

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

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

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

## **Определение прочности каменной кладки с косвенным армированием**

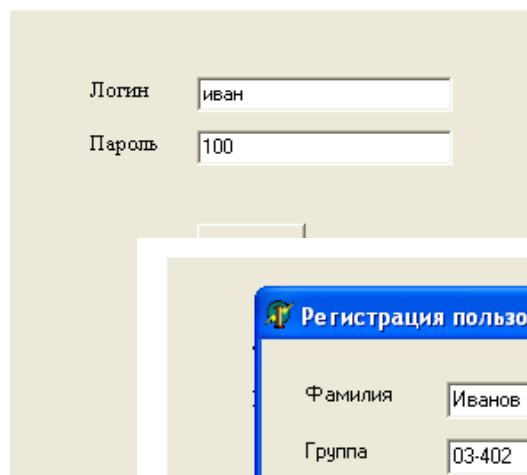
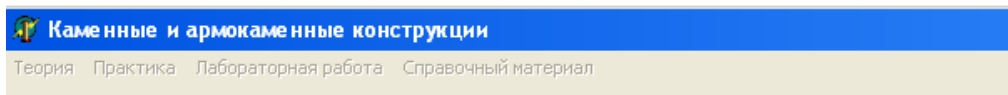
Разработал: к.т.н. Антаков А.Б.

Казань, 2013

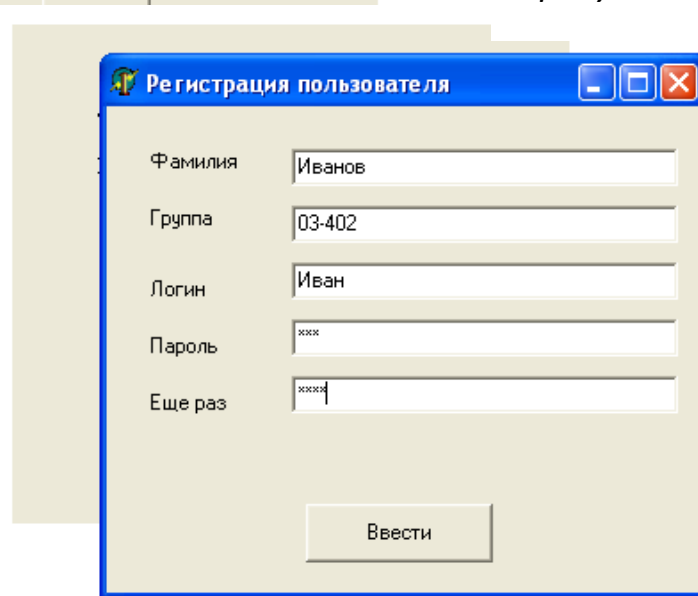
**Цель работы – ознакомление с методами определения прочности каменной кладки с косвенным армированием**

**Задачи:**

- просмотр видеоролика испытания;
- выполнение индивидуальной работы в комплексе «каткон» (см. в папке ЛР-14);
- ответы на контрольные вопросы по тематике работы.



*При запуске программы открывается окно для ввода пары «логин-пароль». Для начала или продолжения работы с комплексом необходимо ввести свои данные. Если вход в программу осуществляется впервые открывается окно регистрации пользователя. Необходимо ввести требуемые данные и закрыть окно.*



Каменные и армокаменные конструкции

Теория Практика Лабораторная работа Справочный материал

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ИСПЫТАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО НАГРУЖЕННОГО КИРПИЧНОГО СТОЛБА С КОСВЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

**Цель работы** – проведение расчетов и испытание центрально нагруженного кирпичного столба с косвенным армированием.

**Этапы выполнения работы:**

- выполнение расчета опытного элемента по СНиП-22-81 и физической модели,
- подготовка к испытаниям,
- проведение испытания опытного образца и заполнение протокола,
- выполнение сопоставления теоретических и экспериментальных данных.

