

*МЕТОД ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАИ С РОСТВЕРКОМ***В.В. ДЕНИСЕНКО<sup>1</sup>, П.А. ЛЯШЕНКО<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,  
электронная почта: devivi@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Кубанский государственный аграрный университет,  
350044, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Калинина, 13;  
электронная почта: lyseich1@yandex.ru*

Отмечены недостатки известных методов оценки несущей способности свайных фундаментов с ростверком, основными из которых являются большие трудовые и материальные затраты при их применении. Описан разработанный авторами метод оценки несущей способности свайных фундаментов с ростверком, лишенный недостатков известных методов. Метод оценки несущей способности свай с ростверком упрощает и удешевляет испытания свай с ростверком, обеспечивает идентичность испытания свай с ростверком натуральным условиям их работы в фундаментах сооружений, позволяет достоверно учитывать распределение нагрузки на фундамент между сваями и ростверком в конкретных условиях строительства и таким образом создает определенный практический и экономический эффект.

**Ключевые слова:** натурная свая, эталонная свая, вдавливающая нагрузка, грунты, стабилизация осадки свай, фундамент сооружения.

Для оценки несущей способности свайных фундаментов сооружений по экспериментальным данным натуральных испытаний фрагментов свайных фундаментов используют различные методы [1-3], которые требуют больших трудовых и материальных затрат и имеют ряд недостатков, ограничивающих и снижающих эффективность их применения.

Так, например, метод измерения распределения внешней нагрузки на свайный фундамент между сваями и ростверком [1] заключается в установке на сваи (две и более) сборных ростверков, опирающихся также на грунтовое основание и в установке на подошве ростверков, находящейся в контакте с поверхностью грунтового основания, датчиков давления грунта, а затем в нагружении фундамента гидравлическим домкратом через стальную раму, передающую нагрузку от домкрата на ростверк и сваи, измерении осадки свай и ростверка при увеличении силы домкрата. По данным датчиков давления рассчитывают силу сопротивления грунтового основания ростверку и

определяют её долю от общей силы, действующей со стороны домкрата на фундамент. Недостатками этого метода способа являются:

- измерение сопротивления грунтового основания ростверку в ограниченном числе точек не позволяет достоверно рассчитать сопротивление грунтового основания ростверку, так как оно сильно изменяется вдоль грани ростверка в промежутке между сваями;

- большая зависимость сопротивления грунтового основания ростверку от конкретной конструкции фундамента (числа свай в фундаменте, расстояния между ними), поэтому испытание может проводиться только после устройства фундамента полностью или его типовых частей.

В другом методе оценки несущей способности свайных фундаментов с учётом влияния ростверка [2] предварительно определяют несущую способность одиночной сваи путём применения одиночных ударов по отказу в конце забивки сваи, затем одевают на голову свая элемент ростверка, осуществляют подсыпку и притирку его к поверхности грунта, проводят динамическое испытание сваи с ростверком, затем по разности результатов несущей способности одиночной сваи и сваи с ростверком судят о вкладе ростверка в несущую способность фундамента. Недостатками этого метода и элемента ростверка являются:

- раздельное испытание грунтового основания одиночной сваей и сваей с ростверком. Между этими двумя испытаниями производится монтаж ростверка, подсыпка и притирку его к поверхности грунта, что делает недостоверной оценку вклада ростверка в несущую способность грунтового основания при нагружении его сооружением, вследствие субъективного влияния производимых действий на свойства грунтов основания ростверка;

- применение испытания динамической нагрузкой, тогда как эксплуатационное нагружение является статическим, и реакция на него грунтового основания отличается от реакции на динамическое нагружение.

Нами разработан метод оценки несущей способности сваи с ростверком [4].

На рисунке 1 приведена схема устройства для реализации метода оценки несущей способности сваи с ростверком.

