

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН В КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЕ

SOME POSSIBLE LIMITATION OF CRACKS IN GLUED WOODEN

ас. Кожокарь О.С., маг. Диалло Л.В., маг. Максимова М.А.
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)
assistant Kozhokar O.S., master Diallo L.V., master Maksimova M.A.
(Odessa state academy of building and architecture)

Аннотация

Рассматривается развитие трещин в клееных деревянных балках, которые приводят к разрушению. Одна из поставленных задач, изучение причин возникновения трещин, а также методов повышения трещиностойкости изделий из клееной древесины, несущей способности за счет послойного армирования.

Ключевые слова: повышение трещиностойкости, послойное армирование, развитие трещин.

Summary

We consider the development of cracks in glued wooden beams that lead to destruction. One of the objectives, the study of the causes origins of cracks, as well as methods of prevention of development of cracks in of glued wooden wares, increasing the bearing capacity due to the reinforcement layer.

Keywords: improving crack resistance, reinforcement layer, the development of cracks.

В строительной практике известно много примеров, когда деревянные клееные балки успешно эксплуатируются на протяжении нескольких десятилетий. Но также существуют примеры, когда через несколько лет эксплуатации возникают повреждения, которые приводят к снижению долговечности, а иногда и преждевременному разрушению конструкции. Сложность распределения внутренних усилий в древесине обусловлены ее анизотропией. Для нее характерна небольшая сдвиговая прочность, низкий предел прочности на растяжение поперек волокон, а также проблемы возникновения и развития трещин не только при силовом воздействии, а при изменении величины влажности.

Известны разные способы повышения несущей способности и жесткости конструкций, одним из них, является армирование отдельными стержнями, из стальной или стеклопластиковой арматуры [1]. В применении данного способа армирования есть свои недостатки: ослабление древесины пазами для установки арматуры; возникновение напряжений в клеевом соединении; не способность в процессе эксплуатации противостоять образованию повреждений в виде трещин и расслоений, приводящих своим развитием к разрушению; большие затраты труда, которые невозможно заменить автоматизированными процессами в заводских условиях.

Необходимо отметить, что при работе древесины на растяжение, с ослаблением в виде щели, расположенной перпендикулярно направлению растяжению, напряжения достигают очень большой величины. В связи с этим особенно большую опасность представляют тонкие прорези. Чем тоньше прорези, тем больше напряжение в точках, расположенных у ее края.

Известно, что явление разрушения представляет собой сложный, многоступенчатый процесс, который начинается задолго до появления видимых трещин. Древесина, какой бы предварительной технологической обработке она ни подвергалась, всегда обладает какими-либо несовершенствами. Развитие трещин может сопровождаться большими деформациями (наклонные трещины длиной в метр и более) в объеме всего тела и являться главной формой проявления разрушения.

Изучение развития трещин в деревянных конструкциях долгое время оставался в стороне. Считалось, что трещина появляется только на последних минутах «жизни» конструкции или сооружения, разрушение происходит почти мгновенно. Позднее начали выявлять трещины на ранних стадиях разрушения, но меры борьбы с ними по-прежнему оставались неясными.

При проектировании конструкций должны быть предусмотрены мероприятия ограничения развития трещин. В статическом случае необходим ремонт конструкции (что иногда оказывается сложной в инженерном и в теоретическом плане задачей).

Альтернативой развития трещин является торможение их путем создания на пути ее движения границы раздела. Где связи между частицами тела ослаблены, и это ослабление увеличивает вязкость материала, его сопротивления распространению трещин. Помимо максимума напряжений нормального разрыва в вершине трещины, на некотором расстоянии перед ее вершиной наблюдается пик растягивающих напряжений в направлении, параллельном линии

трещины. Этот пик в несколько раз меньше, но этих напряжений может быть достаточно для того, чтобы вызвать поперечный разрыв на границе раздела, который поймает основную трещину и, погасит или затормозит ее рис. 1. В древесине может быть множество внутренних поверхностей раздела, которые не ослабляют материал в целом, а упрочняют его, делая вязким.

