

УДК 69.022.327:694.4

Экспериментальные исследования совмещенных стеновых панелей на деревянном каркасе при действии длительных нагрузок

В. И. ЖАДАНОВ, канд. техн. наук, доцент

Д. А. УКРАИНЧЕНКО, аспирант

(Оренбург. гос. ун-т)

Развитие базы клееных деревянных конструкций обусловило применение в зданиях различного назначения ребристых панелей стен на деревянном каркасе с наибольшими габаритами, которые отвечают технологическим параметрам и условиям транспортабельности.

Наиболее ярко преимущества таких конструкций проявляются при совмещении ими несущих и ограждающих функций, когда основные продольные ребра выполняют роль колонн, а включенные в общую работу панели обшивки вместе со вспомогательными элементами являются ограждениями зданий. В этом случае стеновая панель работает как сжато-изогнутый элемент, воспринимающая сжимающую нагрузку от вышерасположенных конструкций и изгибную ветровую нагрузку.

Кратковременные испытания совмещенных ребристых стеновых панелей, технические решения которых разработаны авторами данной статьи, показали высокую степень их прочности, жесткости, а также технологичности изготовления [1]. Однако длительная прочность и деформативность этих конструкций практически не изучены.

Как известно, древесина и материалы на ее основе относятся к вязкоупругим элементам, поведение которых под действием длительных нагрузок характеризуется возникновением и накоплением деформаций линейной ползучести. Пренебрежение этими деформациями при расчете и проектировании конструкций из вязкоупругих материалов приводит в конечном итоге к преждевременному нарушению условий их нормальной эксплуатации, а в отдельных случаях — и к разрушению вследствие ползучести.

С целью проверки работоспособности разработанных конструкций

совмещенных стеновых панелей на деревянном каркасе с учетом временного фактора проведены длительные испытания трех однотипных панелей размером 1,5×3 м.

В состав П-образного поперечного сечения входят два продольных ребра из цельной древесины сосны с размерами прямоугольного поперечного сечения 40×170 мм и фанерная обшивка толщиной 10 мм, которая приклеена к ребрам с гвоздевым прижимом. Обрамляющие

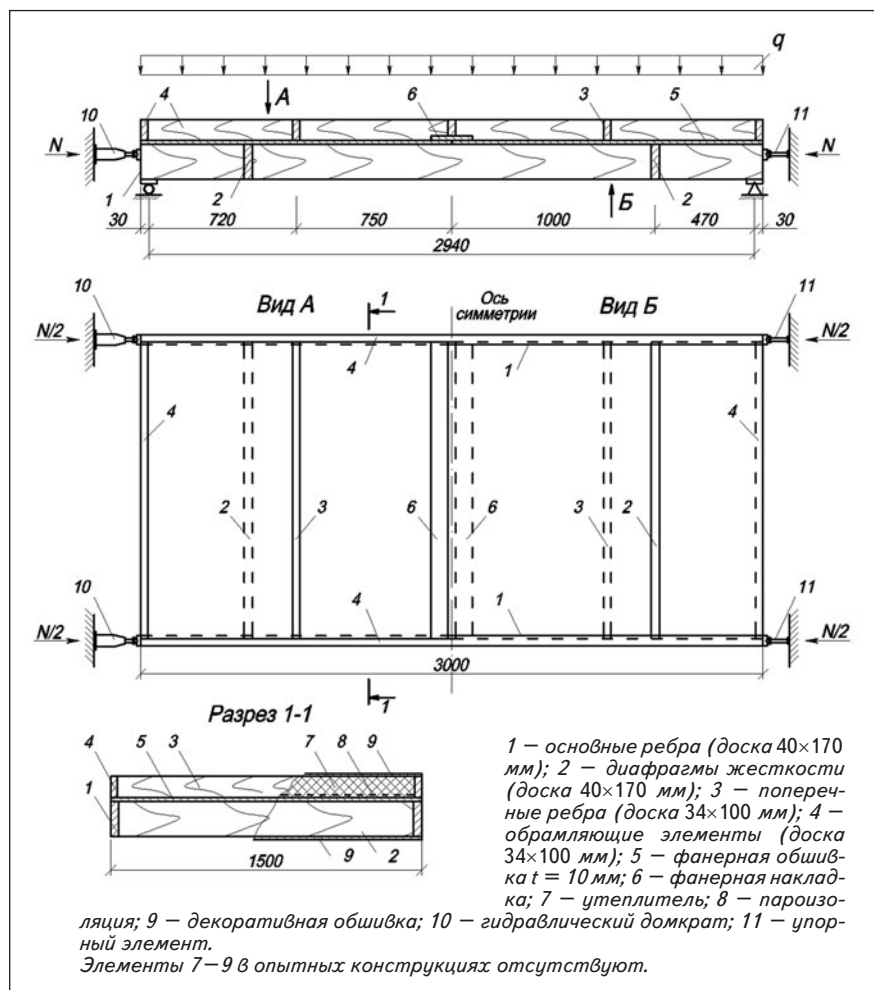
элементы и вспомогательные поперечные ребра, расположенные с шагом 750 мм по длине панели, выполнены из досок 34×100 мм, соединены между собой на зубчатый шип типа II-20 и также приклеены к обшивке с гвоздевым прижимом.

