



ВПЛИВ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ НА НАПРУЖЕНИЙ СТАН НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ НА ПЛИТНИХ ФУНДАМЕНТАХ

О. О. Петраков, В. В. Яркін, К. О. Брижата

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.*

E-mail: kate88.88@bk.ru

Отримана 16 жовтня 2014; прийнята 26 грудня 2014.

Анотація. Розрахункові моделі ґрунтової основи суттєво впливають на напружений стан фундаментів і надземних конструкцій. У технічній і нормативній літературі відсутні дані про ступінь впливу розрахункових моделей ґрунтової основи на напружений стан фундаментних і надземних конструкцій. У даній статті розглядаються основні моделі ґрунтової основи, вплив кількісних характеристик цих моделей на внутрішні зусилля у фундаментних плитах і несучих конструкціях каркасних будинків на плитних фундаментах, а також наведені результати теоретичного дослідження кінцево-елементної моделі будівлі на базі професійного програмного комплексу Ліра. Розглядаються наступні варіанти кінцево-елементної моделі будівлі: 1) з постійним коефіцієнтом жорсткості, 2) зі змінним коефіцієнтом жорсткості, 3) з узагальненим коефіцієнтом жорсткості професора Клепікова. Для даних моделей порівнювалися: величина вертикальних зусиль у колонах, значення переміщень по осі Z, згинальні моменти у фундаментній плиті, проведено зіставлення результатів і дано рекомендації з вибору розрахункової моделі ґрунтової основи.

Ключові слова: розрахункова модель ґрунтової основи, модель Вінклера, модель узагальненого коефіцієнта жорсткості основи Клепікова, модель лінійно деформованого півпростору.

ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ НА ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТАХ

А. А. Петраков, В. В. Яркин, Е. О. Брыжата

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
2, ул. Державина, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.*

E-mail: kate88.88@bk.ru

Получена 16 октября 2014; принята 26 декабря 2014.

Аннотация. Расчетные модели ґрунтового основания существенно влияют на напряженное состояние фундаментов и надземных конструкций. В технической и нормативной литературе отсутствуют данные о степени влияния расчетных моделей ґрунтового основания на напряженное состояние фундаментных и надземных конструкций. В данной статье рассматриваются основные модели ґрунтового основания, влияние количественных характеристик этих моделей на внутренние усилия в фундаментных плитах и несущих конструкциях каркасных зданий на плитных фундаментах, а также приведены результаты теоретического исследования конечно-элементной модели здания на базе профессионального программного комплекса Лира. Рассматриваются следующие варианты конечно-элементной модели здания: 1) с постоянным коэффициентом жесткости, 2) с переменным коэффициентом жесткости, 3) с обобщенным коэффициентом жесткости професора Клепикова. Для данных моделей сравнивались: величина вертикальных усилий в колоннах, значения перемещений по оси Z, изгибающие моменты в

фундаментной плите, проведено сопоставление результатов и даны рекомендации по выбору расчетной модели грунтового основания.

Ключевые слова: расчетная модель грунтового основания, модель Винклера, модель обобщенного коэффициента жесткости основания Клепикова, модель линейно деформированного полупространства.

THE INFLUENCE OF GROUND DESIGN MODELS ON STRAIN-STRESS DISTRIBUTION OF BEARING STRUCTURES ON FRAME CONSTRUCTIONS WITH SLAB FOUNDATION

Oleksand Petrakov, Viktor Yarkin, Kateryna Bryzhata

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavina Str., Makiyivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.*

E-mail: kate88.88@bk.ru

Received 16 October 2014; accepted 26 December 2014.

Abstract. Ground design models significantly affect on the strain-stress distributions of foundations and superstructures, however, technical and regulatory literature degree of impact of this influence is not enough. The paper consider the basic ground design models, impact of the quantitative characteristics of ground design models for internal force in base slabs and bearing structures of frame buildings on slab foundation, and also quoted result of theoretical investigation on the basis of professional software package Lira. In the paper considered the following ground design models: 1) model, which is characterized by constant stiffness, 2) model, which is characterized by a variable stiffness, 3) model, which is characterized by generalized stiffness of professor Klepikov. In these models were compared: the value of vertical forces in the columns, the values of displacements along the axis Z, the bending moments in a plate foundation, and was giving a comparison of the results and recommendations of the selection of ground design model.

