Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2024, Том 16, № 6 / 2024, Vol. 16, Iss. 6 https://esj.today/issue-6-2024.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/18SAVN624.pdf

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Черных, А. Г. К определению предела кратковременной прочности LVL при сжатии поперек волокон перпендикулярно плоскости листа / А. Г. Черных, Я. Е. Симонова, Ю. В. Трунина, Н. К. Посторонко // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 6. — URL: https://esj.today/PDF/18SAVN624.pdf

For citation:
Chernykh A.G., Simonova Ya.E., Trunina Yu.V. Postoronko N.K. To determining of LVL short-term strength limit while compression perpendicular to sheet. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(6): 18SAVN624. Available at: https://esj.today/PDF/18SAVN624.pdf. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69.003.13

Черных Александр Григорьевич
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Профессор кафедры «Металлических и деревянных конструкций»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: chagrig@spbgasu.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9805-1428
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=473049

Симонова Яна Евгеньевна
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: ysimon0wa@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1232160

Трунина Юлия Валерьевна
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: YUVTrunina@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1236042

Посторонко Никита Константинович
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: nikita.postoronko@yandex.ru

К определению предела кратковременной прочности LVL при сжатии поперек волокон перпендикулярно плоскости листа

Аннотация. В промышленном и гражданском строительстве находят широкое применение строительные конструкции из многослойного клееного материала из шпона хвойных пород (LVL) марки Ультралам R. В опорной зоне балок из LVL происходит сжатие перпендикулярно плоскости листа шпона, что зачастую приводит к потере устойчивости конструкции, из-за использования при расчетах недостоверных значений предела прочности в данном направлении. В нормативных документах приводится численное значение предела прочности данного материала при сжатии перпендикулярно плоскости листа шпона, однако

неясно, каким образом определялось значение предела прочности на диаграмме «Нагрузка — деформация» при отсутствии четкой границы отказа работы образца. В данной статье предлагается метод расчета условного предела прочности LVL при сжатии перпендикулярно плоскости листа шпона с помощью программного комплекса. Он основан на методе определения предела прочности поперек волокон для образцов из для древесины — нахождение искомого значения происходит путем итерации. Усовершенствование состоит в том, что производится аппроксимация данных, полученных в ходе эксперимента в виде регрессионного уравнения: зависимость нагрузки от деформаций выражается полиномом высокой степени. С помощью касательных к графику и определения углов наклона, производится фиксирование нужного искомого значения нагрузки, и затем вычисляется условный предел прочности материала. Апробация усовершенствованного метода была проведена путем сравнения условного предела прочности LVL вычисленного по экспериментальным данным со значения приведенными в нормативных документах. Хорошая сходимость результатов подтверждает гипотезу о возможности применения разработанного подхода к определения условного предела прочности LVL при сжатии поперек волокон перпендикулярно плоскости листа шпона.

Ключевые слова: LVL; древесина; предел прочности; анизотропия; сжатие перпендикулярно плоскости листа шпона; метод; аппроксимация

Введение

Помимо изделий из цельной древесины, в строительных конструкциях нашли применение и материалы на ее основе. Технологичным материалом является брус клееный многослойный из шпона (LVL), который имеет высокие прочностные и деформационные характеристики при небольших сечениях. Это связано с особенностями структуры LVL, формируемой в процессе склеивания слоев шпона. Сортировка сырья по плотности и рассредоточение пороков по всему объему обеспечивает стабильные физико-механические свойства бруса. Таким образом, при проектировании конструкций из данного материала обеспечивается высокая несущая способность при меньших размерах поперечного сечения. Нормативное сопротивление при изгибе и сдвиге, а также модуль упругости при изгибе значительно выше, чем у клееных деревянных конструкций и цельной древесины [1–3]. Однако, несмотря на существенные конструкционные преимущества материала, LVL не получил пока широкого распространения на российском строительном рынке вследствие малой изученности прочностных свойств и эксплуатационных характеристик [4].

Ультралам R в условиях сжатия поперек волокон перпендикулярно плоскости может быть использован в качестве полок металлодеревянных двутавровых балок, а также в балках, созданных путем склеивания нескольких брусьев по пласти (рис. 1 а, б). Вариативность применения LVL в условиях сжатия поперек волокон перпендикулярно плоскости листа шпона объясняет актуальность вопроса, которому посвящена данная статья.

Первые испытания LVL-конструкций были проведены в ЦНИИСК имени Кучеренко; в 2010 году введен в действие первый нормативный документ для LVL — СТО 36554501-021-2010.[1] Указания по проектированию конструкций из LVL появились в 2011 году в своде правил «Деревянные конструкции»[2], в который были внесены сведения о прочностных и упругих

[1] СТО 36554501-021-2010. Деревянные конструкции. Многослойный клееный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические требования. М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2010. — 16 с.

[2] СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25–80. — Москва, 2011. — 92 с.

характеристиках материала. В 2014 году был выпущен государственный стандарт[3], содержащий требования к производству, а в 2021 обновлен.

