

Определение осадок фундаментов с учетом ползучести квазиоднородных грунтов оснований

¹**ЖАКУЛИН Адил Султанович**, д.т.н., профессор, adilzhakulin@mail.ru,

¹**ЖАКУЛИНА Айсулу Адилевна**, к.т.н., доцент, aisuluzh@mail.ru,

¹**КРОПАЧЕВ Петр Александрович**, к.т.н., доцент, kropachev-54@mail.ru,

^{1*}**ЖАУТИКОВА Салтанат Ахатовна**, магистрант, старший преподаватель, saltynchik@mail.ru,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель статьи – расчет осадок фундаментов с учетом ползучести квазиоднородных грунтов оснований. Приведено распространение глинистых грунтов по глубине на территории Центрального Казахстана. Анализ результатов напластования показывает, что физические свойства глин обладают неоднородностью сложения и достаточно большим разбросом значений по глубине. Экспериментально установлено, что глинистые грунты, отобранные на разных глубинах, характеризуются при сдвиге затухающей ползучестью. Описаны методы определения коэффициентов консолидации и ползучести по экспериментальным кривым. Приведены расчетные формулы определения осадок фундаментов с учетом ползучести квазиоднородных грунтов оснований. Расчетные формулы получены на основе результатов экспериментальных данных, свидетельствующих о новизне метода.

Ключевые слова: физико-механические свойства, грунты, глины, осадки, консолидация, ползучесть.

Введение

Для Центральной части Казахстана особенно характерны грунты глинистые [1]. В частности, при интенсивном строительстве различных объектов городов Нұр-Сұлтан и Караганды проектировщики и строители нередко сталкиваются с такими грунтами, обладающими специфическими свойствами. На рисунке 1 приведены графики изменения плотности грунтов глинистых по глубине до 38,0 м.

Плотности грунтов по глубине изменчивы, их значение составляет:

- в пределах от 1,7 до 1,8 г/м³ на уровне 9,0 м и 25,0 м;

- в пределах от 2,05 до 2,08 г/м³ на глубине 3,0 м и 16,0 м.

Это значительно затрудняет расчеты при проектировании фундаментов [1-6].

В условиях полного или частичного водонасыщения в грунтах глинистых происходят следующие процессы:

- изменение из твердого состояния в пластичное состояние;

- потеря первоначальной структурной прочности;

- значительное ухудшение значения расчетных параметров – сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации.

Актуальность состоит в том, что необходимо изучить изменение по глубине толщи массива свойств грунтов глинистых. Также важно произ-

вести обоснованную оценку прочности основания для обеспечения безопасности находящегося на нем объекта при эксплуатации (рисунок 1).

Анализом распределения физических свойств грунтов глинистых по глубине залегания установлено, что значения плотности изменяются в пределах 1,85-2,1 г/см³.

На рисунке 2 приведены результаты определения значений «свободного набухания» грунтов глинистых до глубины 34,0 м.

Результаты исследований

Результаты изучения развития значений «свободного набухания» позволили установить, что их величины по глубине залегания весьма изменчивы. Разность значений может быть в два и более раза (от 0,1 до 0,24), и зависит от истории и условий формирования за долговременный период, составляющий многие тысячи и миллионы лет. Это грунты глинистые, континентального происхождения павлодарской свиты, которые относятся к средне- и сильно набухающим.

При проектировании особенно следует обращать внимание на величину усадки глин, которая превышает допустимую величину осадки и имеет неравномерный характер.

На рисунке 3 приведены данные испытаний грунтов глинистых в приборах трехосного сжатия на ползучесть объемную.

Величина всестороннего давления в опытах составляла:

