

ООО «*** **>

☒ РФ, *** г. *** , ул. *** года, д. ***
(офисный центр *** , 2 этаж)
8 *** ; e-mail: *** *****

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

№ *** **

по результатам строительно-технического исследования

Объекты исследования:

Конструкции покрытия и несущие элементы в зоне планируемой установки промышленного охладителя административно-бытового корпуса (АБК), расположенного по адресу: ****
*** , *** р-н, пос. *** ***** , промзона « *** », ул. *** , *****

Эксперты:

*** **
*** **

Дата составления:
30.04.2026г

*** 2026

СОДЕРЖАНИЕ

- Раздел 1. Титульная часть
- Раздел 2. Вводная часть (2.1–2.9)
- Раздел 3. Обследование объекта (3.1–3.9)
- Раздел 4. Исследовательская часть (4.1–4.11)
- Раздел 5. Рекомендации и разработка распределительного каркаса (5.1–5.9)
- Раздел 6. Выводы (6.1–6.8)
- Раздел 7. Ответы на поставленные вопросы (вопросы 1–3)
- Приложение П1. Документы, подтверждающие квалификацию специалистов
- Приложение П2. Сведения о применённых средствах измерений
- Приложение П3. Проектно-замерная документации
- Приложение П4. Фототаблица

РАЗДЕЛ 1. ТИТУЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Настоящее экспертное заключение составлено по результатам строительно-технического исследования, выполненного специалистами ООО « *** *** » на основании Договора на оказание экспертных услуг № *** *** (далее – Договор) и Технического задания.

- Вид работы: техническое обследование строительных конструкций с выполнением поверочных расчётов (ГОСТ 31937-2024, СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» с актуальными изменениями, СП 63.13330.2018, СП 16.13330.2017, ГОСТ 17624-2021, ГОСТ 18105-2018; СП 13-102-2003 применен как справочный методический документ в части, не противоречащей действующим нормативным документам).
- Форма документа: Экспертное заключение.
- Назначение: установление возможности безопасного размещения промышленного охладителя MDGBL-F185W/RN1 на кровле АБК.
- Исполнитель: ООО « *** *** » (г. *** , *****).
- Дата начала работ: согласно Договору.
- Дата выпуска отчёта: 30.04.2026.

РАЗДЕЛ 2. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Основание проведения исследования

Исследование выполнено на основании Договора на оказание экспертных услуг № **** и Технического задания, подписанных между ООО « *** » (далее – Заказчик) и ООО « *** » (далее – Исполнитель).

2.2. Сведения о Заказчике

Заказчик исследования — ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ " *** " (ООО " *** "), *** РФ, г. Москва, ул. *** , *** ; ИНН *** .

2.3. Сведения об экспертах

- *** — магистр строительства с отличием (*** , 2023); профессиональная переподготовка по судебной строительно-технической экспертизе; сертификат судебного эксперта № *** .СЭВО/001/ *** (действ. до 26.08.2028).
- ***** — инженер (*** , 2013); профессиональная переподготовка по СТЭ (548 ч.); сертификат судебного эксперта № *** .СЭВО/001/ *** (действ. до 12.05.2028); регистрация в реестре судебных экспертов РФ № *** .

Копии документов, подтверждающих квалификацию, — в Приложении П1.

2.4. Объект и предмет исследования

Объект исследования — несущие конструкции и конструкции покрытия административно-бытового корпуса (АБК) в зоне планируемой установки промышленного охладителя MDGBL-F185W/RN1 серии King Plus. Исследуемый блок АБК — двухэтажное здание монолитного железобетонного каркаса с размерами в осях 17,2 × 29,8 м, высотой 7,4 м, шагом колонн 6,0 × 6,0 м.

Предмет исследования — техническое состояние несущих конструкций и покрытия (монолитной железобетонной плиты, ригелей, колонн) и возможность восприятия ими дополнительной нагрузки от промышленного охладителя суммарной массой до 2 500 кг.

2.5. Вопросы, поставленные перед специалистом

- 1. Каково фактическое техническое состояние конструкций покрытия АБК в зоне планируемой установки промышленного охладителя?
- 2. Обеспечивают ли существующие несущие конструкции покрытия АБК (плита, ригели, колонны) восприятие дополнительной нагрузки от промышленного охладителя MDGBL-F185W/RN1 суммарной массой до 2 500 кг с учётом нормативных сочетаний нагрузок?

- 3. При выявлении недостаточной несущей способности — какие мероприятия по усилению конструкций и (или) условия безопасного монтажа оборудования необходимы для приведения конструкций к требуемым показателям?

2.6. Нормативно-техническая база

- СП 20.13330.2022 «Нагрузки и воздействия»;
- СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;
- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»;
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»;
- СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»;
- ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований»;
- ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
- ГОСТ Р 57837-2017 «Прокат стальной сортовой горячекатаный. Двутавры с параллельными гранями полок»;
- ГОСТ 9.307-2021 «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля»;
- ГОСТ 17624-2021 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности»;
- ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».

2.7. Перечень материалов

- Договор на оказание экспертных услуг № ***** и Техническое задание;
- Проектная документация, раздел «Конструктивные решения» (*****);
- Проектно-замерная документация: план расположения колонн, план перекрытия/покрытия, схема расположения балок (ригелей) с результатами контроля прочности бетона, план кровли, план фундамента, разрезы здания и по колоннам, дополнительные чертежи;
- Техническая информация по промышленному охладителю MDGBL-F185W/RN1;
- Сведения о поверках применённых средств измерений.

2.8. Применённые средства измерений и методы

- Визуальное обследование (ВИО) несущих конструкций покрытия и кровельного покрытия;
- Инструментальные замеры линейных размеров (рулетка, лазерный дальномер);
- Ультразвуковой контроль прочности бетона с отражением результатов в замерных чертежах;

- Фотофиксация.

Сведения о поверках средств измерений — в Приложении П2.

2.9. Допущения и ограничения

- Расчёт выполнен на основании фактических характеристик конструкций, зафиксированных в замерных чертежах;
- Масса оборудования принята по технической информации производителя — 2 500 кг; динамические параметры (амплитуды, частоты компрессоров и вентиляторов) производителем не представлены и подлежат получению до начала монтажа;
- Инженерно-геологические изыскания в составе материалов не представлены; расчёт фундаментов выполнен качественно;
- Расчётные сочетания нагрузок приняты по СП 20.13330.2016 для III снегового района (**** **);
- Описание распределительного каркаса является рекомендательным; детальная рабочая документация стадии РД разрабатывается проектной организацией;
- Фактический класс бетона ригелей В20 (на один класс ниже проектного В25) принят как установленный факт; причина снижения в пределах имеющихся материалов не устанавливается;
- Настоящее заключение отвечает на поставленные вопросы и не заменяет иные виды исследований и экспертиз.

РАЗДЕЛ 3. ОБСЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА

3.1. Общие сведения об объекте

Исследуемый блок АБК представляет собой двухэтажное здание монолитного железобетонного каркаса размерами в осях $17,2 \times 29,8$ м и высотой 7,4 м. Несущий каркас образован колоннами сечением 400×400 мм с шагом $6,0 \times 6,0$ м и ригелями сечением 400×300 мм, на которые опираются монолитные плиты перекрытия и покрытия толщиной 200 мм. Кровельное покрытие — полимерная мембрана по утеплителю «РУФ БАТТС» общей толщиной 150 мм с уклоном 1,5 %, с организацией внутреннего водостока.

3.2. Дата, условия и участники обследования

Обследование объекта выполнено экспертом ***** ООО «*** ***» в установленные Договором сроки. Обследование проводилось при температуре воздуха выше $+5$ °С и отсутствии осадков, что соответствует требованиям к проведению ВИО кровли.

