

Техническое заключение

по результатам поверочного расчёта межэтажного перекрытия квартиры



Содержание

Техническое задание.....	3
1. Сведения об организации.....	4
1.2 Исполнители.....	4
2. Результаты натурных обмеров, инструментального обследования.....	5
2.1 Пролёты и опирание.....	11
3 Материалы и схема армирования.....	12
4 Сбор нагрузок.....	14
4.1 Итоговая таблица сбора нагрузок.....	15
4.2 Продолжительность полезной нагрузки.....	16
5 Расчётные модели и порядок проверки в SCAD.....	17
6 Контроль усилий и сопоставление с SCAD.....	18
6.1 Контроль КА1.....	18
6.2 Контроль КА2.....	19
6.3 Контроль КА3.....	20
6.4 Контроль КА6.....	21
7 Проверка прочности сечений в SCAD.....	22
7.1 Параметры расчётных сечений и эквивалент армирования.....	22
7.2 Результаты экспертизы заданного армирования.....	24
8 Перегородка из сибита на плите КА3.....	27
9 Ручной расчёт лотковых элементов РА3 и РА5.....	29
10 Ручной поверочный расчет.....	30
10.1 Расчётная схема.....	30
10.2 Приведённые балочные сечения.....	30
10.2.1 Численные подстановки характеристик сечений.....	31
10.3 Нагрузки на расчётные рёбра.....	34
10.4 Прогибы и раскрытие трещин.....	34
10.5 Местная работа полки.....	36
10.6 Уточнённый контроль прогиба КА6.....	36
10.7 Границы обследования и учёт поперечной арматуры.....	36
10.8 Сводные результаты.....	37
11 Общий вывод расчёта.....	38
Приложение А. Нормативные и методические источники.....	39
Приложение Б. Выписка из реестра СРО.....	40

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист
2

Техническое задание

на выполнение работ по проведению инструментального обследования и выполнения
поверочного расчета

Объект: Межэтажное перекрытие квартиры многоквартирного жилого дома по адресу
г. Новосибирск,

Цель обследования: Определение допустимой нагрузки на межэтажное перекрытие

1. Состав работ:

1.1. Обмерные работы.

1.2 Техническая диагностика (приборы, инструменты): определение армирования путем контрольных вскрытий бетона, контроль прочности бетона методом ударного импульса. Измерение геометрических параметров - Металлическая линейка 30 см по ГОСТ 427 инв. №19 свидетельство калибровки № 4300-K14/26 до 22.06.2027. Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 166 зав. №564 свидетельство о поверке № ДРФ.Р 16843-26 до 07.07.2027. Штангенциркуль GRIFF зав. №22022279 свидетельство о поверке № С-АК3/30-06/2026/539228489, до 29.06.2027. Дальномер Bosch GLM 100 С зав. №309019218; свидетельство о поверке № С-ДДЭ/22-06-2026/535250849 до 21.06.2027. Определение прочности материалов неразрушающим методом по ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля»

- измерение прочности бетона – Измеритель прочности бетона электронный ИПС-МГ4.03 зав. №9576 свидетельство о поверке № С-ГЦЧ/20-09-2026/372937571 до 19.09.2027

-измерение защитного слоя бетона и диаметра арматуры – Измеритель защитного слоя бетона Поиск-2.51 зав. №987 свидетельство о поверке № С-ДДЭ/07-10-2026/563851680 до 06.10.2027

2. Выполнение поверочного расчета по фактическим данным. Составление заключения.

3. Порядок работ Исполнителя по объектам, обеспечение доступа к конструкциям, согласование времени:

- доступ Исполнителя на объект согласовывается с Заказчиком и другими собственниками помещений;

- ответственность за технику безопасности, пожарной безопасности и электробезопасность при проведении работ по обследованию лежит на Исполнителе.

4. Заключение представляется в двух экземплярах

5. Сроки выполнения работы: сентябрь-октябрь 2026 года.

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					

Техническое заключение

1. Сведения об организации

1.1. Сведения об организации, проводившей поверочный расчёт и наличии свидетельства о допуске на выполнение проектных и изыскательских работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства:

Таблица 1 — Сведения об организации

Наименование организации:	Общество с ограниченной ответственностью «Сибирское экспертное объединение»
Почтовый адрес, телефон, факс, E-mail:	630132, г. Новосибирск, ул. Челюскинцев 30/2, оф.500 тел. 8 (383) 286-45-88; 8-913-007-45-88; эл. почта: sib.exp.union@yandex.ru;
Наличие свидетельства о допуске на выполнение проектных и изыскательских работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства:	Выписка из реестра членов саморегулируемой организации. Регистрационный номер в реестре членов: 337. Саморегулируемая организация в сфере архитектурно-строительного проектирования Союз «Проекты Сибири» СРО-П-009-05062009.
	Выписка из реестра членов саморегулируемой организации. Регистрационный номер в реестре членов СРО № 105. Саморегулируемая организация в области инженерных изысканий Ассоциация «Изыскатели Сибири». Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций СРО-И-047-23072019.

1.2 Исполнители

Таблица 2 — Сведения об исполнителях

Фамилия И.О.	Должность	№ документа	Кем выдано
	Инженер по обследованию зданий и сооружений	И	3
	Главный инженер проекта	И	3

2. Результаты натурных обмеров, инструментального обследования

В ходе обследования выполнены обмерные работы и выборочные вскрытия плит перекрытия для контрольного освидетельствования армирования, в том числе с нарушением отделки нижерасположенной квартиры. Фактическая геометрия и выявленное армирование сопоставлены с рабочими чертежами серии ИИ-01-02 «Индустриальные строительные изделия 2–5-этажных каменных жилых домов для строительства в РСФСР. Железобетонные изделия». Выделены четыре типа корытных плит, принятые в расчёте под обозначениями КА1, КА2, КА3 и КА6, и два лотковых элемента, условно сопоставленные с серийными элементами РА3 и РА5. Для плит выполнены поверочные расчёты с учётом фактической геометрии и установленной схемы армирования. Для лотковых элементов, армирование которых не подтверждено вскрытиями, в целях консервативной оценки приняты наименьшие марочные несущие способности соответствующих серийных аналогов. Длина и ширина плит соответствуют серии; высота, верхние ширины рёбер, толщина полки и скосы — по фактическим размерным обмерным схемам приняты в расчёты. Различия высот, скосов и армирования относительно серии учитываются поверочным расчётом. Обмерный план представлен на схеме 1; раскладка плит перекрытия отображена на схеме 2; Армирование отображено на схемах 3-5; геометрические размеры поперечных сечений на схемах 6-8, так же описания сведены в таблицы 3 и 4. На фото 1-3 отображен общий вид перекрытий, на фото 4-6 фрагменты вскрытий защитного слоя.

В связи с выявленными отклонениями фактической геометрии и армирования плит от решений серии оценка их несущей способности выполнена поверочным расчётом по фактическим данным, а не непосредственным принятием серийных показателей. На первом этапе для каждого типа плиты в SCAD создана пространственная конечно-элементная модель, по которой определены распределение усилий между полкой и рёбрами, опорные реакции и расчётные сочетания усилий. На втором этапе полученные усилия переданы в модели проверки сечений, где заданы фактические размеры, классы бетона и арматуры, количество и положение выявленных продольных стержней. Дополнительно выполнен независимый консервативный ручной контроль по приведённой балочной схеме, включающий проверку порядка усилий, прогибов, раскрытия трещин, поперечной силы и местной работы полки. Серийные чертежи использованы для идентификации конструкций и уточнения скрытых конструктивных решений, но несущая способность обследованных плит принята по результатам поверочного расчёта с учётом фактически установленных параметров.

Таблица 3 — Геометрические размеры плит

Плита	Длина по серии мм	Ширина мм	Высота мм	Полка мм	Крайнее ребро мм	Среднее ребро мм
КА1	2880	1595	175	30	90	85
КА2	2980	1595	185	30	80	85
КА3	3080	1595	175	30	90	85
КА6	3980	1595	200	30	125	90

Таблица 4 — Скосы и расчётные пролёты полок

Плита	Скос крайнего ребра мм	Скос среднего ребра с каждой стороны мм	Плоское корыто мм	Полка без учёта скосов мм
КА1	20	35	610,0	665,0
КА2	35	40	600,0	675,0
КА3	20	35	610,0	665,0
КА6	35	50	542,5	627,5