Неизменяемость поперечного сечения обеспечивали диафрагмы жесткости, которые размещали на расстоянии 500 мм от торцов панели из условия выполнения узла сопряжения панели с фундаментом.

Соединение основных ребер и диафрагм жесткости выполнено при помощи клеенных стержней. Опытная конструкция стеновой панели и схема ее загрузки показаны на рис. 1.

Панели испытывали в горизонтальном положении на специальном стенде, установленном в испытательной лаборатории с постоянным температурно-влажностным

Рис. 1. Опытная конструкция стеновой панели и схема ее загрузки



режимом ($t = 18...22 \text{ }^\circ\text{C}$; $W = 40...50 \text{ } \%$). Опытные конструкции нагружали непрерывно до достижения изгибной и сжимающей нагрузок расчетных величин, которые были определены с соблюдением требований и положений СНиП II-25-80 [2]. Изгибную нагрузку создавали штучными грузами, равномерно распределенными по всей площади фанерной обшивки, сжимающую нагрузку — гидравлическими домкратами (по одному на каждое ребро) и насосной станцией, причем усилие контролировал гидравлический манометр, установленный на насосной станции.

Для получения четкой картины работы клефанерной стеновой панели под действием на нее длительных нагрузок при проведении испытаний измеряли прогибы панели в середине пролета, осадки опор, изменение длины пролета, прогибы обшивки в наиболее напряженном отсеке панели относительно основных ребер (в середине отсека и под вспомогательными ребрами), величину расхождений основных ребер в сечении между диафрагмами, сдвиг обшивки относительно ребер по клеевому шву.

Отсчеты с приборов снимали с интервалом в 1 ч в течение первых 3 сут, через 24 ч в одно и то же время в последующие 3 недели и далее через 72 ч до окончания испытаний. При этом постоянно контролировали величину сжимающего усилия. Испытания проводили с использованием рекомендаций [3].

Анализ полученных результатов, идентичных для трех испытанных панелей, показывает, что наиболее интенсивное нарастание прогиба основных ребер в середине пролета (рис. 2) наблюдалось в первые 30 сут, а в последние 60 сут испытаний значение его практически не изменялось. Максимальный прогиб в середине пролета (далее приведены усредненные данные по результатам испытаний трех панелей) за период наблюдений составил 9,1 мм, или $1/323$ пролета, таким образом, он возрос по сравнению с кратковременным в 1,38 раза.

Из графика также видно, что де-

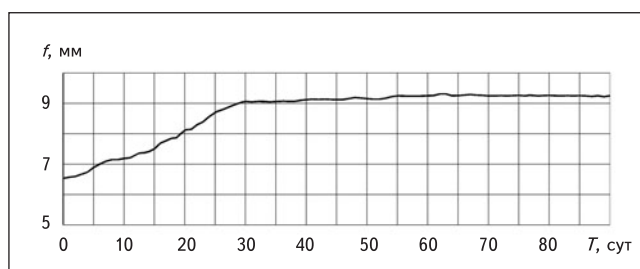


Рис. 2. График нарастания прогибов основных ребер в середине пролета с течением времени

