

ОСОБЕННОСТИ УСТРАНЕНИЯ КРЕНОВ КРУПНОПОНЕЛЬНЫХ БЛОК-СЕКЦИЙ ПРИ ЗАМЫКАНИИ ДЕФОРМАЦИОННОГО ШВА

Шокарев В.С., Шокарев А.В.

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

Павлов И.Д., Самченко Р.В., Юхименко А.И.

Запорожская государственная инженерная академия
г. Запорожье, Украина

АНОТАЦІЯ: За результатами експериментальних досліджень запропонована технологія і організація робіт по вирівнюванню двох дев'ятиповерхових крупнопанельних блок-секцій методом часткової виїмки ґрунту із основи будівель при замкненні деформаційного шва між ними.

АННОТАЦИЯ: По результатам экспериментальных исследований предложена технология и организация работ по выравниванию двух девятиэтажных крупнопанельных блок-секций методом частичной выемки грунта из основания зданий при замыкании деформационного шва между ними.

ABSTRACT: By results of experimental researches the technology and the organisation of works on alignment of two nine-floor large-panel block sections by a method of partial dredging from the base of buildings is offered at movement joint short circuit between them.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Крен, деформационный шов, выравнивание, эпюры осадок, мониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

Виды нарушений нормальной эксплуатации зданий могут быть разнообразными – промерзание, промокание стен; деформации конструкций в виде перекосов, трещин; крены зданий и др. Причины отказов зданий от

нормальной эксплуатации также разнообразные, но наиболее часто они встречаются из-за неравномерных деформаций оснований и, как следствие, неравномерных осадок фундаментов. Вследствие сверхнормативных кренов смежных блок-секций может произойти замыкание деформационного шва и разрушение строительных конструкций (рис 1.) Ярким примером является аварийное состояние жилого дома №3 по ул. Гудименко в г. Запорожье, вследствие замыкания деформационного шва между смежными блок-секциями в уровне восьмого, девятого и технического этажей.



Рис. 1. Замыкание деформационного шва между блок-секциями

Здание жилого дома №3 по ул. Гудыменко 9-этажное, состоит из 7 блок-секций длиной по 24 м, из них 4 блок-секции крупнопанельные и 3 - крупноблочные, блокирующиеся в ряд через деформационные швы шириной 250...300 мм. Фундаменты ленточные, монолитные железобетонные. В основании залегают просадочные лессовые и лессовидные суглинки до глубины 30...41м с величиной просадки от собственного веса при замачивании до 106 см. В качестве подготовки основания предусмотрены грунтонабивные сваи до глубины 17 м, поверху которых устроена уплотненная грунтовая подушка с плотностью грунта в сухом состоянии $\rho_d = 16,5...18,1 \text{ кН/м}^3$. То обстоятельство, что грунтовая подушка выполнена качественно, а здание в результате замачивания просадочной толщи получило существенные неравномерные осадки, свидетельствует о том, что на просадочных грунтах II типа грунтовые подушки не являются эффективным способом защиты зданий, если источник замачивания находится за пределами «пятна» грунтовой подушки.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В процессе эксплуатации жилого дома, на протяжении 30 лет (при нормативном сроке эксплуатации 100 лет), происходили неоднократные замачивания толщи грунтов основания, которые приводили к нарастающим кренам блок-секций. В конце 2008 г. в результате аварийного порыва внутриквартального водопровода и распространения воды по каналам теплотрассы вдоль всего дома образовалась обширная просадочная воронка, что привело к неравномерным осадкам фундаментов и соответственно к существенным дополнительным кренам блок-секций. Произошло замыкание деформационного шва в верхней части между блок-секциями 1 и 2 из-за встречных кренов (рис. 2).

По состоянию на сентябрь 2009 г. средние величины отклонений блок-секций от вертикали в продольном и поперечном направлениях составили:

– на блок-секции 1 – 270 мм (крен 0,01) и 390 мм (крен 0,0144), результирующая величина отклонения 474 мм (крен 0,0175), превышаются по нормативным документам допустимый крен 0,005 в 3,5 раза;

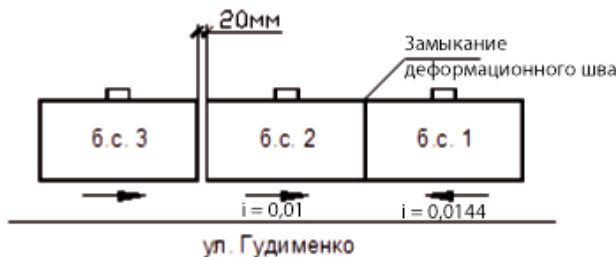


Рис. 2. План расположения блок-секций №1-3
жилого дома в г. Запорожье

– на блок-секции 2 – 65 мм (крен 0,0041) и 270 мм (крен 0,01), результирующая величина отклонения 291 мм (крен 0,0108) больше нормативного в 2,16 раза.

