

УДК 624.011

DOI: 10.25686/2542-114X.2019.4.59

УЧЕТ ДЕФЕКТОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА ПРИ РАСЧЕТЕ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ КЛЕЕФАНЕРНЫХ ПЛИТ

**В. И. Жаданов¹, Д. А. Украинченко¹,
И. С. Инжутов², П. П. Мельников², И. П. Пинайкин³**

¹Оренбургский государственный университет (г. Оренбург)

²Инженерно-строительный институт Сибирского федерального
университета (г. Красноярск)

³Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск)

Применение крупноформатных плит в покрытиях зданий позволяет снизить количество монтажных элементов, сократить сроки строительства и повысить эксплуатационную надежность здания за счет уменьшения количества стыков. Такие конструкции монтируют поперек пролета, опирая их на продольные стены или подстропильные элементы. За счет приклейки обшивки к деревянным ребрам и вовлечения её в общую пространственную работу блока покрытия снижается материалоемкость таких конструктивных элементов, однако они становятся чувствительными к дефектам как изготовления, так и монтажа.

В статье рассмотрены особенности напряженно-деформированного состояния ребристых крупноформатных плит на основе древесины и фанеры при наличии в них технологических и монтажных дефектов в виде непрочности и неравномерных осадков опор. Приведено принципиальное конструктивное решение исследуемых клефанерных плит. Оценка степени влияния дефектов изготовления и монтажа на прочность и жесткость плит, в том числе на величины коэффициента приведения обшивки, максимальные значения сжимающих и растягивающих напряжений в основных ребрах в расчетных поперечных сечениях, проведена с помощью численных методов. При выполнении расчетов варьировались размеры непрочности в швах между фанерной обшивкой и верхней гранью основных несущих ребер и величины осадков опор при наличии таких осадков у одной опоры, у двух опор, расположенных по диагонали плиты, и у двух опор одного из ребер. Определены предельно допустимые значения возможной непрочности в шве сопряжения обшивки с ребрами и нарушения горизонтальности опор для различных конструктивных решений плит.

Ключевые слова: дефекты изготовления и монтажа; непрочности; горизонтальность опор; крупноформатная совмещенная клефанерная плита; расчет; древесина; фанера; клеевой шов; численное исследование; напряжение; деформации; варьируемые параметры.

Введение. Развитие базы клееных деревянных конструкций обусловило не только техническую возможность, но и экономическую целесообразность применения в зданиях различного назначения ребристых плит покрытий на деревянном каркасе с наибольшими габаритными размерами, допустимыми по технологическим параметрам и условиям транспортабельности. Наиболее ярко преимущества крупноформатных ребристых конструкций проявляются при совмещении ими несущих и ограждающих функций, когда основные клееные продольные ребра играют роль балок перекрытий, а фанерные обшивки,

включенные в общую работу плиты, вместе со вспомогательными элементами являются ограждениями зданий и сооружений. Такие конструктивные элементы получили название «плиты на пролет» [1-7].

При всех своих положительных качествах крупноформатные совмещенные элементы с клееными деревянными ребрами и с приклеенными к ним фанерными обшивками являются весьма чувствительными к дефектам как изготовления, так и монтажа. Анализ технологии изготовления рассматриваемого класса конструкций и особенностей их монтажа показал, что к наиболее

существенным технологическим несовершенствам относятся непрочные швы соединения обшивки с основными ребрами и нарушение горизонтальности опор, расположенных по углам плиты. Такие дефекты оказывают влияние на степень неравномерности распределения нормальных сжимающих напряжений в обшивках, максимальные значения сжимающих и растягивающих напряжений в основных ребрах в расчётных поперечных сечениях. В связи с этим данный аспект требует специального исследования для обеспечения эксплуатационной надежности покрытий зданий из крупногабаритных элементов.

Объектом исследования являются однопролетные шарнирно опертые крупногабаритные плиты с клееными деревянными ребрами

и фанерными обшивками, приклеенными к каркасу и вовлеченными в общую пространственную работу конструкции при применении их в покрытиях зданий как элементов «на пролет» [8, 9].

Цель исследования – определение степени влияния на напряженно-деформированное состояние ребристых крупногабаритных клефанерных плит с обшивками, включенными в общую работу конструкции, технологических и монтажных дефектов в виде непрочных и неравномерных осадок опор и учет этих факторов при расчете плит на прочность и жесткость.

Методика исследования. Принципиальная конструктивная схема исследуемой клефанерной плиты, используемой как конструкция «на пролет», показана на рисунке 1.

