

УДК 624.15

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ ПО МЕТОДУ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ И ЕВРОПЕЙСКИМ НОРМАМ****А.В. КОВАЛЕВА, А.Ю. ШАШКИНА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. КРЕМНЕВ А.П.,  
канд. техн. наук, доц. ЛОБАЧЕВА Н.Г.)*

*Рассматривается сравнение результатов определения расчетной несущей способности забивных свай по данным ускоренных полевых испытаний статической вдавливающей нагрузкой методом релаксации напряжений. Выявлены и обобщены сходства и различия методик расчета по европейским и национальным нормам.*

**Введение. Постановка проблемы.**

В национальных нормах Республики Беларусь [1, 2, 7] и Еврокоде 7 [3] есть ряд похожих положений при испытании свай статическими нагрузками. Однако, несмотря на существующие принципы и расчеты, результаты проектирования остаются различными. Прямое использование европейских норм без учета национальных особенностей проектирования и расчета фундаментов в Республики Беларусь довольно проблематично.

Еврокод 7 [3] содержит длинный список конструктивных соображений для расчета свайных фундаментов, некоторые из которых являются обязательными («должны быть приняты во внимание») и необязательными («следует уделить внимание»). Для свайных фундаментов [3] предусматривает три метода к проектированию:

1. Эмпирические или аналитические расчеты.
2. Испытания свай статической нагрузкой.
3. Испытание свай динамической нагрузкой.

В Еврокоде 7 [3] нет конкретных указаний на количество свай, которые необходимо испытать для целей проектирования и какой тип испытания следует использовать. Еврокод 7 [3] подчеркивает преимущества расчета свайных фундаментов по полевым испытаниям и разделы [3] должны рассматриваться в сочетании с соответствующим национальным приложением, которое предусматривает величины частных коэффициентов и номер(а) проектного подхода для удовлетворения условий той или иной страны.

В национальных нормах [1, 2, 7] четко оговорены методики расчета по полевым испытаниям свай. Так же большое внимание уделено проектированию свайных фундаментов при помощи расчетных формул.

Ускоренные испытания грунтов сваями статической вдавливающей нагрузкой выполняют на этапе инженерных изысканий для строительства ступенчатым нагружением натурной сваи до заданных значений осадок, регламентируемых таблицей Ж.1, в зависимости от грунтовых условий на боковой поверхности сваи и интервала достигнутых осадок сваи по Ж.2 [7]. Испытания проводят до достижения общей осадки сваи не менее 40 мм – для натурной сваи.

**Цель работы.**

Проведение сравнения результатов определения расчетной несущей способности забивных свай по данным ускоренных полевых испытаний статической нагрузкой методом релаксации и европейским нормам проектирования.

**Основная часть.**

*Расчет несущей способности забивных свай по данным статических испытаний.*

**Национальные нормы.**

Фундамент свайный, забивные сваи  $D = 0,3$  м, длиной 2 м. График зависимости осадки сваи от нагрузки, построенный по результатам статического испытания сваи методом релаксации напряжений приведен на рисунке 1. Сваи нагружали до достижения предельной нагрузки 250 кН с учетом коэффициента запаса.

Как видно по графику (рис. 1) при достижении общей осадки сваи 40 мм было получено характерное значение нагрузки 217,6 кН за силу предельного сопротивления грунта основания  $F_u$  принимаем нагрузку 217,6 кН, т. е.  $F_{u,n} = 217,6$  кН.

При расчете по национальным нормам [1, 2] если число свай, испытанных в одинаковых грунтовых условиях, составляет менее шести, то  $F_{u,n} = F_{u,\min}$ .

Следовательно,  $F_d = 217,6$  кН.

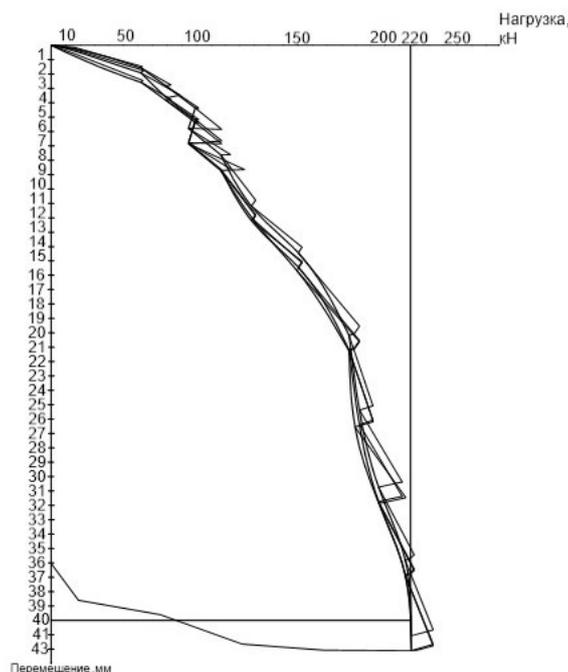


Рисунок 1. – Испытание забивной сваи статической нагрузкой методом релаксации напряжений

Европейские нормы.

Согласно пункту 7.6.1.3 [3] в качестве критерия разрушения принимается осадка сваи, равная 10% диаметра ее основания.  $S = 0,1 \cdot 300 \text{ мм} = 30 \text{ мм} = 3 \text{ см}$ .

