

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАНЕЛЬНОГО ДОМА ПРИ ЕГО СВЕРХНОРМАТИВНОМ КРЕНЕ

Шокарев В.С., Сивко И.Р., Гречко В.Ф.

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

АНОТАЦІЯ: Розглянуто питання визначення НДС панельного житлового будинку при його наднормативному крені з використанням математичного моделювання на базі ПК «Лира». Наведено розрахунок НДС п'ятиповерхового панельного житлового будинку з урахуванням деформації ґрунтів основи.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрен вопрос определения НДС панельного жилого дома при его сверхнормативном крене с использованием математического моделирования на базе ПК «Лира». Приведен расчет НДС пятиэтажного панельного жилого дома с учетом деформаций ґрунтов основания.

ABSTRACT: The question of definition of the TDC of a panel house taking into account deformation of soil of the basis of the bases with use of mathematical modeling on the basis of the PC «Lira» is considered. Calculation of the TDC of a five-floor panel house taking into account deformations of soil of the basis is given.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Сверхнормативный крен, математическая модель, напряжения, деформации.

ВВЕДЕНИЕ

Ґрунти на території України в 70% випадків складені лессовими отложениями, які мають просадочними властивостями при їх замачиванні. Дане негативне властивість лессових ґрунтів в повній мірі реалізується внаслідок ветхості і ненадлежащій експлуатації підземних водонесущих комунікацій (згідно дослідженням [1] 22%

дефектов и повреждений возникают в конструкциях зданий в результате ненадлежащей эксплуатации) и приводит строительные конструкции зданий и сооружений в непригодное к нормальной эксплуатации состояние, а в некоторых случаях и к аварийности объекта. Для восстановления объектов строительства, пострадавших от такого рода воздействий впоследствии необходим целый комплекс исследовательских, проектных и ремонтно-восстановительных работ, который влечет за собой значительные финансовые затраты. Основной причиной повреждений, влияющих на состояние строительных конструкций зданий, является неравномерность замачивания грунтов основания, а как результат - неравномерные осадки с возникновением сверхнормативных кренов зданий.

Для оценки состояния конструкций строительного объекта и возможности его дальнейшей эксплуатации выполняется комплексное обследование здания с использованием нормативных документов [3, 5, 6]. Принадлежность строительных конструкций к III и IV категории технического состояния (непригодное к нормальной эксплуатации, аварийное) может быть установлено только на основании расчета [3]. Таким образом, на основании требований действующих нормативных документов установлено, что для определения возможности эксплуатации здания (при выявлении деформаций) необходима проверка напряженно-деформированного состояния строительных конструкций с выполнением комплексных расчетов системы «основание – фундамент - верхнее строение».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрим пример реального объекта, обследование которого выполнено сотрудниками Запорожского отделения НИИСКА в 2012 г. - жилой пятиэтажный четырехсекционный панельный дом в г. Донецке, по пр. Партизанскому, 66 [2]. По результатам комплексного исследования, которое включило в себя инженерно-геологические и геодезические изыскания и обследование водонесущих коммуникаций и строительных конструкций здания было установлено, что объект получил неравномерные осадки фундаментов в направлении ряда «А» и крен блок-секций в диапазоне 0,031-0,036 (рис. 1, 2).

Деформации здания превысили значения, регламентированные действующими нормами [6]:

- максимальная осадка $S_{\max} = 434$ мм - больше допустимого значения 100 мм в 4,3 раза;

- относительная разность осадок $\left(\frac{\Delta S}{L}\right)_U = 0,027...0,037$, что больше допустимого значения 0,002 в 2,5...18,5 раза;

- крен $i = \left(\frac{\Delta \varepsilon_i}{H_{зд}}\right)_U = 0,031...0,036$, что больше допустимого значения 0,008 в 3,9...4,5 раза.

