

Горбач Павел Сергеевич,
к.т.н., зав. каф. ПГС, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: gorbachps@mail.ru

Гордеев Клим Игоревич,
генеральный директор АНО «Экспертный центр СУДЭКС»,
e-mail: centr-sudex@mail.ru

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Gorbach P.S., Gordeev K.I.

EXPERIENCE IN USING STEEL-REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования сталежелезобетонных конструкций при проектировании зданий и сооружений.

Ключевые слова: трубобетон, армирование, расчет.

Abstract. The article considers the possibility of using steel-reinforced concrete structures in the design of buildings and structures.

Keywords: pipe concrete, reinforcement, calculation.

Сталежелезобетонная конструкция (трубобетон) состоит из наружной стальной оболочки в виде круглой трубы и внутреннего бетонного ядра с рабочей и конструктивной стержневой арматурой или без нее; расчетные усилия от всех воздействий в трубобетонных конструкциях должны быть восприняты бетоном, металлом трубы и рабочей стержневой арматурой [1].

На сегодняшний день основные конструктивные требования, прочностные характеристики, эксплуатационная пригодность конструкций трубобетона должны удовлетворять ряду требований [2] и расчет по прочности трубобетонных элементов выполняют с учетом следующих особенностей работы этого вида конструкций:

- бетон и металл трубы работают в многоосном напряженном состоянии. Это приводит к изменению их расчетных сопротивлений, учитываемых в расчете;

- при действии продольных сжимающих сил, бетон ядра испытывает сжатие, как в продольном направлении, так и в боковых направлениях со стороны трубы. Это приводит к повышению его расчетного сопротивления по сравнению с одноосным напряженным состоянием;

- при действии продольных сжимающих сил, металл трубы испытывает сжатие в продольном направлении и растяжение в поперечном (тангенциальном) направлении из-за давления бетона. Это приводит к снижению его расчетного сопротивления по сравнению с одноосным напряженным состоянием;

- с увеличением эксцентриситета приложения продольной нагрузки расчетные сопротивления материалов уменьшаются. При приложении продольной сжимающей силы (сжато-изогнутые элементы рассматриваются как внецентренно-сжатые) за пределами ядра сечения бетонной части (более $0,25 r \cdot b$) или

при действии только изгибающего момента, расчетные сопротивления материалов принимаются как при одноосном напряженном состоянии.

Расчет трубобетонных элементов по прочности выполняют:

- по нормальным сечениям на действие изгибающих моментов и продольных сил, по предельным усилиям или по нелинейной деформационной модели;
- на действие поперечных сил и крутящих моментов по предельным усилиям.

Расчет трубобетонных элементов на действие поперечной силы, изгибающего и крутящего моментов выполняют: по прочности наклонного бетонного сечения на действие поперечной силы, по прочности трубы на действие поперечной силы, на действие изгибающего момента и на действие крутящего момента. Прочность сечения определяется большим из двух значений – прочностью бетонного (железобетонного) ядра или прочностью трубы.

Для расчета элементов трубобетона была создана расчетная модель здания (рис. 1, 2).