**Исходные данные:**

Размеры опытного элемента $b \times l \times h$ , мм	380×250×1250
Прочность кирпича на сжатие, МПа	14,7
Прочность раствора, МПа	3,2
Характеристики косвенного армирования	Сетки из стержней $\varnothing 4$ Вр-1 с шагом 50 мм. Шаг сеток по высоте столба – 200 мм ( через 2 ряда )

Какие расчетные параметры опытного образца фигурируют в расчетных вычислениях? Испытание

OK

- Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент продольного изгиба
- Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент продольного изгиба, коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки
- Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки
- 

пуск альбом КАМКОН - Ми... C:\Documents and Se... Kamarmo RL 15:23

**Каменные и армокаменные конструкции**

Теория Практика Лабораторная работа Справочный материал

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТА по СНиП-22-81.

Условие прочности

$$N \leq m_g \varphi R_{sk} A.$$

Примечание: **Синим** цветом выделены расчетные параметры основного условия прочности, **зеленым** – вспомогательные.

$R$  – расчетное сопротивление кладки по табл. 2 -  $R = 1,6$  МПа;

$R_{sk} \leq 2R$  – расчетное сопротивление кладки при центральном сжатии, определяемое по формуле

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu R_s}{100} = 1,6 + 2 \times 0,252 \times 216 / 100 = 2,68 \text{ МПа} < 2R = 3,2 \text{ МПа},$$

где  $\mu$  – процент армирования кладки определяемый по формуле для сеток с квадратными ячейками из арматуры сечением  $A_{st} = 12,6 \text{ мм}^2$  с размером ячейки  $C = 50 \text{ мм}$  при расстоянии между сетками по высоте  $s = 200 \text{ мм}$

$$\mu = \frac{2A_{st}}{CS} \cdot 100 = 2 \times 12,6 \times 100 / (50 \times 200) = 0,252 \%,$$

$R_s$  – расчетное сопротивление стержней арматурной сетки с учетом коэффициента условий работы  $\gamma_{cs} = 0,6$

$$R_s = 360 \times 0,6 = 216 \text{ МПа};$$

$\varphi$  – коэффициент продольного изгиба, определяемый по [таблице 18](#) для  $\lambda_{11}$  или  $\lambda_{12}$ .

2 - 125/25 = 5

Какие расчетные параметры опытного образца фигурируют в расчетных выд. Испытание \_\_\_\_\_ дик расчета СНиП?

Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент продольного изгиба

Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент продольного изгиба, коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки

Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки

OK

пуск | альбом КАМКОН - Ми... | C:\Documents and Se... | Kamarmo | RL | 15:23

**Каменные и армокаменные конструкции**

Теория Практика Лабораторная работа Справочный материал

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТА по физической модели

**Высота столба**  $h = 1250$  мм.  
**Сечение столба**  $a \times b = 380 \times 250$  мм.  
**Прочностные характеристики камня**  
 $R_{ef} = 14,7$  МПа;  
 $R_{sq} = 2,5$  МПа;  
 $R_t = 0,74$  МПа;

**Угол наклона граней клина**  
 $\alpha = 48^0$

**Процент армирования вертикальных сечений**  
 $\mu = 100 A_{st} / (CS) = 100 \times 12,6 / (50 \times 200) = 0,126 \%$

**Приведенная прочность камня на растяжение**  
 $R_{ts} = R_t + \mu R_s / 100 = 0,74 + (0,126 \times 360) / 100 = 1,19$  МПа,

**Определение геометрических характеристик модели**

Какие расчетные параметры опытного образца фигурируют в расчетных выд  дик расчета СНиП?

Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент продольного изгиба

Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент продольного изгиба, коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки

Расчетное сопротивление кладки сжатию, площадь сечения, коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки

OK

пуск | альбом КАМКОН - Ми... | C:\Documents and Se... | Kamarmo | RL | 15:24

**Испытание**

Определяем процент армирования кладки:  
 $\mu = (2 \cdot A_{st} / (C \cdot S)) \cdot 100 =$   %

Определяем расчетное сопротивление армированной кладки:  
 $R_{sk} = R + 2 \cdot \mu \cdot R_s / 100 =$   МПа

Определяем временное сопротивление каменной кладки сжатию  $k=2$   
 $R_u = k \cdot R =$   МПа

Определяем временное сопротивление армированной кладки сжатию  
 $R_{sk,u} = k \cdot R + 2 \cdot R_s \cdot \mu / 100 =$   МПа

Определяем упругую характеристику армированной кладки:  
 $\alpha_{sk} = \alpha \cdot R_u / R_{sk,u} =$

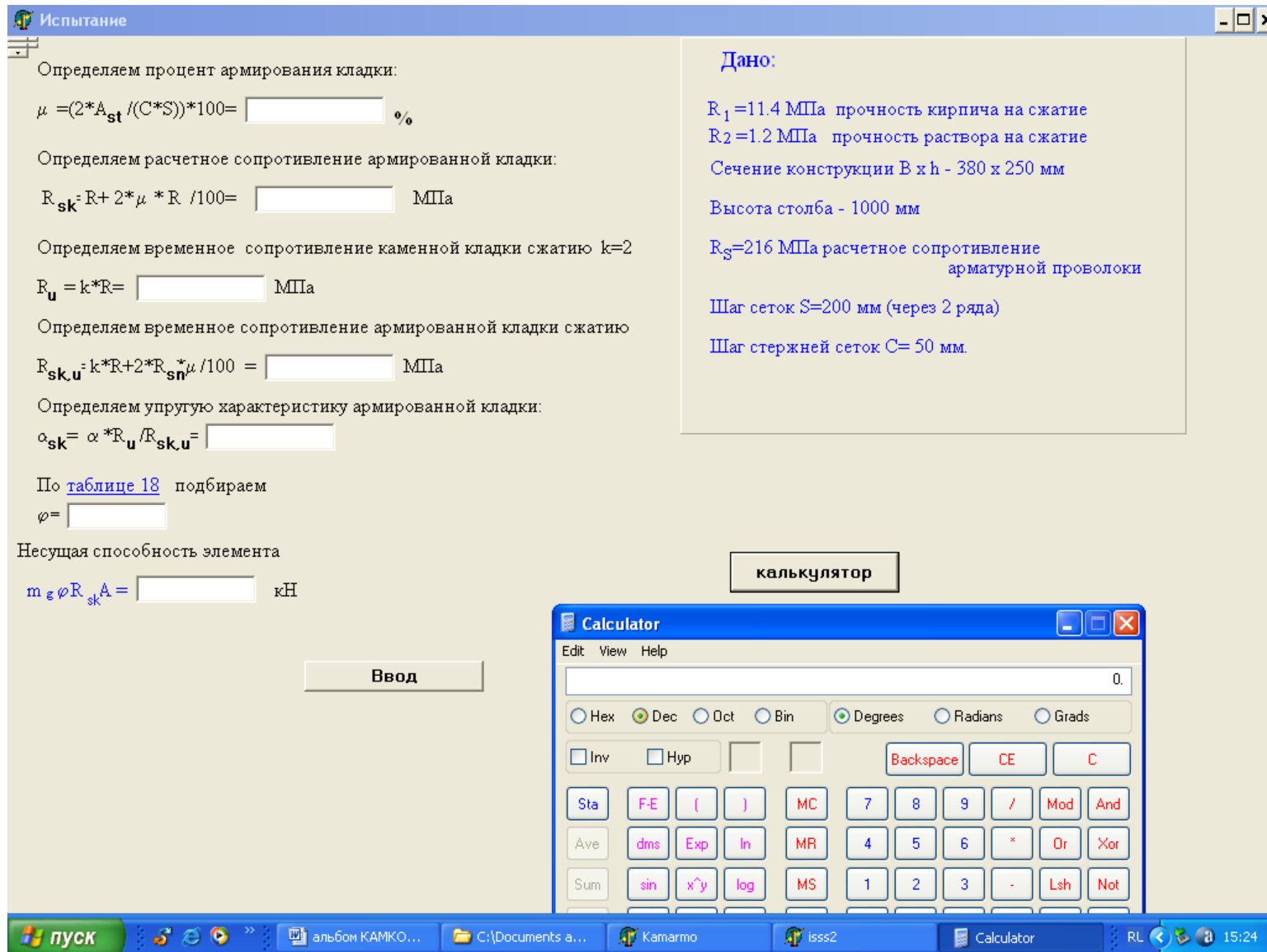
По [таблице 18](#) подбираем  
 $\varphi =$

