

Проверочный расчет принятых конструктивных решений.

1. Цель

Целью данного расчета является проверка принятых решений, заложенных в проекте шифр ПД -03/03.2017. Также определения фактического состояния конструкции произведённых на строительной площадке.

2. Исходные данные

Многоквартирный 3-х этажный жилой дом. Конструктивная схема здания - каркасная. Несущие конструкции выполнены из монолитного железобетона класса В 25.

Колонны выполнены прямоугольного сечением 300 x 300. Рабочая арматура колонны принята диаметром 20 мм класса А-400. Защитный слой арматуры принят 40 мм.

Балки монолитные сечением 300 x 400 (Н). Балки установлены по периметру здания. Балки выполнены из монолитного железобетона класса В 25. Рабочая арматура принята диаметром 20 мм в три стержня. Верхняя арматура принята диаметром 20 мм в три стержня. Защитный слой арматуры принят 20 мм.

Плиты перекрытия приняты из монолитного железобетона толщиной 180 мм. Класс бетона В 25. Плита армируется арматурой 12 мм класса А 400 с шагом 200 мм в обоих направлениях. Защитный слой арматуры принят 22 мм. В местах установки колонн перекрытие усиливается дополнительными арматурными каркасами из арматуры диаметром 6 мм с шагом 50 мм.

Схема установки перекрытия без балочная на капителях. Между основными колоннами устанавливается усиленная арматура диаметром 20 мм.

Пространственная жесткость каркаса здания обеспечивается жестким защемление колон на обресе фундамента и жестким диском покрытия.

3. Сбор нагрузок

№	Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кг на Кв.м	Коэффициент по надежности нагрузки	Расчетная нагрузка, кг на Кв.м
	Постоянная			
1	Керамическая плитка на клею "Vetonic" -10 мм	24	1,1	28,8
2	Выравнивающий слой "Vetonic" - 5 мм	9	1,1	9,9
3	Изопласт наплавляемый – 5 мм	4,5	1,3	5,85
4	Цементно-песчаная стяжка р-р В15 - 40 мм	92	1,1	101,2
	Итого постоянные	129,5		145,75
	Временная			
1	Полезная нагрузка	150	1,3	195
	Итого временная	150		195
	Всего	279,5		340,75

4. Проверочный расчет колонны

Рабочая площадь – $4,6 \times 4,4 = 20,24$ кв. м

Наиболее нагруженным является колонна первого этажа

$N = 20,14 \times 341 \times 4 = 27\,471$ кг.

Расчет выполнен по СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Длина элемента 3 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоУ 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоZ 1

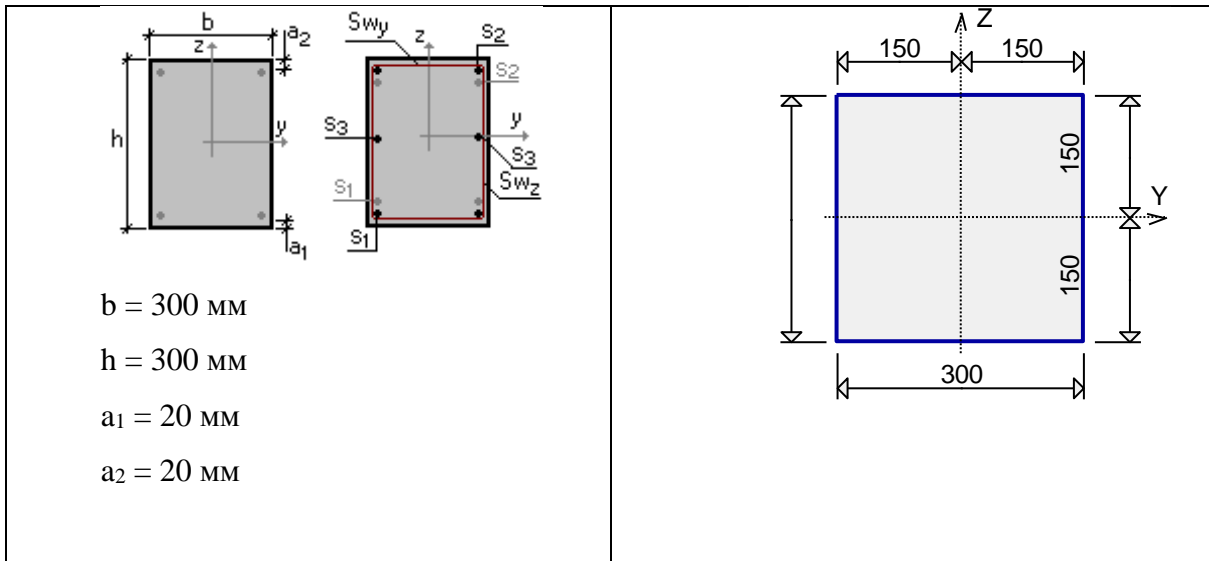
Случайный эксцентриситет по Z принят по СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)

Случайный эксцентриситет по У принят по СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)

Конструкция статически неопределимая

Предельная гибкость - 120

Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	А-III	1
Поперечная	А-I	1

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Плотность бетона 2.5 Т/м^3

Условия твердения: Естественное

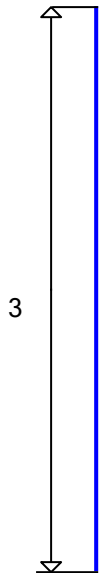
Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

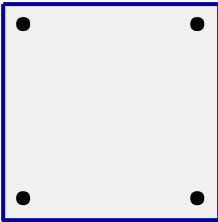
Учет нагрузок длительного действия $\varphi_{b2} 0.9$

Результирующий коэффициент без φ_{b2} 1

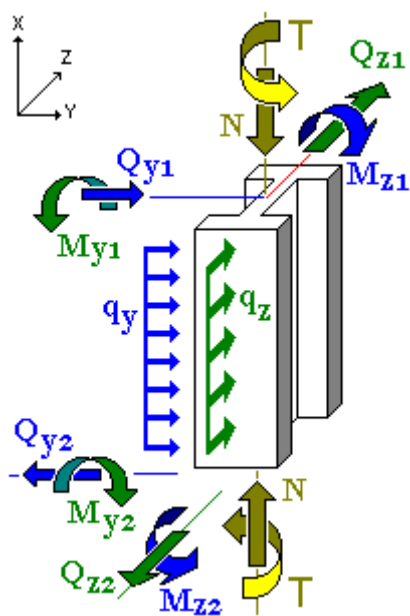
Схема участков



Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	3	S ₁ - 2□20 S ₂ - 2□20	

Нагрузки



Загружение 1

Тип: постоянное			
Коэффициент надежности по нагрузке: 1.1			
Коэффициент длительной части: 1			
Учтен собственный вес			
N	27.5 Т	T	0 Т*М
M_{y1}	0 Т*М	M_{z1}	0 Т*М
Q_{z1}	0 Т	Q_{y1}	0 Т
M_{y2}	0 Т*М	M_{z2}	0 Т*М
Q_{z2}	0 Т	Q_{y2}	0 Т
q_z	0 Т/м	q_y	0 Т/м

Результаты расчета			
Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0.169	Прочность по предельной продольной силе сечения	п.п. 3.26,3.28
	0.426	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28
	0.051	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	п.п. 3.24, 3.6
	0.289	Предельная гибкость в плоскости ХоУ	п.5.3
	0.289	Предельная гибкость в плоскости ХоZ	п.5.3

Вывод: Проектный запас прочности составляет 57 %.

