

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Комментарий

к статье В. П. Науменко, И. В. Лиманского “Сопротивление разрушению листовых металлов и тонкостенных конструкций. Сообщение 1. Критический обзор” (“Проблемы прочности”. – 2014. – № 1. – С. 25 – 49).

В работе [1] авторами предпринята попытка субъективной оценки современных подходов к анализу конструкционной прочности тонкостенных конструкций с трещинами, хотя в действительности никакие конструкции в нем не рассматриваются, а обсуждаются лишь результаты, полученные при испытаниях некоторых типов образцов.

Написать эту заметку нас побудила необоснованная критика некоторых наших работ [2, 3]. Так, на стр. 40, 41 [1] нам приписываются три утверждения, к которым мы не имеем никакого отношения. Для удобства читателя напомним, что речь идет о практике оценки опасности разрушения конструкций, основанной на комбинированном использовании критериев хрупкого и вязкого разрушений в рамках так называемого двухкритериального подхода. Учитывая затрудненный доступ к препринту [2] 25-летней давности, процитируем записанное в нем определение: “Диаграмма оценки разрушения является способом интерполяции двух граничных случаев разрушения (хрупкого и вязкого) посредством обобщенного уравнения типа

$$K_r = f(S_r),$$

где K_r определяют как отношение текущего значения параметра механики разрушения к его критической величине, а S_r обычно приравнивают к отношению приложенной величины напряжений в нетто-сечении, нормированной к пределу прочности”. Это основная предпосылка двухкритериального подхода.

К сожалению, авторы [1] избрали неприемлемый метод полемики, заключающийся в том, чтобы сначала приписать нам несуществующие утверждения, а затем опровергать их. Для примера приведем приписываемые ими “большинству сверхпростых подходов” (по надуманной терминологии авторов [1]), в первую очередь работам [2, 3] такие исходные предпосылки.

“1. Величина K_{1c} является предпочтительной, т.е. универсальной мерой сопротивления разрушению как предельно хрупких, так и высокопластичных металлических материалов [80].

2. Характеристику K_{1c} металлического материала, разрушающегося в упруго-пластической области, можно определять по результатам испытаний гладких образцов на одноосное растяжение [83].

3. Величина K_{1c} для материала любой тонкостенной конструкции, в том числе и магистрального трубопровода, имеет смысл константы его состояния, не зависящей от стесненности деформации”. (Здесь и далее ссылки [80] и [83] в [1] соответствуют ссылкам [2] и [4] настоящей публикации.)

Нетрудно убедиться, что указанные три “предпосылки” не фигурируют ни в одном из так называемых “сверхпростых” подходов, являются придуманными авторами [1] и полностью противоречат приведенной выше предпосылке [2]. Покажем это в той же последовательности.

1. Фактически величина K_{1c} является “предпочтительной, т.е. универсальной, мерой сопротивления разрушению” только хрупких материалов, но никак не высокопластичных, тогда как вязкое разрушение на диаграмме контролирует критерий вязкого разрушения $S_r = 1$. В этом заключается смысл двухкритериального подхода, оставшийся недоступным для понимания авторов [1].

2. В работе [4] (ссылка [83] авторов [1]) нет даже упоминания о двухкритериальном подходе и, следовательно, отсутствуют рекомендации для определения в нем величины K_{1c} по результатам испытаний гладких образцов на одноосное растяжение. В стандарте [3] предлагается более простая оценка величины K_{1c} по ее корреляции с ударной вязкостью. Поэтому некорректно приписывать нам определение K_{1c} в двухкритериальном подходе по результатам испытаний гладких образцов на одноосное растяжение. Что касается самой корреляции между K_{1c} и пределом текучести, то во многих публикациях (см., например, [5]), как и в нашей работе [4], имеется достаточно убедительных экспериментальных данных, подтверждающих ее существование в определенных условиях.