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

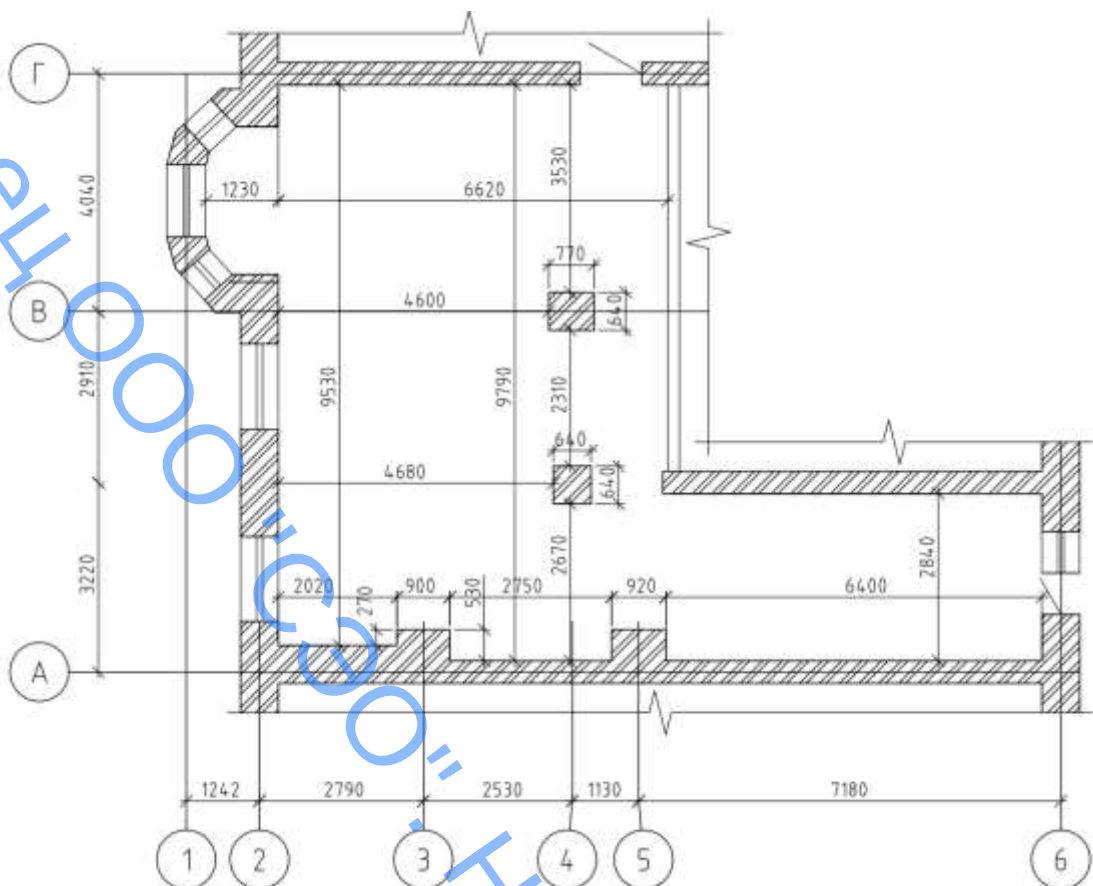


Схема 1. Обмерный план квартиры

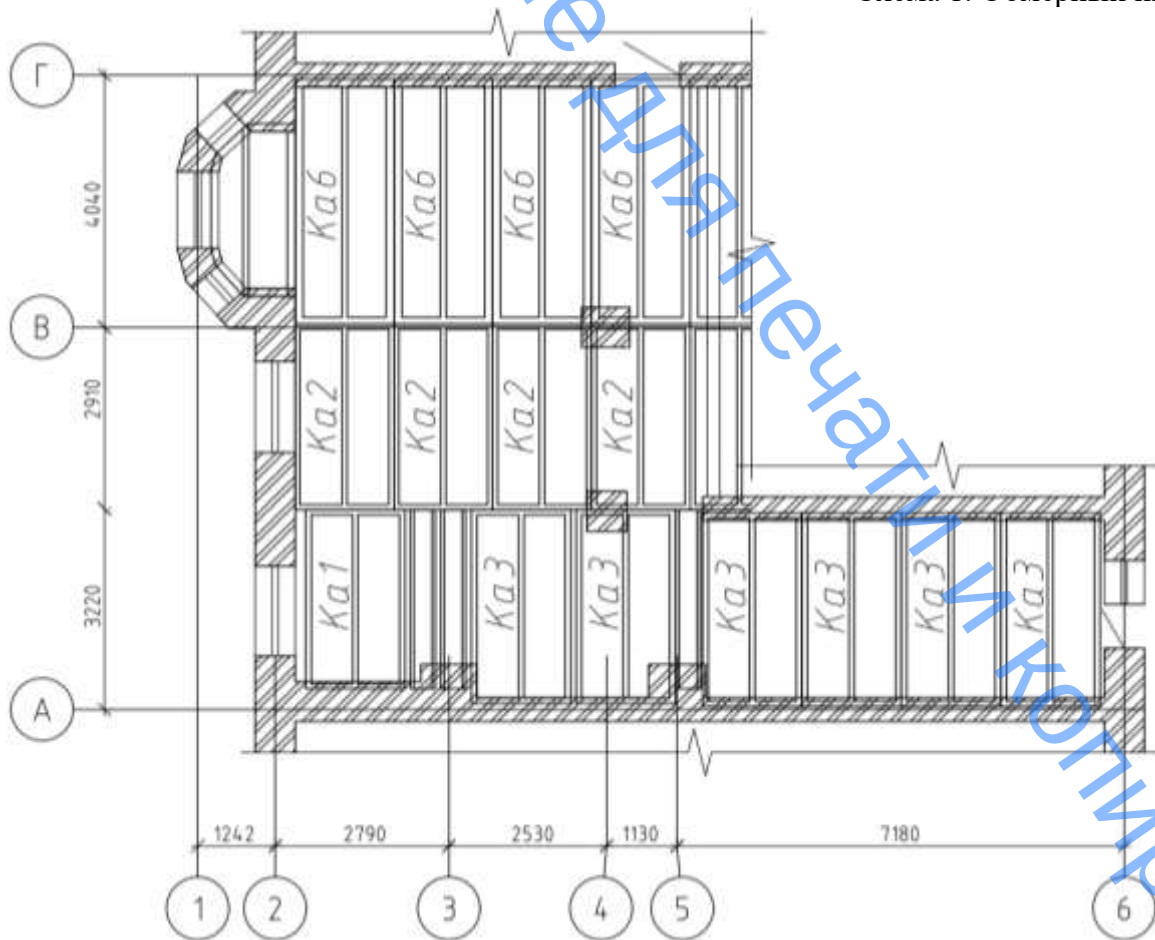


Схема 2. Схема раскладки плит перекрытия

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист
6

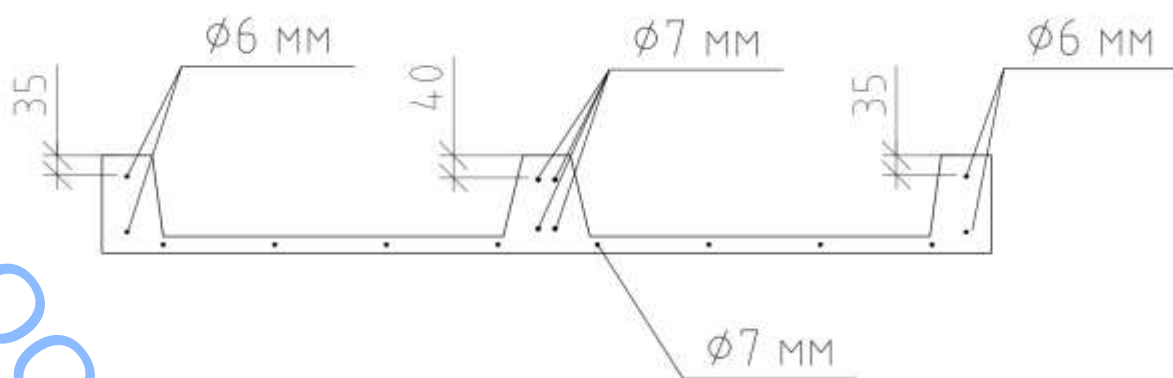


Схема 3. Армирование плит перекрытия Ka1 и Ka3

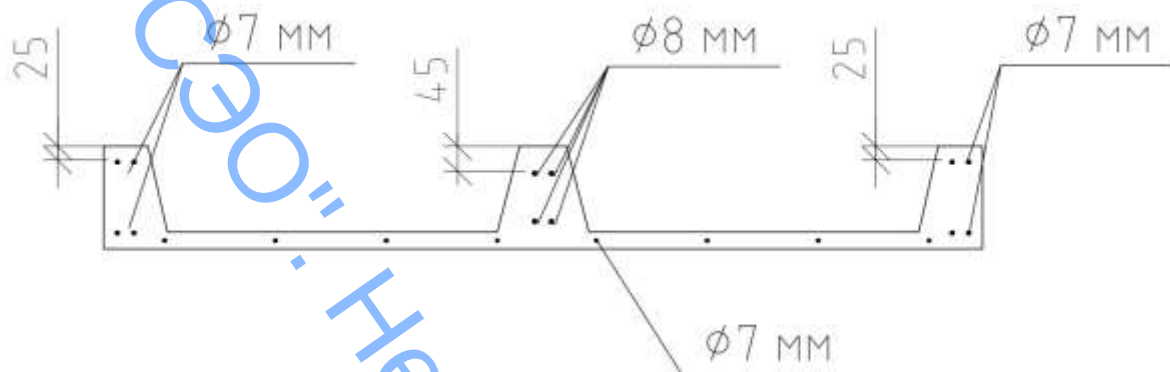


Схема 4. Армирование плиты перекрытия Ka2

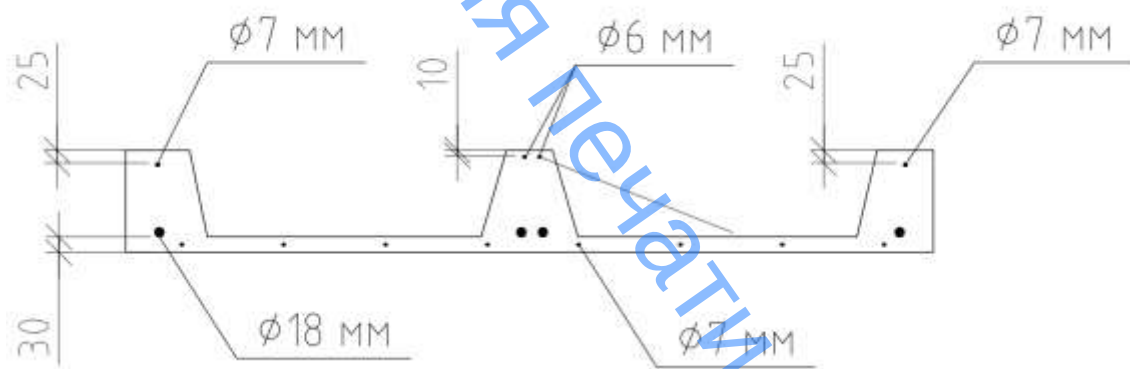


Схема 5. Армирование плиты перекрытия Ka6

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист
7

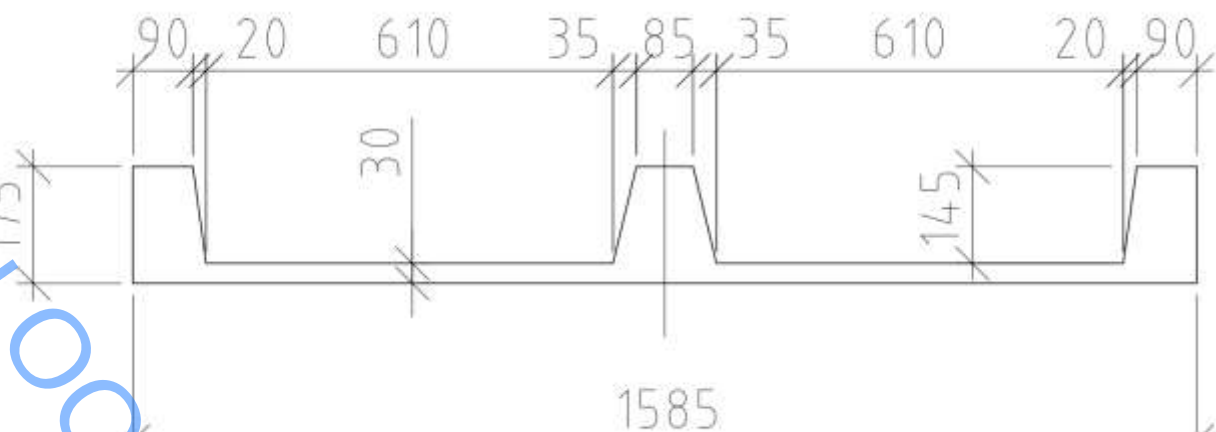


Схема 6. Геометрия сечения плит перекрытия Ка1 и Ка3

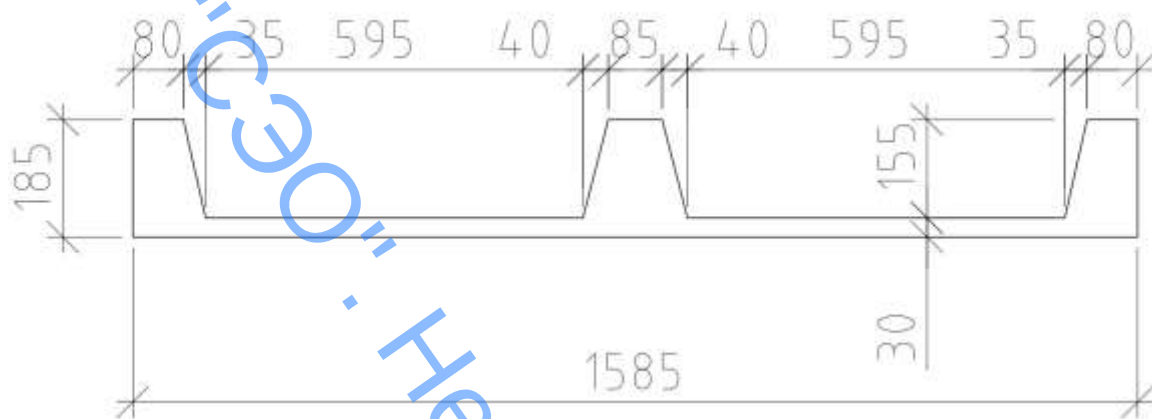


Схема 7. Геометрия сечения плит перекрытия Ка2

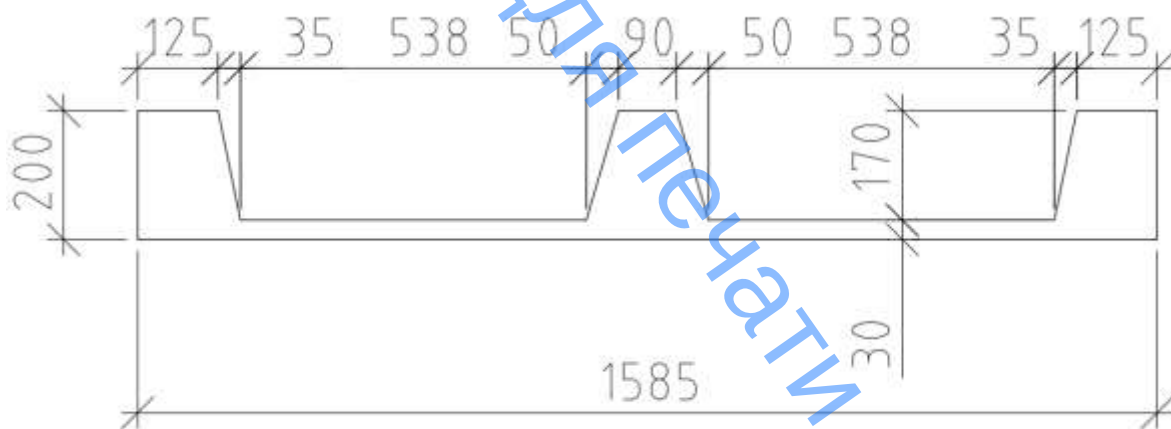


Схема 8. Геометрия сечения плит перекрытия Каб

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение



Фото 1. Общий вид перекрытия



Фото 2. Общий вид перекрытия



Фото 3. Общий вид перекрытия

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист
9



Фото 4. Вскрытие армирования



Фото 5. Вскрытие армирования



Фото 6. Вскрытие армирования из квартиры ниже

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист

10

2.1 Пролёты и опирание

Таблица 5 — Расчётные пролёты и опирание

Плита	Принятый расчётный пролёт мм	Основание
КА1	2880	Полная длина как консервативная верхняя оценка
КА2	2980	Полная длина как консервативная верхняя оценка
КА3	2840	Фактический расчётный пролёт
КА6	3860	$3980 - 120/2 - 120/2$; центры опирания по 120 мм

