

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИТЕМ

Сивко И.Р., Шокарев А.В.

Запорожское отделение ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций»
г. Запорожье, Украина

АНОТАЦІЯ: Розглянуто питання необхідності діагностування деформованого стану будівлі з використанням автоматизованих систем. Наведено приклад існуючого об'єкта, на якому ведеться діагностування деформацій з використанням автоматизованих систем.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрен вопрос необходимости диагностирования деформированного состояния здания с использованием автоматизированных систем. Приведен пример существующего объекта, на котором ведется диагностирование деформаций с использованием автоматизированных систем.

ABSTRACT: The question of the necessity of diagnosing the deformed condition of the building with the use of automated systems. An example of an existing object, which is carried out diagnostics of deformations using automated systems.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: деформированное состояние, диагностирование, деформации, автоматизированные системы.

Для рассмотрения вопроса диагностирования деформированного состояния здания с использованием автоматизированных систем сначала рассмотрим исторический аспект необходимости выполнения такого рода работ. С начала первых построений, выполненных человеком, прошли тысячи лет, не обладая аппаратом расчета конструкций, люди выполняли постройки, оперируя эмпирическими знаниями предыдущих поколений.

Во многих случаях это удовлетворяло требованиям безопасности зданий и сооружения, а в некоторых приводила к трагическим последствиям, авариям, уносящим человеческие жизни. К такого рода авариям можно отнести падение крыши готического собора в Сен-Пьере в г. Бове построенного в 1247 г. [2] и пр. Эти аварии происходили в результате недостаточности знаний в области расчета конструкций. В последующем во всех направлениях строительства различными учеными разрабатывается и усовершенствуется математический аппарат расчета, что снижало ошибочность суждения о свойствах материалов и принципы их работы в готовых конструкциях. Для упрощения проведения расчетов строительных конструкций в последние годы для инженеров разработаны и внедрены различные расчетные комплексы типа «Лира», «SCAD», «Plaxis» и др. Использование расчетных комплексов в строительной практике снизило вероятность допущения ошибок при выполнении сложных инженерных расчетов как комплексного определения НДС системы «здания-основания». Составление математической модели зданий и сооружений в комплексе с основанием ложится на плечи проектировщиков и конструкторов. В виду того, что НДС составленной математической модели во многом зависит от правильного введения граничных условий с действующими нагрузками, исключить ошибки, связанные с человеческим фактором на данный момент не является возможным. Помимо этого, возведенные здания и сооружения редко соответствует математической модели, составленной в любом из расчетных комплексов. Причины несоответствия математических моделей возведенному зданию или сооружению является, например, при устройстве монолитного ж.б. фундамента при измененной конфигурации подошвы плитного фундамента (наличие неровностей) распределение напряжений в грунтах основания и плите фундамента будут отклоняться от заложенных в проекте, а соответственно и в математическую модель [3]. Отклонение распределения напряжений в фундаментной плите вызовет перераспределение напряжений в верхнем строении, т.е. картина изменения НДС системы «здание-основание» в реальном здании (сооружении) не совпадет с полученной при математическом моделировании. Это может привести к некорректной интерпретации работы системы.

По результатам расчета ведутся проектные работы, при которых также могут быть допущены ошибки, что может повлечь за собой некорректную работу конструкций, а как следствие и возможность аварийной ситуации. К этому можно отнести неверное расположение армирования, неправильное исполнение жесткости узлов и пр. К примеру, таких аварий можно отнести разрушение Квебекского моста в Канаде 29 августа 1907 г. [2].

После завершения работ по проектированию выполняются возведение здания. На этапе постройки здания также могут быть допущены отклонения от заложенных в проекте решений, а соответственно в расчетную модель возводимого объекта.

Таким образом, на практике мы получаем три разные математические модели здания – на стадии расчета, на стадии проектирования и после возведения.