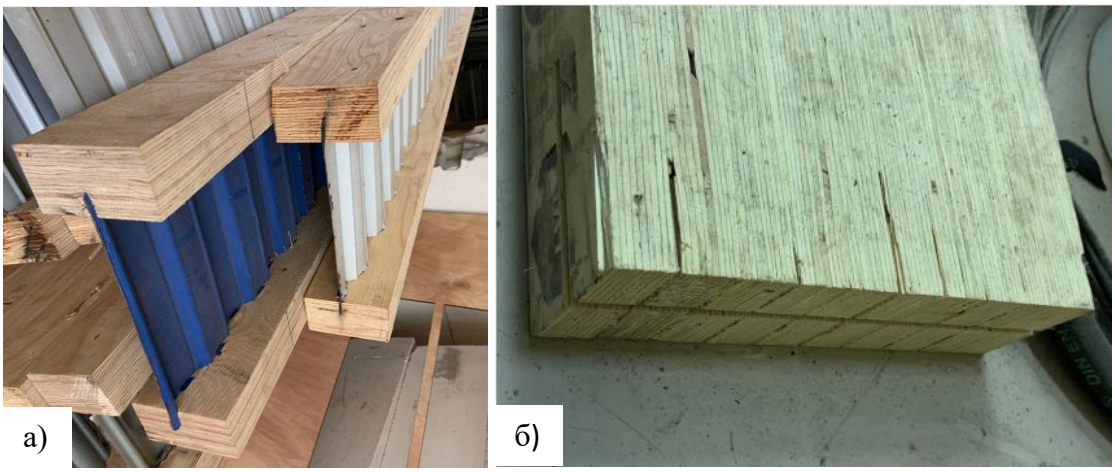

Рисунок 1. *Примеры применения LVL в условиях сжатия перпендикулярно плоскости шпона: а) металлодеревянная двутавровая балка с поясами из LVL; б) балка, созданная путем склеивания LVL по пласти (фото авторов)*

Исследования работы конструкций из LVL и влияние различных факторов на его физико-механические характеристики активно проводятся в последние годы. В работах Животова Д.И., Ковалевой Е.С., Черных А.Г., Данилова Е.В., Коваля П.С., Мироновой С.И., Казакевич Т.Н., Хохрина Р.В., Кушнир А.Э., Чан К.Ф., Клевана В.И., Королькова Д.И. [5–13] проанализированы длительная прочность и упругость LVL, ползучесть, влияние погрешностей в производстве шпона, влажности, повышенных и пониженных температур, на прочность и деформативность. Также рассмотрены различные узловые соединения материала и возможность применения накладок из него. Часть исследований посвящена проверке правомерности применения выведенных для древесины и КДК зависимостей. LVL является также предметом исследований Варфоломеева Ю.А., Циулина Е.Ю., Шмидта А.Б., Турковского С.Б., Погорельцева А.А. [14–16]. Следует отметить, что такие исследования проводятся и за границей (к примеру, в работах [17–21]), но применение LVL из местных ресурсов и на клеях с другим составом не позволяет в полной мере воплощать результаты исследований на практике отечественного строительного производства.

Для LVL, как материала с однонаправленным направлением волокон древесины, характерны три ортогональных направления: вдоль волокон, поперек в плоскости и из плоскости листа шпона. Поэтому LVL считается анизотропным материалом, причем исключительно ортотропным. Работа при приложении различных нагрузок и характер деформирования варьируются в зависимости от угла направления силы к волокнам. При сжатии вдоль волокон и поперек в плоскости листа прочность материала значительно отличается, однако, происходит схожее хрупкое разрушение в процессе испытаний. При сжатии в третьем направлении — поперек волокон перпендикулярно плоскости листа шпона — происходит постоянное нарастание усилия сжатия из-за сопротивления древесины прессованию при увеличении деформаций. Такая особенность требует некоторых ограничений: к примеру, введения предельных деформаций или как при испытаниях чистой древесины определения условного предела прочности. Для цельной древесины существует ГОСТ 16483.11-72

[3] ГОСТ 33124-2014. Брус многослойный клееный из шпона. Технические условия. Введен 2022-09-01. М.: ФГБУ «РСТ», 2015 г. — 14 с.

«Древесина. Методы определения прочности при сжатии поперек волокон»[4], а в ГОСТе 33124-2021[5] только отмечены минимальные значения прочности поперек волокон в плоскости листа шпона, но не описана методика определения предела прочности по экспериментальным данным. Цель данного исследования состоит в уточнении метода определения условного предела прочности LVL при сжатии перпендикулярно плоскости листа шпона.

Метод

Как было отмечено, деформативность LVL в перпендикулярных направлениях разная. На рисунке 2 приведена диаграмма «напряжение-деформации» для образцов LVL в условиях сжатия поперек волокон в плоскости листа и из плоскости. Как видно из графиков, при работе поперек волокон в плоскости очевиден момент наступления разрушения — максимальное значение нагрузки и, соответственно, напряжения, возникающего в материале; при работе же перпендикулярно плоскости из-за преобладающих пластических деформаций при испытаниях не явно отражена точка разрушения.

