

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное  
агентство по образованию  
Казанский Государственный архитектурно-строительный университет  
Кафедра железобетонных и каменных конструкций

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

по дисциплине БЗБВ.5. «Железобетонные и каменные конструкции»

## Испытания внецентренно-сжатой стойки

Разработали:

В.А. Яров, О.П. Медведева, В.И. Колдырев, Л.В. Щербаков.  
Красноярская ГАСУ

Казань, 2013

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение напряженно-деформированного состояния внецентренно-сжатого элемента с большим эксцентриситетом.

В ходе выполнения третьей лабораторной работы решаются следующие основные задачи:

- изучение работы колонны до и после появления нормальных к продольной оси трещин;
- исследование характера образования и развития нормальных трещин;
- исследование характера разрушения колонны;
- определение теоретической и экспериментальной разрушающих сил, сравнение их величин;
- обработка и анализ полученных данных.

Для конструкций колонн характерны напряженные состояния, связанные с проявлением осевых деформаций в растянутой и сжатой зонах поперечных относительно продольной оси.

Напряженное состояние описывается условиями совместности деформаций и равновесия.



### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ

Для реализации поставленной цели и задач используется железобетонная колонна прямоугольного сечения с уширениями в опорных частях из тяжелого бетона, армированная пространственным каркасом. Продольная рабочая арматура в растянутой и сжатой зонах – стержневая класса А240 диаметром 10 мм.

Длина колонны	$L$	120 см
Длина участка постоянного сечения	$L_1$	80 см
Ширина сечения	$b$	10 см
Высота сечения	$h$	17 см
Рабочая высота сечения	$h_0$	15 см



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ПРИБОРЫ

Испытание железобетонной колонны производится на специальном металлическом стенде.

Загружение колонны осуществляется гидравлическим домкратом ДГ-25 с диаметром поршня 100 мм.

Измерение длин производится рулеткой, диаметры – штангенциркулем, горизонтальные перемещения (выгиб колонны) определяются прогибомером б.п.а.о.; относительные деформации сжатия и растяжения – мессурами с индикаторами часового типа ИЧ-10. Для измерения ширины раскрытия трещин применяется микроскоп МПБ-3.



В процессе испытания колонны наблюдаются три стадии напряженно-деформированного состояния в ее нормальном сечении.

В начале загрузки напряжения в бетоне и арматуре невелики. Затем в бетоне растянутой зоны развиваются неупругие деформации. Напряжения приближаются к пределу прочности бетона на растяжение –  $R_{bt}$  (стадия I).

В бетоне, в растянутой зоне, образуются трещины - в начале в середине, а затем по всей длине участка постоянного сечения колонны (стадия II). В местах образования трещин совместность работы бетона и арматуры нарушается.

Высота сжатой зоны сечения постепенно уменьшается, увеличивается ширина раскрытия трещин. Конец стадии II характеризуется началом заметных неупругих деформаций в растянутой арматуре. Напряжения в растянутой арматуре достигают физического предела текучести. При увеличении выгиба колонны величина эксцентриситета  $e_0$  также увеличивается, т. е. изгибающий момент в колонне возрастает

$$M = F (e_0 + f),$$

где  $f$  – перемещение середины элемента.

Разрушение железобетонной колонны начинается с арматуры растянутой зоны и заканчивается раздроблением бетона сжатой зоны. Разрушение носит пластический характер. После разрушения колонны уточняется диаметр растянутой и сжатой арматуры  $d$  и толщины защитных слоев  $a$ .



### ОБРАБОТКА И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Номер этапа	Показание приборов							Примечание
	Манометр	Прогибомер	Микроскоп	Индикатор				
				И1	И2	И3	И4	
0	0	6234		911	197	903	100	образовались трещины
1	10	6250		907	208	897	110	
2	20	6289		903	215	892	116	
3	30	6325		901	219	889	119	
4	40	6360		898	224	886	123	
5	50	6395		896	228	882	126	
6	60	6422		894	232	879	128	
7	70	6459		893	235	876	132	
8	80	6486		892	239	873	134	
9	90	6508		890	242	871	137	
10	100	6528		887	246	867	139	
11	110	6555		885	249	864	142	
12	120	6582		882	252	862	146	
13	130	6607		878	256	859	148	
14	140	6638		875	259	856	153	
15	150	6671		871	262	853	157	
16	160	6708		866	266	851	163	
17	170	6752		861	269	849	169	



Усилие, создаваемое домкратом, определяется как произведение величины давления в гидросистеме  $p$  на площадь поршня  $A$

$$F = p A.$$

Выгиб колонны вычисляется по разности отсчетов прогибомеров, умноженной на цену деления  $\gamma$

$$\varphi = (N_i - N_d) \gamma$$

Вычисляются относительные деформации растяжения  $\varepsilon_t$  и сжатия  $\varepsilon_c$ , являющиеся средними арифметическими деформациями, рассчитанными по показаниям мессур  $M1, M3$  и  $M2, M4$ .

Расчеты, выполненные по показаниям приборов, заносятся в таблицу журнала испытаний.

На основе обработанных данных строится диаграмма «Нагрузка  $F$  – выгиб колонны  $\varphi$ ».

