

УДК 691.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕКЛОТКАНЕЙ ОАО "ПОЛОЦК-СТЕКЛОВОЛОКНО" ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.Р. Волик, Л.А. Черкас

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,

г. Гродно, Республика Беларусь

e-mail: a.volick@grsu.by, lacherkas@grsu.by

Представлены результаты экспериментальных исследований деревянных балок, имеющих разные конструктивные решения усиления стеклотканями ОАО «Полоцк-стекловолокно» ТР 0,3/2; ТР 600; ТР 720. Усиление стеклотканью над опорами и на всей внешней растянутой грани деревянной балки является более эффективным и приводит к увеличению несущей способности на 38%.

Ключевые слова: деревянные балки, усиление, стеклоткань, несущая способность, разрушение.

EFFICIENCY OF USING GLASS FABRICS OF JSC "POLOTSK-STEKLOVOLOKNO" FOR STRENGTHENING OF BUILDING STRUCTURES

A. Volik, L. Cherkas

Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus

e-mail: a.volick@grsu.by, lacherkas@grsu.by

The results of experimental studies of wooden beams with different design solutions for reinforcement with glass fabrics of JSC Polotsk-Steklovolokno TR 0.3/2; TR 600; TR 720 are presented. Reinforcement with glass fabric above the supports and on the entire outer stretched edge of the wooden beam is more effective and leads to an increase in the bearing capacity by 38%.

Keywords: wooden beams, strengthening, fiberglass, load-bearing capacity, destruction.

Введение. Конструкционные материалы и изделия, применяемые для возведения несущих и ограждающих конструкций, изготавливаются из разнообразных материалов. Одним из таких материалов является древесина, использование которой в строительстве прошло длинный путь: от изб, теремов до величественных храмов. В настоящее время строительство из древесины набирает все большую популярность, что связано с экономичностью, доступностью, экологичностью и рядом технологических преимуществ данного материала, таких как высокая прочность при небольшой плотности, легкая обработка, устойчивость к морозам, малая теплопроводность.

Однако в современном строительстве при реконструкции существующих зданий и сооружений, а также при проектировании новых конструктивных решений продолжают оставаться актуальными вопросы совершенствования работы и усиления деревянных конструкций [1].

Простейшим решением для усиления является увеличение геометрических размеров поперечного сечения. Развитие технологий и материалов позволило использовать для усиления деревянные накладные, стальные хомуты и обоймы, протезы, армирование деревянных конструкций стальными стержнями и полосами.

В настоящее время для усиления деревянных конструкций широко используют композитные материалы, среди которых выделяются цельные волокна, стеклоткани, сетки (ткани) и арматурные стержни периодического профиля. Усиление осуществляется путем армирования поперечного сечения арматурными стержнями; внешним армированием, когда композитная ткань приклеивается к поверхности (чаще растянутой); внутренним армированием, когда композитную ткань размещают в швах между слоями древесины клееных конструкций; вклейкой композитной ткани на монтажный клей в предварительно подготовленные пропилы; устройством обоймы из композитной ткани [2].

Целесообразность применения композитных материалов для усиления существующих конструкций обусловлена их высокими прочностными характеристиками, относительно малой плотностью, что позволяет не увеличивать габариты и нагрузку на фундамент при усилении, а также сравнительно простое производство работ, что важно при выполнении работ на существующих конструкциях и при ограниченном доступе к ним. Сдерживающим фактором расширения усиления полимерными композитами является отсутствие нормативной базы и специальных руководств по проектированию, а также недостаточный объем исследований в данном направлении.

Эффективность использования композитных материалов при проектировании деревянных конструкций успешно подтверждается исследователями. Результаты экспериментальных исследований деревянных балок, армированных стержнями углеродной арматуры CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polymers), показали, что несущая способность балок увеличилась до 52%, а жесткость до 25% [3]. Применение стеклопластиковой арматуры в растянутой зоне увеличивает несущую способность до 55 %. Применение композитной ткани (ровинг, стеклоткань) для усиления растянутой зоны (на нижней грани, в шве, в вертикальном шве) деревянных балок по отношению к неармированной балке увеличивает жесткость в среднем до 55,37 – 60% [4].

