

УДК 624.94.014.2:624.078

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЯСОВ
РИГЕЛЯ УЗЛА РАМНОГО КАРКАСА**

асс. Перминов Д.А., к.т.н., ст. преп. Перминова Е.Г.

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
г.Симферополь*

Анализ публикаций и постановка задачи исследований. Основным конструктивным решением рамных узлов, которые наиболее распространены в отечественной и зарубежной строительной практике, являются сопряжения ригеля с колонной двутаврового сечения на горизонтальных и вертикальных накладках. В таком конструктивном решении узла стенка и пояс колонны двутаврового сечения находятся в сложном напряженном состоянии. Поэтому необходимо устанавливать в колонне в уровне горизонтальных накладок диафрагмы, приваренные к стенке и поясам колонны. Кроме того, наряду с рассмотренным решением, получило распространение конструктивное решение рамного узла без горизонтальных накладок, когда пояса ригеля непосредственно соединяются сварным стыковым швом с поясом колонны. Преимуществом данного узла является снижение металлоемкости и трудоемкости на монтаже, так как уменьшается длина монтажных сварных швов, а также исключается необходимость изготовления горизонтальных накладок сложной геометрической формы. Указанные конструкции рамных узлов с двутавровым ригелем и колоннами двутаврового или коробчатого сечения могут применяться при проектировании как в обычных, так и в сейсмоопасных районах.

Для исследований была выбрана конструкция рамного узла с двутавровым ригелем и с колонной коробчатого сечения, применяемая при строительстве в обычных и сейсмических районах (рис. 1). Проанализировав исследования конструктивных решений рамных узлов [1, 2, 3, 4, 5] можно сделать вывод, что наиболее нагруженными элементами являются: пояс ригеля; сварной шов, прикрепляющий пояс ригеля к стенке колонны; стенка колонны в пределах высоты ригеля. Поэтому основной целью исследования является определение распределения напряжений в поясе ригеля.

Изложение основного материала исследований. Для определения напряжений в поясе в зоне сварного шва, соединяющего пояс ригеля со стенкой колонны, для узла рамного каркаса с колоннами коробчатого сечения без горизонтальных и вертикальных диафрагм, необходимо вычислить прогиб стенки колонны. С этой целью стенка колонны представлена как пластина, к которой приложена распределенная нагрузка вдоль оси x , а стороны пластины, параллельные оси y , закреплены жестко, а стороны, параллельные оси x , – свободно оперты.

В результате расчета прогиба пластины методами теории упругости получили следующее выражение [6]:

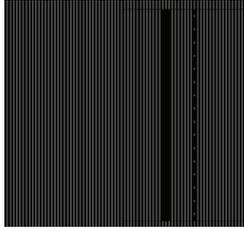


Рис. 1. Рамный узел: 1 - колонна коробчатого сечения; 2 - ригель; 3 - шпальник.

$$w = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K_0}{\beta_n^5} \left[1 + F_n \operatorname{sh} \beta_n x - \operatorname{ch} \beta_n x + E_n \beta_n x \operatorname{sh} \beta_n x - F_n \beta_n x \operatorname{ch} \beta_n x \right] \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (1)$$

где $K_0 = \frac{2q}{Db^2\pi n} \sin \frac{n\pi x_0}{a} \sin \frac{n\pi m}{2a}$, D – цилиндрическая жесткость,

коэффициентов при переменных $F_n = \frac{\operatorname{ch} \beta_n a - 1}{\operatorname{sh} \beta_n a + \beta_n a}$, $E_n = \frac{\operatorname{sh} \beta_n a}{\operatorname{sh} \beta_n a + \beta_n a}$.

С помощью выражения (1) можно определить прогиб в любой точке стенки колонны при различном значении распределенной нагрузки. Для практического использования предлагается таблица [6]. Проанализировав формулу (1) получили, что эпюра распределения напряжений имеет вид параболы. Это обусловлено тем, что стенка колонны ничем не подкреплена и под воздействием нагрузки прогибается, а по краям нагрузка воспринимается боковыми стенками колонны, что способствует возникновению концентрации напряжений.

Выводы. Определение максимальных нормальных напряжений в поясе ригеля предлагается выполнять с использованием следующей расчетной модели (рис. 2) [7]. Рассекают пояса ригеля со стенкой колонны по правилам моделирования пластинчатых элементов. Пояс ригеля рассматривается как плоская КЭ модель с требуемыми граничными условиями на торце: ограничение перемещений в поперечном направлении пояса и упругие связи, эмитирующие жесткость пояса ригеля и стенки колонны.

С учетом выведенных формул предлагается следующая методика определения нормальных напряжений в поясе ригеля:

- вычисление перемещений точек торца пояса ригеля по формуле (1) (без учёта совместности деформаций пояса и стенки колонны);
- определение податливости стенки колонны [7, 8];
- определение суммарных перемещений;

- определение усилий, приходящихся на КЭ пружины, эмитирующие собой отсеченную часть. Определение жесткости КЭ упругих связей по

$$\text{формуле } k = \frac{F}{x};$$

- статический расчет плоской КЭ модели пояса ригеля с граничными условиями, с помощью программного комплекса.

По результатам расчета строится эпюра распределения напряжений по оси действия усилия.



Рис. 2. Расчетная модель.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ажермачев Г. А. О распределении усилий в элементах рамного узла сейсмостойкого каркаса с колоннами коробчатого сечения / Г. А. Ажермачев, Д. А. Перминов // Збірник наукових праць. – Київ : Сталь, 2008. – вип. 1. – С. 111–119.
2. Ажермачев Г. А. Экспериментальное исследование узловых соединений рамных каркасов / Г. А. Ажермичев, Г. М. Остриков // Изд. вузов Строительство и архитектура. – 1972. – № 9.
3. Лебедич И.Н. Исследование рамного каркаса из унифицированных элементов с новым конструктивным решением узлов для многоэтажных зданий : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / И. Н. Лебедичь. – К., 1980. – 204 с.
4. Килимник Л. Ш. Работа узлов стальных каркасов зданий при статических и циклических нагрузках / Л. Ш. Килимник, Л. Э. Лаврентьева // Промышленное строительство. – 1970. – № 9. – С. 28–32.
5. Исследование работы рамных конструкций / А. В. Геммерлинг, В. И. Трофимов, И. Е. Милейковский [и др.] // Научное сообщение. – М. : ЦНИПС, 1955. – вып. 21. – 140 с.
6. Чемодуров В.Т. Определение напряжений в поясе ригеля рамного узла стального каркаса» / Чемодуров В.Т., Перминов Д.А., Перминова Е.Г. // Будівництво в сейсмічних районах України. – Київ : ДП НДІБК, 2012. – С.518–524.
7. Святошенко А. Е. Повышение надежности рамных узлов стальных каркасов многоэтажных зданий : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.23.01 „Строительные конструкции, здания и сооружения” / А. Е. Святошенко. – Н. Новгород, 2006. – 25 с.