

ВЛИЯНИЕ «КОНСЕРВАЦИИ» ТРЕЩИН НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ

INFLUENCE "CONSERVATION" CRACK ON THE VALUE OF STRESS INTENSITY FACTOR

К.т.н., асс. Хоменская А.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Ph.D., as. Khomenska A. (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture)

Аннотация

В данной статье приводятся результаты численного исследования стальных пластин с искусственной поперечной трещиной, усиленной углепластиковыми накладками.

Ключевые слова: углепластик, усиление, усталостная работа конструкций.

Summary

This article presents the results of numerical studies of steel plates with an artificial lateral crack reinforced carbon-fiber lining.

Keywords: carbon fiber, gain, fatigue work structures.

Известно, что появление трещины и ее рост в конструктивном элементе является признаком возможного разрушения конструкции. В этом случае, если удастся каким-либо способом препятствовать удлинению трещины, то это может способствовать сохранению несущей способности. Особенно это важно для конструкций, находящихся под воздействием циклической нагрузки.

Оценка трещиностойкости конструкций обычно выполняется путем сопоставления критического коэффициента интенсивности напряжений K_{Ic} с коэффициентом интенсивности K_I , вычисляемым по

напряжениям, действующим в элементе конструкции с заданными размерами дефекта (трещины).

При определении напряжений и деформаций в конструкции, необходимо провести разбиение тела на мелкокоразмерные элементы. Поведение элементов вблизи трещины эквивалентно асимптотическому поведению напряжений и деформаций. Затем, расчет сводится к решению системы линейных уравнений, выражающих равновесие узлов решетки. Вычислительные комплексы с помощью метода конечных элементов позволяют вычислить смещения и напряжения в узлах сетки разбиения. Численный расчет производился на базе вычислительного комплекса «Scad office».

Расчетная схема центрально растянутых образцов (вне зависимости от того, эталонный это образец либо с дефектом и др.) была представлена в виде пластины с шагом конечных элементов в один миллиметр. Предусматривалось выполнять постановку жестких связей по берегам трещины и соединение их углепластиком (рис.1.).

Толщина образца варьировалась и назначалась 3-5-8-10 мм.

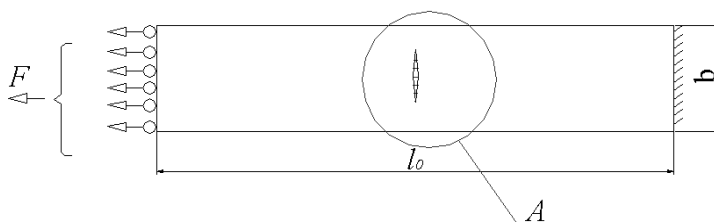


Рис 1. Расчетная схема образцов с постановкой углеродных холстов по образцу.

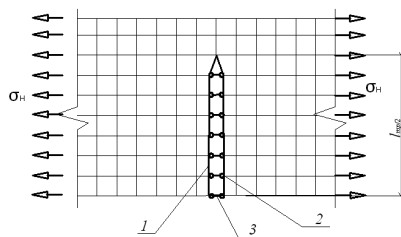


Рис. 2. Фрагмент А центральной части образца со схемой закрепления берегов трещины посредством постановки жестких связей. 1- трещина 2- жесткие связи по берегам трещины 3- углепластик между связями.

Размеры образцов были выбраны одинаковыми ($l \times b = 250 \times 50$ мм) и размеры поперечных трещин, устраиваемых в центральной части образца, размером 15x1 мм.

Рассчитывались четыре типа образцов, отличающихся конструктивным решением. Это образцы без усиления, образцы с искусственной трещиной и образцы усиленные холстами из углепластика толщиной 0,13 мм в 1, 2 и 3 слоя. Также варьировалась толщина образцов. Углепластиковые холсты использовали типа Sika Wrap, которые крепились между собой и к металлу на фирменном клее Sika CarboDur-330[®]. Для оценки влияния усиления необходимо просчитать коэффициент интенсивности напряжений в околотрециновой зоне:

Таблица 1.

Величины коэффициентов интенсивности напряжений k_1

Толщина образцов, мм	$K_1, \text{МПа} \cdot \text{м}^{3/2}$			
	Образцы с трещиной	Усиление холстами углепластика		
		1 слой	2 слоя	3 слоя
3	121	82	78,8	79,2
5	121	86,6	82,3	79,7
8	121	90,7	85	81,3
10	121	93	86,6	82,3

Отметим, что уже при номинальном напряжении $\sigma_n = 200$ МПа коэффициент интенсивности напряжения находится в интервале критической величины (K_{1c}): $k_1 = 121 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{3/2}$. Это обстоятельство указывает на то, что ресурс долговечности образца с трещиной в 15 мм практически исчерпан. Результаты расчета коэффициента интенсивности напряжений, представленных в табл.1 относятся к случаю полного покрытия образца по всей площади двухсторонней накладки с определенным количеством холстов. Как видно из таблицы 1, во всех случаях загрузки величина коэффициента интенсивности напряжения была меньше критического.

Выводы. Обратим внимание, что постановка накладки даже из одного холста углепластика позволяет снизить коэффициент интенсивности напряжений в образцах выбранной толщины.

Площадь накладки выбирали из условия равнопрочности по скалыванию за пределами трещины и разрыва по длине трещины. Результаты, приведенные в таблице 1, позволяют сделать вывод о том, что можно сократить расход углепластика, так как им предстоит накрыть только трещину в ее центральной части и за ее пределами на 30 мм, чтобы обеспечить жесткое закрепление в принятой нами схеме.

Список литературы

1. Стоянов В.В. «Консервация» трещин как способ продления срока работоспособности конструкции. В журнале «Промисловое будівництво та інженерні споруди», Киев, 2009, №4. – с. 22-25.

2. Хоменская А.В. Прочность и деформативность элементов металлических конструкций, усиленных углепластиком, при статическом и циклическом нагружении: дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук/Хоменская А.В. – Одесса:ОГАСА, 2012. - 145с.

3. Стоянов В.В. «Проблемы совершенствования комбинированных строительных конструкций с целью повышения их несущей способности» В сб.; Совр. стр. констр. Одесса, Врс, 2003, с. 4-11.

4. Стоянов В.В. «Новые подходы обеспечения несущей способности строительных металлических конструкций в полном объеме срока эксплуатации» В сб. VII Украинской НТК; Металлические конструкции, К. Сталь, с.286-292.

5. Стоянов В.В. «Металлические резервуары – некоторые проблемы проектирования и реконструкции» в сборнике Металлические конструкции, Д., УАМК, 2007, с.45-49.

6. Стоянов В.В., Мазин Ж. Алаид. Испытания на выносливость растянутых металлических образцов с нормальной искусственной трещиной. В сб. «Современные строительные конструкции из металла и древесины» О., Вр.с., 2008 с 51-58.