

Н.Н. Алешин, Д.Н. Алешин, А.В. Колесников

Сибирский государственный индустриальный университет

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ НОРМ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Обследованное в настоящей работе общественное здание находится на застроенной территории г. Новокузнецка. Согласно СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» площадка относится к климатическому подрайону 1В со следующими природно-климатическими условиями района строительства:

- климатический район 1, подрайон 1В;
- расчетная температура наружного воздуха -39°C ;
- нормативная глубина промерзания грунтов 2,2 м.

Согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07 – 85) скоростной напор ветра для района III составляет 38 кгс/м^2 ; расчетная масса снежного покрова для района IV 240 кгс/м^2 .

Сейсмичность района по картам общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР – 97) – соответственно А, В, С (7, 7, 8 баллов).

По архитектурным объемно-планировочным и конструктивным решениям здание представляет собой многоэтажное общественное строение для проведения культурно-массовых мероприятий.

Объемно-планировочные решения здания представлены на плане первого этажа (рис. 1) и на разрезе 1 – 1 (рис. 2).

Кровля – двухуклонная с внутренним водосток, выполнена из четырех слоев рубероида, уложенных по цементной стяжке, и утеплителя с плотностью 400 кг/м^3 с устройством пароизоляции из одного слоя рубероида.

Фундаменты общественного здания запроектированы в виде свайного основания из свай-стоек с рядовым расположением по периметру строения с шагом 2000 мм по продольным осям и переменным шагом по поперечным осям. Под колонны и опоры подвального перекрытия принято свайное основание в виде отдельно стоящих кустов из трех свай. Рядовые сваи объединены ленточным монолитным железобетонным ростверком. Каждый

куст свай имеет отдельно стоящий железобетонный ростверк.

Фундаменты под кирпичные стены приняты ленточные из сборных фундаментных блоков. Ширина последних 500 и 600 мм (в зависимости от толщины стены) с уширением под стеновые пилястры актового зала.

Наружные несущие стены выполнены из кирпичной кладки толщиной 640 мм, внутренние несущие стены – толщиной 510 и 380 мм.

Все кирпичные стены здания выполнены из обыкновенного кирпича М-75 на растворе М-50.

Сборный железобетонный каркас состоит в плане из сетки колонн шагом $6 \times 6 \text{ м}$ сечением $300 \times 300 \text{ мм}$. На колонны в продольном направлении опираются ригели таврового сечения $400 \times 450 \text{ мм}$, жестко защемленные в узлах сопряжения с колоннами.

Балки покрытия над фойе – неразрезные металлические стальные составного сечения из двух двутавров 60Ш2, свободно опертые на несущие кирпичные стены и колонны первой оси.

Несущие конструкции покрытия над зрительным залом представляют собой металлические фермы с параллельными поясами пролетом 30 м и шагом 6 м, опертые на пилястры наружных кирпичных стен.

Плиты перекрытий – предварительно напряженные железобетонные с круглыми пустотами высотой 220 мм.

Покрытие запроектировано с применением сборных железобетонных ребристых плит размером $1,5 \times 6 \text{ м}$ высотой 300 мм. Фактическое исполнение покрытия представлено из сборных железобетонных плит размером $3 \times 6 \text{ м}$.

Геометрическая неизменяемость в продольном и поперечном направлениях обеспечивается наружными кирпичными стенами, жестким ядром из кирпичных стен по осям 3, 4, жестко сопряженных с наружными стенами.

Жесткость в осях 1 – 3 в продольном направлении обеспечивается рамным сборным железобетонным каркасом с жестко защемленными колоннами в фундаментах и ригелями перекрытий с жестким сопряжением с

