



УДК 624.073-415/419

И.Л. Кузнецов – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой металлических конструкций и испытаний сооружений

М.М. Ахметшин – аспирант

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБЛЕГЧЕННЫХ ПАНЕЛЕЙ С КАРКАСОМ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается новый тип панелей, в которых элементы каркаса выполнены из тонкостенных С-образных профилей и полками втиснены с внешней и наружной сторон в слой утеплителя. Приводятся данные о теоретической и фактической несущей способности этих панелей при работе на сжатие.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: панель, устойчивость, несущая способность, напряжения.

I.L. Kuznesov – doctor of technical sciences, professor, head of the Department of Metal Structures and Construction Tests

M.M. Ahmetshin – post-graduate student

Tel.: 89063258246, e-mail: ahmetshin-marat@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

RESEARCH OF THE REAL WORK OF FACILITATED PANELS WITH THE FRAME FROM THIN-WALLED PROFILES

ABSTRACT

The new type of panels, in which frame elements are made of thin-walled C-shaped profiles and shoved with their racks and into a heater layer from both outside and inside, is considered. The data about theoretical and actual bearing ability of these panels at work on compression is cited.

KEYWORDS: panel, stability, bearing ability, stress.

В настоящее время при строительстве легких зданий и сооружений наибольшее применение находят трехслойные панели, включающие внешние стальные обшивки и средний слой из эффективного утеплителя [1]. Вместе с тем, известны и другие конструкции панелей, в которых отсутствуют элементы внешней обшивки, что позволяет существенно снизить расход стали. В частности, в [2, 3] предложены панели, в которых предусмотрен каркас из тонкостенных стальных элементов, замоноличенный в слое утеплителя. В указанных панелях каркас выполняет функции несущих элементов, а утеплитель обеспечивает не только теплозащитные функции, но и устойчивость тонкостенных элементов каркаса.

В данной статье рассматривается новый тип панелей, в которых каркас из стальных тонкостенных С-образных элементов с полками, втисненными в слой утеплителя из пенополистирола, установленных с некоторым шагом с внешней и внутренней стороны панели, образуют единую несущую и ограждающую конструкцию. Подобные панели известны в нашей стране как система «Радослав» [4] и используются в качестве несущих конструкций стен легких зданий.

Конструктивное отличие рассматриваемых панелей от известных [1, 2, 3] не позволяет использовать действующие методики расчета. Поэтому исследование действительной работы таких панелей представляет научный и практический интерес.

Для исследования действительной работы панелей было рассмотрено два образца, конструктивная схема и параметры которых приведены на рис. 1.

Панель (рис. 1) состоит из внешних и внутренних элементов каркаса 1, выполненных из С-образных оцинкованных тонкостенных стальных профилей, полки которых втиснены в массив утеплителя 3 из пенополистирола. По низу и верху элементы каркаса при помощи самосверлящих винтов соединены обрамляющими уголками 2. Для повышения прочности соединения элементов каркаса с утеплителем в процессе изготовления на втисненные участки элементов каркаса наносится слой из пенополиуретанового клея. Как следует из приведенного конструктивного решения панели, внешние и внутренние элементы каркаса 1 и обрамляющие уголки 2 связаны между собой только слоем пенополистирола.

