

ются в грунт на полную их высоту, благодаря расположению низа упоров от верха полублоков на расстоянии S , принимаемом по выражению (1).

Для предотвращения вдавливания упоров в грунт при выдергивании фиксаторов под упоры на грунт могут быть уложены подкладки 12 в виде плит, верх которых должен быть расположен на уровне поверхности грунта.

В дальнейшем осуществляется забивка только ствола, который при этом раздвигает нижние концы полублоков с дополнительным уплотнением грунта вследствие взаимодействия наконечника с наклонными площадками полублоков (рис.1 а).

Забивка ствола производится на проектную глубину.

На заключительном этапе вынимают фиксаторы, полублоки в верхней части жестко соединяют со стволом посредством сварки закладных деталей и полости 13 между стволом и полублоками заполняют твердеющим материалом (цементно-песчаным раствором или мелкозернистой бетонной смесью), подаваемым через пазы 14 в полублоках 4.

Благодаря выполнению сваи с площадью A , определяемой из соотношения (2), и забивке ствола вместе с полублоками на глубину, в пределах которой отказ ствола сваи превышает максимально допустимый отказ, по всей глубине погружения

УДК 624.155.1.001.24

Чернюк В.П., Щербач В.П., Пчелин В.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОТКАЗА ЗАБИВНОЙ СВАИ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ В ГРУНТ

Правильный и точный расчет величины погружения забивных свай в грунт на стадии проектирования фундаментов имеет важное значение для нормирования трудовых и денежных затрат, определения времени погружения свай и сроков производства работ, создания наименее энергоемких условий погружения и рационального выбора сваебойной техники.

В практике строительства отказы и продолжительность погружения свай определяют фактически на стадии производства работ после забивки пробного числа свай, это объясняется отсутствием соответствующей надежной методики расчета. Иногда отказы свай рассчитывают по формуле Н.М. Герсеванова. Однако и она дает неточные результаты в связи с наличием в ней ряда эмпирических коэффициентов.

В этой связи предлагается способ расчета величины погружения забивной сваи в грунт от действия одного или нескольких ударов сваебойного молота с целью определения величины осадки, коэффициента полезного действия (к.п.д.) и времени погружения сваи с использованием классических положений механики при свободном соударении тел.

Теоретические положения механики при свободном соударении тел не дают возможности точно определить величину отказа и к.п.д. погружения, так как процесс погружения свай происходит в более сложных условиях (некоторая масса грунта налипает на сваю, нарушая правильность результатов вычисления по классическим формулам теории удара) и зависит от значительного числа влияющих факторов – физико-механических свойств грунта, параметров сваи (массы, размеров, материала, конфигурации), типа сваебойного оборудования, формы соударяемых тел и условий соударения [1].

В общем случае погружение сваи можно представить как процесс соударения трех тел – ударной массы, сваи и массива грунта, протекающий в условиях пластической деформации грунта (рис. 1).

сваи обеспечивается устойчивый запуск и работа дизель-молота, т.е. его максимальная производительность.

Кроме того, наличие полублоков, охватывающих ствол в пределах верхних слоев грунта, позволяет повысить несущую способность сваи на горизонтальные нагрузки, чему способствует также уплотнение верхних слоев грунта полублоками при добивке ствола.

На разработанную конструкцию сваи оформлена и подана заявка на выдачу патента Республики Беларусь на изобретение, которая в настоящий момент находится на рассмотрении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лубнин В.В., Заикина В.З. Машины и оборудование для погружения свай: Учеб. для ПТУ.- М.: Высш. шк., 1989.- 215 с.
2. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.- 128 с.
3. Еникеев А.Х. Методические рекомендации по выбору молота и расчету времени погружения свай по данным статического зондирования.- Уфа: НИИПромстрой, 1977.- 24 с.

Работа, совершенная ударной массой за один удар, равна кинетической энергии ударной массы и сваи после нанесения удара (рис. 1, в)

$$A = \frac{m_M + m_c + m_{наз} + m_n}{2} \cdot V^2, \quad (1)$$

где: $m_M = m_y + m_n$ - полная масса молота;

m_y - масса ударной части молота;

m_n - масса неподвижной части молота;

$m_{наз}$ - масса наголовника;

m_n - масса подбабка;

V - совместная скорость движения ударной массы и масс сваи и неподвижных частей молота после нанесения удара.