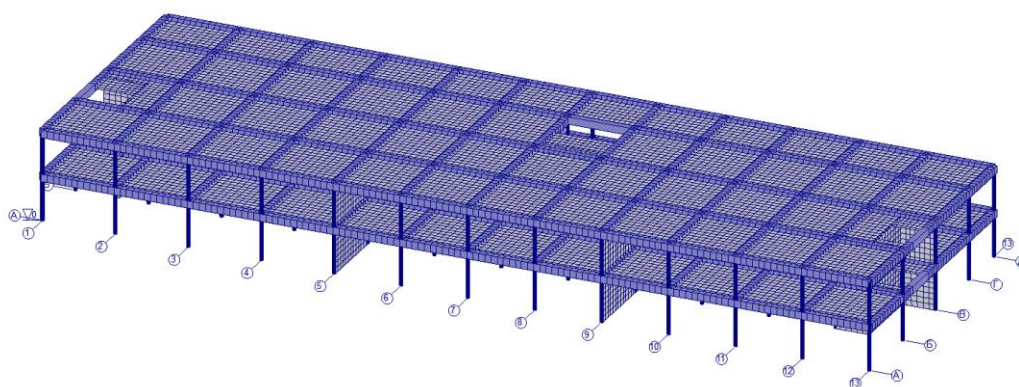


Рисунок 1 – Расчетная модель здания

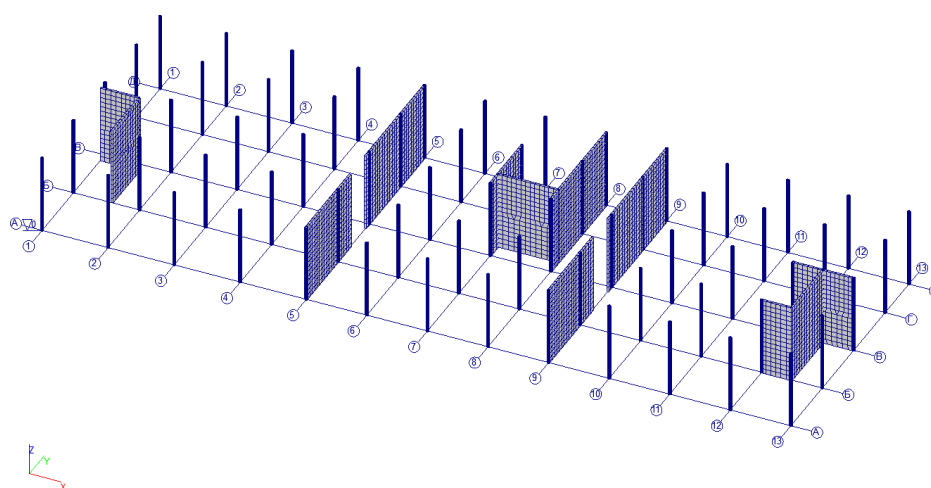


Рисунок 2 – Схема расположения стен из шлакоблоков

Расчет здания производился методом конечных элементов с помощью комплекса SCAD OFFICE 21. Нагрузка сформирована в автоматическом режиме с учетом расчетного коэффициента по нагрузке – для железобетонных конструкций – 1,1; для металлических конструкций – 1,05.

При формировании сейсмической нагрузки применены следующие данные и коэффициенты [3]:

- коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений – $K_1 = 0,25$;
- коэффициент, учитывающий способность сооружения к рассеиванию энергии колебаний $K_\psi = 1,0$;
- метод расчета – спектральный;
- количество форм колебания полученных при расчете – 20;
- сейсмичность площадки – 8 баллов.