$$\sigma_m = 0,10;$$

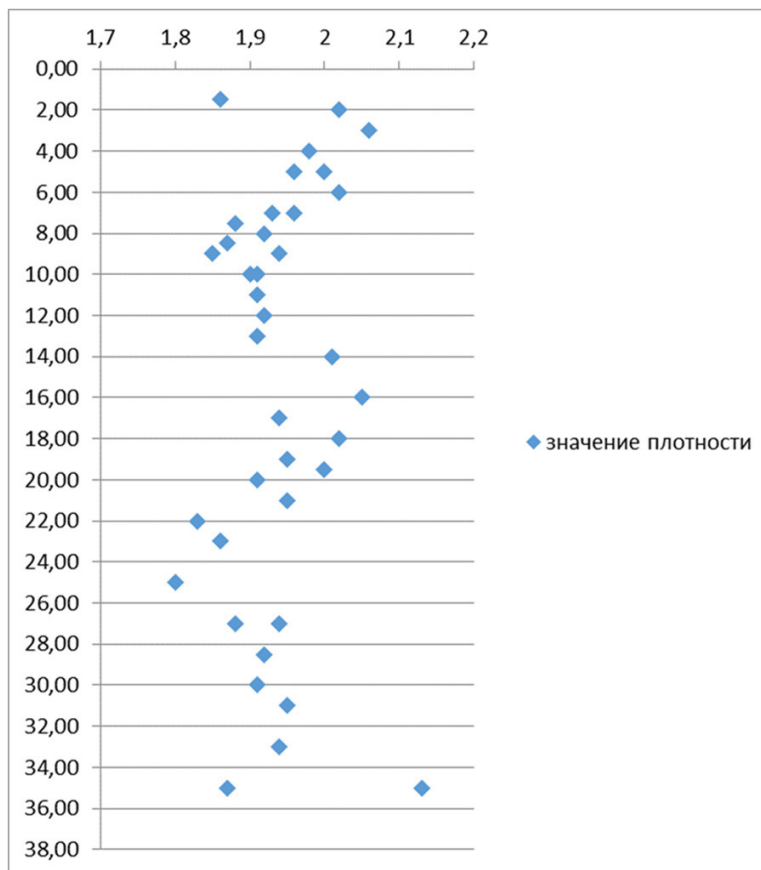


Рисунок 1 – График изменения по глубине плотности

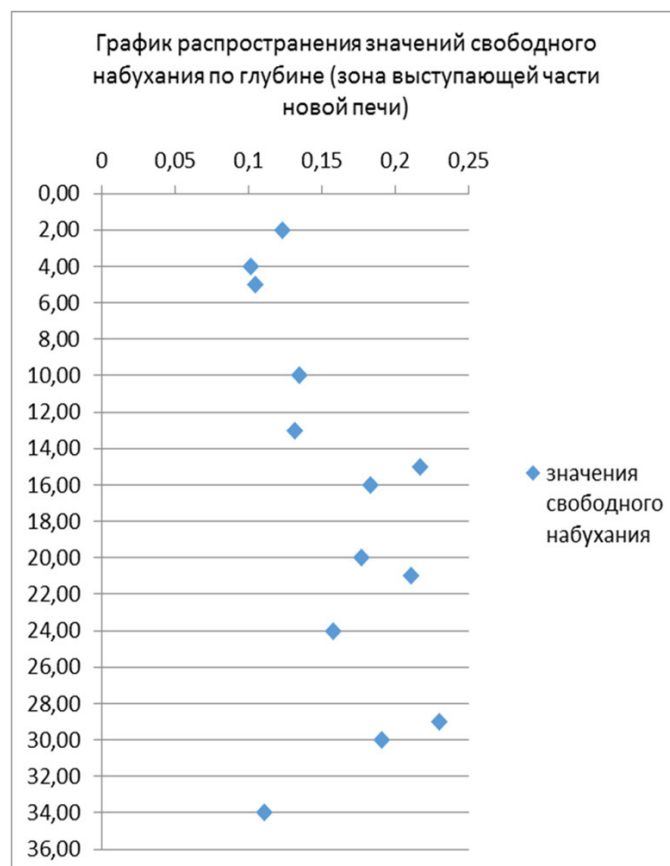


Рисунок 2 – График изменения по глубине «свободного набухания»

