

УДК 624.131

А. А. ПЕТРАКОВ, Е. О. БРЫЖАТАЯ, Н. С. МАСЛО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ НА ПЛИТНОМ ФУНДАМЕНТЕ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ

В статье рассмотрена технология совершенствования устройства регулируемых фундаментов. Приведена схема разработанного устройства по регулированию вертикального положения в пространстве. Разработаны две конечно-элементные модели многоэтажного каркасного здания на плитном фундаменте в программном комплексе SAP2000 и программном комплексе Лира. Исследование включает в себя разработку конечно-элементных моделей здания и анализ полученных результатов на трех этапах: первый этап: модель многоэтажного здания имеет ненарушенное вертикальное положение в пространстве, второй этап: модель многоэтажного здания получила крен 30 см, третий этап: с помощью разработанного устройства (а именно регулирования длины стержня, который моделирует работу устройства), здание имеет верное вертикальное положение в пространстве, крен плиты остался неизменным. Получены данные о напряженно-деформированном состоянии элементов каркасного здания на плитном фундаменте при регулировании вертикального положения в пространстве. Результаты сведены в таблицу и по этим данным сделаны выводы относительно полученных результатов в двух программных комплексах.

регулируемый фундамент, каркасное здание, крен, конечно-элементная модель, SAP2000, Лира, напряженно-деформируемое состояние, плитный фундамент, вертикальное положение здания в пространстве

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В современном мире здания становятся все выше и выше. Неравномерные осадки и крены здания, образовавшиеся в процессе его строительства и эксплуатации, могут быть впоследствии полностью или частично ликвидированы с помощью специальных мероприятий. Суть новых методов защиты заключается в использовании специальных устройств. В качестве таких устройств применяются механизмы или специальные конструкции, эффективность которых существенно зависит от регулируемых параметров. Совершенствование технологий устройства регулируемых фундаментов с целью оптимизации их параметров, разработка их новых высокотехнологичных и экономически эффективных конструкций является важной актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Существенный вклад в развитие подъема и выравнивания здания внесли В. Д. Зотов, Ю. И. Пимшин, Ю. К. Болотов, Е. А. Сорочан, Л. Н. Панасюк, М. В. Зотов.

ЦЕЛИ

Получить данные о НДС элементов многоэтажного каркасного здания на плитном фундаменте при регулировании вертикального положения в пространстве. Построить КЭМ здания в ПК Лира и ПК SAP2000. Сравнить данные, полученные в двух ПК.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Краткая сущность исследования: разработка конструкции и технологии устройства регулируемого фундамента многоэтажного железобетонного здания для подъема и выравнивания с помощью

© А. А. Петраков, Е. О. Брыжатая, Н. С. Масло, 2016

разработанного устройства с переменными параметрами, например по высоте. Для этого используется приспособление, которое располагается в технологическом этаже многоэтажного здания. Схема разработанного устройства показана на рис. 1.

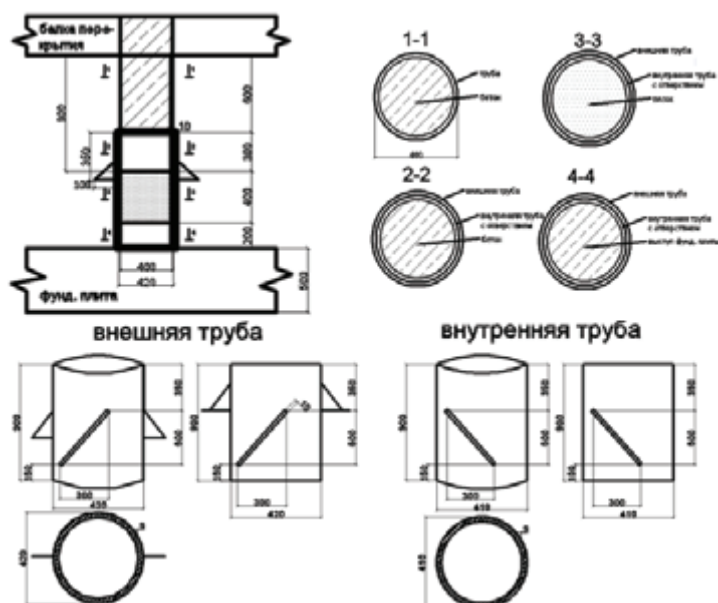


Рисунок 1 – Схема разработанного устройства для исправления кренов сооружений.

