

Юсунов Зарифджон Нематджонович

канд. физ.-мат. наук, доцент

Худжандский государственный университет им. академика Б. Гафурова

г. Худжанд, Республика Таджикистан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

***Аннотация:** в статье приведены исследования зависимости прочности и разрушения гетерогенных материалов от времени и скорости деформирования образцов кожа – ЭП – металл и искусственная кожа – ЭП-металл.*

***Ключевые слова:** разрушения, прочность, напряжения, трещина, структура материала, адгезионные контакты.*

При механическом подходе процесс разрушения рассматривается как критическое явление, которое происходит при достижении некоего предельного состояния, характеризующегося комбинацией двух тензоров – деформаций и напряжений. Многочисленные экспериментальные результаты относительно преждевременного разрушения элементов конструкций и сооружений при действии напряжений, намного меньших предельного, стали доказательством недостаточности представлений о прочности, как о характеристике материала. Поэтому при определении прочности твердых тел появилось другое направление, фундаментальные основы которого заложены в работах Гриффита, Орована и Ирвина. Поскольку процесс разрушения является результатом развития реальных дефектов, существующих в объеме и на поверхности материала, то при определении прочности требовался учёт наличия всевозможных трещин и их влияние на интегральную прочность материала.

Опыты А.Ф. Иоффе [1,2], А.П. Александрова и С.Н. Журкова [3], В.А. Степанова [4], Г.М. Бартенева [5] и Ф.Ф. Витмана [6] по определению прочности твердых тел и волокон доказали, что несоответствия между теорети-

ческой и реальной прочностью связаны с наличием дефектов в структуре материала. Учитывая интерес к проблемам о трещинах в математической теории упругости, Гриффитс создал свою теорию хрупкого разрушения на базе распространения трещин в упругих средах. В качестве модели Гриффитс брал упругое тело, содержащее трещину. С учетом результатов Инглиса [7], исследовавшего данную задачу в рамках классической механики, Гриффитс получил уравнение критического значения разрывного напряжения в виде

$$\sigma_G = \left(\frac{2E\alpha_{нов}}{\pi l_0} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1.1)$$

где E – модуль Юнга, $\alpha_{нов}$ – поверхностная энергия материала. Согласно Гриффитсу, при соблюдении условия $\sigma \geq \sigma_G$ трещина растет, а при $\sigma \leq \sigma_G$ – остается неизменной.

В связи с этим в настоящей работе была поставлена задача систематического исследования влияния внешних факторов на прочность и процесс разрушения слоистого композита натуральной кожи и металла.

Результаты подобных исследований, в конечном итоге, дают возможность прогнозировать не только долговечность реальной конструкции с учётом действия внешних факторов, но и прогнозировать свойства проектируемого композиционного материала или элемента конструкции.

Анализ литературы по проблеме прочности композитов и адгезионном контакте (АК) показывает, что до настоящего времени вопросам влияния внешних факторов на прочность и разрушение АК уделяется недостаточно внимания. Имеющиеся в литературе разрозненные данные по прочности и разрушению АК в различных внешних условиях не позволяют делать общие выводы относительно микромеханики разрушения таких объектов.

Методика приготовления образцов.

Адгезионное соединение было получено методом послойного разделения. Сначала из натуральной кожи были вырезаны образцы размером 25 x 10 мм. Затем из стали были вырезаны образцы размером 70 x 30 мм, поверхность которых была очищена шлифовальным кругом. После очистки стальной и кожаной поверхностей до определенной степени был приготовлен клей.

Приготовленный клеевой раствор выдерживали в темном месте в течение 45 минут согласно рецепту, чтобы он полностью перемешался. После полного приготовления клея его наносили на стальные и кожаные поверхности и склеивали их.

В большинстве случаев площадь адгезионного соединения составляет 100 мм². После этого образцы помещали на ровную поверхность и сверху накладывали нагрузку в 10 кг для склеивания двух различных материалов. Этот процесс длился 90 минут. Затем образцы выдерживали в лабораторных условиях в течение 24 часов.

Схематическое изображение адгезионного соединения металл – кожи показано на рисунке 1.

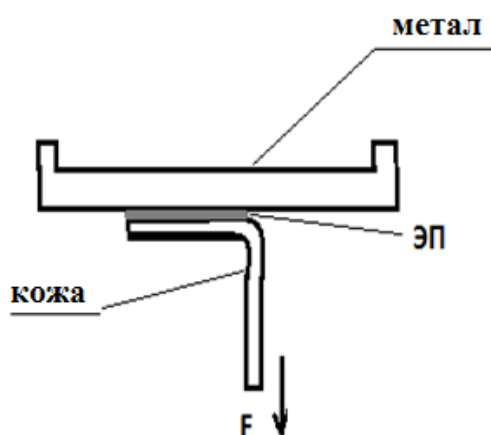


Рис. 1. Вид образца для определения прочности и разрушения АК

Из приготовленных образцов проводились серии экспериментов, результат таких образцов приведена в рис. 2. Можно обнаружить, что при увеличении времени деформации и уменьшении скорости её прочность уменьшается нелинейно. В случае увеличения скорости деформации прочность адгезионных

контактов сталь-ЭП-кожа составляет $\sigma = 0,33$ МПа, а при уменьшении наоборот скорость деформации составляет $\sigma = 0,25$ МПа.

Можно предполагать, что эксперимент показывает, что величина потеря прочности таких образцов составляет 15%. Определено, что зависимо от изменении скорости деформации, коэффициент потеря прочности для таких адгезионных контактов составляет 1,32.