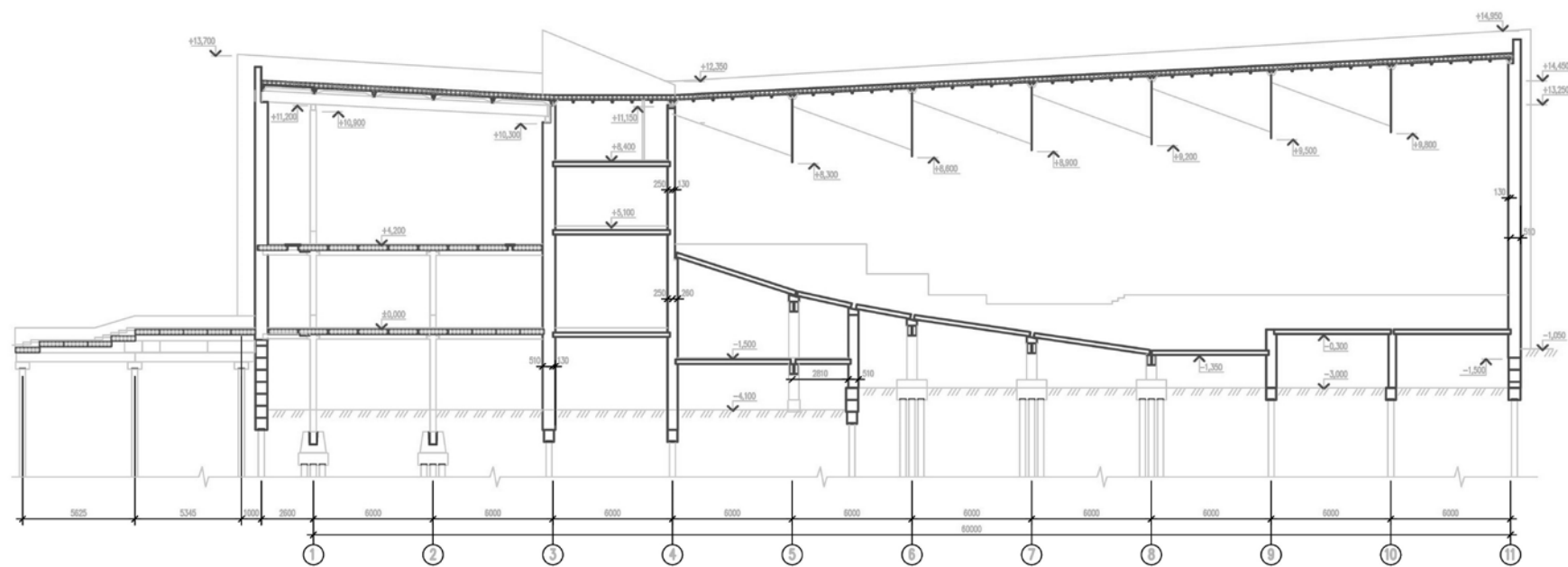


Рис. 2. Разрез 1 – 1

колоннами, в поперечном направлении – сборными пустотными железобетонными плитами.

Жесткость в осях 4 – 11 в поперечном направлении обеспечивается работой торцевых стен, в продольном – работой продольных стен. По покрытию жесткость обеспечивается связями по верхним поясам ферм и диагональными распорками между фермами.

Результаты натурного обследования конструкций здания показали следующее. С наружной стороны при осмотре цокольной части фундаментов в блоках и в стыках между ними обнаружены вертикальные трещины с разной шириной раскрытия, которые представлены в ведомости дефектов (см. табл. 1) и на рис. 3.

Необходимо отметить, что большинство трещин с большой шириной раскрытия находятся в фундаментах по оси Е, т.е. с южной стороны здания и, вероятнее всего, являются либо следствием температурных деформаций фундамента, либо следствием сейсмических колебаний.

В поперечной стене по оси 4 на третьем этаже между осями В и В наблюдается вертикальная трещина от потолка до пола с шириной раскрытия 6 – 8 мм с затуханием книзу (рис. 4). Продолжение этой трещины наблюдается на



втором этаже с затуханием в середине высоты помещения.

Рис. 3. Вертикальная трещина в цокольном фундаментном блоке по оси Е между осями 2 – 3

Т а б л и ц а 1

Ведомость дефектов в фундаментах

№ п/п	Привязка дефекта	Описание дефекта	Мероприятия по устранению дефектов
1	Фундамент выше отмостки по оси Е, между осями 2 – 3	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 8 – 10 мм с выходом на кирпичную кладку стены до низа окна (рис. 3)	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
2	Фундамент выше отмостки по оси Е, возле оси 3	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 – 2 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
3	Фундамент выше отмостки по оси Е, между осями 3 – 4	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
4	Фундамент выше отмостки по оси Е, между осями 5 – 6	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
5	Фундамент выше отмостки по оси А, возле оси 3	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 – 2 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
6	Фундамент выше отмостки по оси А, между осями 9 – 10	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 – 2 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины



Рис. 4. Вертикальная трещина в поперечной стене по оси 4 на третьем этаже между осями *Б* и *В*. Ширина раскрытия 6 – 8 мм, начало от потолка

В поперечной стене по оси 4 на третьем этаже между осями *Г* и *Д* наблюдается вторая трещина от потолка с затуханием книзу с меньшей шириной раскрытия (порядка 2 мм).