3.3. Объём и способ обследования

- Визуальное обследование кровли и несущих конструкций покрытия в зоне планируемой установки охладителя;
- Инструментальные замеры геометрии конструктивных элементов;
- Ультразвуковой контроль прочности бетона плиты покрытия, колонн и ригелей;
- Фиксация расположения и параметров армирования по замерным чертежам;
- Фотофиксация объекта.

3.4. Объекты осмотра

- Кровельное покрытие (полимерная мембрана, утеплитель, примыкания к парапетам и вертикальным поверхностям);
- Несущие конструкции покрытия (монолитная плита 200 мм, ригели 400×300 , колонны 400×400);
- Зона планируемой установки охладителя габаритом около $4,0 \times 4,0$ м;
- Инженерное оборудование, размещённое на кровле (вентиляционные шахты, внутренний водосток).

3.5. Результаты визуального осмотра

- Полимерная мембрана кровельного покрытия — в удовлетворительном состоянии; сквозные повреждения, отслоения швов и значительные вздутия в зоне обследования не выявлены;
- Проектный уклон кровли 1,5 % выдержан; застойные зоны воды в зоне планируемого монтажа отсутствуют;

- Существующее оборудование на кровле расположено в соответствии с планом и не создаёт конфликтов с планируемой зоной монтажа $4,0 \times 4,0$ м;
- Несущие конструкции покрытия критических дефектов не имеют: сквозные трещины, разрушения защитного слоя с обнажением арматуры, коррозия арматуры, значительные прогибы и отклонения от проектной геометрии при осмотре не зафиксированы;
- Состояние примыканий мембраны к парапетам и местам прохода коммуникаций удовлетворительное.

С учетом визуального обследования плита покрытия, колонны и кровельное покрытие в зоне планируемой установки не имеют признаков аварийного состояния. При этом ригели являются лимитирующим элементом по результатам поверочного расчета, в связи с чем возможность размещения оборудования должна оцениваться не по общей визуальной картине, а с учетом принятой расчетной схемы передачи дополнительной нагрузки.

3.6. Результаты инструментальных замеров

3.6.1. Геометрия конструктивных элементов:

Элемент	Значение (замер)
Толщина плиты покрытия	200 мм (20 + 160 + 20)
Высотные отметки плиты	низ +7,200 м; верх +7,400 м
Отметка перекрытия над 1-м этажом	низ +3,050 м; верх +3,250 м
Сечение ригеля	400 × 300 мм (h × b)
Сечение колонны	400 × 400 мм
Шаг колонн	6,0 × 6,0 м (крайние ячейки 5,7 и 6,3 м)
Уклон кровли	1,5 %

3.6.2. Армирование плиты и ригелей:

- Плита, низ осн.: АIII Ø16/200 ($A_s \approx 1\,005 \text{ мм}^2/\text{м}$);
- Плита, низ втор.: АIII Ø12/200 ($A_s \approx 565 \text{ мм}^2/\text{м}$);
- Плита, верх: АI Ø10/600 в шахматном порядке;
- Плита, поперечная распределительная: АI Ø8/200; защитный слой — 20 мм;
- Ригель: низ АIII Ø25, верх АIII Ø20, хомуты АI Ø8;
- Ригель: низ АIII Ø20, верх АIII Ø12, хомуты АI Ø8.

Фактическое армирование принимается на основании проектной документации (раздел КР) для поверочного расчёта.

3.6.3. Прочность бетона (неразрушающий контроль):

Плита покрытия — 4 точки замера:

Точка	Прочность, МПа	Класс
№1	31,0	B25
№2	30,3	B25
№3	31,2	B25
№4	29,7	B25

Средняя прочность — 30,6 МПа; класс B25 соответствует проектному.

Ригели — 8 точек замера:

Точка	Прочность, МПа	Класс
№1	25,1	B20
№2	25,7	B20
№3	24,9	B20
№4	24,3	B20
№5	26,0	B20
№6	25,9	B20
№7	25,2	B20
№8	25,7	B20

Средняя прочность — 25,4 МПа; класс бетона ригелей — B20, на один класс ниже проектного B25. Факт снижения установлен и является определяющим обстоятельством расчётной части.

3.7. Фотофиксация

- Обзорные снимки кровли АБК и прилегающей территории;
- Снимки зоны планируемой установки охладителя габаритом $\sim 4,0 \times 4,0$ м с привязкой к участку;
- Характерные узлы (опирание плиты на ригели, примыкания мембраны к парапетам, прохождения вентиляционных шахт);
- Места выполнения инструментальных замеров и ультразвукового контроля прочности бетона.

Материалы — Приложение П4.

3.8. Ограничения обследования

- Вскрытия конструкций (плиты, ригелей, колонн) не выполнялись; фактическое армирование принято на основании данных из проектной документации;
- Динамические параметры оборудования (амплитуды, частоты компрессоров Danfoss Scroll и вентиляторов) производителем в переданных материалах не приведены; учёт динамики выполнен через требование виброизоляции;
- Осмотр внутренних помещений АБК выполнен в объёме, необходимом для оценки состояния колонн и ригелей, без вскрытия отделочных покрытий.

3.9. Сводная ведомость фактических параметров

Параметр	Значение (факт)	Соответствие проекту
Плита покрытия — толщина	200 мм	соответствует
Плита — низ осн.	АШ Ø16/200	соответствует
Плита — низ втор.	АШ Ø12/200	соответствует
Плита — верх	АІ Ø10/600 шахм.	соответствует
Плита — класс бетона	B25 (29,7–31,2 МПа)	соответствует
Ригель — сечение	400 × 300 мм	соответствует
Ригель — низ (1-1)	АШ Ø25	соответствует
Ригель — верх (1-1)	АШ Ø20	соответствует
Ригель — хомуты	АІ Ø8	соответствует
Ригель — класс бетона	B20 (24,3–26,0 МПа)	НА КЛАСС НИЖЕ ПРОЕКТА B25
Колонна — сечение	400 × 400 мм	соответствует
Колонна — армирование	Ø25 АШ; хомуты Ø8/10 АІ	соответствует
Шаг колонн	6,0 × 6,0 м	соответствует
Кровельный пирог	мембрана + «РУФ БАТТС» 150 мм	соответствует
Уклон кровли	1,5 %	соответствует

Ключевое обстоятельство сводной ведомости — снижение класса бетона ригелей на один класс относительно проекта (B20 вместо B25). Все остальные фактические параметры приняты соответствующими проектным значениям в пределах представленных материалов.

РАЗДЕЛ 4. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Анализ полноты исходных данных и обоснование расчётной модели

Для поверочного расчета сформирована база из трех источников: проектно-замерная документация; результаты натурного обследования и неразрушающего контроля; техническая информация производителя оборудования. Принятая методика - расчет по предельным состояниям первой группы (ГОСТ 27751-2014, СП 63.13330.2018); сбор нагрузок по СП 20.13330.2016 с актуальными изменениями; расчет стального каркаса по СП 16.13330.2017.

Отсутствующие данные, подлежащие последующему уточнению на стадии РД/монтажа: точные динамические параметры оборудования и окончательная осевая привязка оборудования к конструктивной схеме.

4.2. Сбор нагрузок

4.2.1. Постоянные нагрузки на плиту покрытия:

Составляющая	Норм., кН/м ²	γ_f	Расч., кН/м ²
Собственный вес ж/б плиты (0,20 × 25)	5,00	1,1	5,50
Кровельный пирог (мембрана + «РУФ БАТТС» 150 мм + стяжка)	0,60	1,2	0,72
Молниеприёмная сетка, защитные слои	0,05	1,2	0,06
ИТОГО постоянная	5,65	—	6,28

4.2.2. Временные нагрузки:

Составляющая	Норм., кН/м ²	γ_f	Расч., кН/м ²
Снеговая, III район ***, $S_g \cdot \mu$ ($\mu = 1,0$)	1,50	1,4	2,10
Эксплуатационная на кровле (обслуживание)	0,50	1,3	0,65

4.2.3. Нагрузка от охладителя MDGBL-F185W/RN1:

Исходные данные: охладитель - 2 000 кг (2 850 x 2 000), 6 опор; гидромодуль - 300 кг (900 x 900), 4 опоры; дополнительный расчетный резерв на эксплуатационные/монтажные составляющие и комплектующие - 200 кг. Суммарная расчетная масса для проверки принята 2 500 кг; зона компоновки ~4,0 x 4,0 м.