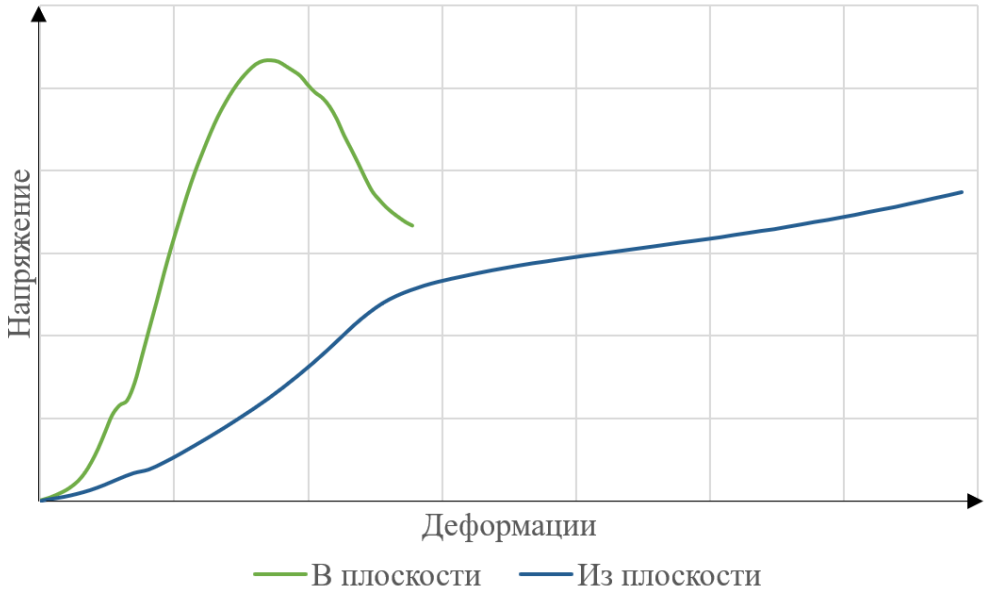

Рисунок 2. *Характерный вид диаграмм «напряжение — деформации» при сжатии поперек волокон в плоскости и из плоскости слоев шпона (разработано авторами)*

В данной работе предлагается графоаналитический подход, суть которого заключается в том, что нагрузка $P_{1\text{-}2}$, соответствующая условному пределу прочности, определяется как ордината точки на диаграмме «нагрузка-деформации», в которой отступление от линейной зависимости между нагрузкой и деформацией достигает критической величины. Это ограничение обусловлено величиной тангенса угла, образованного осью нагрузок и касательной к графику, когда его значение возрастает на 50 % от своего значения, соответствующего прямолинейному участку графика. Таким образом фиксируется точка перехода из зоны упругих деформаций в зону пластических, что согласно ГОСТ 16483.10-73 соответствует условию (1):

[4] ГОСТ 16483.11-72. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии поперек волокон. Введен 1973-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 1973 г. — 6 с.

[5] ГОСТ 33124-2021. Брус многослойный клееный из шпона. Технические условия. Введен 2022-09-01. М.: ФГБУ «РСТ», 2022 г. — 16 с.

$$tg\alpha = 1{,}5tg\beta, \quad (1)$$

где:

α — угол наклона касательной к искомой точке;

β — угол наклона касательной к линейному участку графика.

Графический способ определения условного предела прочности, представленный в нормативах, разработанных еще в 70-х годах прошлого века, предполагает построение диаграммы в определенном масштабе и поиск отступления от линейной зависимости между нагрузкой и деформацией вручную. В случае применения такого способа возможна неточность. При том что испытательные машины позволяют назначать меньший интервал приращения нагрузки или деформации (в зависимости от выбранного режима нагружения), чем указано в нормативной литературе, и фиксируют более точно результаты испытаний, а современные программные комплексы позволяют создавать их графические интерпретации, целесообразно модернизировать алгоритм и апробировать на LVL, как материале, для которого нет нормативной методики определения прочности при сжатии поперек волокон перпендикулярно к плоскости слоев.

Экспериментальные исследования прочностных свойств однонаправленного клееного шпона проходились на кафедре металлических и деревянных конструкций СПбГАСУ. В качестве объекта исследования выбраны образцы LVL (марки Ультралам R, предоставленные производителем ООО «СТОД») размерами 89×135×30 мм и 89×135×75 мм, изготовленные согласно ГОСТ 33124-2021 для испытания в условиях сжатия поперек волокон перпендикулярно плоскости листа шпона (процесс испытаний представлен на рисунке 3). Толщины образцов были выбраны равными 30 и 75 мм. Количество образцов принято равным 10 шт. для каждой толщины при коэффициенте вариации свойств по результатам пробных испытаний — 7 %. Опыты проводились на сервогидравлической испытательной машины с компьютерным управлением IBERTEST U-600, (рис. 4), со скоростью нагружения равной 2 мм/мин.