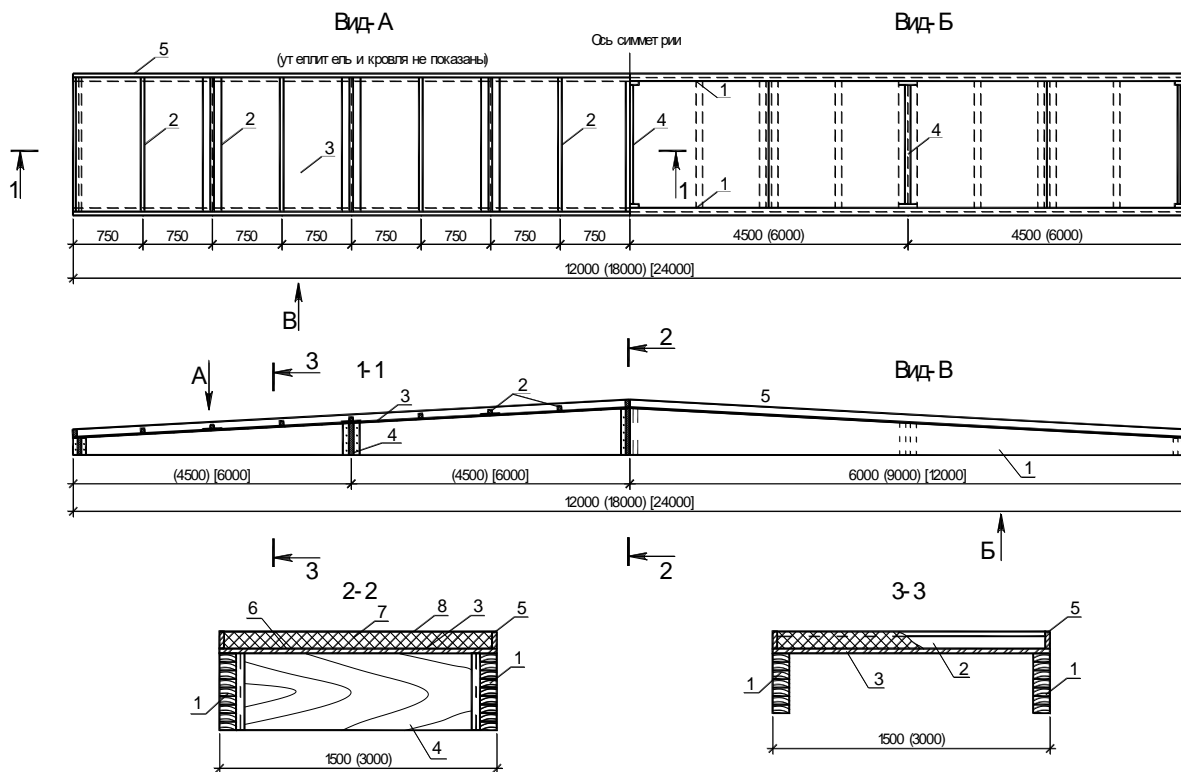


Рис. 1. Принципиальная конструктивная схема крупногабаритной клефанерной плиты, используемой как конструкция «на пролет»: 1 – основные ребра; 2 – поперечные ребра; 3 – фанерная обшивка; 4 – диафрагмы; 5 – обрамляющие ребра; 6 – пароизоляция; 7 – утеплитель; 8 – рулонный ковёр

За счет жесткого соединения фанерной обшивки с деревянными ребрами при помощи

клея она вовлекается в общую работу конструкции и, соответственно, учитывается при

определении геометрических характеристик поперечных сечений с введением в расчет коэффициента приведения обшивки [10-12]. При этом считается, что обшивка приклеена к ребрам по всей линии их сопряжения, без какого-либо непрочья. При таком решении достигается увеличение приведенного момента инерции поперечного сечения плиты на 18-32 % в сравнении с вариантом, у которого обшивка соединена с ребрами на податливых связях (гвозди, шурупы и т.п.), когда обшивка выполняет лишь ограждающую функцию. Как следствие, включение обшивки в работу на восприятие внешних нагрузок позволяет уменьшить расчетные величины нормальных и касательных напряжений, действующих в расчетных сечениях.

Оценку влияния непрочья в швах соединения обшивки с основными ребрами на общее напряженно-деформированное состояние крупноразмерных ребристых плит проверяли путем исключения части длины клееного шва из общей работы конструкции, что достигалось уменьшением значения модуля упругости соответствующих конечных элементов с $E = 1 \times 10^7$ кН/м² до $E = 1$ кН/м².

В статических расчетах при постоянной длине $L = 12,0$ м варьировали видом поперечного сечения (П-образное или в виде «2Т») и шириной сечения:

- 1) плита с П-образным сечением шириной 3,0 м;
- 2) плита с П-образным сечением шириной 1,5 м;
- 3) плита с сечением в виде «2Т» шириной 3,0 м;
- 4) плита с сечением в виде «2Т» шириной 1,5 м.

Общую длину непрочьяемых участков варьировали с шагом 1,2 м, размещая их равномерно по длине плиты. Исследования проведены при помощи программного комплекса «SCAD». Основные элементы плит задавали четырехугольными оболочечными конечными элементами. Интенсивность расчетной

нагрузки равна 2,65 кН/м², что включает в себя вес снегового покрова, утеплителя и гидроизоляционного ковра. Собственный вес плиты задавался автоматически в программном комплексе SCAD. Для получения общей картины при различных уровнях напряжений поперечные сечения основных ребер, принятые для наиболее нагруженных плит (варианты «1», «3»), не изменялись для всех рассматриваемых случаев.

