

## ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ НА ИХ СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

Мурашко А.В., Гребенюк В.В.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Значительная часть территории Украины находится в сложных инженерно-геологических условиях (далее ИГУ). Южные регионы зачастую подвержены сразу нескольким сложным ИГУ. Таким как, лессовые просадочные грунты, высокий уровень грунтовых вод, подземные выработки (катакомбы, карст), оползнеопасные районы и т.п. Существенной проблемой, затрудняющей проектирование и приводящей к удорожанию возведения зданий и сооружений, является сейсмичность (подвержено более 20% территории Украины) [4].

Одной из важнейших задач, является изучение влияния сейсмических воздействий на безаварийную эксплуатацию зданий и сооружений, подвергшихся неравномерной деформации основания.

В данной работе анализ влияния неравномерных осадок здания на его сейсмостойкость предлагается определять численными методами с использованием метода конечных элементов в САПР «Лира» и «Мономах».

Для определения влияния предыстории работы конструкций в виде неравномерных осадок были построены расчетные схемы многоэтажного здания с различным сочетанием неравномерных осадок. Здание представляет собой 7-этажный ригельный каркас(предельная этажность для рассматриваемой конструктивной схемы в соответствии с [1]) на свайном фундаменте, рассчитываемый на сейсмические воздействия интенсивностью 7 баллов..

Учет неравномерных осадок, определенных в результате геодезических наблюдений [3], в расчетной модели должен быть осуществлен с учетом нелинейной работы конструкций. Полученные в результате такого расчета данные позволяют определить отдельные конструктивные элементы с резким изменением деформативных характеристик материала и образованием пластических шарниров. Эти данные необ-

ходимо учесть в модели, которая будет рассчитываться на сейсмические воздействия [4-5]. Среди широко используемых программных комплексов на сегодняшний день отсутствует возможность учета нелинейной работы конструкций при сейсмических воздействиях. Поэтому для совместного учета нелинейной работы конструкций здания и сейсмических воздействий расчет выполнялся по следующей схеме (рис. 1):

1. Линейный расчет здания на упругом равномерном основании (без учета осадок);

2. Линейный расчет здания на упругом основании с неравномерными осадками (задается несущей способностью свай);

3. Нелинейный расчет здания на упругом основании с учетом неравномерных осадок.

4. Линейный расчет здания на упругом основании с неравномерными осадками с учетом перераспределения усилий, образованием пластических шарниров и локальным разрушением элементов (задается характеристики отдельных групп конечных элементов полученных на этапе 3).

5. Линейный расчет здания на упругом однородном основании с учетом перераспределения усилий, образованием пластических шарниров и локальным повреждением элементов на сейсмическое воздействие.

Такая последовательность позволяет приближенно учесть нелинейные деформации конструкций, которые существенно изменяют жесткость элементов зданий, и уже после откорректированных жесткостей произвести расчет на сейсмические воздействия по откорректированной линейной модели. Ниже описаны результаты, полученные после сопоставления этапов 1 и 5.

Было исследовано 7 вариантов неравномерных осадок (рассматривались осадки углов, отдельных частей здания, характерные деформации от неравномерных осадок были определены на основании данных геодезического мониторинга за осадками зданий в г. Одессе), на рис. 2 приведена схема неравномерных осадок оказавших наибольшее влияние на перераспределение внутренних усилий. Далее в работе приведены результаты, полученные для этой схемы.

В виду ограниченного объема статьи ниже приведены результаты расчетов для одного из вариантов (рис. 2), причем описаны внутренние усилия в элементах, получивших наибольшие деформации (табл. 1-3).