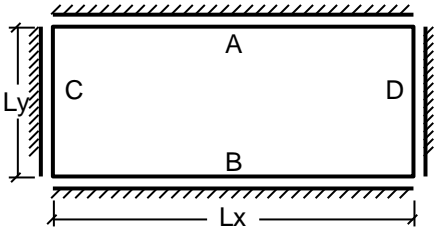
Изменение толщины защитного слоя не ведет к ухудшению несущей способности элемента.

5. Проверочный расчет плиты перекрытия

Максимальный пролет плиты составляет 6,0 x 5,5 м

ЭКСПЕРТИЗА ПЛИТЫ, ИЗГИБАЕМОЙ В ДВУХ НАПРАВЛЕНИЯХ

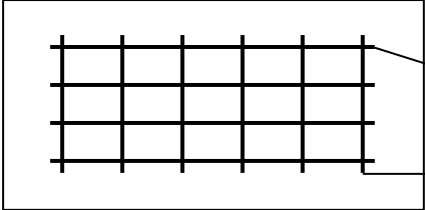
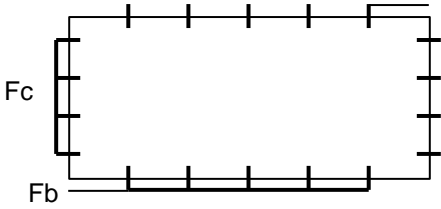
Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

	<p>Толщина плиты 180 мм Длина пролета L_x 6 м Длина пролета L_y 5.5 м</p>
---	---

Условия опирания

Край	Условия опирания	Анкеровка
A	защемленный	
B	защемленный	+
C	защемленный	+
D	защемленный	

Армирование плиты

В пролете	На опоре
	

Коэффициент условий работы арматуры 1

Защитный слой

верхний 22 мм

нижний 22 мм

Арматура	Класс	Диаметр	Шаг	Диаметр анкера
		мм	мм	мм
F_x	A-I	12	200	
F_y	A-I	12	200	
F_a	A-I	12	200	
F_b	A-I	12	200	6
F_c	A-I	12	200	6
F_d	A-I	12	200	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Плотность бетона 2.5 Т/м³

Условия твердения: Естественное

Коэффициент условий твердения 1

Учет нагрузок длительного действия γ_{b2} 0.9

Трещиностойкость

Категория трещиностойкости - 3

Условия эксплуатации конструкции: В помещении

Режим влажности бетона - Естественная влажность

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Продолжительное раскрытие 0.3 мм

Нагрузки

Нагрузка	Тип	Нормативное значение (Т/м ²)	Коэффициент надежности по нагрузке
1	Постоянная	0.341	1

Суммарная расчетная нагрузка 0.341 Т/м²

Максимально допустимый прогиб 100 мм

Результаты расчета		
Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
	Изгибающий момент от суммарной распределенной нагрузки	0.112
	Поперечная сила от суммарной распределенной нагрузки	0.045
	Максимальный прогиб в центре плиты	0.007
	Изгибающий момент с учетом несущей способности анкеров от суммарной распределенной нагрузки	0.189

Коэффициент использования 0.189 - Изгибающий момент с учетом несущей способности анкеров от суммарной распределенной нагрузки

Вывод: Проектная прочность плиты обеспечена с запасом 80 %. Увеличение защитного слоя приводит к снижению запаса прочности плиты на 20 %

6. Проверочный расчет балки

Наибольший пролет балки составляет 6 м

Расчетная площадь 6,3 кв. м.

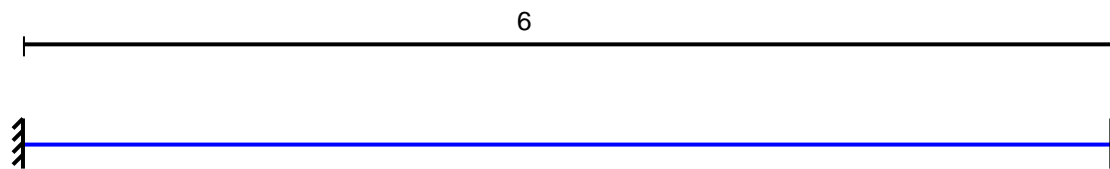
Расчетная нагрузка составляет $Q = 6,3 \times 341 = 2149$ кг

Экспертиза однопролетной балки

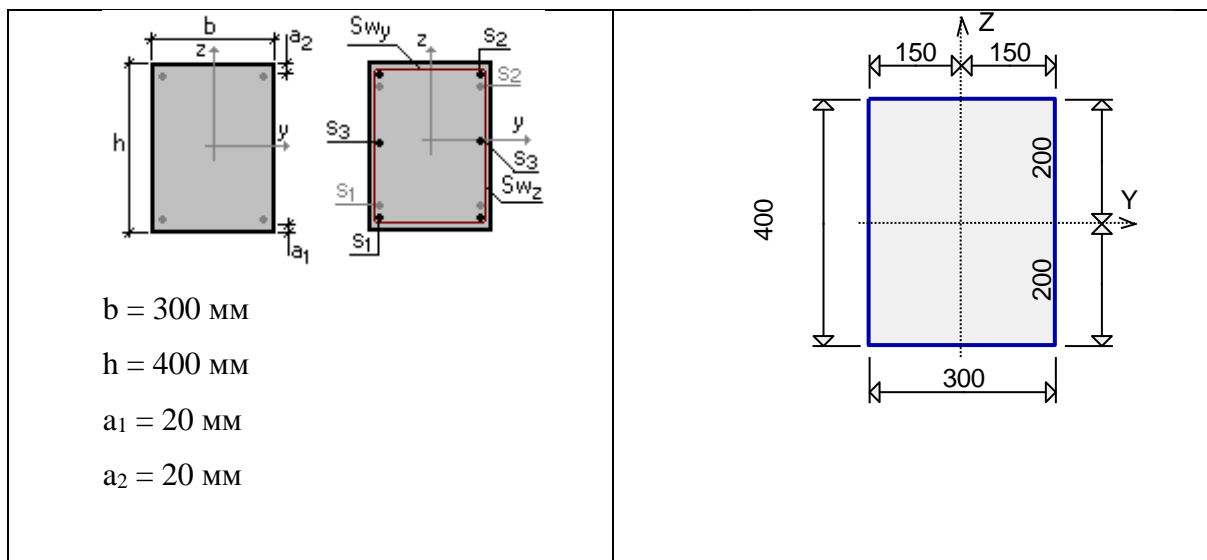
Расчет выполнен по СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 0.95$

