

1. Принципиальные расчетные положения

Цель расчета: определить несущую способность элементов конструкции жилого дома.

1.1. Описание расчетной схемы.

Статический расчет выполнен методом конечных элементов (КЭ), с помощью ручных методик регламентированными в сводах Правил.

Расчеты выполнялись по первому и второму предельным состояниям. Под действием нагрузок все конструкции деформируются.

1.2. Расчетные схемы элементов конструкции жилого дома.

В расчетной схеме элементы конструкции моделировались как конечный элемент «стержень» и «пластина».

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата	Инженерные расчеты	

2. Нагрузки и воздействия

Определение расчетной силы от сейсмического воздействия.

Определяем значение сейсмической нагрузки и прибавляем его к статическим.

Определение по формуле 5.2 из СП 14.13330-2018 значения сейсмической нагрузки - S_{0ik}^i .

$$S_{0ik}^i = g * m_k^i * A * \beta_i * K_{\psi} * \eta_{ik}^j = 9.81 * 0.64 * 0.1 * 1 * 1 * 1 = 0.63 \text{ т}$$

$$m_k^i = 5/9.81 + 5/4 * 9.81 = 0.64 \text{ т сек}^2\text{м}$$

Чему соответствует приведенный вес $Q/1 = m_k^i * g = 0.64 * 9.81 = 6.28 \text{ т}$

$A = 0,1(1\text{м}/\text{с}^2)$ для района с сейсмичностью 7 баллов

$K_1 = 0.4$, по таблице 5,2 СП 14.13330-2018

$\beta_i = 1$, по пункту 5,6 СП 14.13330-2018

$K_{\psi} = 1$, по таблице 5,3 СП 14.13330-2018

$\eta_{ik}^j = 1$, учитывающий одну модельную массу, по пунктам 5,7 и 5,8 СП 14.13330-2018

$K_0 = 0.8$, по таблице 4,2 СП 14.13330-2018

Определение по формуле 5.1 из СП 14.13330-2018 значения расчетной сейсмической (силовой или моментной) нагрузки - S_{ik}^i .

$$S_{ik}^i = K_0 * K_1 * S_{0ik}^i = 0.8 * 0.4 * 0,63 = 0.2 \text{ т}$$

Сбор нагрузок на конструкцию кровли.

Вид сооружения – двухэтажный жилой дом в капитальном исполнении.

1. Расчетное значение на кровлю определяем из расчета по данным технического отчета;

а) Асбестоцементный лист размеры:

Длина: 1750 мм

Толщина: 5,8 мм

Прочность при изгибе: 16 МПа

Плотность: 1,6 г/см³

Число циклов заморозки: 25

Вес: 26,1 килограмм по ГОСТу, вес асбестоцементного листа на м² — 10,47 кг.

б) Деревянная обрешетка из бруса сечением 50х50 с шагом 780мм.

в) Стропильные балки сечением 50х140 с шагом 1230мм.

2. Расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяем по нормативному значению для первого снегового района по формуле пункта 10,1 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»:

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g = 1 * 1 * 1 * 50 = 50 * 1,4 = 70 \text{ кгс}/\text{м}^2$$

Сбор нагрузок на конструкцию балочного перекрытия на отм. + 5,145.

1. Расчетное значение на кровлю определяем из расчета по данным технического отчета;

Несущие балки выполнены из спаренного бруса 50х110мм с шагом 1230мм.

Нижняя подшивка потолка выполнена из досок 150х25мм с шагом 450мм, что равно $0,15 * 0,025 * 1,23 * 600 = 2,77 * 3 = 8,3 * 1,3 = 10,79 \text{ кг}/\text{м}^2$.

2. Расчетное значение нагрузки от людей на горизонтальную проекцию чердачного перекрытия

Взам. инв. №		Подпись и дата	Инв. № подл.							Инженерные расчеты	Лист
	Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата					

определяем по нормативному значению СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»:

$$0,7 * 1,3 = 70 * 1,3 = 91 \text{ кгс/м}^2$$

Таблица нагрузок

Таблица 1. Постоянные и сейсмические нагрузки на покрытия и балочные перекрытия				
Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Пирог кровли				
Асбестоцементный лист		10,47	1,3	13,61
Брус сечением 50х50 с шагом 780мм	0,05х0,05х1,23х600х2	3,69	1,3	4,8
Сейсмическое воздействие $S_{ик}^i$		-200		-200
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		-186		-182
Пирог перекрытия на отм. + 5,145				
Брус сечением 150х25 с шагом 450мм	0,15х0,025х1,23*600х3	8,3	1,3	10,79
Нагрузка от людей		70	1,3	91
Сейсмическое воздействие $S_{ик}^i$		-200		-200
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		-121,7		-98

Таблица 2. Временные и кратковременные нагрузки				
Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Снеговая нагрузка		50	1,4	70
Ветровая нагрузка		48	1,4	67,2
<i>Всего кратковременной нагрузки:</i>		98	1,4	137,2

Таблица 3. Постоянные и сейсмические нагрузки на перекрытие отм. +2,670 и каменную кладку стен из ракушняка				
Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Нагрузка на кладку стен из ракушняка				
Нагрузка от людей		200	1,2	240
Нагрузка от веса плиты	2280кг/6,480*1,19	296	1,2	355,2
Нагрузка от стяжки пола	0,05*1800	90	1,3	117
Нагрузка от перегородок		50	1,3	65
Нагрузка от сейсмического воздействия $S_{ик}^i$	Смотрите расчет	200		200
Нагрузка от вышележащей кладки $G_{кл}$	2,43*0,45*1,19*1692	2202		2202
Нагрузка от кровли $G_{кр}$ с учетом $S_{ик}^i$	4,951*137,2*69,3*1,19	56018		56018
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		59056		59197

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата
------	------	------	-------	-------	------

Инженерные расчеты

Лист

КР

Таблица 4. Постоянные и сейсмические нагрузки на перекрытие отм. +0,000 и каменную кладку стен из нуммулитового известняка

