

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Лицензия на проведение

Обследование и проектирование

ЛВ№490999

Свидетельство об аттестации

100-3424/2009 от 13.11. 2009г

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

д-р техн. наук, профессор

Д.Ф. Гончаренко

2011г



ПРОТОКОЛ

Лабораторные испытания кладочных стеновых элементов с определением их
эффективности в зависимости от армирования.

Договор №2835 от 23.08.11г.

Заказчик: ОАО «Завод им. Фрунзе».

Заведующий кафедрой строительных материалов и
изделий, д.т.н., профессор

Руководитель темы:

канд. тех. наук, доцент

Вандоловский А.Г.

Бондарь В. А.

Харьков 2011г.

1. Заказчик: ОАО «Завод им. Фрунзе».

2. Объект испытаний:

- стена из керамического кирпича М100 не армированная на растворе состава Ц/П 1:3 (модель стены представлена на рис. 1);
- стена из керамического кирпича М100 армированная в продольном направлении арматурной сеткой $d=3\text{мм}$ на растворе состава Ц/П 1:3 (модель стены представлена на рис. 2);
- стена из керамического кирпича М 100 армированная в продольном направлении сеткой ПВС на растворе состава Ц/З 1:3 (модель стены представлена на рис 3).

3. Дата изготовления образца:

-образцы изготовлены и испытаны с 23.08.2011 по 30.11.2011г.

4. Цель испытаний:

1) *Определение характера деформаций и предела прочности кирпичных стеновых элементов (образцов):*

- без армирования;
- с армированием арматурной сеткой $d=3\text{мм}$ и шагом $100\times 100\text{мм}$;
- с армированием оцинкованной арматурной просечно-вытяжной сеткой (ПВС) ($a \times T = 10\times 25\text{ мм}$);

2) *Определение относительной эффективности усиления стены с кирпичной кладкой сеткой изготавливаемой ОАО «Завод им. Фрунзе».*

5. Время и место проведения испытаний: испытания проведены в лаборатории патурных обследований ХГТУСА с 23.08.11г. по 30.11.11г.

6. Условия испытаний: средняя температура окружающей среды 20°C ,
относительная влажность воздуха 65%.

7. Нагрузка:

-Гидравлический пресс с максимальной нагрузкой 500т.

-Гидравлический пресс ПСУ-10 с максимальной нагрузкой 10т.

В строительной лаборатории стеновые элементы кладки испытывали при равномерном нагружении с постоянной скоростью.

8. Приборы, инструмент, силовые устройства:

Табл. 1

Наименование	Обозначение	Заводской инвентарный №	Допустимая погрешность измерения
Гидравлический пресс	2ПГ-500	10401016001	
Гидравлический пресс	ПСУ-10	10401015001	
Машина испытательная	МИИ-100	10401000001	
Индикатор многооборотный	Тип 2 МИГ	61284	

9. Общий объем материалов

Наименование	Обозначение	Объем
Кирпич марки М100	ДСТУ БВ.2.7-80-98	36 шт
Цемент ПЦ-400	ДСТУ БВ.2.7-46-96	50кг
Песок, Модуль крупности=1,2	ДСТУ БВ.2.7-76-98	150кг
Арматурная сетка d=3,0мм; (а x Т = 100x100 мм)	ГОСТ 10922-90	0,1м ²
Арматурная сетка «ПВС» (а x Т = 10x25 мм)	ТУ	0,1м ²

10. Техническая характеристика объекта испытания:

Табл. 2

Наименование параметра	Стена без армирования	Стена армированная в продольном направлении арматурной сеткой d=3мм	Стена армированная в продольном направлении сеткой ПВС
Ширина (b)мм	120	120	120
Длина (l)мм	510	510	510
Высота (h)мм	284	284	284
Марка кирпича (М), МПа	M100 R=9,96	M100 R=10,6	M100 R=10,7
Марка пенобетонного блока, МПа	AC13-C-600x300x200-D600-B1.5(M25)-F25P R=1.5	AC13-C-600x300x200-D600-B1.5(M25)-F25P R=1.5	AC13-C-600x300x200-D600-B1.5(M25)-F25P R=1.5
Состав раствора, (Ц/П)	1:3	1:3	1:3

11. Методика испытания:

Для испытания было изготовлено три вида «образцов» в виде элементов стены:

1. – элемент стены из кирпича М100 на растворе состава Ц/П = 1:3 размером 284x120x510мм;

2. - элемент стены из кирпича М100 армированный в продольном направлении арматурной сеткой $d=3\text{мм}$ на растворе состава Ц/П= 1:3 ; размером 284x120x510мм
3. - элемент стены из кирпича М100 армированный в продольном направлении сеткой «Заказчик» на растворе состава Ц/З 1:3 размером 284x120x510мм.

