

УДК 624.158.2

В.П.Черняк к.т.н., доц.
В.Н.Пчелин инж., ст. преп.
БИСИ

К РАСЧЕТУ ВЕЛИЧИН КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА И ОСЕВОГО УСИЛИЯ ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ ВИНТОВЫХ СВАЙ В ГРУНТЫ

В настоящее время винтовые сваи в качестве несущих элементов устройств получили широкое распространение при строительстве объектов различного назначения - опор ЛЭП, мостов, трубопроводов, объектов сельскохозяйственного и промышленно-гражданского назначения.

Однако, эффективность внедрения винтовых свай в практику строительства снижается вследствие отсутствия надежных, экспериментально проверенных методов расчета величин крутящего момента и осевого усилия - важных параметров технологического процесса погружения винтовых свай в грунты, недостаточной изученности вопросов совместной работы винтовых свай с грунтовым массивом, а также физической сущности явлений, происходящих в грунтах при внедрении винтовых свай.

Отсутствие достаточно убедительных и хорошо согласующихся с практикой теоретических исследований вопросов погружения, работы и расчета винтовых свай является тормозом, сдерживающим дальнейшее применение конструкций американских винтовых свай в качестве фундаментов и причиной некоторых разногласий и ошибок.

Известная по ТУС-55 [1] расчетная формула обладает большими (в отдельных опытах в 2 и более раз) отклонениями по сравнению с опытными данными, что не позволяет рекомендовать её в инженерных расчетах.

Предложенный И.И.Цирковой и Г.М.Частяковым [2] способ определения величины крутящего момента не учитывает целый ряд факторов погружения и параметров винтовых свай (осевое усилие, вид материала свай и т.д.) и, по этой причине, обладает большой погрешностью расчетов по сравнению с экспериментальными данными.

Рекомендуемая М.Д.Иродовым [3] сравнительно простая и наглядная формула расчета крутящего момента не учитывает сопротивления резания грунта лопастями при погружении свай, являющегося

ся наиболее весомым составляющим параметром крутящего момента K , хотя будучи увеличенной на 20%, формула дает результаты на 10 + 50% выше экспериментальных.

При погружении винтовых свай работа крутящего момента в общем виде расходуется на преодоление касательных сил сопротивления грунта по боковой поверхности ствола и лопасти винтовой сваи, сил резания грунта лопастью, сил трения грунта по лопасти, сил реактивного отпора грунта. В конечном итоге авторами получена следующая формула для расчета крутящего момента.

$$M_{кр} = 2\pi z_c^2 \sum_{i=1}^n \tau_i h_i + \frac{Q}{2} (R_A + z_c) + \left[\frac{T-P}{\sqrt{R_A}} \alpha + 2f(T-P) + 4\pi \tau_i (R_A^2 - z_c^2) \right] \left[\frac{R_A^3 - z_c^3}{3(R_A^2 - z_c^2)} + \frac{z_c}{2} \right], \quad (I)$$

- где R_A - наружный радиус винтовой лопасти сваи, м;
 α - шаг винта лопасти сваи, м;
 f - коэффициент трения грунта по свае, дол.ед.;
 z_c - наружный радиус ствола винтовой сваи, м;
 i - номер слоя грунта в пределах расчетной толщи основания от дневной поверхности до нижнего торца сваи, ед.;
 n - число слоев, на которое разделяется толщина основания в пределах боковой поверхности винтовой сваи, ед.;
 h_i - мощность толщина i -го слоя грунта, м;
 $b_{кр i}$ - нормальное удельное давление грунта под нижним торцом винтовой сваи для i -го слоя грунта, кгс/м²;
 τ_i - касательные силы сопротивления грунта по поверхности ствола сваи для i -го слоя основания от дневной поверхности, кгс/м²;
 $T = \pi z_c^2 b_{кр i} + 2\pi z_c \sum_{i=1}^n \tau_i h_i$ - величина реактивного отпора грунта при погружении винтовой сваи, кгс;
 P - фактическое значение осевого усилия, кгс;
 Q - усилие резания грунта винтовой лопастью, кгс, определяется по формулам А.Н.Зеленина [4].

Сравнивая подчитанные по формулам (I) и М.Д.Иродова [3] значения с опытными данными следует отметить, что предложенная формула дает более точные результаты. При этом средние квадратичные отклонения по формулам соответственно составляет - 1,20 и 1,34, относительные погрешности - 15,46 и 17,25, коэффициенты корреляции

- 0,949 и 0,942 по всей совокупности выборки из 28 опытов.

Точный расчет значений величин крутящего момента и осевого усилия необходим, во-первых, для проектирования эффективных конструкций винтовых свай, во-вторых, для рационального выбора и конструирования машин, механизмов и установок для погружения винтовых свай, в-третьих, для создания условий как более эффективного и наименее энергоемкого заглубления винтовых свай в грунты.

Для облегчения расчетов авторами составлены соответствующие Рекомендации с программами расчета на ЭВМ и примерами вычислений, принятые к изданию в 1982г. в системе Миннефтегазстроя СССР.

Используя настоящий метод расчета авторы запроектировали несколько типов эффективных конструкций винтовых свай, обладающих минимальной энергоемкостью погружения в грунты (заявка на изобретение №2859429/33 с положительным решением на выдачу а.с. и др.).

Литература

1. Технические указания по проектированию и устройству фундаментов опор мостов на винтовых сваях. ТУС 35. М., Минтрансстрой, 1955 .
2. Царува И.И., Чистяков И.М. Инженерные сооружения на винтовых сваях. М., Трансжелдориздат, 1956 .
3. Иродов М.Д. Применение винтовых свай в строительстве. М., Стройиздат, 1968 .
4. Зеленин А.Н. и др. Машин для земляных работ. Основы теории разрушения грунтов, моделирование процессов, прогнозирование параметров. М., "Машиностроение", 1975 .
5. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. М., "Машиностроение", 1968 .
6. Баловнев В.Н. Новые методы расчета сопротивлений резания грунтов. М., "Машиностроение", 1963 .