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Нагрузка на кладку стен из известняка				
Нагрузка от людей		200	1,2	240
Нагрузка от веса плиты	2280кг/6,480*1,19	296	1,2	355,2
Нагрузка от стяжки пола	0,05*1800	90	1,3	117
Нагрузка от перегородок		50	1,3	65
Нагрузка от сейсмического воздействия $S_{ик}^i$	Смотрите расчет	200		200
Нагрузка от вышележащей кладки $G_{кл}$	5,08*0,45*1,19*1692	4603		4603
Нагрузка от кровли $G_{кр}$ с учетом $S_{ик}^i$	4,951*137,2*69,3*1,19	56018		56018
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		61457		61598

Таблица 5. Постоянные и сейсмические нагрузки на ригель отм. +2,200

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Нагрузка на ригель отм. +2,200				
Нагрузка от людей		200	1,2	240
Нагрузка от веса плиты	2280кг/6,480*1,19	296	1,2	355,2
Нагрузка от стяжки пола	0,05*1800	90	1,3	117
Нагрузка от перегородок		50	1,3	65
Нагрузка от сейсмического воздействия $S_{ик}^i$	Смотрите расчет	200		200
Нагрузка от вышележащей кладки $G_{кл}$	2,43*0,45*1,19*1692	2202		2202
Нагрузка от веса монолитного участка	0,38*0,16*2400	146 кг/м.п.		146
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		3184		3325

Таблица 6. Постоянные и сейсмические нагрузки на распределительного бетонного пояса устроенного поверх блоков ФБС

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Нагрузка на распределительный пояс		67,7		67,7
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		67,7		67,7

Таблица 7. Постоянные и сейсмические нагрузки на бетонные блоки ФБС

Наименование нагрузки	Расчет	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности	Расчетное значение, кг/м ²
Нагрузка на блок ФБС		68,42		68,42
<i>Всего постоянной нагрузки:</i>		68,42		68,2

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата

Инженерные расчеты

Лист

КР

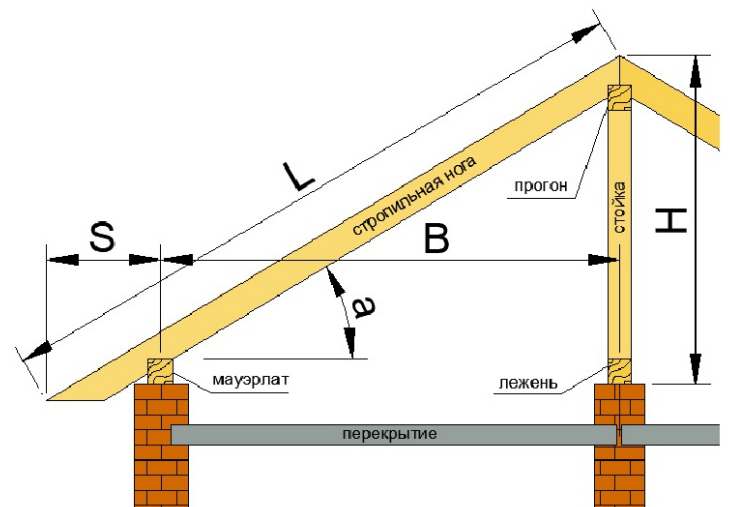
Схема и расчет стропильной ноги (стропилы) согласно требований СП 64.13330.2017
"Деревянные конструкции"

Шаг 1. Геометрия	Шаг 2. Нагрузки	Шаг 3. Сечение	Шаг 4. Результат
------------------	-----------------	----------------	------------------

Длина В	3767	мм
Длина S	465	мм

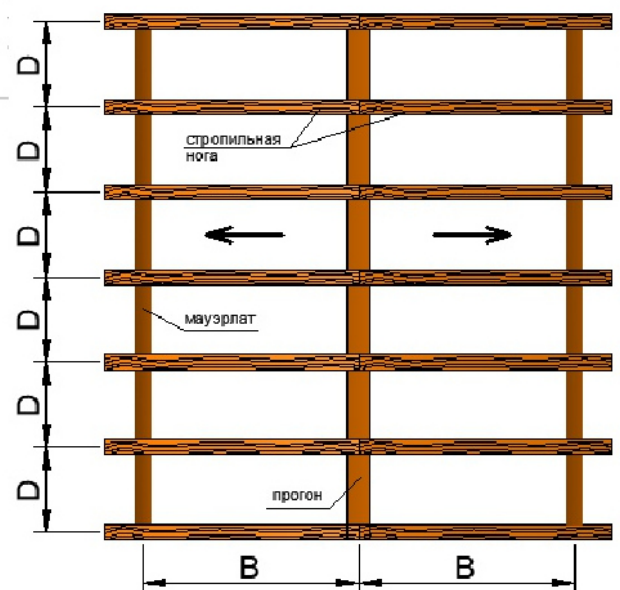
- задать высоту стойки "Н"
 задать угол кровли "а"

Высота Н	2473	мм
----------	------	----



Шаг 1. Геометрия	Шаг 2. Нагрузки	Шаг 3. Сечение	Шаг 4. Результат
------------------	-----------------	----------------	------------------

Снеговой район:	
Ветровой район:	
Тип местности	Городской район с плотной застройкой
Материал кровли:	Шифер
Шаг стропил D	1230 мм