В результате столкновения блок-секций 1 и 2 возникли взаимные давления строительных конструкций, нарастающие во времени, которые вызвали деформации и повреждения панелей, балконов и других конструкций. По результатам обследований, выполненных Запорожским отделением НИИСК, комиссией горисполкома блок-секции признаны аварийными. Возникла необходимость в разъединении столкнувшихся блок-секций путем их выравниванием.

АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОБЛЕМЫ

В научно-технических источниках известны различные методы выравнивания накренившихся объектов. Концепция выравнивания базируется на двух принципах. Первый – на подъеме более осевшей части сооружения, второй – на опускании менее осевшей части. В свою очередь как по первой группе методов, так и по второй разработаны разные способы выравниваний. Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки в области применения.

Примеры выравнивания зданий и сооружений по первой группе методов изложены в работе [1]. Наиболее известным является метод подъема зданий поддомкращиванием [2].

Существующие методы опускания менее осевших частей зданий при неравномерных просадках грунта также разные, но концепции их технологий основаны на одном принципе – выравнивании строительного объекта за счет реализации неравномерных деформаций оснований. Одни технологии базируются на управляемом искусственном неравномерном замачивании грунтовых толщ просадочных оснований, при котором происходят неравномерные просадки грунтов и соответственно неравномерные осадки фундаментов. Пример выравнивания 16-этажного жилого дома этим методом приведен в работе [3]. Другие технологии основаны на управлении жесткостью основания за счет частичной выемки грунта из-под фундаментов наклонными или горизонтальными скважинами. Примеры технологий выравнивания зданий, сооружений наклонными скважинами показаны в [4], горизонтальным выбуриванием грунтов – в работе [5].

При разработке проекта по восстановлению нормальной эксплуатации аварийного здания рассматривались все известные технологии устранения кренов – поддомкращивание, регулируемое замачивание, пригрузка фундаментов с противоположной стороны кренов в комбинации с оттяжками при помощи лебедок и выбуривание грунта из основания с переменными параметрами скважин. Из анализа всех вышеуказанных способов выравнивания был сделан вывод, что наиболее приемлемым методом выравнивания в данных условиях во всех отношениях есть бурение под фундаментами горизонтальных скважин переменных параметров [6].

Целью проведения данных исследований является восстановление двух 9-этажных блок-секций в проектное положение без усугубления их деформированных состояний и отселения жителей. Отселение жильцов дома было невозможным из-за отсутствия переселенческого фонда.

Было принято решение о срочных мерах ликвидации аварийного состояния блок-секций, которые состояли из 2 этапов. Первый этап включал первоочередные меры – обследование несущих конструкций зданий, раз-

работка проектной документации, усиление деформированных конструкций, наблюдение за изменением осадок и кренов блок-секций, ремонт водонесущих коммуникаций с заменой металлических труб на пластиковые, перекладку выпусков канализации, ремонт водоотводящих систем и др. Второй этап – разведение столкнувшихся блок-секций путем их выравнивания.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выравниванием накренившихся блок-секций решалось несколько вопросов. Во-первых, снятие контактных давлений, возникших при сталкивании блок-секций, во-вторых, существенное снижение напряженного состояния конструкций в накренившихся блок-секциях, в-третьих, устранение эксцентриситета центра тяжести строений, который приводит к перераспределению давления на основание по подошве фундаментов и провоцирует дальнейшее увеличение кренов, в-четвертых, устранение кренов шахт лифтов, чем предупреждается отказ их в работе, в-пятых, улучшение социальных вопросов – выравнивание перекошенных полов в квартирах, восстановление дверных и оконных проемов и тем самым освобождение от заклинивания окон и дверей.

В первую очередь проектом [7] предусмотрено отведение блок-секции 1 от блок-секции 2. Для решения этой проблемы Запорожским отделением ГП НИИСК разработана концепция выравнивания зданий, сооружений, методика расчета технологических параметров выравнивания, организационно-технологические приемы, оборудование и оснастка, которые позволяют восстанавливать здания и сооружения в проектное положение. Разработанные перечисленные решения дают возможность поворачивать здание, получившее сложный крен одновременно в двух направлениях – в продольном и поперечном, что и предусмотрено проектом. Однако в данной ситуации в начальный период процесса разъединения блок-секций одновременное перемещение не представлялось возможным по причине замыкания деформационного шва между ними и сцепления торцевых панелей в уровне 8-го и 9-го этажей. В связи с этим перемещение блок-секции 1 в начальный период в поперечном направлении нельзя было осуществлять, т. к. это явилось бы причиной дополнительных разрушений конструкций обеих блок-секций. Поэтому в первую очередь необходимо было обеспечить перемещение блок-секции 1 в продольном направлении до образования гарантированного зазора между блок-секциями в 20...30 мм. Котлован для бурения горизонтальных скважин был отрыт со стороны главного фасада в пределах длины блок-секций глубиной ниже подошвы фундамента на 1,0 м. Согласно проекта фронт бурения скважин

