

## ПЛАСТИЧЕСКОЕ И ХРУПКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

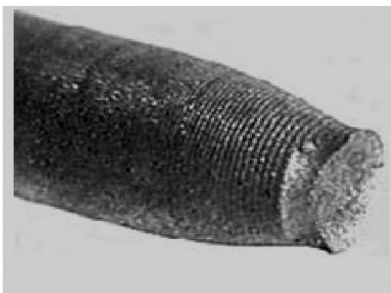
*Д.С. КОЛЕНЧУКОВ, Е.В. ГРИБОЛЕВ*

*Научный руководитель - доцент, к.т.н. Д.Н. КОЛОСКО*

По результатам испытаний на одноосное растяжение материалы принято делить на пластичные и хрупкие. К пластичным относятся материалы, разрушению которых предшествуют большие остаточные деформации, достигающие иногда 20...25%. Характерными представителями пластичных материалов являются малоуглеродистая сталь и алюминий. Хрупкими называют материалы, разрушающиеся при малых остаточных деформациях, не превышающих 2...5%. Характерными представителями хрупких материалов являются чугун, инструментальная сталь и стекло.

В природе нет идеально хрупких или пластичных материалов, есть хрупкое или пластическое состояние материала. При разных условиях проведения испытаний один и тот же материал может разрушаться и хрупко, и пластично. Пластичная при комнатной температуре углеродистая сталь разрушается как хрупкий материал при температуре жидкого азота – 196°С. Хрупкий при растяжении и кручении чугун разрушается пластично при сжатии. При испытании на твердость такого хрупкого материала, как мрамор, на его поверхности остается вмятина, являющаяся признаком пластической деформации [1].

Пластичные материалы проявляют большее сопротивление отрыву частиц, чем сдвигу их друг относительно друга, и разрушаются главным образом, от сдвига частиц в плоскостях действия наибольших касательных напряжений. Именно вследствие сдвига частиц увеличивается длина образца из пластичного материала при его растяжении, а место разрушения в шейке имеет вид кратера, стенки которого наклонены к оси образца под углом 45° (рисунок 1). Дном этого кратера является поверхность первоначальной внутренней трещины, возникающей после образования шейки.



**Рисунок 1** – Кратерообразная форма места разрыва образца из пластичного материала при растяжении

Хрупкие материалы, обладают большим сопротивлением сдвигу, чем отрыву, и разрушаются при растяжении внезапно от отрыва частиц материала по плоскости поперечного сечения (рисунок 2). Явления текучести, упрочнения и образования шейки на образцах из таких материалов перед разрывом не наблюдаются.

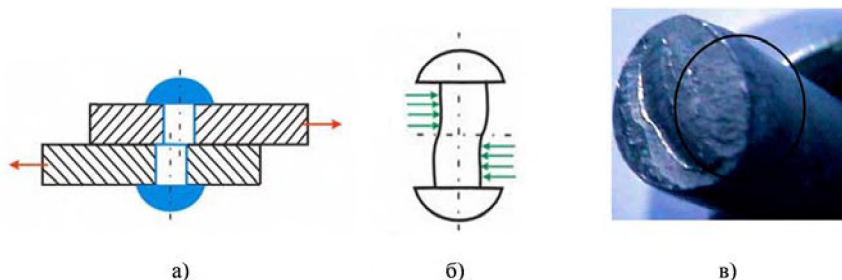


**Рисунок 2** – Место разрыва образца из хрупкого материала по плоскости поперечного сечения при растяжении

Следовательно, хрупкое разрушение вызывается нормальными напряжениями  $\sigma$  и называется отрывом. Пластическое разрушение имеет сложный характер: если пластическая деформация, образование и развитие трещин вызывается касательными напряжениями, то разделение на части в последний момент разрушения обусловлено действием нормальных напряжений. Не акцентируя внимание на момент разрушения, принято считать, что пластическая деформация вызывается касательными напряжениями  $\tau$  и называется сдвигом.

Служащие для соединения отдельных элементов машин или строительных конструкций заклепки, штифты, болты и т.п. в большинстве случаев воспринимают нагрузки, перпендикулярные их продольной оси (рисунок 3, а). Такое нагружение характеризуется большими пластическими деформациями, трещины при этом не появ-

ляются. Эти элементы конструкций работают на срез, возникающие при этом касательные напряжения также называют напряжениями среза. При этом происходит не только срез заклепки, но и ее смятие (рисунок 3, б). Если при передаче давления от листов на заклепку произойдет обмятие стенок отверстия или стержня заклепки по полуцилиндрической поверхности контакта (выделенная область на рисунке 3, в), это приведет к потере работоспособности соединения [2].



**Рисунок 3** – Деформации заклепки:

а) срез; б) смятие; в) обмятие по полуцилиндрической поверхности

Знание признаков хрупкого и пластического разрушения важно при анализе изломов конструкций. Анализируя вид излома, можно определить характер разрушения, вид нагрузки, ее величину и время действия.

Как уже отмечалось, в природе нет хрупких и пластичных материалов, в зависимости от условий эксплуатации большинство материалов может разрушаться и пластично, и хрупко. Хрупкое разрушение опасно тем, что происходит внезапно и мгновенно, часто сопровождаясь катастрофическими последствиями. Одна из главных задач конструктора – предотвратить опасность хрупкого разрушения, не допустить в процессе эксплуатации конструкции перехода материала ее элементов из пластичного состояния в хрупкое.

1.Макаров Г.Е. Сопротивление материалов на базе Mathcad / Г.Е. Макаров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.

2.И. Каримов Сопротивление материалов. Электронный учебный курс. Музей разрушений / Каримов И. // [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа <http://www.soprotmat.ru/muzei.htm>