



УСИЛЕНИЕ ПОЖАРНОЙ КАЛАНЧИ в Иркутске МЕТОДОМ ОБЖАТИЯ КЛАДКИ

В соответствии с действующими нормативными документами [1] при проектировании кирпичных зданий в сейсмоопасных районах кроме расчетной оценки работоспособности при особых сочетаниях нагрузок необходимо выполнить еще целый ряд конструктивных требований, которые касаются прочностных характеристик кладки стен, регламентируемых размеров проемов и простенков, армирования кладки, устройства антисейсмических поясов и др.

Если при новом строительстве реализация этих требований, как правило, не вызывает особых затруднений, то в случае реконструкции зданий "старой" застройки ситуация значительно усложняется. Это вызвано в первую очередь сложностью приложения современных норм к объемно-планировочным и конструктивным особенностям конкретного объекта, таким как несимметричность здания по распределению масс и жесткостей, отсутствие оформленных антисейсмических швов, антисейсмических поясов и армирования кладки, ее низкие прочностные характеристики, деревянные перекрытия в зданиях высотой более одного этажа и так далее. Еще больше проблем возникает при

реконструкции памятников истории и культуры, когда современные требования входят в противоречие с необходимостью максимального сохранения первозданного архитектурного облика здания.

Сегодня, когда концепция реконструкции зданий в сейсмически активных районах находится на стадии формирования, а нормативная документация в этой сфере отсутствует,

СЕГОДНЯ, КОГДА КОНЦЕПЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЙОНАХ НАХОДИТСЯ НА СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ, А НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В ЭТОЙ СФЕРЕ ОТСУТСТВУЕТ, ПРАВОМЕРНЫМ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИОРИТЕТЕ РАСЧЕТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЗДАНИЯ И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ.

правомерным представляется подход, основанный на приоритете расчетной обеспеченности работоспособности здания и его элементов. Он предусматривает, что назначение труднореализуемых конструктивных мероприятий осуществляется только после подтвержденного расчетами выявления недостаточной несущей способности фрагментов здания. Этот подход позволит к традиционным методам повышения сейсмостойкости зданий и сооружений добавить ряд новых, возможность

применения которых должна быть подтверждена расчетами.

Рассмотрим конструктивные и расчетные особенности одного из таких методов — метода обжатия кладки, реализованного на примере усиления пожарной каланчи.

Пятиярусная каланча высотой 26,8 м и размерами по наружным обводам первого яруса 4,75х4,75 м (рис. 1) является составной частью здания пожарной части, расположенной в Иркутске по ул. Тимирязева, 33. Стены, толщиной 1,5 м на первом ярусе и 0,54 м — на пятом, сделаны из полнотелого глиняного кирпича средней прочностью на сжатие 5,2 МПа, скрепленного известково-песчаным раствором марки М10. Прочность нормального сцепления кладки составляет 43 кПа [2]. Все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются несущими стенами каланчи. Антисейсмические мероприятия в современном их понимании не предусмотрены.

На первом этапе проектирования на основании обмерных чертежей пожарной каланчи при помощи AutoCAD была создана 3D-модель, которая, в свою очередь, в формате DXF была передана в SCAD 7.31.

Проектно-вычислительный комплекс SCAD 7.31 для решения поставленной задачи был выбран случайно. Эта интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на ос-



Рис. 1

нове метода конечных элементов позволяет сколь угодно подробно определить напряженно-деформированное состояние конструкций под влиянием статических и динамических воздействий. От других расчетных комплексов подобного класса SCAD7.31, при прочих равных условиях, выгодно отличают продуманный интерфейс и система функ-

ций контроля исходных данных и анализа результатов расчета.

В нашем случае для принятия решения об усилении требовалась подробная информация о трехмерном напряженно-деформированном состоянии массивной каменной кладки каланчи. Полученные данные предполагалось использовать для оп-
ределения уровня предварительного



Рис. 2

напряжения, при котором кладка не испытывает растягивающих напряжений в результате сейсмических воздействий.

Расчетная модель пожарной каланчи, созданная по пространственной схеме на особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий, включает 2956 объемных и пластинчатых конечных элементов (рис. 2). Статические и динамические расчеты выполнены с учетом следующих условий:

- геометрия расчетной схемы максимально приближена к трехмерной модели, построенной по объемным чертежам сооружения: перекрытия моделировались пластинчатыми конечными элементами, а стены — объемными;
- жесткостные параметры конечных элементов назначались с учетом геометрии конструкций и характеристик материалов;
- характеристики кладки и величины постоянных нагрузок соответствуют полученным экспериментальным данным [2];
- сейсмичность площадки рассчитывалась из учета 8 баллов, $K_I = 0,12$;
- направления сейсмических сил — горизонтальные (вдоль, поперек и под углом 45 градусов), а также вертикальное (совместно с одной из горизонтальных);
- величина вертикальных сейсмических сил принята равной 15% от вертикальных статических нагрузок.

Выполненные расчеты показали, что основное влияние на динамические воздействия оказывают поступательные формы собственных колебаний, соответствующие первой по плоской схеме. Периоды таких форм

собственных колебаний по направлению X составили 0,6 с, а по направлению Y — 0,64 с.

Анализ полученных в результате расчетов полей растягивающих и сжимающих напряжений (рис. 3) показал, что в существующем конструктивном исполнении в отдельных элементах стен каланчи величина растягивающих напряжений превышает соответствующее расчетное сопротивление каменной кладки стен. Таким образом, сейсмостойкость сооружения не обеспечена.