Узел	Норм., кН	γ_f	Расч., кН
Охладитель, полная	19,62	1,2	23,54
— на 1 опору из 6	3,27	1,2	3,92
Гидро модуль, полный	2,94	1,2	3,53
— на 1 опору из 4	0,74	1,2	0,88
Расчетный резерв 200 кг	1,96	1,2	2,36
ИТОГО от оборудования	24,52	—	29,43

Принятие расчетной массы 2 500 кг устраняет арифметическое расхождение между массой оборудования и расчетной нагрузкой: $2\,500 \text{ кг} \times 9,81 / 1000 = 24,52 \text{ кН}$; расчетная нагрузка при $\gamma_f = 1,2$ составляет 29,43 кН.

4.2.4. Расчётные сочетания:

$q\Sigma = q_{\text{пост.расч.}} + \psi_1 \cdot s_{\text{расч.}} + \psi_2 \cdot q_{\text{экспл.расч.}} + R_{\text{обор.расч.}}$, где $\psi_1 = 1,0$ (снег - основная), $\psi_2 = 0$. Распределенная часть на 1 м² плиты: $q\Sigma = 6,28 + 2,10 = 8,38 \text{ кН/м}^2$. Нагрузка от оборудования учитывается как сосредоточенная/передаваемая через распределительный каркас в соответствии с принятой схемой.

4.3. Расчётная схема

- Пролёт плиты — 6,0 × 6,0 м (прямоугольная четырёхопорная панель с неразрезностью);
- Пролёт ригеля — 6,0 м (неразрезная балка, опёртая на колонны);
- Расчётная длина колонны первого этажа — 2,28 м;
- Оборудование — в середине пролёта (наиболее невыгодное положение).

Расчётные характеристики материалов:

- Плита (В25, факт = проект): $R_b = 14,5 \text{ МПа}$; $R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$; $E_b = 30 \cdot 10^3 \text{ МПа}$;
- Ригели (В20, факт ниже проекта): $R_b = 11,5 \text{ МПа}$; $R_{bt} = 0,90 \text{ МПа}$; $E_b = 27,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$;
- Колонны (В25 по проекту): $R_b = 14,5 \text{ МПа}$;
- Арматура АIII (А400): $R_s = 350 \text{ МПа}$; АI (А240): $R_s = 210 \text{ МПа}$.

Варианты передачи нагрузки: А - прямая установка на кровлю (по паспортным опорам оборудования); Б - через распределительный каркас с опиранием в надколонных зонах. Для варианта Б окончательные реакции опор определяются рабочим расчетом каркаса и узлов опирания; предварительные локальные проверки выполнены по консервативно принятым усилиям.

4.4. Поверочный расчёт плиты на изгиб

Основное направление (Ø16/200): $\xi = 0,139 < \xi_R = 0,531$; $M_{rd,1} \approx 57,3 \text{ кНм/м}$.

Второстепенное (Ø12/200): $\xi = 0,078$; $M_{rd,2} \approx 33,3$ кНм/м.

Расчетные моменты при защемлении по контуру: пролетный 5,4 кНм/м, опорный 12,6 кНм/м; добавка от сосредоточенной нагрузки варианта А с учетом расчетной массы 2 500 кг принята не более 6,5 кНм/м; $M_{сум} \approx 11,9$ кНм/м.

Направление	$M_{сум}$, кНм/м	M_{rd} , кНм/м	К
Основное (Ø16)	11,9	57,3	0,21
Второстепенное (Ø12)	11,9	33,3	0,36

Условие прочности плиты по изгибу выполнено с многократным запасом.

4.5. Поверочный расчёт плиты на продавливание

$u_m = 4 \cdot (150 + 175) = 1\,300$ мм; $F_{ult} = 1,05 \cdot 1\,300 \cdot 175 \cdot 10^{-3} = 238,9$ кН. При $F = 3,92$ кН: $K = 0,016$ — более чем 60-кратный запас.

4.6. Поверочный расчёт плиты на местное смятие

Вариант Б (пластина 300×300 мм, $F = 21$ кН): $N_{ult} = 1\,305$ кН; $K = 0,016$.

Вариант А (150×150 мм, $F = 3,92$ кН): $N_{ult} = 326$ кН; $K = 0,012$.

Условие выполнено с многократным запасом в обоих вариантах.

4.7. Поверочный расчёт ригеля на изгиб

Расчёт по фактическому классу В20: $R_b = 11,5$ МПа; $h_0 = 360$ мм. Нижняя арматура (1-1) — 4 Ø25 ($A_s = 1\,963$ мм²); верхняя — 3 Ø20 ($A_s = 942$ мм²).

При прямоугольном сечении: $\xi = 0,553 > \xi_R = 0,531$ — формально в переармированной зоне. $M_{rd,пр} (\xi = \xi_R) \approx 174$ кНм; $M_{rd,оп} \approx 103$ кНм.

Расчётная линейная нагрузка $q_{lin} = 53,6$ кН/м. Моменты неразрезной балки: пролёт $M_{пр} = 120,6$ кНм; опора $M_{оп} = 160,8$ кНм.

Сечение	М, кНм	M_{rd} , кНм	К	Статус
Пролёт (прямоугольное)	120,6	174	0,69	запас 44 %
Опора	160,8	103	1,56	перенапряжение 56 %

С учетом совместной работы плиты и ригеля пролетное сечение работает как Т-образное ($b'f \approx 1\,500$ мм, $h'f = 200$ мм): $x = 39,8$ мм $< h'f$; $M_{rd,пр,T} \approx 234$ кНм; $K = 0,52$.

Надпорное сечение работает как прямоугольное и остается перенапряженным ($K = 1,56$). В связи с этим передача дополнительной нагрузки на пролетные и приопорные участки ригелей не допускается без отдельного проектного решения.

4.8. Поверочный расчёт ригеля на поперечную силу

Поперечная арматура AI Ø8 с шагом 200 мм в приопорных зонах; $q_{sw} = 88 \text{ Н/мм}$. $Q = 0,6 \cdot 53,6 \cdot 6,0 = 193 \text{ кН}$; $Q_{ult} \approx 160 \text{ кН}$; $K = 1,21$.

Приопорные зоны перенапряжены на 21 %. Принимаемое техническое решение должно исключать расчетно значимую догрузку ригелей от устанавливаемого оборудования.

4.9. Поверочный расчёт колонн

Сечение $400 \times 400 \text{ мм}$; 4 Ø25 АIII; грузовая площадь 36 м^2 . Расчётная нагрузка $N = 750 \text{ кН}$.

Составляющая	Расч. нагрузка, кН
Плита покрытия ($8,38 \cdot 36$)	302
Плита перекрытия ($10,5 \cdot 36$)	378
Ригели (2 шт. $\cdot 6 \text{ м} \cdot 3,3 \text{ кН/м}$)	40
Собственный вес колонны	30
ИТОГО N	750

$N_{ult} \approx 2\,794 \text{ кН}$; $K_{кол} = 750/2\,794 = 0,27$. С догрузкой 25 кН от оборудования: $K = 0,28$ (запас $> 3\times$).

4.10. Качественная оценка фундаментов

- Фундаменты столбчатые монолитные, бетон В15; отметка подошвы -2,250 м;
- Прирост нагрузки на колонну при принятой схеме передачи нагрузки оценивается как незначительный относительно базовой расчетной нагрузки;
- Многолетняя безаварийная эксплуатация объекта и отсутствие зафиксированных признаков неравномерных осадок учитываются как косвенный признак нормальной работы основания и фундаментов;
- Количественный расчет фундаментов может быть выполнен при получении инженерно-геологических данных и исходной проектной документации по основаниям.

