

# ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ

Доцент, кандидат технических наук

Зинин Александр

Владимирович

8 916 652 92 09

[allzin@yandex.ru](mailto:allzin@yandex.ru)

2016

## **1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

Целью механических испытаний является определение механических свойств материалов, полуфабрикатов, деталей и узлов. В зависимости от объекта испытаний механические испытания имеют различные цели.

Механические характеристики, полученные при испытаниях образцов материалов, составляют исходные данные для расчета и проектирования машин и конструкций. Сравнение и выбор материала могут быть выполнены, если все величины получены в строго стандартных условиях и с наибольшей полнотой параметров.

Если при испытании материалов определяются только свойства материала, то при испытании конструкции определяется не прочность материалов, а прочность конструкций. При механических испытаниях конструкции, с одной стороны, проверяется точность проведенных расчетов, а с другой - правильность назначенных технологических процессов изготовления и сборки

## 1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО СХЕМЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Схема напряженного состояния влияет на механические свойства через соотношения сжимающих и растягивающих напряжений. Сжимающие напряжения в большей степени способствуют проявлению пластичности. Чем больше роль сжимающих напряжений, тем легче режим, т. е. деформация, способность материала больше.

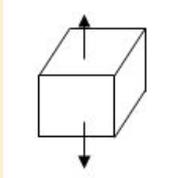
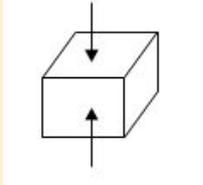
$$\alpha = \frac{\tau_{\max}}{\sigma_{\text{экв}}}$$

Мягкость схемы напряженного состояния оценивается коэффициентом мягкости

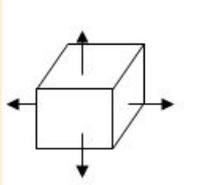
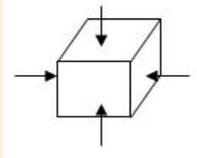
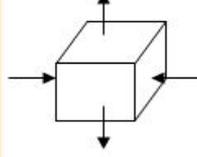
$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3);$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2};$$

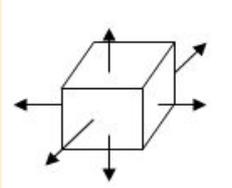
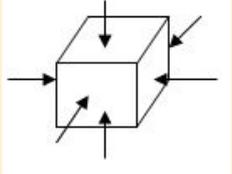
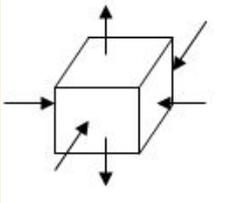
$$\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2\sigma_1 - 2\mu(\sigma_1 + \sigma_3)}$$

Напряженное состояние	Схема НС	Реализация	$\alpha$
<b>Линейное напряженное состояние</b>			
1. Одноосное растяжение	 $\sigma_1 > 0$	Испытание на растяжение (до образования шейки)	1/2
2. Одноосное сжатие	 $\sigma_3 < 0$	Испытание на сжатие (при отсутствии трения на торцевых поверхностях)	2

## 1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Напряженное состояние	Схема НС	Реализация	$\alpha$
<b>Плоское напряженное состояние</b>			
3. Двухосное растяжение	 $\sigma_1 > 0 \quad \sigma_2 > 0$	Изгиб широкого образца Тонкостенный цилиндр, подверженный внутреннему давлению и осевому растяжению	2/3
4. Двухосное сжатие	 $\sigma_2 < 0 \quad \sigma_3 < 0$	Кольцевое сжатие образцов по боковой поверхности	-
5. Разноименное плоское напряженное состояние	 $\sigma_1 > 0 \quad \sigma_3 < 0$	Кручение цилиндрического стержня	4/5

## 1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Напряженное состояние	Схема НС	Реализация	$\alpha$
<b>Объемное напряженное состояние</b>			
6. Трехосное растяжение	 $\sigma_1 > 0 \quad \sigma_2 > 0 \quad \sigma_3 > 0$	Гидростатическое растяжение в центре нагреваемого шара Растяжение цилиндрического образца с кольцевым надрезом Растяжение и изгиб образцов с надрезами	2/5
7. Трехосное сжатие	 $\sigma_1 < 0 \quad \sigma_2 < 0 \quad \sigma_3 < 0$	Гидростатическое сжатие Испытание на твердость вдавливанием	4
8. Разноименное объемное напряженное состояние	 $\sigma_1 > 0 \quad \sigma_2 < 0 \quad \sigma_3 < 0$	Растяжение образца с шейкой под гидростатическим давлением	-

## **1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПОСОБУ НАГРУЖЕНИЯ**

Используют два способа нагружения образца:

- путем его деформации с заданной скоростью и измерением сил сопротивления образца этой деформации;
- подачей постоянной нагрузки на образец с измерением возникающей при этом деформации.

Наиболее распространен первый способ, обеспечивающий возможность непрерывного измерения и записи силы сопротивления образца деформированию. Он используется практически во всех разновидностях кратковременных статических испытаний.

Примеры применения второго способа нагружения — испытания на ползучесть и длительную прочность.

## 1.3 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО ХАРАКТЕРУ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ

По характеру изменения во времени нагрузки подразделяют на **статические, динамические и циклические.**

**Статические нагрузки** характеризуются относительно медленным возрастанием от нуля до некоторой максимальной величины (обычно секунды — минуты).

При **динамическом нагружении** это возрастание происходит за очень короткий промежуток времени (доли секунды).

**Циклические нагрузки** характеризуются многократными изменениями по направлению и (или) по величине.

В соответствии с характером действующих нагрузок различают статические, динамические и усталостные испытания.

**Статические испытания** отличаются плавным, относительно медленным изменением нагрузки образца и малой скоростью его деформации, а также такой малой величиной ускорения движущихся частей машины, что возникающими в них силами инерции можно пренебречь. При статических испытаниях можно методом простого статического равновесия с достаточной точностью определять усилия и деформации, а также величины работы деформации в любой момент испытания.

Наиболее важны следующие разновидности статических испытаний,

## **1.2 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО ХАРАКТЕРУ ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ**

Помимо рассмотренных статических, динамических и усталостных, различают еще две большие **специфические группы испытаний**.

Первая из них — это испытания на твердость, в которых оценивают различные характеристики сопротивления деформации или, реже, разрушению поверхностных слоев образца при взаимодействии их с другим телом — индентором (от английского indentation — вдавливание). Большинство разновидностей испытаний на твердость—статическое.

Вторая группа — испытания на ползучесть и длительную прочность. Их обычно проводят при повышенных температурах для оценки характеристик жаропрочности. Образцы здесь в течение всего испытания находятся под постоянным напряжением. При испытании на ползучесть измеряют величину деформации в функции времени при разных напряжениях на образце, а в результате испытаний на длительную прочность оценивают время до разрушения под действием различных напряжений.

