

- Монографія.- Харьков:Консум, 2008. - 400 с ілюстр.: 57. Цв. вкл. Библиогр.: 312.
3. Методические рекомендации по применению конструкционных композитных сеток и решеток вместо стальных при их использовании для укрепления сводов тоннелей и подпорных стен методом торкретирования. Отраслевой дорожный методический документ. ОДМ 218.2075-2016; Москва, 2016.
 4. ГОСТ 32492-2013 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик. Введен 01.01.2015.
 5. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 . Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склорівінгу. Введено в дію 28.09.2012.
 6. ACI 440.1R-15. Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with FRP Bars. ACI Committee 440, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich. 2015. 83 p.
 7. CAN/CSA-S6-02. Design and construction of building components with fibereinforced polymers, CAN/CSA S806-02. Canadian Standards Association, Rexdale, Ontario, Canada, 2002. - 177 p.
 8. CNR-DT 203/2006. Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Controllo di Strutture di Calcestruzzo armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato. Rome: CNR, 2007. - 42 p. (in Italian)
 9. Recommendation for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforcing Materials // Japan Society of Civil Engineers (JSCE). Concrete Engineering Series No. 23. - 1997. - 325 p.
 10. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 . Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склорівінгу. Введено в дію 28.09.2012.
 11. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Введено в дію 01.07.2011.
 12. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. Введено в дію 01.06.2011.
 13. СТО 02495307-007-2012 Применение неметаллической композитной арматуры АСП и АБП в бетонных конструкциях.

Рецензент: д-р техн. наук С.Л. Фомін

УДК 69.059

Гапонова Л.В.,

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

Гребенчук С.С.,

ОАО «Строитель» г. Харьков

Константинов А.С.,

директор ООО «РАТЬ»

Чибаров Д.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ОБСЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ В ГОРОДЕ ХАРЬКОВЕ

Введение. Формирование городской среды не является делом одного столетия, это труд многих поколений. Каждое столетие оставляет свой отпечаток на городском облике, на особенностях стилевого решения зданий, наполняет новыми архитектурными шедеврами. Поэтому одной

из первейших задач, связанных с развитием городского пространства, является сохранение исторических улиц. Сегодня историческая среда требует максимально бережного к себе отношения, нельзя искажать ее чуждыми ей архитектурными элементами. Актуальность проблемы сохра-

нения историко-архитектурной специфики городов, «вписывания» новых объектов в сложившуюся застройку резко возросла в настоящее время в связи с увеличением темпов строительства и технологической возможностью восстановления исторических зданий старой застройки.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. В последние десятилетия обществом было ослаблено внимание к памятникам архитектуры и градостроительства. Многие исторические здания старой застройки морально устарели, перестали удовлетворять действующим нормам. Это вызвано сложными геологическими и гидрогеологическими условиями местности, конструктивными особенностями зданий, неблагоприятными техногенными воздействиями, а также отсутствием планово-предупредительных ремонтов. Принятие мер по восстановлению работоспособности исторических зданий подчеркивает актуальность рассматриваемой проблемы. Проведение данных мероприятий определяет лицо города и решает проблему размещения административных учреждений.

Определение цели и задачи исследования. Целью исследования является определение действительного технического состояния несущих и ограждающих конструкций здания на площади Павловской, 4 в г. Харькове. Определение факторов, оказывающих влияние на долговечность и несущую способность строительных конструкций, разработка технических решений и рекомендаций по обеспечению дальнейшей нормальной и безопасной эксплуатации здания с учетом выявленных конструктивных и эксплуатационных особенностей. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- сбор и анализ технической документации;
- исследование условий эксплуатации здания и состояние конструкций, на момент принятия решений по его ремонту и восстановлению;

- определение и исследование факторов, влияющих на долговечность и несущую способность конструкций здания;

- конструктивные решения, применяемые для повышения несущей способности здания;

- материалы и конструкции, которые использовались для ремонтно-восстановительных работ.

Основная часть исследования. Примером восстановления исторических зданий старой застройки является реконструкция здания на площади Павловской, 4 под центр административных услуг в городе Харькове (рис. 1).

Здание было построено в 1912 году по проекту архитектора Б.Ф. Корнеевко в формах украинского модерна по заказу земства и носило название «Крестьянский дом». Оно служило домом приезжих, имело столовую, помещения для занятий и других надобностей. На его фасаде утрачена при ремонтах часть украшавших его прежде декоративных деталей, но сохранился на щипце помещенный в нише бюст Т.Г. Шевченко, напоминающий о происхождении здания [1]. Расположено здание по линии застройки площади Павловской вдоль правой поймы реки Харьков и является памятником архитектуры и градостроительства городского значения [2].

