроительных конструкций была сформулирована в 30-х годах прошлого столетия [19]. Решение этой задачи требует проведения большого объема трудоемких экспериментальных исследований. В связи с этим предпринимались попытки косвенного определения необходимых для расчета характеристик. В качестве первых предложений косвенного учета влияния асимметрии нагружения на допускаемые напряжения при воздействии циклических нагрузок явились рекомендации использования линейной зависимости максимального напряжения цикла от его среднего напряжения, т.е. зависимости Гудмана [2,4].

Несколько позже было предложено использовать для определения допускаемых напряжений при одноосном напряженном состоянии диаграмму Смита [5].

Таким образом в работе предложена методика оценки запаса прочности, для использования в расчетной практике элементов конструкций, подверженных асимметричному циклическому нагружению, с учетом концентрации напряжений, характерной для создаваемых конструкций. В основу разработанной методики заложены модели предельного состояния, базирующиеся на степенных трансцендентных функциях. Модели обеспечивают хорошее согласование результатов расчета предельного состояния конструкционных материалов с экспериментальными данными при минимальном объеме предварительных исследований.

Список використаних джерел

1. Афанасьев Н.Н. Статическая теория усталостной прочности металлов. - Киев. Изд-во АН УССР.-1953.-128с.
2. Вейбулл В. Усталостные испытания и анализ их результатов / Пер. с англ. под ред. С.В.Серенсена.-М.: Машиностроение.-1964.-276с.
3. Гаф Г.Дж. Усталость металлов. Пер. с англ. под ред. Н.А. Шапошникова. М.-Л.: Гл.редакция литературы по черной металлургии.-1935.-304с.
4. Форрест П. Усталость металлов / Пер. с англ. под ред. С.В. Серенсена.-М.: Машиностроение.-1968.-352с.
5. Серенсен С.В. Определение запаса прочности при расчете деталей машин // Вестник машиностроения, 1943.-№6.-С. 6-14.