Для простоты в дальнейшем будем считать, что масса сваи и неподвижных частей молота с наголовником $m_c + m_n + m_{наз} + m_n = m$, поэтому

$$A = \frac{m_y + m}{2} \cdot V^2. \quad (2)$$

Из равенства количества движения ударной массы перед нанесением удара m_y , масс сваи и неподвижных частей молота после нанесения удара m (рис. 1,б) будем иметь: $m_y \cdot V_y = (m_y + m) \cdot V$. Подставляя эти значения в выражение (2), получим:

$$A = \frac{m_y^2 \cdot V_y^2}{2 \cdot (m_y + m)}, \quad (3)$$

где: V_y - скорость движения ударной массы в конце падения.

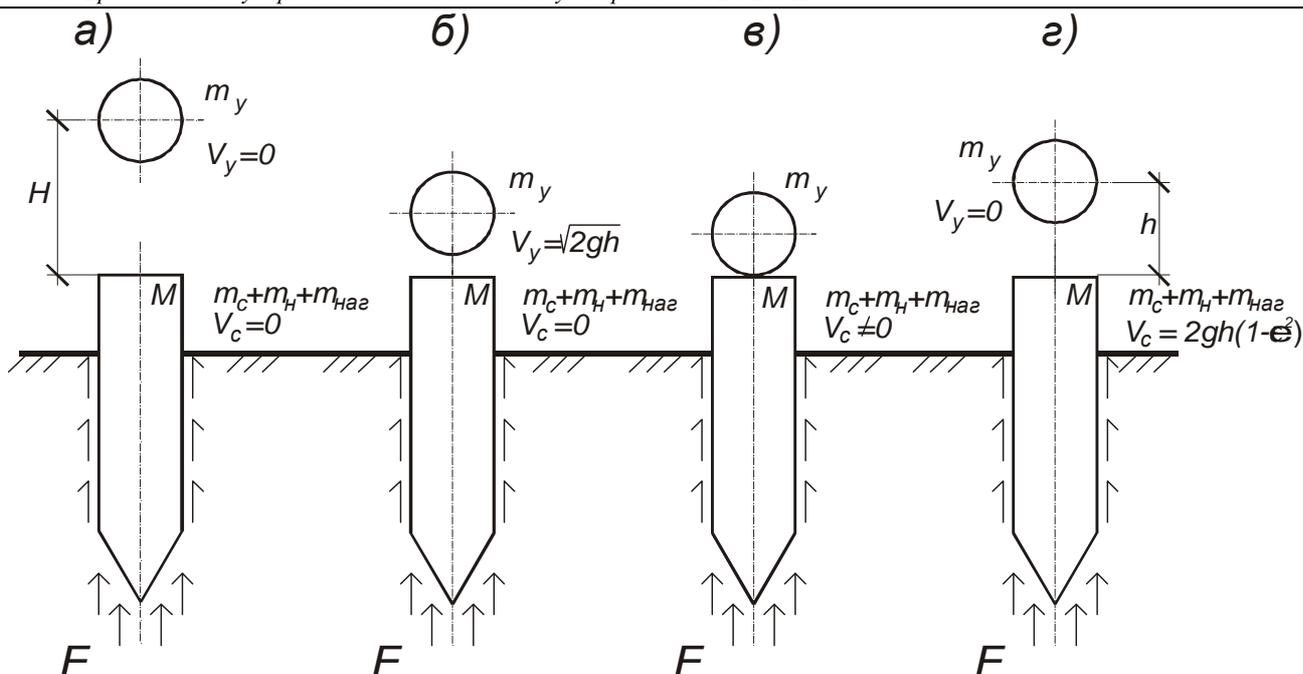


Рисунок 1 – Процесс взаимодействия ударной массы сваи с наголовником и неподвижных частей молота на четырех этапах погружения:

- а – до начала падения ударной массы перед нанесением удара;
- б – после падения ударной массы перед нанесением удара;
- в – после падения ударной массы перед нанесением удара;
- г – после отскока ударной массы перед нанесением удара.

Зная, что в конце падения $V_y = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ (рис. 1,а), но учитывая подскок ударной массы на величину h (рис. 1,г), $V_y = \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h)}$.