3. Величина K_{1c} , определенная по стандарту, обязательно имеет смысл константы, не зависящей от стесненности деформации. Получается, что авторам [1] неизвестна истина, что на образцах натуральной (или меньшей) толщины, вырезанных, например, из тонкостенного трубопровода, можно определить K_{1c} при температурах, ниже критической температуры вязкохрупкого перехода.

Рассуждения, приведенные на стр. 42 и 43 [1] и касающиеся ссылочных напряжений, являются некорректными. Ссылочные напряжения не зависят от выбора предела текучести или прочности в качестве нормирующей величины. Это понятие было введено еще в 1968 году Сим как некоторая эквивалентная мера нагруженности в рамках модели идеально пластичного тела. Как отмечалось в нашей работе [6], σ_{ref} наиболее просто можно определить как мнимый предел прочности, при котором тело переходит в предельное состояние при заданной системе нагрузок.

Поскольку все последующие рассуждения и манипуляции авторов работы [1] основаны на указанных выше неправдивых предпосылках, дальнейший их анализ теряет всякий смысл. Однако при этом возникает естественный вопрос: на какое доверие читателя в области более сложных критериев разрушения могут рассчитывать авторы [1], если для их понимания, как показывает вышеприведенный анализ, даже “сверхпростые” подходы представляют непреодолимую сложность?

По нашему мнению, многие положения работы [1], о содержании которой читатель имеет возможность составить представление самостоятельно, не отличаются достаточной глубиной и корректностью. Это объясняется двумя обстоятельствами. Во-первых, судя по всему, ее авторы, очевидно, не имеют опыта расчета конструкций с трещинами, подверженных опасности вязкохрупкого перехода. Во-вторых, амбиции авторов имеют явное стремление вернуть в исходное состояние механику разрушения, далеко ушедшую вперед со времен Гриффитса. Такая цель формулируется на стр. 28 [1]: “Результаты реализации обширной программы экспериментальных исследований позволили авторам своевременно отказаться от поисков так называемых констант трещиностойкости и начать разработку законов преобразования”. В чем состоит суть этих законов, в обзоре не говорится. Зато в разделе “Заключение” (стр. 43, 44) отмечается, что полученные результаты “позволили приступить к решению следующей, ключевой по своей значимости, задачи механики разрушения: установление закона переноса данных для прямоугольной пластины с центральной трещиной, развивающейся по схеме отрыва в условиях одноосного и/или двухосного нагружения” (здесь дается ссылка на Гриффитса). Как будто бы не было 100 лет развития науки механики разрушения!

1. Науменко В. П., Лиманский И. В. Сопротивление разрушению листовых металлов и тонкостенных конструкций. Сообщ. 1. Критический обзор // Пробл. прочности. – 2014. – № 1. – С. 25 – 49.
2. Красовский А. Я., Торон В. М., Орыняк И. В. Двухкритериальная диаграмма оценки предельного состояния тела с трещиной / АН УССР. Ин-т проблем прочности. – Препр. – Киев, 1989. – 48 с.
3. ДСТУ-Н Б В.2.3.-21: 2008. Магістральні трубопроводи. Настанова. Визначення залишкової міцності магістральних трубопроводів з дефектами. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008.
4. Троценко В. Т., Красовский А. Я., Покровский В. В. и др. Сопротивление материалов деформированию и разрушению. Справочное пособие. В 2 ч. – Киев: Наук. думка, 1994. – Ч. 2. – С. 328 – 384.
5. Krafft J. M. and Sullivan A. M. Effect of speed and temperature on crack toughness and yield stress of mild steel // Trans. ASM. – 1963. – **56**, No. 1. – P. 160 – 175.
6. Орыняк И. В., Агеев С. М. Расчет ссылочных напряжений для поперечных дефектов сложной формы в трубах // Пробл. прочности. – 2011. – № 6. – С. 117 – 135.

Чл.-кор. НАН Украины
А. Я. Красовский

Д-р техн. наук
И. В. Орыняк