

между блоками и стенками патрубка. Данный зазор устраняется в процессе забивки сваи при взаимодействии ее наконечника с верхними скошенными торцами блоков.

При использовании двух блоков на стенки патрубка устанавливают направляющие, фиксирующие положение сваи в плане, т.е. предотвращающие возможность перемещения сваи в процессе ее забивки в горизонтальной плоскости вдоль скошенных плоскостей гнезда 15. При установке четырех блоков необходимость в применении направляющих отсутствует, так как пирамидальное гнездо, соответствующее по форме наконечнику сваи, препятствует смещению сваи в плане.

Далее выполняют забивку сваи дизель-молотом в грунт в три этапа. На первом этапе забивка сваи производится вместе с блоками, при этом, благодаря назначению ограниченной наружным контуром поперечного сечения блоков площади по выражению (1), отказ сваи не превышает максимально допустимого отказа, т.е. обеспечивается устойчивая работа дизель-молота без его остановок. Раздвижке блоков на данном этапе препятствуют стенки патрубка.

На втором этапе, после выхода блоков из кондуктора, свая, взаимодействуя своим наконечником со скошенными верхними торцами блоков, раздвигает блоки в стороны (рис.2 а).

На третьем этапе выполняют забивку сваи на проектную отметку, после чего демонтируется кондуктор, блоки жестко скрепляют сварным соединением 17 со сваями, а образующуюся после раздвижки блоков в грунте выемку 18 засыпают с уплотнением малосжимаемым грунтом 19 (рис.2 б).

УДК 624.155.1.001.24

Пчелин В.Н., Черноиван В.Н., Тарасевич Д.И.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОГО ВРЕМЕНИ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ ЗАБИВКОЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ОТКАЗОВ СВАЙ

Для технологического проектирования свайных работ требуется знание чистого времени забивки сваи в грунт T , которое используется для определения производительности сваепогружающего оборудования, нормирования труда и денежных затрат, установления сроков производства работ.

В практике строительства T определяют фактически на стадии производства работ после пробной забивки свай, что затягивает сроки разработки технологических карт. Следовательно задача определения чистого времени погружения свай на стадии проектирования является актуальной.

Существующие методики определения T основываются на нахождении общих энергозатрат на забивку сваи в грунт. Зная общие энергозатраты на погружение сваи и энергию одного удара находится требуемое количество ударов, а затем и чистое время погружения T .

В соответствии с методикой, изложенной в [1], при наличии результатов статического зондирования (инженерно-геологических изысканий) T определяется по выражению:

$$T = \frac{n \cdot E_{zp}}{B \cdot E_d} \quad (1)$$

где: $n = 2,4$ – среднестатистический коэффициент, учитывающий различие в процессах статического и динамического погру-

жения сваи и потери энергии при забивке; E_{zp} – энергоемкость погружения сваи статическим методом (вдавливанием), Дж; B – число ударов молота в минуту, шт; E_d – энергия одного наносимого молотом удара, Дж, (см. [2], прил.5, табл.3).

В случае необходимости повторного использования блоки, после демонтажа кондуктора, могут быть извлечены из грунта, при этом остающаяся в грунте выемка засыпается с уплотнением малосжимаемым грунтом (на чертежах не показано).

Благодаря забивке сваи на отказную глубину вместе с блоками, создающими дополнительное лобовое и боковое сопротивление погружению сваи, на всей глубине погружения отказ сваи не превышает максимально допустимый отказ, благодаря чему обеспечивается устойчивый запуск и работа дизель-молота, т.е. его нормальная работа. Кроме того, наличие блоков в верхней части сваи повышает их несущую способность на горизонтальные (в большей степени) и вертикальные нагрузки за счет увеличения площади опирания на грунт.

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.

жения свай и потери энергии при забивке;

E_{zp} – энергоемкость погружения сваи статическим методом (вдавливанием), Дж;

B – число ударов молота в минуту, шт;

E_d – энергия одного наносимого молотом удара, Дж, (см. [2], прил.5, табл.3).

$$E_{zp} = K_1 \left(\sum_{i=1}^n R_{3i} \cdot A \cdot h_i + \frac{1}{2} K_2 \cdot U \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot h_i \right), \quad (2)$$

где: K_1 – коэффициент однородности грунта строительной площадки ($k = 0,9 \dots 1$, см. [1], с.10);

R_{3i} – лобовое сопротивление грунта зондированию в i -ом слое, Па;

A – площадь поперечного сечения сваи, м²;

h_i – толщина i -го слоя грунта, м;

K_2 – коэффициент проработки грунта, учитывающий неполноту контакта сваи с грунтом в процессе забивки (принимается по [1], табл. 5);

U – периметр сваи, м;

τ_i – величина бокового сопротивления грунта зондированию в i -ом слое грунта, Па.