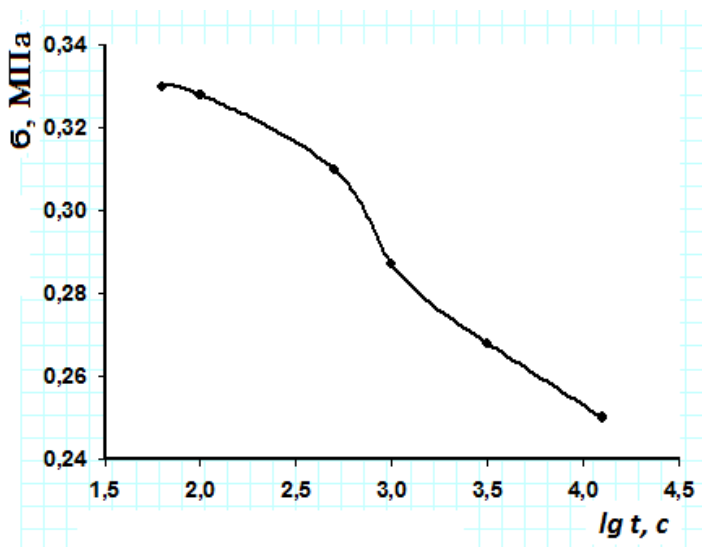


Рис. 2. Зависимость прочности образцов адгезионных контактов кожа – ЭП – металл от время деформации

Аналогичные эксперименты были также проведены для клеевого соединения стали + эпоксидной смолы + искусственной кожи, результаты которых представлены в виде графика зависимости на рис. 3. Анализ результатов для таких образцов показал, что с увеличением времени деформации (медленная скорость деформации) потеря прочности имеет тенденцию к нелинейному характеру. При высоких скоростях деформации прочность достигала $\sigma = 0,18$ МПа, а при низких скоростях деформации (длительное время) этот показатель достигал 0,05 МПа, что означает, что потеря прочности из-за влияния скорости деформации составляла 27%. В зависимости от скорости деформации коэффициент вариации исследуемых образцов составлял 3,6.

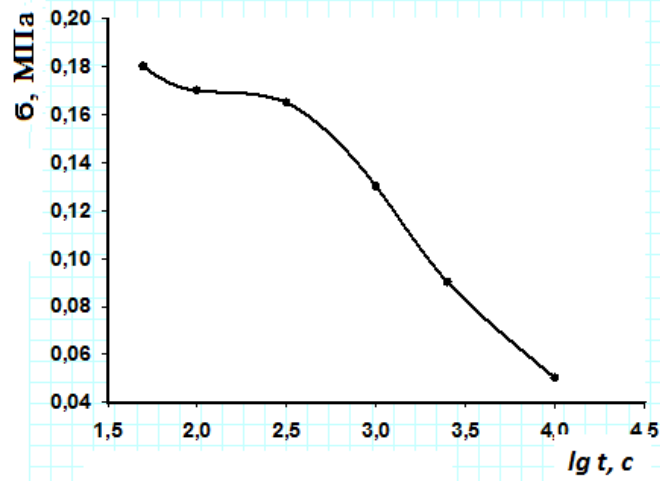


Рис. 3. Зависимость прочности образцов адгезионных контактов искусственная кожа -ЭП – металл от время деформации

Таким образом, сравнительный анализ результатов на рисунках 2 и 3 показал, что в зависимости от влияния скорости деформации для разных типов клеевых соединений могут быть получены разные результаты.

Анализ экспериментальных результатов показывает, что для всех исследованных образцов адгезионных контактов потеря прочности увеличивается с увеличением времени деформации, что приводит к ускорению процесса разрушения [8]. С другой стороны, анализ результатов для обоих типов исследованных адгезионных контактов показал, что коэффициент потери прочности для образцов с полимером искусственной кожи примерно в 2 раза выше, чем для образцов с натуральной кожей.

В данном случае экспериментальные данные показывают, что процесс повреждения в статическом и динамическом состояниях не одинаково. Поэтому, в общем случае переход из одного состояния в другое может происходить со значительным изменением структуры исследуемого материала в точке повреждения, которое преобразуется в часть механических потерь, а при повторных преобразованиях – в энергию химической реакции. Влияние высокого напряжения

при ориентации композитного материала, приложенного напряжения играет существенную роль в реализации мер по нагреву исследуемых образцов.

Список литературы

1. Иоффе А.Ф. Деформация и прочность кристаллов / А.Ф. Иоффе, М.В. Кирпичева, М.А. Левитская // Журнал Русского физико-химического общества. Ч. физ. – 1924. – Т. 56. №5–6. – С. 489–503.
2. Иоффе А.Ф. Физика кристаллов / А.Ф. Иоффе. – М.; Л.: Госиздат, 1929. – 192 с.
3. Александров А.П. Явление хрупкого разрыва / А.П. Александров, С.Н. Журков. – Л.: Гостехиздат, 1933. – 51 с.
4. Степанов В.А. Прочность и релаксационные явления в твердых телах / В.А. Степанов, Н.Н. Песчанская, В.В. Шпейзман. – Л.: Наука, 1984. – 246 с.
5. Дискретный спектр физических свойств и природа разрушения полимеров / Д. Шерматов, Г.М. Бартенев, Б. Цой [и др.]. – Душанбе: Шарки озод, 2005. – 313 с.
6. Прочность стекла / Ф.Ф. Витман, В.А. Берштейн, В.П. Пух. – М.: Мир, 1969. – С. 7–12.
7. Griffith A.A. The phenomena of rupture and flow in solids // Phil. Trans. Roy. Soc. Ser. A. 1920. Vol. 221. Pp. 163–198.
8. Температурно-временная зависимость прочности АК кожа-кожа / А. Абдуманонов, З.Н. Юсупов [и др.] // Учёные записки ХГУ им. Б. Гафурова. – 2004. – №7–8. – С. 37–42.