Дефекты в поперечной кирпичной стене по оси 4 представлены в табл. 2 и на рис. 4.

В балках и плитах перекрытия подвального помещения актового зала наблюдаются дефекты в виде отслоений защитного слоя бетона, коррозии рабочей арматуры и следов коррозии арматуры на внутренней поверхности конструкций перекрытия.

Дефектов в плитах покрытия не обнаружено, однако на внутренней поверхности плит покрытия в осях 3 – 4 наблюдаются хаотически расположенные следы протечек, свидетельствующие о неисправности кровельного покрытия (см. табл. 2).

При анализе технического состояния строительных конструкций здания по материалам обследования были использованы нормативные документы [1, 2].

Трещины в фундаменте в уровне цоколя при отсутствии трещин в наружных кирпичных стенах не могли возникнуть от вертикальной нагрузки, и, как показали дальнейшие расчеты с учетом сейсмических воздействий, по осям *А* и *Е* в нижней части здания между осями 3 и 4 возникают растягивающие напряжения, которые и вызывают появление трещин. Скорей всего, появление этих трещин произошло во время землетрясения (в 4 балла) в г. Новокузнецке в 2003 г.

Трещин в наружных кирпичных стенах, свидетельствующих о неравномерных деформациях оснований фундаментов, не обнаружено.

Т а б л и ц а 2

Ведомость дефектов в поперечной стене по оси 4

№ п/п	Привязка дефекта	Описание дефекта	Мероприятия по устранению дефектов	Примечания
1	Поперечная стена по оси 4 на третьем этаже между осями <i>Б</i> и <i>В</i>	Вертикальная трещина от потолка до пола с шириной раскрытия 6 – 8 мм с затуханием книзу (рис. 4)	Устройство армированной железобетонной стяжки по плитам покрытия и перекрытия по проекту	Обеспечение жестких дисков покрытия и перекрытия
2	Поперечная стена по оси 4 на третьем этаже между осями <i>Г</i> и <i>Д</i>	Вертикальная трещина от потолка до пола с шириной раскрытия 2 мм с затуханием книзу	Устройство армированной железобетонной стяжки по плитам покрытия и перекрытия по проекту	Обеспечение жестких дисков покрытия и перекрытия
3	Поперечная стена по оси 4 на втором этаже между осями <i>Б</i> и <i>В</i>	Продолжение вертикальной трещины с 3-го этажа с затуханием в середине высоты помещения. Максимальная ширина раскрытия в районе потолка 2 мм	Устройство армированной железобетонной стяжки по плитам перекрытия по проекту	Обеспечение жестких дисков перекрытия
4	Плиты покрытия в осях 3 – 4, <i>Б</i> – <i>Д</i> на третьем этаже	Следы протечек на плитах покрытия	Обеспечить ремонт кровли	–

Внутренние поперечные стены по осям 3 и 4 выполнены из обыкновенного полнотелого красного кирпича с полным заполнением швов жестким цементно-песчаным раствором. Толщина стены по оси 3 по всей высоте здания составляет 640 мм, по оси 4 – переменная: в подвале и на первом этаже – 510 мм, на втором и третьем этажах – 380 мм.

Трещины в верхней части поперечной кирпичной стены по оси 4 возникли не по причине осадок фундаментов. В поперечной стене по оси 4 от сейсмических воздействий в верхней зоне в двух местах возникают растягивающие напряжения. В районе этих напряжений и образуются вертикальные трещины. Другой причиной, способствующей появлению таких трещин, является то, что стена по оси 4 в верхней зоне имеет толщину 380 мм.

Следы протечек на внутренней поверхности плит покрытия свидетельствуют не о дефектах в них, а о неисправности кровельного покрытия здания.

Дефекты в балках и плитах перекрытия зрительного зала в виде отслоения защитного слоя бетона (рис. 5) свидетельствуют о недостаточности величины защитного слоя. При высокой влажности в подполье и подвальном помещении при недостаточной толщине защитного слоя бетона происходит коррозия арматуры, продукты которой, расширяясь, либо отслаивают защитный слой бетона, либо просматриваются на его поверхности. При этом несущая способность балок и плит покрытия в настоящее время обеспечена, однако со временем, вследствие коррозионного износа рабочей

арматуры, она будет уменьшаться, что может привести к нежелательным последствиям.

