

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. А. ПАВЛОВ

**К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ВЯЗКОГО РАЗРУШЕНИЯ
МЕТАЛЛОВ**

(Представлено академиком И. П. Бардиным 9^{го} V 1953)

В наших работах (¹, ²) было установлено, что вязкое разрушение является результатом одновременного прохождения двух взаимодействующих процессов: процесса пластической деформации, протекающего под действием скалывающих напряжений и вызывающего разрыхление кристаллической решетки, и процесса разрушения, протекающего под действием нормальных растягивающих напряжений и заключающегося в образовании и развитии трещин.

Процесс разрушения начинается не одновременно во всем объеме деформируемого металла. Трещины образуются в местах локализации деформации, в следах скольжения, где кристаллическая решетка наиболее искажена.

Можно ожидать, что, в силу неоднородности строения реальных кристаллов и неравномерности распределения по объему металла пластической деформации, уже на ранних стадиях развития пластической деформации, задолго до разрушения, в объеме деформируемого металла будут возникать отдельные сравнительно небольшие области с сильно искаженной кристаллической решеткой, в которых облегчено образование микротрещин. При благоприятных условиях деформирования в этих областях будут возникать и развиваться микроскопические трещины.

В предыдущих исследованиях кинетики образования и развития микроскопических трещин при пластической деформации было замечено, что бурное образование микроскопических трещин начинается перед образованием шейки. На основании этих наблюдений и некоторых соображений было высказано предположение, что локализация деформации связана с началом интенсивного возникновения микроразрывов, перенапряжением около них и уменьшением живого сечения.

В настоящей работе сделана попытка изучить изменение свойств металла при пластической деформации путем измерения зависимости ударной вязкости от величины предварительной пластической деформации растяжением.

Известно, что ударная вязкость является механической характеристикой, наиболее чувствительной к различного рода неоднородностям материала. Можно было поэтому надеяться, что появление областей с сильно разрыхленной кристаллической решеткой, в которых облегчено образование трещин, и в особенности появление трещин должно определенным образом отразиться на величине ударной вязкости.

На рис. 1 приведены результаты измерения ударной вязкости при комнатной температуре нескольких марок сталей в зависимости от величины предварительной пластической деформации при одноосном растяжении.

Подобная зависимость ударной вязкости от величины предварительной деформации уже ранее была известна ⁽³⁾ и обычно объяснялась повышением от наклепа критической температуры хладноломкости до комнатной температуры ⁽⁴⁾.

Однако такое объяснение для случаев, исследованных в настоящей работе, не применимо.

При достижении температуры хладноломкости, как известно, происходит переход от вязкого разрушения к хрупкому. Резкое уменьшение ударной вязкости сопровождается изменением вида излома; разрушение происходит во всех или в части кристаллитов по плоскости спайности, благодаря чему в изломе появляются блестящие кристаллические участки.

В настоящих опытах резкое уменьшение ударной вязкости не сопровождалось изменением вида излома. Во всей исследованной области деформаций разрушение было вязким, излом оставался волокнистым, типичным для вязкого разрушения. Величина ударной вязкости, даже после ее резкого падения, оставалась достаточно высокой, не соответствующей хрупкому разрушению.

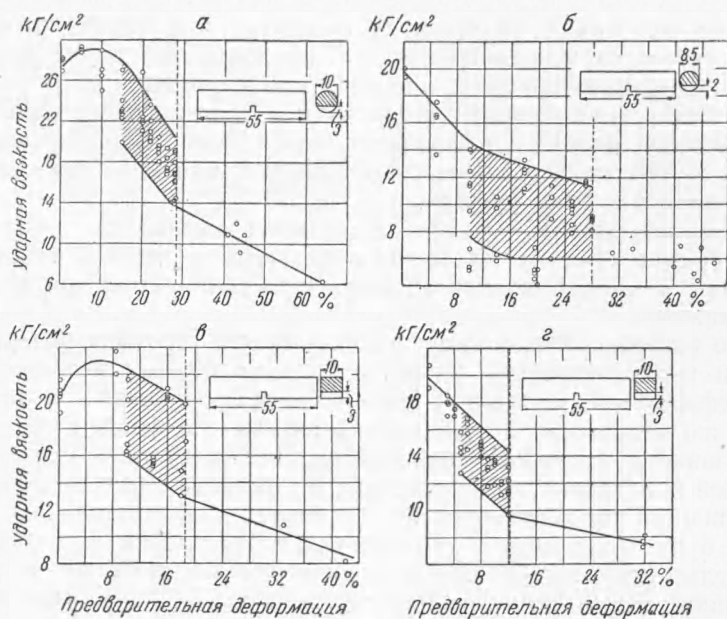


Рис. 1. Зависимость ударной вязкости от величины предварительной деформации растяжением. а — железо армо; б — сталь 3, обработка — нормализация; в — сталь 40ХНМА, субкритический отжиг; г — сталь 40ХНМА. закалка 860°, отпуск 650°

Критическая деформация, при которой происходил окончательный резкий спад ударной вязкости, для всех исследованных сталей была по абсолютной величине различна, но всегда равна величине наибольшей равномерной деформации, достигаемой к моменту образования шейки. На рис. 1 пунктиром указана величина наибольшей равномерной деформации.

Из всего этого можно заключить, что полученная зависимость ударной вязкости от величины предварительной деформации отражает влияние пластической деформации не на хрупкое, а на вязкое разрушение.

Существование зоны неустойчивости ударной вязкости, по всей вероятности, связано с процессом подготовки материала к разрушению — появлением и постепенным развитием в объеме деформируемого

материала отдельных областей с сильно искаженной кристаллической решеткой, в которых облегчено образование трещин. Ударная вязкость в шейке всегда имеет низкое значение, следовательно, шейка возникает в наиболее подготовленном к разрушению объеме деформируемого материала, т. е. там, где вероятность возникновения трещин наиболее велика.

Основываясь на предыдущих наблюдениях кинетики образования и развития трещин при пластической деформации и на результатах настоящей работы, целесообразно принять момент образования шейки за начало вязкого разрушения. Такое определение начала вязкого разрушения, конечно, условно, однако оно может быть полезно для понимания процессов пластической деформации и разрушения. Тем самым уточняется физический смысл таких важных характеристик прочности и пластичности металлов, как временное сопротивление, равномерное удлинение и величина работы деформирования, затрачиваемой на равномерную деформацию.

Институт физики металлов
Уральского филиала
Академии наук СССР

Поступило
8 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Павлов, М. В. Якутович, ДАН, 77, 49 (1951). ² В. А. Павлов, ДАН, 78, 677 (1951). ³ S. Gerzonowicz, Chimie et Industrie, 35, 27 (1936). ⁴ Н. Н. Давиденков, Проблемы удара в металловедении, изд. АН СССР, 1938, стр. 77.