Несущая способность элемента  
 $m \varphi R_{sk} A =$   кН

**Ввод**

**Дано:**  
 $R_1 = 11.4$  МПа прочность кирпича на сжатие  
 $R_2 = 1.2$  МПа прочность раствора на сжатие  
Сечение конструкции  $B \times h - 380 \times 250$  мм  
Высота столба - 1000 мм  
 $R_s = 216$  МПа расчетное сопротивление арматурной проволоки  
Шаг сеток  $S = 200$  мм (через 2 ряда)  
Шаг стержней сеток  $C = 50$  мм.

**калькулятор**



Испытание
[-] [x]

### Протокол испытания

Этап	Нагрузка (И-1+И-3)/2	И-2	И-4	Т-1	Т-2	
0	0	0	0	0	0	$l_1$ 800
1						$l_2$
2						280
3						
4						
5						
6						

Динамометр прессы, т

Управление прессом

Нагрузка

Индикаторы мессур

(И-1+И-3)/2, мм

И-2, мм

И-4, мм

АИД

Т-1

Т-2

Перед началом испытаний необходимо ввести в протокол "нулевые" отсчеты и значения баз измерений приборов

Windows taskbar showing: пуск, альбом КАМКО..., C:\Documents a..., Kamarmo, lss2, Calculator, RL, 15:25



Испытание

### Протокол испытания

Этап	Нагрузка (И-1+И-3)/2	И-2	И-4	Т-1	Т-2	
0	0	0	0	0	0	$l_1$
1	10	0	0	0.00004	0.00006	800
2	20	0	0.01	0.00006	0.00009	$l_2$
3	30	0.02	0.03	0.00011	0.00012	280
4	40	0.04	0.05	0.00019	0.00018	
5						
6						

Динамометр прессы, т

Индикаторы мессур (И-1+И-3)/2, мм

И-4, мм

ИИД

Т-1

Т-2

Управление прессом

Нагрузка

Приборы И-4 и И-2 условно демонтируются. В протокол заносятся:  
 В протокол заносятся показания И-1(И-3), Т-1 и Т-2

Испытание
\_ □ ×

### Протокол испытания

Этап	Нагрузка (И-1+И-3)/2	И-2	И-4	Т-1	Т-2	
0	0	0	0	0	0	$l_1$
1	10	0	0	0.00004	0.00006	800
2	20	0	0.01	0.00006	0.00009	$l_2$
3	30	0.02	0.03	0.00011	0.00012	280
4	40	0.04	0.05	0.00019	0.00018	
5	50	0.07	*	0.00034	0.00046	
6	60	0.1		0.00078	0.00083	

Динамометр пресса, т

Управление прессом

Нагрузка

Индикаторы мессур

(И-1+И-3)/2, мм

И-2, мм

И-4, мм

АИД

Т-1 0.00078

Т-2 0.00083

Приборы И-1 и И-3 демонтируются. В протокол заносятся показания Т-1 и Т-2

пуск
альбом КАМКО...
C:\Documents a...
Kamarm
lsss2
Calculator
RL
15:25

Испытание
\_ □ ×

### Протокол испытания

Этап	Нагрузка (II-1+II-3)/2	II-2	II-4	T-1	T-2	
0	0	0	0	0	0	$l_1$
1	10	0	0	0.00004	0.00006	800
2	20	0	0.01	0.00006	0.00009	$l_2$
3	30	0.02	0.03	0.00011	0.00012	280
4	40	0.04	0.05	0.00019	0.00018	
5	50	0.07	*	0.00034	0.00046	
6	60	0.1		0.00078	0.00083	

