

УДК 624.03

Пилюгин В.И., д.т.н., Колесников А.А. студент гр. ПБм-14,
*Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»,
г. Днепрпетровск, Украина*

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Проектирование оснований и фундаментов высотных зданий в условиях плотной городской застройки необходимо осуществлять с учетом возможного развития опасных геодинамических процессов, связанных со слабыми грунтами и их состоянием, с гидрогеологическим режимом, оползневыми участками, а также в зонах расположения подземных сооружений и коммуникаций и т.д. [1, 2].

При строительстве новых зданий и сооружений необходимо учитывать влияние подземных коммуникаций существующих на территории будущего строительства. Этот факт необходимо рассматривать еще на стадии проектирования здания, т.к. несвоевременный учет возможного проседания грунта, а соответственно основания и конструкций фундамента может повлечь за собой катастрофические проблемы и потери. Одной из таких проблем является увеличение крена здания, которое влечет за собой его разрушение. У высотных зданий центр тяжести расположен достаточно высоко, а площадь основания сравнительно невелика. Это способствует развитию кренов сооружений и зданий [1, 2].

Поэтому при возведении высотных зданий и сооружений в условиях городской застройки с учетом изношенных подземных коммуникаций, необходимо учитывать расстояние, на котором располагаются подземные водные коммуникации, и которое позволит обеспечить устойчивость и прочность здания.

Цель исследований. Установить закономерность влияния подземного водного коллектора на величину крена здания.

Методы исследований. Исследование устойчивости здания проводится на основе численного моделирования с применением программного продукта Лира 9.4. Моделирование проводится на основе взаимодействия высотного здания с грунтовым основанием, с учетом реальных свойств, инженерно-геологических характеристик, параметров и расположения водного подземного коллектора вблизи здания [3].

Образование крена высотных зданий происходит вследствие износа конструкций зданий, инженерно-геологических условий и деятельности человека. Основными факторы износа и развития деформаций зданий (сооружений) являются техногенные и природные явления. К техногенным факторам износа относятся неравномерная осадка в виде процесса длительного

уплотнения грунтов. Явление неравномерного проседания основания влечет за собой потерю прочности системы «основание-фундамент», что заведомо приведет к потере устойчивости, возводимого высотного сооружения [4].

Крен здания – положение, при котором происходит отклонение от плоскости симметрии здания по вертикали. Крен рассматривается как разность абсолютных осадок двух точек фундаментов, отнесенных к расстоянию между ними, и определяется по формуле:

$$i = \frac{S_1 - S_2}{L}, \quad (1)$$

где S_1 и S_2 – осадки крайних точек сплошного фундамента или двух фундаментов, L - длина фундамента.

Чтобы обеспечить устойчивость проектируемого высотного здания, при помощи разработанных компьютерных моделей предлагается в каждой расчетной задаче оценивать степень проявления крена здания и оценивать его с допустимым значением. Согласно СНиП, допустимые значения отклонения крена в зависимости от высоты здания не должны превышать величин: гражданские здания и сооружения – $0,0001H$ [5].

Для изучения поведения здания разработана расчетная схема (рис. 1), на примере 16-этажного здания. При разработке расчетной схемы учитывался собственный вес здания, нагрузки, геология, а также расстояние от здания до места расположения подземного водного коллектора. Моделирование выполнялось в несколько этапов.

Последовательность расчетов: на 1 м этапе коллектор располагался в основании с естественной влажностью, и на расстоянии 2 м от здания (рис. 1).

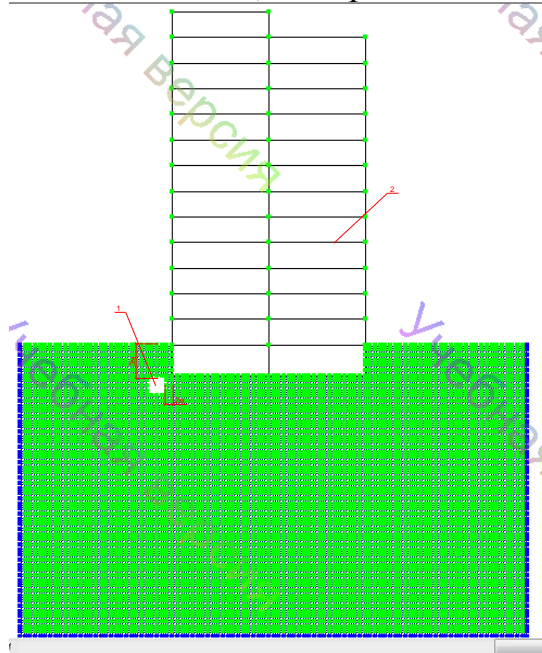


Рис. 1. Расчетная схема исследуемой системы «основание-фундамент»:

