

ПРИМЕНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ НА ВКЛЕЕННЫХ СТЕРЖНЯХ В КОНСТРУКЦИЯХ ИЗ ОДНОНАПРАВЛЕННОГО КЛЕЁНОГО ШПОНА (LVL)

USE OF COMPOUNDS GLUED-IN RODS IN THE CONSTRUCTIONS MADE OF UNIDIRECTIONALLY LAMINATED VENEER LUMBER (LVL)

*Д.т.н. Турковский С.Б., к.т.н. Позорельцев А.А.,
инженер Родионов А.Е. (Москва, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, НИЦ
«Строительство»)
Doctor of engineering Turkovsky S.B., PhD in engineering Pogoreltsev A.A,
engineer Rodionov A.E. (TsNIISK of V.A. Kucherenko, R&DC
«Stroitelstvo»)*

Аннотация.

Одной из основных проблем применения нового строительного материал в виде многослойных клеёных плит из лущёного шпона (LVL) является отсутствие нормативной базы. Приведены результаты обследования первого объекта с балками из LVL, выполненного по проекту ЦНИИСК с использованием клеенных стержней. Приводятся некоторые результаты испытания клеенных стержней.

Abstract.

The major problem for using laminated veneer lumber in Russia is the absence of official construction norms and regulations. The article contains results of the inspection for the first building in Russia, built using glued-in bars of TSNIISK system in LVL carry beams. Some results of glued-in bars tests are sited.

Перспективный конструкционный строительный материал в виде многослойных клеёных плит из лущёного шпона (LVL) выпускается в России в г. Югра и в г. Торжке (под названием «Ultralam»). Несмотря на значительные мощности предприятий (в Торжке 120 тыс.м³ в год), в несущих конструкциях LVL используется в незначительных объемах. Одна из причин этого состоит в недостаточном уровне исследований

конструкций и соединений из этого материала и отсутствии нормативной базы.

Из комплексной программы исследований, разработанной совместно Югорским комбинатом и ЦНИИСК, разработан лишь один этап, в частности, определены физико-механические характеристики. В 2010г совместно с комбинатом в г. Торжке ЦНИИСКом разработан СТО на «Ultralam», содержащий общие технические требования и физико-механические характеристики [1]. Полученные данные включены в актуализированную редакцию СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции». [2]

Отсутствие опыта и достаточной нормативной базы сдерживают применение LVL в несущих конструкциях. Возможности проектировщиков пока ограничиваются балками пролетом до 18 м и простейшими фермами. Для расширения номенклатуры и создания новых форм конструкций необходимы исследования различных соединений и узлов.

С целью обоснования некоторых технических решений в ЦНИИСК для разработки и применения конструкций из LVL производятся исследования соединений на клеенных стержнях по аналогии с такими же соединениями в деревянных конструкциях [3].

Так, совместно с ЛенНИИпроект (Клокова Е.В.) в ЦНИИСК (Филимоновым А.) были разработаны проекты каркасов покрытий зальных помещений корпуса 16, школы в Санкт-Петербурге (Юго-Западная Приморская часть, квартал 20). Несущими конструкциями в залах являются балки из LVL пролетом до 18 м и прогоны составного по ширине сечения (рис.1). Гимнастический зал размером 9х18 м перекрыт односкатными балками пролетом 9 м сечением 4(60х90). В бассейнах размером 14.6х30 м 14.6х12 м, разделенных перегородкой, используются балки пролетом 14.6 м линзообразного очертания выпуклостью вниз сечением 3(75х1280) с консолями снаружи для устройства карнизов (рис.2.а). Универсальный спортивный зал 18х30 м перекрыт 2-скатными балками сечением 4(75х1200). В средней части балок по всей длине зала устроен световой фонарь шириной 3 м (рис.2.б). В покрытии актового зала (18х24м) применены также 2-скатные балки пролетом 18 м сечением 4(75х1200), но скрытые акустическим потолком.

Во всех залах балки опираются на ж.б. колонны с шагом 6м. Одна из опор – шарнирно-подвижная. На балки в одном уровне с шагом до 1,4 м опираются прогоны спаренного по ширине сечения 2(75х250). Для опирания прогонов, к балкам приклеены черепные бруски, сечением 75х250, усиленные стержнями, клееными перпендикулярно пласти.

По технологическим соображениям и для защиты от увлажнения по швам сплачивания, плиты LVL сплачивались между собой с запрессовкой ж.б. блоками.

