УДК. 692.231.3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОЙ ПАНЕЛИ: ПРОЧНОСТНОЙ И ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Валяева Н.А.
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск

Научная и производственная сферы развиваются параллельно, открывая все новые способы для создания качественных и экономичных материалов. Каждый участник на рынке жилья преследует свои цели: подрядчик – в короткие сроки возвести объект капитального строительства, при этом сократить свои затраты на технологию возведения и получить прибыль, а заказчик – купить недорогое и качественное жилье. В этом случае стоит задача оптимизации затрат обеих сторон.

Практика возведения объектов капитального строительства гражданского назначения показывает, что железобетонные многослойные панели требуют много времени по монтажу, высокую себестоимость, в следствие этого, удорожание средней стоимости квадратного метра. В настоящий момент облегченные металлические конструкции, используемые в самонесущих элементах (частях), выходят на первое место, конкурируя с такими конструкциями как бетон и кирпич.

Численное моделирование статического, температурного и динамического напряженно-деформированного состояния зданий, сооружений и конструкций без каких-либо существенных ограничений основано на различных формулировках метода конечных элементов (МКЭ), реализованного в известных программных комплексах [1].

В рамках научно-исследовательской работы численное моделирование поведения конструкции панели под воздействием статических и тепловых нагрузок выполнено в программном комплексе ANSYS в Workbench Mechanical. В процессе реализации были применены следующие методы: конечных элементов в вариационной постановке; изопараметрические конечные элементы с квадратичными функциями формы; интегрирование по области конечного элемента выполнялось с помощью квадратур Гаусса; прямой способ решения СЛАУ, которые позволили:

– Провести анализ и обосновать принятое конструктивное решение модульной панели с точки зрения прочностного расчета (рис. 1)

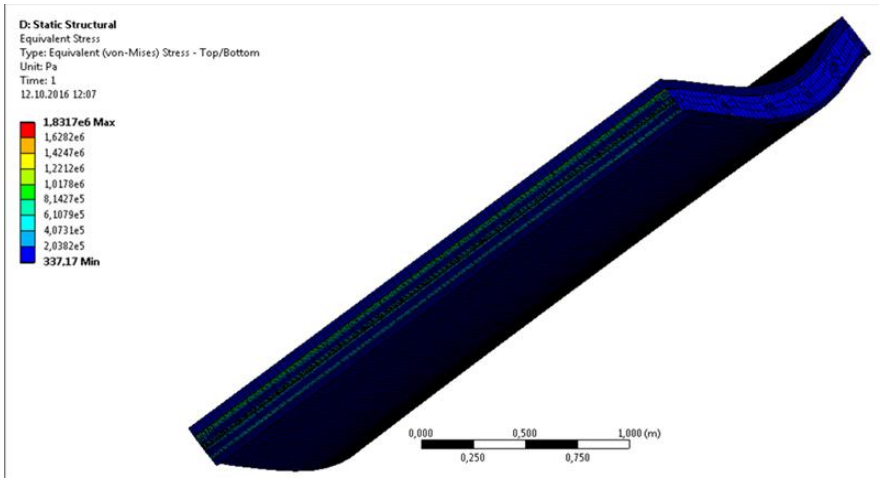

Рис. 1 Эквивалентные напряжения

и параметров деформации (рис. 2)

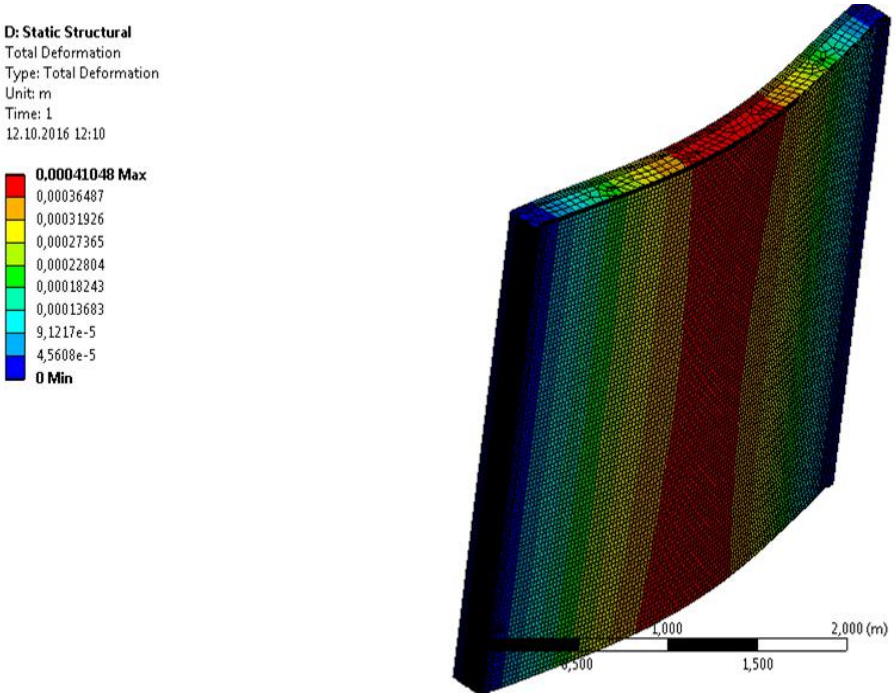

Рис. 2. Максимальные и минимальные деформации конструкции панели.

