

## СОЕДИНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С КОГТЕВЫМИ ШАЙБАМИ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Ш.М. Мамедов, канд. экон. наук, доцент

Р.В. Хохрин, соискатель

О.С. Цой, магистрант

А.С. Коваль, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
(Россия, г. Санкт-Петербург)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-1-2-84-88

**Аннотация.** В работе представлен обзор технического решения для деревянных конструкций, которым необходима высокая прочность и жесткость при отсутствии опасных скальвающих режимов разрушений. Рассматривается история возникновения и практика применения в России нагельных соединений с когтевыми шайбами для деревянных конструкций.

**Ключевые слова:** соединения, деревянные конструкции, нагельные соединения, когтевая шайба.

С развитием отрасли деревянного домостроения появились современные материалы из древесины с повышенными физико-механическими характеристиками, которые позволяют снижать поперечные сечения элементов конструкций при неизмен-

ных нагрузках. При этом появилась необходимость в развитии технических решений по передаче нагрузки в узлах. Достаточно эффективно с этой задачей справляются нагельные соединения с когтевыми шайбами (Рисунок 1). [1]

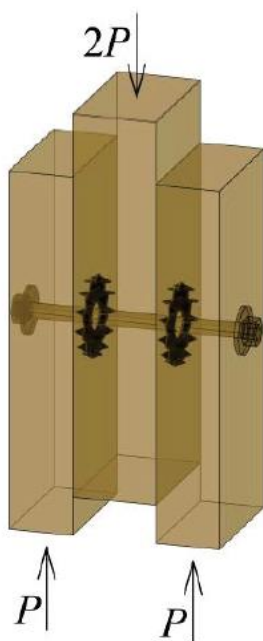


Рис. 1. Соединение деревянных конструкций с когтевыми шайбами

Такие соединения могут считаться разновидностью соединений на шпонках. В той форме, в которой существуют современные когтевые шайбы они существуют уже более ста лет, однако так же ранее бы-

ло разработано многочисленное количество иных конструктивных решений для исполнения шпонок [2]. Изменения обоснованы необходимостью удовлетворять требованиям надежности соединений де-

ревянных конструкций, в частности обеспечивать обоснованный запас прочности и жесткости, обеспечивать высокую плотность всех рабочих плоскостей сопряжения, возможность контроля за корректностью устройства связей не только в процессе изготовления конструкции, но и в готовом исполнении. Кроме того, обосновано предъявлять следующие требования к соединениям: невысокая стоимость, индустриальность, низкая трудоемкость изготовления. [3]

Первое упоминание о изобретении прообраза современных когтевых шайб появляется в Скандинавии в 1889 г от норвежского инженера Теодорсена из г. Осло. Широкое распространение появилось после публикации в издании от Национального комитета по использованию древесины США: *Modern Connectors for Timber Construction* [4] в 1933 году в штате Иллинойс в США. Популярность данный соединитель получил с начала XX века в Европе и Америке [5]. Шайбы выполнялись как односторонние, так и двусторонние.

Разница в работе данных шайб заключалась в возможности разъединить соединение при использовании односторонних шайб после монтажа без потери качества при последующей повторной сборке. При этом нагель имеет возможность опираться непосредственно на саму шайбу в центральном гнезде. С помощью когтей усилие распространяется на большую поверхность смятия древесины. Это увеличивает несущую способность и дает необходимую пластичность болтового соединения и повышает его надежность [6, 7].

Производство металлических шпонок и шайб (в том числе и когтевых) нормировано европейским стандартом EN 912. В котором соединитель «Bulldog» (Рисунок 2) имеет маркировку C1 для двустороннего и C2 для одностороннего соединителя. Производство выполняется из холоднокатаных низкоуглеродистых сталей методом штамповки. Сталь должна соответствовать C390 с характеристиками  $R_y = 310 \text{ Н/мм}^2$ ,  $R_{m} = 510 \text{ Н/мм}^2$ .

