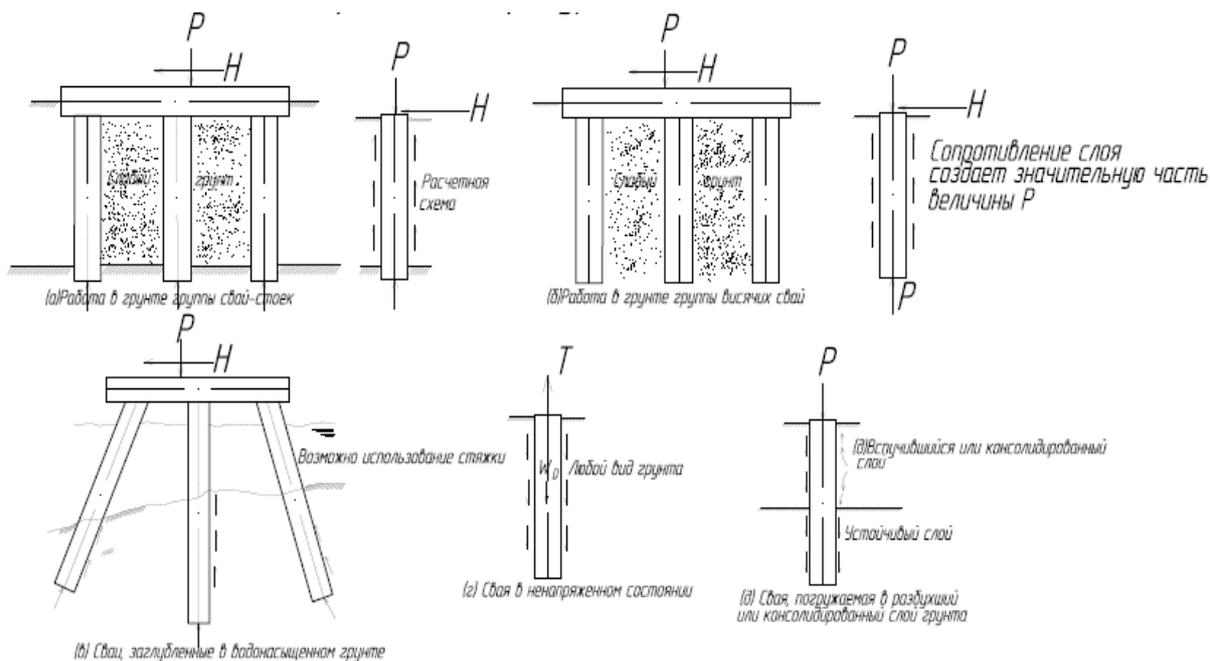


# ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ ПО ФОРМУЛАМ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

*М. И. Афанасьев*

*Волгоградский государственный технический университет*

В настоящее время все чаще возводят фундаменты глубокого заложения, в том числе свайные. Основными элементами любой конструкции свайного фундамента являются сваи и ростверк. Стандартные схемы работы групп свай и одиночных конструкций представлены на рис. 1.



*Рис. 1. Стандартные расчетные схемы свай:*

- а) работа в грунте группы свай – стоек; б) работа в грунте группы висячих свай;*
- в) сваи, заглубленные в водонасыщенном грунте; г) свая в ненапряженном состоянии;*
- д) свая, погруженная в разбухший или консолидированный слой грунта*

Одной из актуальных задач в проектировании фундаментов является определение сопротивления сваи при погружении в грунт от действия динамических нагрузок, например, при забивке, что позволяет судить о ее несущей способности [1–6]. Многие формулы были разработаны таким образом, что они определяют потенциал сваи с точки зрения движущей энергии.

В основе всех этих формул лежит простая энергия связи, которая может быть определена с помощью следующего уравнения (формула Хилля) (рис. 1):

$$Wh = Q_u s \text{ или } Q_u = \frac{Wh}{s} \quad (1)$$

где  $W$  – вес молота;  $h$  – высота падения молота;  $Wh$  – энергия удара молота;  $Q_u$  – конечное сопротивление при погружении сваи;  $s$  – погружение от одного удара молота;  $Q_u s$  – усилие сопротивления сваи.

Данное уравнение Хилия имеет место только в том случае, когда вся система при забивке сваи молотом работает без потери энергии, так как приходящая в движение свая включает в себя множество потерь.