- 1 – подземный водный коллектор;
- 2 – проектируемое высотное жилое здание

Далее на рис. 2-3 представлены картины изополей вертикальных и горизонтальных перемещений.

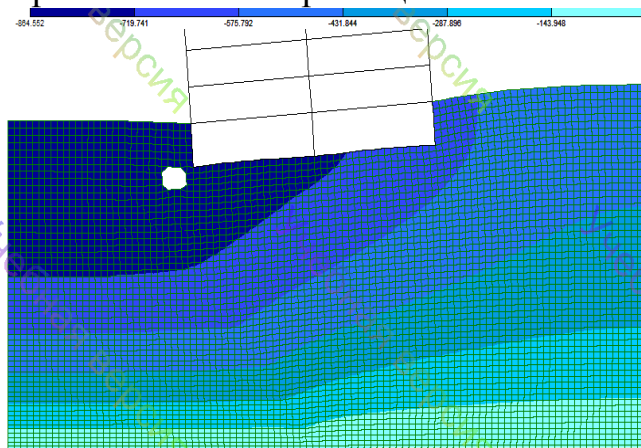


Рис. 2. Изополя вертикальных перемещений

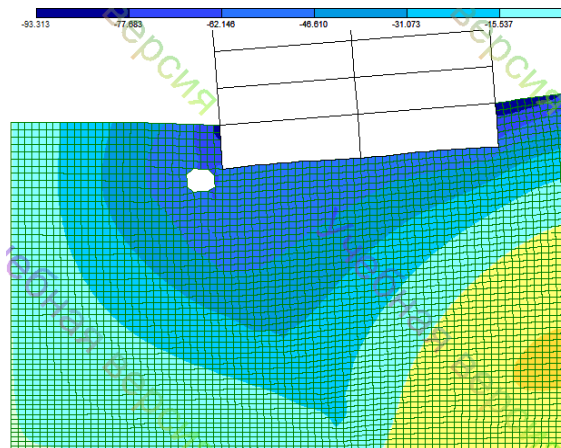


Рис. 3. Изополя горизонтальных перемещений

Приложения компьютерной программы Лира 9.4 содержат информативные таблицы элементов, узлов и усилий (стержней) [3], содержание которых позволяют определить устойчивость здания. Устойчивость здания определяем по формуле (1), рассчитав крен здания.

Результат расчетов показал, что $i = 0,01$, величина крена исследуемого здания приблизительно в 2 раза больше предельно допустимого [4, 5] для данного класса сооружения и составляет 0,005, что влечет за собой потерю устойчивости здания, а в дальнейшем и его обрушение.

Далее было решено еще 15 задач, при которых расстояние от здания до коллектора варьировалось с шагом 0,5 м, т.е. расстояние увеличилось и в конечном результате составило 9,5 м.

Всего было выполнено 16 таких расчетов. Обработка результатов компьютерного моделирования позволила для каждой из задач рассчитать крен здания. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты величины крена здания, в зависимости от расположения коллектора

№ задачи	Расстояние от здания до коллектора, l , м	Величина крена здания, i , м	№ задачи	Расстояние от здания до коллектора, l , м	Величина крена здания, i , м
1	2,0	0,011	9	6,0	0,0073
2	2,5	0,01036	10	6,5	0,0067
3	3,0	0,0099	11	7,0	0,0062
4	3,5	0,0096	12	7,5	0,00564
5	4,0	0,0093	13	8,0	0,0052
6	4,5	0,0088	14	8,5	0,0045
7	5,0	0,0083	15	9,0	0,0039
8	5,5	0,0079	16	9,5	0,0031

Обработав результаты расчетов крена здания по каждому из этапов моделирования, и сравнивая с допустимыми значениями установленными [5], определено, что безопасное расстояние от здания до коллектора составляет 8,5 м.

