

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИМПРЕГНИРОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ
НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ
ЛЕГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**RESTORATION OF WOODEN CONSTRUCTIONS
BY IMPREGNATION OF POLYMER COMPOSITION
ON THE EXAMPLE OF INDUSTRIAL BUILDINGS
OF LIGHT AND TEXTILE INDUSTRY**

С.И. РОЩИНА, А.В. ЛУКИНА, М.С. СЕРГЕЕВ, А.В. ВЛАСОВ, А.С. ГРИБАНОВ
S.I. ROSCHINA, A.V. LUKINA, M.S. SERGEEV, A.V. VLASOV, A.S. GRIBANOV

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Vladimir State University named after Alexander and Nicolai Stoletovs
E-mail: rsi3@mail.ru, pismo.33@yandex.ru, sergeevmichael@inbox.ru, vav-33@yandex.ru

В статье предложен метод восстановления деревянных строительных конструкций импрегнованием полимерной композицией на основе эпоксидной смолы, локально ослабленных деструкцией, рассмотренный на примере промышленных зданий легкой и текстильной промышленности. Проанализированы причины возникновения деструкции в деревянных строительных конструкциях. В статье изложена методика инженерного расчета на примере деревянной балки, локально ослабленной деструкцией в опорной зоне.

This paper proposes a method of restoring wooden building construction by impregnation of the polymer composition of an epoxy resin, locally-represented weakened destruction, considered as an example of industrial buildings of light and textile industry. Analyzed the causes of degradation in a wooden-tion building structures. The article describes a technique based on engineering and example wooden beams, destruction locally weakened in the core zone. Engineer-WIDE calculations were confirmed by numerical experiments performed in the program complex "Lira 9.6".

Ключевые слова: древесина, деревянные конструкции, импрегнование.

Keywords: wood, wooden construction, impregnation.

С конца XIX века в центре внимания конструкторов и проектировщиков находится проблема усиления и восстановления несущих строительных конструкций как гражданских, так и промышленных зданий.

Дерево превосходит бетонные и металлические конструкции не только возможностью перекрывать большие пролеты в сооружениях, но и разнообразием форм. Одним из важных преимуществ примене-

ния деревянных конструкций при проектировании промышленных зданий является их химическая стойкость к агрессивным средам, что особенно актуально в промышленных зданиях легкой и технической промышленности. Для зданий с химически агрессивной средой, как правило, применяются сплошные, монолитно склеенные безметалльные конструкции, не имеющие зазоров и щелей. Для покрытий используют клефанерные панели, имеющие глад-

кую поверхность без выступающих частей. Деревянные конструкции, обладая целым рядом достоинств, имеют и недостатки: они подвержены загниванию и способны быстро возгораться. Благодаря современным технологиям эти недостатки устраняются с помощью применения специальных профилактических мер и новыми методами восстановления деревянных конструкций.

В статье предложен метод восстановления деревянных строительных конструкций импрегнированием полимерной композицией на основе эпоксидной смолы, локально ослабленных деструкцией. Цель работы – исследование и разработка технологии восстановления участков деревянных конструкций с зонами локально деструктированной древесины.

В настоящее время применяют различные способы восстановления и усиления деревянных конструкций, базирующиеся в основном на выборочной замене пораженных участков конструкций цельной древесиной или металлом [1]. Одним из видов деревянных конструкций, применяемых в зданиях, является балка. К основным факторам, снижающим эксплуатационную надежность деревянных балок, относятся: несвоевременность проведения текущих и капитальных ремонтов, действие агрессивных сред, несоблюдение температурно-влажностного режима. Наиболее уязви-

мыми зонами деструкции деревянных конструкций являются опорные участки. С появлением высокопрочных полимерных материалов стало возможным восстанавливать пораженные участки несущих деревянных конструкций. Такие полимеры позволяют обеспечивать достаточную термо-, огне- и морозостойкость усиливаемых элементов из древесины, повышают их биостойкость [2].