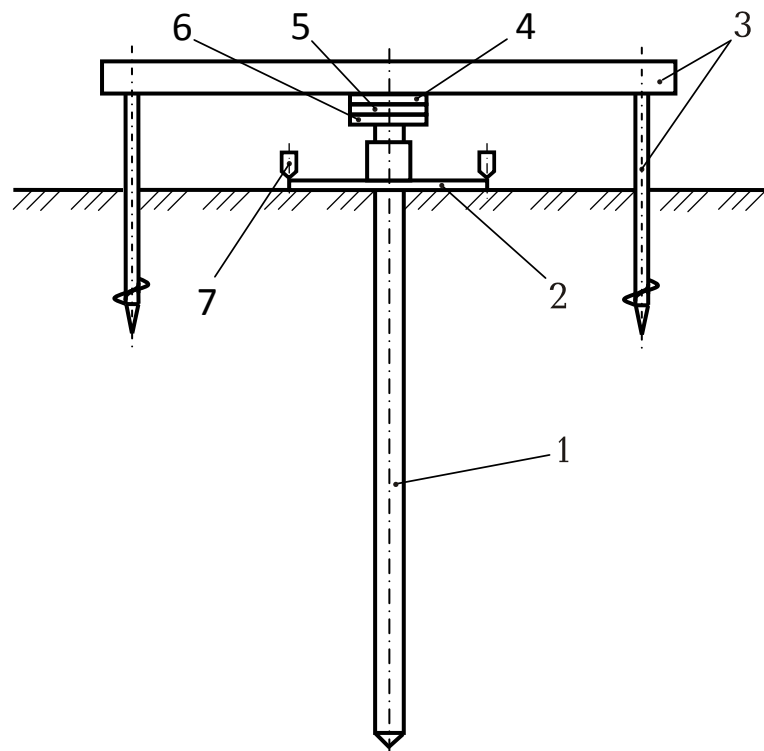


Рисунок 1 – Принципиальная блок-схема устройства для реализации метода оценки несущей способности сваи с ростверком

Устройство для реализации метода оценки несущей способности сваи с ростверком состоит из сваи 1, ростверка 2, упорной системы 3, блока 4 приложения силы, регистратора 5 приложенной силы, регистратора 6 осадки сваи с ростверком, регистраторов 7 деформации углов ростверка.

Свая 1 может иметь круглую или квадратную форму в поперечном сечении.

Ростверк 2 выполняют в виде горизонтально и симметрично расположенной относительно сваи квадратной плиты с размерами сторон в 6 раз больше диаметра сваи и толщиной в 40 раз меньше размера сторон плиты из материала с модулем упругости не более 210000 МПа. В частности, для типовой сваи диаметром  $D = 0,35$  м квадратная плита ростверка из материала с модулем упругости  $E = 210000$  МПа может быть выполнена с размером сторон  $a = 2,1$  м и толщиной 30, 40 или 50 мм, т.е при  $a/D = 6$  отношение  $a/h = 40-70$  (рисунок 2).

