

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ С СОТОВЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Ладных И.А.

Введение. В данной статье будут рассмотрены проблемы моделирования трехслойных сотовых панелей из фанеры. Ячейки сот представляют собой треугольник в основании, выполненный из фанеры.

Извечными проблемами для ученых в области строительства были и остаются вопросы связанные с разработкой и изготовлением оптимальных конструкций. Под понятием «оптимальная конструкция» подразумевается такая конструкция, на изготовление которой затрачивается мало материала и трудозатрат, но при этом несущая способность будет выше, чем аналога.

Согласно теоретическим предпосылкам теории сопротивления материалов, такой конструкцией может являться трехслойная панель с сотовым наполнителем.

Впервые трехслойная конструкция была применена в 1845 году английским инженером Р.Штефансоном при строительстве железнодорожного моста. В середине 40-х годов прошлого века такие конструкции начали активно применяться в авиастроении. Благодаря работам В.А.Иванова и Б.Е.Шунгского[1]

сотовые панели нашли применение в строительстве. Основным типом ячейки сот является шестиугольник в основании. Также существуют и другие типы ячеек, представленные на рисунке 1.

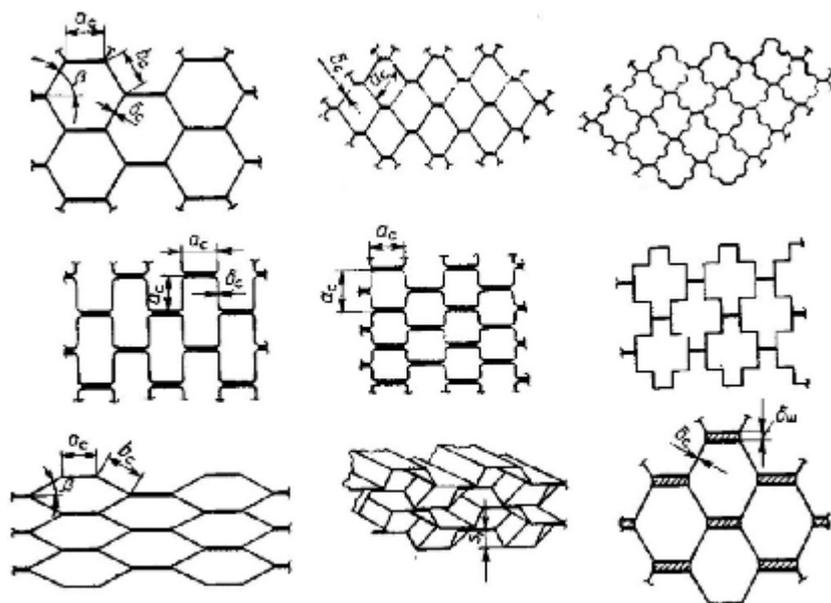
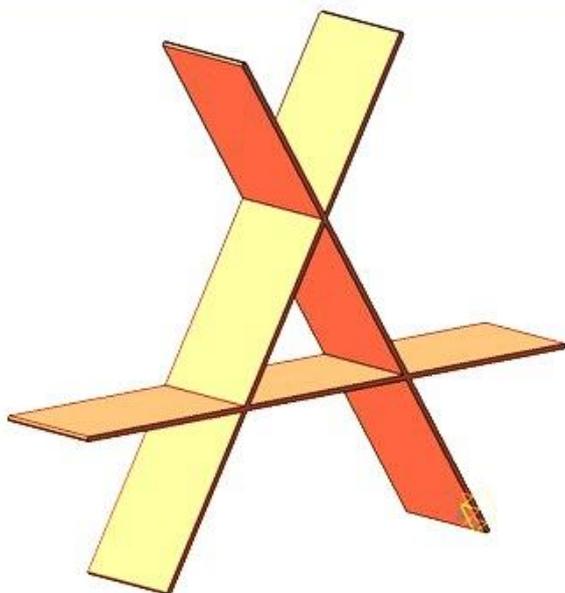


Рисунок 1 – Примеры различных сотовых наполнителей

Однако такие формы ячеек имеют следующие недостатки:

1. сложность изготовления;
2. передача усилий от слоя к слою обеспечивается точечным контактом. Возможна потеря местной устойчивости гофрированного элемента от вертикальных нагрузок;
3. не симметричные сосредоточенные нагрузки в вертикальной плоскости вызывают неравномерную деформацию конструкции и потерю формы;
4. сложность определения механических характеристик.

