

**Савенков Андрей Иванович,**

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: savenkov\_andrey@mail.ru

**Бессонова Алена Олеговна,**

учебный мастер, ассистент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: ploskonosova96@mail.ru

**Прокопьев Виктор Андреевич,**

магистрант, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: v.prokopev@bk.ru

## **ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТОЙ СТОЙКИ ЗАМКНУТОГО СЕЧЕНИЯ В СРЕДЕ ПЕНОБЕТОНА**

**Savenkov A.I., Bessonova A.O., Prokopiev V.A.**

## **INCREASING THE BEARING CAPACITY OF A CENTRALLY COMPRESSED CLOSED-SECTION RACK IN A FOAM CONCRETE ENVIRONMENT**

**Аннотация.** В работе рассматривается технология, совмещающая известную методику каркасно-щитового строительства с использованием лёгких металлоконструкций и получения теплоизоляционного, звукоизоляционного монолитного неавтоклавного пенобетона. Принцип возведения монолитно-каркасных сооружений с применением пенобетона заключается в формировании металлической конструкции, состоящей из колонн, опирающихся на фундамент, и замоноличенных пенобетоном горизонтальных балочных клеток перекрытий, связывающих все элементы каркаса в единый прочный остов здания. При этом наблюдается эффект повышения устойчивости стоек каркаса

**Ключевые слова:** пенобетон, облегчённые конструкции, каркас зданий.

**Abstract.** The paper considers a technology that combines the well-known method of frame-panel construction with the use of light metal structures and the production of heat-insulating, sound-insulating monolithic non-autoclaved foam concrete. The principle of the construction of monolithic frame structures using foam concrete consists in the formation of a metal structure consisting of columns resting on the foundation and horizontal girder cells of ceilings lined with foam concrete, connecting all the elements of the frame into a single solid skeleton of the building.

**Keywords:** foam concrete, lightweight structures, the frame of buildings.

Для повышения эффективности строительного производства, необходимым требованием к возводимым объектам является снижение собственного веса конструкций и стоимости строительства. Таким образом, необходимо разработать облегченные конструкции каркасов, без снижения несущей способности по сравнению с известными решениями [1]. В работе рассматривается технология, совмещающая известную методику каркасно-щитового строительства с использованием дерева или лёгких металлоконструкций и отработанной технологии получения на стройплощадке теплоизоляционного, звукоизоляционного монолитного неавтоклавного пенобетона, используемого в элементах и узлах дома. Технология возведения монолитно-каркасных сооружений с применением пенобетона заключается в монтаже металлической конструкции, состоящей из колонн, опирающихся на фундамент, замоноличенных пенобетоном, связывающим все элементы каркаса в единый прочный остов здания [2].

Рабочей гипотезой в данном исследовании является утверждение о повышении несущей способности элементов каркаса, заключенных в пенобетон [3]. Для количественного определения величины повышения несущей способности элементов. В настоящей работе испытывается стойка замкнутого сечения (рис. 1).

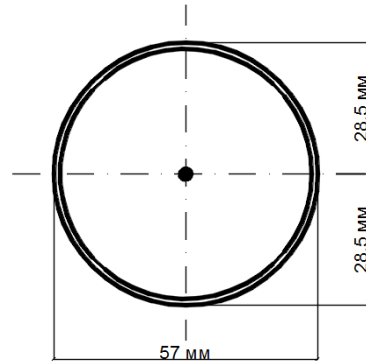


Рисунок 1 - Сечение испытываемой стойки С5.

Испытуемая стойка закреплена шарнирно в обеих опорах и загружается centrally (Рис.2). Коэффициент расчетной длины принимается за единицу.

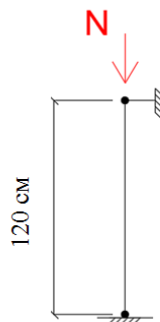


Рисунок 2 - Расчетная схема испытания centrally нагруженной свободной стойки.

Когда испытываемая стойка заключена в пенобетонную обойму, она находится в «стесненных условиях». Расчетная схема стойки в обойме имеет вид (рис. 3).

Для сравнительного анализа работы стойки производится ее теоретический расчет согласно СП16.13330.2017.

**Стойка С5** - Тр $\circ$ 50х2

$R_y=24,5$ ;  $A=3,46\text{см}^2$ ;  $J_x= J_y=13,08\text{см}^4$ ;  $W_x=W_y=4,59\text{см}^3$ ;  $i_x=i_y=1,95\text{см}$ .

Центральное сжатие при  $e=0$  см.,

п.7.1.3 формула 7  $\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1$ ;

$$\lambda = \frac{L}{i_x} = \frac{120}{1,95} = 61,5$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \frac{R_y}{E} = 61,5 \frac{24,5}{20600} = 2,12$$

Тип сечения «а», по таблице Д.1  $\varphi=0,864$

$$N_1 = \varphi A R_y = 0,864 \cdot 3,46 \cdot 24,5 = 73,2 \text{ кН}$$

Данное значение несущей способности отличается от величины критической силы, полученной по уравнению Эйлера-Ясинского  $N_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2}$ , поскольку получено при гибкости  $\lambda=61,5$ . По Эйлеру  $\lambda \geq \sqrt{\frac{\pi^2 E}{R_y}} = 100$  корректность в диапазоне при одной полуволне выгиба стойки. При такой гибкости расчет критической силы является некорректным и не совпадает с эмпирическими данными [4].