– Оценить характеристики используемых материалов под воздействием ветрового давления (536,8 П) [5], а также способность принятых материалов сохранять и передавать тепло;

– Применение эффективного утеплителя в каркасах из термопрофилей позволяет обеспечить значения коэффициента термического сопротивления до 5,6 $м^2$ • °С/Вт без учета возможных вариантов утепления по фасаду.

Теплотехнические характеристики материалов панели выбираются согласно приложению Т СП 50.13330.2012 [6]:

Пенополиуретан: ρ = 80 кг/$м^3$; с = 1,47 кДж; λ= 0,041 Вт/ мК.

В расчетной модели были приняты следующие допущения в связи с тем, что решение задачи в полной постановке является трудоемким с точки зрения вычислительных ресурсов:

А - В каркасе панели не учтены ветро- и парозащитные мембраны (толщина исключенных элементов менее 5 мм);

Б - Отсутствует геометрическая модель каркаса здания. В модели учтено жесткое крепление панели;

В – Термопрофиль построен без перфорации в геометрии модели (элемент перфорации имеет размеры 0,003 х 0,075 м). Перфорация учтена в коэффициенте теплопроводности.

В научной работе сформулированы задачи статики:

- Малые деформации (закон Гука).
- Теория оболочек и пластин Миндлена-Рейснера.
- Контактное взаимодействие отдельных частей конструкции моделируется с помощью метода штрафов.

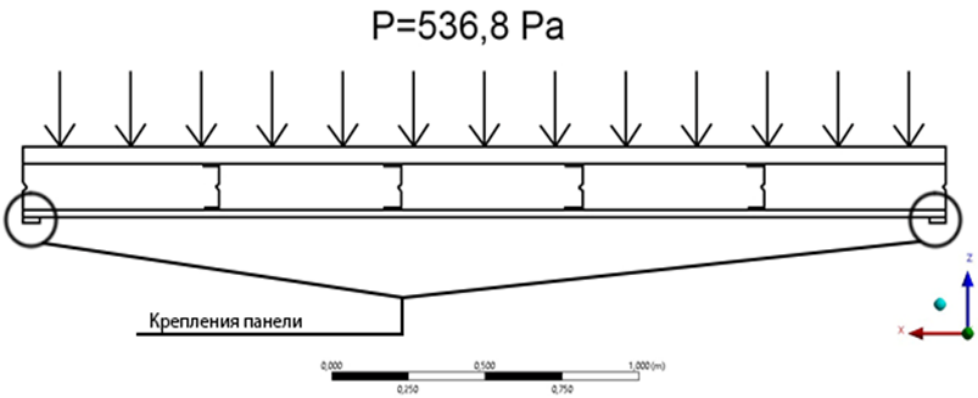

Рис. 3. Схема действия ветровой нагрузки на конструкцию панели

Результатом проведенных исследований научной работы является следующее:

– Подтверждена рабочая гипотеза исследования о прочностных характеристиках панели на высоте 42 м, учитывая, что при реализации данной задачи были приняты допущения.

– Перемещения не превышают допустимых значений.

– Напряжения в конструкции соответствуют прочности выбранных материалов.

– Перфорация в термопрофиле обеспечивает необходимое снижение теплопроводности.

– Конструкция соответствует нормативам по теплозащите для Новосибирска.

– Наблюдается движение теплового потока по термопрофилю, однако, предположительно, подобное движение будет отсутствовать при правильном монтаже с помощью замкового соединения, что является темой дальнейших исследований.

Работа по прочностному и тепловому расчетам модульной многослойной навесной панели в программном комплексе ANSYS Mechanical была реализована успешно с небольшими допущениями.

Литература

1. ANSYS Mechanical. Верификационный отчет. Том4 (опыт применения в проектной и экспертной практике [Электронный ресурс] URL: http://www.raasn.ru/structure/docs/verification/ANSYS20отчет(тома 1-4 с. 204).pdf.
2. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающих зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей.
3. Стройка.ru [Электронный ресурс] URL: http://www.stroyka-nn.ru/?id=57298.
4. Афанасьев П.Г. Решение проблемы доступного жилья эконом-класса с помощью модернизации индустриального КПД // Жилищное строительство. 2012. № 4. с. 26–28.
5. СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология».
6. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий (Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003).