					Техническое заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

3 Материалы и схема армирования

Таблица 6 — Материалы и расчётные характеристики

Материал	Характеристика	Значение МПа
Тяжёлый бетон В10	Расчётное сопротивление осевому сжатию Первая группа	$R_b = 6,0$
Тяжёлый бетон В10	Расчётное сопротивление осевому растяжению Первая группа	$R_{bt} = 0,56$
Тяжёлый бетон В10	Расчётное сопротивление осевому сжатию Вторая группа	$R_{b,ser} = 7,5$
Тяжёлый бетон В10	Расчётное сопротивление осевому растяжению Вторая группа	$R_{bt,ser} = 0,85$
Тяжёлый бетон В10	Начальный модуль упругости бетона	$E_b = 19\ 000$
Гладкая арматура Модель А240	Расчётное сопротивление арматуры растяжению	$R_s = 210$
Рёбристая Ø18 КА6 Условная модель А400	Расчётное сопротивление арматуры растяжению	$R_s = 340$
Арматура	Модуль упругости арматуры	$E_s = 200\ 000$

В10 принят как минимальный класс для запаса несущей способности. Для постоянной и длительной нагрузки без кратковременной составляющей сопротивления первой группы уменьшаются коэффициентом 0,9 по п. 6.1.12 СП 63.

$$A_s = \frac{n \cdot \pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_{\emptyset 7} = \frac{\pi \cdot 7^2}{4} = 38,48 \text{ мм}^2$$

$$A_{\emptyset 18} = \frac{\pi \cdot 18^2}{4} = 254,47 \text{ мм}^2$$

n — число стержней; d — номинальный диаметр; A_s — площадь группы.

В таблицах координата «у» отсчитывается вниз от верха плиты до оси стержней. Защитный слой — расстояние до поверхности стержня. В продольный расчёт включены восемь нижних Ø7 сетки, нижняя и верхняя арматура каждого ребра. В полках поперечная арматура Ø7 с шагом 200 мм.

Таблица 7 — КА1. Расположение продольной арматуры

Группа	Число и диаметр	Площадь мм ²	у мм	
Нижняя продольная сетка	8Ø7	307,88	154,5	По вскрытиям
Низ крайних рёбер	2Ø6	56,55	137,0	Расчётное предположение
Низ среднего ребра	2Ø7	76,97	131,5	Расчётное предположение
Верх крайних рёбер	2Ø6	56,55	38,0	По вскрытиям
Верх среднего ребра	2Ø7	76,97	43,5	По вскрытиям

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Таблица 8 — КА2. Расположение продольной арматуры

Группа	Число и диаметр	Площадь мм ²	у мм	
Нижняя продольная сетка	8Ø7	307,88	164,5	По вскрытиям
Низ крайних рёбер	4Ø7	153,94	156,5	Расчётное предположение
Низ среднего ребра	2Ø8	100,53	136,0	Расчётное предположение
Верх крайних рёбер	4Ø7	153,94	28,5	По вскрытиям
Верх среднего ребра	2Ø8	100,53	49,0	По вскрытиям

Таблица 9 — КА3. Расположение продольной арматуры

Группа	Число и диаметр	Площадь мм ²	у мм	
Нижняя продольная сетка	8Ø7	307,88	154,5	По вскрытиям
Низ крайних рёбер	2Ø6	56,55	137,0	Расчётное предположение
Низ среднего ребра	2Ø7	76,97	131,5	Расчётное предположение
Верх крайних рёбер	2Ø6	56,55	38,0	По вскрытиям
Верх среднего ребра	2Ø7	76,97	43,5	По вскрытиям

Таблица 10 — КА6. Расположение продольной арматуры

Группа	Число и диаметр	Площадь мм ²	у мм	
Нижняя продольная сетка	8Ø7	307,88	179,5	По вскрытиям
Низ крайних рёбер	2Ø18	508,94	161,0	Расчётное предположение
Низ среднего ребра	2Ø18	508,94	161,0	По вскрытиям
Верх крайних рёбер	2Ø7	76,97	28,5	По вскрытиям
Верх среднего ребра	2Ø6	56,55	13,0	По вскрытиям

4 Сбор нагрузок

В связи с высотной отметкой – (минус) 90 мм самого низкого ребра относительно отметки площадки лестничной клетки, для поверочного расчета принята следующая конструкция - керамзитовая засыпка плотностью 400 кг/м³ в корытах и слоем 50 мм над верхом рёбер, цементно-песчаная стяжка 40 мм плотностью 2000 кг/м³ и полезная нагрузка жилых помещений 1,50 кПа. Таким образом, верх стяжки находится на 90 мм выше верха рёбер

$$g_n = \frac{m \cdot 9,81}{L \cdot B \cdot 1000}$$

$$KA1: \frac{745 \cdot 9,81}{2,880 \cdot 1,595 \cdot 1000} = 1,591 \text{ кПа}$$

$$KA2: \frac{783 \cdot 9,81}{2,980 \cdot 1,595 \cdot 1000} = 1,616 \text{ кПа}$$

$$KA3: \frac{800 \cdot 9,81}{3,080 \cdot 1,595 \cdot 1000} = 1,598 \text{ кПа}$$

$$KA6: \frac{1200 \cdot 9,81}{3,980 \cdot 1,595 \cdot 1000} = 1,854 \text{ кПа}$$

СП 20.13330.2016, п. 7.1; перевод массы в вес по $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

g_n — вес панели на единицу площади, кПа; m — масса, кг; L и B — полные размеры, м.

$$g_{\text{зас}} = \frac{(h_{\text{кор}} + h_{\text{над}}) \cdot \rho \cdot 9,81}{1000}$$

$$KA1: \frac{(0,11591 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000} = 0,651 \text{ кПа}$$

$$KA2: \frac{(0,12390 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000} = 0,682 \text{ кПа}$$

$$KA3: \frac{(0,11591 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000} = 0,651 \text{ кПа}$$

$$KA6: \frac{(0,12470 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000} = 0,686 \text{ кПа}$$

СП 20.13330.2016, пп. 7.1–7.2 и табл. 7.1; для слоёв, выполняемых на площадке, коэффициент 1,30.

$h_{\text{кор}}$ — эквивалентная глубина корыт, м; $h_{\text{над}}$ — 0,050 м; ρ — 400 кг/м³.

$$g_{\text{ст}} = \frac{t \cdot \rho \cdot 9,81}{1000}$$

$$g_{\text{ст}} = \frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000} = 0,785 \text{ кПа}$$

СП 20.13330.2016, пп. 7.1–7.2 и табл. 7.1.

t — толщина стяжки 0,040 м; ρ — плотность 2000 кг/м³.

Для лотковых элементов РА3 и РА5 масса принята по серийным аналогам: соответственно 255 кг при размерах 3,080 × 0,395 м и 363 кг при размерах 3,580 × 0,395 м. Засыпка определена по фактическим размерам внутренних корыт и слою до проектной отметки. Ширина обследованных элементов — 0,400 м.

$$g_{\text{соб,PA3}} = \frac{255 \cdot 9,81}{1000 \cdot 3,080 \cdot 0,395} = 2,056 \text{ кПа}$$

$$g_{\text{зас,PA3}} = 3,924 \cdot \left(\frac{0,280 \cdot 0,125}{0,400} + 0,050 \right) = 0,540 \text{ кПа}$$

$$g_{\text{соб,PA5}} = \frac{363 \cdot 9,81}{1000 \cdot 3,580 \cdot 0,395} = 2,518 \text{ кПа}$$

$$g_{\text{зас,PA5}} = 3,924 \cdot \left(\frac{0,290 \cdot 0,190}{0,400} + 0,050 \right) = 0,737 \text{ кПа}$$

СП 20.13330.2016, пп. 7.1–7.2; серия ИИ-01-02.

$g_{\text{соб}}$ — нормативный собственный вес; $g_{\text{зас}}$ — нормативная засыпка. $3,924 \text{ кН/м}^3 = 400 \cdot 9,81 / 1000$; внутренние корыта 280×125 и 290×190 мм.

4.1 Итоговая таблица сбора нагрузок

Таблица 11 — Сбор нагрузок на плиты и лотковые элементы

Наименование нагрузки	Расчёт нормативного значения	Норм. кПа	γ_f	Расч. кПа
КА1 Собственный вес	$\frac{745 \cdot 9,81}{2,880 \cdot 1,595 \cdot 1000}$	1,591	1,10	1,750
Керамзит 400 кг/м³	$\frac{(0,11591 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000}$	0,651	1,30	0,846
Стяжка 40 мм	$\frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000}$	0,785	1,30	1,020
Полезная нагрузка	СП 20, табл. 8.3, позиция 1	1,500	1,30	1,950
Итого КА1		4,527	—	5,567
КА2 Собственный вес	$\frac{783 \cdot 9,81}{2,980 \cdot 1,595 \cdot 1000}$	1,616	1,10	1,778
Керамзит 400 кг/м³	$\frac{(0,12390 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000}$	0,682	1,30	0,887
Стяжка 40 мм	$\frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000}$	0,785	1,30	1,020
Полезная нагрузка	СП 20, табл. 8.3, позиция 1	1,500	1,30	1,950
Итого КА2		4,583	—	5,635
КА3 Собственный вес	$\frac{800 \cdot 9,81}{3,080 \cdot 1,595 \cdot 1000}$	1,598	1,10	1,757
Керамзит 400 кг/м³	$\frac{(0,11591 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000}$	0,651	1,30	0,846
Стяжка 40 мм	$\frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000}$	0,785	1,30	1,020
Полезная нагрузка	СП 20, табл. 8.3, позиция 1	1,500	1,30	1,950
Итого КА3		4,533	—	5,574
КА6 Собственный вес	$\frac{1200 \cdot 9,81}{3,980 \cdot 1,595 \cdot 1000}$	1,854	1,10	2,040
Керамзит 400 кг/м³	$\frac{(0,12470 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000}$	0,686	1,30	0,891
Стяжка 40 мм	$\frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000}$	0,785	1,30	1,020

Наименование нагрузки	Расчёт нормативного значения	Норм. кПа	γ_f	Расч. кПа
Полезная нагрузка	СП 20, табл. 8.3, позиция 1	1,500	1,30	1,950
Итого КА6		4,825	—	5,901
РА3 Собственный вес	$\frac{255 \cdot 9,81}{3,080 \cdot 0,395 \cdot 1000}$	2,056	1,10	2,262
Керамзит 400 кг/м³	$\frac{(0,08750 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000}$	0,540	1,30	0,702
Стяжка 40 мм	$\frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000}$	0,785	1,30	1,020
Полезная нагрузка	СП 20, табл. 8.3, позиция 1	1,500	1,30	1,950
Итого РА3		4,881	—	5,934
РА5 Собственный вес	$\frac{363 \cdot 9,81}{3,580 \cdot 0,395 \cdot 1000}$	2,518	1,10	2,770
Керамзит 400 кг/м³	$\frac{(0,13775 + 0,050) \cdot 400 \cdot 9,81}{1000}$	0,737	1,30	0,958
Стяжка 40 мм	$\frac{0,040 \cdot 2000 \cdot 9,81}{1000}$	0,785	1,30	1,020
Полезная нагрузка	СП 20, табл. 8.3, позиция 1	1,500	1,30	1,950
Итого РА5		5,540	—	6,698

4.2 Продолжительность полезной нагрузки

$$p_{\text{длит}} = 0,35 \cdot p_n; p_{\text{прир}} = p_n - p_{\text{длит}}$$

$$p_{\text{длит}} = 0,35 \cdot 1,500 = 0,525 \text{ кПа}; p_{\text{прир}} = 1,500 - 0,525 = 0,975 \text{ кПа}$$

СП 20.13330.2016, п. 8.2.3: пониженное значение для рассматриваемой расчётной ситуации принято с коэффициентом 0,35. Для жилой нагрузки по позиции 1 таблицы 8.3 учитываются длительное действие и эстетическая ситуация;

$p_{\text{длит}}$ — длительная часть полезной нагрузки; $p_{\text{прир}}$ — кратковременный прирост.