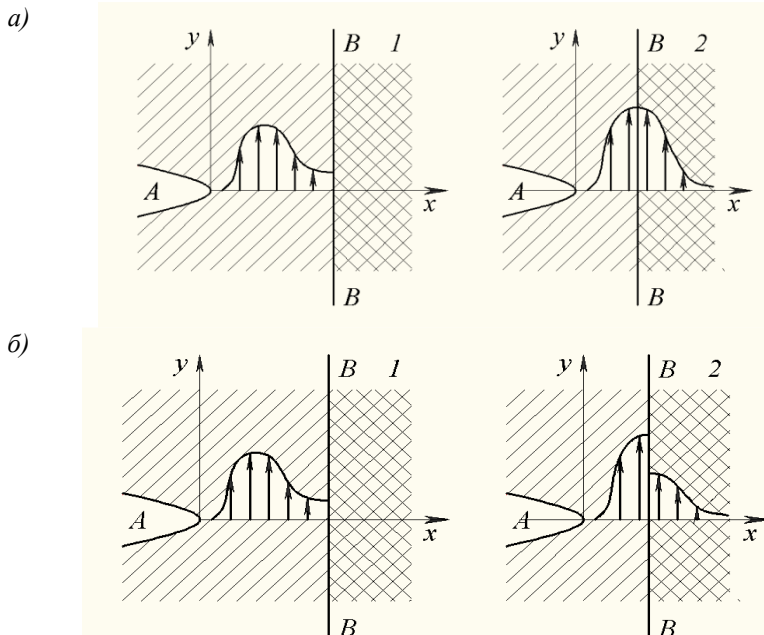


Рис. 1. Развитие напряжений на границе раздела материала перед устьем трещины: *a* – образец из однородного материала; *б* – образец из материалов с различной прочностью

Такой механизм торможения, характерный для древесины, может обеспечивать трещиностойкость клееных деревянных конструкций. Даже если такая конструкция первоначально содержит трещины, они обладают большой устойчивостью развитию за счет множественных торможений магистральной трещины на поверхностях раздела волокон и связующего материала. Вместе с тем, для клееных конструкций при различном силовом воздействии или изменении величины влажности длина наклонной трещин может быть довольно больших размеров.

Для создания такого механизма торможения трещин мы предлагаем применение высокомодульных лент в зоне наибольших нормальных

напряжений (на границе раздела), что будет являть собой послойное армирование клееных деревянных конструкций [2]. Также следует отметить, что при армировании древесины отдельными стержнями, укладываемых во фрезерованные пазы по пластям досок, модификации подвергается лишь та часть древесины, которая обволакивает арматурный стержень. Если же сравнивать с послойным армированием, то при одной и той же расчетной площади армирования толщину модифицированного слоя можно развивать до установленной величины. При этом формируется лента высокопрочного и высокомодульного материала, способного выдерживать значительные растягивающие усилия и препятствовать развитию трещин по глубине поперечного сечения.

Еще одним из главных преимуществ послойного армирования является улучшение совместной работы арматуры с древесиной за счет большей площади соприкосновения по всему продольному сечению балки. Технология выполнения такого армирования требует значительно меньших трудовых затрат и все технологические процессы в заводских условиях могут быть заменены на автоматизированные.

При сравнении характера разрушения образцов из клееных деревянных балок с послойным армированием и без, можно отметить следующее: разрушение во всех случаях хрупкое. Во всех образцах трещина зарождается в растянутой зоне, а затем переходит в массив древесины. Разрушение по клеевому шву не происходит, что является свидетельством более высокой прочности и трещиностойкости клея, чем древесины. Если волокна располагаются под углом к клеевому шву, то трещина пересекая их, уходит в клеевой шов. Таким образом, трещина без препятствий пересекает слои конструкции. Трещина распространяется вдоль волокон (горизонтально), а затем в зоне одновременного действия изгибающего момента и поперечной силы устремляется вверх, разрывая волокна древесины, в результате чего образец окончательно теряет несущую способность рис. 2 а. В армированных образцах появление и характер развития трещины такой же, однако распространение данной трещины во второй слой препятствует металлическая сетка, уложенная между слоями досок, что позволяет приостановить развитие трещин рис. 2 б.

Исходя из данных предварительного исследования отметим, что при послойном армировании значительно увеличивается величина расчетных и разрушающих нагрузок и снижается величина прогибов, за счет восприятия арматурой части усилия от изгибающего момента.