Здание имеет переменную этажность и подвал по всему периметру. В плане (рис. 2) объект представляет собой сложную конфигурацию, которую условно можно разделить на три объема: основная часть здания представляет собой четырехэтажный объем, который справа от главного входа разделен аркой, для входа в дворовую часть постройки, с Г – образным объемом. Вдоль ул. Университетской расположен двухэтажный объем здания, который разделен деформационным швом с четырёхэтажной частью, толщина стен в этом месте составляет 1400 мм.



Рис. 1. Главный фасад здания



Рис. 2. План здания

По своей конструктивной схеме здание бескаркасное, с несущими продольными стенами, с расстоянием в свету между гранями от ~4,0...5,0 м с восточной и северной стороны 10,0...14,0 м с южной и западной стороны.

Основанием под фундаменты здания служат темно-серые суглинки в водонасыщенном состоянии, текучие пластичные [3]. Расчетное сопротивление грунта определяли в соответствии с указаниями [3] $R=0,7 \text{ кгс/см}^2$.

Конструкция существующих фундаментов представляет собой кирпичную кладку из керамического полнотелого кирпича размером $270 \times 135 \times 65 \text{ мм}$, уложенного на известково-песчаном растворе, глубина заложения которых составляет ~1200 мм от уровня чистого пола существующего подвала. На расстоянии 700-800 мм от поверхности пола установлен уровень грунтовых вод, который может подниматься на 400 мм. Ширина основания фундамента составляет ~1500-1600 мм. (рис. 3).

Капитальные стены здания, выполнены из красного керамического кирпича на известковом или цементно-песчаном растворе. Толщина стен переменна по высоте в разных частях здания от 1250 мм до 510 мм. Перемычки проемов в основном, кирпичные, клинчатые, арочные и деревянные.

Междуэтажные перекрытия здания выполнены в виде деревянного наката из балок. Поверх наката уложены лаги с шагом ~50-60 см. Перекрытия подвала бетонные по металлическим балкам (рельсам) на заполнителе из кирпичного боя. Шаг балок в разных частях здания составляет 750-1200 мм.

В 2015 году было проведено комплексное обследование несущих и ограждающих конструкций здания [4].

Сплошному визуальному обследованию были подвергнуты: фундаменты, стены, перекрытия, перемычки, лестницы, покрытие, перегородки, оконные проемы, полы, внутренняя отделка, электросети, часть водопроводных сетей и вентиляция.

Выявлено, что фундаменты, большая часть стен, деревянные перекрытия, лестницы, перегородки, оконные проемы, полы, чердачное перекрытие и кровля находятся в удовлетворительном техническом состоянии и не имеют значительных повреждений, снижающих их несущую способность [8].

Стены подвальной части имеют места сильного переувлажнения, частичного разрушения кирпичной кладки и швов заполнения (рис. 4).



Рис. 3. Разрез стены



Рис. 4. Разрушение кладки

Сырость в помещениях подвальной части спровоцирована высоким уровнем грунтовых вод, а также неровностями окружающей территории улицы и двора, способствующей подтеканию поверхностных вод под здание, отсутствием вентиляции, нарушением отстоки (рис. 5) и водоотвода (рис. 6).



Рис. 5. Нарушение отстоки



Рис. 6. Нарушение водоотвода

При обследовании было обнаружено значительное количество вертикальных трещин в наружных стенах здания (рис. 7-8). Величина трещин в некоторых местах достигает 20-25 мм. Для наблюдения за динамикой их развития устанавливались гипсовые маяки.



Рис. 7. Выпадение кирпича



Рис. 8. Вертикальные трещины

Для определения несущей способности кладки были отобраны образцы кирпича и раствора в чердачном и подвальной частях здания. Предел прочности кирпича по данным лабораторных испытаний составил $f_b = 3,61 \text{ МПа}$ ($R_{cm} = 36,1 \text{ кг/см}^2$), а расчетное сопротивление на сжатие кладки из кирпича составляет $f_d = 0,8 \text{ МПа}$ (8 кг/см^2) [4, 9].

Деревянные перекрытия имеют места незначительного растрескивания и обрушения штукатурки потолков. Следует отметить зыбкость перекрытия.