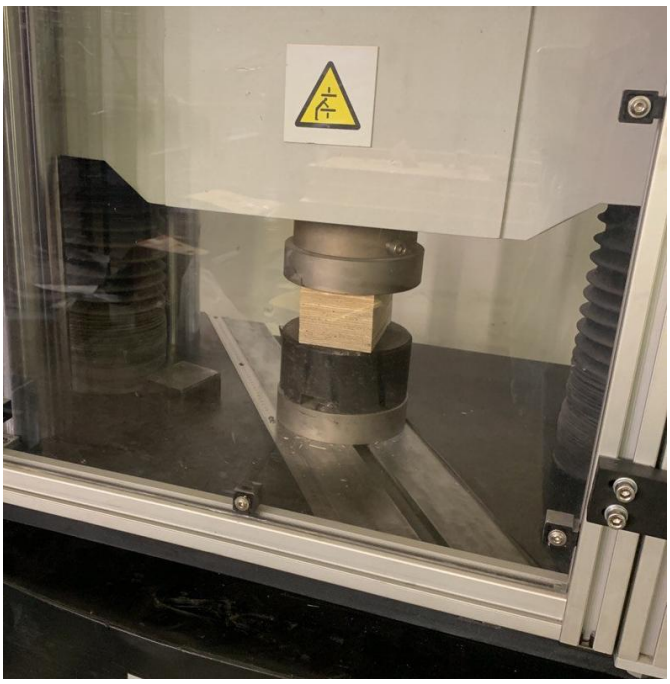

Рисунок 3. *Испытание образцов LVL перпендикулярно плоскости слоев шпона (фото авторов)*

Рисунок 4. *Сервогидравлическая испытательная машина с компьютерным управлением IBERTEST U-600 (фото авторов)*

На рисунке 5 и 6 представлены деформированный образец и график с характерным разрушением материала, где по оси ординат отложена нагрузка, действующая на образец, по оси абсцисс — перемещения, возникающие в процессе испытания. Деформация образцов LVL фиксировалась по перемещению штока машины. Пунктирной линией выделена зона упругих деформаций. Она же является касательной к точке, расположенной на линейном участке графика.

Рисунок 5. *Образец после разрушения при испытаниях со скоростью нагружения 2 мм/мин (фото авторов)*