Черноиван Вячеслав Николаевич. К.т.н., доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета. Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

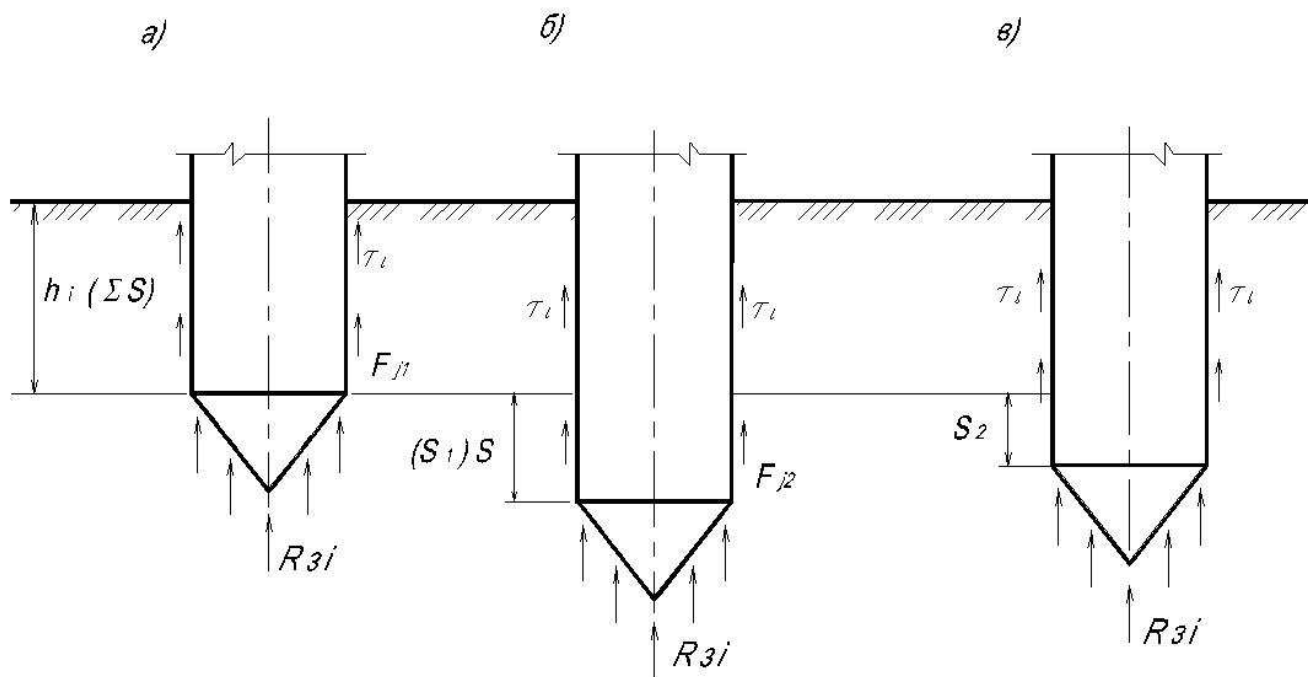


Рис. 1. Схема к определению отказа сваи S при ее забивке в грунт

К недостаткам данной методики можно отнести следующее:

- ✓ при расчетах получается заниженное T ;
- ✓ не учитываются возможные отказы (остановки) дизель-молота в начальной стадии погружения, особенно при забивке в слабые грунты;
- ✓ не учитывается изменение энергии ударов в процессе забивки свай;
- ✓ не устанавливается расчетная глубина погружения сваи до момента получения проектного отказа сваи.

С целью устранения указанных недостатков предлагается метод определения T на основе расчета отказов свай.

В соответствии с [2] значение отказа S сваи при забивке железобетонных свай длиной до 25 м в зависимости от энергии удара E_d выбранного молота и несущей способности F сваи можно найти по выражению

$$s = \frac{\eta \cdot A \cdot E_d}{F(F + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}, \quad (3)$$

где: η - коэффициент, принимаемый по [2], прил.4, табл.2, в зависимости от материала сваи;

A - площадь, ограниченная наружным контуром сплошного или полого поперечного сечения ствола сваи (независимо от наличия или отсутствия у сваи остря);

E_d - расчетная энергия удара молота;

m_1 - масса молота;

ε - коэффициент восстановления удара;

m_2 - масса сваи с наголовником и подбабком;

F - несущая способность сваи по грунту основания.

