

где:  $\tau_d$  – дилатантная составляющая,  $\sigma_{no}$  – нормальное давление,  $\Delta\sigma_d$  – дилатантный распор,  $tg\phi$  – тангенс угла внутреннего трения грунта.

На основе полученных данных можно построить зависимости сдвигающих напряжений и нормальных давлений, а также дилатантных составляющих и коэффициентов упругого отпора  $\tau_d = f(K)$ . Эти зависимости позволяют проследить влияние упругих свойств грунтового массива на прочностные характеристики испытуемого грунта. Основными недостатками при определении прочностных характеристик с использованием прибора ВСВ-25 являются:

1. Изменение площади поверхности сдвига в ходе всего опыта.
2. Искажения, из-за невозможности обеспечить плоскую поверхность сдвига, т.к. поверхность сдвига в срезном приборе приобретает линзовидную форму. Это объясняется наличием трения грунта о стенки обоймы прибора.

Но в целом, погрешности, которые могут дать испытания в ВСВ-25, являются допустимыми [3].

Предлагаемая методика испытаний на серийном приборе ВСВ-25 позволит внести существенные дополнения при испытаниях в условиях стесненной дилатации. Эти дополнения не противоречат стандартным методикам при испытании песчаных грунтов на сдвиг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. М., 1983.
2. Прибор сдвиговой ВСВ-25. Руководство по эксплуатации ВСВ-25. Угличский ремонтно-механический завод института "Гидропроект" 1977.
3. Соболевский Д.Ю. Прочность и несущая способность дилатирующего грунта. Монография. Минск, 1994.

УДК 624.154.001.24/63

Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Ивасюк П.П., Ивасюк Ю.П.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОТКАЗА ЗАБИВНЫХ СВАЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ ОБМАЗОК, ПАСТ И СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ

В практике строительства известно применение для снижения энергоёмкости погружения забивных свай в грунт обмазок из синтетических смол, глинистых паст, а также воды (гидроподмыв) [1, 2, 3, 5].

Известно, что доля сопротивления трению грунта со сваей может достигать 30..50 % и больше от общего сопротивления погружению в зависимости от длины, размеров поперечного сечения и конфигурации сваи. Поэтому использование в этих целях для снижения сопротивления в качестве обмазок материалов, обладающими высокими антифрикционными свойствами, способностью к тиксотропным изменениям и низким сопротивлением сдвигу может привести к ускорению процесса погружения, увеличению величины отказа свай и снижению затрат энергии на эту работу.

Практика и расчёты стоимости погружения свай производятся по формулам (1) – (2) [4] показывают, что использование обмазок повышает стоимость их погружения весьма незначительно: на 0.2; 0.4; 1.2; 3.1; 6.2 % соответственно при применении воды, пасты из бентонитовой глины, раствора полиакриламида, жидкого стекла и эпоксидной смолы, но при этом энергоёмкость погружения может быть снижена до 30 %, что даёт экономический эффект до 2..3 рублей на сваю (в ценах 1991 г.) и на столько же процентов (за исключением воды) может быть повышена несущая способность сваи по грунту основания, существенно уменьшено число поломанных и деформированных свай.

Полную плановую себестоимость погружения одной сваи можно определить как сумму прямых затрат и накладных расходов.

Прямые денежные затраты равны

$$C_{пр} = (\sum C_{м.см} \cdot T_{м} \cdot K_1 + \sum Z_k \cdot K_2), \quad (1)$$

где:  $C_{м.см}$  – стоимость машино-смены копровой установки или агрегата, определённая согласно СНиП IV-3-82 «Правила определения сметной стоимости эксплуатации строительных машин»;

$T_{м}$  – продолжительность погружения одной сваи согласно ЕНиР, сб.12 «Свайные работы», см;

$Z_k$  – заработная плата (расценка) копровщиков за погружение одной сваи, определяется согласно ЕНиР, сб.12, руб.;

$k_1 = 1.92$  – коэффициент перехода к базовым ценам по стоимости эксплуатации машин;

$k_2 = 2.97$  – то же, по заработной плате.

Накладные расходы вычисляем по выражению

$$H_p = K_3 \cdot C_{пр}, \quad (2)$$

где:  $k_3 = 1.364$  – норма накладных расходов для промышленного и гражданского строительства;

$k_3 = 1.608$  – для строительства в сельских районах;

$k_3 = 2.2$  – для крупнопанельного домостроения.

Согласно последним исследованиям, в качестве обмазок могут применяться карбамидные, фурфуроланилиновые, полиакриламидные и эпоксидные смолы, а также тиксотропные глинистые пасты и вода. Существует ряд модификаций этих смол и паст, однако преимущественное применение получили глинистые пасты, цементные растворы и вода. Так, например в г.Бресте, при строительстве моста через р.Мухавец по ул. 28 Июля использовалась вода при погружении свай и опор моста путём подмыва. Известно также широкое применение воды, глинистых паст, жидкого стекла и цементных растворов на Украине, в РБ и РФ для ускорения процесса погружения свай, при реконструкции свайных фундаментов и в других целях. За рубежом, например в бывшей ГДР, известно применение синтетических смол и паст для погружения свай.