Железобетонное перекрытие над подвалом здания частично разрушено (рис. 9), арматура оголена и корродирует, а металлические балки имеют места повышенной

коррозии. Для предотвращения обрушения перекрытия подвала здания были установлены кирпичные стойки сечением 550×550 мм, на которые уложены металлические двутавровые балки (рис 10) [5].



Рис. 9. Разрушение перекрытия



Рис. 10. Усиление балок

Отдельные переемы подвержены значительному растрескиванию, вплоть до выпадения отдельных кирпичей (рис. 7) и сильному загниванию деревянных элементов.

На отдельных участках покрытия имеются места сильного загнивания стропильных ног, мауэрлата, подкосов и досок настила (рис. 11). Кровля двухэтажной части здания имеет места значительных разрушений. Постоянное замачивание чердачного перекрытия приводит к обрушению штукатурного слоя (рис. 12).



Рис. 11. Загнивание покрытия



Рис. 12. Обрушение штукатурки

На основании проведенных обследований, анализа архитектурно-конструктивных и объемно-планировочных особенностей, теоретических расчетов, технического состояния и степени физического износа основных несущих и ограждающих строительных конструкций необходимо сделать вывод, что в целом здание находится в удовлетворительном состоянии. Часть дворовой восточной и северной стен здания находятся в неудовлетворительном состоянии – наличие сквозных трещин (разломов) на всю высоту здания.

Для повышения эксплуатационной долговечности конструкций здания были определены следующие рекомендации [4, 6]:

- на поврежденных участках стен провести инъектирование трещин;
- провести работы по устройству монолитной плиты пола подвала с одновременной ее гидроизоляцией и с заделкой в несущие стены здания;
- для повышения пространственной жесткости здания все перекрытия необходимо выполнить монолитными, опирающимися на весь контур внутренних и наружных стен. Одновременно с

устройством такого перекрытия по контуру стен выполнить двухсторонние монолитные железобетонные торкрет-обоймы в подвале на первом этаже, повышающие жесткость контура здания (рис. 13, 14) в соответствии с рекомендациями и требованиями [4, 6, 12];

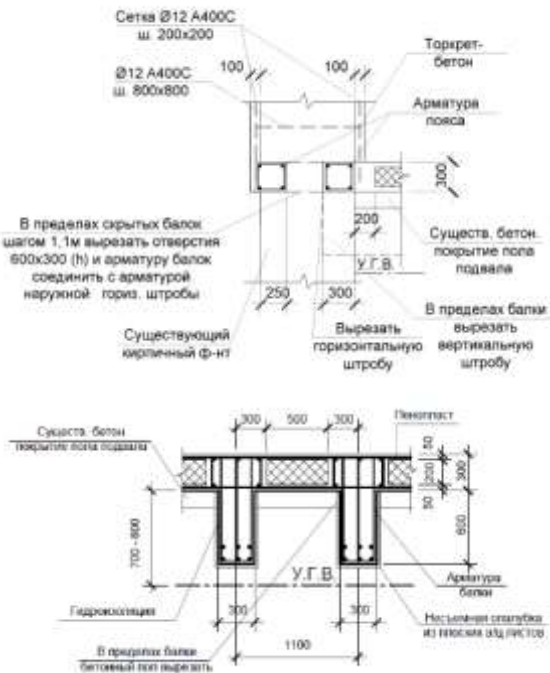


Рис. 13. Детали устройства монолитных монолитных фундаментных плит усиления и усиления стен подвала

- выполнить усиление деревянных перемычек путем обрамления металлическими уголками, а усиление клинчатых и арочных перемычек выполнить путем инъектирования цементного раствора;
- при ремонте крыши следует усилить стропильную систему путем подведения дополнительных стоек и подкосов, пришедшие в негодность деревянные элементы следует заменить;
- необходимо выполнить осушение подвала, путем устройства вентилируемых продухов, а также восстановить гидроизоляцию стен;
- для предотвращения дальнейшего замачивания стен и фундаментов необходимо: выполнить вертикальную и горизонтальную планировку местности с устройством ливневых перехватов для отвода воды от стен здания; выполнить организованный водоотвод с кровли че-

рез водоотводные лотки и трубы; выполнить наружную вертикальную гидроизоляцию стен с применением материалов «Пенетрон» и Пенекрит»; выполнить водонепроницаемую асфальтобетонную отмостку с увеличенным уклоном ($\geq 3\%$) и шириной не менее 1 м вокруг здания.