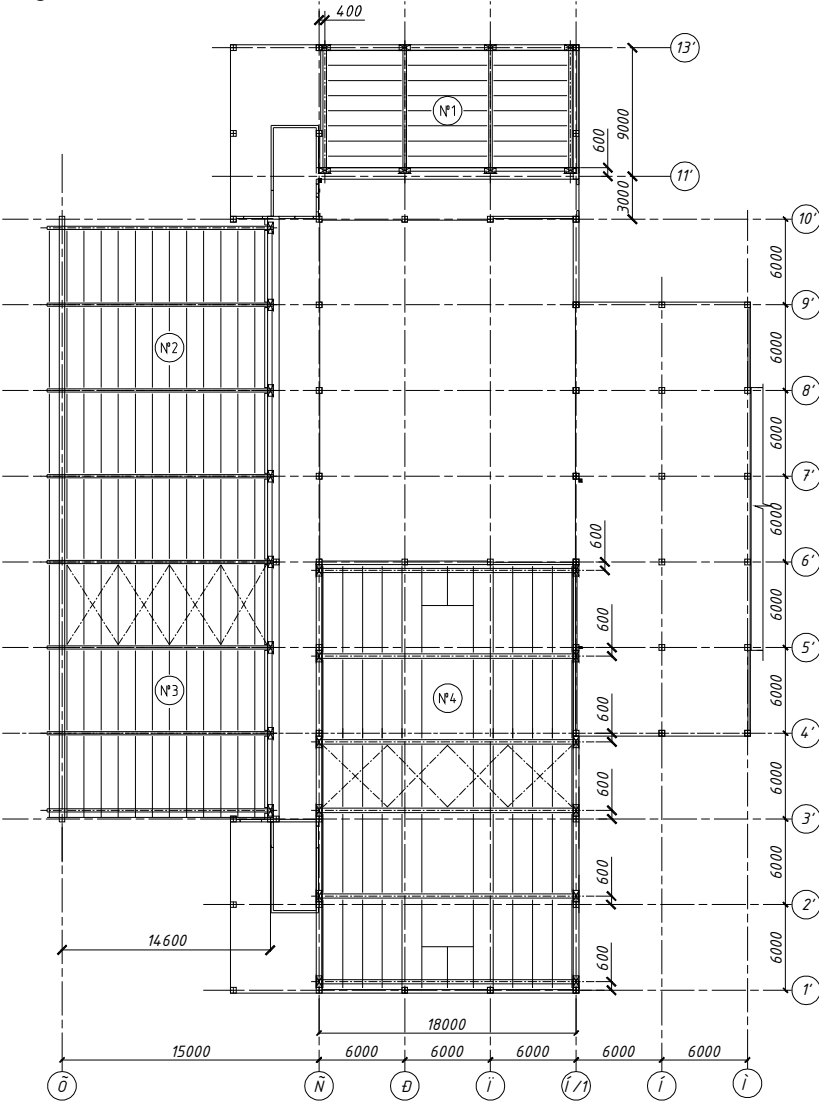


Рисунок 1: Схема расположения балок перекрытия.



Рисунок 2: Общий вид балок покрытия: а – линзообразные большого бассейна; б – двускатные спортзала

Через год после ввода школы в эксплуатацию, сотрудниками ЦНИИСК и ЛенНИИпроект были проведены обследования несущих конструкций покрытий упомянутых залов. В задачи работы входило выяснение причин образования трещин по плоскости сплачивания плит, состояния конструкций и анализ первого опыта применения LVL для составных по ширине балок на клеенных стержнях, а также влияние условий эксплуатации.

Заметим, что из-за отсутствия надежной технологии склеивания плит по пласти, клеенные стержни выполняли основные функции в соединениях черепных брусков, воспринимающих все нагрузки от покрытия.

Сплошным визуальным осмотром выявлялись конструкции с характерными дефектами, которые затем обследовались непосредственно с строительных лесов зондированием, замерами длин и раскрытий трещин, параметров режима эксплуатации и т.д.

Было установлено, что многие балки по швам сплачивания на нижних гранях имели трещины разной протяженности и глубины. Отметим, что поперечные связи в виде клеенных стержней были расположены в один ряд в только верхней части балок. В нижней части такие связи не предусматривались. Наибольшее раскрытие трещин было зафиксировано в балках бассейна для детей младших классов, около 6 мм, на длине до 3 м, глубиной до 40 см (рис.3). В большом бассейне максимальное раскрытие трещин не превышало 4 мм при меньшей протяженности. В спортзалах относительная длина трещин был значительно меньше. Относительная влажность внутреннего воздуха во время обследований (август 2012) составляла около 70%, температура около 21°C, при отсутствии воды в бассейнах.



Рисунок 3: Трещина по плоскости сплачивания

Анализ результатов подтверждает вывод, что причины дефектов, вызванные колебаниями влажности воздуха (до 25%) в относительный сезон и (до 70%) во время каникул для зальных помещений. В бассейнах наоборот, влажность воздуха при отсутствии воды в ваннах летом ниже, чем зимой (при заполненных ваннах). Это приводит к неравномерному распределению влажностных деформаций на поверхности клееного пакета и внутри по швам сплачивания, т.е. к короблению и разрыву по этим швам. Расслоений по швам между слоями шпона обнаружено не было.