Две металлические трубы, внешняя и внутренняя, имеют наклонные отверстия. Внутренняя труба наполнена песком. Со стороны фундамента есть технологический выступ из плиты, который заходит в устройство. С другой стороны колонна опирается на песок во внутренней трубе. Устройство устанавливается при возведении здания в технологическом этаже под каждой колонной. При получении крена зданием и необходимостью регулирования вертикального положения в пространстве необходимо в стороне, противоположной крену, использовать один или несколько приборов. Для этого необходимо с помощью ручек, приваренных к трубе, повернуть внешнюю трубу до пересечения наклонных отверстий на необходимой отметке

Для получения данных о НДС элементов каркасного здания на плитном фундаменте было построено две КЭМ на трех этапах исследования в двух программных комплексах.

В качестве объекта исследования было принято 23-этажное здание с технологическим этажом, в котором размещается исследуемое устройство. Высота типового этажа 3 метра, сетка колонн 3×3 м. Сборный железобетонный каркас здания состоит из поперечных рам, объединенных в пространственную систему плитами перекрытия и покрытия. В состав каркаса входят: фундаментная плита, колонны, ригеля, фундаментные балки, плиты покрытия и перекрытия. Фундамент принят в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 0,5 м. Колонны применены сборные железобетонные прямоугольного сечения с размером сечения 400×400 мм. Плиты перекрытия и покрытия приняты сборные железобетонные многопустотные.

В программных комплексах КЭМ задавались следующим образом: плита смоделирована пластинчатым конечным элементом, толщиной 0,5м. Ригеля и колонны смоделированы стержневым конечным элементом сечением 40×40 мм, материал бетон. Устройство смоделировано стальной трубой диаметром 42 см и толщиной стенки 6,5 мм. Крен на втором этапе задан с помощью нагрузки типа «перемещение», заданной в необходимые узлы фундаментной плиты. На третьем этапе регулирование производится с помощью приложения нагрузки в узел сопряжения устройства и колонны в противоположном направлении крену. Нагрузка предварительно рассчитывается для регулирования вертикального положения здания в пространстве в соответствии с креном, полученным зданием.

На рис. 2 показаны исходная и деформированная схемы модели здания в ПК SAP2000 и ПК Лира на трех этапах исследования. Первый этап: модель многоэтажного здания имеет ненарушенное вертикальное положение в пространстве. Второй этап: модель многоэтажного здания получила крен 30 см. Третий этап: с помощью разработанного устройства (а именно регулирования длины стержня, который моделирует работу устройства), здание имеет верное вертикальное положение в пространстве, крен плиты остался неизменным.

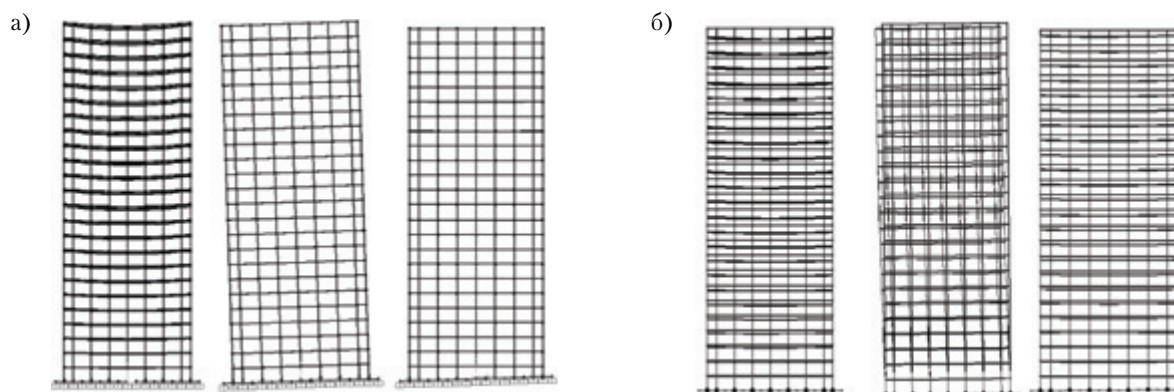


Рисунок 2 – Исходная и деформированная схемы модели здания в: а) ПК SAP2000, б) ПК Лиры.

На рис. 3 показаны эпюры изгибающего момента M_z на всех трех этапах исследования. Как видно из эпюр, на втором этапе исследования происходит перераспределение усилий в элементах каркаса за счет возникновения дополнительных усилий, вызванных поворотом фундамента и здания. На третьем этапе исследования дополнительные усилия в элементах каркаса устранены за счет регулирования вертикального положения в пространстве с помощью разработанного устройства.