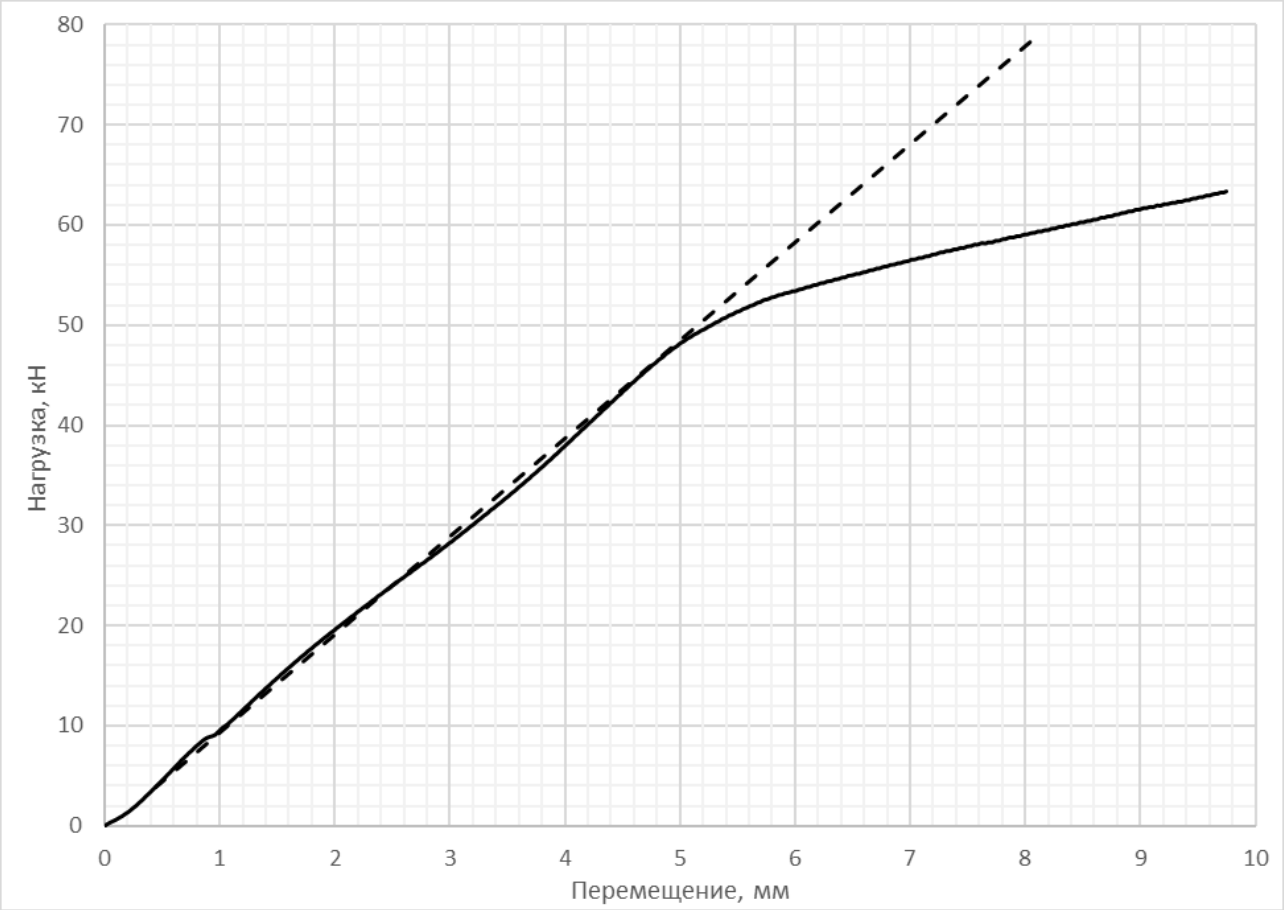

Рисунок 6. *Диаграмма «нагрузка-деформация сжатия» (разработано авторами)*

На рисунках 7 и 8 в качестве примера представлены графики зависимости «нагрузка-деформация сжатия», полученные в процессе испытания, для образцов толщиной 30 мм и 75 мм соответственно.

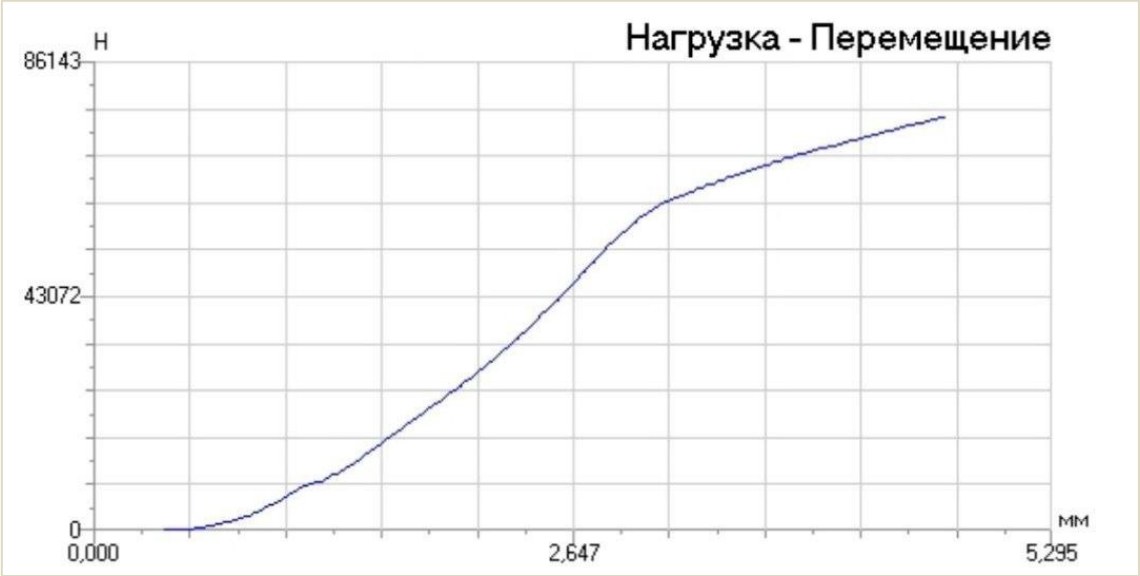

Рисунок 7. *Диаграмма «нагрузка-деформация сжатия», полученная в ходе испытания одного из образцов LVL толщиной 30 мм при сжатии поперек волокон перпендикулярно плоскости слоев шпона при скорости 2 мм/мин (фото авторов)*

Рисунок 8. *Диаграмма «нагрузка-деформация сжатия», полученная в ходе испытания одного из образцов LVL толщиной 75 мм при сжатии поперек волокон перпендикулярно плоскости слоев шпона при скорости 2 мм/мин (фото авторов)*

Графическое представление полученных в ходе эксперимента данных не имело ярко выраженной зависимости. Поэтому при обработке данных использовалась аппроксимирующая функция — в Excel линия тренда полиномиальная 5-ой или 6-ой степени — для обеспечения наибольшего приближения к результатам опытов. При наличии уравнения, связывающего нагрузку и перемещение, можно получить уравнение касательной к графику на линейном его участке.

