

окна всегда будет выше точки росы, поэтому образование конденсата при таком сценарии невозможно.

Защита от сквозняка. Зимой при низких температурах стекло охлаждается, вследствие чего воздух внутри помещения возле окна тоже начинает охлаждаться, что приводит к образованию внутренних сквозняков. При использовании горячего стекла, даже при очень низких температурах стекло не охлаждается, тем самым образование внутренних сквозняков не происходит.

Электрическую мощность, подводимую к стеклу, рассчитывают индивидуально в каждом случае. Для создания комфортного микроклимата в помещении температуру поверхности прозрачного полотна надо поддерживать в пределах от + 20 до + 30 °С, что обычно достигается при удельной мощности порядка 0,1 кВт/м².

Также, как показывает практика, существенное влияние на теплотехнические характеристики стеклопакета оказывает конструкция и материал обрамления. Эффективным является «теплый» профиль – конструкция с теплоизолирующей вставкой, содержащая внешний и внутренний алюминиевые профили, жестко соединенные между собой термомостом из полиамида, состоящим из двух половин. При этом в пространстве между профилями и половинами термомоста смонтирована теплоизолирующая вставка, отличающийся тем, что конструкция содержит теплоизолирующую вставку, предварительно изготовленную из вспененного полимера.

Учитывая, что жилищный сектор Республики Беларусь потребляет более 35 % энергоресурсов страны, разработка и массовое внедрение энергоэффективных стеклопакетов является актуальной задачей, позволяющей снизить удельное потребление энергии на отопление зданий.

Список цитированных источников

1. Захаров, В. М. Использование окон с регулируемым сопротивлением теплопередачи в качестве энергосберегающего мероприятия для систем энергоснабжения зданий / В. М. Захаров, А. В. Банников, Н. Н. Смирнов // Вестник ИГЭУ. – 2004. – № 4. – С. 11–13.
2. Майоров, В. А. Передача теплоты через окна: учеб. пособие / В. А. Майоров. – М. : Издательство АСВ, 2014. – 120 с.
3. Арзамасов, В. Ю. Влияние теплоотражающих покрытий на теплосопrotивление светопрозрачных ограждающих конструкций / В. Ю. Арзамасов, В. Н. Крутиков // Метрoлогия. – 2011. – № 4. – С. 27–35.

УДК [69.008.6:692.426]:534.1

Чадович Н. В.

Научный руководитель: доцент, к. т. н., доцент Шурип А. Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ НА ПРИМЕРЕ ФРАГМЕНТА СТРУКТУРНОЙ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ «БРГТУ»

Основная задача статических испытаний строительных конструкций – выявление их напряженно-деформированного состояния под нагрузкой, оценка несущей способности, жесткости и трещиностойкости конструкций.

Большие линейные деформации и перемещения, а также прогибы измеряют прогибомерами и индикаторами часового типа.

Углы поворота измеряют клинометрами, смещение параллельных волокон при сдвиге – сдвигомерами.

Измерение фибровых деформаций производят тензометрами и тензорезисторами. По деформациям определяют напряжения, используя при упругой работе материала закон Гука, а при пластической – инвариантные величины интенсивности касательных и нормальных напряжений.

При испытаниях строительных конструкций, кроме перечисленных, применяют и другие приборы: микроскопы, щупы, щелемеры, ультразвуковую аппаратуру, геодезические приборы и инструменты и т. д. Одними из экспериментальных являются методы теории колебаний.

Согласно им любая конструкция может быть представлена в виде системы пружин, масс и демпферов. Демпферы поглощают энергию, а массы и пружины – нет. Масса и пружина образуют систему, которая имеет резонанс на характерной для нее собственной частоте. Если подобной системе сообщить энергию (например, ударить по ней), то она начнет колебаться с собственной частотой, а амплитуда вибрации будет зависеть от мощности источника энергии и от поглощения этой энергии, т. е. демпфирования, присущего самой системе. Собственная частота идеальной системы масса – пружина без демпфирования дается соотношением

$$\omega = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad (1)$$

где k – коэффициент упругости (жесткость) пружины;
 m – масса.

Для призматических тел конечной жесткости, к которым относятся стержни строительной конструкции, собственная частота колебаний приводится соотношением

$$\omega = \frac{i \cdot \pi^2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{\rho F}}, \quad (2)$$

где l – длина элемента;

EI – жесткость элемента;

ρ – плотность материала элемента;

F – площадь поперечного сечения;

$i = 1, 2, 3, \dots$ – номер формы колебания.

Из зависимости видны следующие аналогии: EI – жесткость элемента, а ρF – масса элемента на 1 м длины.

Отсюда следует, что с увеличением жесткости увеличивается и собственная частота, а с увеличением массы собственная частота падает. Если система обладает демпфированием, а это так для всех реальных физических систем, то собственная частота будет несколько ниже рассчитанного по приведенной выше формуле значения и будет зависеть от величины демпфирования.