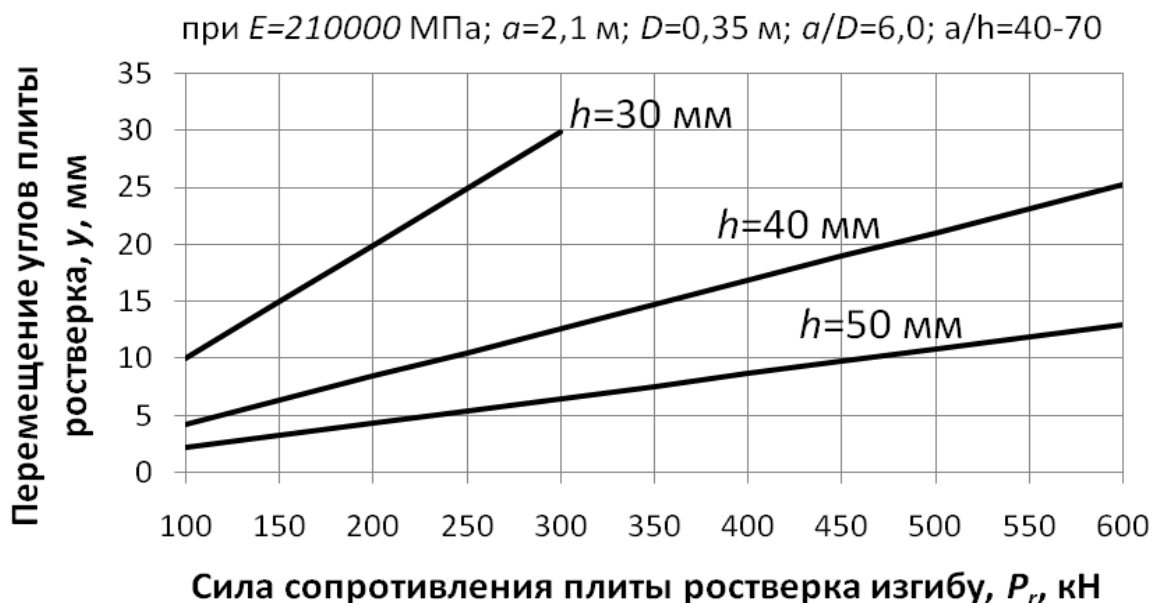


Рисунок 2 – Графики зависимости перемещения углов квадратной плиты ростверка толщиной  $h = 0,03; 0,04$  и  $0,05$  м от силы сопротивления плиты ростверка перемещению его углов, закрепленного на свае диаметром  $D = 0,35$  м и имеющим размер сторон  $a = 2,1$  м и модуль упругости  $E = 210000$  МПа

Выполнение ростверка 2 в виде квадратной плиты с размерами сторон в 6 раз больше диаметра сваи, толщиной в 40 раз меньше размера сторон плиты и из материала с модулем упругости менее 210000 МПа обеспечивает такую величину упругой деформации (перемещения) ее углов под действием приложенной силы, которую можно измерить и зарегистрировать регистраторами 7 деформации углов ростверка.

Упорная система 3 выполнена в виде жесткой упорной балки и анкеров. В качестве упорной системы может использоваться любая упорная конструкция для испытания грунтов статическими нагрузками [5-6].

Блок 4 приложения нагрузки выполнен в виде гидродомкрата со стабилизатором давления.

Регистратор 5 приложенной нагрузки выполнен в виде цифрового датчика давления с блоком памяти или манометра с визуальным съемом показаний.

Регистратор 6 осадки сваи с ростверком выполнен в виде цифрового датчика линейных перемещений с блоком памяти или прогибомера с визуальным съемом показаний [7-8].

Регистраторы 7 деформации углов ростверка выполнены в виде цифровых датчиков линейных перемещений с блоком памяти или индикаторов часового типа или прогибомеров с визуальным съемом показаний [7-8].

Метод оценки несущей способности сваи с ростверком осуществляется следующим образом.

На голове сваи 1, погруженной в грунтовое основание, подводят ростверк 2, выполненный в виде горизонтально и симметрично расположенной относительно сваи квадратной плиты, до полного соприкосновения с поверхностью грунтового основания и жестко закрепляют на голове сваи. При необходимости поверхность грунтового основания предварительно выравнивают путем снятия выпуклостей, не нарушая природное сложение грунтового основания. Горизонтальное и симметричное расположение квадратной плиты ростверка относительно сваи, подведение ее к поверхности грунтового основания до полного соприкосновения и жесткое закрепление на голове сваи обеспечивает равномерное распределение приложенной силы на плите ростверка, предотвращение возникновения касательных сил и идентичность испытания сваи с ростверком натуральным условиям их работы в фундаментах сооружений.

