

**А.И. Голоднов, д.т.н., профессор, К.А. Голоднов, инженер
А.П. Иванов, к.т.н., доцент, Е.В. Кондратюк, инженер
В.В. Псюк, к.т.н., доцент**

Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Изменение функционального назначения зданий и сооружений часто сопровождается изменением конструктивной системы. Необходимость в этом возникает при условии, если построенное здание по своим параметрам не отвечает требованиям, которые предъявляются к объектам нового назначения. Вследствие этого возникает необходимость в изменении конструктивной системы.

Ключевые слова: конструктивная система, изменение, особенности, расчет, проектирование, сталебетонные перекрытия.

Введение. Наряду с новым строительством все чаще возникает необходимость в проведении работ по восстановлению эксплуатационной пригодности строительных конструкций, а также по переоборудованию зданий в связи с изменением их функционального назначения. Часто такие работы сопряжены с изменением конструктивной системы здания.

Изменение конструктивной системы должно быть обосновано. Для оценки возможности реконструкции необходимо выполнить обследование, установить техническое состояние конструкций, провести необходимые расчеты системы «основание – фундамент – верхнее строение» и разработать проект. При этом расчеты необходимо проводить с использованием накопленного научного материала и опыта работы в этом направлении. Основной вопрос, который решается в этом случае, – определение остаточного ресурса строительных конструкций существующего здания для принятия решения о возможности их дальнейшей эксплуатации, усиления или замены в каждом конкретном случае.

Разработка проектов переоборудования существующих зданий и сооружений осуществляется, как правило, за счет частных инвесторов.

Анализ последних исследований и публикаций, изложенных в материалах конференций, сборниках научных трудов, научно-технических отчетах и др. [1-5 и др.], посвященных решению проблемы определения остаточного ресурса строительных конструкций, усиления и реконструкции зданий и сооружений, свидетельствует о важности этой задачи. Известно, что для строительства новых объектов остается все меньше и меньше удобных площадок в пределах городской черты. В последнее время проводятся серьезные научные исследования, результатами которых являются новые методы диагностики конструкций, зданий и сооружений. Восстановление эксплуатационной пригодности зданий и сооружений позволяет получить результат с меньшими затратами. К тому же наличие коммуникаций в пределах существующих зданий существенно снижает стоимость проводимой реконструкции.

Тематика исследований отвечает основным направлениям изысканий в области оценки технического состояния строительных конструкций в соответствии с Постановлением Кабинета Министров Украины № 409 от 5 мая 1997 г. «Об обеспечении надежности и безопасной эксплуатации зданий, сооружений и инженерных сетей».

Целью настоящей публикации является изложение основных предпосылок, принятых при реализации проблемы изменения функционального назначения зданий и сооружений посредством замены конструктивной системы и восстановления эксплуатационной пригодности конструкций. Эта проблема может быть решена только в комплексе, поскольку принятие решения о полной реконструкции здания может

последовать только после выполненного обследования конструкций и определения их технического состояния.

Изложение основного материала. Проведению работ по диагностике строительных конструкций зданий и сооружений обычно предшествует разработка методики обследования. Методики обследования конструкций зданий и сооружений для каждого здания или группы зданий с одинаковыми конструктивными решениями, как правило, разрабатываются индивидуально. При этом учитывается опыт работы в этом направлении, наличие и возможность использования новых средств измерений и вычислительной техники в части моделирования работы строительных конструкций.

Оценка состояния конструкций, зданий и сооружений производится на основе определения:

- технического состояния (наличия дефектов и повреждений, снижающих эксплуатационную пригодность, морального износа конструкций и т.п.);
- прочностных и деформативных характеристик материалов конструкций и грунтового основания;
- характера и вида внешних силовых, атмосферных и технологических воздействий, включая деформационные со стороны основания вследствие замачивания грунтов или подработки территории.