Из теории колебаний известно о взаимосвязи собственной частоты колебаний от приложенного продольного усилия (сжимающего или растягивающего). Эта зависимость имеет следующий вид:

– для растянутых элементов

$$\omega = \frac{i \cdot \pi^2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{\rho F} + \left(1 + \frac{sI^2}{i^2 EI \pi^2}\right)}, \quad (3)$$

– для сжатых элементов

$$\omega = \frac{i \cdot \pi^2}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{\rho F} + \left(1 - \frac{sI^2}{i^2 EI \pi^2}\right)}, \quad (4)$$

где s – осевое усилие.

Из этой зависимости видно, что приложение растягивающего усилия вызывает увеличение значения собственной частоты, а сжимающего – снижение. Данная зависимость применима только для свободно опертого стержня конечной жесткости (идеальный шарнир). В случае испытываемой структурной конструкции БрГТУ данная зависимость будет давать погрешность определения усилий в стержнях вследствие следующих основных факторов:

1. Нет идеального шарнирного закрепления стержней в узловых элементах конструкций, с точки зрения свободы колебательных движений.
2. Перемещения узловых элементов структурной конструкции и, как следствие, упругая податливость закрепления.

Полученные расхождения собственных частот колебаний с использованием зависимости теории колебаний и лабораторными испытаниями составляют 20–25 %.

Для определения внутренних усилий стержней использовался фрагмент структурной конструкции системы «БрГТУ» (рисунок 1):

- размер ячейки 2,22 x 2,22 м, высота 1,56 м.

Сечением всех стержней является труба $\varnothing 60 \times 4$ мм из Ст. 20 по ГОСТ 1050 с расстоянием между узлами 2,22 м.

Нагрузками являлись:

- собственный вес конструкции;
- температура во время проведения испытания составляла + 11 °С.



Рисунок 1 – Фрагмент структурной конструкции системы «БрГТУ»



Рисунок 2 – Фрагмент структурной конструкции системы «БрГТУ» с подвешенным грузом

В результате проведенных испытаний были получены следующие собственные частоты колебаний стержней, а также усилия в стержнях.

Таблица 1 – Собственные частоты колебаний стержней

№ стержня	Частота, Гц
1	58,651
2	55,432
3	56,148
4	59,009
5	57,31
6	56,326
7	59,277
8	56,058
9	58,919
10	58,651

Таблица 2 – Усилия в стержнях конструкции

№ стержня	Усилие N, кН
1	9,81
2	8,76
3	8,99
4	9,93
5	9,37
6	9,05
7	10,02
8	8,96
9	9,90
10	9,81

При сравнении полученных в ходе испытаний усилий с усилиями, полученными из программного комплекса «ЛИРА-САПР», получим расхождения в значениях в 17,9 %, что свидетельствует о возможности применения данной методики в ходе проведения обследований зданий и сооружений.

Список цитированных источников

1. Тимошенко, С. П. Колебания в инженерном деле: пер. с англ. Л.Г. Корнейчука; под ред. Э.И. Григолюка / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер. – Москва: Машиностроение, 1985. – 472 с.
2. Мониторинг за поведением металлических конструкций покрытия Летнего амфитеатра «Славянский базар» в г. Витебске при их эксплуатации: отчет о НИР/ Брестский государственный технический университет; рук. темы В.И. Драган. – Брест, 2008. – 154 с. – No 08/72.

УДК 624.154

Шерко И. В.

*Научные руководители: к. т. н., доцент Чернюк В. П.;
ст. преподаватель. Шляхова Е. И.*

ПУТИ СНИЖЕНИЯ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ВИНТОВЫХ СВАЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Целью данной работы является разработка новых эффективных, минимально металлоемких и энергоемких конструкций винтовых свай для их применения в строительстве, в частности, трубопроводных систем нефти и газа.

Принципиально наиболее простая, экономичная и минимально энергоемкая винтовая свая представляет собой полый (или сплошной), но длинный цилиндрический, чаще всего металлический, ствол или трубу, имеющих на нижнем конце менее развитую, преимущественно металлическую (литую, сварную), винтовую лопасть или башмак, либо плоскую, раздвинутую на величину шага винтовую лопасть, пластину (патент РБ на полезную модель № 6652) или, что реже, пластмассовую или железобетонную лопасть.

Винтовая лопасть выполняется из металлической кольцевой пластины, ограниченной по периметру внутри и снаружи окружностями, снабжена радиальным прямолинейным или криволинейным разрезом и разведена за концы в разные стороны на величину шага винтовой лопасти. Криволинейный разрез в заходной части делается выпуклым, а в хвостовой – вогнутым наружу.

Таким образом, основную массу (или металлоемкость) винтовой сваи составляют винтовая лопасть и цилиндрический ствол. Винтовая лопасть вносит меньшую долю в металлоемкость изделия из-за ограниченности ее размеров (толщина 3–5 см и диаметр максимум 1–1.25 м) по сравнению с цилиндрическим стволом, достигающим длины 5–10 м [1; 2] и обеспечивающим основную (большую) долю в металлоемкости винтовой сваи.