В расчетах плит на нарушение горизонтальности опор были приняты во внимание указания сводов правил и соответствующих технологических регламентов, согласно которым определены предельные отклонения законченных монтажных конструкций от проектного положения. В проведенных расчетах разность отметок верха колонн или опорных площадок одноэтажных зданий при различной длине колонн « H » принята: $H = 4$ м – 14 мм; $H = 8$ м – 16 мм; $H = 16$ м – 20 мм; $H = 25$ м – 24 мм. Исследования проведены для плиты с размерами в плане 3,0×12,0 м. Такая конструкция при максимально возможном отношении $B/L = 0,25$ является наиболее чувствительной к неравномерной осадке опор. Плита опиралась на четыре колонны по углам, как показано на рисунке 2.

Для изучения влияния исследуемого фактора было рассмотрено три неблагоприятных варианта размещения опор с отклонениями от горизонтали:

- отклонение имеет одна опора 01;
- отклонения имеют две противоположные опоры 01 и 03, находящиеся по диагонали относительно друг друга;
- отклонения имеют две противоположные опоры 01 и 04, находящиеся на одной длинной стороне.

Расчет выполняли по деформированной схеме в два этапа. На первом этапе проводили статический расчет конструкции по недеформированной схеме. На втором этапе расчет был проведен с учетом осадок опор по рассматриваемым вариантам.

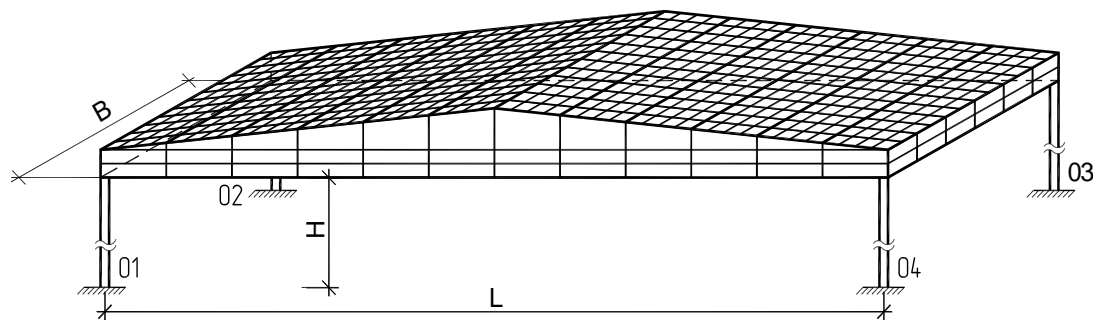


Рис. 2. Схема расположения опор при расчете на нарушение их горизонтальности

Результаты исследований. По результатам расчетов по оценке влияния непрочности в швах соединения обшивки с основными ребрами на общее напряженно-деформированное состояние крупноразмерных клефанерных ребристых плит были построены графики зависимостей величины коэффициента приведения обшивки $k_{об}$ от отношения фактической длины клеевого шва с учетом непрочности L_0 к длине плиты L (рис. 3 а), максимального сжимающего напряжения σ_c в расчетном сечении от L_0/L (рис. 3 б) и максимального растягивающего напряжения σ_p от L_0/L (рис. 3 в).

На графиках видно, что при уменьшенной длине клеевого шва из-за непрочности от $0,9L$ до $0,7L$, что соответствует наличию непрочных участков величиной от 10 до 30 % от общей длины клеевого шва, значения $k_{об}$, а также σ_c и σ_p имеют незначительные изменения. При уменьшении длины клеевого шва от $0,7L$ до $0,6L$ коэффициент приведения обшивки уменьшается для плиты с П-образным сечением шириной 3,0 м на 38 %; для плиты П-образного сечения шириной 1,5 м – на 19 %, для плиты в виде «2Т» шириной 3,0 м – на 24 %; для плиты в виде «2Т» шириной 1,5 м – на 18 %. При максимальной величине непрочности нормальные сжимающие напряжения σ_c увеличились: для первого варианта на 11 %, для второго – на 8 %; для третьего – на 10 %; для четвертого на – 5 %. Нормальные растягивающие напряжения σ_p увеличились для рассматриваемых вариантов, начиная с первого, на 9, 6, 7 и 4 %.

Таким образом, уменьшение длины клеевого шва между обшивкой и основными ребрами за счет непрочности более 30 % существенно влияет на напряженно-деформированное состояние рассматриваемых плит. При величине непрочности до 30 % от общей длины шва это влияние незначительно. В связи с этим необходимо констатировать следующие факты.