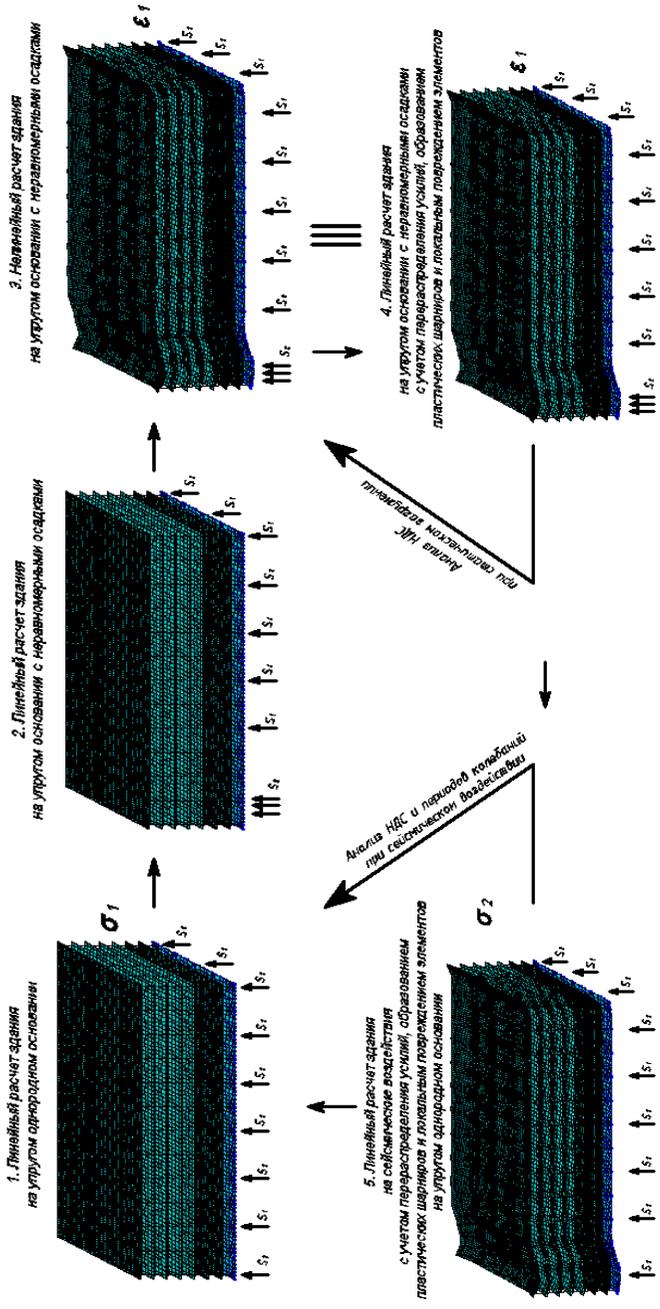


Рис. 1. Методика расчета многоэтажного каркасного здания с учетом неравномерных осадок

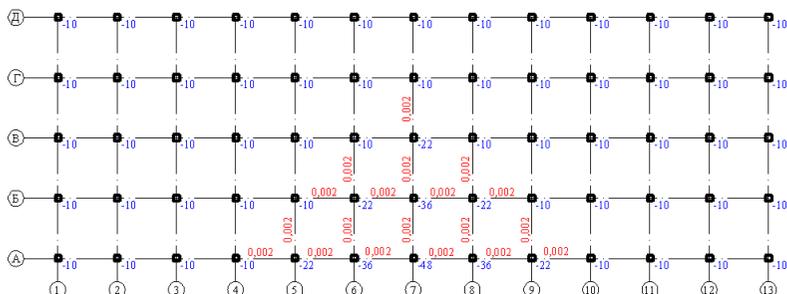


Рис. 2. Расчетная схема здания при заданных сочетаниях осадок (осадка центральной и крайней части фундамента)

Табл. 1. Периоды колебаний расчетных схем.