Образцы проходили испытание в строительной лаборатории на центральное сжатие с равномерно распределенной нагрузкой гидравлическим прессом $N=500\text{т}$. Для сравнения физико-механических свойств стеновые кладочные элементы выполнены с армированной и неармированной кладкой (арматурной сеткой $d=3\text{мм}$ и сеткой ПВС «Заказчика»). Методика испытания по определению физико-механических свойств стеновых элементов представлена на рисунке 4.

Опытные элементы кладки изготавливались из кирпича М100 на растворе П/Ц=1:3 (портландцемент : песок). При изготовлении образцов делались кубики из цементно-песчаного раствора размером 7x7x7см для определения действительной марки цемента. Изготовление кубиков из раствора производится в металлических формах с уплотнением. Прочность раствора на сжатие для образцов и марка цемента определялась на лабораторном гидравлическом прессе ПСУ-10.

Испытание образцов цементно-песчаного производились на 28 день после их изготовления (согласно ДСТУ БВ.2.7-23-95).

Для сравнения результатов взяты образцы особо легких теплоизоляционных пенобетонов. Пенобетон был разрезан на образцы и испытан согласно предложенной общей методики.

Нагрузка при испытании стен увеличивалась равномерно в зависимости от предполагаемой несущей способности стены. После каждого увеличения нагрузки делалась выдержка 3 мин., после чего производится отсчет по приборам и зарисовка трещин (рис 5). Нагрузка передается на арматуру и кладку через шарнирно расположенную плиту гидравлического пресса равномерно.

При испытании образцов производятся замеры деформаций кладки при сжатии с помощью специальных датчиков с двух сторон образца.

12. Результаты испытаний

Испытания в строительной лаборатории проводили на:

- стеновом элементе из кирпича М100 на растворе состава Ц/П= 1:3;
- стеновом элементе из кирпича М100 армированной в продольном направлении арматурной сеткой d=3мм на растворе состава Ц/П= 1:3;
- стеновом элементе из кирпича М 100 армированном в продольном направлении сеткой просечно-вытяжной ПВС «Заказчика» на растворе состава Ц/П= 1:3.

Наименование	Разрушающая нагрузка, кгс	Предел прочности, кгс/см ²	Относительная эффективность, %
Стена без армирования	3600	58	100
Стена, армированная в продольном направлении арматурной сеткой d=3мм;			
- вариант кладки А	4500	72	124
- вариант кладки В	7300	117	201
Стена, армированная в продольном направлении сеткой ПВС «Заказчика»;			
- вариант кладки А	74	118	203
- вариант кладки В	84	134	231

При испытании образцов производятся замеры деформаций кладки при сжатии с помощью специальных датчиков с двух сторон образца.

12. Результаты испытаний

Испытания в строительной лаборатории проводили на :

- стеновом элементе из кирпича М100 на растворе состава Ц/П= 1:3;
- стеновом элементе из кирпича М100 армированной в продольном направлении арматурной сеткой d=3мм на растворе состава Ц/П= 1:3;
- стеновом элементе из кирпича М 100 армированном в продольном направлении сеткой просечно-вытяжной ПВС «Заказчика» на растворе состава Ц/П= 1:3.

Наименование	Разрушающая нагрузка, кгс	Предел прочности, кгс/см ²	Относительная эффективность, %
Стена без армирования	3600	58	100
Стена, армированная в продольном направлении арматурной сеткой d=3мм;			
- вариант кладки А	4500	72	124
- вариант кладки В	7300	117	201
Стена, армированная в продольном направлении сеткой ПВС «Заказчика»;			
- вариант кладки А	74	118	203
- вариант кладки В	84	134	231

Выводы:

Испытания элементов кирпичной кладки в строительной лаборатории кафедры строительных материалов и изделий проводились согласно технических требований и строительных норм.