1. В соответствии с требованиями ГОСТ 20850-2014 «Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия» максимально допустимый суммарный процент расслоения клеевых соединений несущих конструкций по всем швам с учетом классов функционального назначения и эксплуатации находится в пределах от 4 до 10 %. При этом для всех методов испытаний максимально допустимый процент расслоений в пределах одного клеевого шва должен быть не более 30 %. В противном случае конструкция отбраковывается.

2. Опыт изготовления клееных конструкций на отечественных заводах и результаты их обследования на строительных объектах до стадии монтажа показывают, что фактическая суммарная величина непрочности по всем швам конструкции находится в интервале от 0 до 5 %. Величина непрочности в пределах одного клеевого шва не превышает величины 15 %, при этом зоны нарушения целостности клеевой прослойки расположены дискретно-хаотично, что в принципе соответствует принятой методике при проведении настоящих исследований.

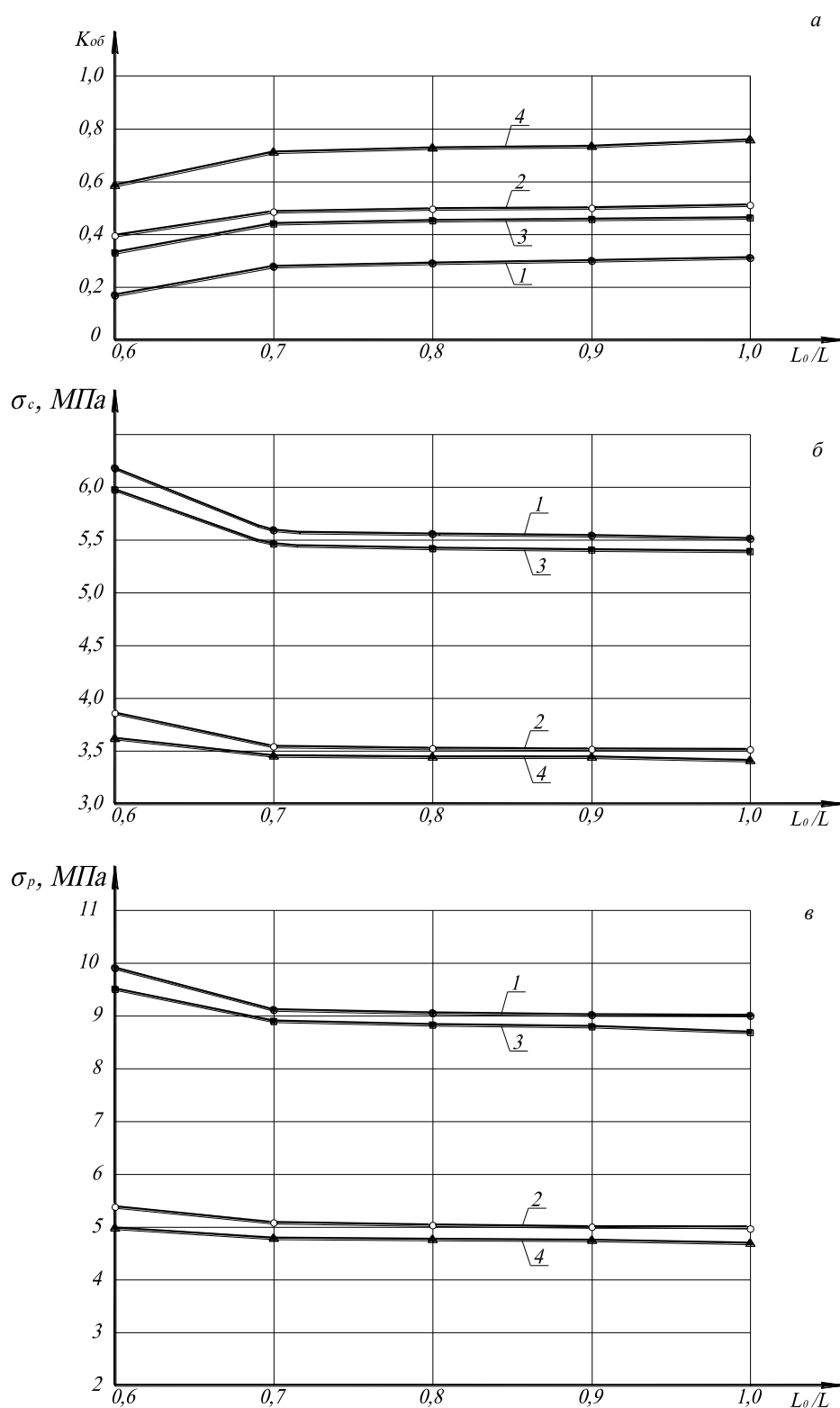


Рис. 3. Графики зависимостей параметров НДС ребристых плит от отношения L_0 к L :
 а – коэффициента приведения обшивки $k_{об}$; б – максимального сжимающего напряжения σ_c ;
 в – максимального растягивающего напряжения σ_p : 1 – плита П-образного сечения шириной 3,0 м;
 2 – то же, шириной 1,5 м; 3 – плита в виде "2Г" шириной 3,0 м; 4 – то же, шириной 1,5 м

3. Мониторинг клееных конструкций, в том числе клефанерных, проведенный специалистами из Оренбурга, Новосибирска, Красноярска и Иркутска в 2010-2018 годах, показал, что нарушение целостности клеевых швов величиной более 20 % в обследуемых элементах при соблюдении правил эксплуатации отсутствует.