4.11. Синтез результатов

Элемент	Проверка	K	Статус
Плита	Изгиб осн.	0,21	запас $>> 2\times$
Плита	Изгиб втор.	0,36	запас $2,8\times$
Плита	Продавливание	0,016	запас $> 60\times$
Плита	Местное смятие	0,016	запас $> 60\times$
Ригель	Изгиб пролёт (Т-сеч.)	0,52	запас 48 %
Ригель	Изгиб опора	1,56	ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ
Ригель	Поперечная сила	1,21	ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ
Колонна	Сжатие	0,27–0,29	запас $> 3\times$
Фундаменты	Качественно	-	прирост нагрузки незначительный

Критически важные выводы:

- Плита имеет многократный запас по проверенным видам предельных состояний;
- Ригели при фактическом классе бетона В20 являются лимитирующим элементом и не должны получать дополнительную расчетно значимую нагрузку от оборудования;
- Колонны имеют значительный запас; передача нагрузки в надколонные зоны является технически предпочтительной;
- Допустимый вариант монтажа - через распределительный каркас с опиранием в надколонных зонах при подтверждении схемы в рабочей документации;
- Виброизоляция и последующий виброконтроль являются обязательными условиями безопасной эксплуатации оборудования.

Разделение по источникам:

- Установлено: геометрия и армирование; класс бетона ригелей В20; параметры оборудования; расчётные нагрузки;
- Вероятно: безаварийная эксплуатация ригелей объясняется перераспределением усилий, Т-работой сечения и фактическими нагрузками ниже расчётных;
- Требуется уточнения: количественные параметры динамики оборудования; осевая привязка оборудования.

РАЗДЕЛ 5. РЕКОМЕНДАЦИИ И РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО КАРКАСА

5.1. Обоснование принципа решения

Ригели при В20 работают без расчётного запаса на опорах и в приопорных зонах; плита и колонны имеют многократный запас. Принцип решения — передать нагрузку от оборудования через стальной распределительный каркас непосредственно на надколонные зоны плиты, минуя догрузку пролётов ригелей.

- Восприятие нагрузки элементом с расчетным запасом (плита в надколонной зоне, колонны);
- Минимальный прирост нагрузки на фундаменты относительно базовой расчетной нагрузки;
- Отсутствие догрузки на ослабленные ригели;
- Соответствие СП 20.13330.2016 с актуальными изменениями, СП 63.13330.2018, СП 16.13330.2017 и СП 17.13330.2017.

5.2. Общая схема и компоновка каркаса

5.2.1. Состав каркаса:

- Два главных прогона пролётом 6,0 м, опирание концами в зоны плиты над колоннами;
- Две поперечные связи длиной 2,0 м, образующие платформу 6,0 × 2,0 м;
- Четыре опорные стальные пластины 300 × 300 × 10 мм;
- Виброизолирующие прокладки EPDM / резина 20 мм под каждой пластиной;
- Кронштейны крепления оборудования (6 опор охладителя + 4 гидромодуля).

5.2.2. Габариты и привязка:

- Габарит опорной платформы — 6,0 × 2,0 м;
- Габариты оборудования — суммарная зона ~4,0 × 4,0 м;
- Центр платформы — на оси ряда колонн; концы прогонов — над колоннами соседних осей;
- Высота каркаса — 150–200 мм над плитой.

5.3. Подбор сечения главных прогонов

С учетом уточненной расчетной массы оборудования 2 500 кг предварительный расчетный момент принят $M_{расч} \approx 27,2$ кНм. Требуемый момент сопротивления $W_{тр} = 27,2 \cdot 10^6 / (240 \cdot 0,9) \approx 126$ см³.

Принято: двутавр 25Б1 по ГОСТ Р 57837-2017, сталь С245; $W_x = 259$ см³; $I_x = 4\,029$ см⁴; высота 248 мм; масса 25,7 кг/м. Запас по моменту сопротивления составляет около 100 % относительно предварительно требуемого значения. Проверка прогиба: суммарно ≈ 11 -12 мм при допускаемом $L/200 = 30$ мм - условие выполняется.

5.4. Подбор сечения поперечных связей

Принят: двутавр 14Б1 ($W_x = 81,7 \text{ см}^3$) при требуемом ориентировочном значении 23 см^3 - условие прочности выполняется с запасом. Окончательный подбор сечения и проверка узлов выполняются в рабочей документации.

5.5. Узлы опирания и соединений

5.5.1. Узел У1 - опирание главного прогона на плиту над колонной

Опорная пластина 300 x 300 x 10 мм, С245;

Двусторонний угловой сварной шов катетом 6 мм по контуру нижней полки;

Виброизолирующая прокладка EPDM / резина 60-70 Шор-А, 20 мм (320 x 320 мм);

Герметичный фартук из кровельной мембраны вокруг пластины с выполнением в соответствии с требованиями СП 17.13330.2017 и рекомендациями производителя кровельной системы.

5.5.2. Узел У2 - соединение связи с прогоном

Болтовое: 2М16 класса прочности 8.8 со стандартными шайбами;

Альтернатива - сварное с контролем качества.

5.5.3. Узел У3 - крепление оборудования к каркасу

Через штатные лапы рамы производителя, М16 класса 8.8 с контргайками;

Под каждой лапой - резиновая виброшайба 10 мм.

5.6. Антикоррозионная защита и долговечность

Горячее цинкование по ГОСТ 9.307-2021, толщина покрытия - по требованиям стандарта и условиям эксплуатации;

Восстановление покрытия в местах сварки - цинкнаполненной краской или иным совместимым составом по технологии производителя;

Болтовые соединения - оцинкованные, с консервационной смазкой;

Периодические осмотры состояния антикоррозионной защиты - в составе эксплуатационного контроля.

5.7. Требования к виброизоляции и динамическим нагрузкам

Двухконтурная виброизоляция: (1) EPDM 20 мм под пластинами каркаса; (2) резиновые шайбы 10 мм под опорами оборудования;

Альтернатива при получении динамических параметров - пружинные или резинометаллические виброизоляторы с подбором по фактическим частотам и массам;

Проверка отстройки собственной частоты системы от рабочих частот компрессоров - в рабочей документации или при пусконаладочных работах;

После запуска оборудования выполнить виброконтроль в контрольных точках.

5.8. Требования к производству работ

Монтаж - в тёплое время года при $t \geq +5 \text{ }^\circ\text{C}$ и отсутствии осадков;

Геодезическая разбивка осей колонн и положения опорных пластин;

Временная защита мембраны подкладочными матами;

Восстановление герметизирующего фартука вокруг каждой опорной пластины;

Акт освидетельствования скрытых работ (виброизоляция) + исполнительная съемка;

Виброконтроль в трех точках (плита, прогон, колонна) после запуска оборудования.

РАЗДЕЛ 6. ВЫВОДЫ

6.1. Общая характеристика объекта

Исследуемый блок АБК — двухэтажное здание монолитного ж/б каркаса $17,2 \times 29,8$ м, высотой 7,4 м; шаг колонн $6,0 \times 6,0$ м; плита покрытия 200 мм; ригели 400×300 мм; колонны 400×400 мм. Кровля — мембрана по «РУФ БАТТС» 150 мм, уклон 1,5 %, внутренний водосток.

6.2. Установленные факты обследования

- Геометрия несущих конструкций соответствует проекту;
- Прочность бетона плиты — 29,7–31,2 МПа, класс В25 соответствует проектному;
- Прочность бетона ригелей — 24,3–26,0 МПа, класс В20 — на класс ниже проектного В25 (определяющий факт);
- Армирование плиты и ригелей соответствует проекту;
- Видимых критических дефектов несущих конструкций не выявлено;
- Состояние кровельной мембраны удовлетворительное.