Таблица 12 — Нагрузки по продолжительности действия

Плита	Постоянная кПа	Длительная с постоянной кПа	Полная нормативная кПа	Кратковременный прирост кПа
КА1	3,027	3,552	4,527	0,975
КА2	3,083	3,608	4,583	0,975
КА3	3,033	3,558	4,533	0,975
КА6	3,325	3,850	4,825	0,975
РА3	3,381	3,906	4,881	0,975
РА5	4,040	4,565	5,540	0,975

5 Расчётные модели и порядок проверки в SCAD

Подготовлены четыре модели для определения усилий. КА1–КА6: полка толщиной 30 мм — четырёхузловые оболочечные КЭ типа 44; выступающие части трёх рёбер — пространственные стержневые КЭ типа 5. Высота стержневой части равна общей высоте минус 30 мм, включение полки дважды не допущено. Общие узлы и эксцентричные жёсткие вставки обеспечивают совместность. Оболочки воспринимают изгиб и усилия, стержни — продольную силу, изгиб и поперечную силу

Вертикальные связи заданы по линиям опирания; горизонтальные связи устраняют движение как жёсткого тела без продольного защемления.

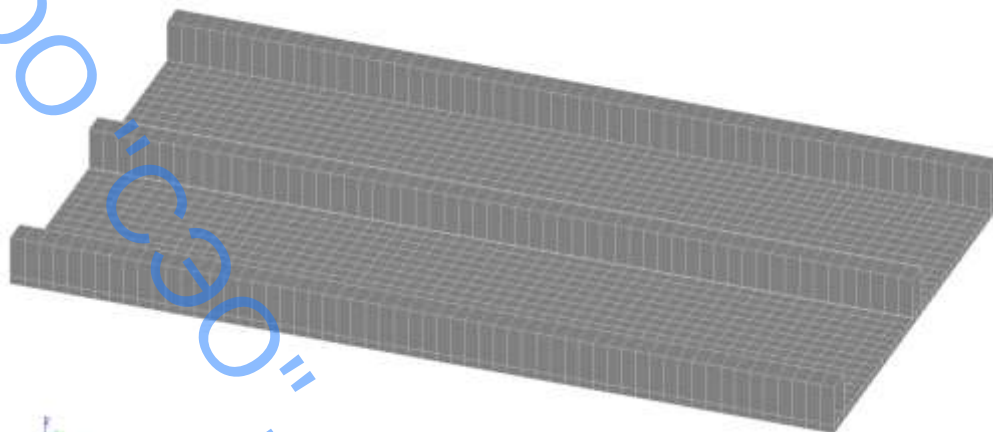


Рисунок 1 — Пространственное устройство расчётной модели на примере КА1

Для КА6 усилия, переданные на экспертизу сечений, уточнены численным расчётом совместно работающей приведённой системы с учётом трещинообразования и без включения верхней продольной арматуры в сопротивление. Упругая пространственная модель используется для контроля суммарных усилий и равновесия. При передаче усилий учитываются собственные моменты частей сечения и моменты их продольных сил относительно общей оси.

$$M_{\text{сеч}} = \sum [M_i + N_i \cdot (z_i - z_0)]$$

Равновесие внутренних усилий относительно общей оси; состав и единицы компонентов — справка SCAD .

$M_{\text{сеч}}$ — момент полного составного сечения; M_i — собственный момент части; N_i — её продольная сила; z_i и z_0 — координаты части и общей оси; i — номер части.

На втором этапе, поля изгибающих моментов и поперечных сил перенесены в стержневые модели проверки сечений. Заданы класс бетона, площадь и положение продольной арматуры, поперечные стержни. Арматура учитывается параметрами сечения, а не отдельными стальными конечными элементами. Коэффициент передачи расчётных усилий равен 1,0: коэффициенты надёжности по нагрузке уже включены.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

6 Контроль усилий и сопоставление с SCAD

$$q_{\text{пог,расч}} = q_{\text{пов,расч}} \cdot B; M_{\text{расч}} = \frac{q_{\text{пог,расч}} \cdot L^2}{8}$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{q_{\text{пог,расч}} \cdot L}{2}; \Sigma R = q_{\text{пог,расч}} \cdot L$$

$q_{\text{пов,расч}}$ — поверхностная нагрузка; $q_{\text{пог,расч}}$ — погонная; $B = 1,595$ м; L — пролёт в м; $M_{\text{расч}}$ и $Q_{\text{расч}}$ — момент и опорная сила всей панели; ΣR — сумма вертикальных реакций.

Отдельная реакция симметричной опоры равна Q .

6.1 Контроль КА1

$$q_{\text{пог,расч}} = 5,56669 \cdot 1,595 = 8,87887 \text{ кН/м}$$

$$M_{\text{расч}} = \frac{8,87887 \cdot 2,880^2}{8} = 9,206 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{8,87887 \cdot 2,880}{2} = 12,786 \text{ кН}; \Sigma R = 8,87887 \cdot 2,880 = 25,571 \text{ кН}$$

$q_{\text{пог,расч}}$ — погонная нагрузка; $M_{\text{расч}}$ — момент всей панели; $Q_{\text{расч}}$ — поперечная сила у опоры; ΣR — сумма вертикальных реакций.

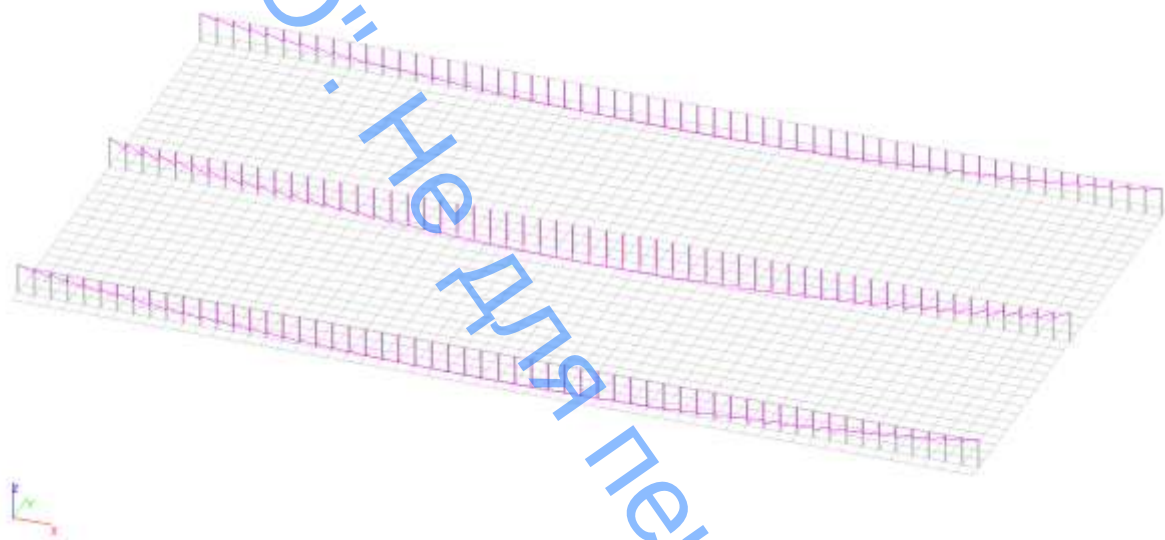


Рисунок 2 — Эпюры изгибающих моментов M_y в рёбрах КА1

Моменты стержневых элементов M_y приведены в тс·м; 1 тс·м = 9,81 кН·м. Суммарные усилия полного составного сечения приведены в таблице 13.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

6.2 Контроль КА2

$$q_{\text{пог,расч}} = 5,63499 \cdot 1,595 = 8,98781 \text{ кН/м}$$

$$M_{\text{расч}} = \frac{8,98781 \cdot 2,980^2}{8} = 9,977 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{8,98781 \cdot 2,980}{2} = 13,392 \text{ кН}; \quad \Sigma R = 8,98781 \cdot 2,980 = 26,784 \text{ кН}$$

Строительная механика свободно опёртой балки; расчётная нагрузка — раздел 4, расчётный пролёт — таблица 5.

$q_{\text{пог,расч}}$ — погонная нагрузка; $M_{\text{расч}}$ — момент всей панели; $Q_{\text{расч}}$ — поперечная сила у опоры; ΣR — сумма вертикальных реакций.

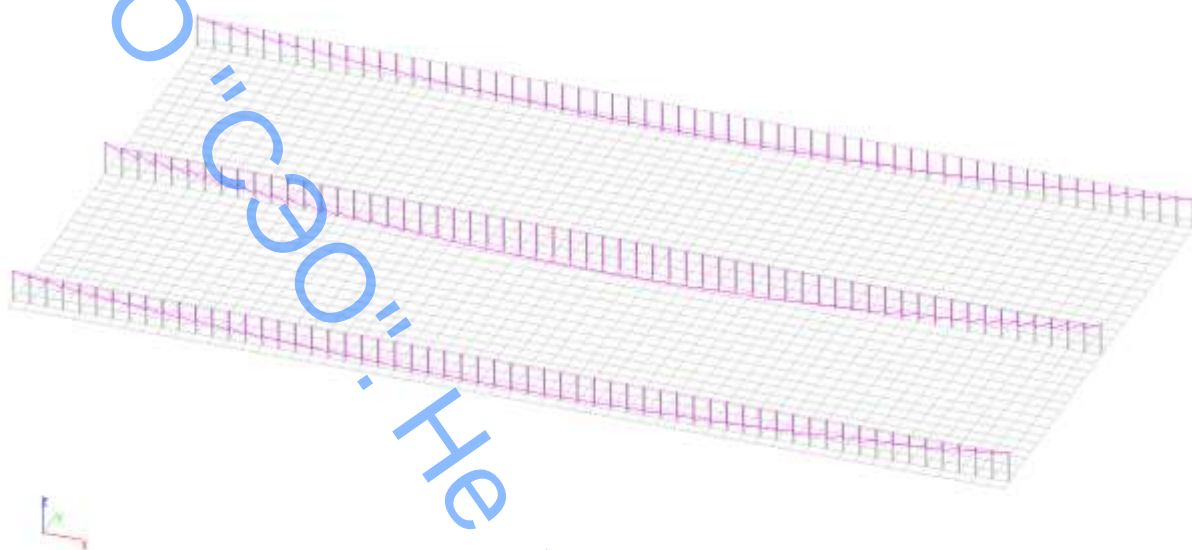


Рисунок 3 — Эпюры изгибающих моментов M_y в рёбрах КА2

Моменты стержневых элементов M_y приведены в тс·м; 1 тс·м = 9,81 кН·м. Суммарные усилия полного составного сечения приведены в таблице 13.

6.3 Контроль КАЗ

$$q_{\text{пог,расч}} = 5,57386 \cdot 1,595 = 8,89030 \text{ кН/м}$$

$$M_{\text{расч}} = \frac{8,89030 \cdot 2,840^2}{8} = 8,963 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{8,89030 \cdot 2,840}{2} = 12,624 \text{ кН}; \Sigma R = 8,89030 \cdot 2,840 = 25,248 \text{ кН}$$

Расчётная нагрузка — раздел 4, расчётный пролёт — таблица 5.

$q_{\text{пог,расч}}$ — погонная нагрузка; $M_{\text{расч}}$ — момент всей панели; $Q_{\text{расч}}$ — поперечная сила у опоры; ΣR — сумма вертикальных реакций.