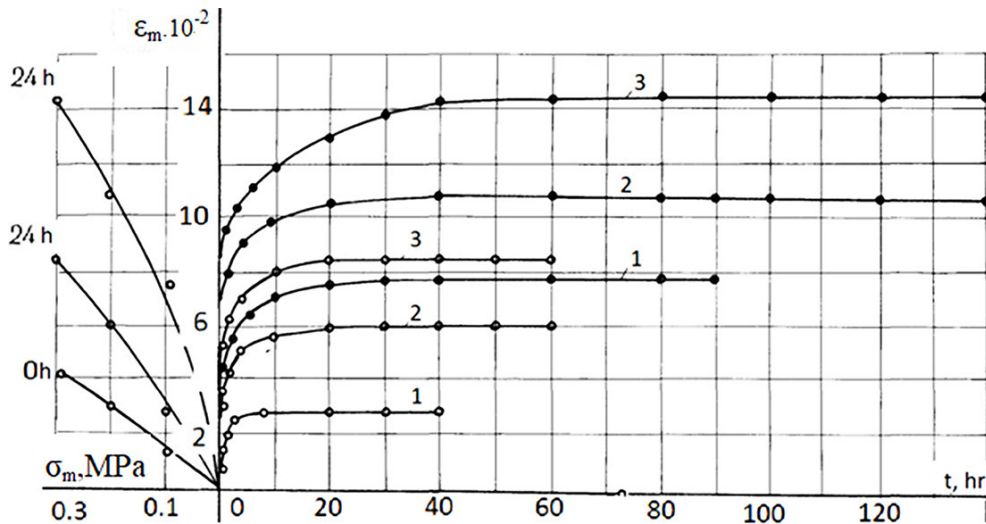


Рисунок 3 – Изменение во времени объемной ползучести

$\sigma_m = 0,20$;
 $\sigma_m = 0,3$ МПа.

Как показали результаты исследований, с увеличением σ_m увеличивается и время стабилизации деформаций объемных. Опытами с образцом природной плотности-влажности выявлено, что затухание деформаций объемных наблюдалось в пределах от 3,0 до 7,0 суток. Причем при изменении σ_m от 0,1 до 0,3 МПа деформации объемные вырастали в 2,1 раза.

При исследовании деформаций объемных глин с увеличением величины давления всестороннего сжатия также наблюдалось увеличение времени их стабилизации. Так, если при $\sigma_m = 0,1$ МПа полная стабилизация деформаций ползучести объемной была достигнута в течение 4,0-5,5 суток, то при $\sigma_m = 0,3$ МПа она составила от 5,0 до 7,0 суток [3]. Анализ результатов исследования показывает, что глинистые грунты основания обладают ярко выраженной затухающей ползучестью.

Таким образом, следует, что глинистые грунты распространены на территории центра Казахстана, достигают мощности до 38,0-40,0 м и проявляют набухающие свойства, а также свойства ползучести затухающего характера при сдвиге и полном водонасыщении.

Расчетные параметры консолидации – C_v и ползучести – C_a были определены экспериментально в лабораторных условиях на основе зависимости $-\varepsilon = f(\lg t)$, (рисунки 4, 5).

Из экспериментальных графиков следует, что расчетные параметры консолидации изменяются в пределах от 0,0552 до 0,0686 и ползучести от 0,849 до 0,1159 на глубине 5,0 м.

В отношении квазиоднофазной, а также однокомпонентной систем определение осадок слоя грунта решается в предположении, что осадка происходит исключительно за счет ползучести скелета грунта. Ядро ползучести характеризуется скоростью ползучести грунта в условиях единич-

ного напряжения постоянного. Ползучесть скажется только на протекании осадок во времени. Как вытекает из определения параметров затухающей ползучести, относительной сжимаемости скелета грунта, коэффициент при ползучести m_s можно выразить следующим уравнением:

$$m_s = C_v C_a (1 - e^{-\delta_1^t}), \quad (1)$$

где C_v и C_a – первичная и вторичная консолидация грунта коэффициенты.

При этом относительной сжимаемости скелета грунта коэффициент при ползучести – m_s определяется:

$$m_s = m' \left[1 + \frac{C_a}{C_v} (1 - e^{-\delta_1^t}) \right], \quad (2)$$

а так как согласно формуле:

$$m_s = C_v C_a (1 - e^{-\delta_1^t}), \quad (3)$$

то, подставляя выражение, получим, что для квазиоднофазного грунта протекание осадки ползучести во времени будет описываться выражением:

$$S = h_s C_v P \left[1 + \frac{C_a}{C_v} (1 - e^{-\delta_1^t}) \right]. \quad (4)$$

Отметим, что в случае действия местной нагрузки (от фундаментов сооружений) принимают значение эквивалентного слоя h_s .

