

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ТРУБОБЕТОННЫХ КОЛОНН НА ТРЁХКРАТНЫЙ ТОРЦЕВОЙ УДАР

Мамцев Р.С.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Копаница Д.Г.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет*

Трубобетон нашел применение при возведении некоторых зданий в ряде стран, начиная с 60-х годов 20-го столетия. В практике современного строительства трубобетон используется в качестве колонн для высотных зданий. Его преимущества по сравнению со стальными конструкциями той же несущей способности позволяют экономить расход стали до 50-%, а сравнение с обычными железобетонными конструкциями показывает, что при одинаковой несущей способности сечение трубобетонных элементов до двух раз меньше железобетонных.

За последние 10-летия трубобетонные колонны преимущественно из высокопрочных бетонов находят все более широкое применение в высотных зданиях. Благодаря тому, что стальная трубчатая оболочка колонн выполняет роль, как опалубки, так и арматуры, возведение колонн здания проводится с большей скоростью и с более низкими трудозатратами. Помимо технологических преимуществ, трубобетонные колонны обладают повышенной несущей способностью, воспринимая значительные нагрузки без образования трещин при значительных деформациях. В основу сейсмического расчета колонн каркаса на действие вертикальных нагрузок могут быть положены результаты исследований, полученные на моделях. Ниже приведены экспериментальные исследования моделей трубобетонных колонн на продольный удар. Рассмотрены случаи, когда на колонну последовательно действует один, два и три продольных удара.

В качестве обоймы были применены электросварные прямошовные трубы диаметром 102 мм с толщиной стенкой 3 мм, и диаметром 100 мм с толщиной стенки 2 мм. Высота моделей трубобетонных конструкций составляла 1000 мм. Конструкции опытных образцов показаны на рис. 1. Труба была заполнена мелкозернистым тяжёлым бетоном с соотношением компонентов по массе 2,35:1:5,5 цемент: песок: отсев фракции 5мм при водоцементном отношении  $W/C=0,46$ .

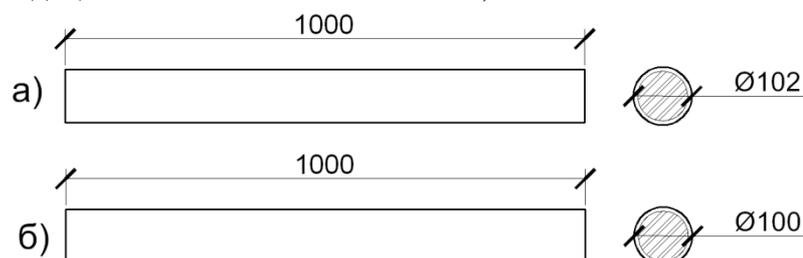
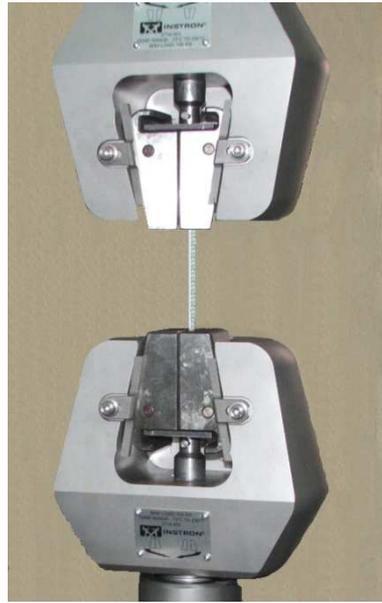


Рис. 1. Конструкции опытных образцов: а) труба с 3 мм стенкой; б) труба с 2 мм стенкой.

Для определения прочности бетона на момент проведения эксперимента из каждого замеса изготавливались шесть контрольных кубов 10x10x10 см и три контрольных призмы 10x10x40 см. Кубиковая и призматическая прочность бетона определялась по ГОСТ 10180-78.

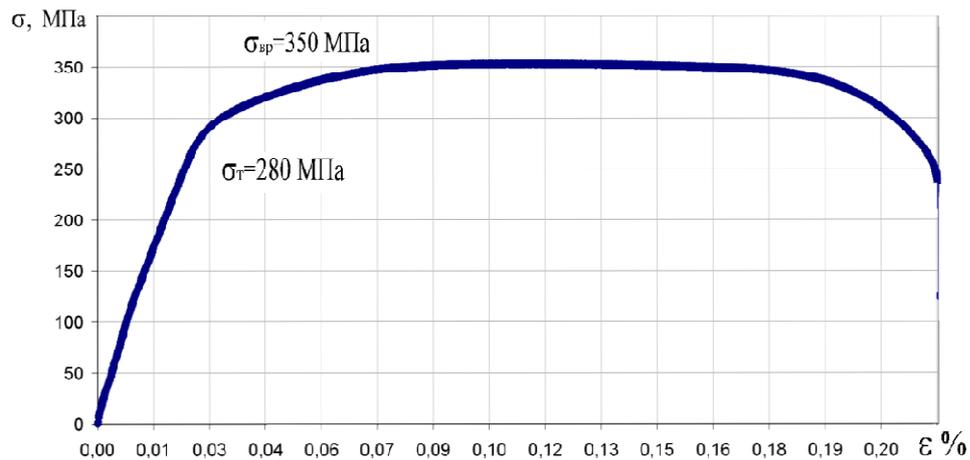
Для определения прочностных и деформативных характеристик стали были изготовлены из трубы, образцы квадратного сечения 3x3x120 мм, эти образцы были

испытаны на растяжение на универсальной машине INSTRON рис. 2, со скоростью 2 мм в минуту.