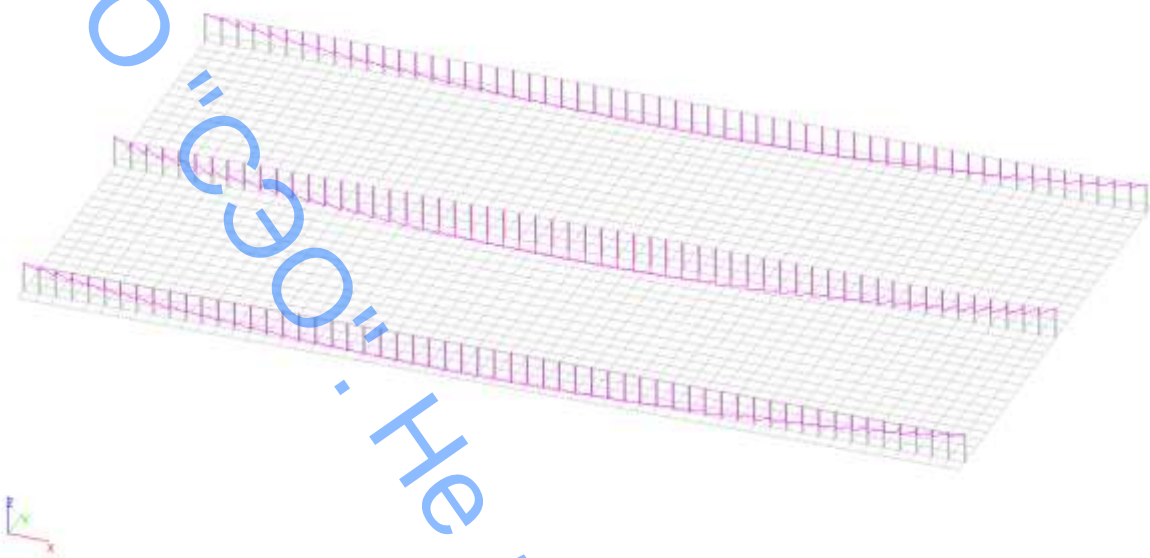


Рисунок 4 — Эпюры изгибающих моментов M_y в рёбрах КАЗ без перегородки

Моменты стержневых элементов M_y приведены в тс·м; 1 тс·м = 9,81 кН·м. Суммарные усилия полного составного сечения приведены в таблице 13.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист
20

6.4 Контроль КА6

$$q_{\text{пог,расч}} = 5,90127 \cdot 1,595 = 9,41253 \text{ кН/м}$$

$$M_{\text{расч}} = \frac{9,41253 \cdot 3,860^2}{8} = 17,530 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{9,41253 \cdot 3,860}{2} = 18,166 \text{ кН}; \Sigma R = 9,41253 \cdot 3,860 = 36,332 \text{ кН}$$

Строительная механика свободно опертой балки; расчётная нагрузка — раздел 4, расчётный пролёт — таблица 5.

$q_{\text{пог,расч}}$ — погонная нагрузка; $M_{\text{расч}}$ — момент всей панели; $Q_{\text{расч}}$ — поперечная сила у опоры; ΣR — сумма вертикальных реакций.

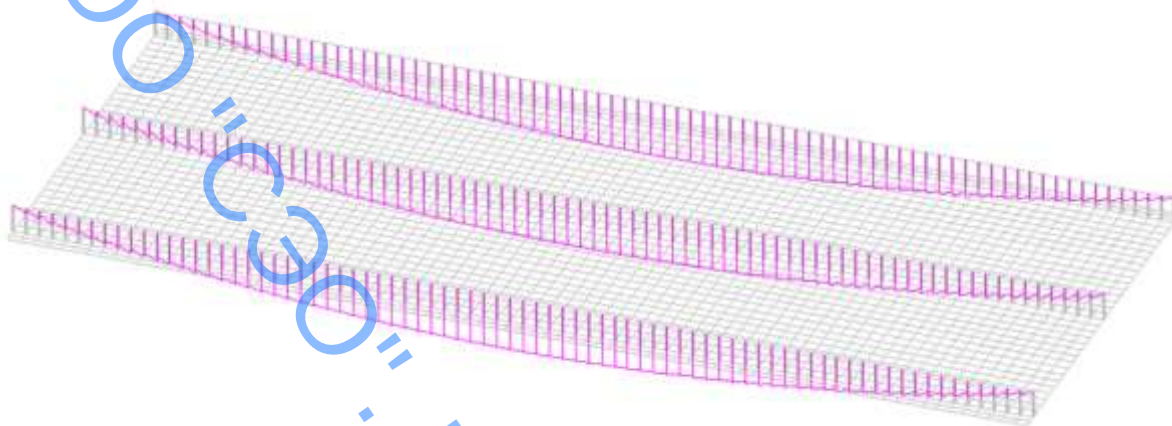


Рисунок 5 — Эпюры изгибающих моментов M_y в рёбрах КА6

Эпюры характеризуют распределение изгибающих моментов в стержневых элементах пространственной модели. Для количественного сопоставления использованы суммарные усилия полного составного сечения (таблица 13).

Результаты приведены в таблице 13.

Таблица 13 — Контроль усилий и равновесия на одинаковых расчётных пролётах

Плита	Ручной M, кН·м	Суммарный SCAD M, кН·м	Разница M, %	Ручной Q, кН	Ручные ΣR, кН	SCAD ΣR, кН
КА1	9,206	9,202	< 1	12,786	25,571	25,571
КА2	9,977	9,973	< 1	13,392	26,784	26,784
КА3	8,963	8,959	< 1	12,624	25,248	25,248
КА6	17,530	17,526	< 1	18,166	36,332	36,332

Максимальное расхождение около 0,05 %. Суммы реакций совпадают с общей нагрузкой в пределах численной точности. Стержневая Q каждого ребра не приравнивается полной поперечной силе панели. Проверены нагрузка, пролёт, суммарный момент и равновесие.

7 Проверка прочности сечений в SCAD

Экспертиза заданного армирования включает проверку предельного момента нормального сечения, предельных деформаций сжатого бетона и растянутой арматуры, прочности бетонной полосы и наклонного сечения. Коэффициент использования не более 1,0 соответствует выполнению рассматриваемого условия.

7.1 Параметры расчётных сечений и эквивалент армирования

Для КА1–КА3 нижние стержни одного класса объединены по площади и положению её центра. Верхняя продольная арматура в предельное сопротивление сечений данной экспертизы не включена. Приведение сечений выполняется только для проверки прочности; жёсткости общей упругой модели остаются соответствующими принятой геометрии.

Результаты приведены в таблице 14.

Таблица 14 — Параметры расчётных сечений SCAD

Элемент	Сечение, мм	Условное задание нижней арматуры	Ось от низа, мм
КА1 среднее	85 × 175	6Ø7 A240	28,17
КА1 крайнее	90 × 175	2Ø7 + 1Ø6 A240	25,20
КА2 среднее	85 × 185	2Ø8 + 4Ø7 A240	31,76
КА2 крайнее	80 × 185	4Ø7 A240	24,50
КА3 среднее	85 × 175	6Ø7 A240	28,17
КА3 крайнее	90 × 175	2Ø7 + 1Ø6 A240	25,20
КА6 среднее по М	121,341 × 200	2Ø20 A400 — эквивалент	36,09
КА6 среднее по Q	90 × 200	2Ø20 A400 — эквивалент	36,09
КА6 крайнее	125 × 200	2Ø14 A400 — эквивалент	36,09
Полка — полоса 1 м	1000 × 30	5Ø7 A240	13,50

$$a_{\text{прив}} = \frac{\sum A_i \cdot a_i}{\sum A_i}$$

$$\text{КА1/КА3, среднее: } a_{\text{прив}} = \frac{4 \cdot 20,5 + 2 \cdot 43,5}{6} = 28,17 \text{ мм}$$

$$\text{КА1/КА3, крайнее: } a_{\text{прив}} = \frac{2 \cdot 7^2 \cdot 20,5 + 1 \cdot 6^2 \cdot 38}{2 \cdot 7^2 + 6^2} = 25,20 \text{ мм}$$

$$\text{КА2, среднее: } a_{\text{прив}} = \frac{4 \cdot 7^2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 8^2 \cdot 49}{4 \cdot 7^2 + 2 \cdot 8^2} = 31,76 \text{ мм}$$

$$\text{КА2, крайнее: } a_{\text{прив}} = \frac{20,5 + 28,5}{2} = 24,50 \text{ мм}$$

Равенство площади и её статического момента для арматуры одного класса, координаты — раздел 3.

$a_{\text{прив}}$ — координата объединённого ряда от низа; A_i — площадь группы, a_i — её координата. В крайнем ребре КА1/КА3 учтены 2Ø7 полки и один нижний Ø6 каждого крайнего ребра.

Основные стержни Ø18 КА6 приняты класса А400, стержни Ø7 полки — А240. В постпроцессоре скад-экспертизы стержней класс продольной арматуры назначается конструктивной группе, без отдельного класса для второго ряда. Для представления

смешанного армирования применён эквивалент А400, определённый из равенства расчётного растягивающего усилия и положения его центра.

$$T_{\text{экв,край}} = 340 \cdot 254,47 + 210 \cdot 76,97 = 102682,956 \text{ Н}$$

$$A_{\text{экв,край}} = \frac{102682,956}{340} = 302,01 \text{ мм}^2; A_{\text{экв,сред}} = 2 \cdot 302,01 = 604,01 \text{ мм}^2$$

$$a_{\text{экв}} = \frac{340 \cdot 254,47 \cdot 39 + 210 \cdot 76,97 \cdot 20,5}{102682,96} = 36,087 \text{ мм}$$

$$k_{\text{прив,край}} = \frac{302,01}{\frac{2 \cdot \pi \cdot 14^2}{4}} = 0,98; k_{\text{прив,сред}} = \frac{604,01}{\frac{2 \cdot \pi \cdot 20^2}{4}} = 0,96$$

Алгебраическое приведение по расчётному растягивающему усилию и его центру; сопротивление стали — СП 63.13330.2018, табл. 6.14.

$T_{\text{экв}}$ — суммарное расчётное растягивающее усилие; $A_{\text{экв}}$ — эквивалентная площадь А400; $a_{\text{экв}}$ — центр усилия от низа; $k_{\text{прив}}$ — множитель к условным 2Ø14 или 2Ø20 в параметрах экспертизы. Эти диаметры являются параметрами эквивалента и не заменяют описание фактической арматуры в разделе 3.

Равенство растягивающего усилия и положения его центра не обеспечивает совпадения всей диаграммы деформирования сечения. Для среднего ребра КА6 дополнительно выполнена численная интеграция фактического трапецеидального сечения 90/190 мм со сталью двух классов на соответствующих координатах. Использованы диаграммы В10, А240 и А400, условие совместности деформаций и исключение растянутого бетона. Полученная несущая способность при положительном изгибе составляет 8,578 кН·м. По этому значению принята ширина эквивалентного прямоугольника 121,341 мм. Такое приведение относится только к указанному критерию прочности нормального сечения.

Эквивалент допускается только для принятой проверки положительного нормального изгиба. Он не перенасился в жёсткость общей модели, трещины, прогиб и тд. Для Q сохранена минимальная стенка 90 мм среднего и 125 мм крайнего ребра; ширина 121,341 мм для сопротивления Q не использована.

					Техническое заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		23

7.2 Результаты экспертизы заданного армирования

Результаты приведены в таблице 15.

Таблица 15 — Коэффициенты использования при проектных нагрузках

Элемент	По М	Бетон	Сталь	Бетонная полоса	По Q	Максимум
КА1 среднее	0,874	0,667	0,033	0,238	0,499	0,874
КА1 крайнее	0,908	0,393	0,041	0,131	0,286	0,908
КА1 полка	0,979	0,593	0,047	—	—	0,979
КА2 среднее	0,900	0,713	0,033	0,248	0,520	0,900
КА2 крайнее	0,666	0,370	0,028	0,141	0,284	0,666
КА2 полка	0,989	0,688	0,066	—	—	0,989
КА3 среднее	0,854	0,635	0,032	0,235	0,494	0,854
КА3 крайнее	0,881	0,381	0,040	0,129	0,281	0,881
КА3 полка	0,975	0,570	0,042	—	—	0,975
КА6 среднее	0,962	0,851	0,024	0,332	0,442	0,962
КА6 крайнее	0,558	0,372	0,024	0,126	0,338	0,558
КА6 полка	0,657	0,360	0,028	—	—	0,657

«По М», «Бетон» и «Сталь» относятся к нормальному сечению; «Бетонная полоса» и «По Q» — к наклонному. Для КА6 результаты по поперечной силе получены при минимальной ширине стенки: 90 мм среднего и 125 мм крайнего ребра. Прочерки у полок означают отсутствие соответствующей проверки; контроль поперечной силы полки приведён в разделе 10.5.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

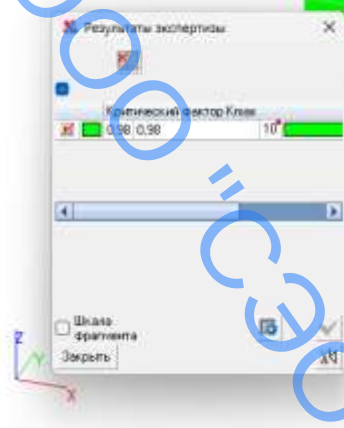


Рисунок 6 — Определяющий коэффициент прочности КА1

Полоса полки шириной 1 м при отдельной сосредоточенной нагрузке: $K_{\text{макс}} = 0,979$ (на шкале 0,98).



Рисунок 7 — Определяющий коэффициент прочности КА2

Полоса полки шириной 1 м при отдельной сосредоточенной нагрузке: $K_{\text{макс}} = 0,989$ (на шкале 0,99).

