

УДК 624.159.1

## **АНАЛИЗ МЕТОДА РАСЧЕТА КРУГЛО-ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФУНДАМЕНТОВ КАК КОРОТКИХ ИЗГИБАЕМЫХ СВАЙ**

А. Р. Аманбакиев, студент гр. СДб-131, III курс  
Научный руководитель: М. В. Соколов, аспирант  
Кузбасский Государственный Технический Университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

При устройстве опор освещения и дорожных знаков в строительстве автомобильных дорог широкое применение нашли монолитные круглоцилиндрические фундаменты, требующие нового подхода по определению рациональных технологических и конструктивных параметров. Данная проблема значительно увеличивает стоимость устройство оснований, а также значительно повышает риски и возможность техногенных аварий. Решение проблемы отражено в применении скорректированных методов расчета оснований и фундаментов.

В работе [1] были рассмотрены различные методы расчета фундаментов, применимых для определения характеристик круглоцилиндрических фундаментов. По форме нагружения и конструктивным особенностям фундамента за основу была принята методика расчета отдельно стоящей изгибаемой сваи, согласно [2]. Дальнейшие исследования позволили оценить точность расчетов, установить рациональные диапазоны исходных параметров и определить факторы, качественно влияющие на технологические параметры фундаментов.

В ходе работы была исследована база данных результатов в виде значений высоты фундамента  $h$ , полученные путем расчета в «Программе для расчета круглоцилиндрических фундаментов под дорожные знаки», основные алгоритмы которой изложены в [3] и имеющей свидетельство государственной регистрации. В качестве оснований под фундамент рассмотрены пылеватоглинистые и песчаные грунты различного состояния и плотности сложения, имеющие значения физико-механических свойств в следующих диапазонах: удельный вес  $\gamma = 14...22$  кН/м<sup>3</sup>; угол внутреннего трения  $\varphi = 10...32^\circ$ ; удельное сцепление  $C = 0...70$  кПа. Проектирование фундамента осуществлялось в городских условиях IV климатического района под дорожный знак, имеющего два вертикально расположенных на одной опоре щитка - знака квадратной формы III типоразмера и одну табличку, в соответствии с нормами [4]. Конструктивные решения предполагали рассмотрение круглого сечения фундамента в диапазоне значений диаметра  $d = 0,4...0,6$  м. Были установлены максимальные возможные вертикальные и горизонтальные перемещения обреза фундамента с точки зрения эстетики и психофизиологического воздействия на человека.

Зависимости полученных значений  $h$  от прочностных характеристик грунтов основания при его диаметре  $d = 0,4$  м. приведены на рис. 1.