В настоящее время в большинстве случаев усиление несущих конструкций осуществляется углепластиками, но недостатком является высокая стоимость данных композитов и клея. Альтернативным материалом для усиления может выступать стеклоткань, имеющая достаточно высокие прочностные характеристики и более низкую стоимость.

Экспериментальная часть. Для определения эффективности усиления были проведены экспериментальные исследования деревянных балок с внешним армированием стеклотканями производства ОАО «Полоцк-стекловолокно».

Механические характеристики усиливающего материала (стеклоткани) определялись на образцах лент с размерами 50x300 мм, пропитанных клеем ЭДП и испытанных в соответствии ГОСТ 3813-12 «Материалы текстильные. Методы определения разрывных характеристик при растяжении» [5]. При проведении испытаний на растяжение использовались 3 вида стеклоткани: TP 0,3/2; TP 600; TP 720 (рисунок 1).

Анализ полученных результатов показал, что среднее значение предела прочности для TP 0,3/2 – 41,92 МПа, TP 600 – 52,63 МПа, TP 720 – 99,42 МПа.

Для исследования эффективности усиления изгибаемых элементов были изготовлены 7 опытных деревянных балок из древесины хвой-



Рисунок 1. — Опытные образцы лент стеклотканей

ной породы сечением 45х90 и длиной 1000 мм, имеющие разные конструктивные решения усиления стеклотканью ОАО «Полоцк-стекловолокно» (рисунок 2).

Балки 1 серии (БУ1) были усилены стеклотканью над опорами и на всей внешней растянутой грани деревянной балки (рисунок 2, б), в балках 2 серии (БУ2) выполнялось частичное усиление нижней грани сечения преимущественно в зоне максимального изгибающего момента с выходом стеклоткани на боковые грани под углом к волокнам на действие касательных напряжений (рисунок 2, в). Для усиления были использованы 3 вида стеклоткани – ТР 0,3/2; ТР 600; ТР 720. Приклеивание ленты на поверхность деревянной балки осуществлялось посредством эпоксидного клея ЭДП. Для определения эффективности была изготовлена и испытана балка-образец без усиления Б0.