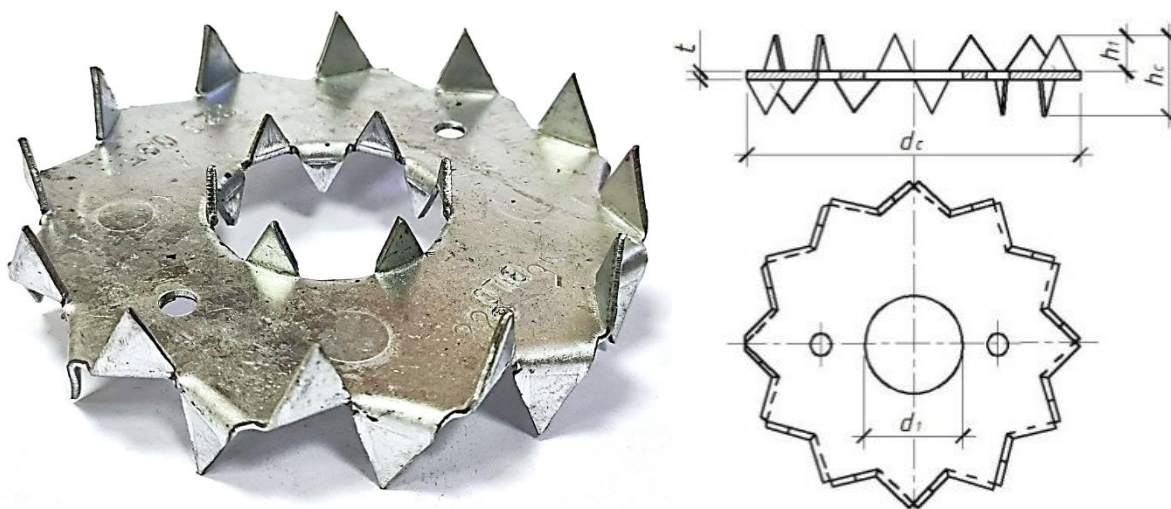


Рис. 2. Когтевая шайба «Бульдог» тип C1, согласно EN912

Монтаж соединений рассматриваемыми соединителями может осуществляться путем вдавливания шайб через затяжку болтов с широкими шайбами (для мягких пород древесины с плотностью до 0,5 т/м<sup>3</sup>).

При большей плотности древесины (более 0,5 т/м<sup>3</sup>) можно использовать специальные устройства типа модифицированного гидравлического пресса, либо пресса с кондуктором (рис. 3).

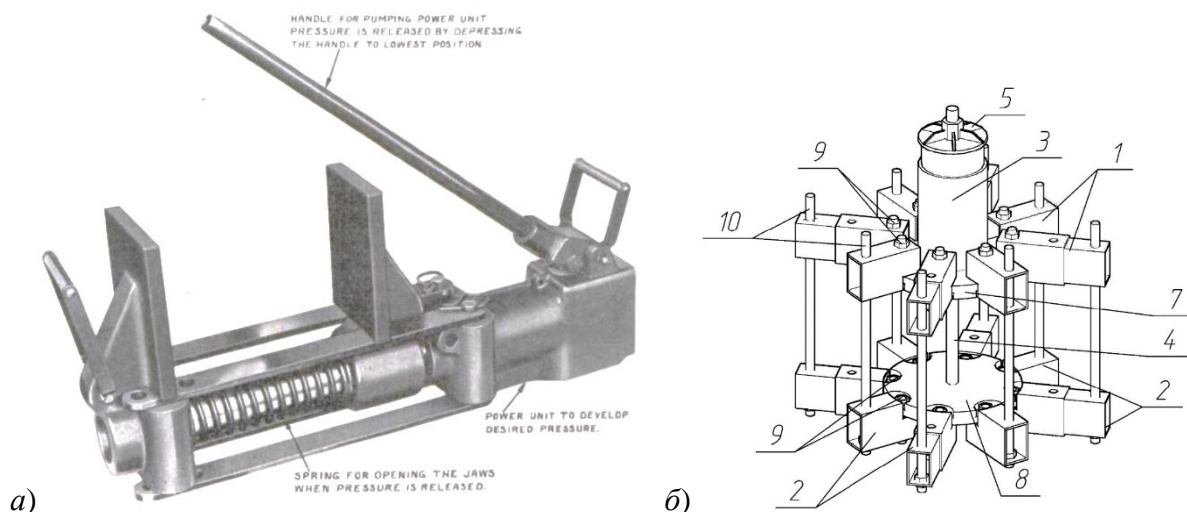


Рис. 3. Устройство для запрессовки когтевых шайб: а) модифицированный пресс производства Greenlee Bros. & Co (США) [4]; б) гидравлический пресс с кондуктором для запрессовки когтевых шайб [8].

На сегодняшний день существует достаточно большое количество компаний, выпускающих когтевые шайбы «Бульдог». Известны производители в США: Simpson Strong-Tie, в Европе: Rothoblaas (Италия), Dresselhaus (Германия), Sineat (Бельгия), ТЕСО (Англия), ВРС Fixings (Англия), в Океании Pryda (Австралия) в Азии: Beijing Xunengsun Technology Corporation (Китай).

Популярность когтевые шайбы получили за счет своих положительных качеств: увеличение прочности и жесткости нагельных соединений. Соединения обладают высокой начальной жесткостью за счет более быстрого и равномерного, инициативного включения элементов (когтей) соединения в работу. При достижении предельных состояний, работа узла предотвращая опасность хрупкого разрушения из-за характерного пластического характера разрушения.

При этом недостатки применения когтевых шайб заключаются в:

- ослаблении древесины, т.к. происходит прорезание древесины когтями шайбы;
- устройство узла требует дополнительных технологических операций и инженерного оборудования;
- сортамент соединителей ограничен;
- шайбы не способны обеспечивать надежность соединителя без болтового соединения, т. к. происходит возможное раскрытие стыка и разрушение соединения.