Заключение

Площадки строительства сложены в геолого-литологическом строении отложениями нижнечетвертичными представленными глинами.

В результате лабораторных исследований установлено, что глины при водонасыщении, набухая, изменяют первоначальное значение сцепления, угла трения внутреннего, деформации модуля в 2-3 раза.

Анализ результатов исследования трехосных испытаний показывает, что глинистые грунты



Рисунок 4 – Графики консолидации по установлению расчетных параметров консолидации и ползучести

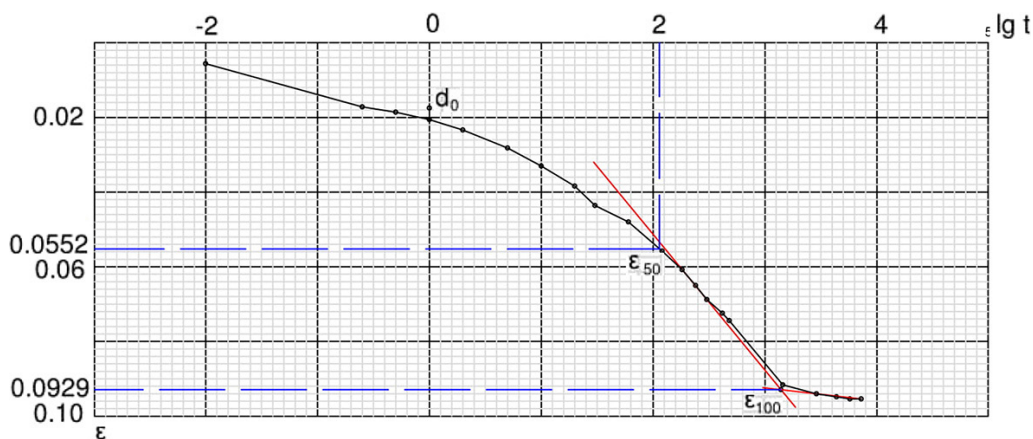


Рисунок 5 – Графики консолидации по установлению расчетных параметров консолидации и ползучести

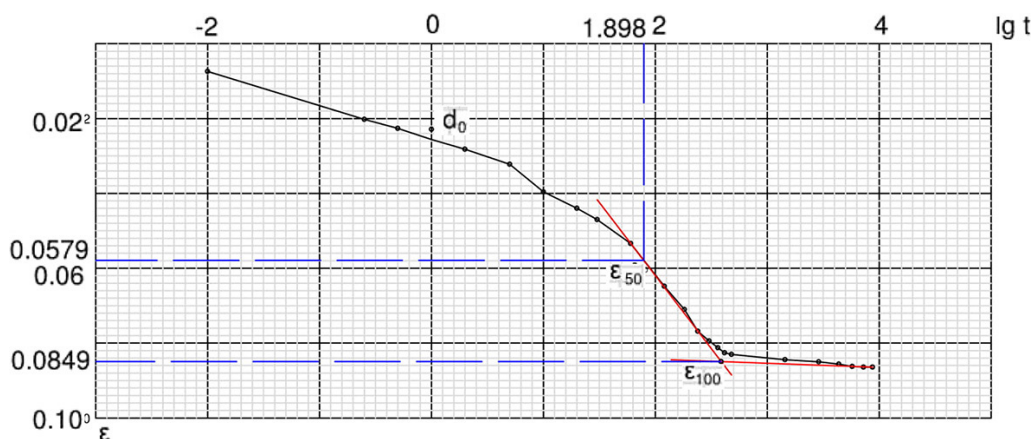


Рисунок 6 – Графики консолидации по установлению расчетных параметров консолидации и ползучести

основания обладают ярко выраженной «затухающей ползучестью».

По результатам компрессионных испытаний определяют расчетные параметры фильтрационной консолидации и ползучести (вторичной

консолидации).

Предложена формула определения осадки фундаментов с учетом ползучести для квазиднофазного грунтового основания на основе экспериментальных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жакулин А.С., Жакулина А.А. Основы геотехнического проектирования. – Караганда, 2015.
2. НТП Геотехническое проектирование. – Алматы, 2012.
3. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. – М., 2008.
4. Жакулин А.С. Деформируемость грунтов водонасыщенных оснований. Saarbrücken: Изд-во LAP, 2015.
5. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М., 2002.
6. Тер-Мартirosян З.Г. Реологические параметры грунтов и их расчеты. – М., 2011.