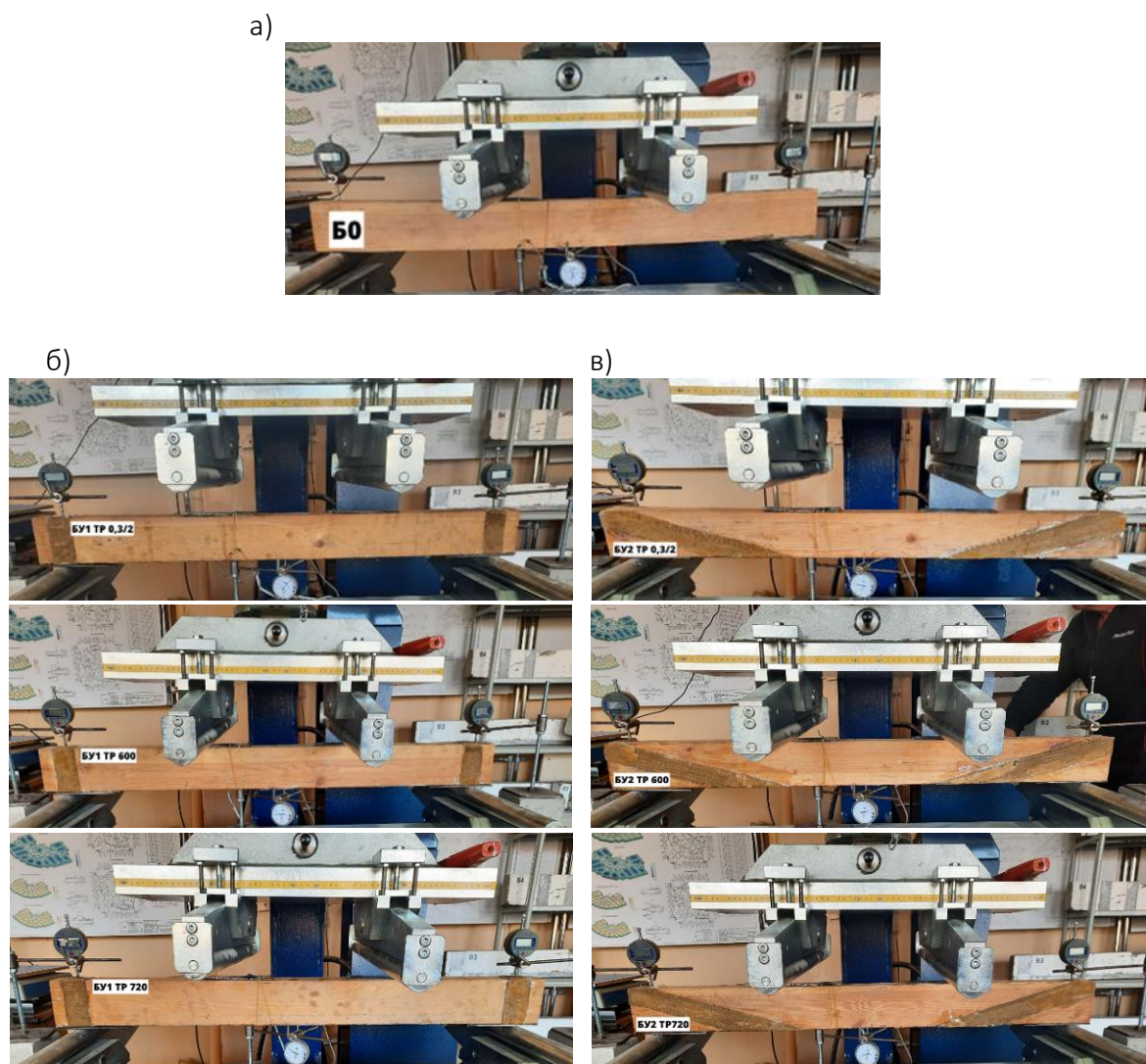


Рисунок 2. – Опытные деревянные балки

Испытания опытных балок производили по балочной схеме с приложением сосредоточенных усилий в третях пролета. Нагружение осуществляли ступенями с помощью моторизованного испытательного пресса «MATEST C-109 N». Разрушение большинства опытных образцов произошло вследствие разрыва растянутых волокон древесины в центре пролета с последующим раскалыванием вдоль нейтральной оси. Наблюдалось также разрушение опытных балок по сучку (таблица 1). При отсутствии дальнейшего увеличения нагрузки, наблюдается отрыв армирующего материала с растянутой зоны по клеевому шву. При этом разрушения самой ткани не произошло.

Таблица 1. – Разрушение экспериментальных балок

Марка балки	Разрушающая нагрузка, кН / разрушающий момент, кНм	Характер разрушения экспериментальных балок
БО (без усиления)	20,037 / 3,006	 разрыв растянутых волокон древесины и скалывания вдоль нейтральной оси
БУ1 ТР 0,3/2	21,963 / 3,294	 разрыв растянутых волокон древесины в центре пролёта
БУ1 ТР600	25,919 / 3,888	 разрыв растянутых волокон древесины в центре пролёта по сучку
БУ1 ТР720	27,730 / 4,160	 раскалывание древесины вдоль нейтральной оси и смятие в надпорных частях балки с разрушением
БУ2 ТР0,3/2	20,504 / 3,076	 разрыв растянутых волокон древесины в центре пролёта
БУ2 ТР600	22,763 / 3,414	 отслоение композитного материала от древесины, приводящее к разрыву растянутых волокон по оси приложенной нагрузки
БУ2 Т720	24,164 / 3,625	 разрыв растянутых волокон древесины в центре пролёта

Анализ экспериментальных исследований показал, что более эффективным является вариант усиления стеклотканями над опорами и на всей внешней грани (экспериментальные балки серии БУ1), где увеличение несущей способности составило до 38% в зависимости от вида стеклоткани. Усиление нижней грани сечения только в зоне максимального изгибающего момента с выходом стеклотканей на боковые грани под углом к волокнам балки (экспериментальные балки серии БУ2) увеличивает несущую способность до 20%.