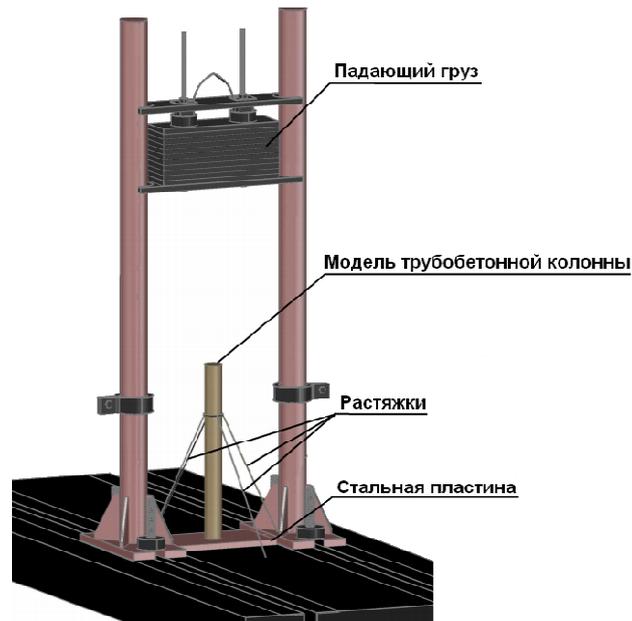
*Рис. 2. Испытание металлических образцов*

Диаграмма  $\sigma - \epsilon$ , построенная в процессе испытаний, показана на рис. 3.



*Рис. 3. Диаграмма растяжения металлических образцов.*

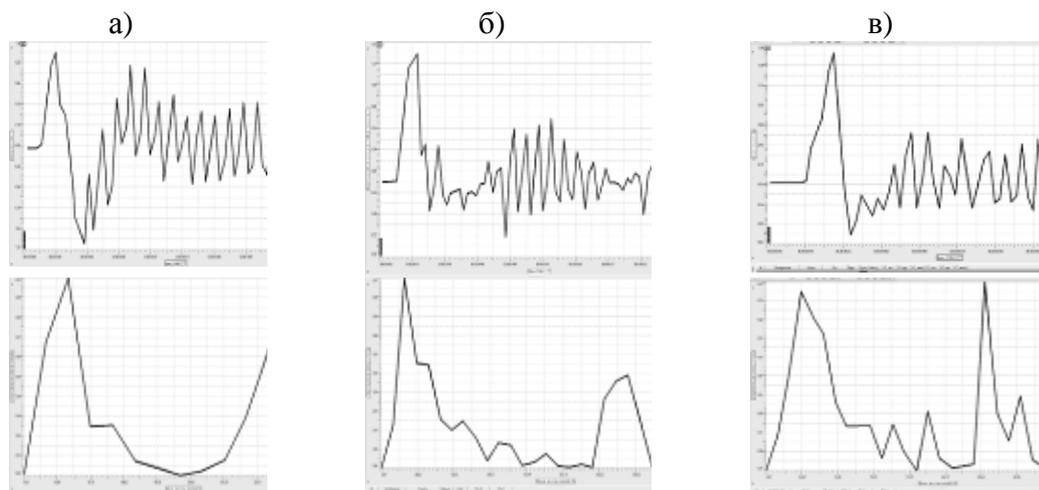
В процессе эксперимента модели колон устанавливались вертикально на стальную пластину толщиной 40 мм. Масса падающего груза при первом, втором и третьем ударе для колонн составляло 500 кг, высота падения 210 см. Во время ударных воздействий, модели колон сохраняли вертикальное положение с помощью растяжек выполненных из стальных тросов. Общий вид испытательного стенда показан на рис. 4.



*Рис. 4. Общий вид испытательного стенда*

Для измерения относительных деформаций на внешней поверхности стальной оболочки были наклеены тензорезисторы типа ПКБ с базой 20 мм, номинальным сопротивлением 100 Ом и коэффициентом тензочувствительности – 2,2. Регистрация динамических параметров выполнялась измерительными блоками со встроенными пьезокерамическими датчиками ускорения ADXL- 202AQC1 производства USA фирмы ANALOG DIVICE, измеряющими ускорение в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Верхние диаграммы на рис. 5 представляют собой акселерограммы, построенные по показаниям акселерометра, установленного в нижней части колонны: а) после первого удара; б) после второго удара; в) после третьего удара. Нижние диаграммы являются соответствующими спектрами мощности колебаний, полученные быстрым преобразованием Фурье. Как видно из сравнения спектрограмм с каждым последующим ударом происходило снижение частоты собственных колебаний колонны в интервале с 62 Гц до 32 Гц.



*Рис. 5. Акселерограммы и спектры мощности колебаний колонны: а) первый удар; б) второй удар; в) третий удар.*



а) Разрушении колонны после первого удара.



б) Разрушении колонны после второго удара.



в) Разрушении колонны после третьего удара.

*Рис. 6. Модель трубобетонной колонны после 1-го, 2-го и 3-го удара.*

После первого удара произошло искривление продольной оси колонны (рис. 6, а). Деформации происходили в упругой стадии работы. Второй удар вызвал большее искривление продольной оси по третьей форме колебаний (рис. 6, б). Третий удар привел к выходу из строя тензорезисторов и еще большему искривлению (рис. 6, в). В процессе троекратного ударного нагружения общая высота колонны уменьшилась на 3 см.