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Техническое заключение

Лист
25

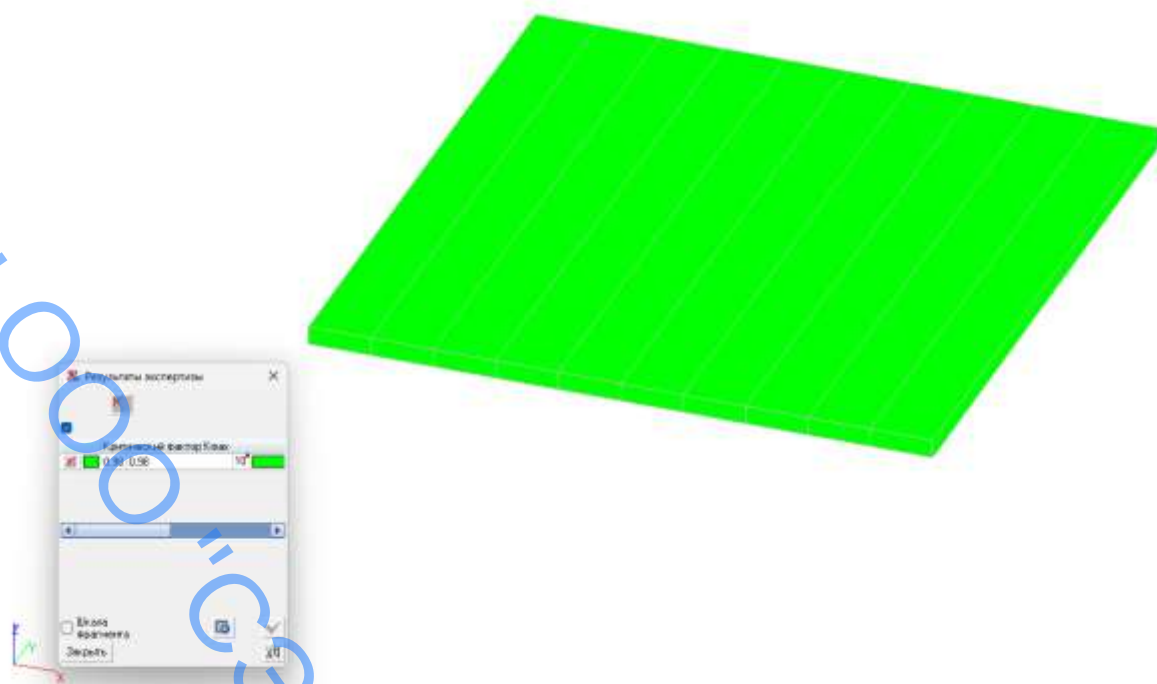


Рисунок 8 — Определяющий коэффициент прочности КА3 без перегородки
Полоса полки шириной 1 м при отдельной сосредоточенной нагрузке: $K_{\text{макс}} = 0,975$ (на шкале 0,98).

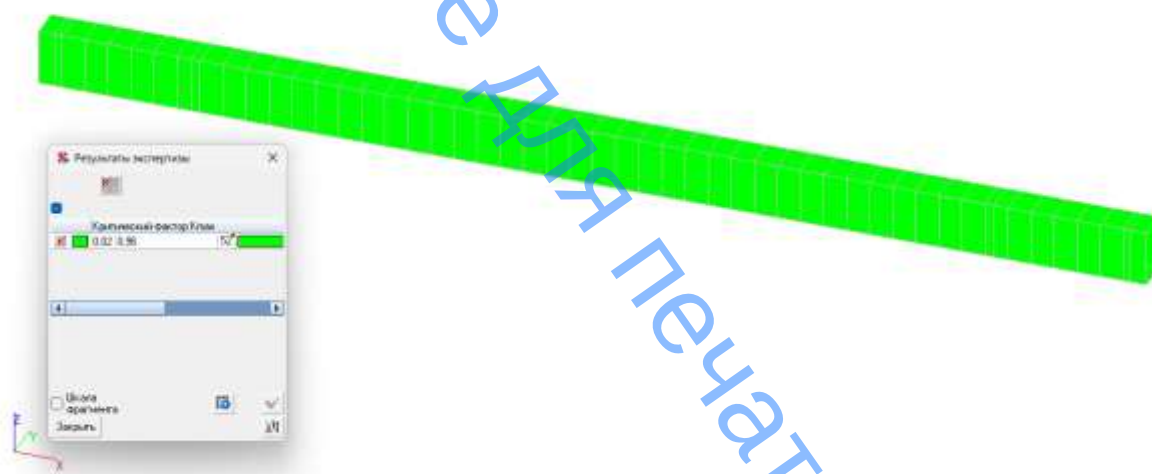


Рисунок 9 — Определяющий коэффициент прочности КА6
Среднее ребро, нормальное сечение: $K_{\text{макс}} = 0,962$ (на шкале 0,96).
Максимумы выбранных проверок: КА1 — 0,979; КА2 — 0,989; КА3 — 0,975; КА6 — 0,962.
Малый запас полки КА2 не увеличивается округлением до 0,99.

8 Перегородка из сибита на плите КАЗ

Принята перегородка D600 толщиной 100 мм, высотой 3,0 м. Два альтернативных положения: на полке, либо непосредственно над средним ребром. Они не складываются одновременно. Эти сценарии только для КАЗ;

$$q_{\text{пер,норм}} = \frac{0,100 \cdot 3,0 \cdot 600 \cdot 9,81}{1000} = 1,76 \text{ кН/м}$$

$$q_{\text{пер,расч}} = 1,10 \cdot 1,76 = 1,94 \text{ кН/м}; \Delta M = \frac{1,94 \cdot 2,84^2}{8} = 1,958 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

СП 20.13330.2016, пп. 7.1–7.2, табл. 7.1;

$q_{\text{пер,норм}}$, $q_{\text{пер,расч}}$ — нормативная и расчётная погонные нагрузки перегородки; ΔM — прирост момента всей панели.

Результаты приведены в таблице 16.

Таблица 16 — Перегородка КАЗ: коэффициенты использования

Сценарий и элемент	По М	Бетон	По Q	Максимум
Над средним ребром — ребро	1,143	1,557	0,678	1,557
На полке — ближайшее крайнее ребро	1,209	1,885	0,388	1,885
На полке — положительный изгиб полки	0,861	0,476	—	0,861

Перегородка над средним ребром: превышение по нормальному моменту 1,143 и по деформации бетона 1,557. На полке: ближайшее крайнее ребро имеет 1,209 по моменту и 1,885 по бетону.

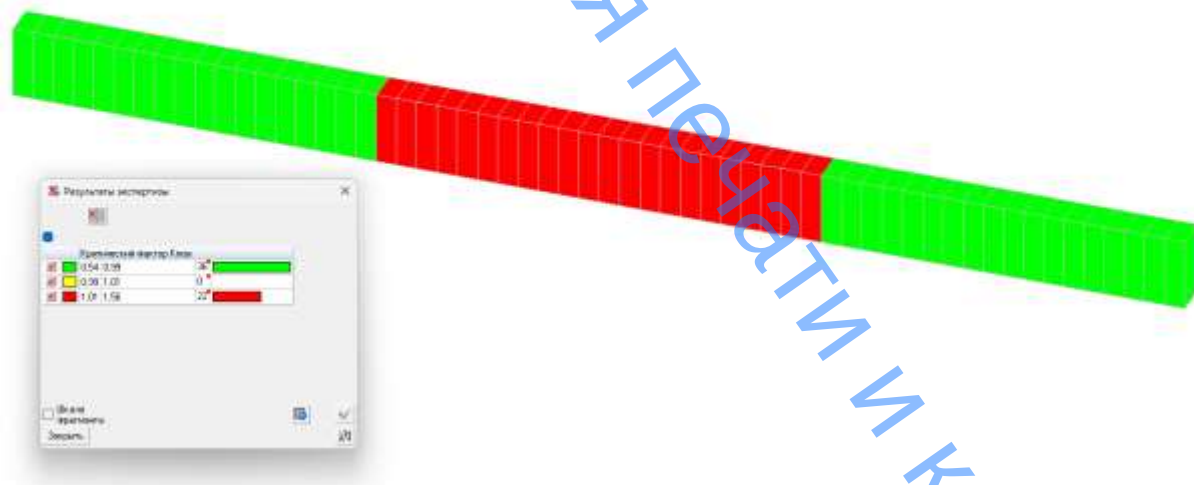


Рисунок 10 — Перегородка над средним ребром КАЗ: превышение прочности
Перегородка над средним ребром: $K_{\text{макс}} = 1,557$ (на шкале 1,56).

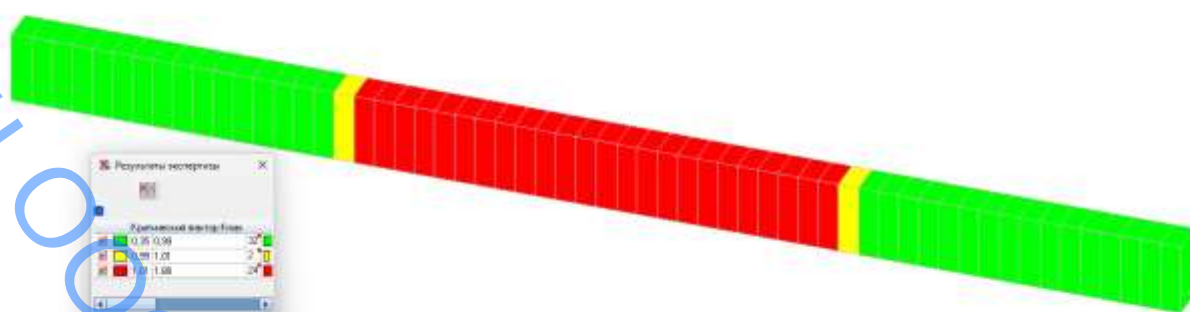


Рисунок 11 — Перегородка на полке КА3: превышение в крайнем ребре
 Перегородка посередине полки, ближайшее крайнее ребро: $K_{\text{макс}} = 1,885$ (на шкале 1,88).

9 Ручной расчёт лотковых элементов РА3 и РА5

Фактический пролёт обоих элементов принят 2930 мм. Низкий лоток имеет наружное сечение около 400 × 155 мм, стенки 60 мм и нижнюю полку 30 мм; высокий — 400 × 220 мм, стенки 55 мм и полку 30 мм. Предварительные серийные аналоги — РА3 и РА5 серии ИИ-01-02. У высокого элемента длина отличается от серийного аналога.

Нижнее армирование лотков не вскрыто. Сравнение выполнено с принятой наименьшей марочной нагрузкой каждого серийного аналога: 625 и 565 кгс/м². Для обеспечения запаса в сравнение взяты типовые элементы с наименьшей несущей способностью.

$$M_{\text{расч}} = \frac{q_{\text{расч}} \cdot B \cdot L^2}{8}; M_{\text{мар}} = \frac{q_{\text{мар}} \cdot B_{\text{сер}} \cdot L_{\text{сер}}^2}{8}$$

Численная подстановка:

$$\text{Низкий РА3: } q_{\text{расч}} = 1,10 \cdot 2,056 + 1,30 \cdot (0,540 + 0,78 + 1,500) = 5,934 \text{ кПа}$$

$$M_{\text{расч}} = \frac{5,934 \cdot 0,4 \cdot 2,930^2}{8} = 2,547 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{мар}} = \frac{625 \cdot 9,81 \cdot 0,395 \cdot 2,93^2}{8000} = 2,599 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Марочные значения — исходная условная идентификация по серии ИИ-01-02;

$M_{\text{мар}}$ — момент, соответствующий марочной нагрузке; фактическая ширина 0,400 м, серийная 0,395 м.

$$M_{\text{расч}} = \frac{q_{\text{расч}} \cdot B \cdot L^2}{8}; M_{\text{мар}} = \frac{q_{\text{мар}} \cdot B_{\text{сер}} \cdot L_{\text{сер}}^2}{8}$$

Численная подстановка:

$$\text{Высокий РА5: } q_{\text{расч}} = 1,10 \cdot 2,518 + 1,30 \cdot (0,737 + 0,784 + 1,5) = 6,698 \text{ кПа}$$

$$M_{\text{расч}} = \frac{6,698 \cdot 0,400 \cdot 2,93^2}{8} = 2,875 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{мар}} = \frac{565 \cdot 9,81 \cdot 0,395 \cdot 3,43^2}{8000} = 3,220 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Марочные значения — исходная условная идентификация по серии ИИ-01-02;

$M_{\text{мар}}$ — момент, соответствующий марочной нагрузке; фактическая ширина 0,400 м, серийная 0,395 м.

Данные приведены в таблице 17.