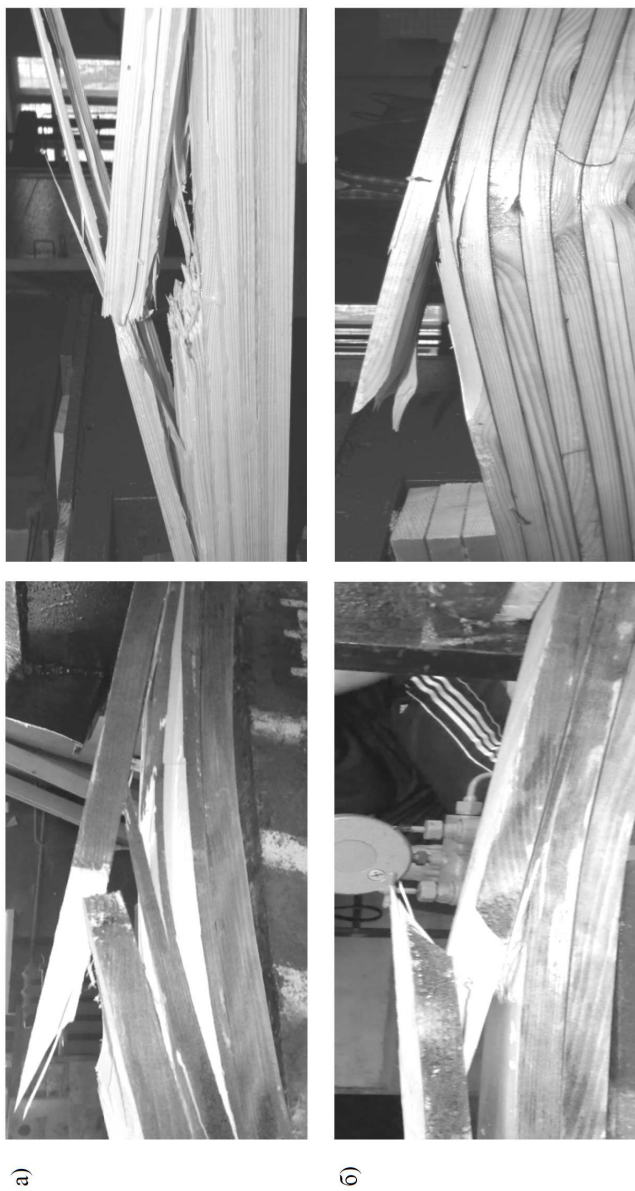


Рис. 2 Характер развития трещин: а – клееная деревянная балка без армирования; б – клееная деревянная балка с послойным армированием для препятствия развития трещин

Расчет напряженного состояния у вершины трещины расщепления показывает, что постепенно растущее расщепление превращается из трещины нормального разрыва (KI) в трещину поперечного сдвига (KII). Обычно вязкость разрушения сдвигом KIIc больше, чем вязкость разрушения отрывом KIc, а значит, на расщепление расходуется больше энергии. Расщепление вызывает концентрацию напряжений на соседних волокнах, и когда расщепление распространится до места, в котором прочность волокна понижена, оно разорвет волокно и разрушение отрывом пойдет дальше, пока не затормозится другой поверхностью раздела, в данном случае материалом с большей прочностью, что будет препятствовать дальнейшему развитию трещины.

Выводы: в ходе рассмотрения преимуществ армированных и неармированных изгибаемых элементов необходимо отметить, что, учитывая величину ослабления поперечного сечения можно получить достаточно точное значение максимального изгибающего момента и определить напряженно-деформированное состояние и несущую способность сечения при действии нагрузки. Показана возможность применения предложенной методики для контроля трещиностойкости изделий и конструкций из клееной древесины.

Список литературы:

1. Щуко В.Ю., Рощина С.И., Клееные деревянные конструкции с рациональным армированием // Современные проблемы совершенствования и развитие строительных конструкций. Материалы международного симпозиума – Самара, 1996 г.
2. Патент на изобретение UA №87286 «Деревянная балка» №87286 Оpub. В бюл. №13 10.07.2003 авт. Стоянов В.В.
3. Иванов Ю.М. «Рекомендации по испытанию деревянных конструкций». ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1981.
4. Стоянов В.В. «Новое в управлении несущей способности конструкций» в сб.; Совр. Строит. Констр. Одесса, Врс, 2001 г.
5. Финкель В.М. «физические основы торможения разрушения» М.: «Металлургия», 1977.