Из возможных вариантов усиления (железобетонными обоймами, сердечниками, антисейсмическими поясами и др.) был выбран метод предварительного вертикального обжатия кирпичных стен каланчи. Расчетное обоснование возможности применения этого метода проводилось на модели, существование которой обеспечивается только при условии соответствия максимального уровня полей растягивающих и сжимающих напряжений расчетным характеристикам кладки. В результате

проведенного итерационного цикла расчетов была получена величина предварительного обжатия кладки, равная 600 кН, обеспечивающая приемлемый уровень напряженного состояния кирпичных стен каланчи (рис. 4).

На следующем этапе проектирования были разработаны конструктивные решения, предусматривающие предварительное обжатие кладки, проработаны узлы и детали, составлена рабочая документация.

Основными конструктивными элементами схемы усиления пожарной каланчи являются: две заведенные по периметру в стены монолитные железобетонные плиты на отметках 0,00 и 26,00 м и четыре предварительно напряженных стальных каната между ними. Натяжение канатов с их последующей фиксацией осуществляется механическими домкратами. На заключенную между плитами кладку передается сжимающее усилие общей величиной 600 кН, что исключает возникновение в стенах растягивающих напряжений и в конечном

итоге обеспечивает сейсмостойкость каланчи.

Таким образом, реализация метода численного моделирования с использованием программного комплекса SCAD 7.31 позволила значительно снизить стоимость реконструкции, обеспечить сейсмостойкость пожарной каланчи при сохранении архитектурного облика памятника истории и культуры федерального значения.

Литература

1. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах / Минстрой России. — М.: ГП ЦПП, 1996. — 52 с.
2. Инженерное обследование здания пожарной части по ул. Тимирязева, 33 в г. Иркутске / ООО "Предприятие Иркут-Инвест". — Иркутск, 1999.

Евгений Журавлев
ИрГТУ

Сергей Готовский

ОАО "Иркутскгражданпроект"

Тел.: (3952) 20-2365

E-mail: got@irgp.ru

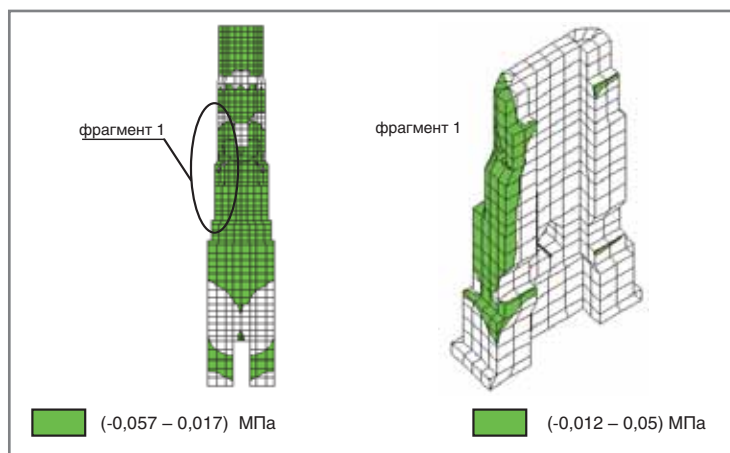


Рис. 3. Поля растягивающих напряжений в стенах каланчи до обжатия кладки

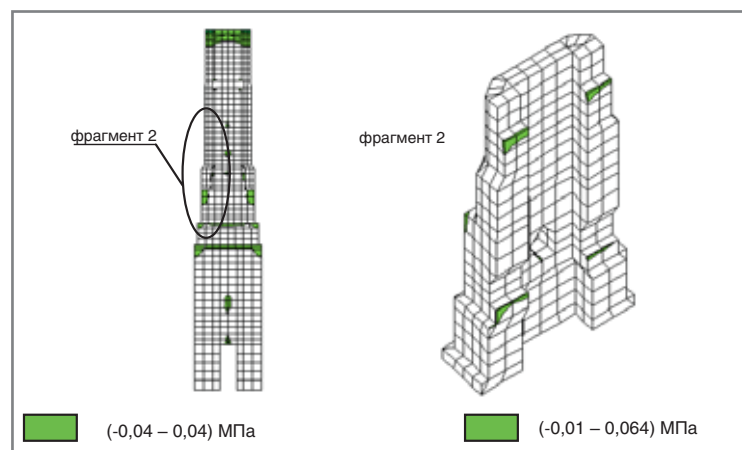


Рис. 4. Поля растягивающих напряжений в стенах каланчи после обжатия кладки

AutomatiCS ADT
AutomatiCS Lite
CS MapDrive
ElectriCS 3D
ElectriCS
ElectriCS ADT
ElectriCS Express
ElectriCS Light
ElectriCS Storm
EnergyCS

ЗАБУДЬ ПРО НОРМОКОНТРОЛЬ

СПДС GraphiCS

EnergyCS Line
EnergyCS Электрика
GeoniCS
HydrauliCS
MechaniCS
NormaCS
PlanTracer
Project StudioCS
Raster Arts
SchematiCS
SCS
TDMS
TechnologiCS

Приложение к Autodesk AutoCAD Revit Series, Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD и AutoCAD LT, предназначенное для оформления строительных чертежей в строгом соответствии с требованиями СПДС. Сертификат соответствия № РОСС RU. 9001.11СП11 Госстроя России № 0311088.

Consistent
Software

www.consistent.ru
E-mail: info@consistent.ru

Autodesk
Authorised Developer