Монтируют упорную систему 3, блок 4 приложения силы, регистратор 5 приложенной силы, регистратор 6 осадки сваи с ростверком и регистраторы 7 деформации углов ростверка. Регистраторы 7 деформации углов ростверка размещают симметрично по углам квадратной плиты ростверка.

После монтажа устройства для испытания грунтового основания свай с ростверком производят приложение силы на сваю 1 с ростверком 2 с помощью блока 4 приложения силы. Приложенную силу на сваю с ростверком регистрируют регистратором 5 приложенной силы. Осадку сваи с ростверком, возникающую под действием приложенной силы, регистрируют регистратором 6

осадки сваи с ростверком. Одновременно с этим регистрируют вертикальные перемещения четырех угловых точек плиты ростверка регистраторами 7 деформации углов ростверка. Одновременная регистрация упругой деформации (перемещения) угловых точек плиты ростверка 2 в симметричных точках позволяет повысить достоверность результатов испытаний.

В результате испытания получают силу сопротивления грунтового основания свае с ростверком.

По результатам испытания рассчитывают силу сопротивления грунтового основания нагруженной плите ростверка по формуле

$$P_r = \frac{E \cdot h^3 \cdot y}{0,1391 \cdot a^2 \cdot (1 - \nu^2)} \quad (1)$$

где  $P_r$  – сила сопротивления грунтового основания плите ростверка;

$y$  – среднее арифметическое перемещений четырех углов плиты ростверка;

$a$  – сторона квадратной плиты ростверка;

$h$  – толщина плиты ростверка;

$E$  – модуль упругости материала плиты ростверка;

$\nu$  – коэффициент Пуассона материала плиты ростверка.

По разнице силы сопротивления грунтового основания нагруженной свае с ростверком и нагруженного ростверка определяют силу сопротивления грунтового основания свае по формуле

$$P_s = P - P_r, \quad (2)$$

где  $P_s$  – сила сопротивления грунтового основания свае;

$P$  – вертикальная сила, приложенная к свае с ростверком.

Таким образом, метод оценки несущей способности сваи с ростверком упрощает и удешевляет испытания свай с ростверком, обеспечивает идентичность испытания свай с ростверком натуральным условиям их работы в фундаментах сооружений, позволяет достоверно учитывать распределение нагрузки на фундамент между сваей и ростверком в конкретных условиях строительства и создает определенный практический и экономический эффект.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бартоломей А.А., Омельчак И.М., Юшков Б.С. Прогноз осадок свайных фундаментов. – М.: Стройиздат, 1994. – 384 с.

2. Патент на изобретение РФ № 2238367 E02D 13/06, E02D 27/14, E02D 33/00. Способ оценки несущей способности свайных фундаментов с учетом влияния ростверка и элемент ростверка для его реализации / Бартоломей А.А., Бартоломей Л.А., Кузнецов А.Г. // Изобретения. Полезные модели. – 2006, № 34.

3. Патент на изобретение РФ № 2554978 E02D 33/00. Способ испытания грунтового основания свай с ростверком / Денисенко В.В., Ляшенко П.А. // Изобретения. Полезные модели. – М., 2015, № 19.

4. Патент на изобретение РФ № 2548631 E02D 33/00. Способ испытания грунтового основания свай с ростверком / Денисенко В.В., Ляшенко П.А. // Изобретения. Полезные модели. – 2015, № 11.

5. Авт. св. СССР № 1366602 E02D 33/00. Устройство для испытания грунтов статистическими нагрузками / Денисенко В.В., Байков О.Н., Антропов В.А., Савостин В.И. // Открытия. Изобретения. – 1988, № 2.

6. Денисенко В.В., Байков О.Н., Рашковецкий М.А., Гвоздилов Г.Н., Левицкий Н.И. Устройство для испытания эталонной сваи МАУЭС-2-4 // Отчет о НИОКР по теме № 72/84 Госстроя РСФСР. – Краснодар: СевКавТИСИЗ, 1984. – 132 с.