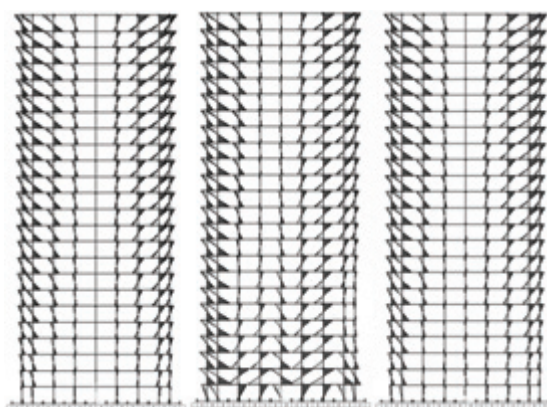


Рисунок 3 – Эпюра M_z , кН·м.

Значения изгибающих моментов M_z и M_y были получены из двух программных комплексов и сведены в таблицу. В данной таблице приведены максимальные и минимальные значения изгибающих моментов на всех трех этапах для двух плоских рам, расположенных в противоположном друг другу направлении.

Таблица – Изгибающие моменты M_z и M_y , полученные в ПК Лиры и ПК SAP2000

	M_z max, кН·м		M_z min, кН·м		M_y max, кН·м		M_y min, кН·м	
	Лиры	SAP2000	Лиры	SAP2000	Лиры	SAP2000	Лиры	SAP2000
Рама 1								
Этап 1	11.92	15.24 (127%*)	-10.47	-13.04(124 %)	16.40	19.4(120 %)	-22.53	-23.66(105 %)
Этап 2	15.9	28.53(179%)	-16.59	-25.33(152 %)	22.65	27.92(120 %)	-27.65	-35.26(127 %)
Этап 3	11.92	16.16(135%)	-10.50	-14.46(138 %)	16.46	16.39(131 %)	-22.57	-25.81(114 %)
Рама 1								
Этап 1	0.25	0.008(3.2%)	-0.24	-0.004(1.67 %)	16.57	23.59(142 %)	-23.01	-30.45(132 %)
Этап 2	17.06	27.05(159%)	-16.57	-33.56(202 %)	18.53	29.6(160 %)	-24.90	-41.77(167 %)
Этап 3	1.13	0.074(7%)	-1.07	-0.98(92 %)	16.89	25.89(153 %)	-23.00	-36.53(158 %)

* **Примечание:** В таблице за 100 % приняты значения изгибающих моментов, полученные в ПК Лиры.

ВЫВОДЫ

Таким образом, сравнительный анализ усилий в элементах каркаса многоэтажного здания на плитном фундаменте показал следующие результаты: в среднем значения усилий в элементах каркаса на втором этапе превосходят усилия на первом этапе 50 % (как в ПК Ли́ра, так и в ПК SAP2000); значения усилий уменьшаются на третьем этапе исследования по сравнению со вторым этапом исследования и достигает значений усилий на первом этапе с разницей в 5...10 % (как в ПК Ли́ра, так и в ПК SAP2000). Сравнительный анализ полученных усилий в программных комплексах показал, что изгибающие моменты M_z и M_y в среднем больше в ПК SAP2000 на 20...25 % по сравнению с ПК Ли́ра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зотов, М. В. Выравнивание многоэтажных зданий в условиях сейсмических воздействий [Текст] / М. В. Зотов // Основания, фундаменты и механика грунтов / НИИОСП. – М., 2003. – № 4. – С. 127.
2. Подъем и выравнивание аварийных зданий [Текст] / Ю. К. Болотов, В. И. Гапеев, В. Д. Зотов, М. В. Зотов, О. И. Лобов // Промышленное и гражданское строительство. – М., 1999. – № 2. – С. 16.
3. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий [Текст] / П. А. Коновалов. – М.: Бумажная галерея, 2000. – 320 с.
4. Опыт выравнивания зданий с помощью домкратов [Текст] / Ю. К. Болотов, В. Д. Зотов, М. В. Зотов, Л. Н. Панасюк, Е. А. Сорочан // Основания, фундаменты и механика грунтов / НИИОСП. – М., 2002. – № 5. – С. 39.