Авторами предлагается метод ремонта и восстановления деструктированных опорных зон элементов в деревянных конструкциях промышленных зданий, который заключается в импрегнировании в дефектную часть элементов деревянных конструкций полимерной композиции и создании полимердревесной композиции в деструктированной зоне. Такой подход к восстановлению является наиболее эффективным и перспективным.

Для проведения исследования и возможности анализа результатов [3] было принято три типа образцов: "здоровая древесина", деструктированная древесина и древесина, импрегнированная полимерной композицией. В качестве моделей рассматривались балки сечением 100×240 мм и длиной 4,8 м (рис. 1 – общий вид балки, ослабленной деструкцией: а) – восстановление деструктированного участка опорной зоны деревянной балки; б) – импрегнированный участок).

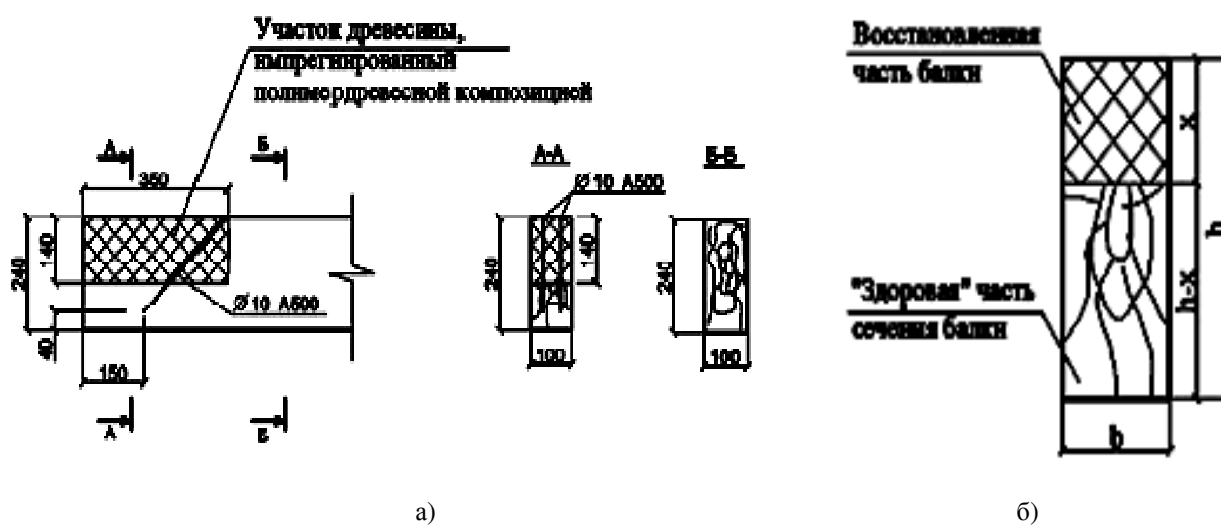


Рис. 1

В результате исследований предложен инженерный метод расчета деревянных конструкций по приведенным геометрическим характеристикам, что позволяет оценивать несущую способность и деформативность в упругой стадии работы в соответствии с действующими нормами проектирования деревянных конструкций. Геометрические характеристики сечения с по-

лимеркомпозитным включением принимают вид:

- площадь приведенного сечения балки

$$F_{пр} = F_{др} + F_{кл}n = b(h - x)(1 + \mu n), \quad (1)$$

- статический момент инерции сечения

$$S_{пр} = b \left((h - x) \left(y_c - \frac{(h - x)}{2} \right) + xn \left(h - y_c - \frac{x}{2} \right) \right), \quad (2)$$

- момент инерции сечения относитель-

но нейтральной оси

$$I_{пр} = b \left(\frac{(h - x)^3}{12} + (h - x) \left(y_c - \frac{(h - x)}{2} \right)^2 + \frac{nx^3}{12} + xn \left(h - y_c - \frac{x}{2} \right)^2 \right), \quad (3)$$

где $F_{др} = bh$ – площадь древесины; x – высота усиления; $F_{кл} = bx$ – площадь усиления;

$n = \frac{E_{кл}}{E_{др}}$ – коэффициент приведения;

$\mu = \frac{F_{кл}}{F_{др}} = \frac{x}{h - x}$ – коэффициент армирования;

$y_c = \frac{((h - x)^2 + xn(2h - x))}{2(h - x)(1 + \mu n)}$ – положение центра тяжести расчетного сечения.