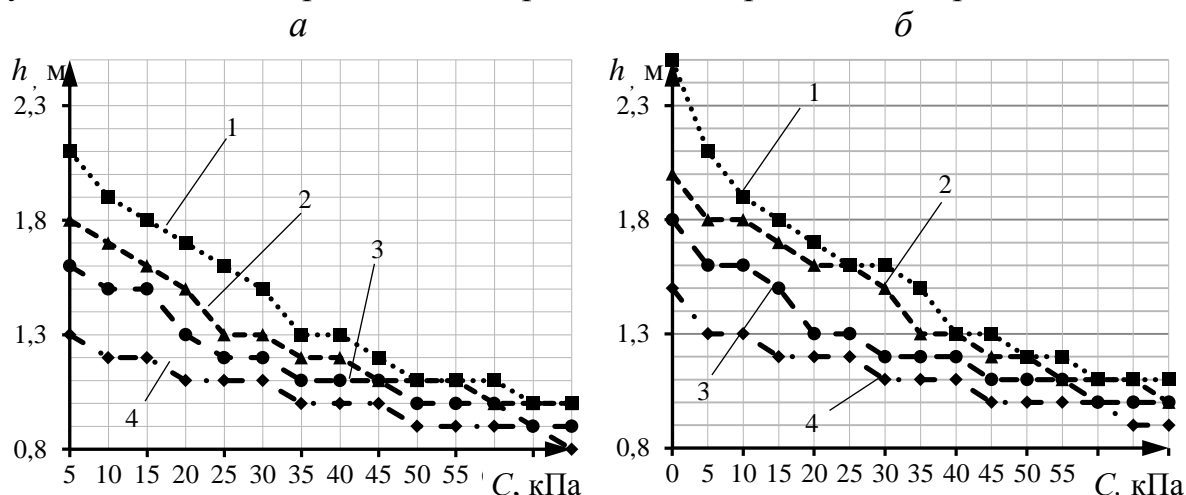


Рис. 1. Зависимость высоты  $h$  твердой глины (а) и твердой супеси (б) от  $C$  при значения  $\gamma = 14$  кН/м<sup>3</sup> и  $\varphi$  равном:  
 1 –  $\varphi = 10^\circ$ ; 2 –  $\varphi = 16^\circ$ ; 3 –  $\varphi = 22^\circ$ ; 4 –  $\varphi = 32^\circ$

В результате анализа рассчитанных значений высоты фундамента  $h$  (рис. 1) отмечено монотонное уменьшение  $h$  с увеличением прочностных характеристик грунтов, а именно угла внутреннего трения  $\varphi$  и удельного сцепления  $C$ .

Для анализа влияния состояния пылеватоглинистых грунтов были установлены зависимости отношения высот  $h_5/h_{70}$  от угла внутреннего трения  $\varphi$  при  $C = 5$  кПа и  $C = 70$  кПа соответственно, а также зависимости  $h(\varphi)$  для песчаных грунтов различной крупности. Характерные результаты обработки данных представлены на рис. 2.

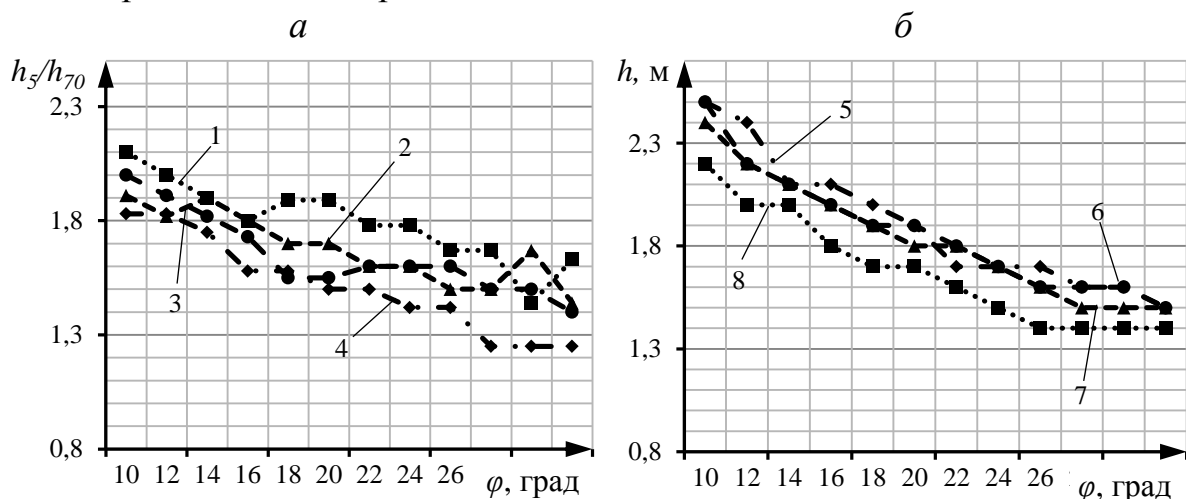


Рис. 2. Зависимость отношения  $h_5/h_{70}$  для суглинка (а) и  $h$  для песков (б) от  $\varphi$  при различных состояниях глин и размерах песчаных частиц:  
 1 – мягкопластические; 2 – тугопластические и полутвердые; 3 – твердые; 4 – текучепластические; 5 – пылеватые; 6 – мелкие; 7 – крупные; 8 – гравелистые

Основываясь на результатах анализа полученных значений  $h$  (рис. 2) можно сделать вывод, что значения  $h$  уменьшаются, так как грунт при уменьшении показателя текучести пылевато-глинистых и увеличении размеров частиц песчаных грунтов, грунтовые основания приобретают повышенные прочностные характеристики.