был разбит на 6 захваток, при этом ступенчатые скважины диаметрами 160...250 мм устраивались на всю ширину здания. Схема и очередность бурения были приняты с таким расчетом, чтобы максимально обеспечить пропорциональность ослабления основания под всем "пятном" здания. После бурения всех скважин нижнего ряда производилась частичная обратная засыпка котлована на 0,3 м с послойным уплотнением, повторный монтаж рельсовых настилов, далее в таком же порядке осуществлялось бурение вышерасположенных скважин верхнего яруса в шахматном порядке.

Бурение горизонтальных скважин осуществлялось разработанными на уровне изобретения малогабаритными станками [8]. Объем бурения скважин определяется на основании разработанной концепции, которая заключается в том, что объем выбуренного грунта из основания должен быть равен объему пространственной эпюры осадок фундаментов. Эпюра осадок фундаментов определяется и строится на основании данных теодолитной съемки кренов блок-секций. При сложных кренах строятся плоские эпюры необходимых осадок в продольном и поперечном направлениях и затем по их параметрам строится суммарная, т.е. пространственная эпюра. Технология выравнивания была аналогичной, которая детально описана в [9].

По окончании бурения проектного объема скважин выполняли не менее ответственный этап выравнивания – регулирование осадок фундаментов. Этап бурения должен обеспечить проектную закономерность распределения объемов скважин и изменение их параметров (диаметров, шагов, длин, количества рядов) на разных участках «пятна» здания, обуславливающих потенциальную требуемую величину и направление осадок для достижения задаваемого необходимого обратного крена при возвращении здания в проектное положение. Этап регулирования осадок должен обеспечить реализацию проектных величин, оптимальных скоростей и требуемого направления перемещения здания в пространстве. На уровне изобретений разработаны разные способы регулирования осадок фундаментов и пространственного положения зданий, сооружений, обуславливающие ускорение – замедление, изменение направленности и при необходимости экстренную остановку осадок фундаментов.

При ликвидации аварийного состояния рассматриваемого жилого дома, учитывая, что горизонтальные скважины пробурены в зоне качественно выполненной грунтовой подушки, характеристики которой существенно отличались в основном по степени влажности из-за неравномерного замачивания, управление осадками производилось только путем регулируемого увлажнения грунтов вокруг скважин горячей водой до 70°C.

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТА

Учитывая сложность и ответственность выполнения работ по ликвидации аварийного состояния жилого дома, т.к. работы по разъединению столкнувшихся блок-секций путем выравнивания деформированных блок-секций осуществлялись без отселения жильцов, велся постоянный мониторинг за состоянием строительных конструкций и пространственным положением здания на всех этапах работ. Производились ежесуточные наблюдения за изменением осадок геодезическим нивелированием и теодолитная съемка за изменением крена. По результатам геодезического нивелирования ежедневно строились эпюры фактических осадок по всему контуру блок-секций, которые постоянно анализировались и при отклонении эпюр от требуемой закономерности оперативно вносилась корректировка технологического процесса выравнивания. По результатам геодезического нивелирования строились также графики изменения осадок фундаментов на протяжении всех этапов выравнивания, т.е. графики динамики осадок, в т. ч. на этапах бурения скважин и регулирования осадок замачиванием (рис. 3).

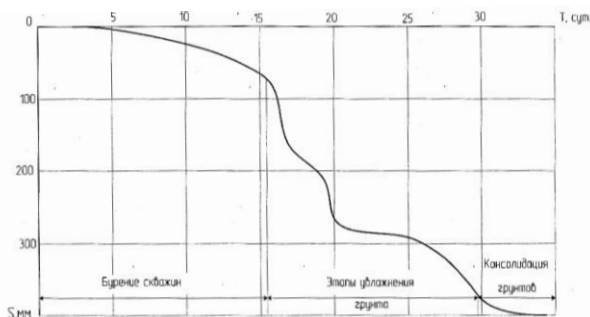


Рис. 3. Динамика осадок блок-секции 1

Наряду с геодезическими методами контроля за изменением осадок фундаментов и кренов блок-секций осуществлялся круглосуточный контроль за изменением этих параметров с применением автоматизированной измерительно-информационной системы (АИИС) «Мониторинг», разработанной на уровне изобретения в Запорожском отделении ГП НИИСК [10], с применением индуктивных датчиков. На каждой блок-секции было установлено по 12 датчиков. По результатам отклонения маятников в реальном режиме времени определялись ряд параметров в т. ч. величина крена, скорость смещения маятника и т. д. Данные анализировались и производилась корректировка технологического процесса выравнивания здания (рис 4).