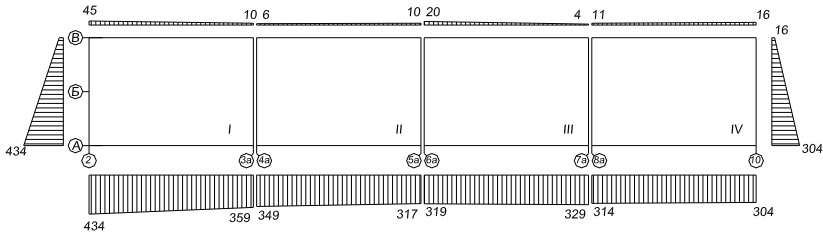


Рис. 1. Эпюра относительных неравномерных осадок здания в мм:
I-IV – номера блок-секций

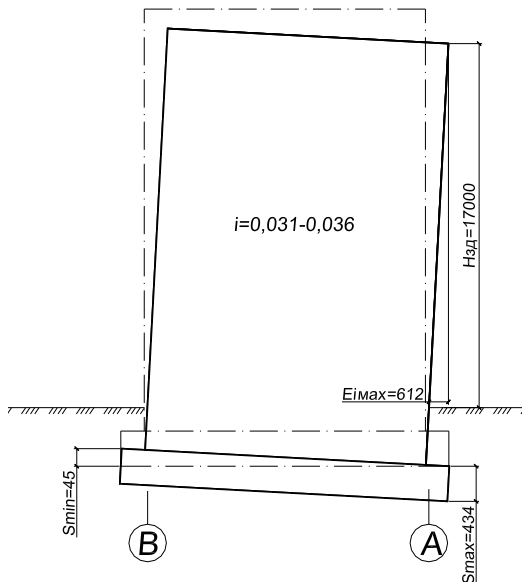


Рис. 2. Положение здания до и после деформаций основания (мм)

Сверхнормативный крен здания привел к систематическому намоканию стеновых панелей дворового фасада, и как следствие, к разрушению защитного слоя бетона, коррозии арматуры и ряду прочих

повреждений и дефектов. Основной причиной неравномерных осадок и проявлению зафиксированных дефектов и повреждений строительных конструкций явилось неравномерное замачивание лессовых грунтов основания техногенными и атмосферными водами [2].

Для устранения сверхнормативных кренов четырех блок-секций здания, возникших при деформации основания, и предупреждения дальнейшего приращения напряжений в конструкциях здания было рекомендовано выполнить выравнивание данного строительного объекта.

Для определения возможности дальнейшей эксплуатации здания был выполнен расчет системы «здание - основание».

Для определения действующих напряжений в исследуемом панельном жилом доме выполнен комплексный расчет типовой средней блок-секции. Расчет блок-секции выполнен в два этапа:

- без учета неравномерных деформаций основания;
- с учетом неравномерных деформаций основания.

Двухстадийность расчета обусловлена необходимостью сравнения возникающих напряжений в конструктивных элементах здания до и после деформации основания и выявления участков в конструкциях с максимальными напряжениями. Определение экстремальных напряжений позволит на стадии выравнивания строительного объекта контролировать, а при необходимости усилить наиболее податливые и склонные к разрушению узлы и конструктивные элементы здания.

Расчет выполнен с использованием программного комплекса «Лира». Математическая модель, составленная в ПК «Лира», приведена на рис. 3.

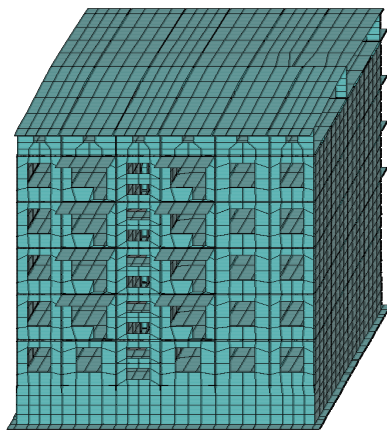


Рис. 3. Математическая модель третьей блок-секции 5-ти этажного панельного дома

Для составления математической модели произведена разбивка блок-секции на отдельные конструктивные элементы – стеновые панели, панели перекрытия и покрытия, лестничные марши и площадки [7]. Затем для каждого элемента составлена отдельная математическая модель, т.е. создается библиотека конструктивных элементов блок-секции. Плоские элементы здания (стеновые панели, плиты перекрытия и покрытия, элементы лестничной клетки) моделируются пластинчатыми конечными элементами. Характеристики плоских фрагментов математической модели блок-секции принимаются в соответствии с типовым проектом, предоставленным заказчиком. Сопряжение плоских конструкций между собой моделируется 55-м конечным элементом, моделирующим узел конечной жесткости. Модель сопряжения наружных стен с внутренней приведена на рис. 4 и принята по данным типового проекта.