Испытания показали, что разрушение неармированных образцов кирпичной кладки начиналось с появления вертикальных трещин, проходящих по вертикальным швам и отдельным кирпичам. Средняя разрушающая нагрузка составляла 3.6т, что соответствует среднему пределу прочности кладки 58 кгс/см^2 .

Наблюдения испытаний кирпичных стеновых элементов с применением традиционного армирования (сетка $d=3\text{мм}$) показали следующие значения:

по варианту А - разрушающая нагрузка 45.0т с пределом прочности при сжатии 72 кгс/см^2 ;

по варианту В - разрушающая нагрузка 73.0т с пределом прочности 117 кгс/см^2 ;

Наблюдения испытаний кирпичных стеновых элементов с применением просечно-вытяжной сетки (ПВС) имели значения прочности выше:

-вариант кладки А, - разрушающая нагрузка составила 74.0т с пределом прочности при сжатии 118 кгс/см^2 ;

-вариант кладки В, - разрушающая нагрузка составила 84.0т с пределом прочности при сжатии 134 кгс/см^2 .

Расчеты показали, что предел прочности армированных образцов в 1,24 - 2,31 раза больше чем неармированных. Стеновые кирпичные элементы армированные сеткой ПВС показали результаты на 30-70% выше, чем образцы имеющие традиционное армирование сеткой $d=3\text{мм}$.

Проведенные экспериментальные испытания кладочных стеновых элементов с применением традиционного армирования и с сеткой ПВС показали, что характер разрушения кладки отличается от неармированных образцов.

Характер распределения трещин по кладке у армированных образцов (с традиционным армированием и сеткой ПВС) был одинаковым (рис 5). У армированных образцов не было замечено сквозных вертикальных трещин, идущих на большом протяжении по высоте образца. Нагрузки при испытании армированных образцов распределялись равномерно по кладочным слоям. В образцах при испытании возникали внутренние напряжения с появлением боковых косых трещин и последующим разрушением кладки. При испытании предложенной модели стеновых элементов горизонтальные и вертикальные деформации датчиками практически не улавливались.

ПВС Проведенные экспериментальные испытания кладочных стеновых элементов с применением армирования показали, что результаты испытаний кладочных стеновых элементов с сеткой ПВС были выше, чем с традиционным армированием. На наш взгляд это связано с тем, что плотность и количество равномерно распределенных ячеек на единицу площади кирпичной кладки сетки ПВС (размер ячейки $a \times T = 10 \times 25$ мм) больше, чем у традиционных сеток (100x100мм).

Испытание стеновых элементов из пенобетона не показало отличных показателей между предложенными вариантами армирования. При нагружении образцов происходило смятие пористого образца по всей площади, а не образование сквозных вертикальных или наклонных трещин как у образцов с кирпичной кладкой. На наш взгляд это связано с малой прочностью пенобетона ($R=10-15$ кгс/см²), малыми размерами стенового элемента (большой размер образца для испытания пенобетона более эффективный) и наличием только горизонтального армирования.

Продольное армирование стальной арматурой значительно повышает несущую способность и монолитность кирпичной кладки. Армирование кирпичной кладки - это, в первую очередь, гарантия против трещинообразования.

В результате проведения лабораторных испытаний кладочных стеновых элементов с определением их эффективности в зависимости от армирования установлено, что сетка кладочная просечно-вытяжная оцинкованная (ПВС)

производства ОАО «Завод им. Фрунзе», действительно обладает высокими армирующими свойствами. По своим физико-механическим свойствам сетка отвечает требованиям к армирующему материалу для стеновой кладки из кирпича и блоков (из шлака, керамзита, газо-пеносиликата), в том числе при возведении тонких стен и перегородок.

Армированные верхние ряды кладки могут работать как дополнительные перемычки, а армированные нижние ряды кладки как дополнительные фундаменты в зданиях. Необходимо продолжить работу в направлении разработки рекомендаций эффективного применения новой армирующей сетки ПВС и крепежных деталей в «критических» узлах здания, определение процента армирования существующих в производстве кладочных кирпичей, камней и блоков с учетом соответствия ее современным требованиям к армированию кладки (EUROCODE 6 ENV 1996-1-1).

Опираясь на результаты испытаний, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры рекомендует применение сетки (ПВС) в качестве армирующего материала для кладочных работ с учетом предложенных рекомендаций.