Наибольшие деформации зафиксированы в малом бассейне, где условия эксплуатации самые жесткие в сравнении с другими залами. Такой механизм коробления характерен для всех балок и зависит от сезонных колебаний влажности воздуха.

Упомянутые дефекты на несущую способность балок влияния не оказывают, но было решено их устранить с помощью шурупов, а в новых балках для другой школы (в квартале 17) для предупреждения коробления использовать вклеенные стержни перпендикулярно боковой поверхности вдоль нижней грани балок. Вместе с тем, для балок новой школы потребовалось произвести сплачивание плит «ULTRALAM» по ширине, для наращивания балок по высоте сечения, также с помощью вклеенных стержней, установленных наклонно по углом 45° к направлению шпона, выполняющих функцию связей сдвигового элемента.

С целью подтверждения возможности применения соединений на клеенных стержнях для LVL в ЦНИИСК были проведены экспериментальные исследования 4-х серий опытных образцов влажностью 9% на продавливание в соответствии с рекомендациями по испытанию соединений деревянных конструкций [4] как соединений I группы:

1 серия - стержни клеивались под углом α к направлению шпона в его плоскости $\alpha=90^\circ$, 10 шт.

2 серия – $\alpha=45^\circ$, 10 шт.

3 серия – $\alpha=0^\circ$, 10 шт.

4 серия – стержни перпендикулярно к плоскости плиты, 4 шт.

Предварительно были проведены пробные испытания образцов аналогично серии 1 ($\alpha=90^\circ$) в количестве 16 шт. Для сравнения результатов параллельно были изготовлены и испытаны 2 серии подобных образцов из клееной древесины (аналогично сериям №1 и №2) по той же методике и при тех же параметрах образцов.

Для исследования использовался материал «ULTRALAM R», сорта G2 толщиной 75 мм с числом параллельных слоев 25, арматурные стержни Ø16 A400, клей ЭД20 с отвердителем ПЭПА. Длина клеивания принималась 80 мм (5d). При соотношении $l_{\text{вк}}/d = 5$ распределение касательных напряжений по поверхности приближается к равномерному. Вклеивание производилось в глухие отверстия Ø20 мм с пробками из полистирола в конце, для устранения сопротивления смятию в торце при продавливании.

Испытания проводились на 10-тонном прессе «SHOPPER» ступенями по 500 кг. Деформации измерялись индикаторами часового типа ($C = 0,01$ мм). Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица – Результаты испытаний стержней, вклеенных в LVL

№ серии	α°	Кол-во шт.	Разрушающая нагрузка, кН	Предел прочности клеевого шва, $\tau^{\text{ср}}$, МПа	Вариационный коэффициент	Податливость $\lambda = \frac{\Delta}{F_c}$, мм/кН
I	$\alpha=90^\circ$	10	49,5	9,85	9,9	0,0135
II	$\alpha=45^\circ$	10	42,1	8,37	12,2	0,0145
III	$\alpha=0^\circ$	10	25,4	5,05	9,3	0,0165
IV	$\alpha=90^\circ$ к плоскости листа	4	27,5	5,47		

Общие выводы:

Применение LVL в несущих конструкциях сдерживается из-за недостаточного объема исследований в области соединений материала.

ЛенНИИпроект совместно с ЦНИИСК разработаны и эксплуатируются балки пролетом до 18 м с соединениями на клеенных стержнях.

Натурные обследования балок в различных условиях эксплуатации выявили необходимость спланировать плит по ширине и обеспечить стабильной относительной влажности воздуха не менее 45%.

Экспериментальные исследования соединений LVL на клеенных стержнях подтвердили их эффективность при углах склеивания $\alpha=90^\circ$, $\alpha=45^\circ$ и $\alpha=0^\circ$ к боковой поверхности.

Несущая способность при $\alpha=0^\circ$, как и для древесины, почти в 2 раза ниже, а разрушение носит хрупкий характер.

Сравнение результатов испытаний соединений из LVL и древесины показывает близкие значения прочности клеевого шва.

Угол наклона стержней диаметром 16 мм к волокнам оказывает незначительное влияние на кратковременную податливость, которая для практических расчетов может быть принята равной 0,015 мм/кН.

Использование соединений на клеенных стержнях расширит область применения LVL в несущих конструкциях.

Список литературы

1. СТО 36554501-021-2010 «Деревянные конструкции. Многослойный клеёный из шпона материал Ultralam (Ультралам). Общие технические условия». – М., 2010. – 13 с.
2. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. - М., 2011. - 87 с.
3. Турковский С.Б., Погорельцев А.А. Создание деревянных конструкций системы ЦНИИСК на основе наклонно клеенных стержней //Промышленное и гражданское строительство. - 2007, - №3. – С. 6 – 8.
4. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций / Под ред. Ю.М. Иванова. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1981. – 40 с.