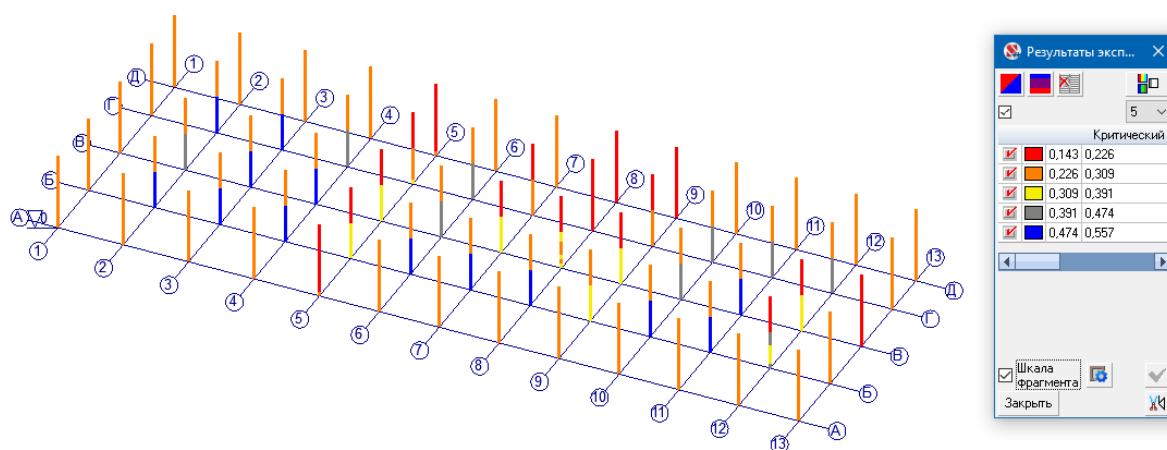


Рисунок 3 – Коэффициент использования прочности металлического сечения колонны

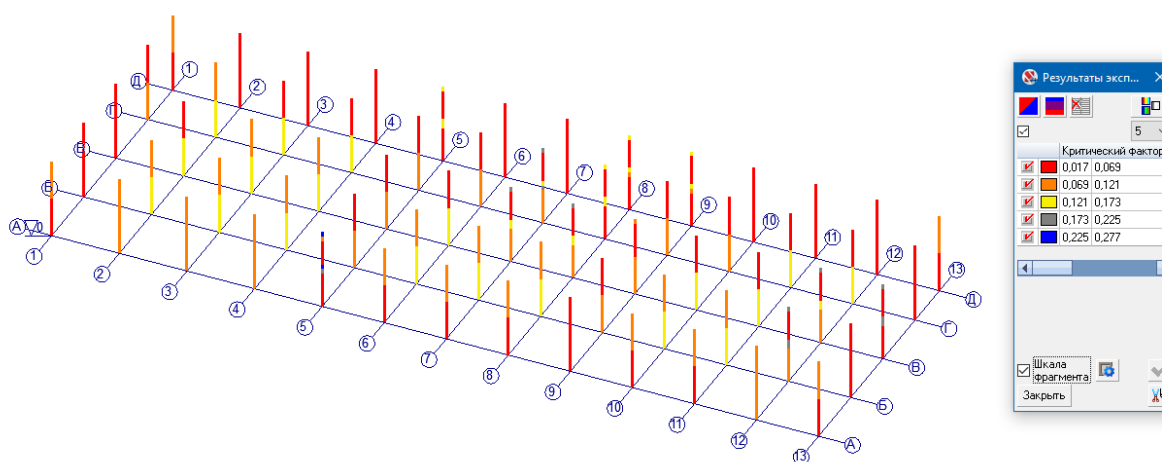


Рисунок 4 – Коэффициент использования прочности железобетонного сечения колонны

Расчет трубобетонных колонн показал следующее (рис. 3, 4):

1) по предельному состоянию первой группы:

– принятые сечения сталежелезобетонных колонн достаточны для обеспечения прочности и устойчивости всего здания, а также для восприятия усилий при основном и особом сочетании нагрузок.

2) максимальный коэффициент использования прочности (максимальный процент исчерпания несущей способности):

- железобетонное сечение колонны – 0,277 (27,7 %);

- металлическое сечение колонны – 0,557 (55,7 %).

Несущая способность колонн обеспечена. Таким образом, использование трубобетонных конструкций представляет огромный интерес при проектировании зданий и сооружений различного назначения [4-7].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гнедовский, В.И.** Косвенное армирование железобетонных конструкций. – Л.: Стройиздат, Ленинград. – 1981. – 18 с., ил.

2. **Российская Федерация. Законы.** СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования (с Изменениями N 1, 2, с Поправками) [принят Министерством строительства России 30 декабря 2016 года] – Москва: Стандартинформ. – 2017. – Текст: непосредственный.

3. **Российская Федерация. Законы.** СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменением N 2) [принят Министерством строительства России 24 мая 2018 года] – Москва: Стандартинформ. – 2018. – Текст: непосредственный.

4. **Петров, Д.А.** Сведения о трубобетоне и его особенности // Научно-исследовательский центр "SCIENCE DISCOVERY". Московский государственный строительный университет (Национальный исследовательский университет). – 2021. - № 5. – С. 370-372.

5. **Егоров, В.В., Абу-Хасан, М.С., Бакина, О.А.** История развития и примеры использования трубобетона // Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции. Москва. – 2021.

6. **Тюкин, К.П., Касимов, Р.Г.** Применение внешней оболочки трубобетона из фиброармированных пластиков // Интеграция современных научных исследований в развитие общества. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – 2017.

7. **Корянова, Ю.И.** О проблеме применения трубобетона в России // Студенческая научная весна – 2010. Материалы региональной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых вузов Ростовской области. Министерство образования и науки Российской Федерации; Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт). – 2010.