Для современного кирпичного фасада уже мало одного кирпича и качественного раствора. Необходимы также аксессуары, такие как эффективные арматурные каркасы, анкера, хомуты и кронштейны. Они всегда невидимы за красивым фасадом кладки. Но роль их велика. Грамотное применение аксессуаров не только гарантирует качество и долговечность кладки, но и позволит воплотить в жизнь самые смелые архитектурные решения.

Исполнители:

к.т.н., доцент кафедры
строительных материалов и изделий

 В.А. Бондарь

инженер-строитель

 С.С. Вапдоловский

Описание образца сетки для испытаний.

Просечно-вытяжная сетка (ПВС) изготавливается из металлического листа методом одновременной **просечки** и **вытяжки**. Она не имеет сварных швов, благодаря этому, достигается хорошее соотношение прочности и веса. Открытые ячейки обеспечивают большой коэффициент сцепления, это особенно важно при использовании сетки в качестве армирующего слоя при штукатурных работах, укладке плитки, монтаже системы «тёплый пол», а также в качестве каркаса при создании архитектурных форм. Целнометаллическая фактура исключает возможность распускания сетки. Так как ПВС изготавливают методом просекания и вытягивания, при производстве практически не остается отходов, а следовательно Вы оплачиваете только материал без ненужных отходов.

Технические характеристики образца:

Размер ячейки (а x Т) 10x25 мм;

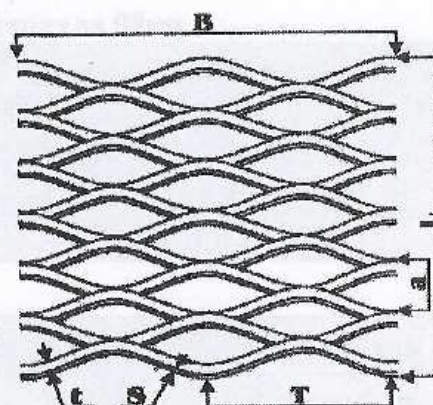
Толщина перемычки $t = 0,8$ мм;

Толщина стали (S) = 0,55 мм;

Ширина образца (L) = 100 мм (или 200 мм в зависимости от ширины кладки);

Длина образца (B) = 1000 мм;

Тип стали 0,8КП оцинкованная;



Характеристика материала 08кп.

Марка :	08кп
Заменитель:	08
Классификация :	Сталь конструкционная углеродистая качественная Продукция, предлагаемая предприятиями-рекламодателями: Нет данных
Применение:	для прокладок, шайб, вилок, труб, а также деталей, подвергаемых химико-термической обработке — втулок, проушин, т.п.

Химический состав в % материала 08кп ГОСТ 1050 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,05 - 0,12	до 0,03	0,25 - 0,5	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,5	до 0,03

Примечание: Также хим. состав указан в ГОСТ 9045 - 93

Температура критических точек материала 08кп.

$$Ac_1 = 732, \quad Ac_3(Ac_m) = 874, \quad Ar_3(Ar_m) = 854, \quad Ar_1 = 680$$

Технологические свойства материала 08кп.

Свариваемость:	без ограничений
Флокеночувствительность:	не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна

Механические свойства при $T=20^{\circ}\text{C}$ материала 08кп.

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
	мм		МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	
Сталь калиброван., ГОСТ 10702-78			314-412			60		Отжиг
Прокат калиброван., нагартован., ГОСТ 10702-78			370		8	60		

Твердость материала 08кп , Прокат горячекатад. ГОСТ 10702-78	НВ 10 ⁻¹ = 115 МПа
Твердость материала 08кп , Прокат калиброван. ГОСТ 10702-78	НВ 10 ⁻¹ = 131 МПа

Физические свойства материала 08кп.

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁻⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁻⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.03		63	7871		147
100	2.07	12.5	60	7846	482	178
200	1.82	13.4	56	7814	498	252
300	1.53	14	51	7781	514	341
400	1.41	14.5	47	7745	533	448
500		14.9	41	7708	555	575
600		15.1	37	7668	584	725
700		15.3	34	7628	626	898
800		14.7	30	7598	695	1073
900		12.7	27	7602	703	1124
1000		13.8			695	
T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁻⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁻⁹



Схема стенового элемента без армирования

Общий вид стенового элемента

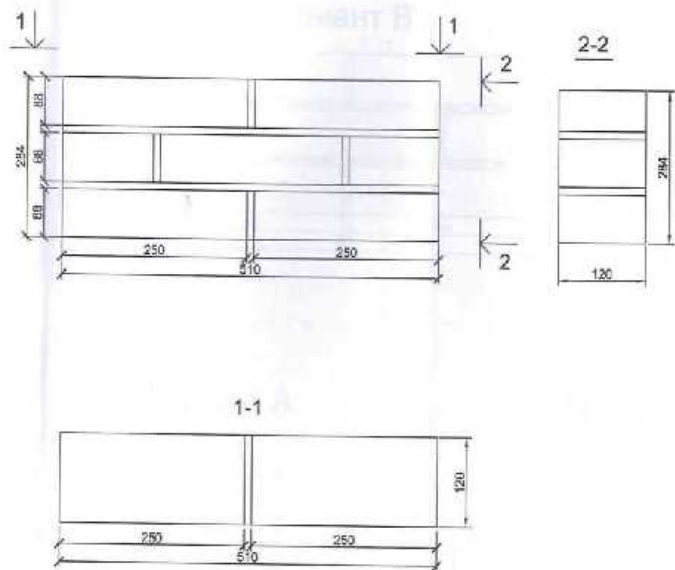
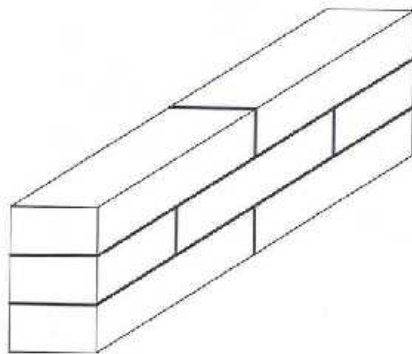


Рис 1

Схема стенового элемента кирпичной кладки с типовым армированием сварной сеткой

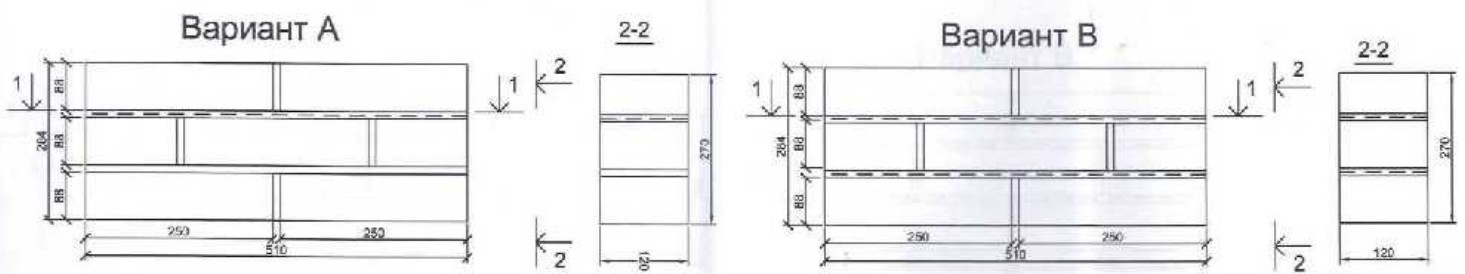
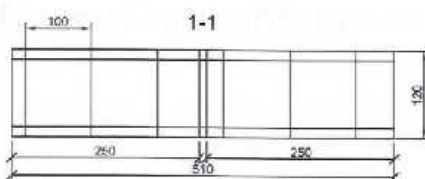
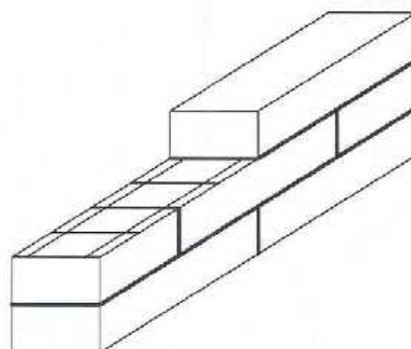