Результаты испытаний приведены на рисунке 4.

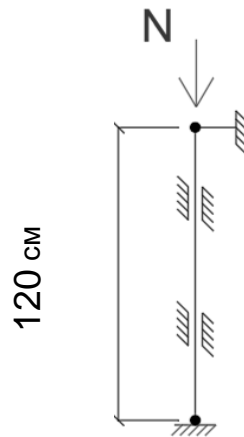


Рисунок 3 - Расчетная схема металлической стойки в обойме из пенобетона, заземленная неподвижными опорами.

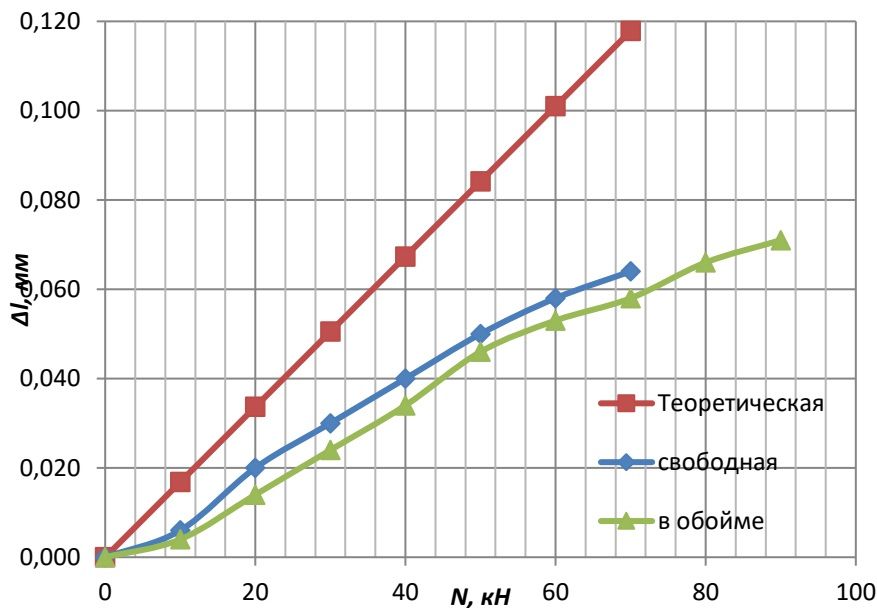


Рисунок 4 - Продольные перемещения центрально нагруженных стоек.

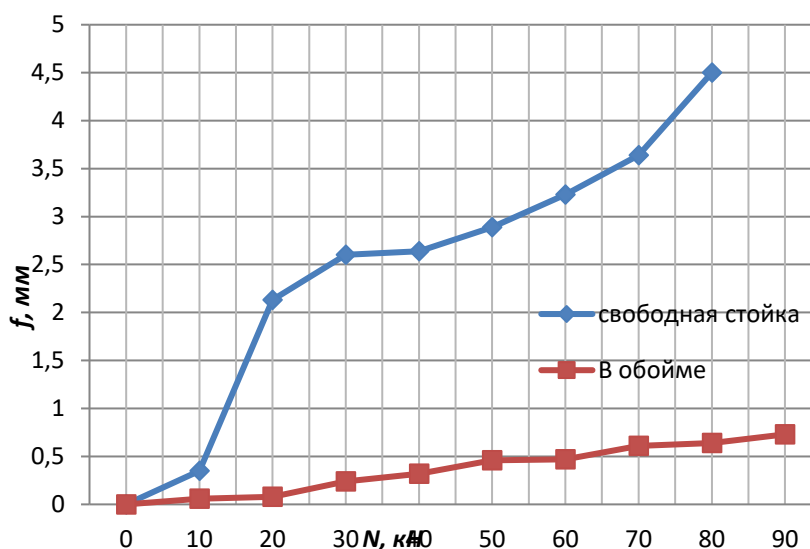


Рисунок 5 – Поперечный изгиб центрально нагруженных стоек.

Следует заметить, что перемещения точек в крайних волокнах сечения стойки отличается от теоретических. Разница связана расположением датчиков на крайних волокнах. Теоретическое значение перемещения точек определяется на оси элемента.

Закон Гука  $\sigma = NA = \varepsilon E = \frac{\Delta l}{l_0} E$ , отсюда  $\Delta l = \frac{NA l_0}{E}$  – теоретическое значение.

Согласно расчету, потеря устойчивости возможна при нагрузке более 70кН, что видно на графике (рис. 5). В то же время, стойка, заключенная в пенобетонную обойму, показала минимум выгиба и полную устойчивость.

Стойка в пенобетоне показала минимум поперечного выгиба и выдержала нагрузку 90кН, что показывает повышение несущей способности на 16%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Савенков А.И., Бессонова А.О., Шустов П.А.** Сравнение несущей способности и выгиба центрально сжатых стоек в пенобетонной обойме // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13. № 4 (47). с. 666-676.

2. **Савенков А.И., Заенец Е.О., Кетнер А.В.** Скрытый каркас из легких стальных тонкостенных конструкций в монолитном пенобетоне // Сборник научных трудов АНГТУ. 2021. Т. 1. №18. с. 130-133.

3. **Савенков А.И., Шустов П.А., Горбач П.С., Плосконосова А.О.** Оценка прочности пенобетона при осевом одноосном сжатии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 1 (32). С. 100-107.

4. **Александров А.В.** Соппротивление материалов. Изд.5-е стер. - М.: Высшая школа, 2007. – 559 с.