Keywords: ground design model, the Winkler model, the model of generalized stiffness professor Klepikova, linearly deformed half-space model.

Introduction

The calculation and design of the reliable and economical building structures with due regard for their interaction with soil is an important problem of modern civil engineering. The problem of foundation calculation is the one of the most difficult problems of structural mechanics because of undetermined physical properties of the soil under the foundation. It is common knowledge that any soils under the load subside and become deformed. However, permanent deformation is always observed after removing of load.

Construction over the deformed grounds has a wide-spread occurrence. It can be various structures with beam, frame, plate of pile foundations, engineering constructions, reservoirs, sluices, docks, dams etc. The operational integrity of the structures foundation depends more on the reliability of the designs. The design of the structures is generally

performed with allowance for deformability of foundation in linear statement. However, the straight line theory solves new problems nowadays. The main object of the strength and deformability calculation is estimation of the theoretical description of the building and foundation interaction. The purpose is to determine the strain-stress distribution of the «ground – foundation – construction» system in all range of loads and attacks. This makes it possible to use more fully properties of soils and carcass and performs reliable engineering calculations.

The theory is setting three main problems. The first problem includes decision of the ground design model. The second one is preference of the design model of construction, which interacts with the ground. The third problem is associated with methods of solutions of contact problem. When solving the contact problems, we use parameters, which characterize rigidness of the ground in the area of

contact with the structures. Stiffer modulus or stiffer function of the ground is accepted as such parameters.

The normative documents that are used [3] for calculating of the interaction the «ground – foundation – building» is recommended to form a dimensional design model system in which the base is modeled as half a fragment of flat or spatial finite element or as stiffness characteristics base contact zone with the construction. At the same time, the models used subgrade represent theoretical generalization of experimental data on the patterns of deformation under load the bases and are classified according to the following criteria: accounting distribution properties of the base; accounting permanent deformation; by type of force deformation relationship.

The work objective is to establish the impact of the quantitative characteristics of ground design models for internal force in base slabs and bearing structures of frame buildings on slab foundation.

Information actuality: Ground design models significantly affect on the strain-stress distributions of foundations and superstructures, however, technical and regulatory literature degree of impact of this influence is not enough.

Main information

The integrated justifying calculations projects construction, exploitation, reconstruction of facilities has become impossible without the use of modern computer programs. It should be remembered that the calculations, the results of which will be made a

design decision should only be undertaken after a series of preliminary calculations research nature, which is taking after account the influence of factors in the mathematical modeling of the system. The most important of these are problems of creating a geometric model, a finite element design models and the selection of the ground model.

The theoretical research methodology is based on the numerical simulation of complex professional software Lira and includes the following steps:

- 1) Select as object of research the multistory frame building on slab foundation.
- 2) The elaboration the finite element model of the frame building on slab foundation with loads of basic combinations.
- 3) The assumption the stiffness ratio for the foundation slab.

In this paper, the design model of the «ground – foundation – building» was considered using three computational models of soil stiffness characterizing base in the contact zone:

- model with variable stiffness. The parameters of this model were calculated automatically by the application «model soil», part of the software package «Lira» (Fig. 3);

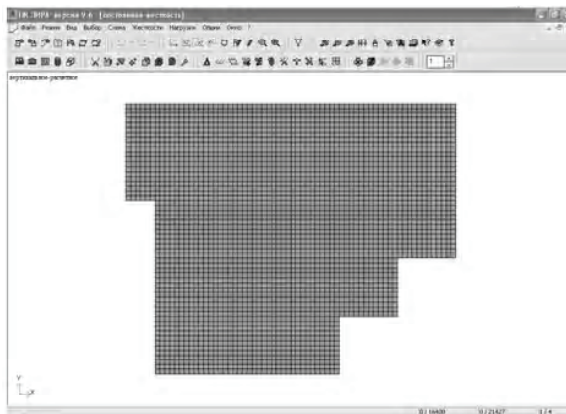


Figure 1. Base plate in the software package Lira.