Конструктивное решение




Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы

Продольная	А-III	1
Поперечная	А-I	1

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	6	S ₁ - 3□20 S ₂ - 3□20	

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Плотность бетона 2.5 Т/м³

Условия твердения: Естественное

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия γ_{b2} 0.9

Результирующий коэффициент без γ_{b2} 1

Трещиностойкость

Категория трещиностойкости - 3

Условия эксплуатации конструкции: В помещении

Режим влажности бетона - Естественная влажность

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие 0.4 мм

Продолжительное раскрытие 0.3 мм

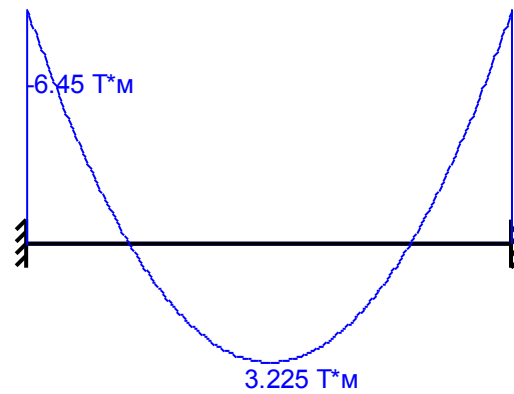
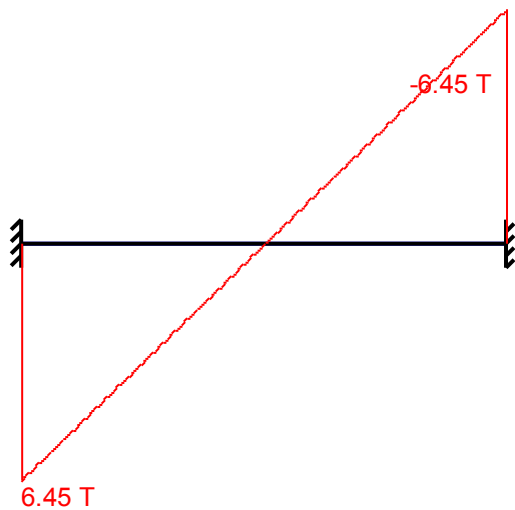
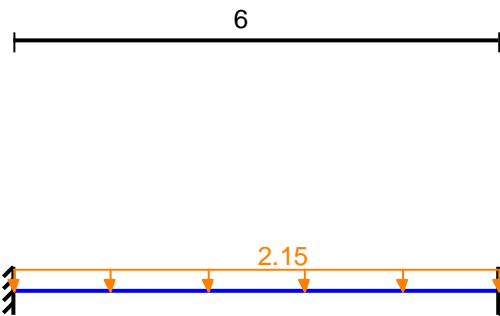
Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 6 м		
	<u>п</u>	2.15	Т/м