- выполнить ревизию водонесных сетей и канализации; выполнить ремонт сетей электро-, водо-, теплоснабжения и канализации.



Рис. 14. Схема расположения элементов усиления

Теплотехнический расчет показал, что данное здание соответствует низшему классу энергетической эффективности F [14], и требует безотлагательной термомодернизации.

Для сокращения потерь тепловой энергии и расходов средств на энергоснабжение здания рекомендуется выполнить следующие мероприятия:

- выполнить теплоизоляцию трубопроводов и задвижек системы теплоснабжения здания;
- модернизировать систему отопления с изменением схемы и заменой отопительных приборов и трубопроводов;
- заменить существующие окна на металлопластиковые класса А с функцией щелевого проветривания;
- утеплить наружные ограждающие конструкции утеплителем с коэффициентом теплопроводности 0,04 Вт/мК, толщиной 100 мм.

Был выполнен пространственный расчет прочностных характеристик здания [3, 7]. Расчет был проведен в среде ПК Лира-Сапр, который фундирован методом конечных элементов (МКЭ) [7]. В связи с чем, была создана пространственная КЭ

модель здания (рис 15), состоящая из 270123 узлов и 283238 элементов.

При построении КЭ-моделей все размеры в плане и размеры сечений приняты в соответствии с рабочими чертежами. Класс бетона С25/30. Арматура класса А400С и Вр-1, подсчитан модуль деформации: $E=1000$ МПа. Коэффициент постели задан $C1 = 1000$ т/м³.

Фундаментная плита и плиты перекрытия смоделированы при помощи универсальных треугольных и четырехугольных КЭ плиты. Стены – при помощи универсальных треугольных и четырехугольных КЭ оболочки. Было создано и рассмотрено 2 модели: первая включала в себя ленточный фундамент с коэффициентом постели С1 (281264 узла и 290513 элементов), во второй модели стены и колонны были жестко защемлены у основания (270754 узла и 283238 элементов).

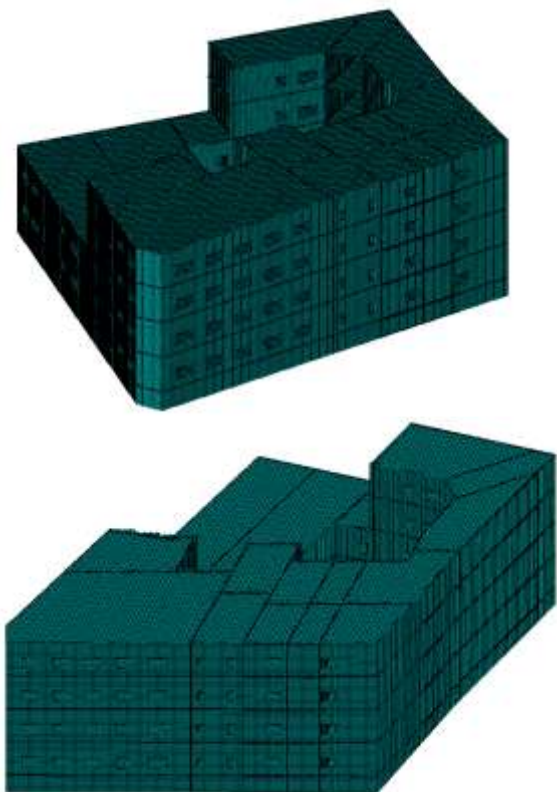


Рис. 15. Пространственная КЭ модель здания

Расчет проведен в линейной постановке.

Все нагрузки заданы в соответствии с [10, 12, 13, 15]. К конструкции были приложены нагрузки: от собственного веса конструкций, полезная нагрузка, снеговая нагрузка и ветровая нагрузка, которые

прикладывалась последовательно к продольному и торцевому фасадам здания.

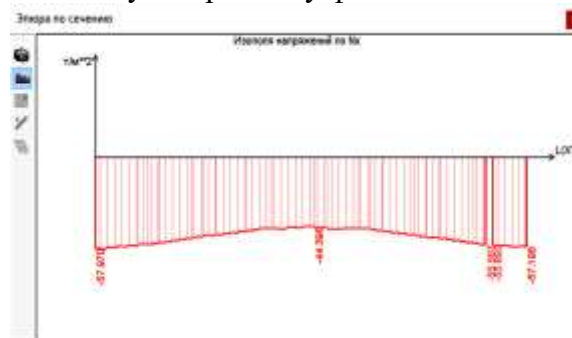


Рис. 16. Изополюс продольных напряжений в стене выше уровня первого этажа N_z , т/м²

Для служебных помещений характеристическое значение нагрузки составляет 200 кгс/м² [14]. Суммарная расчетная нагрузка на плиты перекрытий составила ~ 1 т/м².