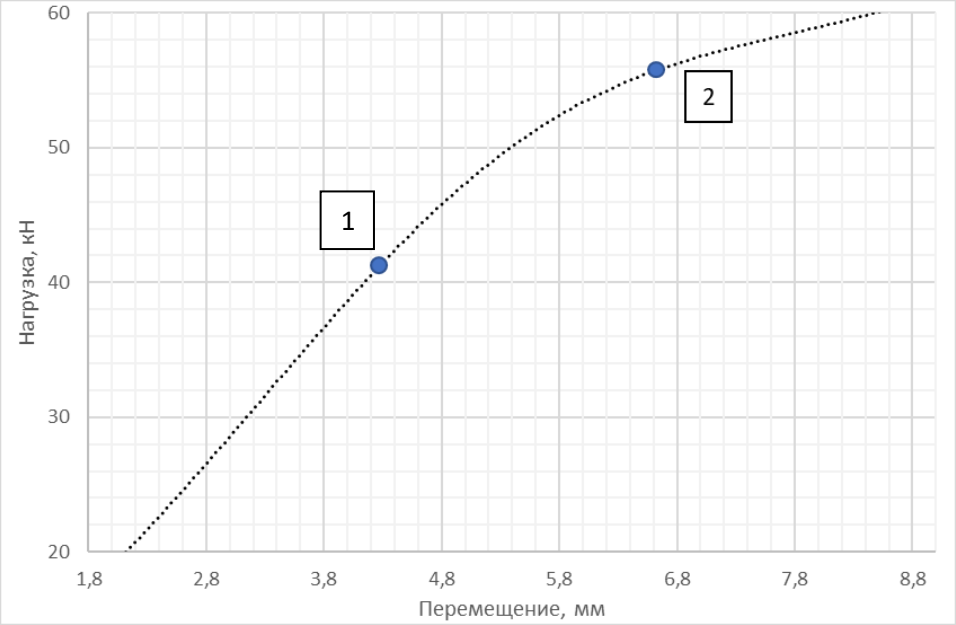

Рисунок 9. *Отрезок 1–2 (разработано авторами)*

Уравнение касательной в общем виде:

$$y_k = y_0 + y'(x_0)(x - x_0), \quad (2)$$

где:

x_0 и y_0 — координаты точки, к которой проводят касательную.

То же, в приведенном виде:

$$y_k = kx + b. \quad (3)$$

Для дальнейшего анализа выбиралась часть кривой, на которой виден переход от линейной зависимости к нелинейной, шириной по оси абсцисс около 2 мм. На рисунке 9 отмечена область значений, в которой проверяется условие (1).

К каждой точке на этом участке проводилась касательная: вычислялись производные и получались координаты 2-х точек — первая является точкой касания; вторая — выбрана произвольно в пределах 2 мм — абсцисса на оси деформаций, для которой получена ордината по формуле уравнения касательной в общем виде. С помощью коэффициентов k из приведенного уравнения касательной получены тангенсы углов между касательными и осью абсцисс, которым обратно пропорциональны тангенсы α и β, которые и вычислялись далее. После определения точки отступления от линейной зависимости и соответствующей ей нагрузки $P_{1\text{-}2}$, предел прочности (временное сопротивление сжатию) определяли по формуле (4):

$$R_c = \frac{P_{1-2}}{bh}. \quad (4)$$

где:

b и h — размеры образца.

Результаты и обсуждение

Для демонстрации применения графоаналитического подхода проведена апроксимация результатов одной серии испытанных образцов LVL при сжатии перпендикулярно плоскости слоев шпона (рис. 10).

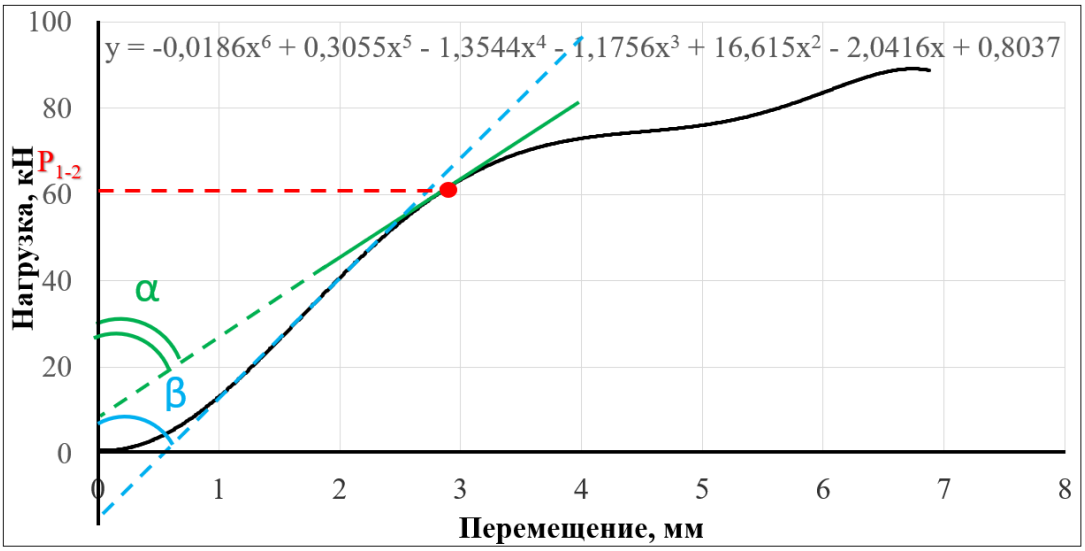

Рисунок 10. *Графическая интерпретация методики определения нагрузки $P_{1\text{-}2}$, соответствующей точке перехода линейной зоны в нелинейную (разработано авторами)*

По изложенной выше методике вычислены условные пределы прочности для каждого из 10-ти образцов толщиной 30 мм и определен средний предел кратковременной прочности, сравниваемый далее с соответствующим значением, приведенным в ГОСТе[5]. То же самое — для 10-ти образцов толщиной 75 мм. Согласно нормативу[5] показатели предела прочности LVL

(за которые принимаются значения временного сопротивления) должны быть не менее нормативных значений. Указанные в таблице 1 результаты согласовываются с этим условием. Полученные в ходе исследования значения прочности составили для образцов толщиной 30 мм — 4,63 МПа, для образцов толщиной 75 мм — 3,83 МПа. Указанное в таблице минимальное значение для данного случая составляет 3,5 МПа.