Наиболее эффективным материалом для усиления по результатам исследований является ткань ТР 720, так как применение данного материала позволило увеличить на 38% несущую способность при усилении над опорами и на всей внешней грани (БУ1), на 21% при частичном усилении нижней грани сечения преимущественно в зоне максимального изгибаю-

щего момента с выходом ткани на боковые грани под углом (БУ2). Усиление тканью Тр 600 увеличивает несущую способность на 29% и 13% в зависимости от варианта усиления. Применение ткани Тр 0,3/2 не привело к увеличению разрывающей нагрузки.

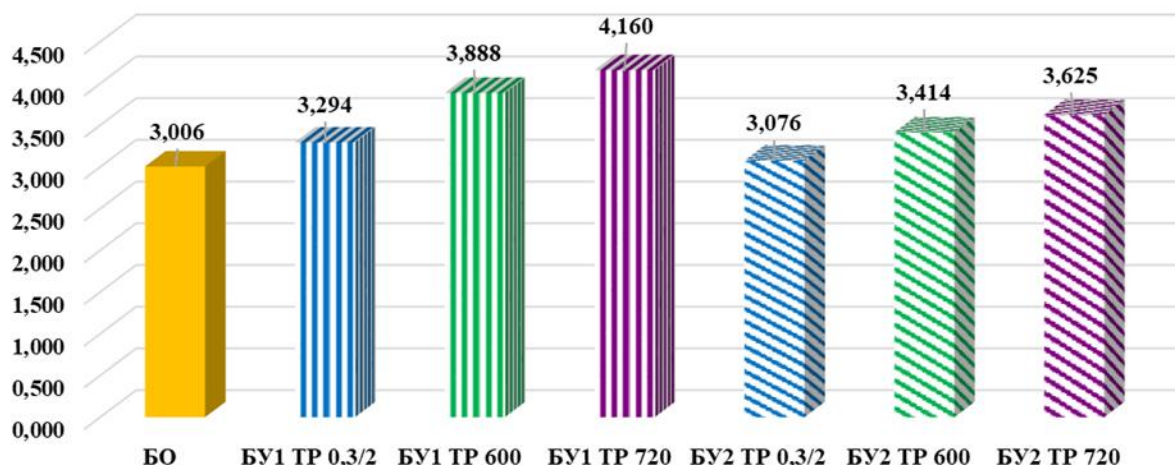


Рисунок 3. – Пределный изгибающий момент экспериментальных балок

Заключение. Экспериментальные исследования деревянных балок показали эффективность использования композитного материала (стеклотканей ОАО «Полоцк-стекловолокно») для усиления деревянных балок. Благодаря проведенным испытаниям можно сделать следующие выводы:

- армирование растянутой зоны сечения деревянных балок повышает несущую способность изгибаемого элемента до 38% в зависимости от вида ткани и варианта усиления деревянных балок;
- усиление стеклотканью над опорами и на всей внешней растянутой грани деревянной балки (БУ1) является более эффективным и приводит к увеличению несущей способности на 38%;
- анализ несущей способности показал, что наиболее эффективным материалом для усиления деревянных балок является стеклоткань ТР 720.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щуко В.Ю. Клееные армированные деревянные конструкции: учеб. пособие / В.Ю. Щуко, С.И. Рощина. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 128 с.
2. Волик А.Р. Усиление деревянных конструкций тканью производства компании ОАО "Гродно Химволокно" / А.Р. Волик, Д.А. Сафонов // Актуальные проблемы механики в современном строительстве: материалы Международной научно-технической конференции, Пенза, 2014 г. / Под ред. А.И. Шеин. – Пенза, 2014. – С. 47–52.
3. Волик А.Р., Влияние армирования поперечного сечения стеклопластиковой арматурой на несущую способность деревянных балок / А.Р. Волик, О.В. Дунникова // Материалы XX международного научно-методического семинара, ГрГУ им. Я. Купалы. Гродно, 2016. – С. 22–26.
4. Волик А.Р. Работа деревянных элементов с усилением поперечного сечения композитными тканями / А.Р. Волик, О.В. Дунникова // Перспективы развития строительного комплекса: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 24–30 октября 2014. – Астрахань, 2014. – С. 329–335.
5. ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Методы определения разрывных характеристик при растяжении (с Изменениями №1, 2, 3), 1973. – С. 6–8.