

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ**

**Пушкарь Н.В., к.т.н., профессор**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса*

В работах [2, 3] показано, что процесс изменения температуры атмосферного воздуха имеет три характерных цикла изменчивости:

- сезонный цикл изменчивости температуры воздуха с годовым периодом;

- межсуточные случайные колебания температуры;

- суточный ход температуры.

Естественные изменения климатической температуры оказывают существенное влияние на работу ограждающих и несущих строительных конструкций, а также на долговечность строительных материалов. Такие изменения могут приводить к потере морозостойкости пористых материалов при их насыщении водой, возникновению гололеда и конденсата на поверхностях конструкций и т.п., что вызывает дополнительные нагрузки и способствует развитию коррозии стальных и железобетонных конструкций.

Особого внимания заслуживают исследования силового воздействия температуры на несущие конструкции, в которых от перепадов температуры могут возникать дополнительные перемещения и напряжения.

При учёте влияния температуры воздуха на строительные конструкции важную роль также играет продолжительность её действия, связанная с тепловой инерцией конструкций различного вида. Металлические конструкции за счёт небольшой толщины и высокой теплопроводности быстро реагируют на изменения температуры окружающего воздуха, поэтому при их проектировании следует учитывать наибольшие отклонения температуры от среднесуточных значений, реализуемых в течение часа или даже нескольких десятков минут. Более массивные и менее теплопроводные бетонные и железобетонные конструкции прогреваются медленнее, поэтому при их проектировании следует учитывать не максимальные отклонения температур от среднесуточного значения, а усредненные в течение нескольких часов.

Государственные строительные нормы [1] предусматривают выполнение расчётов на два значения температурного перепада в зависимости от времени замыкания конструкции:

- в случае замыкания конструкции зимой температурный перепад равен разности наивысшей возможной летней температуры и зимней температуры замыкания;

- в случае замыкания конструкции летом температурный перепад равен разности наименьшей возможной зимней температуры и летней температуры замыкания.

Согласно ДБН [1], расчетные значения перепадов температуры воздуха устанавливаются одинаковыми для всей территории Украины.

Некоторые результаты исследований влияния климатической температуры на напряжённо-деформированное состояние стальных каркасов приведены в работах [4,5]. С целью определения влияния перепадов температуры атмосферного воздуха на перемещения в элементах одноэтажных железобетонных каркасных зданий был проведен численный эксперимент в программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012, основными преимуществами которого являются:

- относительная простота и скорость моделирования пространственных каркасов;

- широкий спектр возможностей моделирования, удобный интерфейс;

- удобство представления, анализа и отображения результатов;

- интеграция с другими продуктами компании Autodesk;

- наличие общедоступной справочной информации;

- сертификация на территории Украины и бесплатный доступ к учебной версии программы.

В данной программе были смоделированы пространственные системы каркасов и произведён их расчет на действие собственного веса конструкций, снеговой и ветровой нагрузок, а также на температурные воздействия.

Каркасы были приняты одно-, трёх- и пятипролётные с шириной пролёта 18 м, соответственно, варьируемая ширина зданий – 18 м, 54 м и 90 м. Шаг колонн принят 12 м, варьируемая длина зданий – 36 м, 60 м и 84 м. Высота моделируемых зданий – 8,4 м. Бетон конструкций – класса С20/25. Колонны приняты сплошного квадратного сечения 400×400 мм, рабочая арматура – класса А400С; балки покрытия – предварительно напряжённые двускатные длиной 18 м. с рабочей арматурой А600С; панели покрытия – предварительно напряжённые ребристые с размерами 3×12 м.; ограждение – железобетонные стено-

вые панели. Пример одного из смоделированных каркасов (с размерами в плане 18×60 м) приведен на рис.1.