В данной статье будет рассмотрен треугольный тип ячейки, который будет входит в состав трехслойной фанерной панели заводского изготовления для последующего применения в строительстве. Панель с треугольной сотой обладает максимальной несущей способностью, повышенной формоустойчивостью при минимальном расходе материала, с возможностью увеличения звукоизолирующей и теплоизолирующей способности, повышенной живучестью,

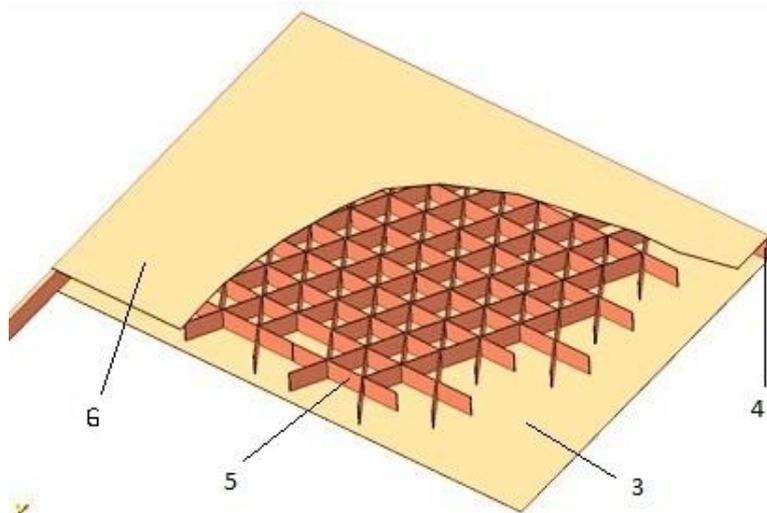


пригодностью для восприятия нагрузок в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Данные преимущества достигаются за счет применения единичных элементов геометрически неизменяемой регулярной структуры. Внешний вид элемента сотового заполнителя представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Общий вид одного элемента сотового заполнителя

На рисунке 3 представлен внешний вид трехслойной панели. Крепление внешней и внутренней обшивки к сотовому заполнителю осуществляется при помощи клея, согласно общепринятой технологии изготовления клеедеревянных конструкций. По периметру с внешней стороны панели обвязка может иметь дополнительные элементы для осуществления соединения (примыкания) аналогичных панелей по горизонтали, по вертикали и под углом.

Рисунок 3 – Внешний вид панели (3 – внешняя обшивка; 4 – обвязочный брус; 5 – сотовый заполнитель; 6 – внутренняя обшивка)



Следует отметить, что к настоящему времени широко исследованы и представлена обширная теория расчета сотовых конструкций с шестиугольной ячейкой в основании. Большой вклад в исследования прочности и устойчивости трехслойных пластин и оболочек внесли советские ученые А.Я.Александров [2], Д.Э.Брюккер, Л.М.Куршин, А.И. Ендогур[3] и другие. В области строительных сотовпластов огромный вклад внесли такие ученые как Б.Е.Шунгский, В.А. Иванов, В.Е.Берсудский [4].

Однако до настоящего времени нет определенной теории расчета для сот с треугольной ячейкой. Многие параметры для теоретического расчета необходимо определять экспериментально [5], в частности приведенный модуль сдвига.

В предварительных расчетах панелей экспериментальные исследования можно в каком-то приближении заменить математическим моделированием. Основные проблемы, которые в данном случае появляются:

1. выбор типа взаимодействия в местах примыкания элементов сот;
2. учет податливости проклейки узловсопряжения элементов сот;
3. выбор типа контактноговзаимодействия между сотовым заполнителем и обшивками;
4. определение механических характеристик контактного взаимодействия между сотовым заполнителем и обшивками;
5. точность моделирования узла сопряжения фанерных элементов при образовании единичного элемента сот.

Заключение. Трехслойные панели с сотовым заполнителем в виде треугольных ячеек имеют ряд преимуществ перед панелями с другими типами ячеек. Но при этом они обладают рядом недостатков: сложность в проведении математического моделирования и численного расчета в связи с недостаточной изученностью треугольной формы сотового заполнителя. При решении данных проблем (путем разработки математических моделей и методов их расчета с последующей верификацией по результатам натурных испытаний) станет возможным внедрение трехслойных сотовых панелей с ячейкой-сотой в виде треугольника в строительную отрасль как новый тип конструкции.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шунгский, Б.Е. Строительные конструкции с сотовыми заполнителями. – М.:Стройиздат, 1977. 113 с.
2. Александров, А.Я., Трофимова, Э.П. Определение приведенных упругих параметров сотовых заполнителей // Сб. Вопросы расчета элементов авиационных конструкций. Вып.2 – М.: Оборонгиз, 1959. С. 3-26.
3. Енгдогур, А.И., ВайнбергМ.В., Иерусалимский К.М. Сотовые конструкции выбор параметров и проектирование. – М.:Машиностроение, 1986. – 200 с.
4. Берсудский, В.Е., Крысин, В.Н., Лесных, С.И. Производство слоистых конструкций. – М.: Машиностроение, 1975. – 296 с.
5. Гофин, М.Я., Иванов, А.А. Механика сотовых конструкций: справочник в 2 томах. – М.: ТФ «Мир», 2012. – 2 т.