6.3. Результаты поверочного расчёта

- Плита покрытия: $K = 0,20 / 0,34 / 0,016 / 0,016$ — значительный запас;
- Ригели при В20: K по изгибу на опоре 1,56; K по Q 1,21 — без расчётного запаса;
- Колонны: $K = 0,27–0,29$ (запас $> 3\times$);
- Фундаменты: прирост нагрузки при принятой схеме передачи оценивается как незначительный; количественная проверка возможна при получении дополнительных исходных данных.

6.4. Значение выявленных обстоятельств

- Лимитирующий элемент - ригель; дополнительная догрузка его пролетных и приопорных участков технически недопустима без отдельного проектного решения;
- Плита и колонны позволяют организовать передачу нагрузки от оборудования через распределительный каркас с опиранием в надколонных зонах;
- Виброизоляция и последующий виброконтроль являются обязательными условиями безопасного монтажа и эксплуатации.

6.5. Причины установленных обстоятельств

Сниженная прочность бетона ригелей (В20 вместо проектного В25) вызвана, вероятно, отклонениями при бетонировании или изменением рецептуры смеси. Точную причину по имеющимся материалам установить невозможно — исполнительная документация (журнал бетонных работ, паспорта смесей) не представлена. Факт зафиксирован как установленный; его последствия учтены в расчёте и рекомендациях.

6.6. Соответствие нормам

Конструкция	Норматив	Соответствие
Плита покрытия	СП 63.13330.2018	соответствует
Ригели (B20)	СП 63.13330.2018	не имеют расчетного запаса на опоре и по Q при принятых расчетных нагрузках; требуют ограничения схемы догрузки
Колонны	СП 63.13330.2018	соответствует
Сбор нагрузок	СП 20.13330.2016 с актуальными изменениями	соответствует принятой расчетной схеме
Распределительный каркас	СП 16.13330.2017; ГОСТ Р 57837-2017	предварительно соответствует; окончательная проверка - в РД

6.7. Достоверность и ограничения выводов

- Размещение оборудования — в зоне, согласованной с Заказчиком;
- Передача нагрузок — через каркас с опиранием в надколонных зонах; прямая установка на кровлю без распределительного каркаса не допускается;
- Масса оборудования — не более 2 500 кг;
- До начала монтажа — уточнение рабочей схемы крепления оборудования, узлов опирания и виброизоляции в составе РД/монтажной документации;
- Отчёт не заменяет рабочую документацию стадии РД.

6.8. Итоговая формулировка

Конструкции покрытия административно-бытового корпуса в зоне планируемой установки промышленного охладителя не имеют зафиксированных визуальных признаков аварийного состояния. Плита покрытия и колонны по результатам поверочных проверок имеют расчетный запас. Ригели при фактическом классе бетона В20 являются лимитирующим элементом и не должны получать дополнительную расчетно значимую нагрузку от устанавливаемого оборудования.

Монтаж промышленного охладителя MDGBL-F185W/RN1 расчетной массой 2 500 кг может быть принят технически допустимым только при условии применения стального распределительного каркаса (например: из двутавра 25Б1 – главные прогоны и 14Б1 – поперечные связи) с опиранием через стальные пластины 300 x 300 x 10 мм и виброизолирующие прокладки EPDM 20 мм в надколонных зонах, с разработкой рабочей документации узлов, восстановлением кровельного ковра и выполнением виброконтроля после запуска оборудования. Любая схема монтажа, предусматривающая передачу дополнительной нагрузки на пролетные и приопорные участки ригелей, является технически недопустимой без отдельного расчетного обоснования и проектного решения.

РАЗДЕЛ 7. ОТВЕТЫ НА ПОСТАВЛЕННЫЕ ВОПРОСЫ

Ответ на вопрос 1

Вопрос: Каково фактическое техническое состояние конструкций покрытия АБК в зоне планируемой установки промышленного охладителя?

Ответ: По результатам визуального обследования плита покрытия, колонны и кровельное покрытие в зоне планируемой установки не имеют зафиксированных признаков аварийного состояния. При этом ригели являются лимитирующим элементом по результатам поверочного расчета, поскольку при фактическом классе бетона В20 по отдельным проверкам отсутствует расчетный запас. В связи с этим техническое состояние зоны следует оценивать дифференцированно: визуально - без критических дефектов, расчетно - с ограничением передачи дополнительной нагрузки на ригели.

Основания:

- Геометрия несущих конструкций соответствует проекту;
- Армирование плиты и ригелей принято соответствующим проекту по представленным материалам;
- Прочность бетона плиты - 29,7-31,2 МПа (класс В25, соответствует);
- Прочность бетона ригелей - 24,3-26,0 МПа (класс В20, на класс ниже проектного);
- Критических визуальных дефектов несущих конструкций не выявлено; состояние мембраны удовлетворительное;
- При расчетной проверке по СП 63.13330.2018 ригели при В20 работают без расчетного запаса на опорных и приопорных сечениях.

Ответ на вопрос 2

Вопрос: Обеспечивают ли существующие несущие конструкции покрытия АБК восприятие дополнительной нагрузки от охладителя MDGBL-F185W/RN1 массой около 2 500 кг с учетом сочетаний по СП 20.13330.2016 с актуальными изменениями?

Ответ дифференцирован по варианту монтажа:

2.1. Вариант А (прямая установка на кровлю) - НЕ ОБЕСПЕЧИВАЮТ.

При прямой установке без распределительного каркаса нагрузка от оборудования передается на плиту и далее на ригели, которые при фактическом классе бетона В20 уже работают без расчетного запаса по опорному изгибу и поперечной силе (K изгиба на опоре 1,56; K по Q 1,21). Поэтому такая схема монтажа не допускается.

2.2. Вариант Б (через распределительный каркас с опиранием в надколонных зонах) - МОЖЕТ БЫТЬ ПРИНЯТ КАК ТЕХНИЧЕСКИ ДОПУСТИМЫЙ при выполнении условий настоящего заключения.

- Плита воспринимает локальные реакции с многократным запасом по продавливанию, местному смятию и изгибу;
- Ригели не должны получать расчетно значимую дополнительную нагрузку; схема передачи

- усилий подлежит закреплению в РД;
- Колонны воспринимают дополнительную нагрузку с сохранением значительного расчетного запаса;
 - Узлы кровли, герметизация и виброизоляция должны быть выполнены по рабочей документации и с последующим контролем.

Вывод: несущие конструкции покрытия АБК обеспечивают возможность размещения охладителя MDGBL-F185W/RN1 расчетной массой 2 500 кг исключительно при условии монтажа через стальной распределительный каркас с опиранием в надколонных зонах и исключением расчетно значимой догрузки ригелей.

Ответ на вопрос 3

Вопрос: Какие мероприятия по усилению конструкций и (или) условия безопасного монтажа оборудования (включая схему распределительного каркаса) необходимы для приведения конструкций к требуемым показателям?

Ответ: Усиление существующих железобетонных конструкций может не требоваться только при условии реализации схемы распределительного каркаса, исключающей передачу дополнительной нагрузки на ригели. Достаточным техническим решением для рассматриваемой схемы является монтаж через стальной распределительный каркас с обязательной разработкой рабочей документации узлов.

3.1. Принципиальная схема каркаса (как пример, или аналог):

- Главные прогоны – 2 шт., двутавр 25Б1 (ГОСТ Р 57837-2017), сталь С245, пролет 6,0 м, опирание в надколонных зонах;
- Поперечные связи – 2 шт., двутавр 14Б1; соединение с прогонами 2М16 класса 8.8 либо сварное с контролем качества;
- Опорные пластины – 4 шт., 300 х 300 х 10 мм, С245;
- Виброизолирующие прокладки – EPDM / резина 60-70 Шор-А, 20 мм (320 х 320 мм) под каждой пластиной;
- Крепление оборудования – М16 класса 8.8 с резиновой виброшайбой 10 мм.

3.2. Антикоррозионная защита:

Горячее цинкование по ГОСТ 9.307-2021; восстановление покрытия в местах сварки – совместимым цинкнаполненным составом по технологии производителя.