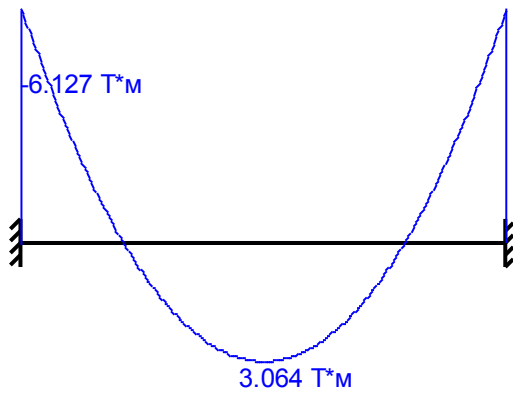
Загружение 1 - постоянное

Коэффициент надежности по нагрузке: 1.1

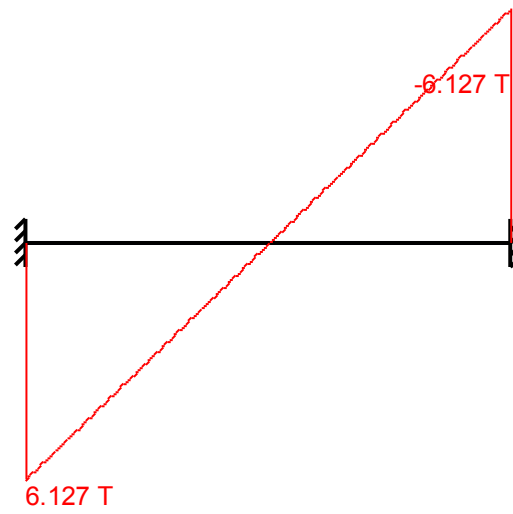
Коэффициент длительной части: 1



М_{max} по значениям расчетных нагрузок

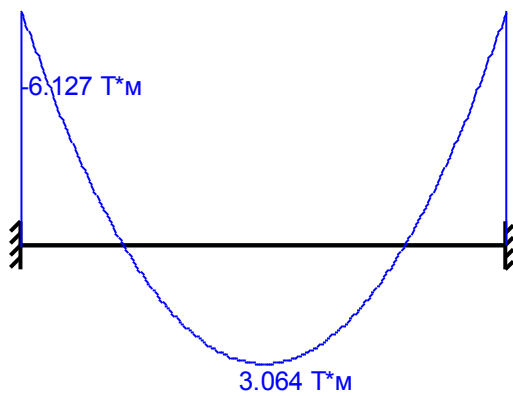


Максимальный изгибающий момент

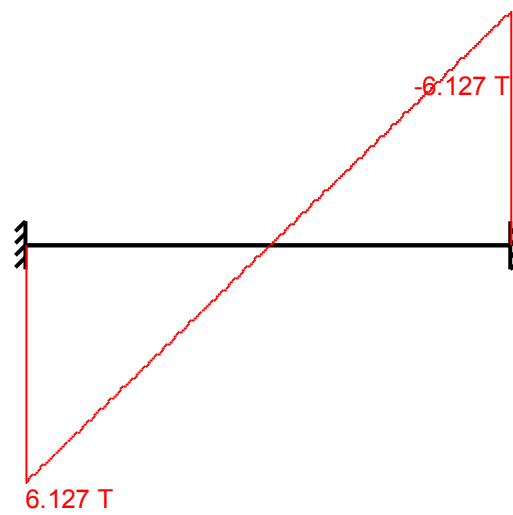


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

М_{min} по значениям расчетных нагрузок

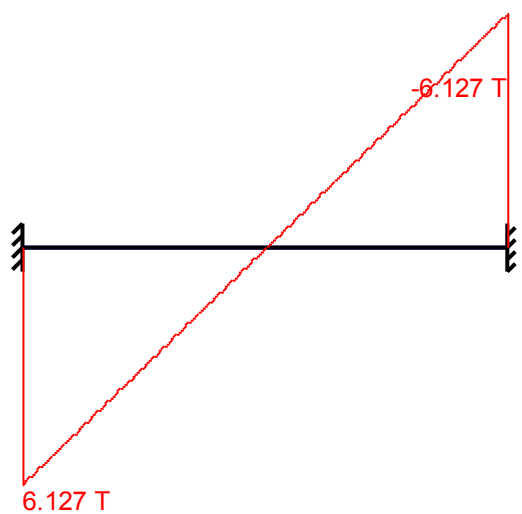


Минимальный изгибающий момент

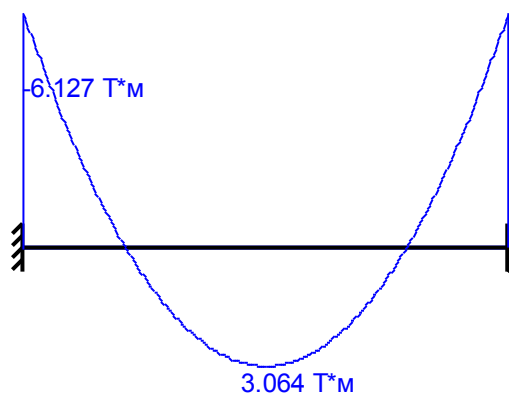


Перерезывающая сила, соответствующая
минимальному изгибающему моменту

Q_{max} по значениям расчетных нагрузок

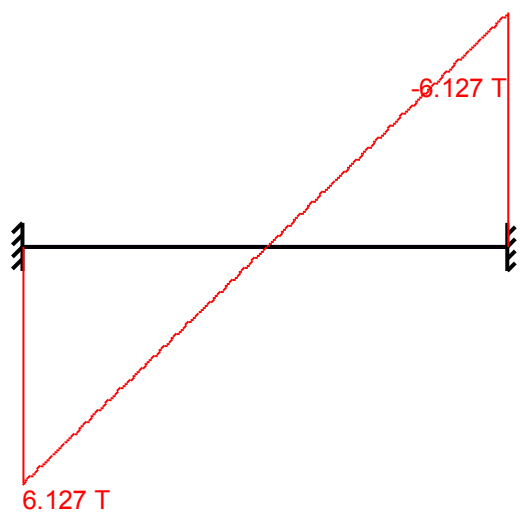


Максимальная перерезывающая сила

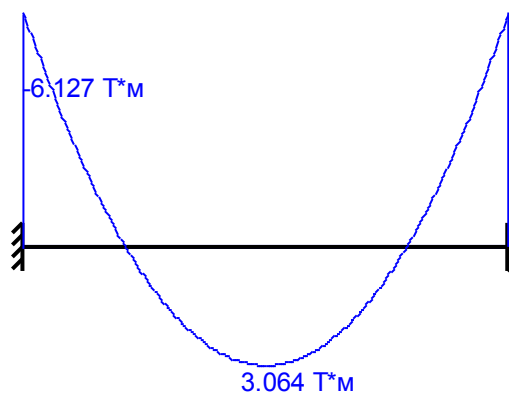


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Q_{min} по значениям расчетных нагрузок