Негіздердің квазибірфазалық топырақтарының жылжуын ескере отырып, іргетастардың шөгуін анықтау

¹**ЖАКУЛИН Әділ Сұлтанұлы**, т.ғ.д., профессор, adilzhakulin@mail.ru,

¹**ЖАКУЛИНА Айсулу Әділқызы**, т.ғ.к., доцент, aisuluzh@mail.ru,

¹**КРОПАЧЕВ Петр Александрович**, т.ғ.к., доцент, kropachev-54@mail.ru,

^{1*}**ЖАУТИКОВА Салтанат Ахатқызы**, магистрант, аға оқытушы, saltynchik@mail.ru,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақаланың мақсаты – негіздердің квазибірфазалық топырақтарының жылжуын ескере отырып, іргетастардың шөгуін есептеу. Негіздердің квазибірфазалық топырақтарының жылжуын ескере отырып, іргетастардың шөгуін есептеу қарастырылады. Орталық Қазақстан аумағында сазды топырақтардың тереңдігі бойынша таралуы келтірілген. Қабаттасу нәтижелерін талдау саздардың физикалық қасиеттері қабаттасудың біртекті еместігін және тереңдік бойынша мәндердің едәуір үлкен шашырауына ие екенін көрсетеді. Әр түрлі тереңдікте таңдалған сазды топырақтар ығысу кезінде өшіп бара жатқан жылжумен сипатталатыны эксперименталды түрде анықталды. Эксперименттік қисықтар бойынша шоғырландыру және жылжу коэффициенттерін анықтау әдістері сипатталған. Негіздердің квазибіртекті топырақтарының жылжуын ескере отырып, іргетастардың шөгуін анықтаудың есептеу формулалары келтірілген. Есептеу формулалары әдістің жаңалығын көрсететін эксперименттік мәліметтер нәтижелері негізінде алынды.

Кілт сөздер: физикалық-механикалық қасиеттері, топырақтар, саздар, жауын-шашын, шоғырландыру, жылжығыштығы.

Determining the Foundation Subsidence Taking into Account Quasi-single-phase Soils of Foundations Creep

¹**ZHAKULIN Adil**, Dr. Tech. Sci., Professor, adilzhakulin@mail.ru,

¹**ZHAKULINA Aisulu**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, aisuluzh@mail.ru,

¹**KROPACHEV Peter**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, kropachev-54@mail.ru,

^{1*}**ZHAUTIKOVA Saltanat**, master student, Senior Lecturer, saltynchik@mail.ru,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev ave., 56,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the article is to calculate the foundation subsidence taking into account quasi-single-phase soils of foundations creep. The calculation of the foundation subsidence is considered taking into account the creep of quasi-homogeneous soils of the foundations. The distribution of clay soils at the depth in the territory of Central Kazakhstan is given. The analysis of the bedding results shows that the physical properties of clays include an inhomogeneous composition and a fairly large spread of values over depth. It has been experimentally established that clay soils sampled at different depths are characterized by damped creep during shear. Methods of determining the consolidation and creep coefficients from experimental curves are described. The calculation formulas are given for determining the foundation subsidence, taking into account the creep of quasi-uniform soils of the foundations. The calculation formulas have been obtained based on the results of experimental data indicating the novelty of the method.

Keywords: physical and mechanical properties, soils, clays, sediments, consolidation, creep.

REFERENCES

1. Zhakulin A.S., Zhakulina A.A. Osnovy geotekhnicheskogo proektirovaniya. – Karaganda, 2015.
2. NTP Geotekhnicheskoe proektirovanie. – Almaty, 2012.
3. Vyalov S.S. Reologicheskie osnovy mekhaniki gruntov. – M., 2008.
4. Zhakulin A.S. Deformiruemost gruntov vodonasyschennykh osnovanii. Saarbrücken: Izd-vo LAP, 2015.
5. Ukhov S.B. i dr. Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenty. – M., 2002.
6. Ter-Martirosyan Z.G. Reologicheskie parametry gruntov i ikh raschety. – M., 2011.