Получено 21.03.2016

О. О. ПЕТРАКОВ, К. О. БРИЖАТА, М. С. МАСЛО НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСНОГО БУДИНКУ НА ПЛИТНОМУ ФУНДАМЕНТІ ПРИ РЕГУЛЮВАННІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ У ПРОСТОРІ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті розглянута технологія вдосконалення пристрою регульованих фундаментів. Наведено схему розробленого пристрою регулювання вертикального положення у просторі. Розроблено дві кінцево-елементні моделі багатопверхового каркасного будинку на плитному фундаменті у програмному комплексі SAP2000 і програмному комплексі Лі́ра. Дослідження включає в себе розробку кінцево-елементних моделей будівлі і аналіз отриманих результатів на трьох етапах: перший етап: модель багатопверхового будинку має непорушене вертикальне положення в просторі, другий етап: модель багатопверхового будинку отримала крен 30 см, третій етап: з допомогою розробленого пристрою (а саме регулювання довжини стержня, який моделює роботу пристрою), будівля має вірне вертикальне положення в просторі, крен плити залишився незмінним. Отримано дані про напружено-деформований стан елементів каркасного будинку на плитному фундаменті при регулюванні вертикального положення у просторі. Результати зведені в таблицю і за цими даними зроблені висновки щодо отриманих результатів в двох програмних комплексах.

регульований фундамент, каркасний будинок, крен, кінцево-елементна модель, SAP2000, Лі́ра, напружено-деформований стан, плитний фундамент, вертикальне положення будівлі в просторі

ALEXANDER PETRAKOV, EKATERINA BRYZHATA, NIKOLAY MASLO STRAIN-STRESS STATE OF ELEMENTS OF THE FRAME IN THE BUILDING ON SLAB FOUNDATION IN THE PROCESS OF REGULATION THE VERTICAL POSITION IN EXTENSION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article considers the technology improved technology device controlled foundations. The scheme, developed device to regulate the vertical position extension has been given. Two finite- element models of multi-storey frame building on a slab foundation in the software package SAP2000 and software Lear was developed. The study includes the development of finite- element model building and analysis of the results obtained in three stages: the first stage: a model of multi-storey building has an unbroken vertical position in extension, the second stage: the model of multi-storey buildings had tilt of 30 cm, the third step: using the developed device (namely the length of the bar control that simulates the operation of the device), the building has the correct vertical position in extension, the tilt of the slab foundation remained unchanged. The data on the stress-strain state of the elements of the frame in the building on the slab foundation in the

process of regulation the vertical position in extension. The results are tabulated and are made according to these findings on the results obtained in two program complexes.
adjustable foundation, frame building, tilt, finite-element model, SAP2000, Lira, stress-strain state, slab foundation, the vertical position of the building in extension

Петраков Александр Александрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри основ, фундаментів і підземних споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: теорія взаємодії споруд з основою, що деформується, в тому числі на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах; розробка і дослідження фундаментів підвищеної несучої здатності і методів їх розрахунку на основі гіпотез нелінійної геомеханіки і теорії будівельних конструкцій.

Брижата Катерина Олегівна – аспірант, викладач-стажист кафедри основ, фундаментів і підземних споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: конструкції із змінними параметрами для виправлення кренів споруд.

Масло Микола Сергійович – здобувач, асистент кафедри основ, фундаментів і підземних споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: конструкції підпірних стін. Особливості визначення навантажень на підпірні стіни.

Петраков Александр Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой оснований, фундаментов и подземным сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: теория взаимодействия сооружений с деформирующимся основанием, в том числе на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах; разработка и исследование фундаментов повышенной несущей способности и методов их расчета на основе гипотез нелинейной геомеханики и теории строительных конструкций.

Брижата Екатерина Олеговна – аспирант, преподаватель-стажер кафедры оснований, фундаментов и подземным сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружений.

Масло Николай Сергеевич – соискатель, ассистент кафедры оснований, фундаментов и подземным сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: конструкции подпорных стен. Особенности определения нагрузок на подпорные стены.

Petrakov Alexander – D.Sc. (Eng.), Professor, Head of the Grounds, Foundations and Underground Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theory of interaction of structures with deformable base, including undermined territories and collapsible soils; Development and research foundations increased carrying capacity and methods of calculating them based on the hypothesis of nonlinear geomechanics and theory of building structures.

Brizhata Ekaterina – post-graduate student, teacher-trainee, Grounds, Foundations and Underground Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: structure with variable parameters for correcting rolls facilities.

Maslo Nikolay – researcher, Assistant, Grounds, Foundations and Underground Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the design of retaining walls. Specifics of determining loads on the retaining walls.