Динамометр прессы, т

Управление прессом

Нагрузка

Индикаторы мессур

(II-1+II-3)/2, мм

II-2, мм

II-4, мм

AИД

T-1

T-2

Приборы И-1 и И-3 демонтируются. В протокол заносятся показания T-1 и T-2

Испытание
□ □ ×

### Протокол испытания

Этап	Нагрузка (II-1+II-3)/2	II-2	II-4	T-1	T-2	
0	0	0	0	0	0	$l_1$
1	10	0	0	0.00004	0.00006	800
2	20	0	0.01	0.00006	0.00009	$l_2$
3	30	0.02	0.03	0.00011	0.00012	280
4	40	0.04	0.05	0.00019	0.00018	
5	50	0.07	*	0.00034	0.00046	
6	60	0.1		0.00078	0.00083	

Динамометр прессы, т

Управление прессом

Завершение

Индикаторы мессур

(II-1+II-3)/2, мм

II-4, мм

II-2, мм

АИД

T-1

T-2

Испытание завершено Значение разрушающей нагрузки -92,34 т

Windows taskbar showing: пуск, альбом КАМКО..., C:\Documents a..., Kamarmo, lsss2, Calculator, RL, 15:26

**Испытание**

### Обработка результатов и построение графических зависимостей

Этап	Нагрузка	(И-1+И-3)/2	И-2	И-4	Т-1	Т-2
0	0	0	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0.00004	0.00006
2	20	0	0.01	0.01	0.00006	0.00009
3	30	0.02	0.03	0.02	0.00011	0.00012
4	40	0.04	0.05	0.05	0.00018	0.00018

$l_1$

$l_2$

Калькулятор

Необходимо самостоятельно построить графики изменения относительных вертикальных и горизонтальных деформаций кладки и стальных элементов сетки косвенного армирования

Относительные деформации кладки на каждом этапе определяются

$$\varepsilon_{\text{верт}} = \Delta \text{И-1} / l_1$$

$$\varepsilon_{\text{гор}} = \Delta \text{И-2} / l_2$$

Относительные деформации стержней сетки

$$\varepsilon_{\text{гор}}^{\text{ср}} = (\varepsilon_{\text{Т-1}} + \varepsilon_{\text{Т-2}}) / 2$$

**Чертить**

**Ввод**

Windows taskbar: пуск, альбом КАМКО..., C:\Documents a..., Kamarmo, Calculator, isss2, 15:27

**Испытание**

Сопоставление опытных и теоретических результатов

Расчетное значение несущей способности столба по СНиП П-22-81 -  $N_{\text{calСНиП}} = 394,82$  кН. Калькулятор

Расчетное значение несущей способности столба по физической модели -  $N_{\text{calФМ}} = 1168,4$  кН

Опытное значение разрушающей нагрузки -  $N_{\text{exp}} = 923,4$  кН.

Сравнение расчетных значений несущей способности по СНиП П-22-81 с величиной опытной разрушающей нагрузки

$[(N_{\text{calСНиП}} - N_{\text{exp}}) / N_{\text{calСНиП}}] * 100 \% =$

Сравнение расчетных значений несущей способности по физической модели с величиной опытной разрушающей нагрузки

$[(N_{\text{calФМ}} - N_{\text{exp}}) / N_{\text{calФМ}}] * 100 \% =$

Ввод

Windows taskbar: пуск, альбом КАМКОН - М..., C:\Documents and Se..., Kamarmo, isss2, RL 15:28