Инженерный метод можно рекомендовать для расчетов в упругой стадии работы древесины по I и II предельному состоянию. Для восприятия сдвигающих усилий в пограничной зоне соединения здоровой древесины с полимердревесной композицией рекомендуется установка дополнительных стальных стержней периодического профиля класса не ниже А300 (клееных или ввинченных и прочих).

Соединения на наклонно клеенных стержнях, работающих на совместное действие "растяжение с изгибом", должны удовлетворять условию:

$$\frac{N_p}{T_\alpha} = \frac{Q}{T_k} \leq 1, \quad (4)$$

где N_p – составляющая расчетного усилия на один стержень T_c , вызывающая в наклонных стержнях напряжения растяжения, определяется по формуле: $N_p = T_c \cos \alpha$; Q – составляющая того же усилия T_c , вызывающая в наклонных стержнях напряжения изгиба, определяется по формуле: $Q = T \sin \alpha$; T_a – расчетная несущая способность одного стержня по условию прочности на растяжение, определяется по формуле $T_a = R_a F_a$; T_n – расчетная несущая способность стержня на один шов из условия его работы на изгиб: $T_n = 50 d_2$ – при шарнирном соединении. По результатам численных расчетов принятых образцов построены диаграммы "нагрузка - касательные напряжения" (рис. 2, где: а) – инженерный метод расчета; б) – численный эксперимент; Б-1 – элемент деревянной конструкции со "здоровой" опорной зоной; Б-2 – элемент деревянной конструкции с деструктированной частью в опорной зоне; Б-2у – элемент деревянной конструкции с восстановленной (импрегнированной) опорной зоной).

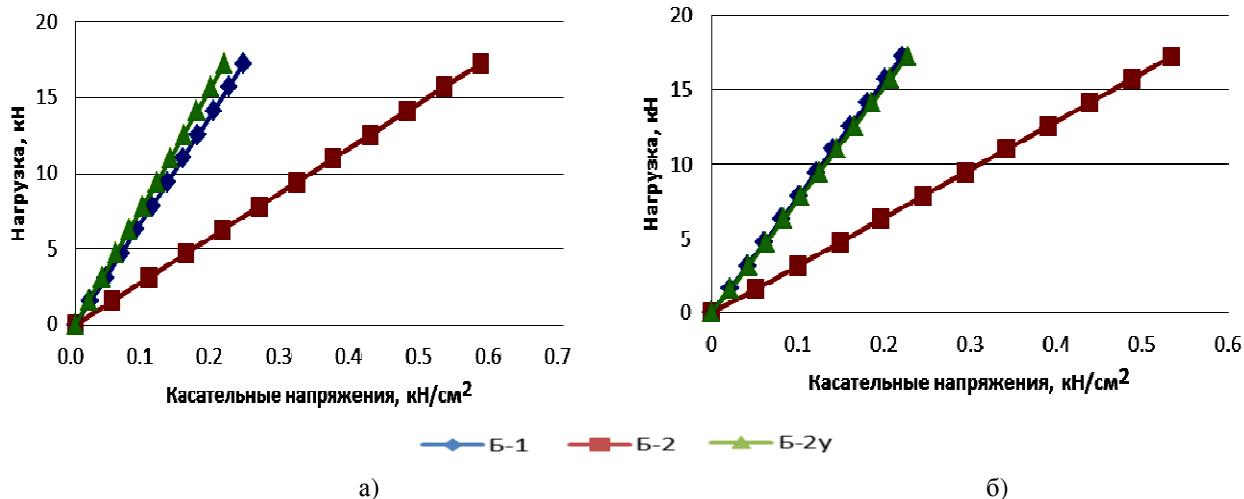


Рис. 2

ВЫВОДЫ

1. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность восстановления работоспособности древесины, ослабленной деструкцией, путем использования полимерной композиции.