Таблица 1

Предел прочности LVL по результатам испытаний и обработки данных

Толщина образца LVL	Среднее время до разрушения *t*, сек	Среднее выборочное значение прочности $\sigma_{ср}$, МПа	Среднее квадратическое отклонение *s*, МПа	Средняя ошибка среднего арифметического s_x, МПа	Выборочный коэффициент вариации *v*, %	Показатель точности среднего значения ξ, %
30	79,10	4,63	0,621	0,218	10,538	6,531
75	150,35	3,83	0,249	0,083	6,500	4,030

Разработано авторами

Значение условного предела прочности при толщине 75 мм ниже, чем для образцов 30 мм, что можно, вероятно, объяснить влиянием масштабного фактора. Такая же зависимость прочности от толщины наблюдается и в других напряженных состояниях LVL [22]. При этом разброс результатов испытаний оказался меньше.

Вывод

На основе расчета установлено, что для определения условного предела прочности LVL при сжатии поперек волокон перпендикулярно плоскости листа шпона предложено использовать предел пропорциональности, соответствующий значению нагрузки в точке перегиба графика «нагрузка-деформации». В ходе исследования вопроса была предложена усовершенствованная методика определения условного предела прочности LVL перпендикулярно плоскости листа шпона, на основе которой найдены прочности для образцов толщиной 30 мм и толщиной 75 мм — 4,63 и 3,83 МПа соответственно. Полученные значения (при стандартной скорости 2 мм/мин) превышают значения, приведенные в ГОСТ.

Полученные в результате исследования данные можно использовать для более точного анализа прочностных и упругих свойств материалов на основе древесины, таких как многослойный клееный шпон, и пересмотра нормативных положений для более рационального применения в проектировании деревянных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горынин Г.Л. Проблема использования LVL-бруса для строительства социально значимых объектов на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры / Г.Л. Горынин, Ю.И. Григорьев // Северный регион: наука, образование, культура. — 2015. — № 2. — С. 136–140.
2. Волынский В.Н. Технология клееных материалов / В.Н. Волынский. — Архангельск: Изд-во АрхГТУ, 1998. — 299 с.
3. Малышкин, А.П. Отечественный опыт применения LVL-бруса в несущих конструкциях / А.П. Малышкин, О.М. Максимова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 5. — URL: https://esj.today/PDF/42SAVN523.pdf.

4. Черных А.Г. Обзор исследований, нормирования и применения LVL-бруса в отечественной и зарубежной строительной практике / А.Г. Черных, Е.В. Данилов, П.С. Коваль, Ш.М. Мамедов // Вестник гражданских инженеров. — 2020. — № 1(78). — С. 100–106.
5. Животов, Д.А. Определение прочностных характеристик LVL / Д.А. Животов // 62-я Международная научно-техническая конференция молодых учёных (аспирантов, докторантов) и студентов: сборник материалов. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2009. — С. 55–56.
6. Влияние погрешностей в производстве шпона на физико-механические свойства LVL-бруса / П.С. Коваль, В.Н. Елистратов, Е.С. Ковалева, А.И. Куватов // Инновации в деревянном строительстве: Материалы 12-й Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 20–21 апреля 2023 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. — С. 202–213.
7. Черных А.Г. Исследование прочности LVL при смятии цилиндрическим и треугольным штампами с учетом изменения влажности / А.Г. Черных, Р.В. Хохрин, Е.В. Данилов, П.С. Коваль // Жилищное строительство. — 2023. — № 1-2. — С. 49–53.
8. Данилов Е.В. Определение деформируемости конструкций из ЛВЛ с когтевыми шайбами типа Bulldog / Е.В. Данилов, П.С. Коваль, С.И. Миронова // Инновации в деревянном строительстве: материалы 11-й Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22–23 апреля 2021 г. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. — С. 5–12.
9. Миронова С.И. Влияние циклического увлажнения на прочность многослойного материала, клееного из шпона / С.И. Миронова, П.С. Коваль, Е.В. Данилов, Т.Н. Казакевич // Инженерный вестник Дона. — 2023. — № 9(105). — С. 379–388.
10. Кушнир, А.Э. Исследование модуля упругости элементов строительных конструкций из LVL при длительных воздействиях / А.Э. Кушнир, П.С. Коваль, Е.В. Данилов // Международная конференция по физике материалов, строительным конструкциям и технологиям в строительстве, промышленной и производственной инженерии (MPCPE-2024): Сборник трудов V международной научно-технической конференции, Владимир, 23–25 апреля 2024 года. — Владимир: АРКАИМ, 2024. — С. 99–107.
11. Коваль, П.С. Исследование длительного модуля упругости LVL при кратковременных воздействиях / П.С. Коваль, А.Э. Кушнир // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16, № 3. — С. 58. — URL: https://esj.today/PDF/90SAVN324.pdf.
12. Коваль, П.С. Влияние сдвигов на сроки службы балок из LVL / П.С. Коваль, Ю.В. Трунина // Международная конференция по физике материалов, строительным конструкциям и технологиям в строительстве, промышленной и производственной инженерии (MPCPE-2024): Сборник трудов V международной научно-технической конференции, Владимир, 23–25 апреля 2024 года. — Владимир: АРКАИМ, 2024. — С. 75–83.
13. Исследование работы металлических и деревянных конструкций и оценка срока их службы с учетом условий эксплуатации / А.Г. Черных, Е.И. Рыбнов, Н.А. Сенькин [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. — 356 с.