Определение возможности изменения конструктивной системы при изменении функционального назначения по результатам выполненного обследования не всегда возможно. Часто определяющим является анализ работы конструкций после предполагаемого изменения конструктивной системы. При этом учитывается характер изменения конструктивной системы, увеличение или уменьшение величин нагрузок и схемы их передачи на несущие конструкции, а также возможные оседания земной поверхности вследствие подработки или просадки. Прогноз таких деформационных воздействий после закрытия шахт в большинстве угледобывающих районов Украины представляет собой достаточно сложную задачу, решение которой в полном объеме невозможно. В связи с этим, учитывая накопленный опыт, можно провести моделирование и на его основе прогнозирование поведения строительных конструкций зданий и сооружений после изменения конструктивной системы путем создания расчетных схем, наиболее полно учитывающих особенности деформирования реальных конструкций под нагрузкой.

При таком подходе имеется возможность выполнить расчет конструкций, определить усилия во всех элементах, принять решение о необходимости усиления оставшихся конструкций и правильно запроектировать новые элементы. При этом заданные характеристики элементов в основном должны отвечать натуре.

Расчетная схема здания формируется из стандартных конечных элементов (КЭ) известных ВК (ЛИРА, SCAD и т.п.) – пространственных рамных стержней, балок-стенок различной конфигурации, пластинчатых и объемных элементов. Чем больше КЭ задействовано в расчетной схеме, тем выше точность решения задачи [6, 7, 8, 9 и др.].

Предложенная методика была использована при проведении обследования и принятии решения об изменении конструктивной схемы здания вследствие изменения функционального назначения.

В качестве примера приведены результаты обследования и последующего переоборудования двухэтажного здания общежития с максимальными размерами по наружному контуру 14,10x45,63 м, которое было построено в городе Стаханове в 1950 году. Основными несущими элементами здания являлись продольные стены толщиной 400 мм. Деформационные швы отсутствуют. Несущие и самонесущие стены из шлакоблоков опирались на ленточные фундаменты, выполненные из бута. Междуетажные и чердачные перекрытия в основных помещениях были выполнены по деревянным балкам.

Кровля вальмовая из волнистых асбестоцементных листов. Несущими элементами кровли являются наслонные деревянные стропила, по которым выполнена обрешетка из досок и бруса, лестницы по металлическим косоурам, ступени железобетонные.

Пространственная устойчивость здания обеспечивалась жесткостью продольных и поперечных стен.

Площадка строительства расположена на горном отводе шахты им. Чеснокова. В связи с ликвидацией шахты горные работы прекращены и возобновляться не будут. Площадка попадает в зону возможного развития неравномерных деформаций поверхности после ликвидации шахты.

Анализ конструктивной системы здания позволил сделать следующие выводы:

- конструктивная система здания не является регулярной – несущие внутренние продольные стены прерываются столбами в центральной части и не доводятся до торцевых стен;

- в здании отсутствуют поэтажные железобетонные или армокаменные пояса, обеспечивающие восприятие неравномерных деформаций основания, и деформационные швы;

- принятая конструкция перекрытий и покрытия не создает горизонтальных дисков жесткости, которые совместно со стенами обеспечивали бы пространственную жесткость и устойчивость конструкций здания.

Площадка, на которой расположено здание, со спокойным рельефом, имеет незначительный уклон. Вертикальная планировка площадки выполнена удовлетворительно.

В несущих стенах здания имеются дефекты, появление которых вызвано неравномерными деформациями основания (вертикальные и наклонные трещины с различной шириной раскрытия). Трещины в стенах сосредоточены в местах ослабления проемами и распространены относительно равномерно по всему контуру здания. Ширина раскрытия трещин колеблется от 3 до 20 мм и имеет тенденцию к развитию. Кроме этого, имеются разрушения и выпадение камней карниза, выветривание кладки в местах разрушения штукатурки.

Внутренние стены здания выполнены из шлакоблоков на известково-песчаном растворе. Материалы стен не удовлетворяют требованиям действующих государственных стандартов в отношении соблюдения размеров (размеры камней значительно отличаются друг от друга, не выдержана параллельность граней, в связи с чем толщина швов раствора кладки различна) и в отношении качества материала (бетон плохо провибрирован, легко разрушается при простукивании молотком). Стены имеют вертикальные и наклонные трещины с различной шириной раскрытия. Ширина раскрытия трещин не превышала 10 мм.