Схема армирования



Вариант А



Вариант В

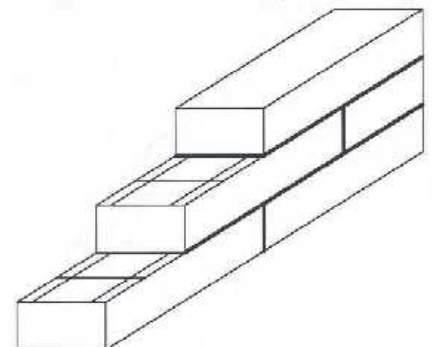


Рис 2

Схема стенового элемента кирпичной кладки с типовым армированием сварной сеткой

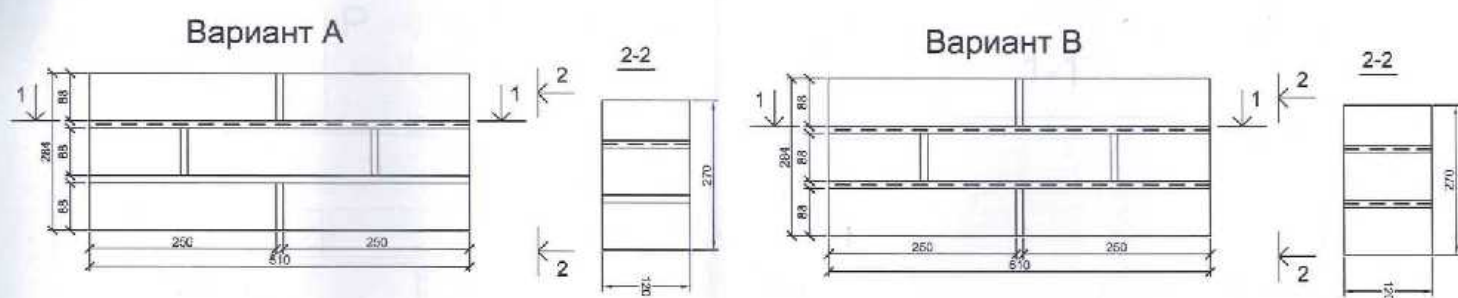
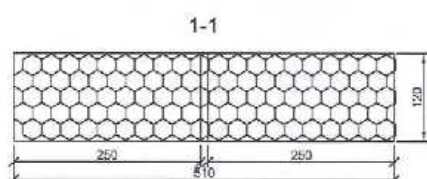
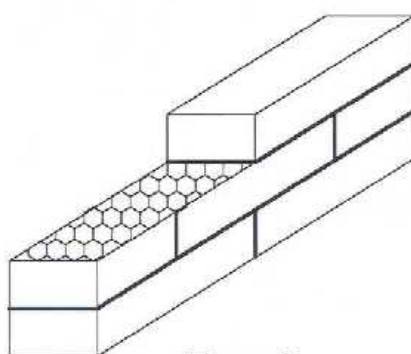