14. Варфоломеев Ю.А. Усиление клееных деревянных конструкций с помощью многослойного клееного материала из однонаправленного шпона // Деревообрабатывающая промышленность. — Спецвыпуск, 2010. — С. 35–37.

15. Циулин, Е.Ю. Численное моделирование модуля упругости LVL с различным сочетанием взаимно перпендикулярных слоев шпона / Е.Ю. Циулин, А.Б. Шмидт // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2018. — № 6(366). — С. 138–148.

16. О влиянии масштабного фактора на прочность LVL при изгибе / А.Б. Шмидт, В.С. Сорока, С.С. Леонов, С.В. Корнев // Вестник гражданских инженеров. — 2014. — № 4(45). — С. 47–52.

17. Effendi M.K., Awaludin A. Nonlinear Finite Element Analysis of Flexural Laminated Veneer Lumber (LVL) Sengon Slender Beam // Civil Engineering Dimension, 2022 — Т. 24 — № 2 — С. 85–92.

18. Турковский, С.Б. Применение соединений на вклеенных стержнях в конструкциях из однонаправленного клеёного шпона (LVL) / С.Б. Турковский, А.А. Погорельцев, А.Е. Родионов // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сборник научных трудов / Министерство образования и науки Украины, Одесская государственная академия строительства и архитектуры. Том 17. — Одесса: Одесская государственная академия строительства и архитектуры, 2013. — С. 276–282.

19. Bonnie (Zhuo) Yang, Peggi L. Clouston, Alexander C. Schreyer. Torsional Shear Tests on Laminated Veneer Lumber Using a Universal-Type Test Machine // Journal of Materials in Civil Engineering, 2013– Т. 25 — С. 1979–1983.

20. Bonnie (Zhuo) Yang, Peggi L. Clouston, Sanjay R. Arwade. Torsional Shear Strength and Size Effect in Laminated Veneer Lumber // Advances in Civil Engineering Material. 2014 — Т. 3 — № 1 — С. 193–203.

21. Wanzhao Li1, Zheng Zhang, Guoqiang Zhou, Pierre Kibleur, Changtong Mei1, Jiangtao Shi, Joris Van Acker, Jan Van den Bulcke. The effect of structural changes on the compressive strength of LVL // Wood Science and Technology. — 2020 — Т. 54 — С. 1253–1267.

22. Черных А.Г. Сравнительный анализ результатов определения длительной прочности древесины и LVL ускоренным методом при сжатии вдоль волокон / А.Г. Черных, В.Н. Глухих, П.С. Коваль [и др.] // Вестник Евразийской науки. — 2023. — Т 15. — № 6. — URL: https://esj.today/PDF/60SAVN623.pdf.

Chernykh Alexander Grigoryevich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: chagrig@spbgasu.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9805-1428
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=473049

Simonova Yana Evgenyevna
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: ysimon0wa@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1232160

Trunina Yuliya Valeryevna
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: YUVTrunina@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1236042

Postoronko Nikita Konstantinovich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: nikita.postoronko@yandex.ru

To determining of LVL short-term strength limit while compression perpendicular to sheet

Abstract. Structures made of LVL multilayer glued material made of softwood veneer (LVL) of the Ultralam R brand are widely used in industrial and civil construction. The compression perpendicular to sheet takes place in the support area of glued veneer beams. Due to the pre-pressing of timber, the load during testing, and consequently the strength, are continuously increasing. Therefore, the devising of a method of determining the conditional strength limit is necessary. There is a numerical value of short-term strength of this material while compressing perpendicular to sheet in normative literature, however there is no method of its determining. It is not clear how the value of strength limit was found because there is no certain failure point of LVL specimen on the «load-deformation» diagram. In this article the methodology of calculating of LVL conditional strength limit while compression perpendicular to sheet with the usage of software package is proposing. It is based on a graphical method for solid wood — determining the value by iteration. However, its improvement makes it possible to more accurately determine the value. In this case, the data in the form of a regression equation obtained during the experiment is approximated: the dependence of the load on deformations is expressed by a polynomial of a high degree. Using tangents to the graph and determining the angles of inclination, the desired load value is fixed, and subsequently the conditional strength of the material too. The approbation of the method of determining the conditional limit was carried out on the results of the experiment and the normative values. Good convergence makes it possible to apply this method both for LVL and for other materials with a similar mechanism of destruction.

Keywords: LVL; timber; strength limit; anisotropy; compression perpendicular to sheet; methodology; approximation