Таблица 17 — Условное сравнение лотков с серийными аналогами

Элемент	Расчётная кПа	Момент нагрузки кН·м	Марочный момент кН·м	Отношение
РА3	5,934	2,547	2,599	0,980
РА5	6,698	2,875	3,220	0,893

10 Ручной поверочный расчет

Ручной расчёт выполнен как независимый контроль расчётных моделей. Его назначение — проверить порядок усилий и основные эксплуатационные показатели плит простой балочной постановкой. Проверка прочности заданного армирования и пространственное распределение усилий приняты по результатам расчёта в SCAD, приведённым в разделах 5–8 заключения.

Учитываются фактические размеры, материалы, армирование, условия опирания. Проверяются приведённая жёсткость сечений, прогибы, раскрытие трещин, поперечная сила и местная работа полки. СП 63.13330.2018, раздел 12.3; ГОСТ 31937-2024, раздел 5.

10.1 Расчётная схема

Каждое продольное ребро рассматривается как свободно опёртая балка. Для крайнего и среднего рёбер назначаются грузовые полосы по фактической геометрии плиты. Собственный вес бетона и засыпки распределяется по геометрическим площадям, а нагрузки от слоёв пола и полезная нагрузка — по ширине грузовой полосы. Сумма нагрузок всех полос соответствует полной нагрузке на плиту, принятой в разделе 4.

$$q_i = q \cdot B_i; \quad M_i = \frac{q_i \cdot l^2}{8}$$
$$Q_i = \frac{q_i \cdot l}{2}$$

СП 20.13330.2016, пп. 7.1–7.2 и 8.2.3; балочная схема применяется как независимая контрольная постановка.

q_i — погонная нагрузка на ребро; q — поверхностная нагрузка; B_i — ширина грузовой полосы; l — расчётный пролёт; M_i и Q_i — контрольные изгибающий момент и поперечная сила.

10.2 Приведённые балочные сечения

Для контроля деформативности рассматривается приведённое трещиноватое сечение балочного типа. Растянутый бетон в жёсткость не включается. Арматура приводится к бетону отношением модулей упругости. Верхние продольные стержни учитываются в контрольной жёсткости в соответствии с установленной схемой армирования.

$$E_{b,прив} = \frac{R_{bn}}{\varepsilon_{b1}}; \quad \alpha_i = \frac{E_s}{E_{b,прив}}$$
$$E_{b,крат} = \frac{7,50}{0,0015} = 5000,00 \text{ МПа}; \quad E_{b,длит} = \frac{7,50}{0,0028} = 2678,57 \text{ МПа}$$
$$\beta = \sum \alpha_i \cdot A_i; \quad \chi = \sum \alpha_i \cdot A_i \cdot y_i$$
$$c = \frac{\sqrt{\beta^2 + 2b\chi}}{b} - \frac{\beta}{b}$$
$$I_{пр} = \frac{b \cdot c^3}{3} + \sum \alpha_i \cdot A_i \cdot (y_i - c)^2; \quad D = E_{b,прив} \cdot I_{пр}$$

СП 63.13330.2018, п. 6.1.21, таблица 6.10 и пп. 8.2.24–8.2.30. Длительность действия нагрузки учитывается соответствующим модулем деформации бетона.

b — ширина стенки; c — положение нейтральной оси от сжатой грани; A_i и y_i — площадь и координата группы арматуры; $I_{пр}$ — момент инерции приведённого сечения; D — изгибная жёсткость.

Таблица 18 — Арматурные группы приведённых сечений

Сечение	Ширина, мм	Площади групп, мм ² / координаты от верха, мм
КА1/КА3, крайнее	90	76,97 / 154,50; 28,27 / 137,00; 28,27 / 38,00
КА1/КА3, среднее	85	153,94 / 154,50; 76,97 / 131,50; 76,97 / 43,50
КА2, среднее	85	153,94 / 164,50; 100,53 / 136,00; 100,53 / 49,00
КА6, крайнее	125	76,97 / 179,50; 254,47 / 161,00; 38,48 / 28,50
КА6, среднее	90	153,94 / 179,50; 508,94 / 161,00; 56,55 / 13,00
Полоса полки 1 м	1000	192,42 / 16,50

10.2.1 Численные подстановки характеристик сечений

КА1/КА3, крайнее

$$\beta = 4$$

$$= 4$$

$$\cdot 38$$

$$c =$$

$$I_{пр} = 90 \cdot 76,7$$

$$- 7$$

$$2,43; \chi$$

$$,00 \cdot 28,27$$

$$3 \text{ мм}$$

$$28,27 \cdot (137,00$$

$$10^6 \text{ мм}^4$$

КА1/КА3, среднее

$$\beta = 40,$$

$$= 4$$

$$\cdot 43$$

$$c = \sqrt{\quad}$$

$$38,07; \chi$$

$$9,00 \cdot 76,97$$

$$,06 \text{ мм}$$

$$I_{пр} = 85 \cdot 92,06^3 / 3 + 40$$

$$- 92,06)^2 + 3$$

$$D = 500$$

$$00 \cdot 76,97 \cdot (131,50$$

$$8 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

$$\text{м}^2$$

КА1/КА3, среднее ребро, длит

$$\beta = 74,67 \cdot 153,9$$

$$= 74,67 \cdot 153$$

$$\cdot 43,50 = 277$$

$$c = \frac{\sqrt{22911,11^2}}{\quad}$$

$$22911,11; \chi$$

$$+ 73,67 \cdot 76,97$$

$$101,97 \text{ мм}$$

$$I_{пр} = 85 \cdot 101,97^3 / 3$$

$$\cdot (131,50 - 1$$

$$= 86,15 \cdot 10^6$$

$$D = 267$$

$$+ 74,67 \cdot 76,97$$

$$,97)^2$$

$$\text{м}^2$$

КА2, среднее ребро, кратковременное действие

$$\begin{aligned}\beta &= 40,00 \cdot 15 \\ &= 40,00 \cdot \\ &\cdot 49,00 =\end{aligned}$$

$$c = \frac{\sqrt{1409}}{}$$

$$\begin{aligned}I_{пр} &= 85 \cdot 96,30^3 / 3 \\ &- 96,30)^2 \\ D &= \end{aligned}$$

КА2, среднее ребро, длит

$$\begin{aligned}\beta &= 74,67 \cdot 15 \\ &= 74,67 \cdot \\ &\cdot 49,00 =\end{aligned}$$

$$c = \frac{\sqrt{26406}}{}$$

$$\begin{aligned}I_{пр} &= 85 \cdot 105,94^3 \\ &\cdot (136,00 \\ &= 103,90 \\ D &= \end{aligned}$$

КА6, крайнее ребро, крат

$$\begin{aligned}\beta &= 40,00 \cdot 7 \\ &= 40,00 \cdot \\ &\cdot 28,50 =\end{aligned}$$

$$c = \frac{\sqrt{14758,42^2}}{}$$

$$\begin{aligned}I_{пр} &= 125 \cdot 104,84^3 / 3 \\ &\cdot (161,00 - 1 \\ &= 106,03 \cdot 10 \\ D &= 500\end{aligned}$$

$$= 14099,47; \chi$$

$$,00 + 39,00 \cdot 100,53$$

$$- = 96,30 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned}0,00 \cdot 100,53 \cdot (136,00 \\ 69,05 \cdot 10^6 \text{ мм}^4 \\ \cdot \text{мм}^2\end{aligned}$$

$$= 26406,13; \chi$$

$$,00 + 73,67 \cdot 100,53$$

$$= 105,94 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned})^2 + 74,67 \cdot 100,53 \\ 105,94)^2\end{aligned}$$

$$\cdot \text{мм}^2$$

$$= 14758,42; \chi$$

$$00 + 39,00 \cdot 38,48$$

$$\frac{,42}{=} = 104,84 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned},84)^2 + 40,00 \cdot 254,47 \\ - 104,84)^2\end{aligned}$$

$$0^9 \text{ Н} \cdot \text{мм}^2$$

КА6, среднее ребро,

$$\beta = 40,00$$

$$= 40,$$

$$\cdot 13,0$$

$$c = \frac{\sqrt{28}}{}$$

$$I_{пр} = 90 \cdot 127$$

$$\cdot (161$$

$$= 13$$

$$D$$

$$0,44; \chi$$

$$9,00 \cdot 56,55$$

95 мм

$$,00 \cdot 508,94$$

КА6, среднее ребро,

$$\beta = 74,67$$

$$= 74,$$

$$\cdot 13,0$$

$$c = \frac{\sqrt{53}}{}$$

$$I_{пр} = 90 \cdot 137,60$$

$$\cdot (161,0$$

$$= 183,8$$

$$D$$

$$0,50; \chi$$

$$3,67 \cdot 56,55$$

60 мм

$$74,67 \cdot 508,94$$

$$)^2$$

2

Полоса полки шириной

$$\beta = 40,00 \cdot 19$$

$$c = \frac{\sqrt{769}}{}$$

$$I_{пр} = 1000 \cdot 10,$$

$$D$$

$$= 126998,88$$

,00 мм

$$,66 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

Полоса полки шириной

$$\beta = 74,67 \cdot 19$$

$$c = \frac{\sqrt{1436}}{}$$

$$I_{пр} = 1000 \cdot 11,$$

$$D$$

$$= 237064,58$$

1,72 мм

$$,86 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

Таблица 19 — Итоговые

Сечение и действие	c, мм	I _{пр} , 10 ⁶ мм ⁴	D, 10 ⁹ Н·мм ²
КА1/КА3, крайнее ребро, кратковременное действие	76,73	37,94	189,68
КА1/КА3, среднее ребро, кратковременное действие	92,06	57,98	289,90
КА1/КА3, среднее ребро, длительное действие	101,97	86,15	230,77
КА2, среднее ребро, кратковременное действие	96,30	69,05	345,26
КА2, среднее ребро, длительное действие	105,94	103,90	278,30
КА6, крайнее ребро, кратковременное действие	104,84	106,03	530,13
КА6, среднее ребро, кратковременное действие	127,95	130,58	652,91
КА6, среднее ребро, длительное действие	137,60	183,82	492,37
Полоса полки шириной 1 м, кратковременное действие	10,00	0,66	3,29
Полоса полки шириной 1 м, длительное действие	11,72	0,86	2,32

Лист

Техническое заключение

33

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

10.3 Нагрузки на расчётные рёбра

Собственный вес бетона и керамзитовой засыпки распределён между рёбрами по геометрическим площадям соответствующих грузовых полос. Нагрузки от выравнивающего слоя, конструкции пола и полезная нагрузка распределены пропорционально ширине полосы.

$$g_{\text{соб},i} = g_{\text{соб}} \cdot B \cdot \frac{C_i}{\sum C}; \quad g_{\text{зас},i} = g_{\text{зас}} \cdot B \cdot \frac{F_i}{\sum F}$$

$$q_{\text{длит},i} = g_{\text{соб},i} + g_{\text{зас},i} + (0,7848 + 0,525) \cdot B_i; \quad q_{\text{прир},i} = 0,975 \cdot B_i$$

СП 20.13330.2016, пп. 7.1–7.2 и 8.2.3. Суммарная масса каждой плиты согласована со сбором нагрузок раздела 4.

C_i — площадь бетона в грузовой полосе; F_i — площадь засыпки; $q_{\text{длит},i}$ — длительная погонная нагрузка; $q_{\text{прир},i}$ — кратковременный прирост полной эксплуатационной нагрузки.

Таблица 20 — Нагрузки на рёбра для проверки прогибов и трещин

Рёбро	Полоса, мм	C / $\sum C$, мм ²	F / $\sum F$, мм ²	q _{длит} , кН/м	q _{прир} , кН/м
КА1 крайнее	421,25	27137,50 / 94250,00	67643,75 / 264625,00	1,55	0,41
КА1 среднее	752,50	39975,00 / 94250,00	129337,50 / 264625,00	2,57	0,73
КА2 крайнее	418,75	27675,00 / 97450,00	70731,25 / 277375,00	1,56	0,41
КА2 среднее	757,50	42100,00 / 97450,00	135912,50 / 277375,00	2,64	0,74
КА3 крайнее	421,25	27137,50 / 94250,00	67643,75 / 264625,00	1,55	0,41
КА3 среднее	752,50	39975,00 / 94250,00	129337,50 / 264625,00	2,57	0,73
КА6 крайнее	430,00	37125,00 / 120100,00	70375,00 / 278650,00	1,75	0,42
КА6 среднее	735,00	45850,00 / 120100,00	137900,00 / 278650,00	2,63	0,72

Площадь бетона включает полку и часть ребра в пределах грузовой полосы. Площадь засыпки учитывает внутренний объём между рёбрами и слой 50 мм над верхом рёбер.