Приведенные факты позволяют констатировать, что при расчете крупногабаритных совмещенных клефанерных плит возможным непроклеем в швах соединения обшивки с основными ребрами можно пренебречь.

В результате проведенных численных исследований рассматриваемых конструкций на влияние нарушения горизонтальности опор на их напряженно-деформированное состояние также выявлено, что степень такого влияния существенно зависит как от величины отклонения опор от горизонтали, так и от расположения просевших опор относительно углов плиты.

Пример полученных эпюр распределения нормальных напряжений в сжатой обшивке при горизонтальном положении опор и при их осадках показан на рисунке 4.

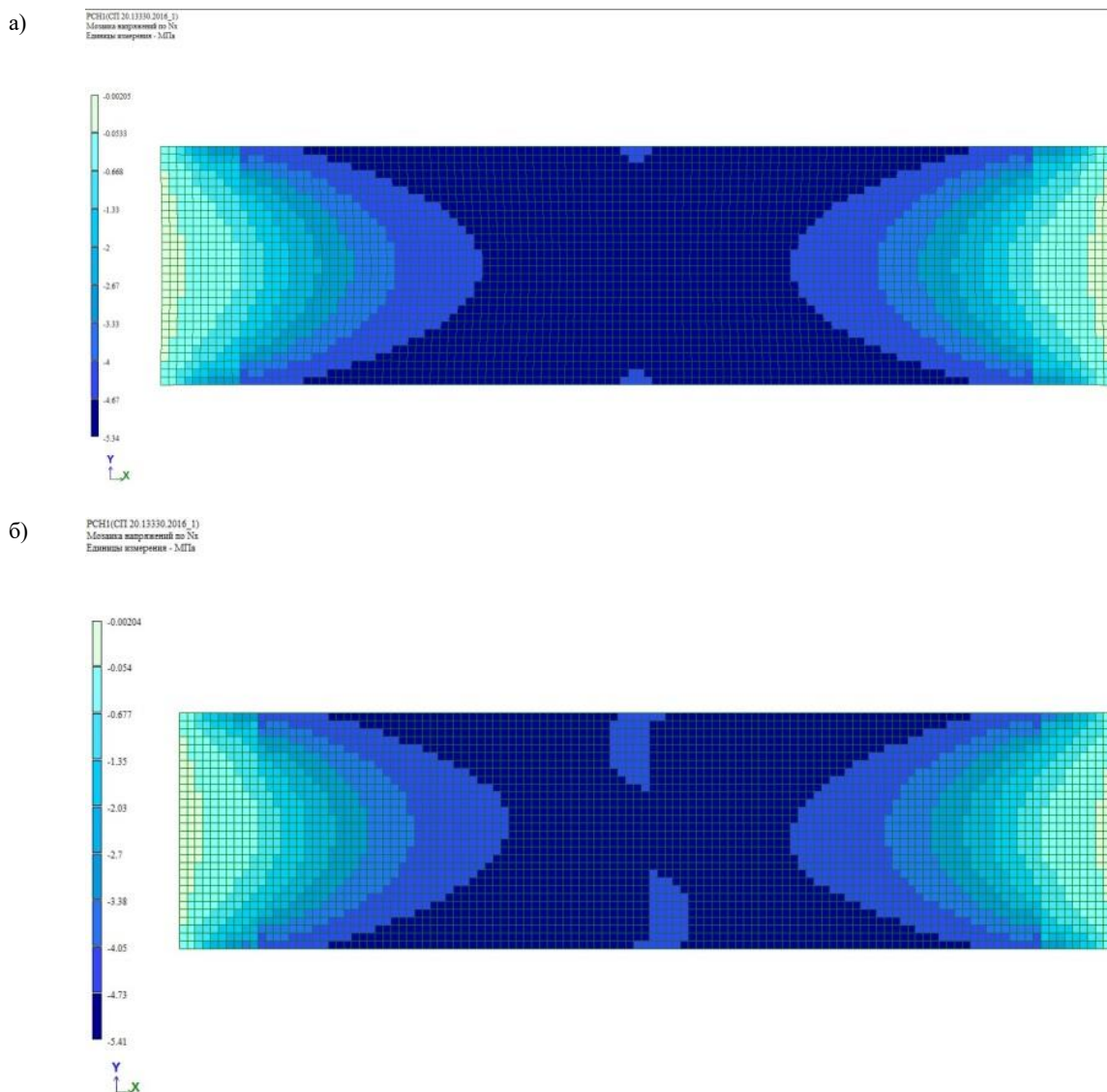


Рис. 4. Пример эпюр распределения нормальных напряжений в сжатой обшивке при численном расчете плиты на нарушение горизонтальности опор: а – при горизонтальных опорах; б – при отклонении опор, расположенных по диагонали плиты, от горизонтали на величину 20 мм

Анализ полученных эпюр распределения нормальных сжимающих напряжений в фанерных обшивках в направлении оси X (вдоль пролета плиты) и значений максимальных напряжений от изгиба в основных клееных деревянных ребрах позволил установить следующее.