В результате обследования технического состояния строительных конструкций общественного здания и изучения технической документации установлено, что техническое состояние стен подвала, наружных кирпичных стен, балок, ригелей, плит перекрытий и плит покрытий согласно вышеприведенным документам можно оценить как «работоспособное»; техническое состояние внутренних поперечных стен – как «ограниченно работоспособное».

Анализ технического состояния строительных конструкций зданий с учетом требований норм сейсмостойкого строительства проводился с использованием нормативных документов [3 – 5].

Требования норм сейсмостойкого строительства и их выполнение в конструктивных решениях здания для города Новокузнецка сводятся к следующему:

- расчетная сейсмическая интенсивность для средних грунтовых условий – 7 баллов;
- сейсмичность площадки строительства по табл. 1 [6] – 8 баллов.

Как видно из табл. 3, большинство архитектурно-конструктивных решений здания не отвечают требованиям норм сейсмостойкого строительства.

Выводы. Категория технического состояния большинства конструкций здания, обеспечивающих его эксплуатационные качества, в соответствии с действующими нормативными документами, – «работоспособное». Общественное здание запроектировано и было по-



Рис. 5. Отслоение защитного слоя бетона в балке и плите перекрытия. Видна оголенная рабочая арматура

Конструктивные требования норм сейсмостойкого строительства

№ п/п	Номер документа	Требования норм сейсмостойкого строительства	Выполнение норм
1	[3] п. 3.3	Высота зданий не должна превышать размеров, указанных в таблице 8* [6]. Стены из кирпича, природных и бетонных камней и мелких блоков 2-й категории (11 м).	Не выполняется
2	[3] п. 3.4 [4] п. 7.1.4	Лестничные клетки следует предусматривать закрытыми, имеющими в наружных стенах оконные проемы. Устройство лестничных клеток в виде отдельно стоящих сооружений не допускается.	Выполняется
3	[3] п. 3.9 [4] п. 7.1.7	Сборные железобетонные перекрытия и покрытия зданий должны быть монолитными, жесткими в горизонтальной плоскости и соединенными с вертикальными несущими конструкциями.	Не выполняется
4	[3] п. 3.10 [4] п. 7.1.8	Жесткость сборных железобетонных перекрытий и покрытий следует обеспечивать путем: – соединения панелей (плит) перекрытий и покрытий и заливки швов между панелями (плитами) цементным раствором; – устройства связей между панелями (плитами) и элементами каркаса или стенами, воспринимающих усилия растяжения и сдвига, возникающие в швах. Боковые грани панелей (плит) перекрытий и покрытий должны иметь шпоночную или рифленую поверхность. Для соединения с антисейсмическим поясом или для связи с элементами каркаса в панелях (плитах) следует предусматривать выпуски арматуры или закладные детали.	Не выполняется
5	[3] п. 3.11 [4] п. 7.1.9	В кирпичных и каменных зданиях длина части панелей перекрытий (покрытий), опирающихся на несущие стены, выполненные вручную, должна быть не менее 120 мм, а на вибрированные кирпичные панели и блоки – не менее 90 мм.	Выполняется частично в перекрытии. Выполняется в покрытии
6	[3] п. 3.12 [4] п. 7.1.10	Перегородки из кирпича или камня следует армировать на всю длину не реже, чем через 700 мм по высоте стержнями общим сечением в шве не менее 0,2 см ² .	Не выполняется
7	[3] п. 3.15	При строительстве в сейсмических районах по верху сборных ленточных фундаментов следует укладывать слой раствора марки 100 толщиной не менее 40 мм и продольную арматуру диам. 10 мм в количестве трех, четырех и шести стержней при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно. Через каждые 300 – 400 мм продольные стержни должны быть соединены поперечными стержнями диам. 6 мм.	Не выполняется
8	[3] п. 3.16	В фундаментах и стенах подвалов из крупных блоков должна быть обеспечена перевязка кладки в каждом ряду, а также во всех углах и пересечениях на глубину не менее 1/3 высоты блока; фундаментные блоки следует укладывать в виде непрерывной ленты. Для заполнения швов между блоками следует применять цементный раствор марки не ниже 25.	Не выполняется
9	[3] п. 3.17 [4] п. 7.1.15	Гидроизоляционные слои в зданиях следует выполнять из цементного раствора. Применение рулонных гидроизоляционных материалов не допускается.	Не выполняется
10	[3] п. 3.35 [4] п. 7.6.1(г)	Несущие кирпичные и каменные стены должны возводиться, как правило, из кирпичных или каменных панелей или блоков, изготавливаемых в заводских условиях с применением вибрации, или из кирпичной или каменной кладки на растворах со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом или камнем.	Не выполняется
11	[3] п. 3.41 [4] п. 7.6.7	Высота этажа зданий с несущими стенами из кирпичной или каменной кладки, не усиленной армированием или железобетонными включениями, не должна превышать при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно 5, 4 и 3,5 м.	Не выполняется