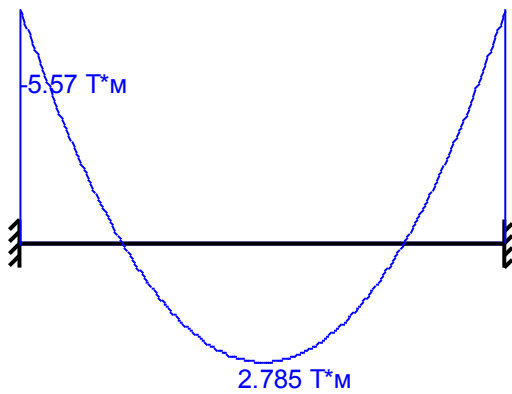


Минимальная перерезывающая сила

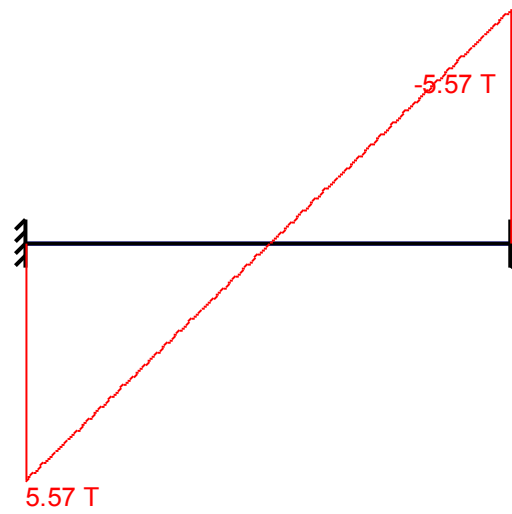


Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

М_{max} по значениям нормативных нагрузок

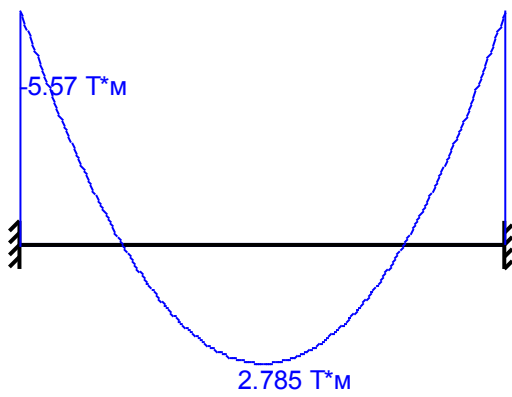


Максимальный изгибающий момент

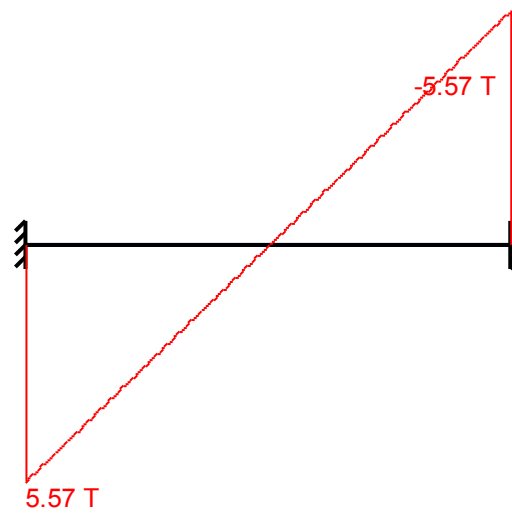


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

М_{min} по значениям нормативных нагрузок

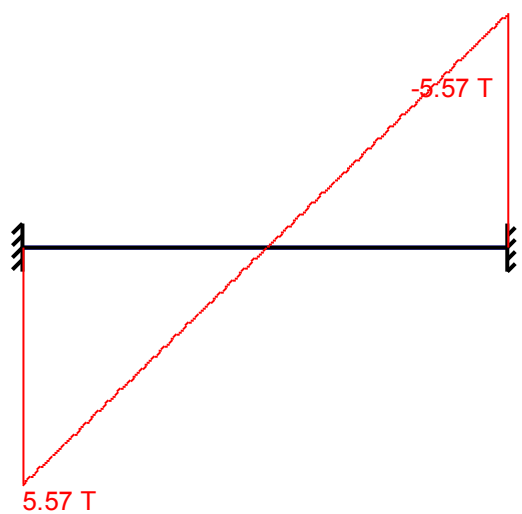


Минимальный изгибающий момент

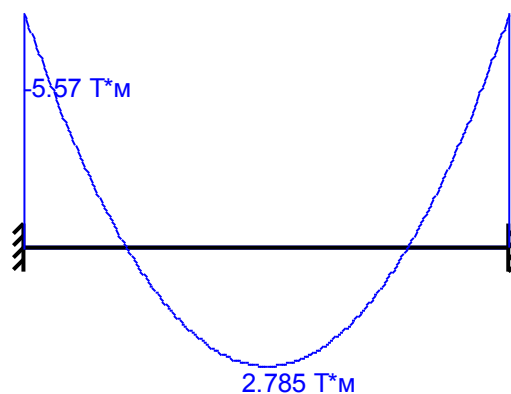


Перерезывающая сила, соответствующая
минимальному изгибающему моменту

Qmax по значениям нормативных нагрузок

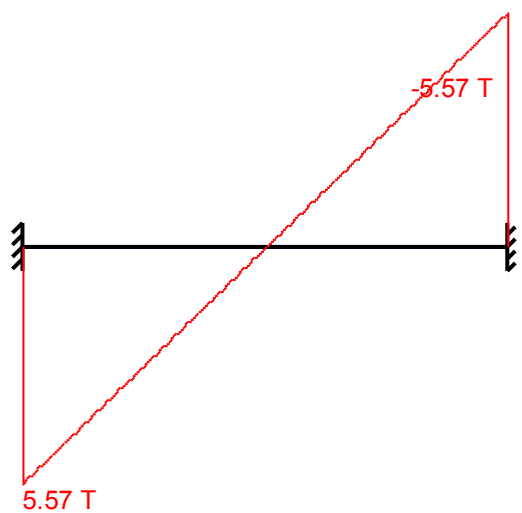


Максимальная перерезывающая сила

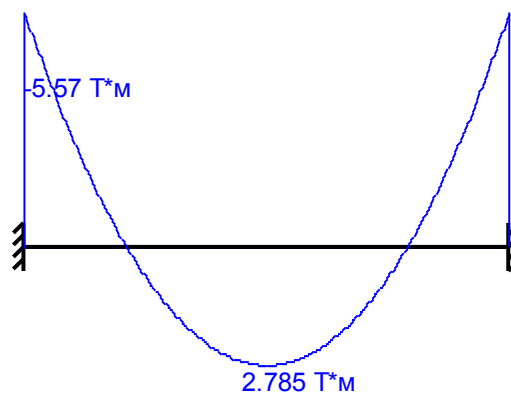


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Qmin по значениям нормативных нагрузок



Минимальная перерезывающая сила

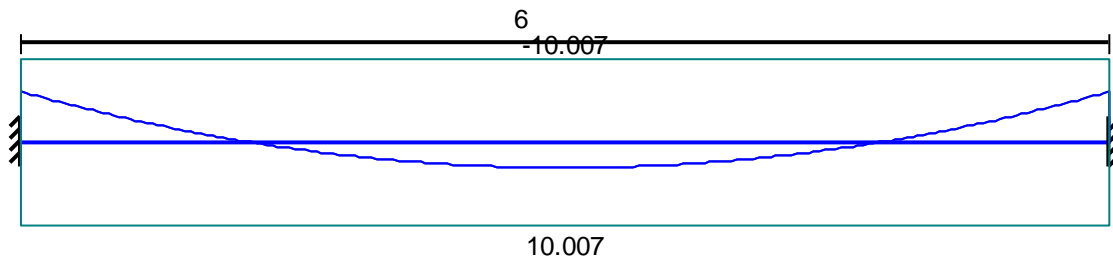


Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

Опорные реакции				
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T*м	T	T	T*м
по критерию M_{max}	-6.127	6.127	6.127	-6.127
по критерию M_{min}	-6.127	6.127	6.127	-6.127
по критерию Q_{max}	-6.127	6.127	6.127	-6.127
по критерию Q_{min}	-6.127	6.127	6.127	-6.127

Результаты расчета			
Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0.502	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28
	0.461	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	п.п. 4.14, 4.15
	0.615	Ширина раскрытия трещин (длительная)	п.п.4.14, 4.15
	0.159	Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	п.3.30
	0.955	Прочность по наклонным сечениям без поперечной арматуры	п.3.32

Эпюра материалов по изгибающему моменту



Вывод: Решения, заложенные в проекте, обеспечивают несущую способность элемента

При увеличении защитного слоя или не верном армировании прочность балки **НЕДОСТАТОЧНА.**

Фактическое выполнение конструкции на площадке.

Фотофиксация №1



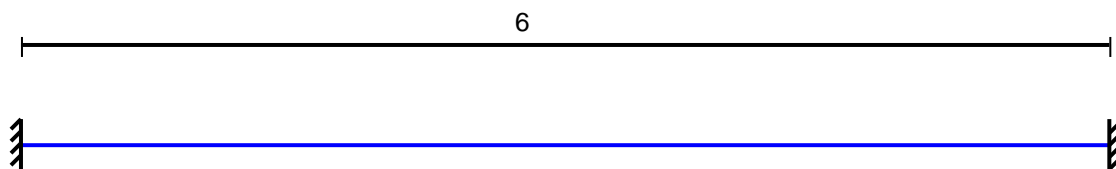
Фактическое выполнение конструкции показывает нарушение нижнего слоя и фактическое отсутствия армирования в верхней зоне.

