

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ ИЗ СКЛАДЫВАЮЩИХСЯ СЕКЦИЙ

М.Ю. АНАНЬИН

Уральский государственный технический университет

Одной из конструктивных особенностей быстровозводимых зданий из складывающихся секций, разработанных на кафедре Архитектуры УГТУ-УПИ [3], является отсутствие сварочных работ при их возведении и выполнение соединений монтажных элементов на обычных болтах. Вследствие этого узлы имеют податливость, которая определяется в основном выборкой люфтов, возникающих из-за разницы диаметров отверстий и стержней болтов, и приводит к изменению напряженно-деформированного состояния несущих элементов конструкции. Известные в настоящее время результаты исследований податливости узловых соединений элементов каркасов зданий, а также методики ее учета неадекватно отражают истинную работу сборно-разборных соединений элементов мобильных зданий, в том числе и соединений на обычных болтах, а также узлов поперечных рам, подкрепленных подкосами и затяжками. В соответствии с вышеизложенным были сформулированы следующие задачи:

1. исследовать влияние податливости болтовых соединений в зданиях типа из складывающихся секций на напряженно-деформированное состояние элементов поперечных рам и на устойчивость сжатых и сжато-изогнутых элементов поперечных рам этих зданий;
2. разработать методику учета податливости сборно-разборных соединений на обычных болтах, подкрепленных подкосами и затяжками и практические рекомендации по ее учету при расчетах зданий типа СКЗ.

При разработке методики постулируется, что в карнизных и коньковых узлах поперечных рам, подкрепленных подкосами или затяжками, углы поворота ограничены величиной продольной деформативности

подкрепляющих элементов, а также податливостью их соединений с ригелями и стойками (см. рис. 1). Тогда податливость узлов сводится к линейным деформациям систем “подкос - узлы крепления” и “затяжка - узлы крепления”. Деформация такой системы длиной l рассматривается как сумма продольной деформации самого элемента Δ_c и деформации болтового соединения Δ_b :

$$\Delta = \Delta_c + \Delta_b . \quad (1)$$

Таким образом, вследствие наличия нелинейной составляющей деформирования Δ_b рассматриваемая система имеет отличный от модуля упругости стержневого элемента приведенный модуль деформации:

$$E_{np} = \frac{\sigma}{\frac{\sigma}{E} + \frac{\Delta_b}{l}} , \quad (2)$$

где E - исходный модуль упругости; E_{np} - приведенный модуль деформации с учетом податливости соединений.

Учитывая, что элементы типа подкосов и затяжек являются центрально-сжатыми или растянутыми и их НДС в основном определяется влиянием продольной силы N , в итоге получаем:

$$E_{np} = \frac{N}{\frac{N}{E} + \frac{A \times \Delta_b}{l}} , \quad (3)$$

где A - площадь поперечного сечения подкрепляющего элемента;
 N - продольная сила в этом элементе.

Таким образом, суть учета податливости таких узлов сводится к определению величины E_{np} . Поскольку теоретическим путем получить его значение весьма затруднительно вследствие наличия большого числа малоизученных факторов, то величина E_{np} определялась вычислением наиболее вероятной величины деформации болтового соединения в зависимости от конструктивных особенностей и технологии изготовления конструкции.

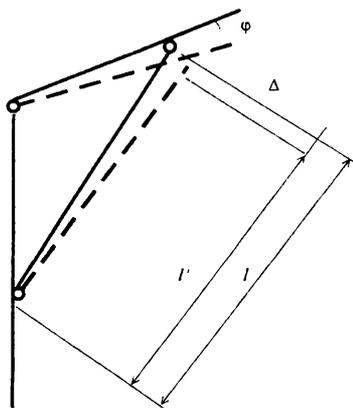


Рис. 1 Схема деформаций в узле рамы, подкрепленной подкосом

Запишем выражение для деформация болтового соединения:

$$\Delta_b = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3, \quad (4)$$

где $\Delta_1 = (d_o - d_b)$ - разность между диаметрами отверстий и стержней болтов;

Δ_2 - сумма величин отклонений размеров при изготовлении отверстий и болтов;

Δ_3 - величина обжатия стержня болта.

Сумма величин отклонений размеров складывается из следующих составляющих:

$$\Delta_2 = \Delta_{21} + \Delta_{22} + \Delta_{23}, \quad (5)$$

где Δ_{21} - отклонения межцентровых расстояний, возникающие при разметке и образовании отверстий;

Δ_{22} - отклонение диаметра отверстия;

Δ_{23} - отклонение диаметра стержня болта (рис. 2).

По нормативным документам величина Δ_1 для соединений на обычных болтах допускается равной 2...3 мм. Допуски на межцентровые расстояния в болтовом поле по требованиям СНиП на изготовление металлических конструкций не должны превышать $\pm 1,5$ или $\pm 0,7$ мм в зависимости от технологии изготовления отверстий. В то же время рядом авторов были проведены большие статистические исследования величин погрешностей размеров при изготовлении отверстий [1,2,4,5]. В результате были выявлены закономерности распределения отклонений размеров в зависимости от технологии изготовления отверстий. При этом было установлено, что погрешности межцентровых расстояний составляют -2,8...+3,45 мм при изготовлении отверстий по разметке, -2,0...+2,8 мм - по кондуктору и -

0,21...+1,7 мм - на станках с ЧПУ. Наибольшая плотность отклонений находится около средних значений, которые в данном случае равняются +0.325, +0.4 и +0.745 мм соответственно.