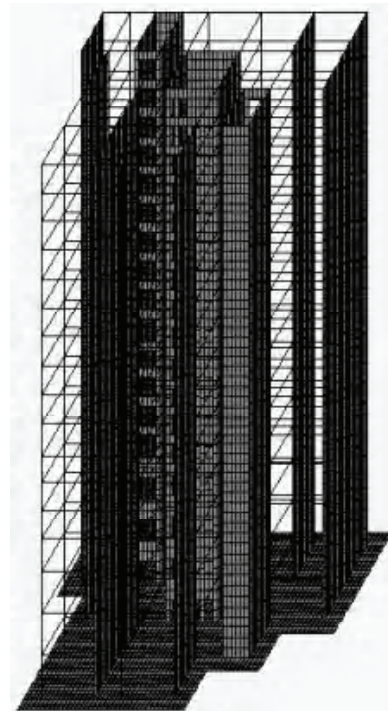


Figure 2. The effected finite element model of the building.

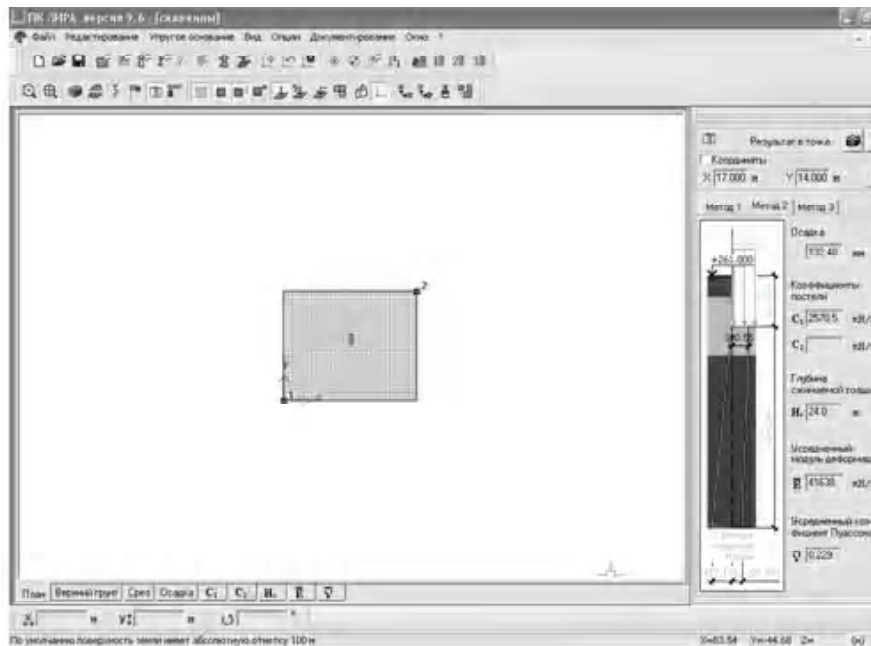


Figure 3. Calculation of model with variable stiffness using software complex «Lira».

- the model of permanent stiffness, that was designed by the formulas in manual calculation and was assigned for all finite elements, which are modeling foundation slab in the software package «Lira»;
 - the model of stiffness Klepikova the parameters of which have been determined taking into account the distribution capacity of the soil, as well as the elastic and plastic component of precipitation base [5].
- 4) The calculation and analysis of the impact of the considered ground design models for efforts and displacement in the foundation slab and the most loaded elements of the framework.

Conclusions

Based on the actual mechanical properties of soils, it is appropriate, select the ground design model in the form of some variety of continuum, used to solve contact problems parameters characterizing the stiffness of the ground in the contact area with the construction. In the quality of these parameters are accepted the stiffness ratio of the ground or function of stiffness of the ground.

- 1) Bending moments in a foundation slab in model of permanent stiffness exceeds the values of the bending moments at the foundation slab, char-

acterized by model of stiffness Klepikova at 19.30–23.15 %.

Bending moments in foundation slab with Model with variable stiffness lower than the bending moments at the base, characterized by model of stiffness Klepikova by 13.87–18.41 %.

- 2) The values of Z-axis for model of permanent stiffness exceeds stiffness the values by model of stiffness Klepikova at 7.15–8.95 %.

The values of Z-axis of model with variable stiffness below heave at the foundation slab, characterized by model of stiffness Klepikova at 10.11–12.54 %.