Несущую способность сваи при нанесении j -го удара можно определить по формуле

$$F_j = \frac{F_{j1} + F_{j2}}{2}, \quad (4)$$

где: F_{j1} - несущая способность сваи перед нанесением удара (рис.1 а);

F_{j2} - то же, после нанесения удара (рис.1 б).

Несущую способность сваи в процессе ее забивки по данным статического зондирования можно определить по формуле [1]

$$F = K_1 (R_{3i} \cdot A + \Sigma K_2 \cdot \tau_i \cdot U \cdot h_i). \quad (5)$$

В этом случае при однородном грунте (рис.1 а,б) получаем

$$F_{j1} = K_1 (R_{3i} \cdot A + K_2 \cdot \tau_i \cdot U \cdot h_i) \quad (6)$$

$$F_{j2} = F_{j1} + K_1 \cdot K_2 \cdot \tau_i \cdot U \cdot S. \quad (7)$$

Подставив значения F_{j1} и F_{j2} в (4), а значение F_j в (3) получаем уравнение третьей степени относительно отказа сваи S

$$C^2 \cdot S^3 + (2F_{j1} \cdot C + C \cdot \eta \cdot A)S^2 + (F_{j1}^2 + \eta \cdot A \cdot F_{j1})S - Z = 0 \quad (8)$$

где:

$$C = \frac{1}{2} K_1 \cdot K_2 \cdot \tau_i \cdot U \quad (9)$$

$$Z = \frac{\eta \cdot A \cdot E_d (m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2)}{m_1 + m_2}. \quad (10)$$

Учитывая, что уравнение (8) не имеет точного решения для определения отказа сваи S , используем приближенный метод вычислений на основе итерации, блок-схема которого представлена на рис.2.

В соответствии с блок-схемой отказ сваи S_j при нанесении j -го удара и T определяются в следующем порядке:

- ✓ по выражению (6) определяется несущая способность сваи перед нанесением удара F_{j1} ;