Экспертиза однопролетной балки

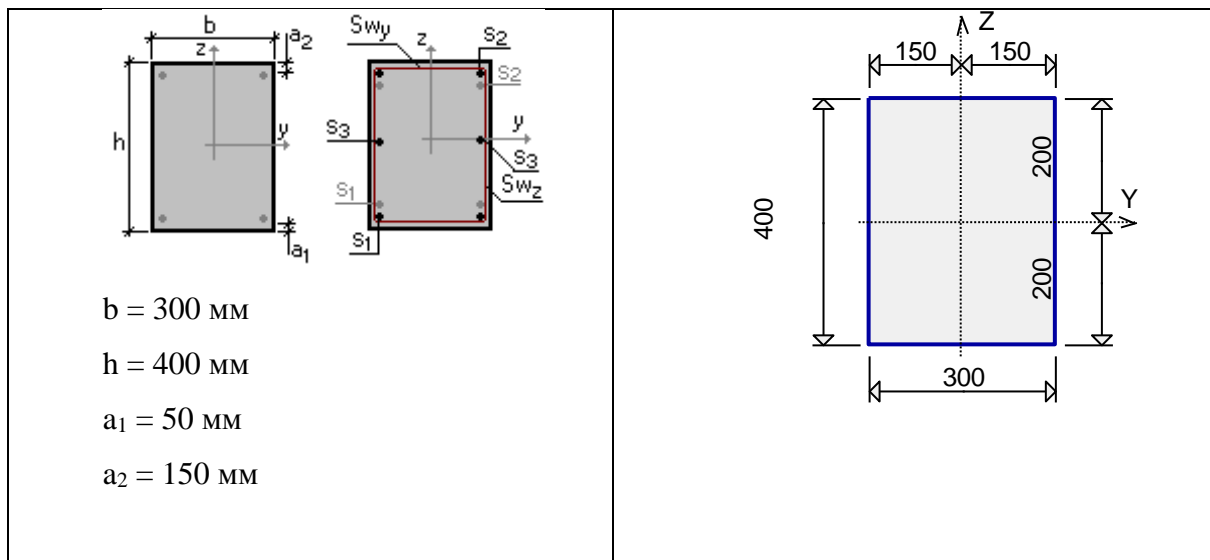
Расчет выполнен по СНиП 2.03.01-84* (Россия и другие страны СНГ)

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 0.95$

Конструктивное решение



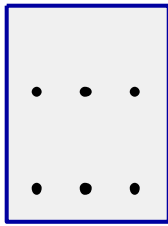
Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	А-III	1
Поперечная	А-I	1

Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение

1	6	$S_1 - 3 \square 20$ $S_2 - 3 \square 20$	
---	---	--	---

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: B25

Плотность бетона 2.5 Т/м^3

Условия твердения: Естественное

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия $\varphi_{b2} 0.9$

Результирующий коэффициент без $\varphi_{b2} 1$

Трещиностойкость

Категория трещиностойкости - 3

Условия эксплуатации конструкции: В помещении

Режим влажности бетона - Естественная влажность

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие 0.4 мм

Продолжительное раскрытие 0.3 мм

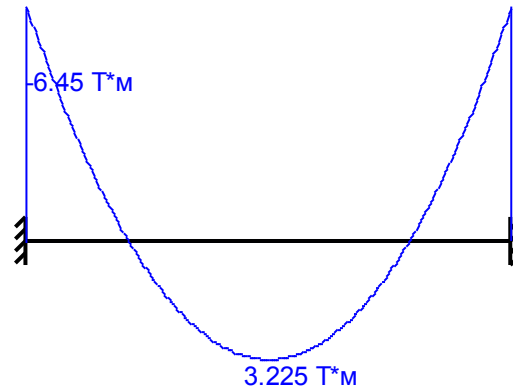
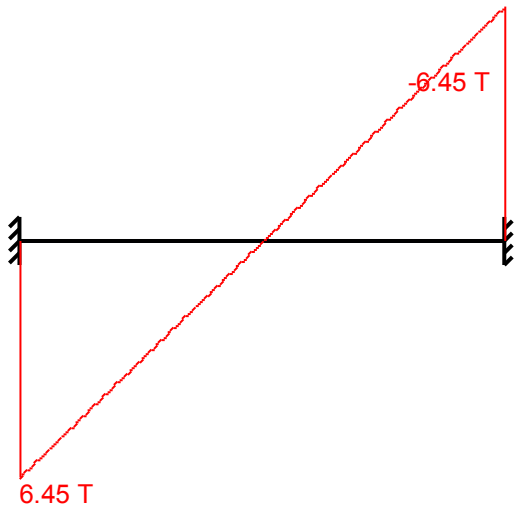
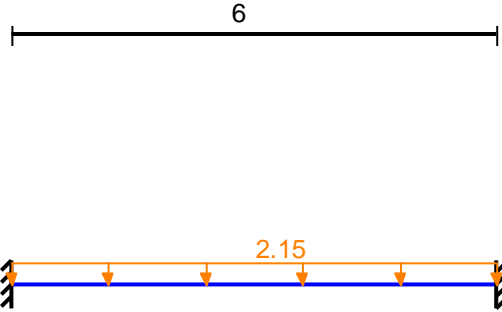
Загружение 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	
	длина = 6 м		
	<u>ц</u>	2.15	Т/м