Форма колебаний	Периоды собственных колебаний, полученные для схемы до и после получения осадок фундамента, сек		$\delta = \frac{(3)-(2)}{(2)} * 100\%$
	2	3	
1	1.5224	1.942	27.6
2	1.4438	1.795	24.3
3	1.4115	1.753	24.2
4	0.4774	0.628	31.5
5	0.4630	0.592	27.9

Период колебаний для формы № 1 изменился на 27,6%, для формы № 2 – на 24,3%. Учитывая то, что на графике коэффициента динамичности эти периоды свидетельствуют об уменьшении коэффициента  $\beta$ , а соответственно и величины сейсмической силы, то большой интерес представляет перераспределение внутренних усилий в колоннах и ригелях в местах неравномерных осадок. Результаты расчета для колонн и ригелей приведены в табл. 2-3

Продольная сила ( $N_x$ , тс) от действия сейсмического воздействия по оси 4 изменяется на 13-90%, по оси 5 – 82%, по оси 6-6 – 29%, по оси 7 – 32%.

Табл.2 Усилия в характерных колоннах до и после получения осадок фундамента

Расположение элемента	Загружение					
	Вертикальное		1-е сейсмическое составляющая 2		2-е сейсмическое составляющая 1	
	$N_{x3}$ , тс	$N_{x3}$ , тс	$N_{x3}$ , тс	$N_{x3}$ , тс	$N_{x3}$ , тс	$N_{x3}$ , тс
A4	186	197	0.3	8.6	31	27
A6	186	172	0	0.3	31	22
A7	186	164	0	0	31	21
B5	285	315	0	3	1.1	6
B7	285	262	0	0	1.1	3.5
B6	298	312	0	2.8	0	3

Табл. 3. Усилия в ригелях до и после получения осадок фундамента

Расположение элемента	Загружение					
	Вертикальное		1-е сейсмическое составляющая 2		2-е сейсмическое составляющая 1	
	$M_y$ , тс*м	$M_y$ , тс*м	$M_y$ , тс*м	$M_y$ , тс*м	$M_y$ , тс*м	$M_y$ , тс*м
A4-A5	6	7	15	6	0	0.5
A5-A6	6	7.5	15	6	0	0.4
B5-B6	9	9	15	6	0	0
A5-B5	9	10	0	0.7	15	15
A6-B6	9	9	0	0.5	15	13
B6-B6	9	10	0	0.5	15	13
B7-B7	9	8	0	0	15	13

Опорный момент ( $M_y$ , тс\*м) от действия сейсмического воздействия в четвертом пролете изменился на 60%, в пятом – на 60%; по оси 6-6 и 7-7 – на 13%.

### Выводы

1. В результате расчета каркасного здания на сейсмические воздействия по деформированной и недеформированной схемой разница исследуемых параметров составила:

- период колебаний для первой формы увеличился на 22% (с 1.52 до 1.94), для второй – на 20% (с 1.44 до 1.79);
- продольная сила в отдельных колоннах изменяется на 5-90%;

- опорный момент в отдельных ригелях до 60%.

2. Таким образом, учет неравномерных осадок, которые предшествуют сейсмическим воздействиям на здания приводит к существенным изменениям внутренних усилий, которое должно быть учтено при разработке мероприятий по усилению таких зданий.

## **SUMMARY**

**The method for calculation of frame buildings with taking into account nonuniform settlement under static uploading followed by seismic action, is proposed in paper**

## *Литература*

1. ДБН В.1.1-12: 2006. Строительство в сейсмических районах Украины. – К.:Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006 г. – 92с.

2. ДБН В.2.2-24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків К. Мінрегіонбуд України, 2009р. – 133с

3. ДБН В.2.1-4:2010 Геодезические работы в строительстве. – Киев, 2010 г.

4. Гребенюк В. «Влияние сейсмических воздействий на здания и сооружения с неравномерными деформациями» /Гребенюк В., Кобский В., Диалло М.К./, Сборник студенческих научных работ, ОГАСА 2014 г.

5. Дорофеев В.С. Расчет зданий на сейсмические воздействия по СНИП II-7-81\* и ДБН В.1.1-12-2006 с учетом упругого основания / Дорофеев В.С., Егунов К.В., Мурашко А.В., Арсирый А.Н. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури.– Одеса : ОДАБА, 2006. – № 24. – С.77-84.