

УДК 621.317.084.2
ДИАГНОСТИКА ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭТИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В.И. ЗУБЦОВ, В.В. БОЗЫЛЕВ, А. Н. ЯГУБКИН
УО «ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Основные характеристики прочности. Общепринятая стандартная методика определения прочности материалов по результатам испытаний разрушающей нагрузкой, основанная на упрощении представлений о характере работы материала под нагрузкой не удовлетворяет требованиям современной инженерной практики. Необходимость получения достоверной информации о прочности материалов является стимулом разработки новых методов её определения, в частности неразрушающих.

Известно, что прочность – это свойство твердых тел сопротивляться разрушению, а также пластической деформации под действием внешних нагрузок, является очень широким понятием даже в сфере материаловедческих наук и её оценка производится на основе анализа напряженно-деформированного состояния [1].

Опорными точками классических теорий прочности являются характеристики пределов прочности при простом статическом механическом напряжении: пределы прочности при одноосном растяжении, сжатии, предел прочности при сдвиге.

Зависимость предела прочности от условий деформации приводит к тому, что следует учитывать значение деформации, развивающейся к моменту разрушения (разрыва) материала ε_p . Это значение ε_p зависит от материала, величины деформирующей силы и скорости ее нарастания. При заранее заданном, условиями эксплуатации, значении предела прочности при растяжении σ_p (или ε_p) время воздействия деформирующей силы, при котором происходит разрушение материала, не может быть произвольным. Тогда прочность может характеризоваться также долговечностью τ_p – временем с начала действия деформирующей силы до разделения образца материала на части.

Множество материалов сочетают в себе свойства упругости и вязкости. Причем, проявление в большей степени упругости или вязкости зависит от скорости нагружения.

В связи с этим, важное значение приобретает определение удельной работы деформации до разрыва

$$A_p = \int_0^{\varepsilon_p} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon.$$

Анализируя возможности данной диагностики прочностных характеристик можно отметить следующие недостатки: точное определение ε_p , τ_p и A_p является непростой и трудоёмкой задачей. Сами характеристики услов-

ны, дают упрощенное представление о характере работы материала под нагрузкой, невозможность применения к эксплуатируемым изделиям, так как метод разрушающий.

Несовершенство вышеописанной диагностики прочностных характеристик можно объяснить тем, что большинство материалов сочетают в себе как упругие свойства, так и вязкие, имеют нелинейную и неоднозначную связь между напряжениями и деформациями (к таким материалам относятся, например, полимеры). Она основана также основана она на критериях, которые, как отмечено выше, условны и дают упрощенное представление о характере работы материала под нагрузкой.

Для современной инженерной практики необходимо получение более достоверной информации о прочности, пусть даже в материалах, где напряженно-деформированное состояние близко к однородному. Поэтому оценка прочности должна быть основана на более исчерпывающих критериях.

Для этого в качестве основного показателя прочности материалов и изделий вместо предела прочности следует использовать то значение механических напряжений T , которое лишь предшествует пластической деформации S – предел упругости.

Факт сочетания упругих и вязких свойств материалами известен ещё со времен Максвелла, который предложил наиболее простую модель (есть и другие модели) такого сочетания [2,4]. Оно описывается дифференциальным уравнением.

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\mu}, \quad (1)$$

где σ - механическое напряжение; μ - вязкость; E - модуль упругости; ε - деформация.

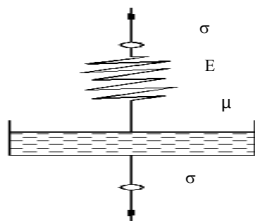


Рис. 1. Модель Максвелла

Выражение $\frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt}$ уравнения (1) описывает упругие свойства, а $\frac{\sigma}{\mu}$ — вязкие.

Анализируя данную модель напряжённо-деформированного состояния тела, можно отметить следующее. Упругая деформация ε возникает мгновенно при каждом данном значении напряжения σ , поэтому скорость изменения деформации определяется скоростью изменения напряжения:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} \quad (2)$$

При постоянно действующем напряжении ($\sigma = \text{const}$) $d\sigma/dt = 0$. Уравнение (1) принимает вид $d\varepsilon/dt = \sigma/\mu$.

Пусть мы имеем дело с процессом релаксации напряжения при сохранении постоянного удлинения (растяжения) образца материала $d\sigma/dt = 0$. По понятным причинам, напряжение в конце концов упадет до нуля. При этом уравнение (1) примет вид:

$$\frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dt} = -\frac{E}{\mu}$$

Откуда следует, что напряжение и скорость изменения напряжения определяются модулем упругости и коэффициентом вязкости.

Поскольку модули упругости и вязкости являются константами, их можно рассматривать в качестве физических характеристик материала. Следовательно, эти характеристики являются не условными, а исчерпывающими, когда речь не идет о разрушении материала при оценке прочности

Наличие пор, трещин, микротрещин и других дефектов снижает прочность материалов. Определение гигроскопичности позволяет оценить связанную с этим потерю прочности [2, 3].

Итак, модуль упругости, вязкость и гигроскопичность являются характеристиками, учитывающими особенности применения материалов в зависимости от условий их эксплуатации.

Разработаны методы и средства определения характеристик прочности предлагаемой диагностики [5-8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Немец, Я.** Прочность пластмасс / Я. Немец, С. В. Серенсен, В. С. Стреляев. – М. : Машиностроение, 1970. – 335 с.
2. **Зубцов, В. И.** Оценка прочности гигроскопичных материалов с использованием эффекта Доплера / В. И. Зубцов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2000. – № 1. – С. 51–53.
3. **А. с. 1486910. СССР.** Способ контроля кинетики пропитки жидкостью пористого материала. / Зубцов В.И. [и др.] // Открыт. Изобр. – 1989. – № 22. – С. 240.
4. **Зубцов, В. И.** Пьезоэлектрический контроль прочности / В. И. Зубцов. – Новополюск : ПГУ, 1999. – 147 с.
5. **Зубцов, В. И.** Измерение вязкости расплавов (растворов) полимерных и других конструкционных материалов / В. И. Зубцов // Приборы и системы управления. – 1999. – № 7. – С. 40–41.
6. **Зубцов, В. И.** Экспресс-метод определения вязкости расплавов (растворов) твердеющих материалов / В. И. Зубцов // Контроль. Диагностика. – 2000. – № 3. – С. 36–38.
7. **Ахвердов, И. Н.** Основы физики бетона / И. Н. Ахвердов. – М. : Стройиздат, 1985. – 464 с.
8. **Зубцов, В. И.** Частотно – резонансный метод измерения модуля упругости материалов / В. И. Зубцов // Инженерная физика. – 1999. – № 1. – С. 64–65.