Анализ напряженно-деформированного состояния стен здания показал, что напряжения в кладке на нижних ярусах ($\sigma=147$ т/м²) превышают ее несущую способность [15]. Максимальное напряжение в простенках выше 1-го этажа не превышают $\sigma=57.2$ т/м² (рис. 16). Данное обстоятельство является поводом для принятия решения об усилении кладки на 2-х нижних уровнях (подвал и первый этаж). Наиболее целесообразным видом усиления считается организация комплексной кладки, формируемой за счет выполнения железобетонных слоев (с 2-х сторон стены) обустроенных по арматурным сеткам методом мокрого торкретирования или использования самоуплотняющегося бетона.

Выводы.Полученный опыт при натурном и лабораторном обследовании здания на площади Павловской 4, в городе Харькове поможет классифицировать исторические здания по их архитектурно-планировочным и конструктивным решениям. Позволит определять неблагоприятные факторы влияющие на долговечность строительных конструкций, разработать новые методы борьбы с ними и прогнозировать возникновение аварийных ситуаций, заблаговременно их ликвидируя. Разработанный комплекс мер по восстановлению, усилению и замене несущих и ограждающих конструкций поможет в бу-

дущемразработать новые и улучшить существующие организационно-технологические мероприятия по восстановлению и ремонту зданий имеющих историческую ценность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шкодовский Ю.М. Харьков вчера, сегодня, завтра / Ю.М. Шкодовский, И.Н. Лаврентьев, А.Ю. Лейбфрейд, Ю.Ю. Полякова. – 2-е изд. – Харьков: Фолио, 2002. – 206 с.
2. Технічний паспорт на громадський будинок. Нежитлова будівля літ. «А-4», за адресою майдан Павлівський, №4. Власник будівлі – Територіальна громада м. Харкова. Інвентаризаційна справа №36333, Реєстровий №1344, виданий 03 листопада 2015 р.
3. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях для реконструкции здания на площади Павловская, 4 в центр административных услуг в г. Харькове. Выполнен УКРНИИИТИЗ в 2015 году.
4. Обследование технического состояния объекта: «Реконструкция здания на площади Павловской, 4 под центр административных услуг» – Харьков: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2015 г.
5. Рабочий проект на проведение реабилитационных работ, связанных с реконструкцией части подвального помещения нежилого здания на пл. Розы Люксембург, 4 в г. Харькове. Выполнен ООО «Харьковреконструкция» в 2008 г.
6. Реабилитация нежилого здания по площади Павловской, 4 – Реставрация. Проект, том 8. Организация строительства. – Харьков: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2016. – 38с.
7. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84 і EN1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєва, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. За заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків: Золоті сторінки, 2015. – 208 с.
8. ДБН В.2.1-10-2009. «Основи та фундаменти споруд» – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 90 с.
9. СОУ ЖКГ 75.11-35077234. 0015:2009 Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків, - Київ.: ЖКГ України. 2009. - 46 с.
10. ДБН В.2.6-162-2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції, – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 104 с.
11. ДБН В.3.2-2-2009. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт, - Київ.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 20 с.
12. ДБН В.2.2-9-2009. Громадські будинки та споруди. Основні положення, - К.: Мінрегіонбуд України. 2010. – 94 с.
13. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ, - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 50 с.
14. ДБН В.2.6-31:2016 – Теплова ізоляція будівель, - К.: Мінрегіон України, 2016. – 37с.
15. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи, - К.: Мінбуд України. 2006 – 76 с.

Рецензент: д-р техн. наук В.С. Шмуклер

УДК 624.21

Кислов А.Г., Бильченко А.В., Лозицкий А.С.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Игнатъев А.В.

ООО «Интех комплект»

К ВОПРОСУ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Введение

Критическое состояние мостовых сооружений на автомобильных дорогах связано с большой разнovidностью причин

появления дефектов, возникших в процессе строительства, эксплуатации, а также в результате большого количества недоремонтов из-за ограниченного финан-