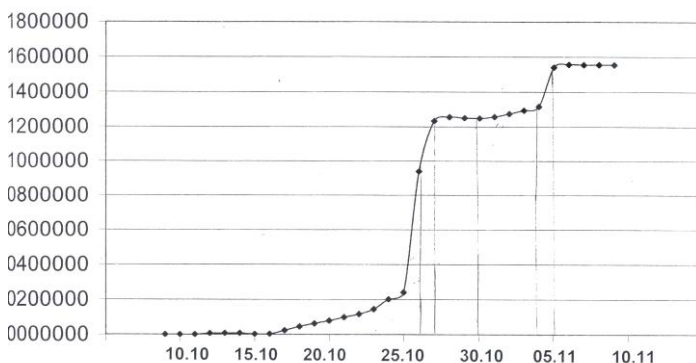


Рис. 4. График изменения крена блок-секции №1 в процессе выравнивания по данным АИИС «Мониторинг»

По окончании выравнивания блок-секции 1 приступили к выравниванию блок-секции 2, которое осуществлялось по аналогии с процессом ликвидации крена блок-секции 1.

Обе блок-секции восстановлены в проектное положение. Деформационный шов принял проектные размеры. Разъединение столкнувшихся блок-секций и их выравнивание выполнено без усугубления деформаций строительных конструкций и без отселения жителей.

По окончании выравнивания произведено дополнительное обследование, разработан проект усиления деформированных конструкций.

ВЫВОДЫ

1. Крены зданий – опасный вид деформаций, который необходимо своевременно устранять. При встречных кренах смежных зданий или их блок-секций возможно замыкание деформационных швов, а при их сталкивании возникают существенные контактные давления, вызывающие всё нарастающие деформации конструкций вплоть до их разрушения.

2. Разработанный в НИИСКе метод выравнивания зданий, сооружений горизонтальным выбуриванием грунта из основания скважинами переменных параметров позволяет ликвидировать крены деформированных объектов любой конструктивной схемы без отселения жильцов и прекращения их эксплуатации.

3. Разработанная технология выравнивания практичная, эффективная и конкурентноспособная.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геотехнические методы защиты подрабатываемых зданий / [П.И. Кривошеев, И.Н. Москалина, А.С. Трегуб и др.] // Світ геотехніки. – 2005. - №4. – С.26-30.
2. Вирівнювання будинків домкратами / [А.С. Трегуб, І.Н. Москаліна, В.П. Науменко, В.П. Мілявський] // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 71. – Кн. 2. – С.93-102.
3. Тугаенко Ю.Ф. Исправление крена 16-этажного жилого дома / Тугаенко Ю.Ф., Матус Ю.В, Синявский С.Д. // Основания, фундаменты и механика грунтов. – К., 1979. – № 2. – С. 3-4.
4. Шишко Г.Ф. Устранение кренов силосных корпусов элеваторов способом выбуривания грунтов / Г.Ф. Шишко. – К.: Будівельник, 1987. – С. 35-40.
5. Самченко Р.В. Удосконалення технології вирівнювання нахилених будівель горизонтальним вибуруванням ґрунту із основи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. – Дніпропетровськ, 2010. – 19 с.
6. Пат. 65455А Україна, Е 02Д 35/00. Спосіб вирівнювання будівель, споруд / Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Трегуб А.С., Самченко Р.В. - №2003109485; заявл. 21.10.2003; опубл. 15.03.2004, Бюл. №3. – 2004. – 12 с.
7. Проект выравнивания блок-секций 1 и 2 жилого дома №3 по ул. Гудименко в г. Запорожье. Фонды Запорожского отделения ГП НИИСК.
8. Пат. 42283 Україна, Е21В3/00. Установка для проходки в грунтах / Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Самченко Р.В., А.С. Трегуб, Степура С.І. - №u200901349; заявл. 18.02.2009, Бюл. №12. – 2009. – 6 с.
9. Об устранении кренов деформированных зданий / [И.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов, Р.В. Самченко] // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 71. - Кн. 2. – С.119 – 129.
10. Автоматизированная измерительно-информационная система для мониторинга строительных объектов / [В.С.Шокарев, В.И.Чаплыгин, С.В.Хилько, А.В. Пограничный] // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2004. – Вип. 61. – С. 496 – 501.

Статья поступила в редакцию 14.10.2013 г.