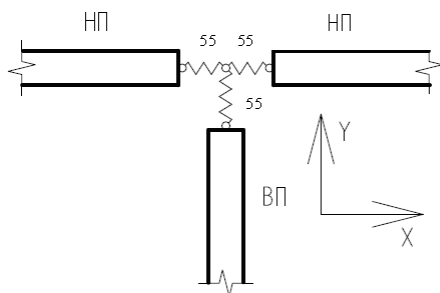


Рис. 4. Модель узла сопряжения внутренней стеновой панели с наружными стеновыми панелями

После составления библиотеки моделей всех элементов блок-секции производится сшивка, а также составление модели цокольного этажа, первого этажа, типового этажа и чердачного этажа. После создания всех этажей выполняется сшивка этажей между собой, и как результат, получаем математическую модель рассчитываемой блок-секции.

Грунты основания фундаментов здания заданы на основании инженерно-геологических изысканий, выполненных на площадке исследования в виде коэффициентов постели [2].

Нагрузки на конструктивные элементы здания приняты согласно [4] (полезная нагрузка на перекрытия и элементы лестничной клетки, снеговая нагрузка на покрытие, ветровые нагрузки не учитывались). Собственный вес конструкций определен при помощи программного комплекса «Лира».

Результаты расчетов блок-секции и наиболее нагруженной стены (поперечная стена в области лестничной клетки) до и после деформации основания приведены в табл. 1 и на рис. 5.

Таблица 1

Приращение напряжений в стенах блок-секции №3 до и после деформации основания

Этаж	Вид напряжения	Напряжения в стенах до деформаций основания [т/м ²]			Напряжения в стенах после деформаций основания [т/м ²]		
		Попереч.	По ряду А	По ряду Б	Попереч.	По ряду А	По ряду Б
1	2	3	4	5	6	7	8
1 ^й	Нормальные по оси «х»	136	74,4	84	2200	567	964
	Нормальные по оси «у»	125	108	96	1450	506	768
	Касательные в плоск. «ху»	42	31	27	833	448	507
2 ^й	Нормальные по оси «х»	128	12,4	67	1750	95	321
	Нормальные по оси «у»	104	90	80	1100	169	639
	Касательные в плоск. «ху»	34	31	27	833	448	507
3 ^й	Нормальные по оси «х»	113	12,4	50	1310	95	160
	Нормальные по оси «у»	83	72	64	730	169	256
	Касательные в плоск. «ху»	23	15	16	833	448	507
4 ^й	Нормальные по оси «х»	90	12,4	33	875	95	160
	Нормальные по оси «у»	62	54	48	365	169	128
	Касательные в плоск. «ху»	12	8	10	833	448	507
5 ^й	Нормальные по оси «х»	45	12,4	17	437	95	160
	Нормальные по оси «у»	41	36	32	196	169	128
	Касательные в плоск. «ху»	12	8	6	833	448	507

Из результатов расчетов видно, что максимальные приращения напряжений произошли по поперечной стене в области лестничной клетки на первом этаже блок-секции. Данные расчета подтверждены натурными обследованиями, на участках с максимальным увеличением напряжений были зафиксированы раскрытия швов между панелями с выпадением раствора, а также волосяные трещины в панелях.