Анализ дефектов и повреждений строительных конструкций здания, а также условий эксплуатации позволил сделать следующие выводы:

1) основными причинами появления повреждений в несущих и ограждающих конструкциях здания являются:

- увлажнение грунтов водой вследствие порывов коммуникаций;

- конструктивная система, не обеспечивающая восприятие дополнительных усилий вследствие неравномерных деформаций основания (принятая конструкция перекрытий и покрытия не создает горизонтальных дисков жесткости, которые, совместно со стенами, обеспечивали бы пространственную жесткость и устойчивость конструкций здания; отсутствуют деформационные швы в местах изменения конструктивной схемы, отсутствуют фундаментный и поэтажные армированные пояса);

- неудовлетворительное качество материала стен и качество выполнения кладки; износ деревянных конструкций перекрытий вследствие регулярного замачивания атмосферными осадками; длительный срок эксплуатации здания в условиях неравномерных деформаций основания;

2) состояние конструкций перекрытий аварийное вследствие наличия массовых дефектов и повреждений и износа материала, что требует проведения работ по замене перекрытий;

3) конструкция стен не рассчитана на восприятие дополнительных усилий вследствие неравномерных деформаций основания при замачивании грунтов и возможных последствий подработки. Состояние стен опасно для дальнейшей эксплуатации;

4) учитывая значительный физический износ конструкций, а также желание заказчика переоборудовать здание под магазин, после проведения обследования и

соответствующих расчетов было принято решение о разработке технической документации на проведение работ по усилению конструкций с изменением конструктивной системы. Проектом предусматривалось устройство металлических колонн по наружным и внутренней продольным осям и сталебетонных перекрытий после удаления внутренних продольных стен. Несущие элементы покрытия (стропила, обрешетка) реконструкции не подвергались. Наружные стены дополнительно были усилены предварительно напряженными металлическими полосами, соединенными с металлическими элементами перекрытий. Под колоннами по среднему ряду и по контуру наружных стен выполнены монолитные железобетонные ленточные фундаменты.

Сечения основных несущих элементов перекрытий и элементов усиления стен были подобраны по данным выполненных расчетов. Стальной каркас (колонны, главные балки) принят с жесткими сопряжениями элементов. На главные балки опирались вспомогательные балки, по которым выполнено монолитное железобетонное перекрытие (рис. 1, 2).



Рисунок 1 - Проведение работ по монтажу металлоконструкций



Рисунок 2 - Бетонирование железобетонной плиты

На первом этапе расчета сечения главных балок подбирались как для ригелей рамы с защемленными узлами. После этого был выполнен расчет пространственной пластинчато-стержневой системы здания и определены усилия в элементах расчетной схемы. Сечения элементов усиления подбирались по технологическим требованиям

(минимальными, исходя из технологии выполнения работ) и проверялись на усилия, полученные в результате расчета стен в виде пластинчато-стержневых систем методом конечных элементов (МКЭ). Основание моделировалось конечными элементами типа КЭ-51. Жесткостные характеристики элементов, моделирующих заменяемые участки грунта, принимались из условия средней осадки фундаментов не более 5 см. Моделирование деформационных воздействий выполнялось путем условного снижения жесткостных характеристик элементов КЭ-51.

Включение элементов усиления в работу в натуре осуществлялось путем затягивания гаек с контролируемым усилием и наплавки сварных швов по длине металлических полос. В зоне сварного шва появлялись остаточные растягивающие напряжения, которые уравнивались сжимающими напряжениями в оставшейся части сечения полос. Сжимающие напряжения вызывали обжатие кладки, зажатие заделанных цементно-песчаным раствором трещин и включение элементов усиления (полос и уголков) в работу.

Общий вид здания после реконструкции приведен на рис. 3.