В результаты проведенных исследований обнаружены факторы, качественно и количественно изменяющие значения  $h$ . Таким образом, при диаметре  $d = 0,6$  м. значения  $h$  распределяются по более сложному математическому закону, который прослеживается на рис. 3.

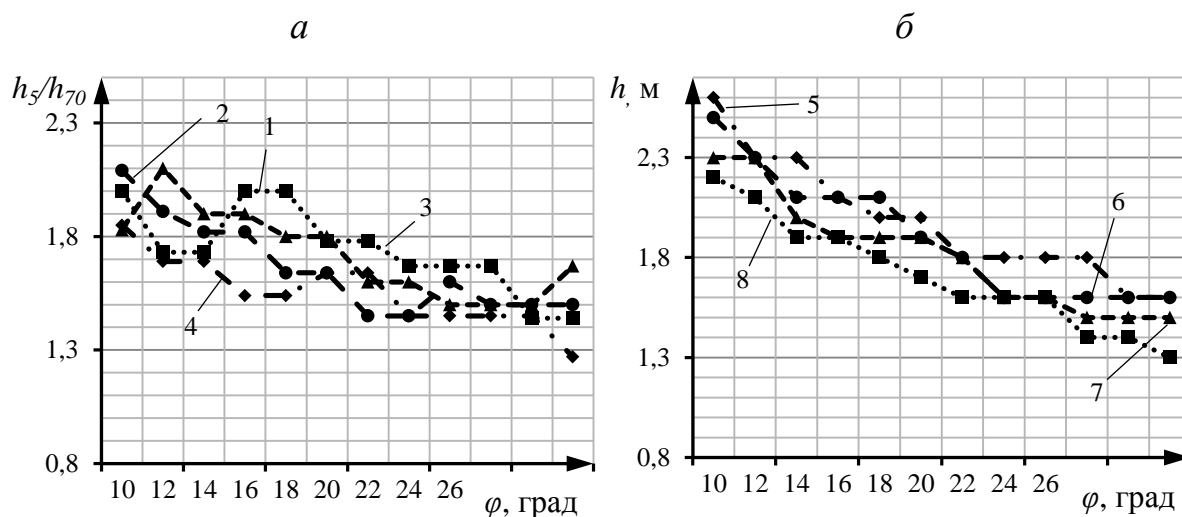


Рис. 3. Зависимость отношения высот  $h_5/h_{70}$  для суглинка (а) и высоты  $h$  для песка (б) от угла внутреннего трения  $\varphi$  при разных состояниях и размерах частиц грунтов:  
 1 – мягкопластические; 2 – тугопластические и полутвердые; 3 – твердые;  
 4 – текучепластические; 5 – пылеватые; 6 – мелкие; 7 – крупные;  
 8 – гравелистые

В результате анализа приведенных зависимостей (рис. 3) отмечаются резкие изменения  $h$  при повышении прочности основания, образование большого количества пиков распределения. Причинами характерных изменений является: изменение типа жесткости кругло-цилиндрического фундамента; наличие в методике коэффициентов, полученных при иных условия или не совпадающие с заданными параметрами расчета.

Кроме отклонений, связанных с изменением диаметра фундамента, выявлено, что текучепластические глины и суглинки имеют постоянную величину  $h$  при изменяющихся прочностных параметрах  $\varphi$  и  $C$ . Анализ рассчитанных значений высоты фундамента  $h$  (рис. 4) показывает, что текучепластические глины и суглинки при значении угла внутреннего трения  $\varphi = 28^\circ$  и выше имеют  $h = const$  при изменении удельного сцепления  $C$ .

Факторами влияния на форму распределения  $h(C)$  (рис. 4) являются:

- диапазон значений исходных параметров программы;
- текучепластические глины и суглинки относятся к особым видам грунтов;

- влияние табличных коэффициентов в рассматриваемой методике.