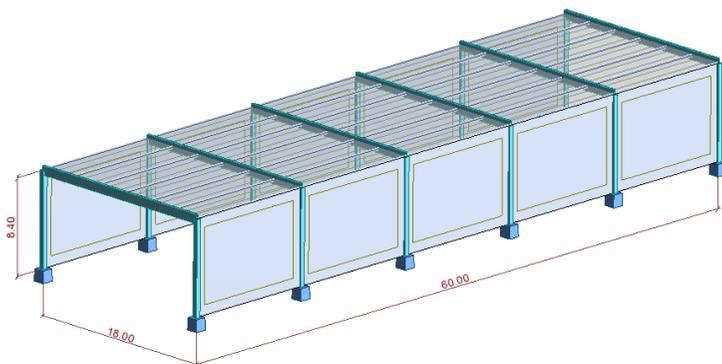


Рис. 1. Смоделированный однопролётный каркас.

На рис.2 на примере модели трёхпролётного здания с размерами в плане 54×60 м представлен характер деформирования элементов каркаса в плоскости рамы при замыкании его зимой (а) и летом (б), полученный в результате расчёта в программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012. Для одно- и пятипролётного зданий характер деформирования каркасов при замыкании зимой и летом аналогичен.

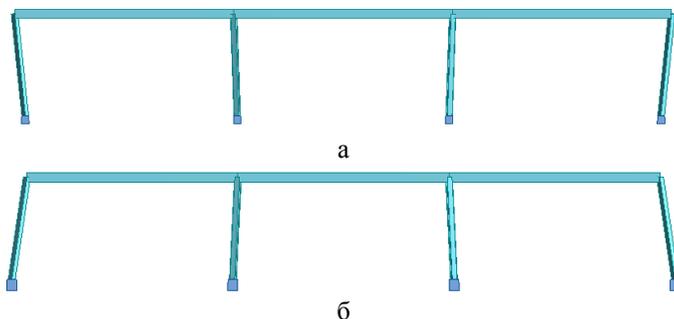


Рис.2. Характер деформирования элементов каркаса от действия температуры: а – при замыкании зимой; б – при замыкании летом.

На рис.3 на примере моделей одно- и пятипролётного зданий с размерами в плане 18×60 м (а) и 90×60 м (б) представлен характер

пространственного деформирования элементов каркасов при замыкании летом. Для трёхпролётного здания характер деформирования аналогичен.

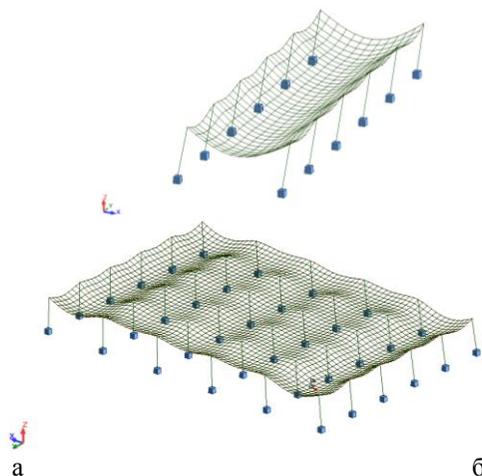


Рис.3. Характер деформирования элементов однопролётного (а) и пятипролётного (б) каркасов от действия температуры при замыкании летом.

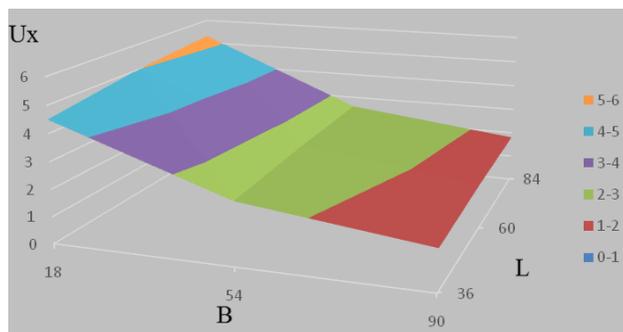
Рассмотрим одну из полученных в результате численного эксперимента величин – перемещения балок каркасов  $U_x$  без учёта и с учётом температуры. Для удобства восприятия данные представлены в виде графиков (рис.4).

Как следует из графиков, горизонтальные перемещения балок каркасов однопролётных зданий от действия постоянных и ветровых нагрузок имеют наибольшие значения (от 4 до 6 см) по сравнению с трёх- и пятипролётными (рис.4). При этом учёт в расчёте влияния температуры атмосферного воздуха не даёт значительных изменений величин перемещений (от 2 до 4%), даже при увеличении длины зданий (рис.4,б).