Схема армирования



Вариант А



Вариант В

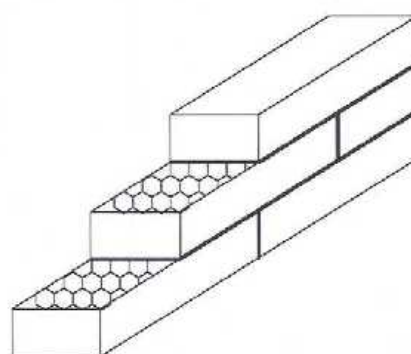


Рис 3

Схема испытания стенового кирпичного элемента на гидравлическом прессе

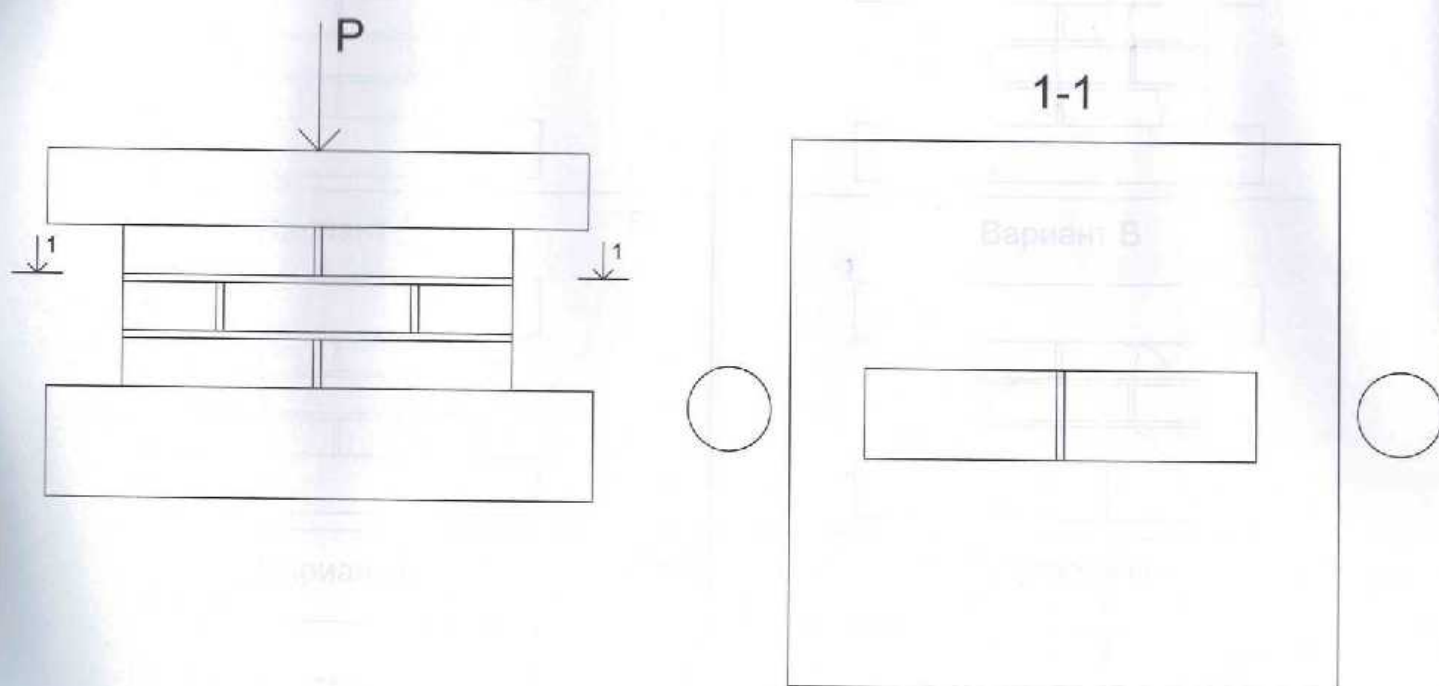
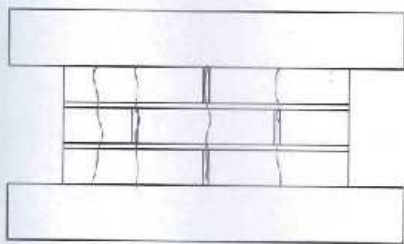


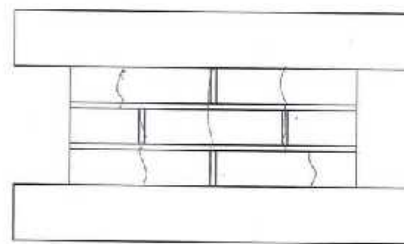
Рис 4

Вариант А

Рис 1

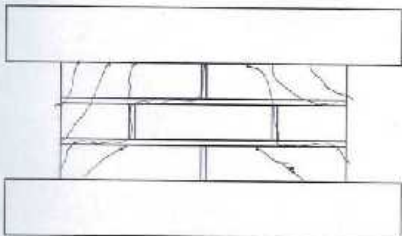


Вариант В

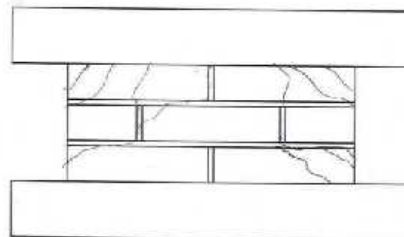


Вариант А

Рис 2

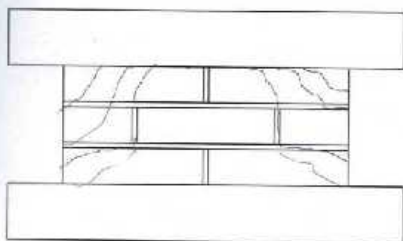


Вариант В



Вариант А

Рис 3



Вариант В

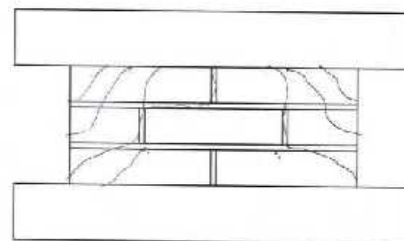


Рис 5