3.3. Виброизоляция и динамические нагрузки:

Двухконтурная схема (EPDM 20 мм + резиновые шайбы 10 мм); проверка отстройки собственной частоты и/или виброконтроль выполняются в составе рабочей документации и пусконаладочных мероприятий.

3.4. Условия безопасного монтажа:

- Размещение строго в согласованной зоне;
- Привязка опорных пластин - в надколонных зонах;
- Расчетная масса оборудования - не более 2 500 кг;

- Монтаж при $t \geq +5$ °С и отсутствии осадков;
- Защита мембраны и восстановление герметизирующего фартука;
- Виброконтроль в трех точках после запуска оборудования.

Эксперты:

_____ / *****

_____ / *****

ПРИЛОЖЕНИЯ К ЭКСПЕРТНОМУ ЗАКЛЮЧЕНИЮ

Приложения являются неотъемлемой частью настоящего заключения и формируют его доказательную базу. Ссылки на приложения приведены в тексте разделов 2–7.

Приложение П1. Документы, подтверждающие квалификацию специалистов

- Диплом инженера ***** (**** , 2013);
- Диплом о профессиональной переподготовке ***** (548 ч.);
- Сертификат судебного эксперта ***** № **** .СЭВО/001/ **** (до 12.05.2028);
- Выписка из реестра судебных экспертов РФ № **** ;
- Диплом магистра строительства с отличием ***** (**** , 2023);
- Диплом о профессиональной переподготовке ***** по СТЭ;
Сертификат судебного эксперта ***** № **** .СЭВО/001/ **** (до 26.08.2028).

Приложение П2. Сведения о применённых средствах измерений

- Реестр применённых СИ (наименование, заводской №, даты поверки).

Приложение П3. Проектно-замерная документация

- План расположения колонн исследуемого блока АБК;
- План перекрытия (покрытия) с армированием;
- Схема расположения балок (ригелей), разрезы 1-1 и 2-2, результаты НК прочности бетона;
- План кровли; план кровли с выделенным участком планируемой установки;
- План фундамента; объединённые планы;
- Разрез здания; разрез по колоннам;

Приложение П4. Фототаблица

- Обзорные снимки кровли АБК и прилегающей территории;
- Снимки зоны планируемой установки охладителя ~4,0 × 4,0 м с привязкой к участку;
- Характерные узлы: опирание плиты на ригели; примыкания мембраны; прохождения вентшахт;
- Места выполнения инструментальных замеров и прочности бетона.

Приложение П1. Документы, подтверждающие квалификацию
специалистов
(10 страниц — копии дипломов и сертификатов)
исключено при обезличивании документа

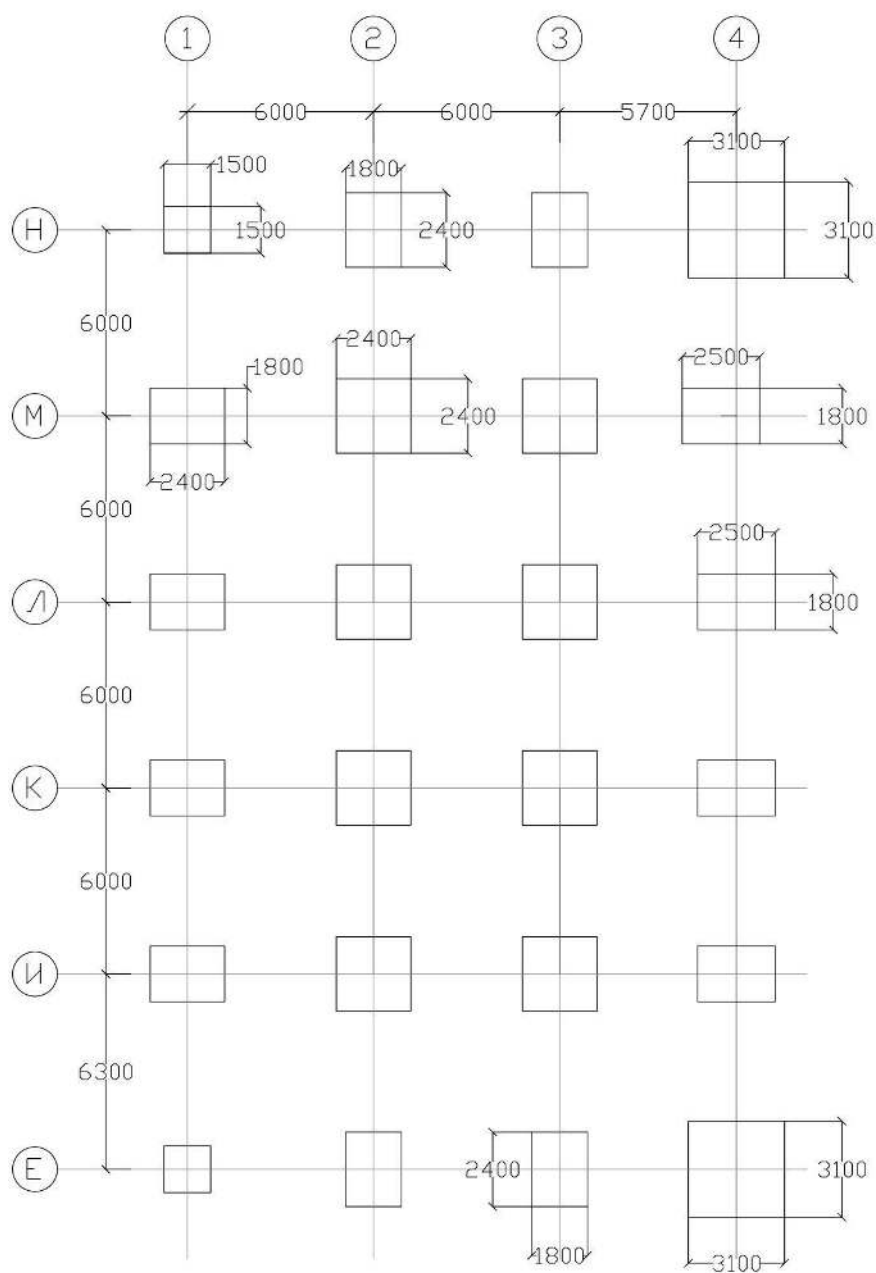
Приложение П2. Сведения о применённых средствах измерений

- Реестр применённых СИ:

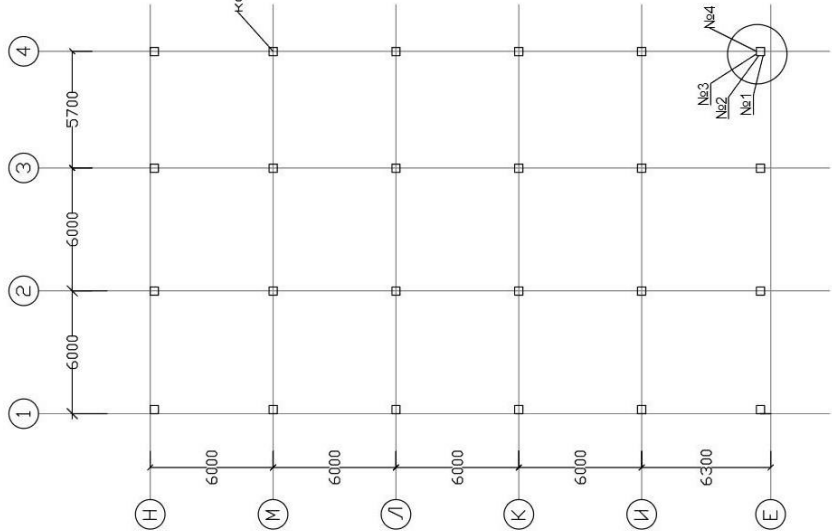
Название СИ	Заводской номер	Свидетельство поверки	Дата поверки	Дата следующей поверки
Рулетки измерительные металлические 5 м	***	С-ВДЧ/27-05-2025/ ***	27.05.2025	26.05.2026
Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн" мод. Р5УЗД ФИФ ОЕИ № 71665-18	***	С-ДДЭ/26-06-2025/ ***	26.06.2025	25.06.2026
Дальномер лазерный DLE 40	***	С-АКЗ/28-05-2025/ ***	28.05.2025	27.05.2026
Прибор ультразвуковой УКС-МГ4С	***	С-ГА/24-03-2026/ ***	24.03.2026	23.03.2027