7. Денисенко В.В., Байков О.Н., Дорошенко Г.И. Прогибомер для испытания грунтов статическими нагрузками ПСКТ-2 // Отчет о НИОКР по теме № 55/81 Госстроя РСФСР. – Краснодар: СевКавТИСИЗ, 1981. – 126 с.

8. Денисенко В.В., Байков О.Н., Дорошенко Г.И. Прогибомер ПСКТ-3 для измерения осадок грунтов и конструкций // Отчет о НИОКР по теме № 24/83 Госстроя РСФСР. – Краснодар: СевКавТИСИЗ, 1983. – 116 с.

## REFERENCES

1. Bartolomey A.A., Omelchak I.M., Yushkov B.S. Forecast of sedimentation of pile foundations. – Moscow: Stroiizdat, 1994. – 384 p.

2. Patent for invention of the RF №. 2238367 E02D 13/06, E02D 27/14, E02D 33/00. A method for assessing the bearing capacity of pile foundations, taking into account the influence of grillage and the element of the grillage for its implementation / Bartolomei A.A., Bartolomey L.A., Kuznetsov A.G. // Inventions. Useful models. – 2006, № 34.

3. Patent for invention of the RF № 2554978 E02D 33/00. Method for testing the soil foundation with a pile with grillage / Denisenko V.V., Lyashenko P.A. // Inventions. Useful models. – M., 2015, № 19.

4. Patent for invention of the RF № 2548631 E02D 33/00. Method for testing the soil foundation with a pile with grillage / Denisenko V.V., Lyashenko P.A. // Inventions. Useful models. – 2015, № 11.

5. Aut. sv. USSR № 1366602 E02D 33/00. The device for soil testing by statistical loads / Denisenko V.V., Baikov O.N., Antropov V.A., Savostin V.I. // Discoveries. Inventions. – 1988, № 2.

6. Denisenko V.V., Baikov O.N., Rashkovetskiy M.A., Gvozdikov G.N., Levitsky N.I. The device for testing the standard pile MAUES-2-4 // Report on R & D on the topic № 72/84 Gosstroy of the RSFSR. – Krasnodar: SevKavtiziz, 1984. – 132 p.

7. Denisenko V.V., Baikov O.N., Doroshenko G.I. Progibomer for soil testing with static loads of PSKT-2 // Report on R & D on topic № 55/81 Gosstroy of the RSFSR. – Krasnodar: SevKavtiziz, 1981. – 126 p.

8. Denisenko V.V., Baikov O.N., Doroshenko G.I. The PSKT-3 programmer for the measurement of soil sediments and structures // Report on R & D on the topic № 24/83 Gosstroy of the RSFSR. – Krasnodar: SevKavtiziz, 1983. – 116 p.



*METHOD OF EVALUATING THE CARRIER CAPACITY  
OF PILE WITH GROWTH*

**V.V. DENISENKO<sup>1</sup>, P.A. LYASHENKO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: devivi@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Kuban State Agrarian University,  
13, Kalinina st., Krasnodar, Russian Federation, 350044,  
e-mail: lyseich1@yandex.ru*

The shortcomings of the known methods for estimating the bearing capacity of pile foundations with a grillage are noted, the main of which are the large labor and material costs in their application. The method developed by the authors for estimating the load-carrying capacity of pile foundations with a grillage, devoid of shortcomings of known methods, is described. The method for assessing the bearing capacity of a pile with a grill makes it easier and cheaper to test piles with a grillage, ensures the identity of the pile test with a grinding stone with the natural conditions of their work in the foundations of structures, allows to reliably take into account the distribution of the load on the foundation between the pile and the grillage in specific construction conditions and thus creates a certain practical And economic effect.

**Key words:** field pile, reference pile, pressing load, soils, stabilization of pile settling, foundation of the structure.