Рисунок 3 – Общий вид здания бывшего общежития после реконструкции

Выводы:

1. Показана целесообразность проведения работ по усилению конструкций зданий, в т.ч. и с изменением конструктивной системы, при восстановлении эксплуатационной пригодности и изменении функционального назначения.

2. Предложена методика расчета конструкций зданий при замене конструктивной системы. Показано, что формирование расчетной схемы возможно с применением существующих вычислительных комплексов. Определение жесткостных характеристик элементов и основания возможно с применением имеющихся предложений и разработок.

Литература

1. Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник / НДІБК. – К.: НДІБК, 2000. – Вип. 52. – 480 с.

2. Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник / НДІБК. – К.: НДІБК, 2001. – Вип. 54. – 844 с.

3. Захист від корозії і моніторинг залишкового ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж: матеріали міжнародної конференції. – Донецьк: УАМК, 2003. – 550 с.

4. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин: зб. наукових статей за результатами, отриманими в 2004 – 2006 рр. / Інститут

електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.– К.: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 2006. – 589 с.

5. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин: Зб. наукових статей за результатами, отриманими в 2007 – 2009 рр / Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. – К.: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, 2009. – 709 с.

6. Голоднов, А.И. Опыт повторного применения металлических конструкций при реконструкции зданий / А.И. Голоднов, А.М. Пронько, А.П. Иванов // Захист від корозії і моніторинг залишкового ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж: Матеріали міжнародної конференції. – Донецьк: УАМК, 2003. – С. 325 – 330.

7. Голоднов, А.И. Особенности современной реконструкции и обновления общественных зданий, построенных на подрабатываемых территориях / А.И. Голоднов, А.М. Пронько, А.П. Иванов // Буд. конструкції: міжвідом. наук.-техн. зб. / НДІБК. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 58. – С. 330 – 338.

8. Голоднов, К.А. Особенности расчета зданий при изменении конструктивной системы // Буд. конструкції: міжвідом. наук.-техн. зб. / НДІБК.– К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – Книга 2. – С. 99 – 104.

9. Семиног, М.М. До розрахунку елементів підсилення будівель при розвитку нерівномірних деформацій ґрунтової основи і високотемпературних впливах / М.М. Семиног, О.І. Голоднов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: НУВГтаП, 2009. – Вип. 19. – С. 336 – 341.

Надійшла до редакції 15.12. 2011

© А.И. Голоднов, К.А. Голоднов, А.П. Иванов,
Е.В. Кондратюк, В.В. Псюк

О.І. Голоднов, д.т.н., професор, К.О. Голоднов, інженер

О.П. Иванов, к.т.н., доцент, Є.В. Кондратюк, інженер

В.В. Псюк, к.т.н., доцент

Донбаський державний технічний університет, м. Алчевськ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТА ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ПРИ ЗМІНІ КОНСТРУКТИВНОЇ СИСТЕМИ

Зміна функціонального призначення будинків і споруд часто супроводжується зміною конструктивної системи. Необхідність у цьому виникає за умови, якщо споруджений будинок за своїми параметрами не відповідає вимогам, що висуваються до об'єктів нового призначення. Унаслідок цього виникає необхідність у зміні конструктивної системи.

Ключові слова: конструктивна система, зміна, особливості, розрахунок, проектування, сталобетонні перекриття.

A.I. Golodnov, d.t.s., prof., K.A. Golodnov, engineer

A.P. Ivanov, k.t.s., docent, Y.V. Kondratuk, engineer

V.V. Psuk, k.t.s., docent

Donbass State Technical University, t. Alchevsk

PECULIARITIES OF CALCULATING AND BUILDING DESIGNING AT CHANGE OF THE STRUCTURAL SYSTEM

The change of functional purpose of buildings and structures frequently is accompanied by change of the constructive system. The necessity for it arises under condition of, if the constructed building on the parameters does not meet the requirements, which are showed to objects of new purpose. Hereupon there is a necessity for the change of the structural system.

Keywords: structural system, change, features, calculation, planning, concrete-steel composite ceiling.