Устанавливается погрешность измерения нагрузки, соответствующая разрушению колонны

$$\Delta F = \Delta P \pi D^2 / 4 + \Delta D P \pi D / 2,$$

где  $P$  – давление, при котором произошло разрушение колонны;

$D, \Delta D, \Delta P$  – обозначения, аналогичные использованным в лабораторных работах №1 и №2.

Фиксируется предельная сила (прочность колонны) с учетом погрешностей измерения.



Результаты расчетов по показаниям измерительных приборов

Номер этапа	Нагрузка $F$ , кН	Выгиб, $f$ , мм	Относительные деформации сжатия, $\varepsilon_c \cdot 10^5$	Относительные деформации растяжения, $\varepsilon_t \cdot 10^5$
1	7.85	0.16	27	14,2
2	15.70	0.55	44	24,5
3	23.55	0.91	53	31
4	31.40	1.26	65	39
5	39.25	1.61	73,5	46,5
6	47.10	1.88	81,3	53
7	54.95	2.25	90,3	58
8	62.80	2.52	98	63,2
9	70.65	2.74	106	68,4
10	78.50	2.94	113,5	72,2
11	86.35	3.21	121,3	83,8
12	94.20	3.48	130,3	90,3
13	102.65	3.73	138,0	99,3
14	109.90	4.04	148,4	107
15	117.75	4.37	160,0	116,1
16	125.60	4.74	170,3	125,1
17	133.50	5.18	181,9	134,2





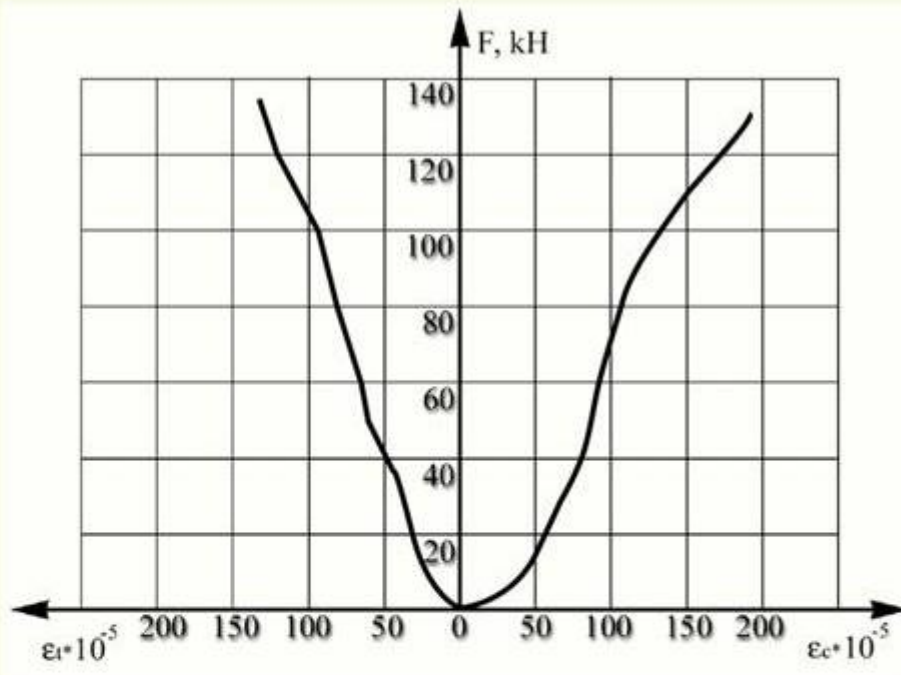


График зависимости «Нагрузка-относительные деформации сжатия  $\epsilon_c$  и растяжения  $\epsilon_p$ »

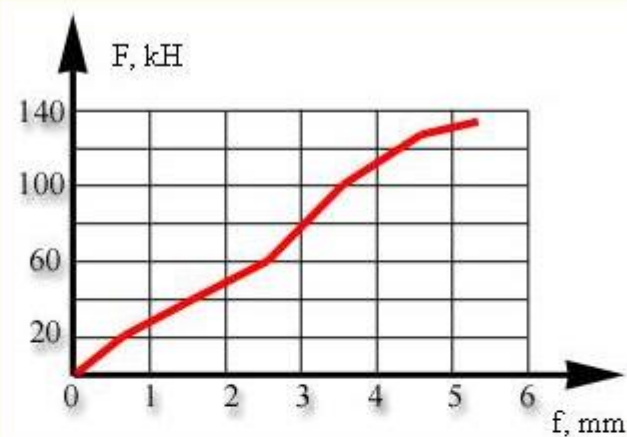


График зависимости «Нагрузка  $F$  - выгиб колонны  $f$ »





Схема развития трещин

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрушение железобетонной колонны произошло в сжатой зоне при потере несущей способности бетона.

Экспериментальная предельная сила составила  $F_{\text{к}}^{\text{ex}}=144,75$  кН, теоретическая сила с учетом фактических характеристик бетона и арматуры  $F_{\text{к}}=134,14$  кН, что на 7,9% меньше экспериментальной.

Визуальное наблюдение позволили установить начало образования трещин при силе  $F_{\text{сж}}^{\text{ex}}=39,25$  кН на 5-ом этапе нагружения. Теоретическая сила, вызывающая появление трещин составила  $F_{\text{сж}}=36,84$  кН, что ниже опытного на 6,5%.