При нарушении горизонтальности опор во всех рассмотренных случаях выявлено незна-

чительное изменение величины коэффициента приведения обшивки, причём даже при максимальном отклонении 24 мм коэффициент $k_{об}$ изменился не более чем на 3 %.

Однако абсолютные напряжения в фанерной обшивке возросли при этом на величину от 1,81 до 9,05 % в зависимости от величины отклонения опор и от их расположения относительно углов плиты (см. таблицу).

Максимальные напряжения в фанерной обшивке в расчетном поперечном сечении плиты

Отклонения опор от горизонтали	Величина максимального напряжения, (σ_c), МПа			
	Опоры горизонтальны	От горизонтали отклонены опоры		
		O1	O1, O3	O1, O4
14 мм	4,42	<u>4,50</u> 1,81	<u>4,63</u> 4,75	<u>4,58</u> 3,62
16 мм	4,42	<u>4,52</u> 2,26	<u>4,68</u> 5,88	<u>4,60</u> 4,07
20 мм	4,42	<u>4,56</u> 3,17	<u>4,75</u> 7,47	<u>4,63</u> 4,75
24 мм	4,42	<u>4,61</u> 4,30	<u>4,82</u> 9,05	<u>4,67</u> 5,66

Примечание. В числителе приведены абсолютные показатели значений максимальных напряжений, в знаменателе – процент их отклонения от варианта с горизонтальными опорами.

При нарушении горизонтальности опор наибольшая разница значений усилий в элементах плиты выявлена в случае, когда эти отклонения имеют две противоположные опоры, расположенные по диагонали.

Изменение напряжений в основных ребрах от изгиба имело аналогичный характер.

Выявлено, что при отклонении опор от горизонтали во всех рассмотренных вариантах на величину до 14 мм величина увеличения напряжений как в фанерной обшивке, так и в основных ребрах не превышает 5 %.

Выводы

1. При расчете крупногабаритных клеефа-

нерных совмещенных плит возможным не проеклеем в швах соединения обшивки с основными ребрами величиной до 30 % можно пренебречь.

2. Возможные отклонения опор от горизонтали необходимо учитывать при расчете крупногабаритных совмещенных плит путем введения соответствующих корректировочных коэффициентов. Для исключения этого фактора из расчетов рекомендуется величину отклонения опор от горизонтали ограничить значением 14 мм, т.е. таким значением, при котором увеличение расчетных напряжений не превысит 5 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лабудин Б.В., Воронков С.А., Гмырина А.П. Исследование прочности стеновых панелей на деревянном каркасе для условий крайнего севера // Строительная наука – XXI век. Теория, образование, практика, инновации Северо-Арктическому региону. Санкт Петербург: Свое издательство, 2015. С. 157-168.
2. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Надеяев В.Д. Новые конструктивные решения для сейсмостойкого строительства в особых грунтовых условиях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. Москва, 2004. № 3. С. 30-32.

3. Лабудин Б.В., Мелехов В.И., Хохлунов А.Н. Инженерный расчёт ребристых плит покрытия с обшивками из древесно-композиционных материалов // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 24. С. 100–103.
4. Никитин В.М. Крупноразмерные ребристые плиты с комбинированной обшивкой для покрытий зданий: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2009. 138 с.
5. Дмитриев П.А., Стрижаков Ю.Д., Инжутов И.С. Пространственные совмещенные блок-фермы на основе древесины для покрытий зданий // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1987. № 11. С. 22-27.
6. Тисевич Е.К. Сжато-изгибаемые клефанерные стеновые панели с обшивкой, включенной в общую работу конструкции: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2008. 23 с.
7. Жаданов В.И. Экспериментально-теоретические исследования напряженно-деформированного состояния крупноразмерных клефанерных плит при поперечном изгибе // Известия вузов. Строительство. 2003. № 4. С.108-112.
8. Жаданов В.И., Гребенюк Г.И., Дмитриев П.А. Большеразмерные совмещенные плиты из клееной древесины и пространственные конструкции на их основе. Разработка, исследование, оптимизация: монография. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. 209 с.
9. Жаданов, В.И., Дмитриев П.А., Гребенюк Г.И. Новые конструктивные решения крупноразмерных плит на основе древесины // Вестник ОГУ. 2004. № 2. С.77-181.
10. Кириленко В.Ф., Линьков И.М., Бойтемирова И.Н. К вопросу экспериментального определения коэффициента приведенной ширины обшивки трехслойных ребристых панелей // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1982. № 6. С. 127-129.
11. Линьков И.М. Исследование прочности клееных фанерных плит покрытия // Исследования и методы расчета строительных конструкций. Москва: ЦНИИСК, 1983. С. 35-42.
12. Эффективные строительные конструкции: теория и практика: материалы V Международной научно-технической конференции (Пенза, 29-30 ноября 2006). Пенза, 2006. 245 с.