В России существуют примеры применения когтевых шайб в каркасах с использованием инженерной древесины. Такие узлы применялись в конструкциях каркаса гольф-клуба из клееной древесины, построенного в Ленинградской области вблизи пос. Гостилицы (Рисунок 4). Использование когтевых шайб увеличило жесткость соединений, что позволило использовать минимальное количество вертикальных связей, что положительно сказалось на архитектурной выразительности интерьеров здания.



Рис. 4. Гольф-клуб, Ленинградская область

В г. Курган когтевые шайбы применялись в каркасе здания спортивного комплекса из LVL (Рисунок 5). Крепление колон и балок междуэтажного перекрытия осуществлялось за счет использования нагелей  $d$  12 мм и когтевых шайб  $d$  51 мм.

Обеспечивалась достаточная прочность и жесткость соединений. Монтаж производился с использованием установки для одновременной запресовки 6 когтевых шайб «Bulldog».

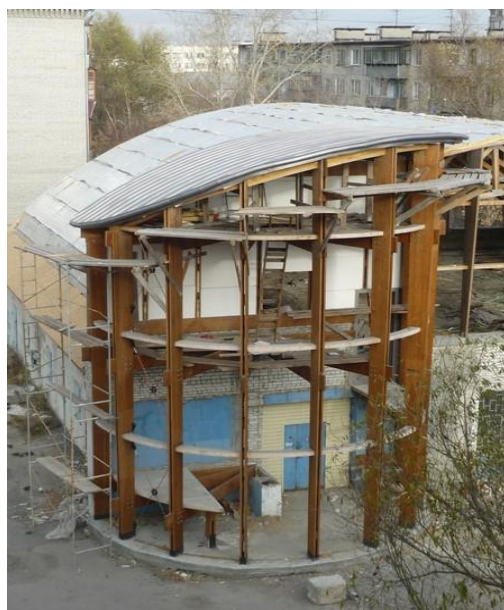


Рис. 5. Конструкция части здания спортивного комплекса в г. Кургане [9]

Перспективы дальнейшего использования когтевых шайб в деревянных конструкциях на строительном рынке высоки. Ранее были введены, а в дальнейшем отменены ГОСТы по испытанию и проектированию соединений с металлическими зубчатыми шпонками. Поэтому современные нормативные документы по проекти-

рованию с использованием когтевых шайб, легитимные для отечественной практики проектирования, отсутствуют. Дальнейшее исследование нагельных соединений с когтевыми шайбами при действии переменных усилий и разработка методики их расчета является необходимой и перспективной задачей.

#### Библиографический список

1. Расчет элементов строительных конструкций, клееных из однонаправленного шпона (LVL): Учебное пособие / А. Г. Черных, П. С. Коваль, Е. В. Данилов, Ш. М. Мамедов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-

Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. – 125 с. – ISBN 978-5-9227-0977-4.

2. Соединения элементов деревянных конструкций на шпонках и шайбах / В.И. Римшин, Б.В. Лабудин, В.И. Мелехов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2016. – № 9. – С. 35-50. – DOI 10.22227/1997-0935.2016.9.35-50.

3. Леннов В. Г. Индустриальные деревянные фермы на когтевых шайбах, дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Горький, 1941. – 289 с.

4. Modern Connectors for Timber Construction. National Committee on Wood Utilization (U.S.). U. S. Government Print Office, 1933. – 147 p.

5. Larsen H.J. Industrial Processes. Building and civil engineering. Timber structures. Luxemburg, 1989. – 350 с.

6. Данилов, Е.В. Определение линейной жесткости нагельных соединений с когтевыми шайбами в брусе LVL / Е. В. Данилов // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 2 (61). – С. 81-85. – DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-2-81-85.

7. Данилов, Е. В. Исследование кратковременной прочности LVL при смятии треугольным штампом / Е. В. Данилов // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 1 (42). – С. 28-33.

8. Пат. 146232 Российская Федерация, МПК В27F 7/09. Устройство для запрессовки когтевых шайб / Данилов Е. В., Гимельфарб И. А., Крупин Е.В., Черных А. Г.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО СПбГАСУ - 2014123970/13 заявл. 2014.06.10

9. Глухих, В. Н. Деревянные конструкции с применением когтевых шайб и учетом начальных напряжений древесины: монография / В. Н. Глухих, А. Г. Черных, Е. В. Данилов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. – 284 с.

## CONNECTIONS WITH CLAW WASHERS IN TIMBER CONSTRUCTIONS IN DOMESTIC PRACTICE

**Sh.M. Mammadov**, *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

**R.V. Khokhrin**, *Applicant*

**O.S. Choi**, *Graduate Student*

**A.S. Koval**, *Graduate Student*

**St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering**

**(Russia, St. Petersburg)**

***Abstract.** The paper presents an overview of the technical solution for wooden structures that require high strength and rigidity in the absence of dangerous chipping modes of destruction. The article considers the history of the emergence and practice of using in Russia nagel connections with claw washers for wooden structures.*

***Keywords:** joints, wooden structures, dowel joints, claw washer.*