

## ОБ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ЛОКАЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЗОН

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Практика требует решения задачи оценки состояния эксплуатируемых конструкций с целью обеспечения их длительной эксплуатации и возможности ремонта по их физическому состоянию.

Решение этой задачи должно базироваться на наличии сведений об имеющихся в них дефектах, особенностях их накопления, и с грамотной их оценкой, условиях эксплуатации и времени, которое конструкция выработала со времени пуска ее в эксплуатацию.

В настоящее время наиболее распространенным критерием оценки свойств материалов при снижении температуры является значение ударной вязкости, как наиболее чувствительный к температурным изменениям показатель. По его нормативному и аварийному уровню оценивают склонность металлов к хрупкому разрушению. В свою очередь зависимость значений ударной вязкости от температуры испытания, остроты надреза и размеров образца в сочетании с высокой скоростью деформирования настолько усложняют напряженное и деформированное состояние, что теоретический анализ ударной вязкости до сих пор не осуществлен. Кроме того, само значение ударной вязкости, как отношение поглощенной энергии при разрушении образца к площади поперечного сечения по надрезу, не имеет физического смысла, а представляет лишь собой значение поглощенной энергии, уменьшенное в масштабе на величину площади сечения по надрезу.

С другой стороны, результаты испытаний на ударный изгиб, после их соответствующей обработки, заключают в себе много полезной информации, имеющей конкретный физический смысл, которые можно использовать для объективной оценки состояния конструкций.

Известно [1], что отношение ударной вязкости к твердости по Бринеллю, измеряется в миллиметрах и является характеристикой пластичности стали для исследуемого состояния. Записывается в виде:

$$\beta = \frac{U}{A \cdot HB},$$

где  $U$  – энергия, поглощенная ударным образцом при его разрушении,  $A$  – площадь сечения образца по надрезу,  $HB$  – твердость по Бринеллю.

Произведение площади  $A$  на твердость по Бринеллю в (1) является силой, а отношение энергии к силе, в соответствии с теоремой Лагранжа, является перемещением, и эта зависимость справедлива как для упругой, так и для пластической стадии деформирования вплоть до разрушения.

Таким образом, характеристика  $\beta$  может служить самостоятельным критерием оценки пластичности локально деформированных зон конструкций по результатам измерения максимальной твердости, что позволяет получать достаточно надежные для практики результаты. Но непосредственная взаимосвязь  $\beta$  и поглощенной при разрушении энергии  $U$  в широком диапазоне температур эксплуатации и уровней предварительной пластичности деформации описывается довольно сложной диаграммой хрупковязкого состояния [1]. Поэтому для практического применения характеристики  $\beta$  для оценки состояния конструкции используют ее взаимосвязь с другими характеристиками пластичности стали, а именно с относительным сужением  $\Psi$  и углом изгиба ударного образца  $\theta$ , измеряемого путем совмещения двух его половинок после разрушения. Зависимость  $\beta$  от  $\Psi$  и  $tg\theta$  линейна [2].

Значение  $\Psi$  для контролируемого состояния стали можно определить по формуле:

$$\Psi = \Psi_0 - \ln \frac{h_0}{h_k}, \quad (2)$$

где  $\Psi_0$  - относительное сужение стали в состоянии поставки,  $h_0$  - глубина отпечатка при измерении твердости по Бринеллю стали в состоянии поставки,  $h_k$  - глубина отпечатка при контрольном измерении.

Значения  $\beta$  определяют по формулам:

$$\beta = K_1 \Psi \quad \text{или} \quad \beta = K_2 \operatorname{tg} \theta, \quad (3)$$

где значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  берут из графиков линейной взаимосвязь  $\beta$  с  $\Psi$  и  $\operatorname{tg} \theta$ , построенных по значениям сертификатных данных или по результатам исследований на ударную вязкость исследуемой стали с обязательным опытным определением  $\beta$  и  $\operatorname{tg} \theta$ .

Значение  $\beta$  для углеродистых и низколегированных сталей изменяется в пределах  $1,5 \div 0,01$  мм. При значении  $\beta \leq 0,1$  мм, независимо от марки стали, локально деформированная зона конструкции находится в хрупком состоянии, т.е. становится трещинопасной.

Предложенная методика оценки состояния конструкций по результатам измерения максимальной твердости локально деформированных зон проста в применении, дает надежные для практики результаты и не требует специального оборудования. Для применения данной методики требуется лишь расширение результатов испытаний стали на ударную вязкость с целью обязательного определения значений  $\beta$  и  $\operatorname{tg} \theta$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жданович, Г.М., Хмелев, А.А. О диаграмме хрупковязкого состояния малоуглеродистых сталей при ударном изгибе//Проблемы прочности.-1981.-№1,-С.85-89.
2. Хмелев, А.А., Садоров, В.А. Неразрушающий метод оценки состояния конструкций//Машиностроение.-Мн., 2003.-Вып.19.-С.565-568.