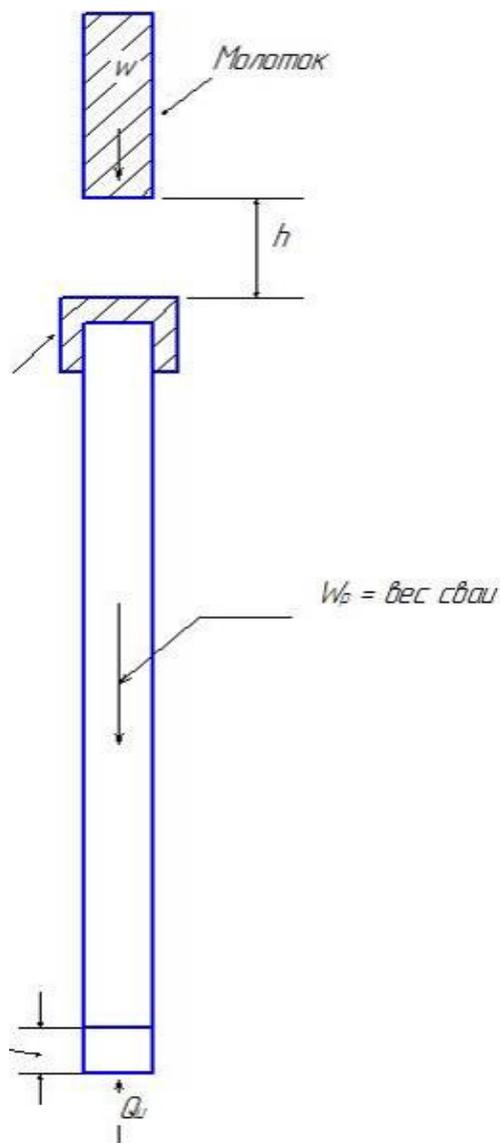


Рис. 1. Свая с наголовником и молотом

Основные энергетические отношения системы можно записать следующим образом: «потребляемая мощность = используемая энергия + потери энергии = входная энергия».

1. Где Используемая энергия =  $Q_u s$ ,

2. Входная энергия =  $\eta_h Wh$ , где  $\eta_h$  эффективность молота (см. табл. 2).

Потери энергии –  $E_1$  благодаря упругому сжатию сваи наголовником, материала сваи и окологрунтового пространства вокруг сваи. Выражение для  $E_1$  можно записать в виде

$$E_1 = \frac{1}{2} Q_u (c_1 + c_2 + c_3) = Q_u C$$

Где  $c_1$  – упругое сжатие сваи (см. табл. 1),  $c_3$  - упругое сжатие грунта.

Потеря энергии  $E_2$  происходит за счет взаимодействия системы молота и сваи (влияние двух составляющих системы). Выражение для  $E_2$  можно записать в виде

$$E_2 = WhW_p \frac{1 - C_r^2}{W + W_p}$$

Где  $W_p$  = вес сваи;  $C_r$  = коэффициент восстановления.

Подставляя различные выражения в уравнение энергии и упрощая его, мы получаем

$$Q_u = \frac{\eta_h Wh}{s + C} \times \frac{1 + C_r^2 R}{1 + R} \quad (1)$$

Где  $R = \frac{W_p}{W}$

Таблица 1

Упругое сжатие  $c_1$  от наголовника сваи

Материал сваи	Диапазон применяемой силы кг/см <sup>2</sup>	Диапазон $c_1$
Железобетонная	30-150	0.12-0.50
Деревянная	30-150	0.05-0.20
Металлическая	30-150	0.04-0.16

## Коэффициент эффективности работы системы «свая – молот»

Тип молота	$\eta_h$
Падение	1,00
Одностороннее действие	0,75–0,85
двойное действие	0,85
дизель	1,00