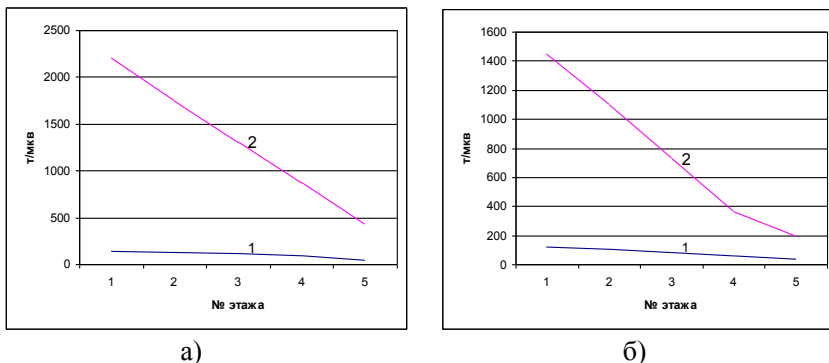


Рис. 5. Графики изменения нормальных напряжений в поперечной стене здания в области лестничной клетки: а – по оси «х»; б – по оси «у»; 1- до деформации основания; 2 – после деформации основания

Напряженно-деформированное состояние любого строительного объекта является характеристикой его эксплуатационной пригодности. При учете работы грунтов основания возможность дальнейшей безаварийной эксплуатации здания можно обеспечить более достоверно. При сверхнормативных кренах строительных объектов в конструкциях фиксируются значительные приращения напряжений, которые влияют на техническое состояние здания.

Учитывая тот факт, что распределение напряжений в конструкциях здания в значительной степени зависит от состояния (жесткости, податливости, коррозии) узлов сопряжения панелей здания между собой, в процессе выравнивания строительного объекта необходимо производить контроль напряжений в узлах между панелями в области максимальных расчетных напряжений. При выявлении трещин в углах проемов в поперечных стенах объекта необходимо выполнить их усиление (например, произвести их обрамление металлическими конструкциями).

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрен вопрос определения НДС панельного жилого дома с учетом деформации грунтов основания фундаментов с использованием математического моделирования на базе ПК «Лира».
2. Приведен расчет НДС пятиэтажного панельного жилого дома при его сверхнормативном крене.
3. Максимальные приращения напряжений зафиксированы в поперечной стене в области лестничной клетки на первом этаже здания. Данные расчета подтверждены натурными обследованиями, на участках с

максимальным увеличением напряжений были зафиксированы раскрытия швов между панелями с выпадением раствора, а также волосяные трещины в панелях.

4. Результаты данных исследований могут быть использованы при разработке проектной документации на устранение сверх-нормативных кренов блок-секций, а также при мониторинге в процессе выполнения данного вида работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рогонский В.А. Эксплуатационная надежность зданий и сооружений / Рогонский В.А. – Санкт-Петербург: ОАО «Издательство «Стройиздат СПб», 2004. – 272 с.
2. Заключение «По результатам обследования прилегающих инженерных сетей и строительных конструкций 5-ти этажного жилого дома по пр. Партизанскому, 66, в г. Донецке с определением причин кренов». / Минрегионстрой Украины. ЗО ГП НИИСК. – Запорожье, 2012. – 191 с.
3. Нормативные документы по вопросам обследований, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений / Госназдорхрантруда Украины. – К., 1997. – 146 с.
4. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-2:2006. – К.: Мінбуд України, 2006. – 59 с.
5. Основания и фундаменты сооружений. Основные положения по проектированию : ДБН В.2.1-10-2009 / Минрегионстрой Украины. –К.: ГП «Укранхстройинформ», 2009. – 104 с.
6. Будинки і споруди на підроблюваних територіях та просідаючих ґрунтах: ДБН В.1.1-5-2000 / Мінбуд України. – К., 2000. – 84 с.
7. Дербенцев И.С. Создание расчетных моделей крупнопанельных зданий с использованием ПК «ЛИРА» методом сборки с учетом податливых связей и реальных стыковых соединений / Дербенцев И.С., Попп П.В. – Челябинск: ГОУ ВПО ЮУрГУ, 2010. - 39 с.

Статья поступила в редакцию 15.10.2013 г.