10.4 Прогибы и раскрытие трещин

$$f = \frac{5 \cdot l^4}{384} \cdot \left(\frac{q_{\text{прир}}}{D_{\text{крат}}} + \frac{q_{\text{длит}}}{D_{\text{длит}}} \right)$$

$$M_{\text{полн}} = (q_{\text{длит}} + q_{\text{прир}}) \cdot \frac{l^2}{8}; \quad M_{\text{длит}} = q_{\text{длит}} \cdot \frac{l^2}{8}$$

$$\sigma_s = \frac{E_s \cdot M \cdot (y - c)}{D}$$

$$a_{\text{длит}} = 1,4 \cdot \varphi_2 \cdot \frac{\sigma_{\text{длит}} \cdot l_s}{E_s}; \quad a_{\text{полн}} = \varphi_2 \cdot \frac{(\sigma_{\text{полн}} + 0,4 \cdot \sigma_{\text{длит}}) \cdot l_s}{E_s}$$

СП 63.13330.2018, пп. 8.2.6–8.2.7, 8.2.15–8.2.17 и 8.2.21–8.2.30. Предельное раскрытие принято 0,30 мм при продолжительном и 0,40 мм при непродолжительном действии нагрузки.

f — прогиб; $M_{\text{полн}}$ и $M_{\text{длит}}$ — моменты от полной и длительной нагрузки; σ_s — напряжение в арматуре; $l_s = \min(40d; 400 \text{ мм})$; $\varphi_2 = 0,8$ для гладкой и 0,5 для периодической арматуры.

Плита КА1

$$f = \frac{5 \cdot 28}{384} \quad 12,24 \text{ мм}$$

$$M_{\text{полн}} = \quad {}^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{\text{дл}} \quad \text{мм}$$

$$\sigma_{\text{полн}} = \frac{200}{\quad} \quad 166,53 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{длит}} = \frac{200}{\quad} \quad 131,60 \text{ МПа}$$

$$a_{\text{длит}} = 0,2 \quad < 0,40 \text{ мм}$$

Плита КА2

$$f = \frac{5 \cdot 29}{384} \quad 11,93 \text{ мм}$$

$$M_{\text{полн}} = \quad {}^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{\text{дл}} \quad \text{мм}$$

$$\sigma_{\text{полн}} = \frac{200}{\quad} \quad 148,12 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{длит}} = \frac{200}{\quad} \quad 115,73 \text{ МПа}$$

$$a_{\text{длит}} = 0,1 \quad < 0,40 \text{ мм}$$

Плита КА3

$$f = \frac{5 \cdot 28}{384} \quad 11,59 \text{ мм}$$

$$M_{\text{полн}} = (1,5 \quad \text{Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{\text{длит}} = \quad \text{м}$$

$$\sigma_{\text{полн}} = \frac{200000}{\quad} \quad 62,18 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{длит}} = \frac{200000}{\quad} \quad 28,22 \text{ МПа}$$

$$a_{\text{длит}} = 0,201 \text{ м} \quad 0,40 \text{ мм}$$

Плита КА6

$$f = \frac{5 \cdot 3860^4}{384} \quad 18,63 \text{ мм}$$

$$M_{\text{полн}} = (1,7 \quad \text{Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{\text{длит}} = \quad \text{м}$$

$$\sigma_{\text{полн}} = \frac{200000 \cdot}{\quad} \quad 13,99 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{длит}} = \frac{200000}{\quad} \quad 92,00 \text{ МПа}$$

$$a_{\text{длит}} = 0,144 \text{ мм} < \quad \text{м} < 0,40 \text{ мм}$$

10.5 Местная работа полки

Местная работа полки контролируется полосой шириной 1 м, свободно опёртой между гранями соседних рёбер. Определяющей является полка КА2 с расчётным пролётом 675 мм. Проверка относится к равномерно распределённой нагрузке; пространственные эффекты и участки отрицательных моментов оцениваются в модели SCAD.

$$\begin{aligned} g_{\text{зас,пол}} &= \frac{400}{50} = 0,80 \text{ кПа} \\ q_{\text{пол,норм}} &= 0,7 \\ q_{\text{пол,расч}} &= 1,10 \cdot 0,74 \\ Q_{\text{пол}} &= \frac{4,83 \cdot 0,675}{2} = 1,63 \\ M_{\text{полн}} &= 0,22 \cdot \\ a_{\text{длит,пол}} &= 0,10 \text{ мм} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} 50 &= 3,82 \text{ кН/м} \\ 8 + 1,50 &= 4,83 \text{ кН/м} \\ \frac{0,56 \cdot 1000 \cdot 16,5}{1000} &= 4,62 \text{ кН} \\ 0,16 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} \\ 0,125 \text{ мм} &< 0,40 \text{ мм} \end{aligned}$$

СП 63.13330.2018, п. 8.1.33 и пп.

10.6 Уточнённый контроль прогиба КА6

Для КА6 дополнительно выполнен уточнённый численный контроль приведённой системы с учётом трещинообразования и совместных перемещений рёбер и полки, без включения верхней продольной арматуры. Этот расчёт уточняет деформативность плиты.

$$\begin{aligned} f_{\text{длит}} &= 19,77 \text{ мм} \\ f_{\text{полн}} &= 16,12 - 12,06 + 19,77 = 23,83 \text{ мм} \\ f_{\text{конт}} &= \frac{3860}{200} = 19,30 \text{ мм}; \quad f_{\text{длит}} = 19,77 \text{ мм} \end{aligned}$$

Значение 1/200 приведено как дополнительный сравнительный ориентир. Оно не задано проектом обследуемого перекрытия квартиры.

$$\begin{aligned} f_{\text{пред,эст}} &= 20 + \frac{3,86 - 3}{6 - 3} \cdot (30 - 20) = 22,87 \text{ мм} \\ f_{\text{длит}} &= 19,77 \text{ мм} < 22,87 \text{ мм} \end{aligned}$$

СП 20.13330.2016, таблица Д.1, позиция 2а и примечание 2. Для эстетического ограничения учитываются постоянные нагрузки и длительная часть полезной нагрузки.

$$f_{\text{полн}} = 23,83 \text{ мм} < \frac{1}{150} = 25,73 \text{ мм}$$

СП 63.13330.2018, пп. 5.5.4–5.5.5 и 8.2.24–8.2.30.

10.7 Границы обследования и учёт поперечной арматуры

Наличие поперечной арматуры установлено при доступном локальном вскрытии одного из рёбер. Поперечные стержни соединены сваркой с верхней продольной арматурой. Наблюдаемая конструктивная схема соответствует решениям серии, к которой обследованные плиты близки по геометрии и армированию. В доступных местах признаков разрушения рёбер, продольных трещин вдоль арматуры и потери сцепления арматуры с бетоном не выявлено.

С учётом результатов вскрытия и сопоставления с серийными решениями поперечная арматура учитывается при поверочной оценке рёбер.

Концевые участки нижней рабочей арматуры в опорных зонах вскрытием не обследовались вследствие отсутствия доступа и ограничений на выполнение локальных

разрушений. Фактическая длина заделки нижних стержней не измерялась. СП 63.13330.2018, раздел 12.3; ГОСТ 31937-2024, раздел 5.

10.8 Сводные результаты

Таблица 21 — Результаты поверочного расчёта плит по балочной схеме

Плита	Прогиб, мм	Доп. 1/200, мм	адлит, мм	аполн, мм	Результат
КА1	12,24	14,40	0,206	0,245	соответствует
КА2	11,93	14,90	0,181	0,218	соответствует
КА3	11,59	14,20	0,201	0,239	соответствует
КА6, балочный контроль	18,63	19,30	0,144	0,169	соответствует

Таблица 21 относится к простой балочной постановке с учётом установленных верхних продольных стержней. Для КА6 дополнительный уточнённый расчёт без учёта верхней арматуры дал длительный прогиб 19,77 мм и полный прогиб 23,83 мм. Применимые эстетическое и общее ограничения выполняются; 1/200 применяется как дополнительное сопоставление.

Ручной расчёт подтверждает приемлемость основных эксплуатационных показателей плит при нагрузках от предусмотренной конструкции пола с керамзитовой засыпкой. Окончательная оценка несущей способности принимается по результатам экспертизы в SCAD.

11 Общий вывод расчёта

По выполненным расчётам прочности широкие плиты КА1, КА2, КА3 и КА6 воспринимают нагрузки от принятого проектного пола с керамзитовой засыпкой, стяжкой 40 мм и нормативной полезной нагрузкой 1,50 кПа при указанном армировании и расчётных условиях его работы. Определяющие коэффициенты выбранных проверок без перегородок составляют 0,979; 0,989; 0,975 и 0,962 соответственно, то есть меньше единицы.

Установка рассмотренных сибитных перегородок D600 толщиной 100 мм вдоль КА3 — как над ребром, так и на полки — не допускается: максимальные коэффициенты использования 1,557 и 1,885 превышают единицу.

Для лотковых элементов РА3 и РА5 отношения расчётного и марочного моментов равны 0,980 и 0,893.

Проектный пол с принятой керамзитовой засыпкой в «корыта» плит высотой на 50 мм выше ребер со стяжкой 40 мм удовлетворяет выполненным проверкам прочности.

Размещение сосредоточенных нагрузок непосредственно на полке плит между рёбрами не допускается. Тяжёлое оборудование, опоры, стойки и другие источники сосредоточенных нагрузок следует располагать над рёбрами либо устанавливать на специальные распределительные конструкции, обеспечивающие передачу усилий на несколько рёбер.

Максимально допустимая безопасная равномерно распределённая нагрузка от состава пирога пола 150 кг/м².

Приложение А. Нормативные и методические источники

1. ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ (последняя редакция)
2. ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
4. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»
5. Серия ИИ-01-02 «Индустриальные строительные изделия 2–5-этажных каменных жилых домов для строительства в РСФСР. Железобетонные изделия».

					Техническое заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

[illegible]

1

2

3. Компенсационный фонд возмещения вреда	
Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на подготовку проектной документации, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда	Первый уровень ответственности (не превышает двадцать пять миллионов рублей)
Сведения о присоединении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации объектов капитального строительства	
4. Компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	
Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключенным с использованием клиентурных способов заключения договоров, в соответствии с которыми членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	
Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договорам подряда на подготовку проектной документации, заключенным с использованием клиентурных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств	Нет
Дата вступления в силу решения о присоединении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключенным с использованием клиентурных способов	Нет
Сведения о присоединении / прекращении права осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда, заключенным с использованием клиентурных способов	



Ассоциация саморегулируемых инженеров общероссийского профессионального союза «Национальный союз профессиональных инженеров и техников» (Ассоциация саморегулируемых инженеров общероссийского профессионального союза «Национальный союз профессиональных инженеров и техников»)

5406601280-30248611-0712
(идентификационный номер)

11.04.2026
(дата формирования)

ВЫПИСКА

из единого реестра сведений о членах саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий и в области архитектурно-строительного проектирования и их обязательствах

Настоящая выписка содержит сведения о юридическом лице (индивидуальном предпринимателе), осуществляющем подготовку проектной документации.

Общество с ограниченной ответственностью «Сибирские экспертные объединения»

1165476060056

(основной государственный регистрационный номер)

1. Сведения о члене саморегулируемой организации	
1.1 Идентификационный номер налогоплательщика	5406601280
1.2 Полное наименование юридического лица (полное наименование индивидуального предпринимателя)	Общество с ограниченной ответственностью «Сибирские экспертные объединения»
1.3 Сокращенное наименование юридического лица	ООО «СЭО»
1.4 Адрес юридического лица Место фактического осуществления деятельности (для юридического лица)	630132, Россия, Новосибирская область, Новосибирск г. Челюскинцев ул. д. 30/2, оф. 500
1.5 Наименование члена саморегулируемой организации	Саморегулируемая организация в сфере архитектурно-строительного проектирования «Сибирь» (СЭО-Р-009-005406601280-0345)
1.6 Регистрационный номер члена саморегулируемой организации	Р-009-005406601280-0345
1.7 Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации	30.03.2018
1.8 Дата и номер решения об исключении из членов саморегулируемой организации, основанного на основании	
2. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права осуществлять подготовку проектной документации	
2.1 в отношении объектов капитального строительства (форма особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии) (для юридических лиц)	Да, 30.03.2018
2.2 в отношении объектов капитального строительства (форма особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии) (для физических лиц)	Нет
2.3 в отношении объектов использования атомной энергии (для юридических лиц)	Нет