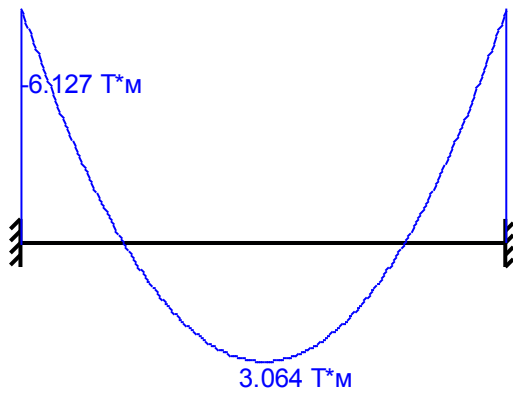
Загружение 1 - постоянное

Коэффициент надежности по нагрузке: 1.1

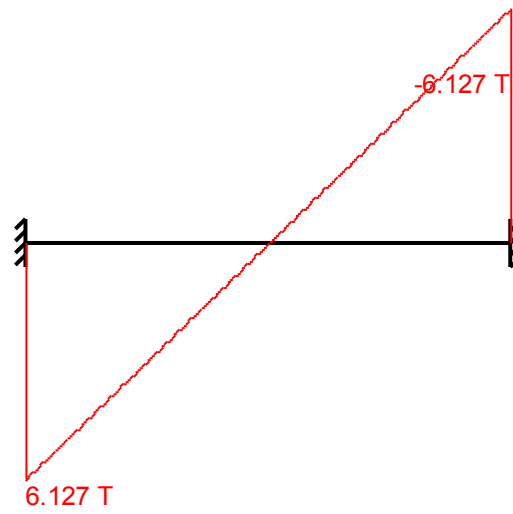
Коэффициент длительной части: 1



М_{max} по значениям расчетных нагрузок

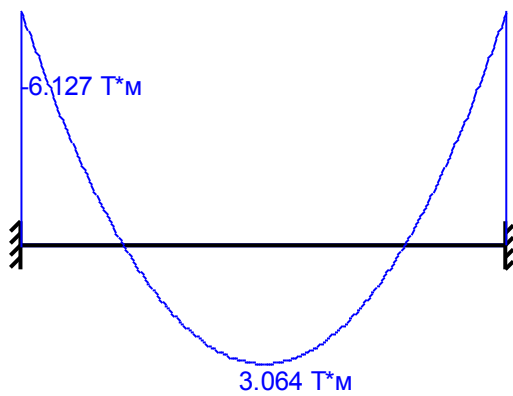


Максимальный изгибающий момент

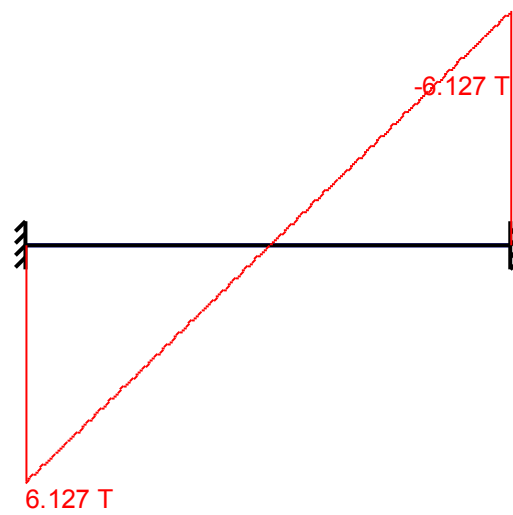


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

М_{min} по значениям расчетных нагрузок

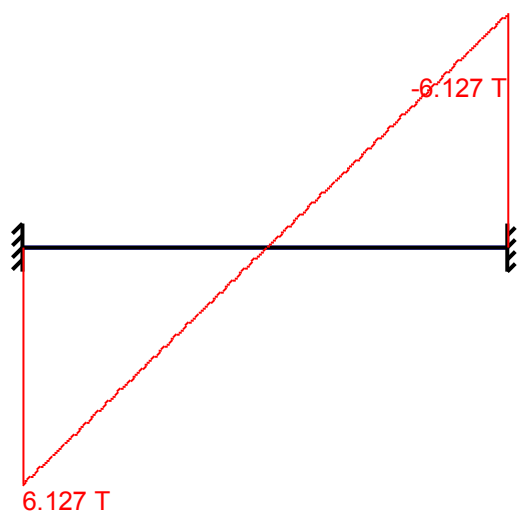


Минимальный изгибающий момент

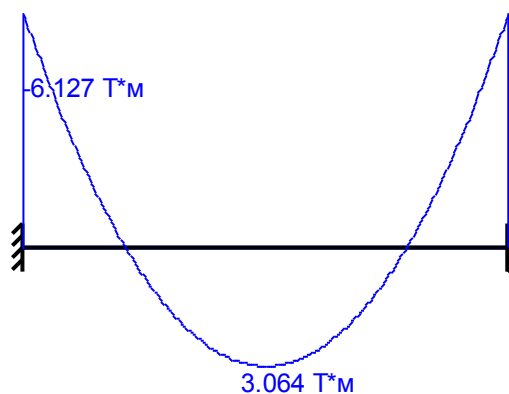


Перерезывающая сила, соответствующая
минимальному изгибающему моменту

Q_{max} по значениям расчетных нагрузок

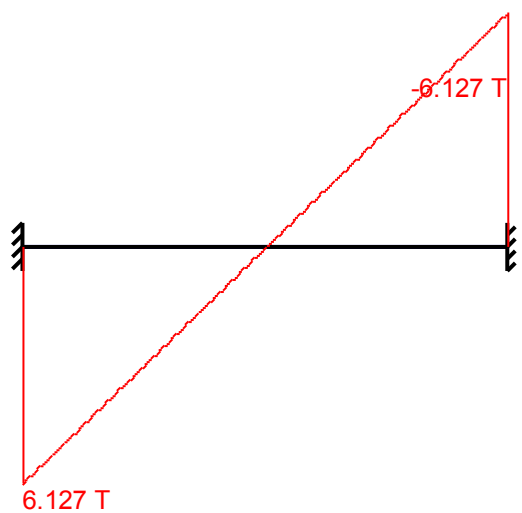


Максимальная перерезывающая сила

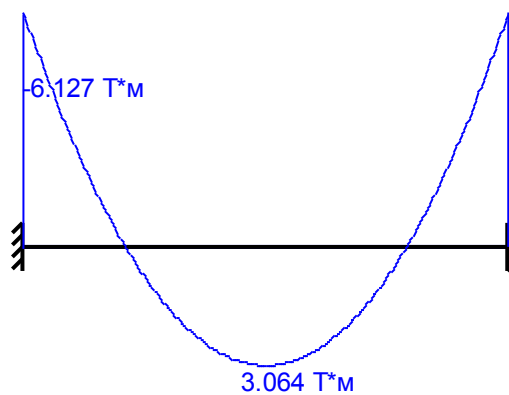


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Q_{min} по значениям расчетных нагрузок