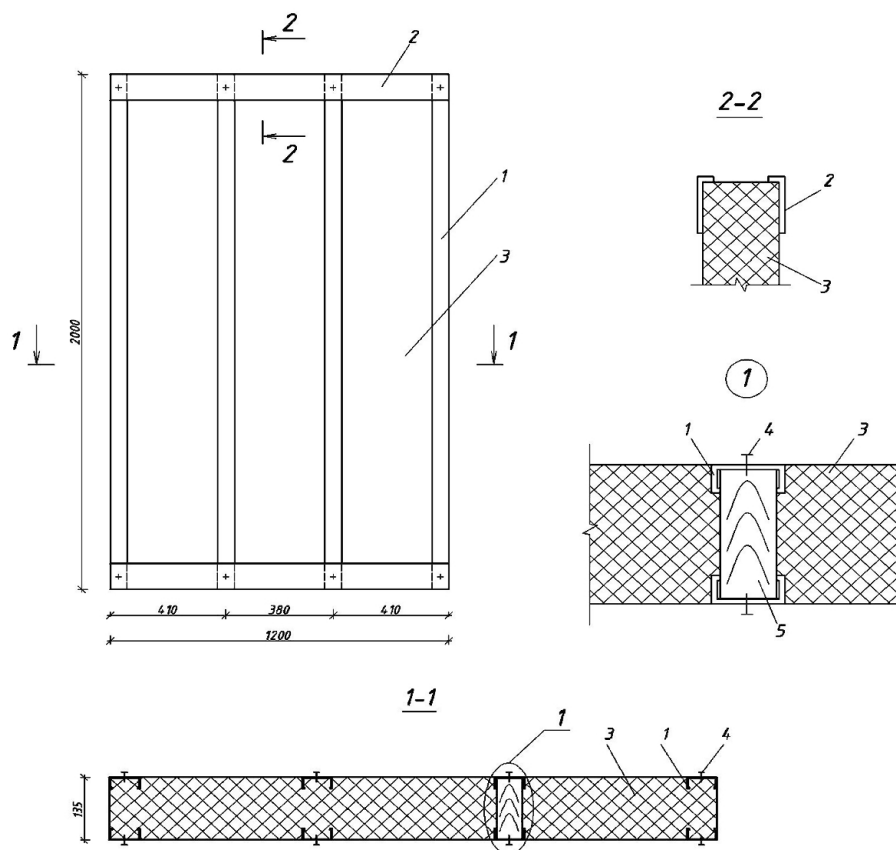


Рис. 1. Конструктивная схема панели

- 1 – тонкостенный стальной профиль ПП 60x27x0,7 мм; 2 – обвязка торцевого элемента из уголка 100x20x0,7 мм;
3 – пенополистирол толщиной 135 мм; 4 – самосверлящий винт $\varnothing 4$; 5 – связи из древесины сечением 50x50 мм

Во втором варианте панели между внешними и внутренними элементами каркаса с шагом 660 мм устанавливались дополнительные связи из деревянных брусков сечением 50x50x135 мм (узел 1, рис. 1).

Для определения теоретической несущей способности панели рассматривался ее фрагмент, включающий внешний и внутренний пояса, связанные слоем пенополистирола толщиной 135 мм и шириной по краям 60 мм. Указанный фрагмент панели заменялся эквивалентным решетчатым стержнем с треугольной решеткой с углом наклона раскосов 60° (рис. 3).

Для поясов решетчатого стержня принималось $EF = 1890 \text{ т}$ и $EI_y = 0,1621 \text{ т} \cdot \text{м}^2$, где E – модуль упругости, а F и I_y , соответственно, площадь и момент инерции С-образного тонкостенного профиля. Площадь раскоса решетчатого стержня A_p определялась из равенства угла сдвига участка пенополистирола с модулем сдвига $G = 10 \text{ кг/см}^2$ и равнялась $A_p = 0,00103 \text{ см}^2$. Критическая сила потери устойчивости эквивалентного решетчатого стержня определялась по программе «Ли́ра 9.4» и составила 1,28 т, а для панели в целом при равномерном распределении нагрузки по верху панели соответственно 3,85 т.

Как отмечалось выше, для оценки фактической несущей способности панели были проведены испытания двух натуральных образцов с параметрами, приведенными на рис. 1. Испытания проводились на специально изготовленном стенде (рис. 2), сосредоточенной нагрузкой, приложенной через траверсу. Нагрузка прикладывалась этапами по 250 кг до разрушения панели. На каждом этапе нагружения снимались показания тензодатчиков, наклеенных по концам и в середине каждого элемента каркаса и подключаемых к измерителю деформаций «АИД-4».