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата

Инженерные расчеты

Лист
КР

Шаг 1. Геометрия

Шаг 2. Нагрузки

Шаг 3. Сечение

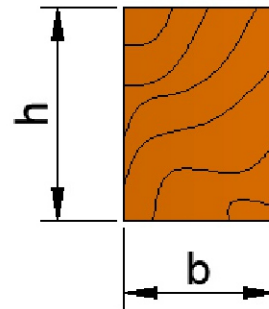
Шаг 4. Результат

Сорт дерева: 2 сорт

- задать отношение h/b
 задать ширину b

Ширина b 50

мм



Шаг 1. Геометрия

Шаг 2. Нагрузки

Шаг 3. Сечение

Шаг 4. Результат

РАСЧЕТ

Наименование	Результат
Длина стропильной ноги	4951 мм
Угол крыши	30 градусов
Грузовая площадь	6.089 м ²
Расчетная снеговая нагрузка	137.2 кг/м ²
Расчетная ветровая нагрузка	53.8 кг/м ²
Расчетная нагрузка от стропильной системы	69.3 кг/м ²
Общая расчетная нагрузка на стропилу	260.3 кг/м ² или 1585.0 кг
Максимальный изгибающий момент M	7796930 Н*мм
Необходимый момент сопротивления W	934884 мм ³
Необходимое сечение стропильной ноги hxb	335x50 мм

По расчетным значениям рекомендованная площадь сечения стропильной ноги = $335 \cdot 50 = 16750 \text{ мм}^2$.

Площадь фактического сечения стропильной ноги = $140 \cdot 50 = 7000 \text{ мм}^2$.

Рекомендуется усиление стропильных ног дополнительным сечением из расчета = $16750 - 7000 = 9000 \text{ мм}^2 = 90 \text{ см}^2 = 90/7 = 12,85 \text{ см}$, то есть, сечением $140 \cdot 70 \text{ мм}$.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата

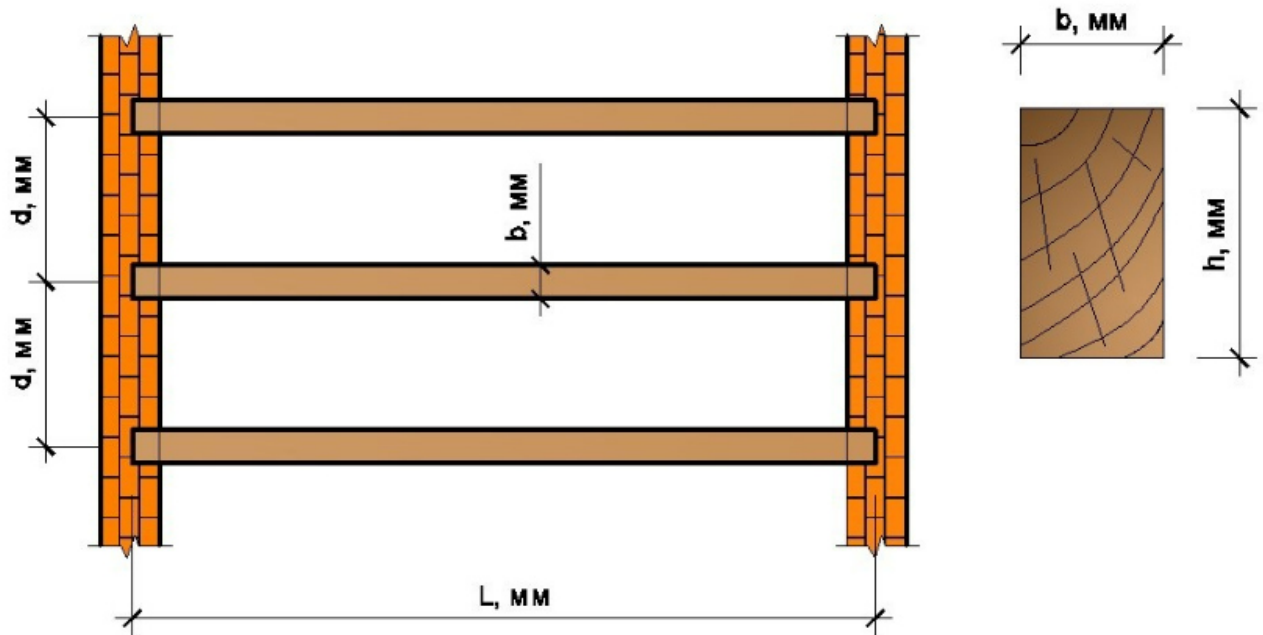
Инженерные расчеты

Лист

КР

Схема и расчет обрешетки стропильной кровли согласно требований СП 64.13330.2017
"Деревянные конструкции"

Длина пролета L	1230	мм
Шаг балок d	780	мм
Расчетная нагрузка:	182	кг/м ²
Сорт дерева:	2 сорт	▼



- задать отношение h/b
 задать ширину b

Ширина b	50	мм
----------	----	----

Расчет

Минимальное сечение по прочности - 62x50 мм.

Минимальное сечение по прогибу - 47x50 мм.

Минимальное сечение - 62x50 мм. Подобранный сечение - 75x50 мм. Площадь выбранного поперечного сечения - 3750 мм²

По расчетным значениям учитываем минимальную расчетную площадь по результатам проверки $= 62 \cdot 50 = 3100 \text{ мм}^2$, что больше фактической площади сечения балки обрешетки $= 50 \cdot 50 = 2500 \text{ мм}^2$. То есть, дополнительное усиление сечения требуется из расчета $= 3100 - 2500 = 600 = 6/5 = 1,2 \text{ см}$

Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

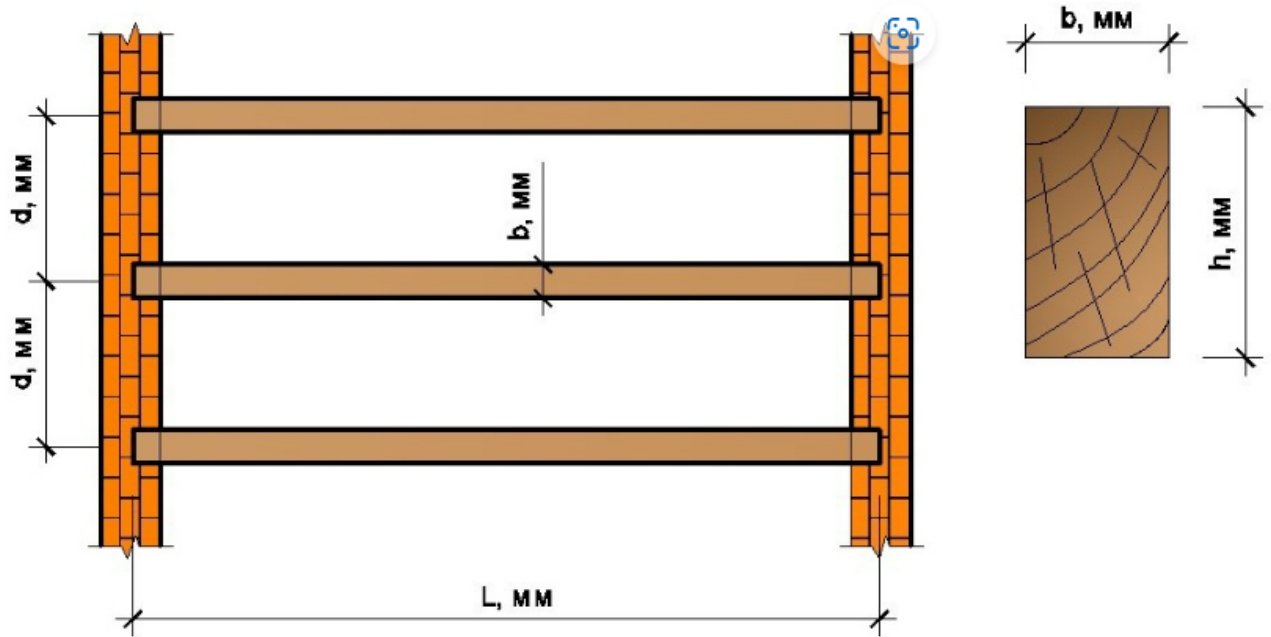
Инженерные расчеты

Лист

КР

Схема и расчет балочного перекрытия на отм. + 5,145 согласно требований СП 64.13330.2017
"Деревянные конструкции"

Длина пролета L	3030	мм
Шаг балок d	1230	мм
Расчетная нагрузка:	98	кг/м ²
Сорт дерева:	2 сорт	▼



- задать отношение h/b
 задать ширину b

Ширина b 100 мм

Расчет

Минимальное сечение по прочности - 100x100 мм.

Минимальное сечение по прогибу - 92x100 мм.

Минимальное сечение - 100x100 мм. Подбранное сечение - 100x100 мм. Площадь подбранного поперечного сечения - 10000 мм²

По расчетным значениям учитываем минимальную расчетную площадь по результатам проверки = 100*100 = 10000мм², что меньше фактической площади сечения балки = 2*50*110 = 11000мм². То есть, дополнительное усиление сечения не требуется.

Изм. Колу Лист №док Подп. Дата

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инва. № подл.

Инженерные расчеты

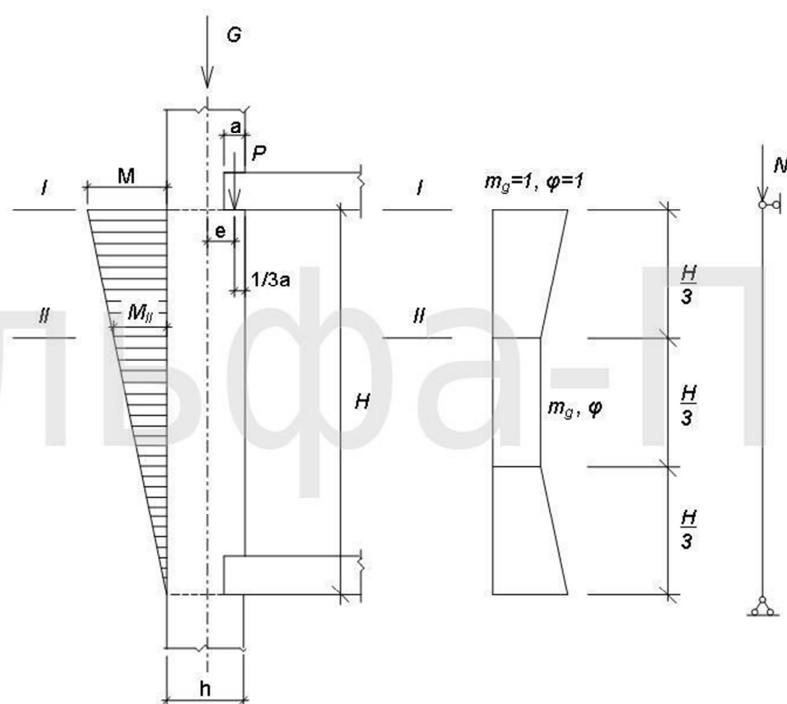
Лист

КР

Расчет прочности каменной кладки стены из крымского ракушняка марки М50 на растворе М35

(согласно СП 15.13330-2012)

Схема к расчету стены из кирпичной кладки



Рассмотрим сечение I-I.

Расчетная нагрузка от опорной реакции в месте операния пустотелой плиты определяется из расчета;

1. Расчетное значение нагрузки от людей на горизонтальную проекцию межэтажного перекрытия из пустотелых плит ПК 65.12-8 определяем по нормативному значению СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»:

Нагрузка от людей $200 \cdot 1,2 = 240 \text{ кгс/м}^2$,

Нагрузка от веса плиты $2280 \text{ кг} / 6,480 \cdot 1,19 = 296 \text{ кг/м}^2$,

Нагрузка от стяжки пола $0,05 \cdot 1,3 \cdot 1800 = 117 \text{ кг/м}^2$,

Нагрузка от перегородок $50 \cdot 1,3 = 65 \text{ кг/м}^2$,

Нагрузка от сейсмического воздействия $S_{ик}^i = 200 \text{ кг/м}^2$,

Находим опорную реакцию на одну сторону операния плиты:

$$P_1 = (240 + 296 + 117 + 65 + 200) \cdot 6,48 \cdot 1,19 = 7079 / 2 = 3540 \text{ кг}.$$

Нагрузка от вышележащей кладки $G_{кл} = 2,43 \cdot 0,45 \cdot 1,19 \cdot 1692 = 2202 \text{ кг}.$

Нагрузка от кровли с учетом $S_{ик}^i = G_{кр} = 4,951 \cdot 137,2 \cdot 69,3 \cdot 1,19 = 56018 \text{ кг}.$

$$N = P_1 + G_{кл} + G_{кр} = 3,540 + 2,202 + 56,018 = 61,76 \text{ т}$$

Плита перекрытия опирается на стену на расстоянии $a = 265 \text{ мм}$. Продольная сила N от операния будет находиться на расстоянии $a / 3 = 265 / 3 = 88 \text{ мм}$. Потому что эпюра напряжений под опорным участком будет в виде треугольника, а центр тяжести треугольника как раз находится на $1/3$ длины операния.

Так как нагрузка от плиты перекрытия (P_1) приложена не по центру сечения, а на расстоянии от него равном:

Изм. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата

Инженерные расчеты

Лист

КР

$$e = h/2 - a/3 = 450\text{мм}/2 - 265\text{мм}/3 = 137 \text{ мм} = 13,7 \text{ см},$$

то она будет создавать изгибающий момент (M) в сечении I-I. Момент - это произведение силы на плечо.

$$M = P_1 * e = 3,54\text{т} * 13,7\text{см} = 48,5 \text{ т*см}$$

Тогда эксцентриситет продольной силы N составит:

$$e_0 = M / N = 48,5 / 61,76 = 0,78 \text{ см}$$

Так как несущая стена толщиной 45см, то в расчете следует учесть величину случайного эксцентриситета $e_v=2\text{см}$, тогда общий эксцентриситет равен:

$$e_0 = 0,78 + 2 = 2,78 \text{ см}$$

$$y = h/2 = 22,5\text{см}$$

При $e_0=2,78 \text{ см} < 0,7y=15,75$ расчет по раскрытию трещин в швах кладки сжатой зоны производим по формуле $N \leq (t_{тр} R_{p,и}) (F / (6e_0/a - 1)) =$

$N \leq 1,2 \cdot 0,95 ((45 \cdot 119) / (6 \cdot 2,78 / 45 - 1)) = 6105 / 0,38 = 16066 \text{ кг.}$, то есть прочность кладки в сжатой зоне по второму предельному состоянию не обеспечена.

Прочность кладки внецентренно сжатого элемента определяется по формуле:

$$N \leq m_g \phi_1 R A_c \omega$$

Коэффициенты m_g и ϕ_1 в рассматриваемом сечении I-I равны 1.

- R - расчетное сопротивление кладки сжатию. Принимаем по результату технического обследования несущих конструкций жилого дома. Расчетное сопротивление кладки из кирпича М50 на растворе М35 равно $9,5 \text{ кг/см}^2$ или 95 т/м^2

- A_c - площадь сжатой части сечения, определяется по формуле:

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h} \right)$$

A - площадь поперечного сечения. Так как сбор нагрузок считали на одну опорную зону, то и площадь поперечного сечения определяем от одной опорной зоны стены $A = h * L = 0,45 * 1,19 = 0,536 \text{ м}^2$

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Изм.	Подпись и дата
Колу	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Инженерные расчеты

Лист

КР

$$A_c = 0,536 (1 - 2 \cdot 0,0278 / 0,45) = 0,47 \text{ м}$$

- ω - коэффициент, определяемый по формуле:

$$\omega = 1 + e_0/h = 1 + 0,0278/0,45 = 1,06 \leq 1,45, \text{ согласно п. 1 в табл. 20 по СП15.13330.2012}$$

условие выполняется.

Несущая способность кладки равна:

$$N \leq 1 \cdot 1 \cdot 95 \cdot 0,47 \cdot 1,06 = 47,329 \text{ т}$$

$$61,76 \leq 47,329$$

Прочность кладки не обеспечена.

Расчет опорной площадки каменной кладки стены из крымского ракушняка марки М50 на смятие

(согласно СП 15.13330-2012)

При длине опорной площадки $l_{оп} = 119 \text{ см}$ и ширине опорной площадки $b = 45 \text{ см}$ в кирпичной кладке на опорных площадках будут возникать сжимающие напряжения:

Под нагруженной опорной площадкой -

$$\sigma = N / S = 61760 / (119 \cdot 45) = 11,53 \text{ кгс/см}^2 > R = 9,5 \text{ кгс/см}^2 \text{ (согласно табл.2 СП 15.13330-2012)}$$

где, S - площадь опорной площадки,

$R = 9,5 \text{ кгс/см}^2$ - принимаем по результату технического обследования несущих конструкций жилого дома.

Прочность кладки в месте операния плиты не обеспечена.

Коэффициент использования несущей способности зоны продавливания под плитами перекрытия = 1,21.

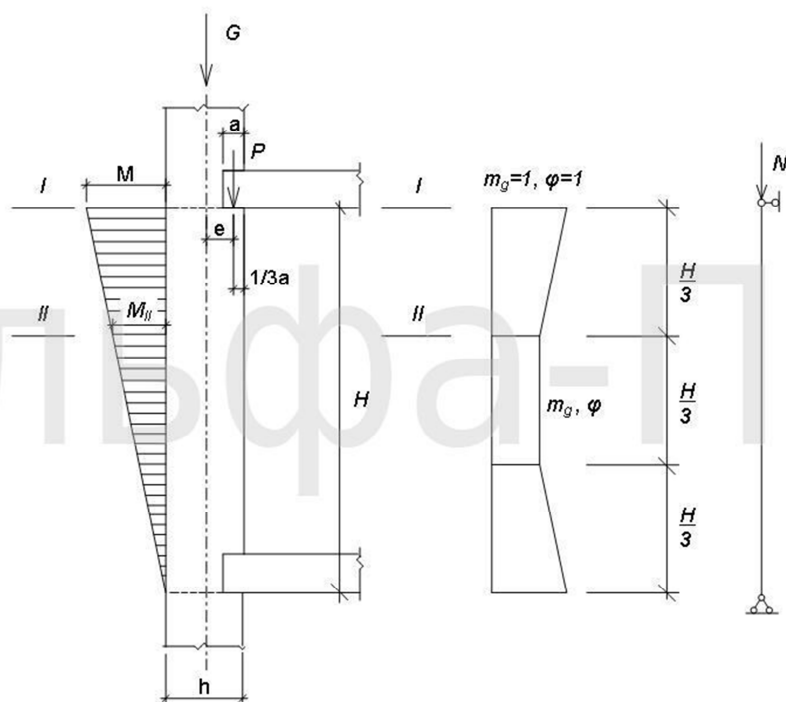
Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата
------	------	------	------	-------	------

Расчет прочности каменной кладки стены из блоков нуммулитового известняка марки М75 на растворе М35

(согласно СП 15.13330-2012)

Схема к расчету стены из кирпичной кладки



Рассмотрим сечение I-I.

Расчетная нагрузка от опорной реакции в месте операния пустотелой плиты определяется из расчета;

1. Расчетное значение нагрузки от людей на горизонтальную проекцию межэтажного перекрытия из пустотелых плит ПК 65.12-8 определяем по нормативному значению СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»:

Нагрузка от людей $200 \cdot 1,2 = 240 \text{ кгс/м}^2$,

Нагрузка от веса плиты $2280 \text{ кг} / 6,480 \cdot 1,19 = 296 \text{ кг/м}^2$,

Нагрузка от стяжки пола $0,05 \cdot 1,3 \cdot 1800 = 117 \text{ кг/м}^2$,

Нагрузка от перегородок $50 \cdot 1,3 = 65 \text{ кг/м}^2$,

Нагрузка от сейсмического воздействия $S_{ик}^i = 200 \text{ кг/м}^2$,

Находим опорную реакцию на одну сторону операния плиты:

$P_1 = (240 + 296 + 117 + 65 + 200) \cdot 6,48 \cdot 1,19 = 7079 / 2 = 3540 \cdot 2$ (верхняя+нижняя плита) = 7079 кг.

Нагрузка от вышележащей кладки $G_{кл} = 5,08 \cdot 0,45 \cdot 1,19 \cdot 1692 = 4603 \text{ кг}$.

Нагрузка от кровли с учетом $S_{ик}^i = G_{кр} = 4,951 \cdot 137,2 \cdot 69,3 \cdot 1,19 = 56018 \text{ кг}$.

$$N = P_1 + G_{кл} + G_{кр} = 7,079 + 4,603 + 56,018 = 67,7 \text{ т}$$

Плита перекрытия опирается на стену на расстоянии $a = 265 \text{ мм}$. Продольная сила N от операния будет находиться на расстоянии $a / 3 = 265 / 3 = 88 \text{ мм}$. Потому что эпюра напряжений под опорным участком будет в виде треугольника, а центр тяжести треугольника как раз находится на $1/3$ длины операния.

Так как нагрузка от плиты перекрытия (P_1) приложена не по центру сечения, а на расстоянии от него равном:

Изм. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата

Инженерные расчеты

Лист

КР

$$e = h/2 - a/3 = 450\text{мм}/2 - 265\text{мм}/3 = 137 \text{ мм} = 13,7 \text{ см},$$

то она будет создавать изгибающий момент (M) в сечении I-I. Момент - это произведение силы на плечо.

$$M = P_1 * e = 7,079\text{т} * 13,7\text{см} = 96,98 \text{ т*см}$$

Тогда эксцентриситет продольной силы N составит:

$$e_0 = M / N = 96,98 / 67,7 = 1,43 \text{ см}$$

Так как несущая стена толщиной 45см, то в расчете следует учесть величину случайного эксцентриситета $e_v=2\text{см}$, тогда общий эксцентриситет равен:

$$e_0 = 1,43 + 2 = 3,43 \text{ см}$$

$$y = h/2 = 22,5\text{см}$$

При $e_0=2,42 \text{ см} < 0,7y=15,75$ расчет по раскрытию трещин в швах кладки сжатой зоны производим по формуле $N \leq (T_{тр} R_{р.и}) (F / (6e_0/a - 1)) =$

$N \leq 1,2 \cdot 1,2 ((45 \cdot 119) / (6 \cdot 3,43/45 - 1)) = 7711,2/0,47 = 16406 \text{ кг.}$, то есть прочность кладки в сжатой зоне по второму предельному состоянию не обеспечена.

Прочность кладки внецентренно сжатого элемента определяется по формуле:

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega$$

Коэффициенты m_g и φ_1 в рассматриваемом сечении I-I равны 1.

- R - расчетное сопротивление кладки сжатию. Принимаем по результату технического обследования несущих конструкций жилого дома. Расчетное сопротивление кладки из кирпича М75 на растворе М35 равно 12 кг/см^2 или 120 т/м^2

- A_c - площадь сжатой части сечения, определяется по формуле:

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h} \right)$$

A - площадь поперечного сечения. Так как сбор нагрузок считали на одну опорную зону, то и площадь поперечного сечения определяем от одной опорной зоны стены $A = h * L = 0,45 * 1,19 = 0,536 \text{ м}^2$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
			Инженерные расчеты						
Изм.	Колу	Лист	№ док	Подп.	Дата				

$$A_c = 0,536 (1 - 2 \cdot 0,0343 / 0,45) = 0,45 \text{ м}$$

- ω - коэффициент, определяемый по формуле:

$$\omega = 1 + e_0/h = 1 + 0,0343/0,45 = 1,08 \leq 1,45, \text{ согласно п. 1 в табл. 20 по СП15.13330.2012}$$

условие выполняется.

Несущая способность кладки равна:

$$N \leq 1 \cdot 1 \cdot 120 \cdot 0,45 \cdot 1,08 = 58,32 \text{ т}$$

$$67,7 \leq 58,32$$

Прочность кладки не обеспечена.

Расчет опорной площадки каменной кладки стены из нуммулитового известняка марки М75 на смятие

(согласно СП 15.13330-2012)

При длине опорной площадки $l_{оп} = 119 \text{ см}$ и ширине опорной площадки $b = 45 \text{ см}$ в кирпичной кладке на опорных площадках будут возникать сжимающие напряжения:

Под нагруженной опорной площадкой -

$$\sigma = N / S = 67700 / (119 \cdot 45) = 12,64 \text{ кгс/см}^2 < R = 12 \text{ кгс/см}^2 \text{ (согласно табл.2 СП 15.13330-2012)}$$

где, S - площадь опорной площадки,

$R = 12 \text{ кгс/см}^2$ - принимаем по результату технического обследования несущих конструкций жилого дома.

Прочность кладки в месте операния плиты не обеспечена.

Коэффициент использования несущей способности зоны продавливания под плитами перекрытия = 1,05.

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата
------	------	------	------	-------	------

Расчет сборной многопустотной железобетонной плиты перекрытия шириной 1,2 м

Исходные данные:

$N = 918$ кг, расчетная нагрузка от одного м² перекрытия,

$L_0 = 5.97$ м, расчетная длина пролета плиты,

$b = 1.2$ м, ширина плиты,

$R = 263$ кг/см², сопротивление бетона на смятие по результатам испытания в техническом отчете,

6 арматурных стержней $\Phi 12$ класса арматуры А-IV,

$F_a = 6,782$ см², расчетная площадь поперечного сечения арматуры,

$R_s = 5000$ кг/см², расчетное сопротивление стали,

$h = 22$ см, высота сечения,

$a = 2$ см, защитный слой,

$h_0 = 20$ см, расстояние до центра тяжести арматуры.

Определим несущую способность плиты по изгибающему моменту:

$X = R_s * F_a / b * R_b = 5000 * 6,782 / 120 * 263 = 33910 / 31560 = 1,074$ см, высота сжатой зоны бетона.

$M_{н.с.} = b * R_b * X(h_0 - 0.5 X) = 6597$ кг*м, момент по несущей способности.

Определим допустимую расчетную нагрузку на один м² плиты перекрытия:

$q_{max} = 8 * M_{н.с.} / b * L_0^2 = 1234$ кг*м², допустимая расчетная нагрузка на плиту (сумма постоянной и временной нагрузок).

$q_{н.с.} > N$, то есть $1234 > 918$, коэффициент использования плиты 0,74.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
			Инженерные расчеты						
Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата				

Расчетная схема и проверочный расчет по одному металлическому профилю балки ригеля:

Шаг №1 введите нагрузку

Шаг №2 введите длину балки

$L = 2.71 \text{ м}$

$M = q \cdot L^2 / 8 = \frac{15 \times 2.7^2}{8} = 13.862 \text{ кН*м}$

$R = q \cdot L / 2 = \frac{15 \times 2.7}{2} = 20.4605 \text{ кН}$

Шаг №3 выберите прокатный профиль

1661 ▾ Двутавр нормальный (Б) по СТО АСЧМ 20-93

$I = 689 \text{ см}^4$ $W = 88 \text{ см}^3$

Шаг №4 Введите расчётное сопротивление стали

$R = 245 \text{ МПа}$ марка стали С 245

$\sigma = M / W = \frac{0.013861989}{0.000088} = 157.9 \text{ МПа}$

Вычисляем прогиб балки

$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 15.1 \cdot 2.71^4}{384 \cdot 206010 \cdot 0.0000689} = 7.5 \text{ мм}$

Вычисляем относительный прогиб балки

$f = \frac{l}{363} < \frac{l}{250}$

Результат

Прочность балки обеспечена
Прогиб балки меньше допустимого

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шифр	Лист
						1

Инв. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. № Подп.

Взам. инв №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата

Определение прочности распределительного бетонного пояса устроенного поверх блоков ФБС

1. Расчет бетонного распределительного пояса по первому предельному состоянию с учетом рекомендаций СП 63.13330.2018 по пособию к СП 63.13330 выполнен на примере №38 стр.168

Нагрузка на метр погонный пояса = $N_{max}=67,7т * 9,81 = 664$ кН.

Фундамент из тяжелого бетона, класс бетона принимаем по акту испытания бетона на прочность из технического отчета В15 ($R_b = 8,5 = 0,85$ кН/см²)

Проверяем прочность бетона на местное сжатие. Расчет производим в соответствии пунктам 3.2.69 и 3.2.70 пособия к СП 63.13330

Площадь смятия равна площади операния стены $A_{b.loc} = 119*45 = 5355$ см²

Коэффициент $\varphi_b = 0,8(A_{b,max}/A_{b.loc})^{1/2} = 0,8(5355/5355)^{1/2} = 0,8$, тогда $R_{b.loc} = \varphi_b R_b = 0,8*0,85=0,68$

Проверяем условие (3,170) принимая $\psi = 1$, как при равномерном распределении местной нагрузки $\psi*R_{b.loc}*A_{b.loc} = 1*0,68*5355 = 3641 > N=664$ кН, то есть, прочность бетона на местное сжатие обеспечена.

Вывод: коэффициент использования распределительного бетонного пояса устроенного поверх блоков ФБС = 0,18.

Определение прочности бетонных блоков ФБС

1. Расчет бетонного распределительного пояса по первому предельному состоянию с учетом рекомендаций СП 63.13330.2018 по пособию к СП 63.13330 выполнен на примере №38 стр.168

Нагрузка на метр погонный пояса = $N_{max}=68,42т * 9,81 = 671$ кН.