		При усилении кладки армированием или железобетонными включениями высоту этажа допускается принимать соответственно равной 6, 5 и 4,5 м.	
12	[3] п. 3.43 [4] п. 7.6.10	Размеры элементов стен каменных зданий следует определять по расчету. Они должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 10 [5]. Простенки должны быть шириной не менее 1,16 м при кладке II категории.	Не выполняется
13	[3] п. 3.44 [4] п. 7.6.11	В уровне перекрытий и покрытий должны устраиваться антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам, выполняемые из монолитного железобетона или сборными с замоноличиванием стыков и непрерывным армированием. Антисейсмические пояса верхнего этажа должны быть связаны с кладкой вертикальными выпусками арматуры.	Не выполняется
14	[3] п. 3.45 [4] п. 7.6.12	Антисейсмический пояс (с опорным участком перекрытия) должен устраиваться, как правило, на всю ширину стены; в наружных стенах толщиной 500 мм и более ширина пояса может быть меньше на 100 – 150 мм. Высота пояса должна быть не менее 150 мм, марка бетона – не ниже 150. Антисейсмические пояса должны иметь продольную арматуру 4ø10 при расчетной сейсмичности 7 – 8 баллов и не менее 4ø12 – при 9 баллах.	Не выполняется
15	[3] п. 3.46 [4] п. 7.6.13	В сопряжениях стен в кладку должны укладываться арматурные сетки сечением продольной арматуры общей площадью не менее 1 см ² , длиной 1,5 м через 700 мм по высоте при расчетной сейсмичности 7 – 8 баллов и через 500 мм – при 9 баллах.	Не выполняется
16	[3] п. 3.47 [4] п. 7.6.14	Сейсмостойкость каменных стен здания следует повышать сетками из арматуры, созданием комплексной кладки или другими экспериментально обоснованными методами.	Не выполняется
17	[3] п. 3.49 [4] п. 7.6.17	Перемычки должны устраиваться, как правило, на всю толщину стены и заделываться в кладку на глубину не менее 350 мм. При ширине проема до 1,5 м заделка перемычек допускается на 250 мм.	Выполняется
18	[3] п. 3.50 [4] п. 7.6.18	Дверные и оконные проемы в каменных стенах лестничных клеток при расчетной сейсмичности 8 – 9 баллов должны иметь, как правило, железобетонное обрамление.	Не выполняется

строено без учета современных требований норм сейсмостойкого строительства, поэтому его конструктивные решения не отвечают требованиям сейсмической безопасности. Вертикальные трещины в цокольной части фундаментов и в поперечной кирпичной стене по оси 4 не влияют на работу конструкции и являются не опасными при статической нагрузке, но могут быть опасными при сейсмических воздействиях. Отдельные железобетонные конструкции (балки, ригели, плиты перекрытий и покрытия) имеют дефекты, способствующие проявлению и развитию коррозии рабочей арматуры. Требуется выполнение антикоррозионных мероприятий, обеспечивающих эксплуатационную работоспособность конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий / АО ЦНИИ Промзданий. – М., 1997.
2. СП 13-102 – 2003 «Свод правил по проектированию и строительству. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2003.
3. СНиП II-7 – 81*. Нормы проектирования. «Строительство в сейсмических районах». – М.: ФГУП ЦПП, 2007.
4. СП 31-114 – 2004. Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
5. СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». Актуализированная редакция СНиП II-7 – 81* / Мин. Регион. России. – М.: ОАО «ЦПП», 2011.
6. Алешин Н.Н., Алешин Д.Н., Колесников А.В. Оценка технического состояния строительных конструкций общественного здания в городе Новокузнецке с учетом требований норм сейсмостойкого строительства: Сборник. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014.

© 2015 г. Н.Н. Алешин, Д.Н. Алешин,
А.В. Колесников
Поступила 3 марта 2015 г.