Информация об авторах

ЖАДАНОВ Виктор Иванович – доктор технических наук, профессор, советник РААСН, заслуженный строитель России, заведующий кафедрой строительных конструкций, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург. Область научных интересов – совершенствование строительных конструкций зданий и сооружений. Автор 360 публикаций. E-mail: organ-2003@bk.ru

УКРАИНЧЕНКО Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург. Область научных интересов – совершенствование строительных конструкций малоэтажных зданий и сооружений на основе древесины. Автор 60 публикаций. E-mail: organ-2003@bk.ru

ИНЖУТОВ Иван Семенович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительных конструкций, Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета, г. Красноярск. Область научных интересов – совершенствование блочных строительных конструкций зданий и сооружений на основе древесины. Автор 240 публикаций. E-mail: ivaninzhutov@gmail.com

МЕЛЬНИКОВ Петр Павлович – старший преподаватель кафедры строительных конструкций и управляемых систем ИСИ СФУ, Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета, г. Красноярск. Область научных интересов – совершенствование пространственных форм строительных конструкций зданий и сооружений на основе древесины. Автор 30 публикаций. E-mail: muller.pp@mail.ru

ПИНАЙКИН Игорь Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск. Область научных интересов – совершенствование методов расчета и конструирования строительных систем на основе древесины и их узловых сопряжений. Автор 60 публикаций. E-mail: pinaykin@bk.ru.

UDC 624.011

DOI: 10.25686/2542-114X.2019.4.59

**CHECK FOR MANUFACTURING AND INSTALLATION DEFECTS
WHEN ANALYSING LARGE-SIZED GLUED PLYWOOD PLATES****V. I. Zhadanov¹, D. A. Ukrainchenko¹,
I. S. Inzhutov², P. P. Melnikov², I. P. Pinaykin³**¹Orenburg State University (Orenburg)²School of Engineering and Construction, Siberian Federal University (Krasnoyarsk)³Irkutsk National Research Technical University (Irkutsk)

The use of large-size plates in building coverings allows reducing the number of assembly elements and the term of construction, as well as increasing operational reliability of the building due to reduction of the number of joints. Such structures are mounted across span leaning on longitudinal walls or subrafter elements. Due to glueing of the covering to wooden ribs and their involvement in the general spatial operation of the covering block the material capacity of such structural elements decreases, thus making them sensitive to production and manufacturing defects. The article considers the features of the deformed condition of the ridge in large-size wooden and plywood plates, should they feature technological and installation defects of unglued sections and uneven sinkage of bearing constructions. The paper also provides a basic constructive solution for plywood plates. The impact of manufacturing and installation defects on durability and rigidity of the plates, including the size of the coefficient of covering reduction, the maximum values of squeezing and stretching tension in the main ribs in cross sections has been carried out by numerical methods. There have been various areas of unglued surfaces in seams between the plywood covering and the top side of the main bearing ribs and the sinkage of bearing constructions occurring in one bearing construction, two bearing constructions located across the plate and two bearing constructions located on the same rib. The maximum permissible values of possible unglued areas in a seam between covering and ribs and violations of horizontal position of supports for various constructive solutions of plates have been defined.

Keywords: manufacturing and installation defects; unglued surface; horizontal position of support; the large-size combined glued plywood plate; calculation; wood; plywood; glue seam; numerical research; tension; deformations; varied parameters.

REFERENCES

1. Labudin B.V., Voronkov S.A., Gmyrina A.P. Issledovanie prochnosti stenovykh panelej na derevyannom karkase dlya uslovij krajnego severa [Research into the strength of wall panels on a wooden frame for the conditions of the far North], *Stroitel'naya nauka – XXI vek. Teoriya, obrazovanie, praktika, innovacii Severo-Arkticheskomu region* [Construction science-XXI century. Theory, education, practice, innovation North-Arctic region], Saint Petersburg: Publishing house "Svoe izdatelstvo", 2015, pp. 157-168.
2. Abovskii N.P., Endzhievskii L.V., Nadelyaev V.D. Novye konstruktivnye resheniya dlya sejsmostojkogo stroitel'stva v osobykh gruntovykh usloviyah [New structural solutions for earthquake resistant construction in specific ground conditions], *Sejsmostojkoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenij* [Earthquake-resistant construction. Safety of structures], Moscow, 2004, No. 3, pp. 30-32.
3. Labudin B.V., Melekhov V.I., Hohlnunov A.N. Inzhenernyj raschet rebristyh plit pokrytiya s obshivkami iz drevesno-kompozicionnykh materialov [Engineering calculation of ribbed coating plates with cladding made of wood-composite materials], *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2009, No. 24, pp. 100-103.
4. Nikitin V.M. Krupnorazmernye rebristye plity s kombinirovannoj obshivkoj dlya pokrytij zdaniy: dis. ... kand. tekhn. nauk [Large-size ribbed plates with combined cladding for building coatings: dissertation for the degree of a Candidate of Engineering Sciences], Krasnoyarsk, 2009, 138 p.
5. Dmitriev P.A., Strizhakov Iu.D., Inzhutov I.S. Prostranstvennye sovmeshchennye blok-fermy na osnove drevesiny dlya pokrytij zdaniy [Spatially combined block of farm-based wood coatings for buildings], *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura* [Proceedings of higher educational institutions. Construction and Architecture], 1987, No. 11, pp. 22-27.