Учитывая также, что коэффициент восстановления удара ϵ , принимаемый при забивке железобетонных свай и свай-оболочек молотами ударного действия с применением наголовника с деревянным вкладышем, $\epsilon^2 = 0.2$ [2]. Тогда $h = \epsilon^2 \cdot H$, а $V_y = \sqrt{2 \cdot g \cdot H \cdot (1 - \epsilon^2)}$. Теперь величину работы, совершенную ударной массой за один удар, из выражения (3) можно определить следующим образом:

$$A = m_y \cdot g \cdot H \cdot (1 - \epsilon^2) \cdot \frac{m_y}{m_y + m} \quad (4)$$

Работа A равна полезной работе осуществляемой свайей в процессе погружения грунт $A_n = F \cdot \delta$, откуда расчетный отказ забивной сваи за один удар определяется по формуле:

$$\delta = \frac{m_y \cdot g \cdot H \cdot (1 - \epsilon^2)}{F} \cdot \frac{m_y}{m_y + m} \quad (5)$$

где: F - сопротивление грунта перемещению сваи, равное сумме расчетных сопротивлений под нижним концом сваи и по боковой поверхности, т.е. расчетной несущей способности сваи по грунту основания.

Для наглядности сравним результаты расчетов, вычисленных по формуле (5) и формуле Н.М. Герсеванова [2], при следующих общих исходных данных: забиваемая свая С7-30 (сечение 0,3х0,3 м., длина – 7 м., $m_c = 1,6$ т.); трубчатый дизель-молот С-859 ($m_y = 1,8$ т., высота падения ударной части $H=2,8$ м., полная масса молота $m_M = 3,5$ т., энергия

удара молота $Ed = 27$ кДж); масса наголовника $m_{naz} = 0,1$ т.; масса подбабка $m_n = 0$; несущая способность сваи $F=200$ кН.; $\epsilon^2 = 0,2$; коэффициент $\eta = 1500$ кН/м².; $A=0,3 \times 0,3 = 0,09$ м².; $m = 1,6 + 3,5 + 0,1 = 5,2$ кН.

Результаты вычислений:

по формуле (5)

$$\delta = \frac{1,8 \cdot 9,8 \cdot 2,8 \cdot (1 - 0,2)}{200} \cdot \frac{1,8}{1,8 + 5,2} = 0,195 \cdot 0,261 \approx 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}$$

по формуле Н.М. Герсеванова:

$$\delta = \frac{1500 \cdot 0,09 \cdot 27}{200 \cdot (200 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{3,5 + 0,2 \cdot (1,6 + 0,1)}{3,5 + 1,6 + 0,1} = 0,055 \cdot 0,74 = 0,041 \text{ м} = 4,1 \text{ см}$$

Из приведенных расчетов, а также других, видно, что результаты вычислений по предлагаемой формуле и по формуле Н.М. Герсеванова отличаются не столь значительно (не более 20%).

Авторами в 1985-1995 г.г. проводились многочисленные экспериментальные исследования по определению величины отказа забивных свай при погружении в грунт на площадках №1 МПМК-16 Брестоблсельстроя в д. Плещицы Пинского района и №2 в д. Одрижин Ивановского района Брестской области. Результаты теоретических и экспериментальных исследований весьма близки.

К аналогичным результатам можно также прийти в результате анализа экспериментальных данных производственных испытаний, выполненных Уфимским НИИПРОМСТРОЙ [3] также на двух строительных площадках.

Результаты экспериментальных исследований ранее опубликованы в [4-6]. Все сказанное выше свидетельствует о надежности и простоте предлагаемой методики расчета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Исследования энергоёмкости и к.п.д. погружения забивных свай.// Спиридонов В.В., Чернюк В.П., Щербач В.П., Пчелин В.Н./ Экспресс-информация. Строительство предприятий нефтяной и газовой промышленности. Серия: комплектно-блочное строительство. Отечественный опыт. Вып. 1.-М.: Информнефтегазстрой. – 1985. – с. 18-22.
2. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты/ Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 128 с.
3. Исследование влияния заострения свай на энергоёмкость её погружения. Колесник Г.С., Рыжков И.Б., Еникеев В.М., Назаров С.Н.// Основания, фундаменты и механика грунтов.-1985. - №2. – с. 12-13.
4. Определение величины отказа забивных свай. Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Юськович Г.И., Щербач В.П.// Вопро-

сы строительства и архитектуры. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Вып. №17.- Минск, «Вышэйшая школа».-1989. с. 90-93.