In terms of reliability, the deflections in the girders do not exceed allowable «Deflections and displacements» [7] ($l/175$) as a computational model with a constant stiffness and in the calculation model with a variable coefficient stiffness.

- 3) The vertical forces in the columns prepared using the model with variable stiffness higher than those obtained using the model of stiffness Klepikova 1.12–1.78 %.

The vertical forces in the columns, using a model of permanent stiffness lower than the values obtained using a model of stiffness Klepikova at 0.89–1.45 %.

- 4) After the detailed study of the «Models of soil» in Lira 9.6 it was found that the base of model

Vinklera does not correspond to its description in the literature. In particular sediment is not uniform for all the length of the structure, maximum draft in the center of the foundation slab, the smallest at the edges.

Therefore, we can conclude that the calculation of stiffness coefficients using the 2 (Winkler model) in the application «model soil» in Lira 9.6 is not appropriate, and obtained by using this application stiffness coefficients unreliable.

5) Completion of the analysis showed that for the considered model in this paper frame building is the most appropriate model stiffness Klepikova. Application of the ground design model in the form by model of stiffness Klepikova allows to consider the deformations of a general nature that extend beyond the loaded area and local deformation, developing only directly under load. This may take into account both linear and non-linear of the force deformation relationship.

References

1. Клепиков, С. Н. Расчет сооружений на деформируемом основании [Text] / С. Н. Клепиков. – Киев : НИИСК, 1996. – 204 с.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основы та фундаменти споруд. Основні положення проектування [Text]. – Введено вперше зі скасуванням на території України СНиП 2.02.01-83; чинні від 2009–07–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 107 с.
3. Пастернак, П. Л. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели [Text] / П. Л. Пастернак. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954. – 56 с.
4. СНиП II-8-78. Часть II. Нормы проектирования. Глава 8. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях [Text]. – Взамен главы СНиП II-A.14-71 ; введ. 1979–01–01. – М. : Стройиздат, 1979. – 24 с.
5. Горбунов-Посадов, М. И. Расчет конструкций на упругом основании [Text] / М. И. Горбунов-Посадов, Т. А. Маликова. – М. : Стройиздат, 1973. – 627 с.
6. Швед, В. Б. Надежность оснований и фундаментов [Text] / В. Б. Швед, Б. Д. Тарасов, Н. С. Швед. – М. : Стройиздат, 1980. – 158 с.
7. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи та фундаменти [Text] / М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлев, О. О. Петраков, В. Б. Швець, О. В. Школа, С. В. Біда, Ю. Л. Винников. – Полтава : ПНТУ, 2004. – 568 с.
8. ДБН В.1.1-5-2000. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Частина 2. Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах [Text]. – На заміну СНиП 2.01.09-91 (в частині вимог до проектування на просідаючих ґрунтах), СН 297-78; РСН 340-86; РСН 232-88; РСН 349-88 ; введені в дію з 1 липня 2000 р. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2000. – 84 с.
9. Горбунов-Посадов, В. И. Современное состояние научных основ фундаментостроения [Text] / В. И. Горбунов-Посадов. – Москва : Наука, 1967. – 69 с.