Приложение ПЗ. Проектно-замерная документация

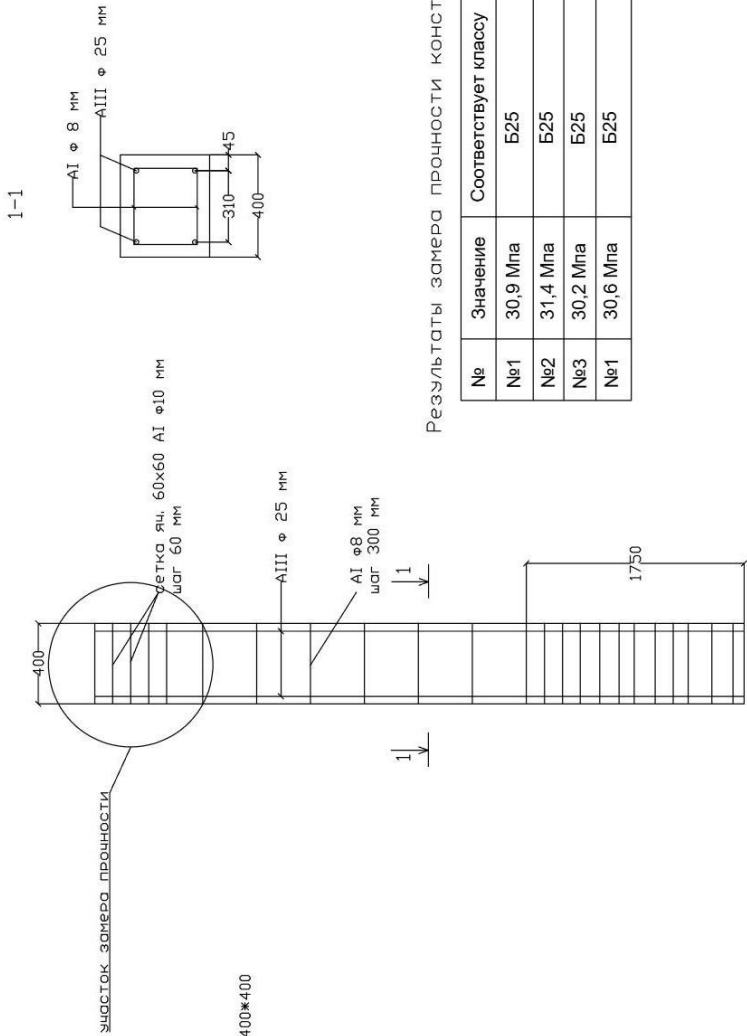
План фундамента



План расположения колонн



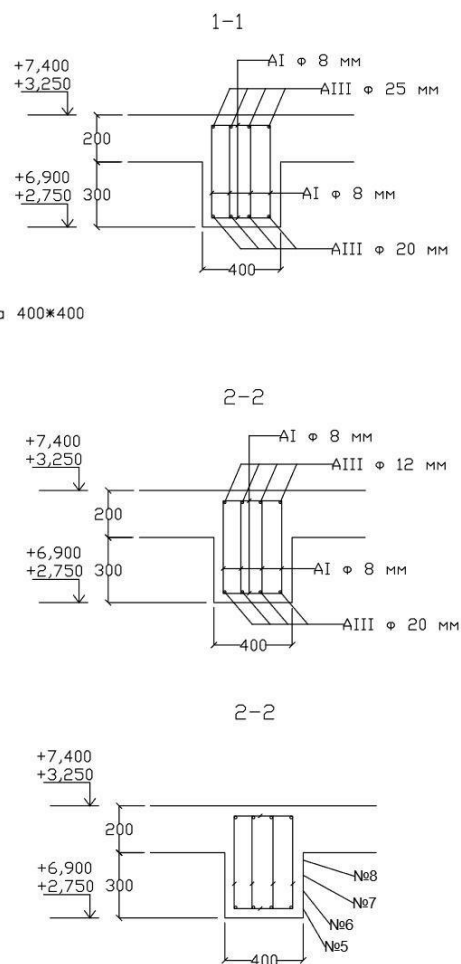
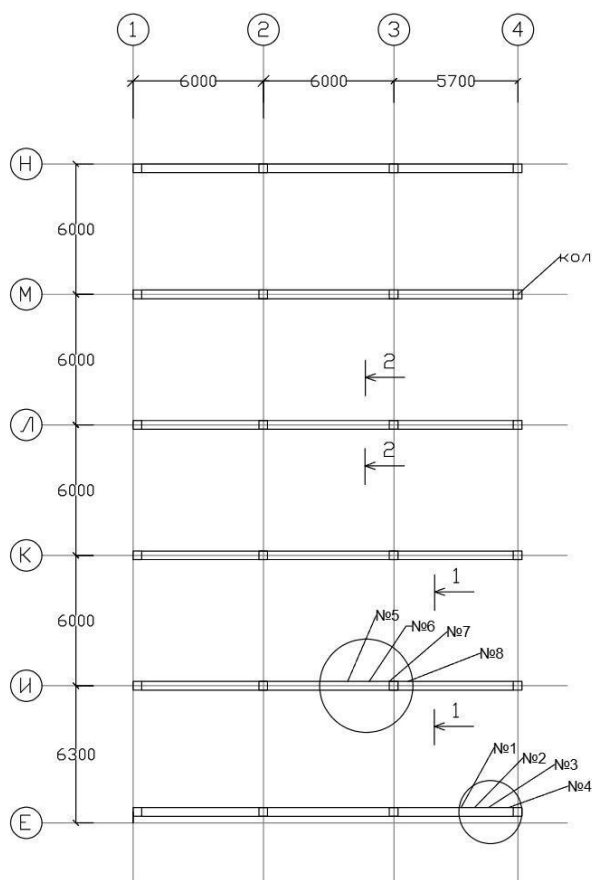
Разрез колонны



Результаты замера прочности конструкции

№	Значение	Соответствует классу
№1	30,9 Мпа	B25
№2	31,4 Мпа	B25
№3	30,2 Мпа	B25
№1	30,6 Мпа	B25

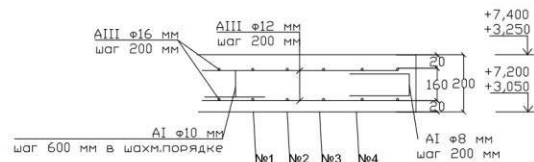
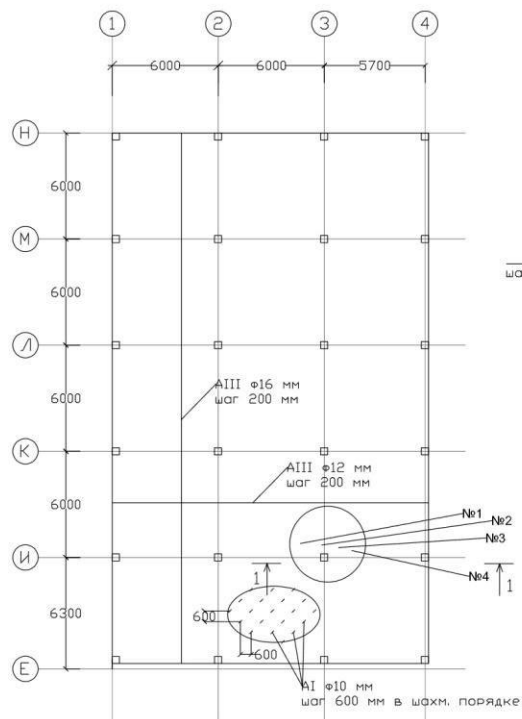
Схема расположения балок