2. Выполнен численный эксперимент силового сопротивления с восстановленными опорными зонами деревянной балки путем импрегнирования полимерной композицией локально деструктированного участка. Установлено, что расхождение инженерного метода с результатами численного эксперимента по прочности составляет 5...7%, по жесткости 8...12%.

3. Разработанные технические решения восстановления деревянных балок с ослабленными деструкцией зонами древесины рекомендованы для использования в гражданском и промышленном строительстве. Результаты исследований рекомендованы для внесения в нормы проектирования деревянных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гроздов В.Т. Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. – СПб., 2005.
2. Лукина А.В. Совершенствование технологии восстановления деструктированной древесины в элементах деревянных конструкций: Дис. ... канд. техн. наук. – Архангельск, 2014.
3. Roshhina S.I., Lukin M.V., Shohin P.B., Sergeev M.S., Lisyatnikov M.S. Allowance for creep in the

study of the reinforced wood-based constructions // Life Science Journal. – 2014, №11 (9s). P. 192...195.

4. Рощина С.И., Римшин В.И. Расчет деформаций изгибаемых армированных деревянных элементов с учетом ползучести // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011, № 1 (34). С. 121...124.

5. Лукин М.В. Совершенствование конструкций и технологии производства деревоклееных композитных балок. Дис. ... канд. техн. наук. – Владимир, 2010.

6. Патент на полезную модель RUS №117474. Деревянная балка / Рощина С.И., Смирнов Е.А., Репин В.А., Лукин М.В. Опубл. 19.12.2011.

7. Рощина С.И., Лукин М.В., Лукина А.В., Лисятников М.С. Повышение эксплуатационных свойств древесины, ослабленной биоповреждениями, путем модификации клеевой композицией на основе эпоксидной смолы // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014, №4. С. 182...184.

8. Рощина С.В., Лукин М.В., Лисятников М.С., Марков С.В., Синютин А.В., Голубко А.И. Совершенствование деревоклееных балочных конструкций // Естественные и технические науки. – 2014, № 9-10 (77). С. 376...377.

REFERENCES

1. Grozdov V.T. Usilenie stroitel'nykh konstrukcij pri restavracii zdaniy i sooruzhenij. – Spb., 2005.
2. Lukina A.V. Sovershenstvovanie tehnologii vosstanovlenija destruktirovannoj drevesiny v jelementah derevjannykh konstrukcij: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Arhangel'sk, 2014.
3. Roshhina S.I., Lukin M.V., Shohin P.B., Sergeev M.S., Lisyatnikov M.S. Allowance for creep in the study of the reinforced wood-based constructions // Life Science Journal. – 2014, №11 (9s). P. 192...195.
4. Roshhina S.I., Rimshin V.I. Raschet deformatsij izgibaemykh armirovannykh derevjannykh jelementov s uchetom polzuchesti // Izvestija Jugo-

Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2011, № 1 (34). S. 121...124.

5. Lukin M.V. Sovershenstvovanie konstrukcij i tehnologii proizvodstva derevokleenyh kompozitnyh balok. Dis. ... kand. tehn. nauk. – Vladimir, 2010.

6. Patent na poleznuju model' RUS №117474 . Derevjannaja balka / Roshhina S.I., Smirnov E.A., Repin V.A., Lukin M.V. Opubl. 19.12.2011.

7. Roshhina S.I., Lukin M.V., Lukina A.V., Lisjatnikov M.S. Povyshenie jekspluacionnyh svojstv drevesiny, oslablennoj biopovrezhdenijami, putem modifikacii kleevoj kompoziciej na osnove jepoksidnoj

smoly // Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. – 2014, №4. S. 182...184.

8. Roshhina S.V., Lukin M.V., Lisjatnikov M.S., Markov S.V., Sinjutin A.V., Golubko A.I. Sovershenstvovanie derevokompozitnyh balochnyh konstrukcij // Estestvennye i tehnicheskie nauki. – 2014, № 9-10 (77). S. 376...377.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 26.10.16.