Например, для сваи железобетонной сечением 40 x 40 см длиной 20 м, вдавливаемой в сыпучий песок, а затем в плотной гравий до отказа. Вес сваи – 74 кН; вес молотка – 30 кН; эффективность сваи молотка  $\eta_h = 0,80$  и коэффициент восстановления  $C_r = 0,40$ . Используя формулу Хиля, сумма упругого сжатия  $C$  составляет  $C = c_1 + c_2 + c_3 = 19,6 \text{ мм}$

$$Q_u = \frac{\eta_h W h}{s + C} \times \frac{1 + C_r^2 R}{1 + R}$$

Где  $\eta_h = 0,80$ ,  $W = 30 \text{ кН}$ ,  $h = 1,5 \text{ м}$ ,  $R = \frac{W_p}{W} = \frac{(74 + 4)}{30} = 2,6$ ,  $C_r = 0,40$ ,  $s = 0,30 \text{ см}$ .

$$Q_u = \frac{0,8 \times 30 \times 150}{0,3 + 1,96/2} \times \frac{1 + 0,4^2 \times 2,6}{1 + 2,6} = 2813 \times 0,393 = 1105 \text{ кН}$$

Еще одна формула по определению допустимой нагрузки предложена А. М. Веллингтоном в 1886 г.:

$$Q_a = \frac{Wh}{6(s + C)} \quad (2)$$

где  $Q_a$  = допустимая нагрузка в кг,  $W$  = вес молота в кг,  $h$  = высота падения молота в см,  $s$  = окончательное проникновение в см на удар (которое называется набор). В основном берется, как среднее проникновения на удар за последние 5 ударов дизель-молота или 20 ударов паровоздушного молота,  $C$  = эмпирическая константа, равна 2,5 см для дизель-молота и 0,25 см для молотов одиночного или двойного действия

Уравнения для различных типов молотков можно записать в виде:

1. Для молота простого действия

$$Q_a = \frac{Wh}{6(s + 0,25)} \quad (3)$$

2. Для молота двойного действия

$$Q_a = \frac{(W + ap)}{6(s + 0,25)} \quad (4)$$

Детальные исследования, проведенные Весичем (1967) на глубоких фундаментах в зернистых грунтах показывают, что формула Хиля не дает надежные результаты. Динамические формулы, обычно имеют ограниченную ценность в определении допустимых нагрузок. Однако, инженеры предпочитают использовать представленные формулы в первом приближении из-за своей простоты, и они могут быть использованы с большей

уверенностью в свободно дренирующих материалах, таких как песок крупнозернистый.

#### Список литературы

1. Айзенберг Я. М. Исследование по сейсмостойкости зданий и сооружений. М. : Госстройиздат, 1960.
2. Аленин В. П. Итерационные методы расчета систем с внешними и внутренними односторонними связями.
3. Купчикова Н. В. Технологическая эффективность применения свай с поверхностными уширениями в зависимости от изменения геометрии сборных клиньев в просадочных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 6. С. 40–43.
4. Купчикова Н. В. Определение коэффициента постели по деформации свободного конца сваи с использованием методики дискретного преобразования Фурье // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. № 1 (73). Т. 4. С. 206–209.
5. Бабков В. Ф., Безрук В. М. Основы грунтоведения и механики грунтов. М. : Высшая школа, 1976.
6. Бартоломей А. А. Прогноз осадок сооружений с учетом совместной работы основания, фундамента и надземных конструкций. Пермь : ПГТУ, 1997.

#### ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Р. Х. Курамшин, Е. В. Гурова, А. Лутюв  
Волгоградский государственный технический университет*

В настоящее время практически любая программа работ при проведении технической экспертизы зданий включает в себя вопросы исследования теплозащитных показателей ограждающих конструкций. Теплотехническое обследование ставит своей целью определение фактических теплозащитных качеств конструкций, выявление их соответствия требованиям современных нормативных документов в сфере тепловой защиты зданий. Рассмотрены особенности проведения тепловизионного контроля теплозащитных характеристик ограждающих конструкций объекта недвижимости при проведении технической экспертизы. Назначение здания: административное, (проектировалось и эксплуатировалось до 2010 г. как объект общественного назначения).

Здание трехэтажное с чердачным этажом, техническим подпольем и подвалом. В здании на трех этажах расположены: конференц-зал на 1000 мест, бывшие лекционные залы на 140 и 462 места, административные и подсобные помещения. В уровне технического подполья расположены: гардероб, технические и подсобные помещения. На чердаке с высокой плотностью расположены инженерные коммуникации систем отопления и вентиляции. Подвал расположен вне абриса основного здания как отдельное подземное сооружение технического назначения.