

ПРОЕКТ 19

РАСЧЁТ / ДВУТАВРЫ / ЛСТК

Балки перекрытия: сталь и ЛСТК

Сравнение вариантов по прочности и прогибам

Расчётный пакет №59

ЗАДАЧА

Сопоставить варианты балок перекрытия и представить расчётные проверки в понятной структуре исходных параметров и результатов.

ЧТО ПРОРАБОТАНО

- Собраны исходные нагрузки, пролёты и характеристики рассматриваемых сечений.
- Подготовлены проверки прочности и прогибов для двутавров и ЛСТК.
- Оформлены сравнительная записка, подробный ход решения и отдельная проверка расчёта.

СОСТАВ РЕЗУЛЬТАТА

Три взаимосвязанных расчётных документа и таблица вариантов балок.

2 типа конструкций Двутавры и ЛСТК



Расчетная схема балки перекрытия

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

Схема и расчёт двутавра ➤ стр. 6

Вариант ЛСТК	Шаг, м	M, кН*м	σ , МПа	Прогиб, мм	L/f	L/200
2С-250х75х10	600	10,62	228,61	25,35	267	NO
2С-250х75х12,5	600	16,79	184,66	21,76	255	OK
2С-250х75х10	600	10,62	155,97	20,04	302	OK
2С-250х75х10	750	20,84	182,72	24,74	245	NO

Для принятого варианта 2С-250х75х10, шаг 600 мм: $b_{eff} = 1358$ см, $W_{y,eff} = 10805$ см³, использование по прочности 44,50%.

Требуемые эффективные характеристики для расчетного случая $G = 2,0$ кПа, $Q = 3,0$ кПа, $b = 0,90$ м, $L = 6,06$ м:

- по прогибу $L/250$ $b_{eff} \geq 1121$ см³
- по прочности при $R_y = 355$ МПа $W_{y,eff} \geq 48,3$ см³

Принято решение по ЛСТК: 2С-250х75х12,5 с шагом 600 мм, сечение ступенчатое. Для принятого сечения $b_{eff} = 1358$ см, $W_{y,eff} = 10805$ см³, прогиб $f = 20,04$ мм, $L/f = 302$, напряжение $\sigma = 155,97$ МПа. Сечение проходит по прочности и по прогибу L/250.

Сечение 2С-250х75х12,5 при шаге 600 мм также проходит по критерию L/250, но с ограниченным запасом $L/f = 255$. Для итогового решения принят прогиб 3,0 мм, так как он дает больший запас по прогибу, устойчивости и опорным узлам.

6. Указ опирания, анкеровка и жесткие узлы ЛСТК.

Для принятого варианта 2С-250х75х10, шаг 600 мм, $L = 6,06$ м, $G = 2,0$ кПа, $Q = 3,0$ кПа получены расчеты:

Параметр	Значение
Собственный вес с расчетным профилем	0,19 кН/м
Нормативная постоянная нагрузка по оп.	3,79 кН/м
Расчетная постоянная нагрузка по оп.	3,09 кН/м
Нормативная реакция R_0	5,87 кН
Расчетная реакция R	11,79 кН

Варианты ЛСТК и опирание ➤ стр. 9, 10

Сечение	M	σ , МПа	Иск.	Прочн.	f	L/f	L/200	L/250
30Б1	14,14	66,62	157,13	65,47%	OK	17,56	350	OK
30Б1	17,19	81,01	191,05	79,61%	OK	21,50	286	OK
30Б1	19,23	90,60	213,67	80,07%	OK	24,13	254	OK
30Б1	16,47	91,73	216,34	90,14%	OK	24,35	252	OK
30Б1	21,78	102,61	242,81	100,94%	NO	27,33	225	NO

Вывод: оптимальным сечением является 30Б1. При $b = 1,85$ м, $G = 5,0$ кПа, $Q = 3,0$ кПа проверка проходит, но запас ограничен: при $G = 6,0$ кПа прочность не проходит: использование 100,94%, и обязательный критерий прогиба L/250 также не выполняется. По L/200 прогиб формально проходит. При расчетных значениях с $G = 1,5$ для $b = 1,05$ м, $G = 6,0$ кПа, $Q = 3,0$ кПа получены $\sigma = 228,06$ МПа, использование 99,61%.

Контрольная проверка расчёта ➤ стр. 3, 4, 5, 6

В составе — сравнительные расчёты, подробные проверки и схема опирания ЛСТК.