5. Определение величины погружения забивной сваи в грунт. Спиридонов В.В., Чернюк В.П., Юськович Г.И., Пчелин В.Н.// 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.
6. Определение отказа забивной сваи при погружении в грунт. Чернюк В.П., Шведовский П.В., Пчелин В.Н., Юськович Г.И., Мальцев А.Т.// Расчет конструкций и теплофизика зданий и сооружений АПК. Сборник научных трудов. – М.: ЦНИИЭСЕЛЬСТРОЙ. – 1989. – с. 64-70.

УДК 528.063

Синякина Н.В., Мицкевич В.И.**УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОСТРОЕНИЯ ВЫТЯНУТЫХ И ИЗЛОМАННЫХ ХОДОВ ПОЛИГОНОМЕТРИИ ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАМЫКАЮЩИХ СТОРОН**

В последнее время в геодезической практике происходит внедрение новых систем и приборов для точных линейных измерений и новых технологий математической обработки геодезических измерений. Это приводит к быстрому росту и изменению способов геодезических работ, в частности в полигонометрии.

В Белоруссии метод полигонометрии применялся на ограниченных территориях и в основном для сгущения геодезических сетей. Между тем возможности метода полигонометрии значительно более широкие, так как точное и высокоточное измерение длин линий перестало быть трудно разрешимой проблемой из-за интенсивного внедрения спутниковой системы GPS в геодезическом производстве. В целом метод полигонометрии стал равноправным методом создания государственной геодезической основы, а в некоторых случаях он имеет определенные преимущества перед триангуляцией.

Пункты (точки) полигонометрических ходов могут выполнять функции опорной исходной сети при реконструкции и новых строящихся объектах в городских районах. Полигонометрический ход самое универсальное по геометрической форме геодезическое построение и может быть проложено вдоль красных линий, параллельно осям сооружений, по квартальным проездам.

Так как координаты точек полигонометрического хода после уравнивания имеют значительную точность определения места положения, то предлагаем их в дальнейшем использовать для наблюдения за деформациями близ расположенных объектов.

Линейное смещение в направлении замыкающей полигонометрического хода представляет продольный сдвиг хода. Поперечный сдвиг - это линейное смещение в направлении перпендикулярном к продольному. Замыкающая для хода - кратчайшее расстояние между исходной и конечной точками хода.

Уравнивание полигонометрических ходов может производиться строгим и приближенными способами. При строгом уравнивании, который применялся в данном случае, совместно используются все измеренные элементы. Точность искомым величин (координат точек) зависит от точности измерений, геометрической формы сети, точности исходных данных,

количества избыточных изменений, что рассматривается в работе [1].

Геометрическая форма сети зависит от условий местности рельефа, залесенности, застроенности, положения исходных пунктов.

Число возможных избыточных измерений в полигонометрическом ходе ограничено: их может быть только три безотносительно к длине хода и числу точек. Малое количество геометрических условий жесткости в полигонометрических построениях создает условия, при которых уравнивание сравнительно мало повышает точность уравненных элементов сети. Поэтому точность полигонометрических построений определяются почти исключительно точностью угловых σ_β и линейных σ_s измерений.

Строгое уравнивание полигонометрического хода, опирающегося на пункты с исходными координатами и направлениями, сводятся к составлению трех условных уравнений и к решению трех нормальных уравнений.

В полигонометрическом ходе, показанном на рисунке 1, составляются: условное уравнение дирекционных углов, условное уравнение абсцисс и условное уравнение ординат.

Обозначая поправки углов (β) и считая углы измеренными левыми по ходу, условное уравнение дирекционных углов получается в виде:

$$(\beta_1) + (\beta_2) + \dots + (\beta_n) + (\beta_{n+1}) + \omega_\beta = 0$$

$$\text{или } \sum_1^{n+1} (\beta_i) + \omega_\beta = 0. \quad (1)$$

Свободный член уравнения (1) вычислим по формуле (2):

$$\omega_\beta = \alpha_n + \sum_1^{n+1} \beta_i + n \cdot 180^\circ - \alpha_k. \quad (2)$$

Условное уравнение абсцисс будет иметь вид:

$$(\Delta X_1) + (\Delta X_2) + \dots + (\Delta X_n) + \omega_x = 0, \quad (3)$$

в котором свободный член

Синякина Наталья Васильевна. Доцент Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224107, г. Брест, ул. Московская, 267.

Мицкевич Валерий Иванович. Профессор Полоцкого государственного университета.