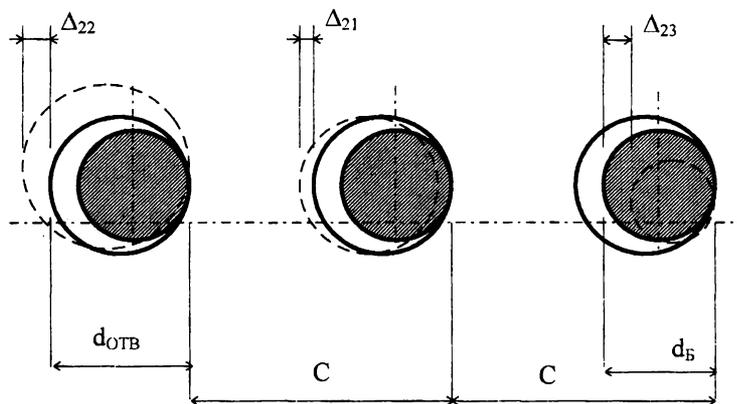


Рис. 2 Типы отклонений фактических размеров от конструктивных в болтовом поле:

$d_{отв}$ - диаметр отверстия; $d_б$ - диаметр стержня болта; C - межцентровое расстояние; Δ_{21} , Δ_{22} , Δ_{23} - соответственно отклонения межцентрального расстояния диаметра отверстия и диаметра стержня болта

Допуск на диаметр отверстий по требованиям того же СНИП равен 0...+1,5 мм. Фактические же отклонения в зависимости от технологии изготовления отверстий составляют -0,31...+0,96; -0,33...+0,77 и -0,3...+0,56 мм, а средние значения равны +0,31; +0,22 и +0,13 мм соответственно.

Допуски и посадки на изготовление болтов оговорены в ряде стандартов. Величина допускаемых отклонений не превышает 0,01 мм, поэтому ввиду ее малости по сравнению с другими факторами данным видом погрешности можно пренебречь. Величиной обжатия стержня болта Δ_3 вследствие второго порядка малости тоже можно пренебречь.

Таким образом, выражение (3) принимает вид:

$$E_{np} = \frac{N}{\frac{N}{E} + \frac{A \times (d_0 - d_b + \Delta_{21} + \Delta_{22})}{l}} \quad (6)$$

Учет податливости производится следующим образом:

1. Выполняется статический расчет рамы без учета податливости и определяются перемещения узлов и усилия в элементах.
2. Определяются данные для учета податливости (разность диаметров отверстий и стержней болтов, а также величины отклонений размеров при изготовлении отверстий).
3. По формуле 6 вычисляются приведенные модули деформаций в подкрепляющих элементах.
4. Выполняется новый статический расчет (или серия расчетов с различными вариантами учета податливости) и определяются новые значения усилий и перемещений.
5. Выбираются наиболее неблагоприятные сочетания величин усилий и перемещений.

Производится конструктивный расчет элементов и узлов.

Библиографический список

1. Беляев Б.И. О точности изготовления и монтажа стальных конструкций // Промышленное строительство. - 1961. - № 4. - С. 41...46.
2. Губайдулин Р.Г., Сидоров И.В. Влияние точности образования отверстий на собираемость болтовых соединений // Болтовые и специальные соединения. - Т. 3. - С. 57...59.
3. Инвентарные здания из складывающихся секций / Тамплион Ф.Ф., Крохалев В.Г., Ананьин М.Ю., Тарабаев В.Н. // Промышленное строительство. - 1989. - № 12. - С. 18...19.
4. Котлов А.Ф. Анализ точности изготовления и монтажа стальных конструкций производственных зданий // Рефер. инф. о передовом опыте: Серия VII. Изготовление металлических и монтаж

строительных конструкций/ ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР. - 1984. - Вып. 7. - С. 1...7.

5. Лившиц Л.Н. О геометрической точности изготовления строительных конструкций// Рефер. инф. о передовом опыте: Серия VII. Изготовление металлических и монтаж строительных конструкций/ ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР. - 1984. - Вып. 5. - С. 22...27.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОЛИМЕРНЫХ СТЕРЖНЯХ

Б.М. ЯЗЫБЕВ

Туркменский политехнический институт

Задачи определения температурных напряжений в различных объектах приобрели большую актуальность в связи с широким применением полимерных материалов в современной технике и в быту. Теоретическое решение этих задач возможно на основе механики этих материалов, предполагающей существование полной системы уравнений, описывающих напряженное и деформированное состояние, а также функциональную связь между компонентами тензоров напряжений, деформаций и временем. В настоящей работе для описания температурных напряжений и релаксационных явлений в полимерах в качестве уравнения связи используется дифференциальное обобщенное нелинейное уравнение, выведенное Г.И. Гуревичем, и названное им «нелинейным обобщенным уравнением Максвелла»:

$$\frac{\alpha(\varepsilon_{ik}^*)_s}{\alpha} = \left[\frac{3}{2} (\sigma_{ik} - p\delta_{ik}) - E_{\infty s} \cdot (\varepsilon_{ik}^*)_s \right] \cdot \frac{1}{\eta_s^*}, \quad \delta_{ik} = \begin{cases} 1, & i = k \\ 0, & i \neq k \end{cases} \quad (1)$$

Функция η_s^* в (1) - коэффициент релаксационной вязкости имеет вид: