

РАСЧЕТНАЯ ЗАПИСКА
по расчету балок перекрытия над 1 этажом

Объект: перекрытие над 1 этажом
Заказчик: Юлия
Дата: 05.05.2026

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Москва, 2026

							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Расчетная записка

1. Задача

Требуется выполнить расчет балок перекрытия над 1 этажом в двух вариантах:

1. Проверить проектное решение с металлическими двутавровыми балками.
2. Проверить и подобрать вариант с применением ЛСТК-профилей. Предварительно заказчиком был указан профиль ПС-250-2,0.

2. Исходные данные по чертежу

По предоставленному чертежу и схеме расположения металлических балок перекрытия над 1 этажом приняты:

Позиция	Сечение	L, мм	Кол-во
Б1	30Б1	6060	31
Б2	30Б1	6140	6

Количество принято по спецификации чертежа.

Дополнительные данные по чертежу:

- основной шаг балок на плане: 1850 мм;
- отдельные участки шага: 1500-2100 мм;
- настил: профлист Н75-750-0,9;
- опорная пластина: 20х270х340;
- ребро жесткости: 8х290(н)х167;
- под опорами балок предусмотрены монолитные подушки МП1 толщиной 100 мм, бетон В15.

По дополнительным уточнениям заказчика:

- план помещений принят по листу 9, План 2 этажа после перепланировки;
- нагрузок тяжелее принятого пирога пола не предусматривается;

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

2

- обязательный критерий прогиба для итогового вывода: $L/250$;
- для варианта ЛСТК требуется подобрать расчетное сечение профиля;
- производитель ЛСТК не задан, допускается принять расчетный профиль по инженерному подбору;
- можно изменять толщину, шаг и схему профилей относительно исходного ПС-250-2,0;
- ЛСТК-профили соединяются саморезами диаметром 5,5 мм с шагом 250 мм;
- верхний пояс ЛСТК раскрепляется профнастилом, крепление саморезами 4,8 мм с шагом 250 мм;
- шаблона оформления нет, требуется записка с расчетами.

3. Нагрузки и расчетные допущения

Нормативные временные нагрузки приняты по таблице 8.3 СП 20.13330.2016:

- жилые помещения гостиниц: 1,5 кПа;
- коридоры, лестницы, фойе, примыкающие к жилым помещениям: 3,0 кПа.

Постоянная нормативная нагрузка для базовой проверки принята $G = 5,0$ кПа по пирогу пола из узлов проекта:

Слой	Толщина/принятие	Нагрузка, кПа
Цементно-песчаная стяжка	50 мм	0,90
Керамзитовая засыпка	108 мм	0,65
Бетон В15 по профлисту Н75	приведенная средняя толщина 95 мм	2,38
Профлист Н75-750-0,9	0,9 мм	0,10
Гидроизоляция и покрытие пола	принято укрупненно	0,15
Потолок и инженерные слои	принято укрупненно	0,30
Добавочная нагрузка от перегородок	минимальная расчетная добавка	0,50
Итого принято	округленно для расчета	5,0

Коэффициенты надежности по нагрузке:

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- постоянная нагрузка: $\text{гамма}_G = 1,1$;
- временная нагрузка: $\text{гамма}_Q = 1,3$ при $Q = 1,5$ кПа, $\text{гамма}_Q = 1,2$ при $Q = 3,0$ кПа.

Примечание: приведенная средняя толщина бетона по профлисту используется только для оценки массы. Габаритная высота узла перекрытия при этом соответствует чертежу. Для проверки чувствительности дополнительно рассмотрены случаи $G = 6,0$ кПа и $G = 7,0$ кПа.

Для варианта ЛСТК принят сухой пол. Нормативная постоянная нагрузка для подбора ЛСТК принята $G = 2,0$ кПа:

Слой	Толщина/принятие	Нагрузка, кПа
Напольное покрытие, ламинат	принято укрупненно	0,10
ГВЛВ	2 слоя по 12,5 мм	0,30
Профлист Н60-845-0,8	0,8 мм	0,10
Минеральная вата	200 мм	0,10
ГКЛВ	2 слоя по 12,5 мм	0,22
Каркас, крепеж, инженерные слои	принято укрупненно	0,18
Добавочная нагрузка от легких перегородок	минимальная расчетная добавка	0,50
Резерв на корректировку пирога	по заданию пирог можно корректировать	0,50
Итого принято	округленно для расчета	2,0

Критерии проверки:

- прочность по изгибу;
- прогиб по нормативной нагрузке;
- основной критерий прогиба для итогового вывода: не хуже $L/250$.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

4

4. Проверка проектного варианта 30Б1

Расчетная схема: однопролетная шарнирно опертая балка под равномерно распределенной нагрузкой.

Неблагоприятный расчетный пролет: $L = 6,14$ м.

Основная расчетная полоса нагрузки: $b = 1,85$ м. Отдельно проверен участок с увеличенным шагом $b = 2,10$ м, так как по чертежу встречаются локальные шаги до 2000-2100 мм.

Сечение 30Б1 принято по ГОСТ Р 57837-2017:

- $I_x = 6318$ см⁴;
- $W_x = 424$ см³;
- масса по чертежу: 32,9 кг/м;
- сталь для проверки: С245, $R_y = 240$ МПа;
- $E = 206000$ МПа.

Формулы:

- $q = (\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q) \cdot b + \gamma_G \cdot g_{\text{балки}};$
- $M = q \cdot L^2 / 8;$
- $\sigma = M / W_x;$
- $f = 5 \cdot q_{\text{погт}} \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot I_x).$

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

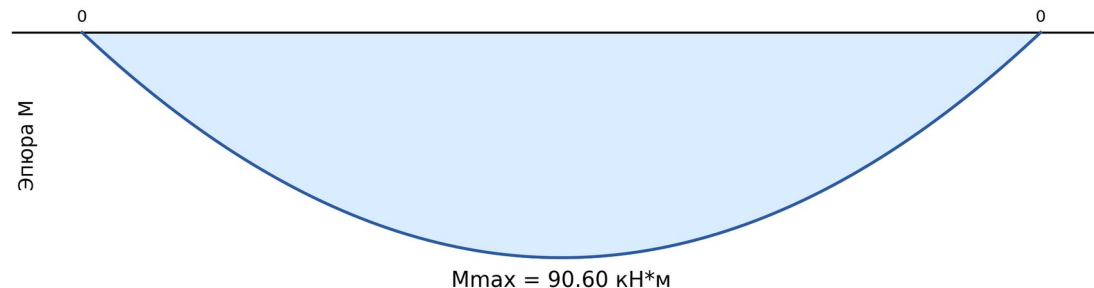
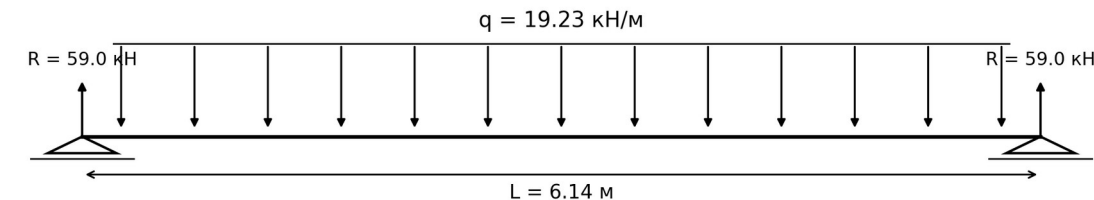
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

5

Расчетная схема балки перекрытия

однопролетная шарнирно опертая балка под равномерной нагрузкой

**Расчетная схема балки перекрытия**

На расчетной схеме показан один из проверочных случаев для балки 30Б1: пролет $L = 6,14 \text{ м}$, равномерно распределенная расчетная нагрузка $q = 19,23 \text{ кН/м}$. Это соответствует строке таблицы ниже при $G = 6,0 \text{ кПа}$, $Q = 3,0 \text{ кПа}$, $\gamma_{\text{дмта}}_Q = 1,2$, шаге балки $b = 1,85 \text{ м}$. Опорные реакции получены по формуле $R = q * L / 2 = 59,0 \text{ кН}$, максимальный изгибающий момент - по формуле $M_{\max} = q * L^2 / 8 = 90,60 \text{ кН*м}$. В таблице этот момент отражен в графе M , кН*м .

Результаты проверки:

В таблице столбцы $L/200$ и $L/250$ показывают только выполнение критерия прогиба. Прочность оценивается отдельно по напряжению σ и проценту использования; значение более 100% означает, что сечение не проходит по прочности.

Шаг, м	G, кПа	Q, кПа	$\gamma_{\text{дмта}}_Q$	$q_{\text{расч}}$, кН/м	M, кН*м	σ , МПа	Используй- вание	Прогиб, мм	L/f	L/200	L/250
1,85	5,0	1,5	1,3	14,14	66,62	157,13	65,47%	17,56	350	OK	OK
1,85	5,0	3,0	1,2	17,19	81,01	191,05	79,61%	21,50	286	OK	OK

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

6

Шаг, м	G, кПа	Q, кПа	гамма_Q	qрасч, кН/м	M, кН*м	sigma, МПа	Использование	Прогиб, мм	L/f	L/200	L/250
1,85	6,0	1,5	1,3	16,17	76,21	179,75	74,89%	20,19	304	OK	OK
1,85	6,0	3,0	1,2	19,23	90,60	213,67	89,03%	24,13	254	OK	OK
1,85	7,0	1,5	1,3	18,21	85,80	202,36	84,32%	22,82	269	OK	OK
1,85	7,0	3,0	1,2	21,26	100,19	236,29	98,45%	26,76	229	OK	NO
2,10	5,0	3,0	1,2	19,47	91,73	216,34	90,14%	24,35	252	OK	OK
2,10	6,0	3,0	1,2	21,78	102,61	242,01	100,84%	27,33	225	OK	NO

Дополнительная чувствительность: если для суммарной постоянной нагрузки вынужденно принять укрупненный $\gamma_Q = 1,3$, то при шаге 1,85 м и коридорной нагрузке $Q = 3,0$ кПа случай $G = 6,0$ кПа дает $\sigma = 239,06$ МПа, то есть почти исчерпывает несущую способность стали С245; случай $G = 7,0$ кПа не проходит по прочности.

Вывод по варианту 30Б1: проектное решение с балками 30Б1 проходит по принятой расчетной модели при основном шаге 1,85 м, постоянной нагрузке $G = 5,0$ кПа и временной нагрузке до 3,0 кПа. Локальный участок с шагом 2,10 м при $G = 5,0$ кПа также проходит, но запас ограничен: $L/f = 252$, то есть почти у критерия L/250. Если фактическая постоянная нагрузка увеличится до 6,0 кПа, то для $b = 2,10$ м, $Q = 3,0$ кПа балка уже не проходит по прочности. Вывод действителен только при надежном раскреплении сжатого пояса профлистом/настилом и подтвержденном креплении настила к балке.

5. Подбор ЛСТК-профиля

Для варианта ЛСТК принят стоечный С-профиль без перфорации. Сдвоение профилей выполняется по схеме спинка к спинке. В качестве конкретного производителя для подбора принят каталоговый профиль ПО Эталон: С-250x75x3,0, геометрия 250/75/20 мм, сталь для расчета С350.

Паспортные gross-характеристики одного профиля С-250x75x3,0 по каталогу производителя:

Параметр	Значение
Площадь A	12,48 см ²
I _x	1131,76 см ⁴

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

7

Параметр	Значение
W_x	90,54 см ³
Марка стали для принятого решения	C350

Для сдвоенного элемента 2C-250x75x3,0 gross-характеристики составляют $I_x = 2263,52$ см⁴, $W_x = 181,08$ см³. Для учета тонкостенности и местной устойчивости в расчете приняты effective-характеристики 0,60 от gross: $I_{x_eff} = 1358,11$ см⁴, $W_{x_eff} = 108,65$ см³.

Примечание: расчет выполнен для профиля без перфорации и просечек. При поставке нужно подтвердить, что выбранный профиль поставляется без перфорации либо что паспортные effective-характеристики перфорированного профиля не ниже принятых в расчете.

Исходные параметры подбора:

- расчетный пролет: $L = 6,06$ м;
- обязательный критерий прогиба: $L/250$;
- временная нагрузка для неблагоприятных зон 2 этажа: $Q = 3,0$ кПа;
- постоянная нагрузка сухого пола: $G = 2,0$ кПа;
- сталь ЛСТК для подбора: $R_y = 350$ МПа;
- сдвоение профилей: спинка к спинке;
- соединение профилей: саморезы диаметром 5,5 мм, шаг 250 мм;
- крепление верхнего пояса: профнастил Н60-845-0,8, саморезы 4,8 мм, шаг 250 мм.

Для учета местной устойчивости тонкостенного сечения effective-характеристики в подборе приняты консервативно как 0,60 от gross-характеристик каталогового С-профиля. Это не завышает жесткость и отделяет расчетное рабочее сечение от геометрического gross-сечения.

Проверочные результаты:

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

8

Вариант ЛСТК	Шаг, мм	M, кН*м	sigma, МПа	Прогиб, мм	L/f	L/250
2С-250х70х2,0	600	16,62	228,65	29,35	207	NO
2С-250х75х2,5	600	16,78	184,66	23,76	255	OK
2С-250х75х3,0	600	16,95	155,97	20,04	302	OK
2С-250х75х3,0	750	20,94	192,72	24,74	245	NO

Для принятого варианта 2С-250х75х3,0, шаг 600 мм: $I_{x_eff} = 1358 \text{ см}^4$, $W_{x_eff} = 108,65 \text{ см}^3$, использование по прочности 44,56%.

Требуемые effective-характеристики для расчетного случая $G = 2,0 \text{ кПа}$, $Q = 3,0 \text{ кПа}$, $b = 0,60 \text{ м}$, $L = 6,06 \text{ м}$:

- по прогибу L/250: $I_{x_eff} \geq 1123 \text{ см}^4$;
- по прочности при $R_y = 350 \text{ МПа}$: $W_{x_eff} \geq 48,5 \text{ см}^3$.

Принятое решение по ЛСТК: 2С-250х75х3,0 с шагом 600 мм, сдвоение спинка к спинке. Для принятого сечения $I_{x_eff} = 1358,11 \text{ см}^4$, $W_{x_eff} = 108,65 \text{ см}^3$, прогиб $f = 20,04 \text{ мм}$, $L/f = 302$, напряжение $\sigma = 155,97 \text{ МПа}$. Сечение проходит по прочности и по прогибу L/250.

Сечение 2С-250х75х2,5 при шаге 600 мм также проходит по критерию L/250, но с ограниченным запасом $L/f = 255$. Для итогового решения принят профиль 3,0 мм, так как он дает больший запас по прогибу, устойчивости и опорным узлам.

6. Узел опирания, анкеровка и местное смятие ЛСТК

Для принятого варианта 2С-250х75х3,0, шаг 600 мм, $L = 6,06 \text{ м}$, $G = 2,0 \text{ кПа}$, $Q = 3,0 \text{ кПа}$ получены реакции:

Параметр	Значение
Собственный вес сдвоенного профиля	0,19 кН/м
Нормативная погонная нагрузка qн	3,19 кН/м
Расчетная погонная нагрузка qрасч	3,69 кН/м
Нормативная реакция Rн	9,67 кН
Расчетная реакция R	11,19 кН

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Параметр
Линейная нагрузка на непрерывный опорный элемент

Значение
18,64 кН/м

Схема узла опирания ЛСТК-балки

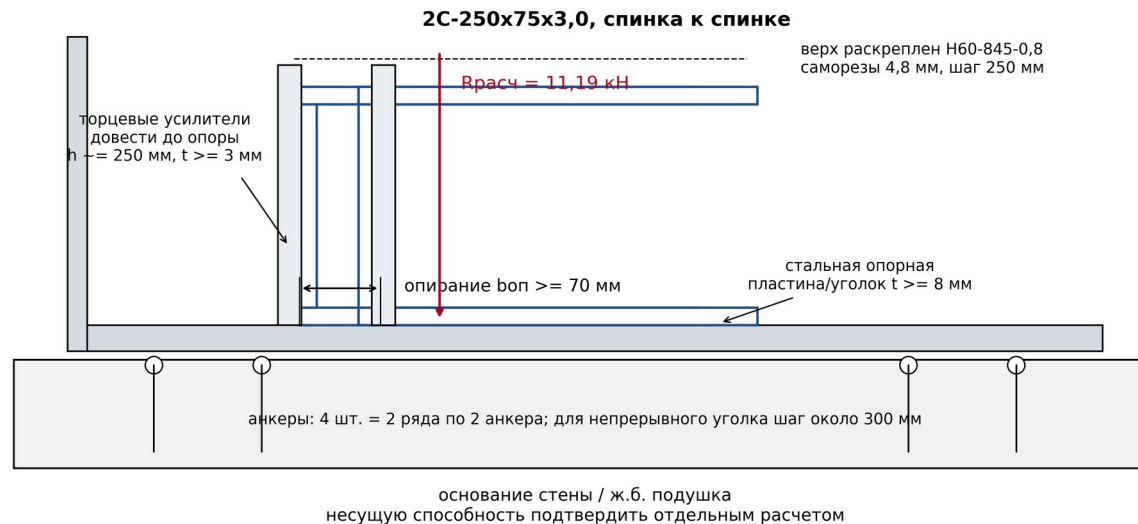


Схема узла опирания ЛСТК-балки

Принятая конструктивная схема узла:

1. Сдвоенный профиль 2С-250х75х3,0 нижним поясом опирается непосредственно на стальной опорный уголок, башмак или пластину. Направляющий профиль допускается использовать как фиксатор положения, но не как единственный несущий элемент вертикального опирания.
2. Полка опорного элемента под балкой принимается 80-100 мм, толщина опорного уголка или пластины - не менее 8 мм.
3. Чистая длина опирания ЛСТК-балки принимается не менее 70 мм по горизонтали от края опорной детали до конца зоны опирания.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

10

4. Реакция должна передаваться в обе стенки сдвоенного профиля; опирание только одной полки или одного профиля не допускается.

5. На каждом конце балки устанавливаются полно-высотные торцевые усилители, доведенные до опорного элемента: С/У-вставка или пластина высотой около 250 мм, толщиной не менее 3,0 мм, с плотной посадкой между полками.

6. Сдвоенные профили и торцевые усилители соединяются саморезами 5,5 мм; основной шаг 250 мм, в опорной зоне принять уплотнение до 150 мм или по узлу производителя.

7. У торцов предусматривается блокировка или обвязочный профиль для исключения поворота балки на опоре.

Проверка местного смятия стенки:

Показатель	Значение
Расчетная реакция на конец сдвоенной балки R	11,19 кН
Реакция на одну стенку при работе двух профилей Q_r	5,59 кН
Проверочная несущая способность одной стенки при $b_{оп} = 50$ мм	$Q_{w,p} \geq 20,5$ кН
Использование при штатной передаче на две стенки	27%
Справочная проверка местного смятия при передаче полной реакции на одну стенку	55%

Условие $Q_r \leq Q_{w,p}$ выполняется. В расчете несущая способность стенки проверена для длины опирания 50 мм, а в конструктивном решении принято 70 мм, поэтому запас по местному смятию не ниже указанного. Справочная строка с передачей полной реакции на одну стенку приведена только для проверки местного смятия; одностороннее опирание конструктивно не допускается.

Проверка анкеровки:

Схема	Расчетное усилие
Минимальное количество анкеров на конец балки	4 шт.
Расчетная схема группы анкеров	2 ряда по 2 анкера

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

11

Схема

Расчетное усилие

Срез на один анкер при 4 анкерах

2,8 кН

Эксцентриситет опирания для проверки

 $e = 100 \text{ мм}$

Расстояние между рядами анкеров

 $z = 120 \text{ мм}$

Растяжение верхнего анкера от эксцентриситета

4,7 кН

Проверка анкеровки в данной записке ограничена определением расчетных усилий V и T на анкерную группу. Тип анкера, диаметр, глубина заделки, краевые расстояния и несущая способность основания должны быть подтверждены отдельным расчетом по фактическому материалу стены или железобетонной подушки. Для неизвестной старой кладки анкеровку следует выполнять через расчетные химические анкеры или сквозные стяжки; при креплении к железобетонной подушке - по расчетной несущей способности бетона и краевым расстояниям.

Условия применения принятого решения:

1. Фактический профиль выбранного производителя должен иметь effective-характеристики не ниже $I_{x_eff} = 1358 \text{ см}^4$, $W_{x_eff} = 108,65 \text{ см}^3$ для сдвоенного элемента либо должен быть пересчитан.
2. Соединение двух профилей саморезами 5,5 мм с шагом 250 мм должно быть выполнено по всей длине для совместной работы профилей.
3. Профнастил Н60-845-0,8 должен крепиться к верхнему поясу саморезами 4,8 мм с шагом 250 мм и обеспечивать раскрепление от закручивания.
4. Опорные узлы выполняются по схеме выше: опирание $b_{оп} \geq 70 \text{ мм}$, торцевые усилители, работа обеих стенок и анкеровка по расчетной реакции $R = 11,19 \text{ кН}$.
5. Для применения другого профиля, перфорированного профиля или другого основания требуется пересчет по фактическим паспортным данным.
6. Шаг ЛСТК-балок 600 мм является расчетным; увеличение шага, в том числе до 750 мм, без пересчета не допускается.
7. Проверка вибраций и виброакустического комфорта ЛСТК-перекрытия в рамках данной записки не выполнялась; при повышенных требованиях к комфорту требуется отдельная проверка.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

12

7. Итоговый подбор

Вариант	Принятое решение	Статус
Проектное перекрытие с двутаврами	30Б1, пролет до 6140 мм, основной шаг 1850 мм	проходит при $G = 5,0$ кПа; при шаге 2,10 м запас ограничен
ЛСТК, одиночный профиль	ПС-250-2,0	не проходит
ЛСТК, принятое решение	2С-250х75х3,0, шаг 600 мм	проходит при $G = 2,0$ кПа, $Q = 3,0$ кПа

8. Принятые условия применения

1. Для варианта 30Б1 фактический пирог пола не должен быть тяжелее принятого $G = 5,0$ кПа без пересчета. На участке с шагом 2,10 м запас по прогибу минимален: $f = 24,35$ мм при пределе около 24,56 мм.
2. Для варианта ЛСТК постоянная нагрузка сухого пола не должна превышать $G = 2,0$ кПа, временная нагрузка - $Q = 3,0$ кПа, расчетный шаг балок - 600 мм. Увеличение шага, в том числе до 750 мм, без пересчета не допускается.
3. Фактический профиль выбранного производителя должен иметь effective-характеристики не ниже $I_{x_eff} = 1358$ см⁴, $W_{x_eff} = 108,65$ см³ для сдвоенного элемента; при перфорации, другой стали или другом профиле требуется пересчет.
4. Узлы опирания ЛСТК выполняются по схеме выше: опирание $b_{оп} \geq 70$ мм, передача реакции на обе стенки, торцевые усилители до опорного элемента, раскрепление профнастилом и совместная работа сдвоенных профилей.
5. Анкеры, краевые расстояния, глубина заделки и несущая способность основания под анкера подтверждаются отдельным расчетом по фактическому материалу стены или железобетонной подушки.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

13