References

1. Klepikov, S. N. Structural analysis at deformed fundamental. Kiev: NIISK, 1996. 204 p. (in Russian)
2. DBN V.2.1-10-2009. Basis and foundations of constructions. General principles of designing. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2009. 107 p. (in Ukrainian)
3. Pasternak, P. L. Basis of innovative method of foundation analysis at elastic foundation by modulus of subgrade reaction. Moscow: State publishing house of references on civil engineering and architecture, 1954. 56 p. (in Russian)
4. SNiP II-8-78. The second part. Designing standards. The 8th chapter. Buildings and structures at Anthropogenic Soils. Moscow: Stroizdat, 1979. 24 p. (in Russian)
5. Gorbunov-Posadov, M. I.; Malikova, T. A. Structural analysis at elastic foundation. Moscow: Stroizdat, 1973. 627 p. (in Russian)
6. Shved, V. B.; Tarasov, B. D.; Shved, N. S. Reliability of foundation engineering. Moscow: Stroizdat, 1980. 158 p. (in Russian)
7. Zotsenko, M. L.; Kovalenko, V. I.; Yakovlev, A. V.; Petrakov, O. O.; Shvets, V. B.; Shkola, O. V.; Bida, S. V.; Vynnykov, Yu. L. Engineering geology, soil engineering, foundation engineering. Poltava: PNTU, 2004. 568 p. (in Ukrainian)
8. DBN V.1.1-5-2000. Buildings and constructions at Anthropogenic Soils and sagging soils. The second part. Buildings and constructions at Anthropogenic Soils. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2000. 84 p. (in Ukrainian)
9. Gorbunov-Posadov, V. I. Actual state of scientific basis of foundation engineering. Moscow: Science, 1967. 69 p. (in Russian)
10. Golovko, S. I. Theory and practice of reinforcement of foundation material by method of high-pressure cement grouting. Dnepropetrovsk: Thresholds, 2010. 247 p. (in Russian)
11. Rzhantsyn, B. A. Chemical grouting of civil engineering. Moscow: Stroizdat, 1986. 264 p. (in Russian)
12. Smorodinov, M. V.; Muliukov, E. I. Current methods of reconstruction of foundations and toe hold. Moscow: Stroizdat, 1982. 54 p. (in Russian)

10. Головки, С. И. Теория и практика усиления грунтовых оснований методом высоконапорной цементации [Text] / С. И. Головки. – Днепропетровск : Пороги, 2010. – 247 с.
11. Ржаницын, Б. А. Химическое закрепление грунтов строительства [Text] / Б. А. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1986. – 264 с.
12. Смородинов, М. В. Современные способы реконструкции фундаментов и укрепления оснований [Text] / М. В. Смородинов, Э. И. Мулюков. – М.: Стройиздат, 1982. – 54 с.
13. Швеи, В. Б. Усиление и реконструкция фундаментов [Text] / В. Б. Швеи, В. И. Феклин, Л. К. Гинсбург. – М.: Стройиздат, 1985. – 202 с.
14. Соколович, В. Е. Химическое закрепление грунтов [Text] / В. Е. Соколович. – М.: Стройиздат, 1980. – 118 с.
15. Крутов, В. И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах [Text] / В. И. Крутов. – Киев : Будівельник, 1982. – 224 с.
13. Shvets, V. B.; Feklin, V. I.; Ginsburg, L. K. Consolidation and reconstruction of the foundations. Moscow: Stroizdat, 1985. 202 p. (in Russian)
14. Sokolovich, V. E. Chemical grouting. Moscow: Stroizdat, 1980. 118 p. (in Russian)
15. Krutov, V. I. Bases and foundations at collapsible soil. Kyiv: Builder, 1982. 224 p. (in Russian)

Петраков Олександр Олександрович – доктор технічних наук, професор кафедри основ, фундаментів та підземних споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: теорія взаємодії споруд з деформованою основою, у тому числі на підроблюваних територіях і осідних грунтах; розробка і дослідження фундаментів підвищеної несучої спроможності і методів їх розрахунку на основі гіпотез нелінійної геомеханіки та теорії будівельних конструкцій.

Яркін Віктор Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри основ, фундаментів та підземних споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: взаємодія будівель і споруд з нерівномірно деформованою основою, будівництво та проектування будівель і споруд в складних інженерно- та горно-геологічних умовах.

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

Петраков Александр Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры оснований, фундаментов и подземных 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.

Яркин Виктор Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: взаимодействие зданий и сооружений с неравномерно деформируемым основанием, строительство и проектирование зданий и сооружений в сложных инженерно- и горно-геологических условиях.

Брыжата Екатерина Олеговна – аспирант кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружений.

Petrakov Oleksand – DSc (Eng.), Professor; Basements, Foundations and Underground Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theory of interaction with deformable structures base, including undermined territories and subsiding soils; development and research foundations increased carrying capacity and methods of their calculation on the basis of hypotheses and theories of nonlinear geomechanics constructions.

Yarkin Viktor – PhD (Eng.), Associate Professor; Basements, Foundations and Underground Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: interaction of buildings and structures with unevenly deformable grounds, construction and design of buildings and structures in hard engineer- and mini-geological conditions.

Bryzhata Kateryna – postgraduate student; Basements, Foundations and Underground Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: constructions with variable parameters to correct the lists in buildings.