По обработанным результатам компьютерного моделирования, представленным в табл. 1 построена зависимость рис. 4.

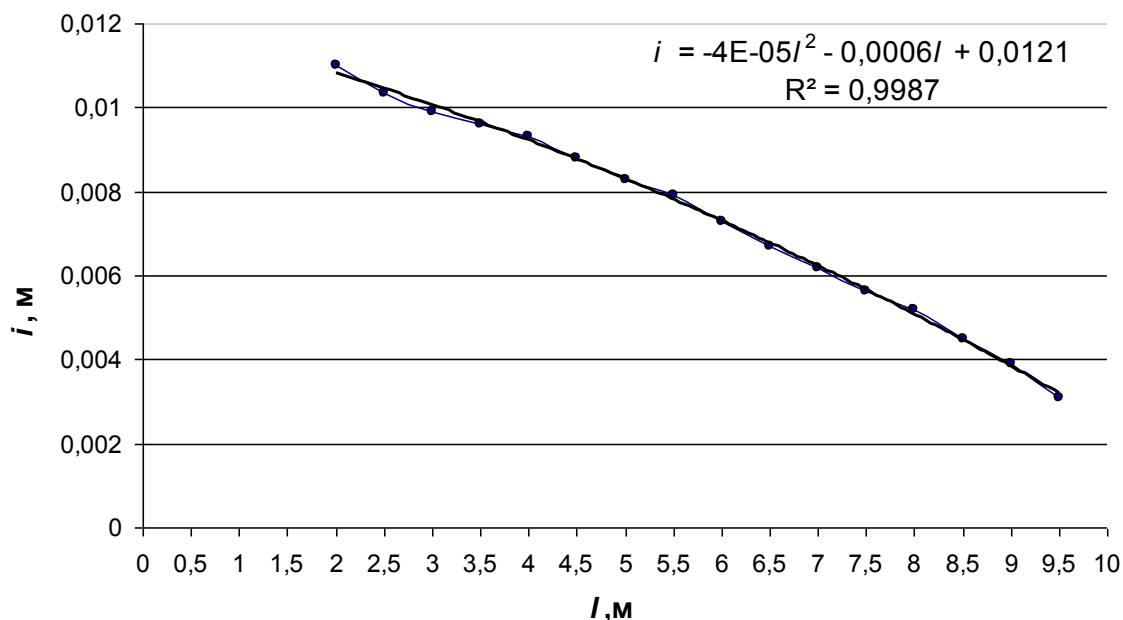


Рис. 4. График зависимости крена здания от расположения подземного коллектора: l – расстояние коллектора от здания, м, i – крен здания, м

График зависимости на рис. 4 показывает, что удаление коллектора от здания повышает степень его устойчивости, тем самым уменьшая крен здания. Полученный график аппроксимирован полиномиальной зависимостью, и описывается уравнением:

$$i = -4E - 05l^2 - 0,0006l + 0,0121. \quad (2)$$

Выводы

1. Предложена расчетная схема исследуемой системы «фундамент-основание».
2. Изучение устойчивости высотного здания выполнялось при помощи применения компьютерного моделирования с использованием программного комплекса Лира 9.4.
3. Предложенная численная модель позволила исследовать, взаимодействие высотного здания с грунтовым основанием, с учетом реальных свойств, инженерно-геологических характеристик, параметров и расположения водного подземного коллектора вблизи здания.

4. Разработана методика определения оптимально-безопасного расположения подземного водного коллектора от здания (сооружения).

5. Установлено, что с увеличением расстояния расположения подземного водного коллектора, крен здания уменьшается по полиномиальной зависимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология возведения зданий и сооружений. / Под ред. В. И. Теличенко. – М.:, 2004. –С. 38-42.

2. Справочник инженера строителя. \ Под ред. Л. А. Зинева. – Ростов-на-Дону, 2006. –С. 13-28.

3. ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций. Справочно-теоретическое пособие / Под ред. А.С. Городецкого. – К. – М.: "Факт", 2003. – 464 с.: ил.

4. ДБН В.1.1-24:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. Затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 07.12.2009 р. № 566. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 73 с.

5. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений. утвержденное постановлением Госстроя СССР от 1 июля 1987 г. № 125. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 48 с.