6. Tisevich E.K. Szhato-izgibaemye kleefanernye stenovye paneli s obshivkoj, vkluchenoj v obshchuyu rabotu konstrukcii: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Compressed-bent clearenergy wall panels with lining included in the overall design job: Summary of the Disserrtation for the degree of a Candidate of Engineering Sciences], Orenburg, 2008, 23 p.
7. Zhadanov V.I. Ehksperimentalno-teoreticheskie issledovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya krupnorazmernih kleefanernyh plit pri poperechnom izgibe [Experimental and theoretical studies of the stress-strain state of large-size kleefanernyh plates with transverse bending], *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo* [Proceedings of higher educational institutions. Construction], 2003, No. 4, pp. 108-112.
8. Zhadanov V.I., Grebenyuk G.I., Dmitriev P.A. Bolsherazmernye sovmeshchennye plity iz kleenoi drevesiny i prostranstvennye konstrukcii na ih osnove. Razrabotka, issledovanie, optimizaciya: monografiya [Large-sized combined slabs of glued wood and spatial structures based on them. Development, research, optimization: monograph], Orenburg: OSU, 2007, 209 p.
9. Zhadanov V.I., Dmitriev P.A., Grebenyuk G.I. Novye konstruktivnye resheniya krupnorazmernih plit na osnove drevesiny [New constructive solutions of large-size panels based on wood], *Vestnik OGU* [Bulletin of OSU], 2004, No. 2, pp. 177-181.
10. Kirilenko V.F., Linkov I.M., Bojtemirova I.N. K voprosu ehksperimental'nogo opredeleniya koehfficienta privedennoj shiriny obshivki trekhslojnyh rebristyh panelej [On the question of experimental determination of the coefficient of reduced width of three-layer ribbed panels covering], *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura* [Proceedings of higher educational institutions. Construction and Architecture], 1982, No. 6, pp. 127-129.
11. Linkov I.M. Issledovanie prochnosti kleenyh fanernyh plit pokrytiya [Research into the strength of glued plywood coating plates], *Issledovaniya i metody rascheta stroitel'nyh konstrukcij* [Research and methods of calculation of building structures], Moscow: CNIISK, 1983, pp. 35-42.
12. Ehffektivnye stroitel'nye konstrukcii: teoriya i praktika: materialy v Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoi konferencii [Effective building constructions: theory and practice: materials of the V International scientific and technical conference], Penza, November 29-30, 2006, 245 p.

Information about the authors

ZHADANOV Viktor Ivanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Advisor of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Honored Builder of Russia, Head of the Department of Building Structures, Orenburg State University, Orenburg. Research interests – improvement of building structures of buildings and structures. Author of 360 publications. E-mail: organ-2003@bk.ru

UKRAINCENKO Dmitrii Aleksandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Building Structures, Orenburg State University, Orenburg. Research interests – improvement of building structures of low-storey buildings and wood-based structures. Author of 60 publications. E-mail: organ-2003@bk.ru

INZHUTOV Ivan Semenovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Building Structures, School of Engineering and Construction, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. Research interests – improvement of block structures of buildings and wood-based structures. Author of 240 publications. E-mail: ivaninzhutov@gmail.com

MELNIKOV Petr Pavlovich – Senior Lecturer of the Department of Building Structures and Controlled Systems of School of Engineering and Construction Siberian Federal University, Krasnoyarsk. Research interests – improvement of spatial forms of building constructions and wood-based structures. Author of 30 publications. E-mail: muller.pp@mail.ru

PINAIKIN Igor Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Production, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk. Research interests – improvement of calculation and construction methods of wood-based systems and their nodes. Author of 60 publications. E-mail: pinaykin@bk.ru

Библиографическая ссылка

Учет дефектов изготовления и монтажа при расчете крупноразмерных клефанерных плит / В. И. Жаданов, Д. А. Украинченко, И. С. Инжутов, П. П. Мельников, И. П. Пинайкин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2019. – № 4(12). – С. 59-68. – DOI: 10.25686/2542-114X.2019.4.59