Для наглядности рассмотрим данный вопрос на реальном объекте. В 2012-2013 гг. специалистами ЗАО НИИСК велись работы по научному сопровождению возводимого ТРЦ «Аврора» (общий вид приведен на рис. 1). Целесообразность работы была вызвана изменением действующих нагрузок, корректировке математической модели здания. Данные изменения необходимо было внести по требованию заказчика (владельца объекта строительства). Изменение нагрузок проявилось на участках перекрытий первого и шестом этажах здания, превысив проектные значения более чем в два раза. Помимо этого, на шестом этаже разместили кинотеатры (ранее в проекте не были предусмотрены) для чего были дополнительно установлены наклонные металлические балки. На период внесения данных изменений каркас здания со всеми несущими элементами в т.ч. покрытием и крышей был возведен, не были выполнены только отделочные работы и работы по устройству эскалаторов и лифтов. Все это привело к изменению работы здания.



Рис. 1. Общий вид ТРЦ «Аврора»

Организацией, выполнявшей проектирование и авторский надзор за зданием, были выполнены повторные проверочные расчеты каркаса здания с изменениями, которые требовал заказчик, по результатам расчета было установлена необходимость усиления плит перекрытия балок и ряда колонн здания. Специалистами ЗО ГП НИИСК по заданиям, предоставленным проектировщиком, была разработана серия проектов по усилению конструкций [4, 5]. Основная часть конструкций (плиты и балки) по разработанным проектам были усилены. Но узлы колонн (33шт) за время выполнения усиления балок и плит были покрыты дорогостоящими отделочными материалами. Собственником здания было принято решение выполнить повторную проверку узлов колонн, нуждающихся в усилении.

Для проверки данных конструкций остова здания специалистами ЗО ГП НИИСК, по предварительному заключенному договору на научное сопровождение объекта строительства, (работы проводились в соответствии действующими нормами [1]) был выполнен проверочный расчет здания с учетом изменений в конструктивной схеме и действующих нагрузок. По результатам расчета [4] было установлено, что у 11 колонн (из 33-х) процент исчерпания несущей способности варьируется в диапазоне 87...99%, данные колонны рекомендовано усилить. Исчерпание несущей способности остальных колонн (22 шт.) находится в пределе до 70%. Для диагностирования деформированного состояния здания собственнику рекомендовалось вести за ним наблюдения с использованием геодезических методов и ИИС «Мониторинг».

На протяжении последних трех лет (2013-2016 гг.) специалистами ЗО ГП НИИСК ведутся работы по диагностированию деформированного состояния данного объекта. Результаты измерений приведены на рис. 2 и 3.

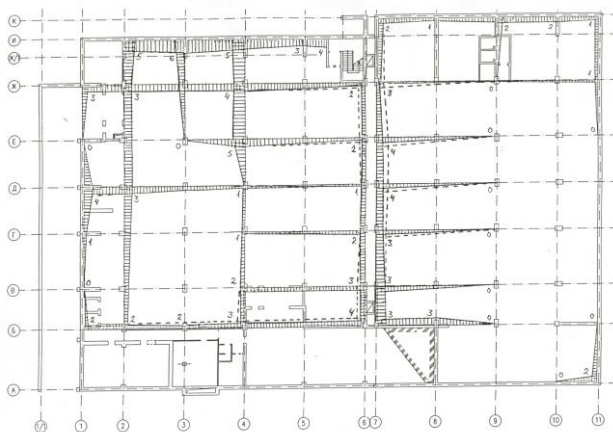


Рис. 2. Эпюры неравномерных деформаций ТРЦ (в мм)