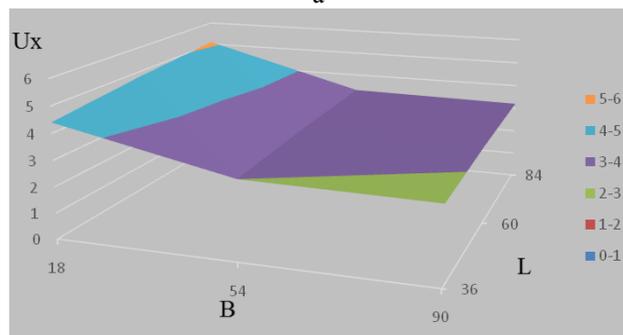
В трёхпролётных зданиях при увеличении длины перемещения остаются практически неизменными: без учёта температуры – 2...3 см, с учётом – 3...4 см. Разница результатов расчёта без учёта и с учётом температуры составляет около 30% для всех рассмотренных зданий (рис.4).

В пятипролётных зданиях при расчёте без учёта температуры атмосферного воздуха наблюдаются наименьшие значения  $U_x$  – 1...2 см, которые особо не зависят от длины здания (рис.4,а). При расчёте с

учётом температуры в здании с наименьшей длиной 36 м горизонтальные перемещения составляют 2...3 см, при длине 84 м они увеличиваются до 3...4 см. Разница перемещений  $U_x$  при расчёте без учёта и с учётом температуры составляет от 78% в пятипролётном здании до 93% в однопролётном.



а



б

Рис.4. Величины перемещений балок каркасов ( $U_x$ , см) без учёта (а) и с учётом температуры атмосферного воздуха (б).

Разница между перемещениями, полученными в программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 без учёта и с учётом климатической температуры по оси X, представлена в таблице 1.

### **Выводы**

1. Температура атмосферного воздуха оказывает влияние на работу несущих строительных конструкций. От перепадов температуры могут возникать дополнительные перемещения и напряжения, вели-

чины которых зависят от вида применяемого материала, теплопроводности конструкции и других параметров.

Таблица 1

Разница перемещений балок каркасов ( $U_x$ ) без учёта и с учётом температуры атмосферного воздуха

Ширина здания, м \ Длина здания, м	18	54	90
36	-2%	30%	93%
60	-4%	28%	82%
84	-4%	27%	78%

2. Проведенный в программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 численный эксперимент позволил на смоделированных каркасах получить характер их деформирования от действия температуры при замыкании каркасов зимой и летом.

3. На примере величин горизонтальных перемещений балок каркасов с разными размерами в плане, полученных в численном эксперименте, показана разница результатов расчётов без учёта и с учётом температуры атмосферного воздуха, которая в некоторых случаях достигает значительных величин.

### Summary

**The article considers the influence of outside temperature on building construction. A numerical experiment on one-story frame buildings with different sizes in the plan was described, the results of calculations was analyzed.**

### *Литература*

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2007. – 60 с.

2. Пашинський В.А. Методика обчислення розрахункових значень температури повітря за ймовірнісною моделлю випадкового процесу / В.А. Пашинський, А.М. Карюк // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2003. – Вип. 13. – С. 24 – 27.

3. Пашинський В.А. Методологія нормування кліматичних навантажень і впливів на будівельні конструкції // Надежность строительных конструкций. Работа научной школы проф. Пичугина С.Ф.: Сборник научных трудов. – Полтава: ООО "АСМИ", 2010. – С. 37 – 53.

4. Пушкар Н.В. Вплив температури замикання на напружено-деформований стан сталевих каркасів будівель / Н.В. Пушкар, В.В. Пашинський // Вісник ОДАБА. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2014. – Вип. 54. – С. 311-319.

5. Пушкар Н.В. Методика дослідження впливу кліматичної температури на напружено-деформований стан сталевих каркасів / Н.В. Пушкар, В.В. Пашинський // Бетон и железобетон в Украине. – Полтава: ПП «Школяр», 2014. – Вип. 2. – С.18-21.