Эксперименты показали, что деформации в элементах каркаса имеют линейную зависимость от величины нагрузки. Для первой панели, не имеющей дополнительных связей между элементами каркаса, разрушение произошло при нагрузке 3,4 т. Разрушение сопровождалось потерей устойчивости среднего элемента каркаса, характер разрушения приведен на рис. 4. Максимальное напряжение в элементах каркаса равнялось 775 кг/см^2 . Характер работы и разрушение второй панели, включающей дополнительные связи, аналогичен первой панели. При этом величина разрушающей нагрузки составила 4,5 т при теоретическом ее значении 6,7 т.

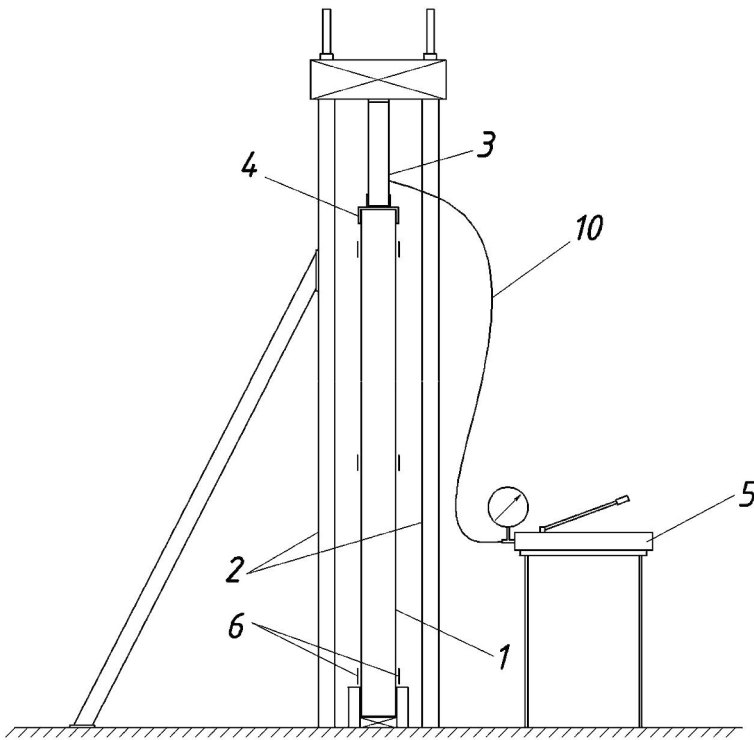


Рис. 2. Схема стенда для испытания

1 – испытываемая панель; 2 – вертикальные направляющие с подкосом и верхней траверсой; 3 – гидроцилиндр; 4 – распределительная траверса; 5 – насосная станция с манометром; 6 – тензодатчики