Результаты замера прочности конструкции

№	Значение	Соответствует классу
№1	25,1 Мпа	Б20
№2	25,7 Мпа	Б20
№3	24,9 Мпа	Б20
№1	24,3 Мпа	Б20
№5	26 Мпа	Б20
№6	25,9 Мпа	Б20
№7	25,2 Мпа	Б20
№8	25,7 Мпа	Б20

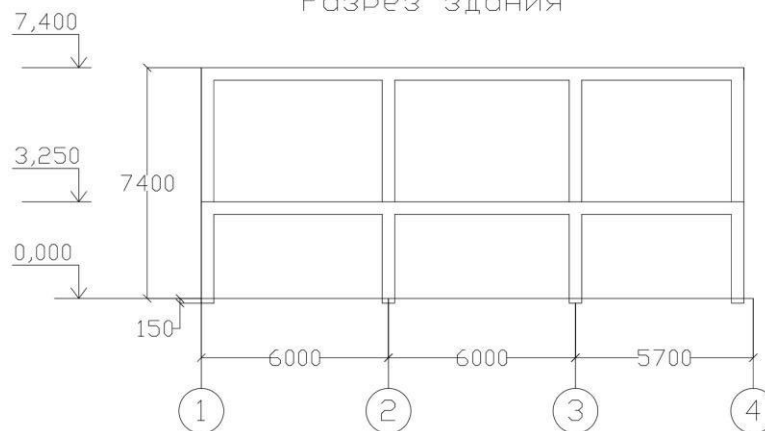
Схема расположения плит перекрытия

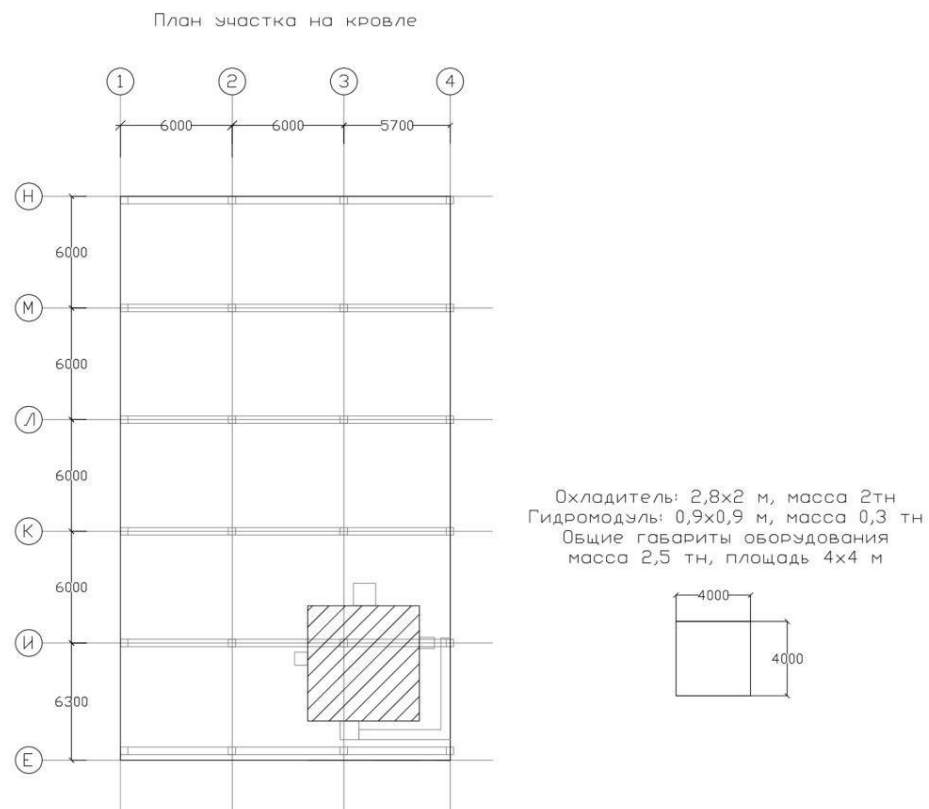


Результаты замера прочности конструкции

№	Значение	Соответствует классу
№1	31 МПа	Б25
№2	30,3 МПа	Б25
№3	31,2 МПа	Б25
№1	29,7 МПа	Б25

Разрез здания







Инф. возд.-охл. блока

выбор:MDGBL-F185W/RN1

Инф. об уст.

Модель	MDGBL-F185W/RN1	Серия	King Plus
Вес брутто	1870 kg	Чистая длина	2850 mm
Рабочий вес	2000 kg	Расчетная ширина	2000 mm
Фреон	R410A	Расчетная высота	2110 mm
Объем заправки фреоном	42 kg	Шум	74 dB(A)
Контроллер	MicroComputer	Частота	50 Hz
Электропит. уст.	380 V	Рабочий диапазон	T1
Регул. мощности	Ступенчатый	Тип стартера	Непосредственный пуск

*Из-за таких факторов, как дополнительные опции и производственные ошибки, данные о весе и 3D-размерах в отчёте предоставляются только для справки, а фактический вес и 3D-размеры устройства зависят от самого продукта.

Информация об атмосферных условиях

Высота	0 m	Атмосферное давление	101.3 kPa
--------	-----	----------------------	-----------

Раб. хар-ки

Условие охлаждения

Темп. окруж. среды по сухому терм-ру	--- 35.0 °C	Холодопр-ть	171.9 kW
Темп. жидкости на выходе	7.00 °C	Пит. на вх.	60.80 kW
Темп. жидкости на входе	12.00 °C	COP.R	2.827 kW/kW
Расх. сол. р-ра	33.64 m³/h	IPLV.IP	4.159 kW/kW
Перепад давл. воды	66.4 kPa		

Компрессор

Тип	Пост. частота	Марка смазки	POE-160SZ
Модель	Scroll	Объем заправки смазкой	19.8 L
Марка	Danfoss	Кол-во компрессоров	6

Теплообменник со стороны воды

Тип теплообменника	Теплообменник с кожухом	Модель	Осушение
Диаметр трубы	DN80	Тип соединения	Фланец
Тип жидк.	раствор пропиленгликоля	Концентрация	50 %
Коэф. загрязн.	0.0176 m²*°C/kW	Объем воды	0.104 m³

Теплообменник со стороны воздуха

Тип теплообменника	Ребристый	Расход воздуха	12000 m³/h
теплообменник			
Кол-во вентиляторов	6	Ток двиг.	4.1 A
Тип вентилятора	Пост. частота	Мощность двиг.	0.8100 kW

Охлаждающий блок: 2,8*2 м, масса - 2 тонны
 Гидро модуль: 0,9*0,9 м, масса - 300 кг

Итого: 4*4 м, 2,5 тонны

Приложение П4. Фототаблица

фото	фото
Фото 1 Общий вид корпуса АБК	Фото 2 Общий вид корпуса АБК
фото	фото
Фото 3 Общий вид корпуса АБК	Фото 4 Общий вид корпуса АБК
фото	фото
Фото 5 Кровля корпуса АБК	Фото 6 Кровля корпуса АБК

фото	фото
Фото 7 Кровля корпуса АБК	Фото 8 Кровля корпуса АБК
фото	фото
Фото 9 Кровля корпуса АБК	Фото 10 Помещение 2-го этажа корпуса АБК
фото	фото
Фото 11 Стык колонны и плиты перекрытия оси Е/4	Фото 12 Стык колонны и плиты перекрытия оси Е/4

фото	фото
Фото 13 Низ плиты перекрытия оси И/З	Фото 14 Ригель (балка) оси И/З
фото	фото
Фото 15 Ригель (балка) оси И/З	Фото 16 Ригель (балка) оси И/З