По принципу 8 [3] должна быть выполнена проверка следующего уравнения:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{194,4}{1,2}; \frac{195}{1,05} \right\} = 162 \text{ кН} . \quad (1)$$

где 1,2, 1,05 – частные коэффициенты корреляции, представленные в таблице А.9 [3].

В данном случае  $R_{m,mean} = R_{m,min} = 162 \text{ кН}$ . Средняя величина является главенствующей.

Определим проектное сопротивление сваи [3]. При расчете DA1 является проверка надежности с применением двух различных комбинаций частных коэффициентов. При DA1. С 1. для свайных фундаментов частные коэффициенты корреляции применяются к «нагрузкам» и маленькие коэффициенты корреляции к сопротивлению. Применяем группы А1, М1, R1. В комбинации DA1. С 2. Частные коэффициенты корреляции применяются к сопротивлению и переменной нагрузке, в то время как постоянные нагрузки остаются без изменения. Применяем группы А2, М1, R4.

DA1. С 1.

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{162}{1,0} = 162 \text{ кН} . \quad (2)$$

DA1. С 2.

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{162}{1,3} = 124,61 \text{ кН} , \quad (3)$$

Суть расчета DA2 заключается в проверке надежности путем применения частных коэффициентов корреляции к нагрузкам или эффектам нагрузок и сопротивлению. Применяем группы А1, М1, R2.

DA2.

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{162}{1,1} = 147,27 \text{ кН}$$

Подход DA3 в данном случае не применяется.

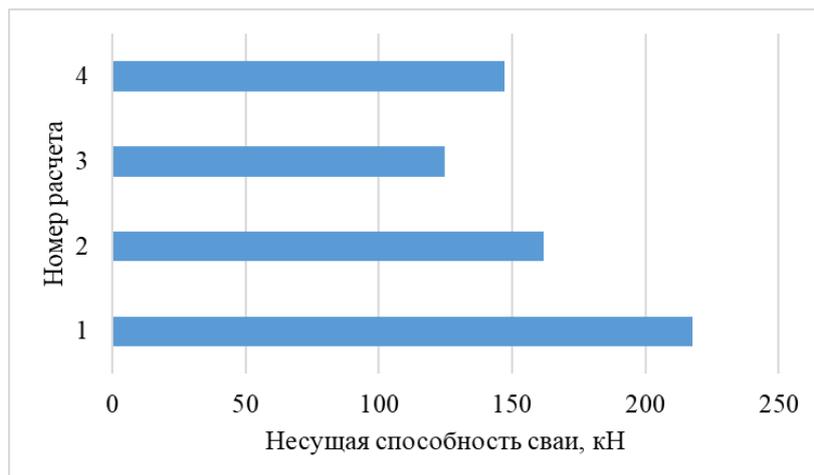


Рисунок 2. – Расчетная несущая способность забивной сваи по данным статического испытания полученная при расчете: 1- СТБ 2242-2011, 2- Еврокод 7 (DA1. С 1.), 3- Еврокод 7 (DA1. С 2), 3- Еврокод 7 (DA2)

#### Выводы:

1. Значение несущей способности забивной сваи по данным испытаний статической нагрузкой методом релаксации напряжений, полученное путем вычисления по национальным нормам РБ на 25% больше максимальной несущей способности сваи, полученной по европейским нормам (DA1. С 1.), больше на 32,3% несущей способности сваи при расчете DA2 и превышает на 42,7% несущую способность сваи, вычисленную при подходе DA1. С 2.

2. Данное отличие связано с тем, что в качестве критерия разрушения принимается осадка сваи равная 40 мм (метод релаксации напряжений), и осадка сваи равная в данном случае 30 мм (европейские нормы).

3. Еврокод 7 не предусматривает точные алгоритмы к проектированию и не является регламентирующим документом, потому что в разных европейских странах приняты разные расчетные модели. Однако, Еврокод 7 устанавливает общие требования проектирования для всех европейских стран.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Сваи забивные. Правила проектирования и устройства : ТКП 45-5.01-256-2012(02250). – Введ. 01.07.2012. – Минск : Мин-во архитектуры и строительства РБ, 2013. – 137 с.
2. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-5.01-254-2012(02250). – Введ. 01.07.2012. – Минск : Мин-во архитектуры и строительства РБ, 2012. – 102 с.
3. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила : ТКП EN 1997-1-2009 (02250). – Введ. 10.12.2009. – Минск : Мин-во архитектуры и строительства РБ, 2010. – 121 с.
4. Франк, Р. Проектирование свайных фундаментов в соответствии с Еврокодом 7 / Р. Франк // Лекция XIII Дунайско-Европейской конференции по геотехнике, Любляне, Словения, 29–31 мая 2006 г. – 11 с.
5. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 7. Геотехническое проектирование / Р. Франк [и др.] ; под науч. ред. А.З. Тер-Мартиняна. – М. : МГСУ, 2013. – 360 с.
6. Eurocode 7: Geotechnical Design. Worked examples / J. Andrew Bond [et al.] // Support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocodes, Dublin, 13–14 June, 2013. – 172 p.
7. Грунты Методы полевых испытаний сваями : СТБ 2242-2011. – Введ. 22.12.2011. – Минск : Госстандарт РБ, 2012. – 37 с.