

**Результаты испытания натурального элемента
железобетонной колонны и ее модели**

Нагорекин Н.В., Яскевич М.А.

(Научный руководитель – Босовец Ф.П.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Известно, что между моделью и натурным образцом (прототипом) должны существовать законы подобия:

1. Относительные деформации в модели и прототипе должны быть равны $\epsilon_m = \epsilon_p$.

2. Коэффициент Пуассона в материалах модели и прототипа должны быть равны $\gamma_m = \gamma_p$.

3. Модель и прототип должны обладать геометрическим подобием. Коэффициент масштаба должен быть одинаков во всех направлениях $S \cdot L_m = L_p$.

4. Модель и прототип должны обладать одинаковым коэффициентом линейного температурного расширения. При проектировании и изготовлении образца модели и прототипа были соблюдены законы геометрического подобия в масштабе 1:4, но что же касается зерен песка и цемента, то подобие здесь принималось 1:1. Ранее проведенные исследования в нашей стране и за рубежом при масштабах до 1:5 показали, что масштабный фактор по песку и цементу на работе элементов не сказывается.

С целью изучения количественных и качественных отличий в работе модели и натурального образца нами были проведены экспериментальные исследования на железобетонных колоннах.

Было изготовлено и испытано на центральное сжатие 2 образца – один натуральных размеров, а другой в виде модели $\frac{1}{4}$ размера прототипа. Оба образца выполнены из бетона класса $C^{50}_{/60}$ и заармированы 8 стержнями, равномерно расположенными по периметру сечения. В качестве рабочей арматуры натурального образца использованы стержни $\varnothing 40$ мм класса А-III, а в модели – $\varnothing 10$ А-III. Поперечное и косвенное армирование было выполнено из стержней $\varnothing 14$ А-III и $\varnothing 3,5$ Вр-I соответственно. Конструкция образца показана на рисунке 1.

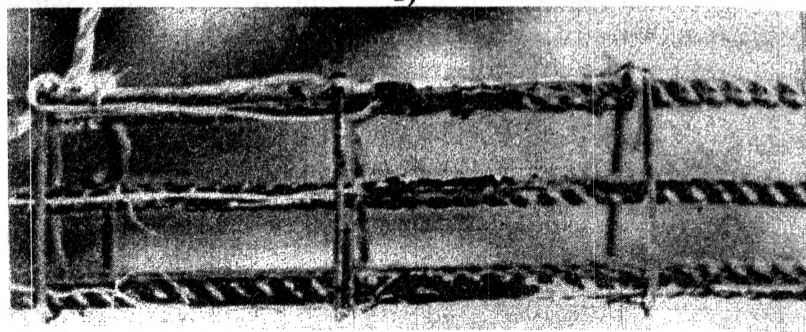
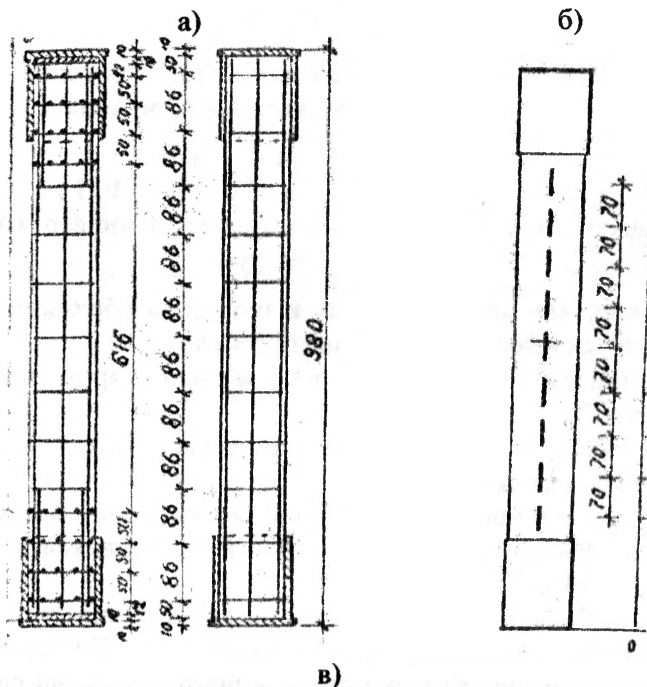


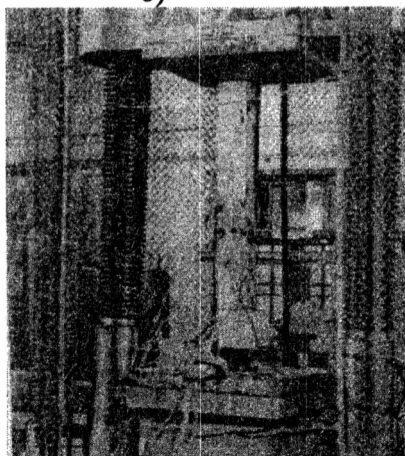
Рисунок 1. Конструкция модели колонны (а), общий вид модели с расположением измерительных приборов (б), наклейка тензорезисторов на арматуру (в)

При изготовлении образцов одновременно бетонировались контрольные кубы с ребром 100 мм и призмы размером 100×100×400 мм, по которым устанавливались физико-механические свойства бетона. Испытания проводились на прессе ИПС1000 и 2ПГ-500 по общепринятой методике для центрально-сжатых элементов (рисунок 2).