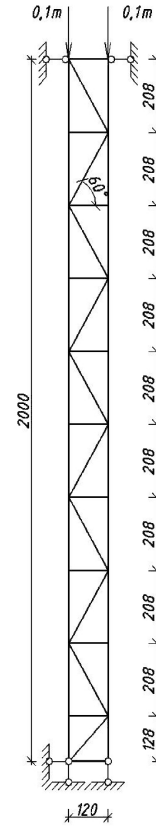


Рис. 3. Расчетная схема фрагмента панели

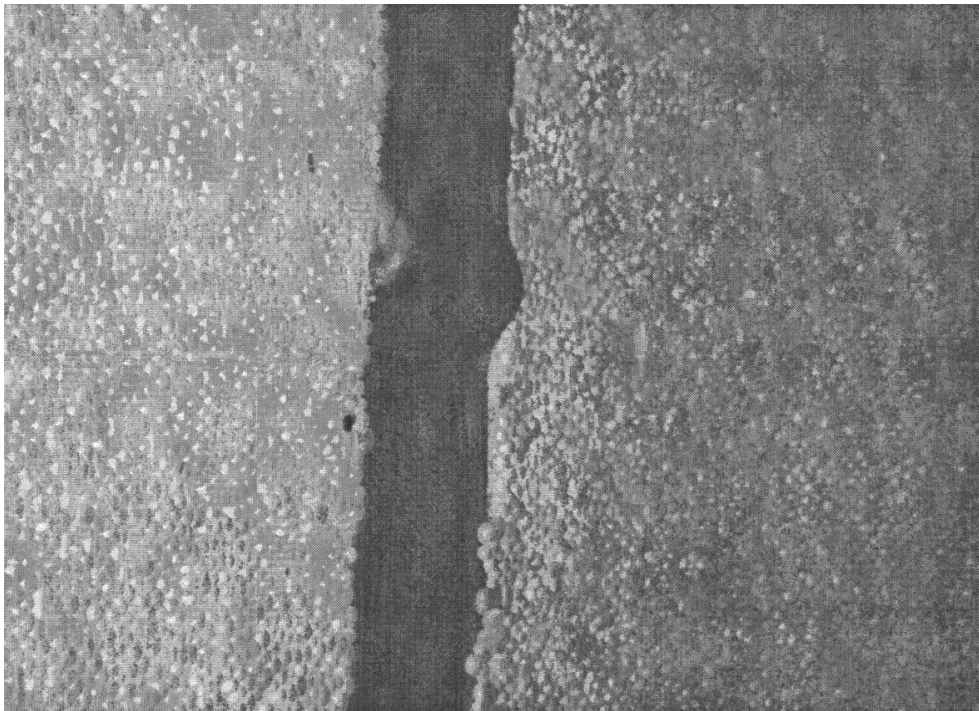


Рис. 4. Потеря устойчивости среднего элемента каркаса



Анализ данных теоретических и экспериментальных исследований показал, что действительная несущая способность первой панели составляет 88 %, а второй панели 67 % от теоретической. Данные расхождения объясняются, видимо, в основном приближенной расчетной схемой фрагмента панели. Свой вклад вносит и неравномерное распределение прикладываемой испытательной нагрузки между несущими элементами каркаса, что обусловлено конечной жесткостью траверсы.

В дальнейшем предполагаются теоретические исследования по расчету устойчивости данной конструкции в более точной постановке с использованием объемных конечных элементов. Это позволит выяснить область применимости использованной здесь расчетной схемы фрагмента панели.

Выводы

Проведенные исследования показали, что конструктивная форма панели обладает достаточно высокой несущей способностью, при этом тонкостенные элементы каркаса и монолитный утеплитель работают как составная конструкция.

Поэтому данные панели могут рассматриваться как несущий и ограждающий элемент стен легких зданий, для чего необходимо: во-первых, разработать методику расчета панелей на вертикальные и горизонтальные нагрузки; во-вторых, определить область их эффективного использования и найти конструктивные решения всей несущей системы здания с применением данных панелей.

Литература

1. Тамплон Ф.Ф. Металлические ограждающие конструкции. – Л.: Стройиздат, 1988. – 248 с.
2. Кузнецов И.Л., Зинченко Ю.В., Хуснутдинов К.Б. Плита покрытия. АС № 1337494 от 14.10.85. “Бюллетень”, № 34, 15.09.1987.
3. Кузнецов И.Л., Халиуллин М.И., Чупрунов В.А. Плита покрытия. Патент РФ № 2305160 от 29.12.2005. “Бюллетень”, № 24, 27.08.2007.
4. Альбом технических решений конструкций на основе термоструктурных панелей из пенополистирола системы СП «Радослав» в сочетании с различными материалами, обеспечивающими их огнестойкость (для гражданского строительства). – М.: АО «Инрекон», СП «Радослав», ЦНИИСК им. Кучеренко, 1997. – 32 с.