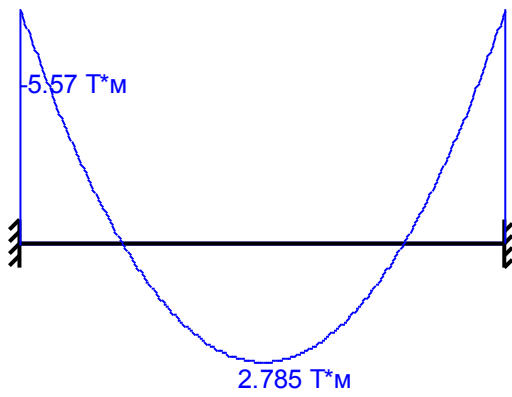


Минимальная перерезывающая сила

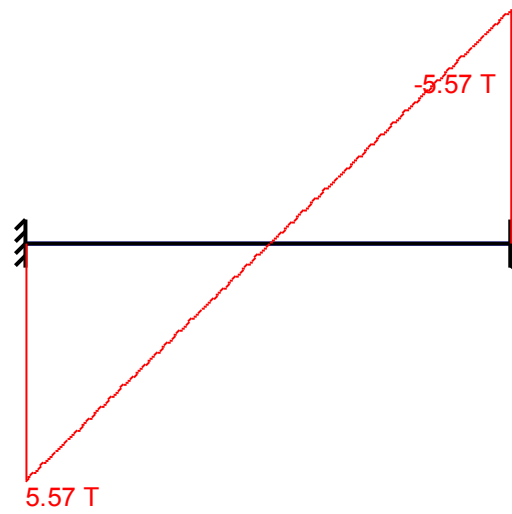


Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

М_{max} по значениям нормативных нагрузок

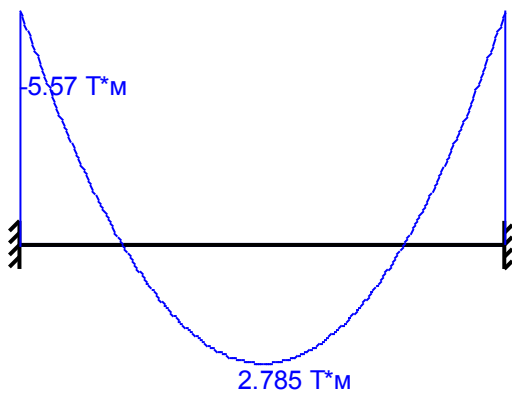


Максимальный изгибающий момент

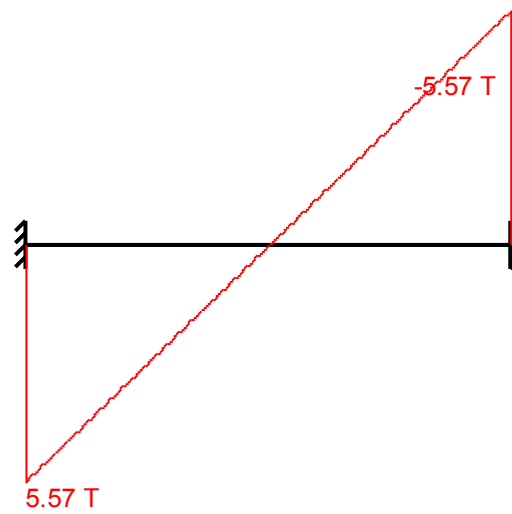


Перерезывающая сила, соответствующая
максимальному изгибающему моменту

М_{min} по значениям нормативных нагрузок

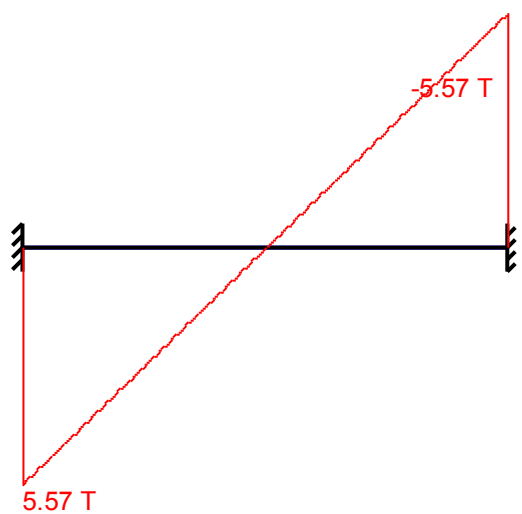


Минимальный изгибающий момент

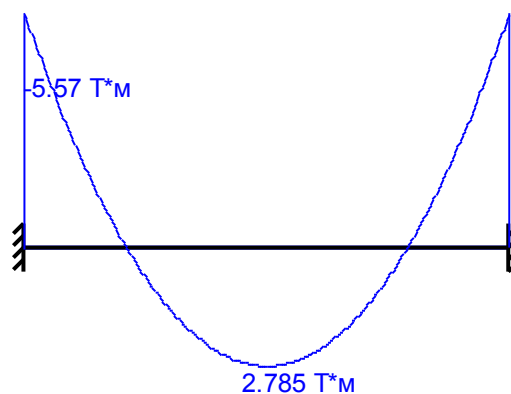


Перерезывающая сила, соответствующая
минимальному изгибающему моменту

Qmax по значениям нормативных нагрузок

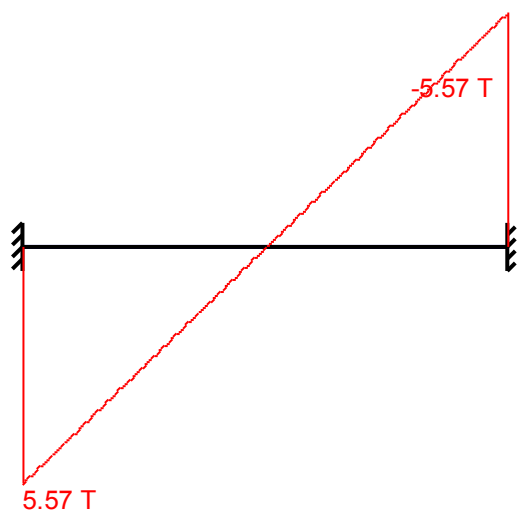


Максимальная перерезывающая сила

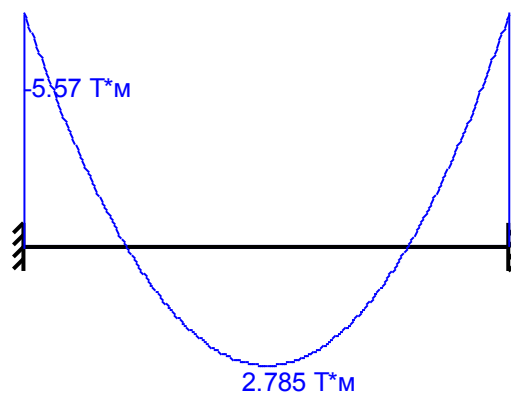


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Qmin по значениям нормативных нагрузок



Минимальная перерезывающая сила

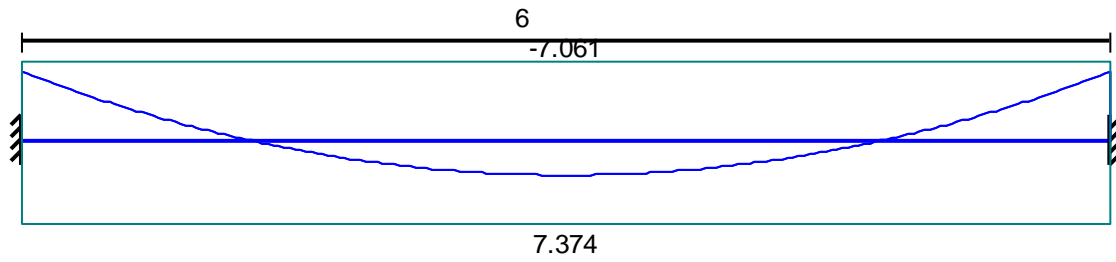


Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

Опорные реакции				
	Момент в опоре 1	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Момент в опоре 2
	T*м	T	T	T*м
по критерию M_{max}	-6.127	6.127	6.127	-6.127
по критерию M_{min}	-6.127	6.127	6.127	-6.127
по критерию Q_{max}	-6.127	6.127	6.127	-6.127
по критерию Q_{min}	-6.127	6.127	6.127	-6.127

Результаты расчета			
Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНИП
1	0.868	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28
	0.632	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	п.п. 4.14, 4.15
	0.843	Ширина раскрытия трещин (длительная)	п.п.4.14, 4.15
	0.246	Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	п.3.30
	1.473	Прочность по наклонным сечениям без поперечной арматуры	п.3.32
	1.473	Прочность по наклонной трещине	п.3.31 СНИП, п.3.31 Пособия к СНИП

Эпюра материалов по изгибающему моменту



Вывод: При увеличении защитного стоя балка не может воспринимать заложенную проектом нагрузку.

ТРЕБУЕТСЯ разработать мероприятия по усилению конструкции. Также следует разработать мероприятия по усилению пространственной жёсткости каркаса здания.