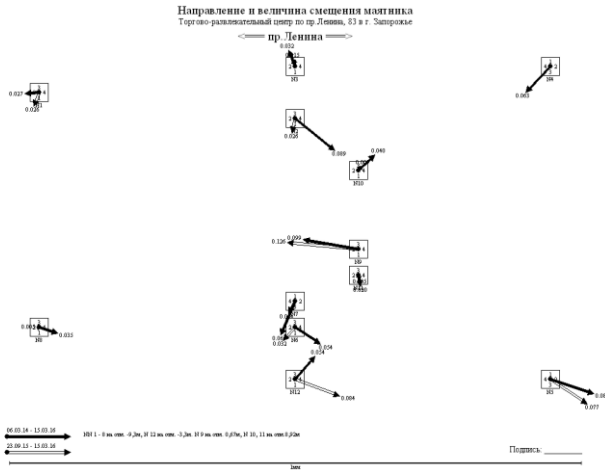


Рис. 3. Значения датчиков крена установленных на ТРЦ

Здание ТРЦ было оборудовано в уровне подземного паркинга геодезическими марками, а также 12-ю высокоточными датчиками крена. За период наблюдения выполнено 12 циклов измерений. За период наблюдений установлено, что при проявлении однонаправленных приращений значений на датчиках крена (или группе датчиков) в данной области здания приращаются горизонтальные деформации, измеряемые геодезическим методом. За период наблюдения зафиксированы неравномерные деформации геодезическим методом в диапазоне 0...6 мм, с использованием ИИС «Мониторинг» 0,02...0,099 мм. Скорость приращения деформаций максимально составила 2 мм/год, в виду незначительных величин приращения деформаций эксплуатация здания допускается в штатном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів: ДБН В.1.2-5:2007. - К. Мінрегіонстрой України, 2007. – 13 с.
2. Рогонский В.А. Строительные катастрофы / Рогонский В.А. – Санкт Петербург: Строиздат. – 2001. – 60 с.
3. Иващинцов Д.А. Параметрическая идентификация расчетных моделей гидротехнических сооружений. - Санкт-Петербург, 2001. – 431 с.
4. Отчет по результатам научно-технического сопровождения объекта «ТРЦ по адресу : г. Запорожье, пр. Ленина, 83-85, в осях 7-11». ЗО ГП НИИСК. – Запорожье, 2013. – 71 с.
5. Рабочий проект. Торгово-развлекательный центр по адресу: г. Запорожье, пр. Ленина, 83. Усиление монолитных железобетонных конструкций балок

перекрытия по оси «8» в рядах «А-Ж» на отметке 21,650. ЗО ГП НИИСК. – Запорожье, 2014. – 25 с.

4. Рабочий проект. Офисное здание с центром обработки данных по адресу: Днепропетровская область, Днепропетровский район, Новоалександровский сельский совет. Усиление монолитного железобетонного перекрытия в осях 4-5 и 11-12 рядах Д-Е на отметке 6,900 м...+11,100 м. ЗО ГП НИИСК. – Запорожье, 2014. – 22 с.

REFERENCES

1. DBN V.1.2-5:2007. «Naukovo-techničnyj suprovod budivelnych ob'ektiv» / Minrehionstroj Ukraїny. - K. – 2007 r. – 13 s.
2. Rohonskij V.A. «Stroytelnye katastrofy». – Sankt Peterburh, Stroyzdat. – 2001. – 60 s.
3. D.A. Yvaščynov. «Parametryčeskaja ydentyfikacija rasčetnyh modelej hydrotechničeskych soorужеnyj». - Sankt-Peterburh, 2001 h. – 431 s.
4. «Otčet po rezultatam naučno-techničeskoho sopровождениja ob'ekta «TRC po adresu : h. Zaporоže, pr. Lenyna, 83-85, v osjach 7-11». ZO HP NYYSK. Zaporоže. – 2013h. – 71 s.
5. Рабочий проект. Торгово-развлекательный центр по адресу: h. Zaporоže, pr. Lenyna, 83. Usylenye monolytnych železobetonnych konstrukcij balok perekrytija po osy «8» v rjadach «A-Ž» na otmetke 21,650. ZO HP NYYSK. – Zaporоže, 2014. – 25 s.
4. Рабочий проект. Офисное здание с центром обработки данных по адресу: Днепропетровская область, Днепропетровский район, Новоалександровский сельский совет. Усиление монолитного железобетонного перекрытия в осях 4-5 и 11-12 рядах Д-Е на отметке 6,900м...+11,100м. ZO HP NYYSK – Zaporоže, 2014. – 22 s.

Статья поступила в редакцию 27.07.2016 г.