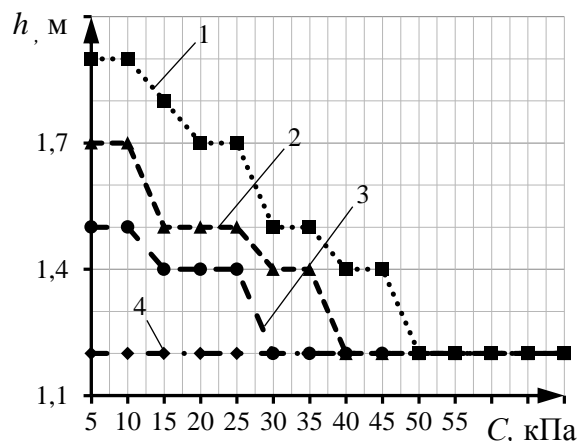


Рис. 4. Зависимость высоты фундамента  $h$  для текучепластических и пылевато-глинистых грунтов от  $C$  при  $\varphi$  равным:  
1 –  $\varphi = 10^\circ$ ; 2 –  $\varphi = 16^\circ$ ; 3 –  $\varphi = 22^\circ$ ; 4 –  $\varphi = 32^\circ$

Таким образом, представленные результаты расчета доказывают, что методика расчета изгибаемых стержневых элементов в грунтовом массиве применима для расчета кругло-цилиндрических фундаментов под дорожные знаки и опоры освещения в следующих диапазонах исходных параметров:

- залегание в основании грунтов различного наименования и состояния, за исключением текучепластичной глины;
- значения удельного веса грунта в диапазоне  $\gamma = 14 \dots 22 \text{ кН/м}^3$ ;
- значения угла внутреннего трения  $\varphi = 10 \dots 28^\circ$ ;
- значения удельного сцепления грунта  $C = 0 \dots 55 \text{ кПа}$ ;
- ограничение величины диаметра  $d$  фундамента под дорожные знаки не более 0,4 м., а для опор освещения – не более 1,2 м..

Для решения проблем влияния диаметра фундамента и текучепластичного состояния глинистых грунтов рационально применение комплексного метода расчета высоты фундамента изложенного в [5] и ведение расчетов в следующих диапазонах физико-механических свойств для текучепластических глин:

- значения удельного веса грунта в диапазоне  $\gamma = 14 \dots 22 \text{ кН/м}^3$ ;
- при значениях угла внутреннего трения  $\varphi = 22 \dots 30^\circ$  удельное сцепление не должно превышать  $C = 30 \text{ кПа}$ ;
- при значениях угла внутреннего трения  $\varphi = 16 \dots 20^\circ$  удельное сцепление не должно превышать  $C = 40 \text{ кПа}$ ;
- при значениях угла внутреннего трения  $\varphi = 10 \dots 14^\circ$  удельное сцепление не должно превышать  $C = 50 \text{ кПа}$ .

#### Список литературы

1. Шабаев, С. Н. Обоснование методики расчета кругло-цилиндрических фундаментов под дорожные знаки / С. Н. Шабаев, М. В. Соколов, // Сборник

трудов III Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью», 26-27 ноября 2014г., г. Кемерово: ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева. – 2014г. – С. 256-257.

2. СП 24.13330.2011. Свайный фундамент. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 / Мин. России.–М.:ОАО «ЦПП», 2010. – 109с.

3. Шабаев, С. Н. Разработка основ программного комплекса для расчета кругло-цилиндрических фундаментов для дорожных знаков [Текст] / С. Н. Шабаев, М. В. Соколов, С. А. Юрин // Вестн. КузГТУ. – 2014. – №4. - С. 115-118.

4. ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного Движения. Знаки дорожные. Общие технические требования / Федер. агент. по тех. регул. и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2006. – 129 с.

5. Аманбакиев, А. Р. Развитие алгоритма расчета кругло-цилиндрических фундаментов под опоры освещения и дорожные знаки [Текст] / А. Р. Аманбакиев, М. В. Соколов, // VII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Россия молодая», 21-21 апреля 2015г., г. Кемерово: ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф, Горбачева – 2015г.