формативность клефанерных сжато-изогнутых панелей подчиняется обычным временным закономерностям изменения модулей деформативности древесины и фанеры при длительном действии нагрузки, которые могут быть описаны затухающей экспоненциальной зависимостью. Аппроксимация полученного графика позволила авторам статьи получить формулу для определения прогибов сжато-изогнутых клефанерных панелей в любой расчетный период эксплуатации

$$w_t = w_0 [1 + 0,41(1 - e^{-0,035t})].$$

Отметим, что эта формула и экспериментальные данные дают расхождение по длине построенного графика не более 6 %, что можно считать вполне приемлемым для выполнения практических расчетов разработанных конструкций с учетом ползучести. Полученные данные также показали, что при линейной ползучести древесины и фанеры максимальный прогиб совмещенных клефанерных панелей при действии нормативных нагрузок может быть определен с учетом длительно-го модуля упругости $E_{дл} = 0,8E_{кр}$.

Изменение во времени других деформаций наиболее характерных точек панели было идентично изменению упомянутого прогиба. Так, максимальный прогиб обшивки в середине отсека на конец испытаний был равен 7,4 мм по сравнению с кратковременным прогибом 5,6 мм (увеличение в 1,32 раза). Длительное действие нагрузки обусловило увеличение прогиба поперечного ребра в середине пролета в 1,31 раза, а величины депланации основных ребер в уровне их нижних граней в середине между диафрагмами в 1,43 раза.

Выявлено, что с течением време-

ни сдвиг обшивки по клеевому шву относительно ребер практически отсутствовал, что позволяет отнести клеевое соединение обшивки с ребрами к жестким. Таким образом, в расчетах совмещенных сжато-изогнутых клефанерных панелей по предельным состояниям второй группы можно не учитывать понижающий ко-

эффициент 0,7, который вводится к изгибной жесткости поперечного сечения панели согласно п. 4.34 [2].

В соответствии с графиком ползучесть имела установившийся характер в период первых 30 сут испытаний, а в последующее время — ограниченный. Качественно картины нарастания деформаций всех элементов системы во времени совпадают.

Полученные данные по перемещениям обшивки в середине отсека свидетельствуют об ее устойчивости, так как не наблюдается какого-либо различия в скорости деформирования обшивки от основных и поперечных вспомогательных ребер. Опытная конструкция была выдержана под расчетной нагрузкой $q = 4,25 \text{ кПа}$ и $N = 106 \text{ кН}$ в течение 90 сут. За время наблюдений каких-либо признаков разрушений элементов и соединений панели не обнаружено.

В целом характеристики деформативности испытанных конструкций не превысили предельно допустимых значений, что подтверждает их надежность при длительно действующих нагрузках.

Применение разработанных конструкций в типовых проектах различных общественных и сельскохозяйственных зданий подтвердило их высокую эффективность. Например, в проекте здания овчарни на 800 голов для строительства в Красноярском крае при использовании совмещенных клефанерных панелей взамен типовых плоскостных конструкций сметная стоимость стен снижена на 25 %, в 2,5 раза сократилась продолжительность их устройства, сэкономлено 30 % стали и 16 % древесины, получен экономический эффект в размере 660 р. в ценах 2008 г. с 1 м^2 стены.

Проблему применения в стеновых

ограждениях зданий совмещенных панелей на основе древесины авторы данной статьи считают актуальной и надеются привлечь внимание отечественных строителей к этим конструкциям. Тем более что принципы их проектирования и получаемые в результате их реализации конструктивные, технологические и другие преимущества могут быть ис-

пользованы при разработке не только панелей для стен, но и крупно-размерных совмещенных плит для покрытия, перекрытий, а также для верхних сжато-изогнутых поясов разнообразных пластинчато-стержневых конструкций.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Жаданов В. И., Тисевич Е. В., Ук-

раинченко Д. А. Результаты испытаний клефанерной совмещенной стеновой панели размером 1,5×3 м // Изв. Орлов. гос. техн. ун-та. Сер. Стр-во. Транспорт. 2008. № 2/18. С. 3–8.

2. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции.
3. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. М. : Стройиздат, 1976. 28 с. ■