УДК 627

А.О.Синицын (асп., каф. ГТС), К.Н.Шхинек, д.ф.-м.н., проф.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Значительная часть северных территорий России покрыта мёрзлыми и вечномёрзлыми грунтами [1]. На побережьях арктических морей и прилегающих к ним мелководьях распространены специфические мёрзлые толщи. Отличительными особенностями грунтов в данной зоне являются высокое засоление и высокие температуры (близкие к нулевым), при этих условиях грунты могут находиться в пластичном состоянии, что делает возможным возведение ГТС с использованием свайных конструкций.

Для оценки возможности производства свайных работ в прибрежной зоне северных морей возможно применение известных методов подбора сваебойного оборудования, используемых при наличии грунтов в немерзлом состоянии, данные методы освещены в СНиП 3.02.01-87 [2] и в работе [3]. Предлагается оценивать возможность погружения свайного элемента в зависимости от следующего критерия: «Возможно ли подобрать для данных грунтовых условий свайный элемент (удовлетворяющий геометрическим и прочностным требованиям сооружения) и оборудование для его погружения». Если возможен подбор пары «элемент-оборудование», то погружение свайных элементов ударным способом либо способом вибропогружения возможно.

В соответствии с данными методами при выборе сваебойного оборудования оперируют понятием «энергия удара», которая зависит от расчетного сопротивления сваи по грунту $P_Г$. Расчетное сопротивление сваи по грунту $P_Г$ определяется в зависимости от несущей способности сваи F_d, которую следует определять как сумму сил расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности [4]. Сумма сил расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности определяется в зависимости от расчетного сопротивления R под нижним концом сваи и расчетного сопротивления грунта основания f_i на боковой поверхности сваи.

При погружении свай забивным способом или при помощи вибропогружателей в мерзлый грунт происходит кратковременное воздействие на грунт и сопротивление мерзлого грунта внешнему воздействию характеризуется мгновенными значениями прочности. Мгновенная прочность мёрзлых пород может быть больше длительной более чем в 10 раз [1].

В СНиП 2.02.04-88 приведены расчетные давления на мёрзлые грунты R под нижним концом сваи и расчетные сопротивления мёрзлых грунтов сдвигу по поверхностям смерзания R_{af}, данные механические характеристики соответствуют допредельному напряжённому состоянию, которое характеризуется затухающими во времени деформациями. Значения R и R_{af} характеризуют длительную прочность мёрзлых грунтов.

При использовании стандартных методов подбора сваебойного оборудования в условиях мерзлых грунтов предлагается использовать прочностные характеристики мерзлых грунтов, соответствующие мгновенной прочности мерзлых пород: мгновенное значение расчётного сопротивления мёрзлого грунта сжатию под подошвой несущего элемента $R_{мгн}$ и мгновенное значение расчётного сопротивления мёрзлого грунта по боковой поверхности несущего элемента $R_{af\,мгн}$.

Расчетное давление на мёрзлый грунт под подошвой фундамента R определяется по результатам испытаний грунтов шариковым штампом или на одноосное сжатие. Расчётные значения R кПа (кгс/см^2), вычисляются по формуле [5]:

$$R = 5.7 c_n / \gamma_g + \gamma_I d\,, \qquad (1)$$

где: c_n – нормативное значение предельно длительного сцепления, кПа (кгс/см^2), γ_I –

расчетное значение удельного веса грунта, кН/м^3 (кгс/см^3); d – глубина заложения фундамента, м (см); γ_g – коэффициент надежности по грунту.

Примем, что мгновенному значению расчётного сопротивления мёрзлого грунта сжатию под подошвой несущего элемента $R_{мгн}$ соответствует мгновенное значение эквивалентного сцепления $c_{n,bq}$, и обозначим данное значение как $c_{n,bq,мгн}$. На основании этого допущения примем следующее выражение для определения $R_{мгн}$:

$$R_{мгн} = \frac{c_{n,bn,мгн}}{c_{n,bn}} R, \qquad (2)$$

где: R − расчетное давление на мёрзлый грунт под подошвой фундамента, кПа.

На основе доступных данных табл. 1, приведённых в [6], примем, что $c_{n,bq,мгн}$ в 5 раз превосходит $c_{n,bq}$ для всех грунтов. При большем количестве опытных данных было бы рационально для каждого вида грунта (в зависимости от его температуры, засоленности и влажности) определять соотношение $c_{n,bq,мгн} / c_{n,bq}$.

Таблица 1.

Наименование грунта	$W_{tot,}$, %	T = -0,3…-0,4ºС			T = -1,0…-1,2ºС			T = -4,0…-4,2ºС		
		$c_{n,bq,мгн}$	$c_{n,bq}$	$\frac{c_{n,bn,мгн}}{c_{n,bn}}$	$c_{n,bq,мгн}$	$c_{n,bq}$	$\frac{c_{n,bn,мгн}}{c_{n,bn}}$	$c_{n,bq,мгн}$	$c_{n,bq}$	$\frac{c_{n,bn,мгн}}{c_{n,bn}}$
Глина ленточная плотная (минеральные прослойки)	30-40	5,7	1,8	**3,16**	–	2,6	–	16,0	4,2	**3,8**
Суглинок тяжёлый пылеватый	36	4,3	0,6	**7,16**	7,0	1,0	**7,0**	12,0	–	–
Суглинок лёгкий пылеватый	30	4,1	0,9	**4,5**	7,4	–	–	11,0	2,0	**5,5**
Супесь тяжелая пылеватая	28-34	4,0-4,5	0,9-1,0	**4,5**	7,3	1,6	**4,5**	8,0-15,0	2,8-3,2	**2,8-4,6**
То же, сильно влажная	43	6,0	0,75	**8**	–	–	–	11,0	2,0	**5,5**
То же, оторфованная	30	–	–	–	–	–	–	9,0	2,0	**4,5**
Песок пылеватый	23	11,0	2,1	**5,2**	14,0	2,7	**5,18**	20,0	3,7-4,5	**5,4**

Предложения по определению мгновенного значения расчётного сопротивления мёрзлого грунта по боковой поверхности несущего элемента $R_{af,мгн}$ предполагается выполнить в рамках последующих работ.

Определение возможности погружения свайных элементов в мерзлые грунты предлагается выполнять на основе стандартных методов для грунтов в немерзлом состоянии, с применением мгновенных значений расчетных сопротивлений мерзлых грунтов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хименков А.И., Брушков А.В. Океанический криолитогенез. − М.: Наука, 2003. − 336с.
2 СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. − М.: Госстрой СССР, 1988.
3. Костерин Э.В. Основания и фундаменты: Учеб. для вузов. − М.: Высш. шк., 1990. − 431 с.: ил.
4. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. М., 1985.
5. СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. М.: АПП ЦИТП, 1990.
6. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. Учебн. пособие. − М.: Высш. шк., 1973.