Анализируя результаты существующих исследований можно отметить, что сваи с обмазками погружаются быстрее чистых, с меньшими затратами энергии, что заметно как по отдельным отказам, так и по общему количеству ударов, затраченных на их забивку. При этом оказалось, что энергоёмкость (работа) погружения свай, обмазанных жидким стеклом, уменьшилось на 18 %, раствором полиакриламида (ПАА) – до 27 %, бентонитовой пастой – до 32 % и эпоксидной смолой (ЭС) – на 35 %. Через 6 суток оказалось, что при обмазке свай жидким стеклом несущая способность по грунту основания существенно не повысилась, в то время как обмазка бентонитовой пастой, раствором ПАА и ЭС обусловили ее увеличение на 27.4 и 23.7 %.

Весьма эффективно и даже с большим экономическим эффектом погружение свай забивкой в тиксотропных рубашках, когда глинистая суспензия или цементный раствор подаются в зазор между сваями, имеющими выступы на боковой поверхности ствола, и грунтом. Энергоёмкость погружения обмазанных таким образом свай снижается в 3..4 раза, хотя несколько и уменьшается несущая способность свай по грунту основания.

Для определения отказа свай, обмазанных антифрикционными материалами (пастами, смолами, водой) может быть использована известная методика авторов [6, 7, 8], но с повышающими коэффициентами  $K$ , учитывающими вид и свойства обмазок. Конечная формула для определения отказа обмазанных свай при погружении в грунт будет выглядеть следующим образом:

$$\delta = K \frac{mgH}{F} \cdot \frac{m}{m_m + m_c + m_n} \quad (3)$$

где:  $m$  — масса ударной части молота, т;

$m_m$  — полная масса молота, т;

$m_c$  — масса сваи, т;

$m_n$  — масса наголовника, т;

$g = 9.81$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$H$  — высота падения (подскока) ударной части молота, м;

$F$  — сопротивление грунта перемещению сваи, равное сумме его расчётных сопротивлений под нижним концом сваи и по боковой его поверхности, т.е. расчётной несущей способности сваи по грунту основания, и определяемое согласно СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» или СНБ 5.01.01-99 «Основания и фундаменты зданий и сооружений», кН;

$K$  — коэффициент увеличения отказа обмазанных свай при погружении в грунт, определенный по табл. 1.

Использование обмазок из синтетических смол, глинистых паст для погружения свай требует определенных, хотя и небольших денежных, материальных и трудовых затрат. По этой причине в некоторых случаях (при погружении в лидерные скважины, болотистые и слабые грунты) может оказаться более приемлемым применение самосмазывающихся конструкций свай заводской готовности и свай, погружаемых с подмывом грунта водой, значительное количество конструкций которых разработаны БГТУ в разные годы.

**Таблица 1.**

Значения коэффициентов увеличения отказа  $K$  обмазанных свай, ед

Вид обмазки	Значение коэффициента $K$
Вода	1.2 – 1.35
Цементные растворы	1.15 – 1.2
Глинистые (бентонитовые) пасты	1.4 – 1.45
Жидкое стекло	1.2 – 1.25
Синтетические смолы	1.35 – 1.4
Эпоксидные смолы	1.3 – 1.35

Использование обмазок и смол, совершенствование методики расчёта отказа обмазанных свай, применение прогрессивных конструкций и технических решение свай позволит повысить эффективность производства свайных работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кречин А.С., Чернюк В.П., Шведовский П.Н. и др. Ресурсосберегающие фундаменты на сельских стройках.-Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1990.-247 с.
2. Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Черноиван В.Н. Винтовые сваи и анкеры в строительстве.- Минск: Ураджай, 1993.-277 с.
3. Чернюк В.П., Пойта П.С. Расчет, проектирование и устройство свайных фундаментов.- Брест: Облтипография, 1998.-216 с.
4. Кульгавчук Л.В., Пчелин В.Н. Методические указания по технико-экономическому сравнению вариантов технологии производства СМР при разработке технологических карт в составе курсового и дипломного проектов. - Брест: БПИ, 1998. - 27 с.
5. Спиридонов В.В., Батурчик В.Г., Чернюк В.П. О конструкциях забивных свай, погружаемых гидравлическим способом. Проектирование и строительство трубопроводов и газонефтепроводных систем. Научно – технический реферативный сборник, вып.2. – М.: Информнефтегазстрой, 1982. – с.13 – 16.
6. Спиридонов В.В., Чернюк В.П., Юськович Г.И., Пчелин В.Н. Определение величины погружения забивной сваи в грунт. Передовой производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве предприятий нефтяной и газовой промышленности. Научно-технический информационный сборник, вып.7. – М.: ВНИИПКтехоргнефтегазстрой, 1989.- с.23 – 27.
7. Чернюк В.П. и др. Определение отказа забивной сваи при погружении в грунт. Расчет конструкций и теплофизика зданий и сооружений АПК. Сборник научных трудов. М.: ЦНИИЭПСельстрой, 1989. – с.64 – 70.
8. Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Юськович Г.И., Щербач В.П. Определение величины отказа забивной сваи. Вопросы строительства и архитектуры. Республиканский межведомственный сборник научных трудов, вып.17. – Минск: «Вышэйшая школа», 1989. – с.90 – 93.