а)



б)



в)

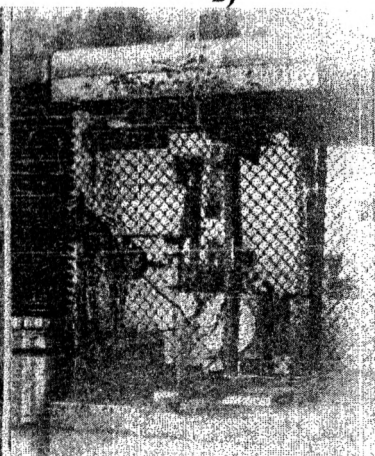


Рисунок 2. Подготовка натурального образца к испытанию ИПС1000 (а) и испытание модели колонны на гидравлическом прессе 2ПГ-500 (б), испытание арматуры на сжатие (в)

Физико-механические характеристики арматурной стали Ø40 и 10 мм класса А-III определялись испытанием ее как на растяжение, так и на сжатие. Опыты показали, что предел текучести (σ_{yk}) для стержней Ø10 А-III составил 427 МПа, а для Ø40 мм А-III – $\sigma_{yk}=405$ МПа. Здесь уже появились первые количественные различия. При увеличении диаметра стержня предел текучести стали уменьшается. Такое явление было раньше замечено в исследованиях Рискинда Б.Я. и Шарниковой Г.И. [1].

При испытании железобетонных образцов нагружение производилось этапами, составляющими, примерно, 10% разрушающей нагрузки с выдержкой на каждой ступени в течение 5 мин. Деформации на бетонной поверхности образцов замерялись тензорезисторами с базой 50 мм и индикаторами с ценой деления 0,001 мм на базе 360 мм. Образцы центрировались и нагружались по физической оси. Характеристики опытных элементов и величины разрушающих нагрузок, полученные из опыта, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытания образцов

Вид образца	Сечение в мм	Армирование	Призмная прочность, МПа	Предел текучести, σ_{yk} , МПа	N_{Rd}^{on}	$N_{Rd}^{теор}$	$\frac{N_{Rd}^{on}}{N_{Rd}^{теор}}$
натурный	390×400	8Ø40 АIII	43,2	405	9300	10089	0,92
модель	100×100	8Ø10 АIII	43,2	427	720	509,5	1,41

Относительные деформации продольного сжатия и поперечного растяжения контрольных образцов показаны на рисунке 3.

Анализируя графики деформаций следует отметить, что более высокой деформативностью отличалась модель.

Отношение опытного значения разрушающей нагрузки к соответствующему теоретическому для натурального образца составило величину, равную 0,92, а для модели – 1,41.

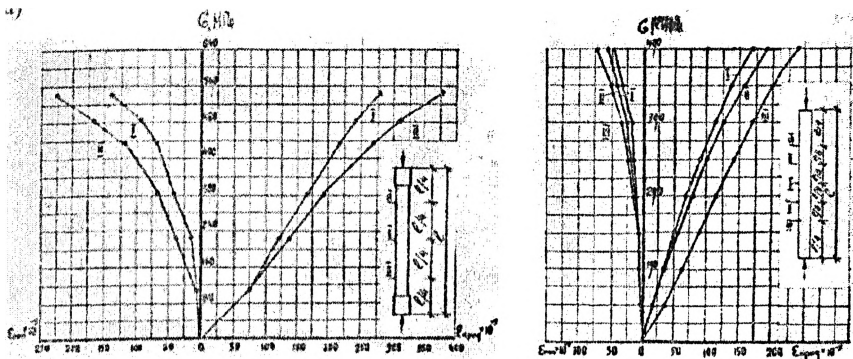


Рисунок 3. Диаграммы испытаний $\sigma - \epsilon$ для модели (а) и натурального образца (б)

Таким образом, полученный комплекс сведений по материалам испытания образцов позволили сделать основной вывод: по характеру работы от начала загрузки и до разрушения, как модель, так и ее прототип, обладали одинаковой качественной картиной, но в количественном отношении наблюдались некоторые различия, с которыми следует считаться:

1. Неоднородность бетона по высоте сечения в натуральных образцах значительно выше, чем в моделях.
2. Арматурная сталь малых диаметров имеет предел текучести на 6-7% выше, чем сталь крупных диаметров.
3. С уменьшением размеров железобетонного образца быстропротекающая ползучесть увеличивается, что, видимо, является причиной более высокой относительной предельной сжимаемости бетона в моделях.
4. Относительная прочность моделей выше, чем в натуральных элементах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рискинд Б.Я., Шарникова Г.И. Работа стержневой арматуры на сжатие – Бетон и железобетон, 1974, №10,
2. Прис Б.В., Дэвис Д.Д. Моделирование железобетонных конструкций. Перевод с английского, Минск, 1974.
3. Питлюк Д.А. Моделирование при расчете зданий и сооружений – Строительство и архитектура, Ленинград, 1963, №8.