Фундамент из тяжелого бетона, класс бетона принимаем по акту испытания бетона на прочность из технического отчета В15 ($R_b = 8,5 = 0,85$ кН/см²)

Проверяем прочность бетона на местное сжатие. Расчет производим в соответствии пунктам 3.2.69 и 3.2.70 пособия к СП 63.13330

Площадь смятия равна площади операния стены $A_{b.loc} = 119*45 = 5355$ см²

Коэффициент $\varphi_b = 0,8(A_{b,max}/A_{b.loc})^{1/2} = 0,8(5500/5355)^{1/2} = 0,81$, тогда $R_{b.loc} = \varphi_b R_b = 0,81*0,85=0,69$

Проверяем условие (3,170) принимая $\psi = 1$, как при равномерном распределении местной нагрузки $\psi*R_{b.loc}*A_{b.loc} = 1*0,69*5355 = 3695 > N=671$ кН, то есть, прочность бетона на местное сжатие обеспечена.

Вывод: коэффициент использования ФБС = 0,18.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата

Инженерные расчеты

Лист
КР

Расчет выполнен на следующие загрузки:

1. Постоянное
2. Кратковременное

3. Правила чтения результатов расчета.

В приведенном в отчете результатах расчетов (приложение №2) приняты следующие правила.

Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X - линейное по оси X;

Y - линейное по оси Y;

Z - линейное по оси Z.

Универсальный пространственный стержневой КЭ элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

M изгибающий момент относительно оси Y1; Y положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

M изгибающий момент относительно оси Z1; Z положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

Прямоугольный пространственный КЭ оболочки воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

N нормальное напряжение вдоль оси X1; X положительный знак соответствует растяжению.

N нормальное напряжение вдоль оси Y1; Y положительный знак соответствует растяжению.

M момент, действующий на сечение, ортогональное оси X1; X положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

M момент, действующий на сечение, ортогональное оси Y1; Y положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси Z1).

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата

Инженерные расчеты

Лист

КР

4. Выводы

1. Величины усилий по конструктивным элементам жилого дома превышают максимально допустимые и не все элементы конструкции воспринимают полностью заданную на них расчетную нагрузку.

5. Список литературы

1. СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия"
2. СП 16.13330.2017 «Металлические конструкции».
3. СП 15.13330.2018 «Каменные и армокаменные конструкции».
4. СП 14.13330-2018 «Строительство в сейсмических районах».
5. СП 63.13330.2018 «Железобетонные конструкции».

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата	Инженерные расчеты	

Заключение

Результаты расчета проведенного для проверки несущих конструкций здания жилого дома показали следующее:

1. Стропильные ноги не удовлетворяют требованиям по несущей способности согласно результату расчета.
2. Обрешетка кровли не удовлетворяет требованиям по несущей способности согласно результату расчета.
3. Балочное перекрытие на отм. +5,145 удовлетворяет требованиям по несущей способности согласно результату расчета.
4. Прочность каменной кладки стены из крымского ракушняка марки М50 на растворе М35 не обеспечена.
5. Опорные площадки каменной кладки стены из крымского ракушняка марки М50 на смятие не удовлетворяют требованиям по несущей способности согласно результатам расчета.
6. Прочность каменной кладки стены из блоков нуммулитового известняка марки М75 на растворе М35 не обеспечена.
7. Опорные площадки каменной кладки стены из блоков нуммулитового известняка марки М75 на растворе М35 не удовлетворяют требованиям по несущей способности согласно результатам расчета.
8. Сборная многопустотная железобетонная плита перекрытия шириной 1,2 м удовлетворяет требованиям по несущей способности согласно результатам расчета.
9. Металлическая обетонированная ригельная балка на отм. +2,200 удовлетворяет требованиям по несущей способности согласно результатам расчета.
10. Распределительный бетонный пояс устроенного поверх блоков ФБС удовлетворяет требованиям по несущей способности согласно результатов расчета.
11. Бетонные блоки ФБС удовлетворяют требованиям по несущей способности согласно результатов расчета.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					Инженерные расчеты	Лист
								КР
Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата			

Рекомендации

1. Рекомендуется усиление стропильных ног дополнительным сечением из расчета = $16750-7000 = 9000\text{мм}^2 = 90\text{см}^2 = 90/7 = 12,85\text{см}$, то есть, сечением 140*70мм.
2. Рекомендуется дополнительное усиление сечения обрешетки кровли, требуется из расчета = $3100-2500 = 600 = 6/5 = 1,2\text{см}$, то есть, сечением 50*12мм.
3. Мероприятия по дополнительному усилению сечения балок балочного перекрытия на отм. +5,145 не требуются.
4. Рекомендуется, провести мероприятия по обеспечению уменьшения нагрузки на каменную кладку стены из крымского ракушняка марки М50 на растворе М35.
5. Рекомендуется, провести мероприятия по обеспечению уменьшения нагрузки на опорные площадки каменной кладки стены из крымского ракушняка марки М50.
6. Рекомендуется, провести мероприятия по обеспечению уменьшения нагрузки на каменную кладку стены из нуммулитового известняка марки М75 на растворе М35.
7. Рекомендуется, провести мероприятия по обеспечению уменьшения нагрузки на опорные площадки каменной кладки стены из нуммулитового известняка марки М75 на растворе М35.
8. Мероприятия по усилению сборных многопустотных железобетонных плит перекрытия шириной 1,2 м проводить не требуются.
9. Мероприятия по усилению металлической обетонированной ригельной балки на отм. +2,200 проводить не требуются.
10. Мероприятия по усилению распределительного бетонного пояса устроенного поверх блоков ФБС проводить не требуются.
11. Мероприятия по усилению бетонных блоков ФБС проводить не требуются.



Расчеты произвел _____ А.В.Сухой

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Колу	Лист	№док	Подп.	Дата	Инженерные расчеты			