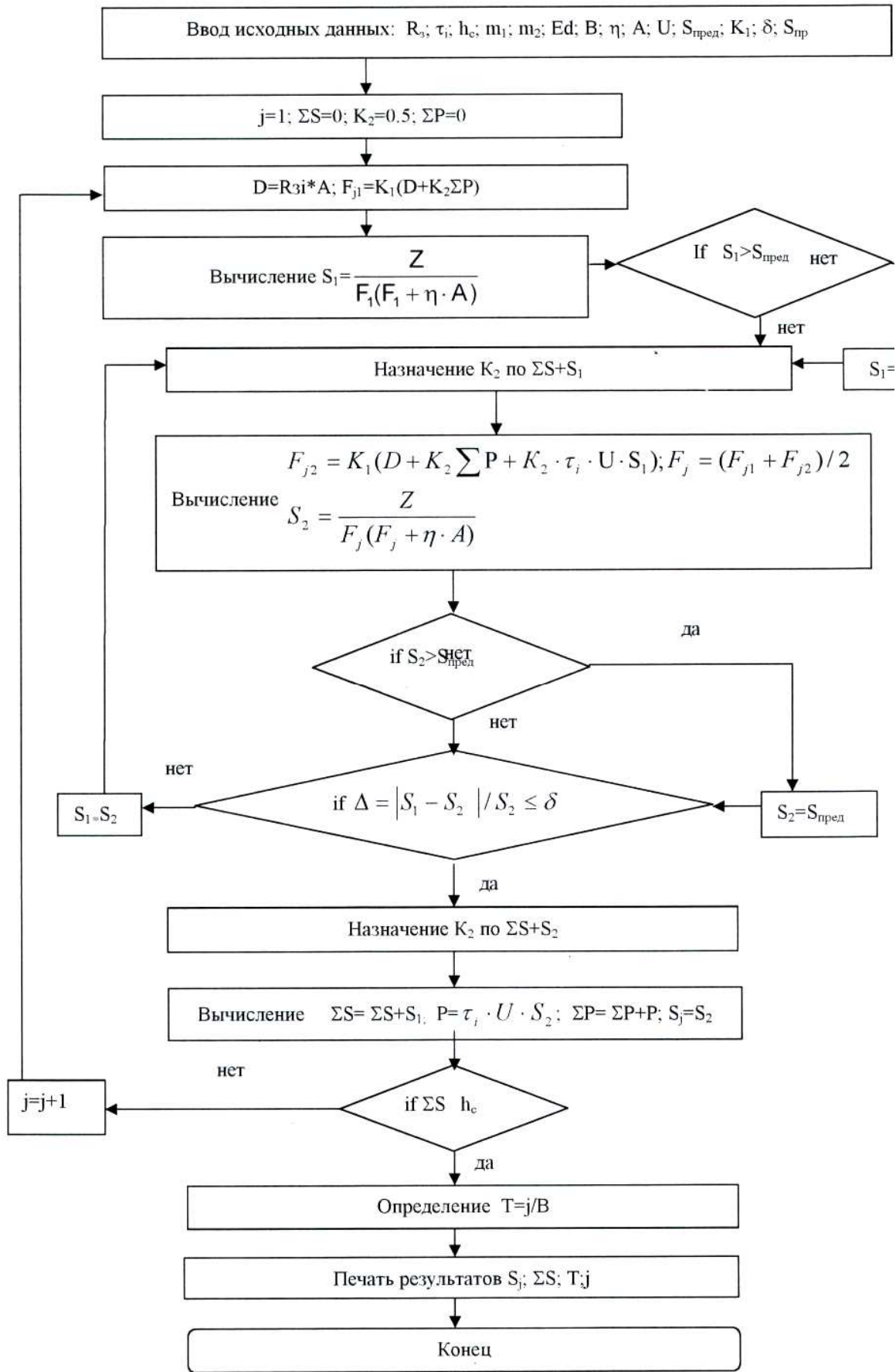


Рис. 2. Блок-схема определения отказов свай и времени погружения на проектную отметку в однородных грунтах.

- ✓ приняв несущую способность сваи равной F_{j1} по формуле (3) определяется первоначальный отказ сваи S_1 ;
- ✓ если S_1 превышает максимально допустимый отказ сваи $S_{пред}$, то S_1 принимается равным $S_{пред}$;
- ✓ приняв отказ сваи равным S_1 по (7) находим F_{j2} , а затем по (4) и F_j ;
- ✓ подставив в формулу (3) F_j находим отказ сваи S_2 с учетом среднего значения несущей способности сваи (рис.1 в);
- ✓ устанавливается относительная разность между S_1 и S_2

$$\Delta = \frac{S_1 - S_2}{S_2} 100\%$$

- ✓ - если Δ меньше заданной допустимой относительной разности $\delta = 2...5\%$, то итерационный процесс для рассматриваемого удара прекращается и отказ сваи на j -ом ударе принимается равным $S_j = S_2$;
- ✓ если Δ больше заданной допустимой относительной разности $\delta = 2...5\%$, то принимается $S_1 = S_2$, находится F_{j2} , F_j , S_2 , Δ и так до тех пор, пока Δ не станет меньше δ ;

- ✓ отказы сваи при нанесении ударов рассчитываются до тех пор, пока свая не будет погружена на проектную отметку h_c ;
- ✓ устанавливается чистое время погружения сваи по формуле

$$T = \frac{j}{B}, \quad (11)$$

где j – число ударов, необходимое для погружения сваи на проектную отметку.

Авторами составлена программа для определения отказов сваи, времени ее погружения на ПЭВМ с учетом неоднородных слоев грунта, которую предполагается использовать при выполнении контрольной работы по курсу "Технология строительства в особых условиях" и при разработке технологических карт в составе дипломного проекта на производство свайных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Еникеев А.Х. Методические рекомендации по выбору молота и расчету времени погружения свай по данным статического зондирования.- Уфа: НИИПромстрой, 1977.- 24 с.
2. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты/ Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.- 128 с.

УДК 624.15.002.51

Пчелин В.Н., Щербач В.П.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ВЫТРАМБОВЫВАНИЯ В ГРУНТЕ КОТЛОВАНОВ

Традиционная технология устройства фундаментов открытым способом связана с выполнением трудоемких и дорогостоящих работ, таких, например, как разработка котлованов и траншей, крепление их стенок, обратная засыпка и уплотнение грунта пазах, перемещение больших объемов грунта, водоотлив или водопонижение и т.д.

Снизить объем земляных работ в 3...6 раз, расход бетона в 1,5...2 раза, арматуры в 1,5...4 раза позволяет использование технологии устройства фундаментов в вытрамбованных котлованах и траншеях.

Сущность данной технологии состоит в том, что на очищенной от растительного слоя поверхности трамбовкой падающей по направляющей штанге в одно и то же место вытрамбовывают котлован, в котором устанавливается сборный фундамент или укладывается монолитный бетон.

Однако известные традиционные способы и устройства для их осуществления [1], обладают целым рядом недостатков, определяющих повышенную энергоемкость вытрамбовывания котлованов:

- ✓ вытрамбовывание котлованов происходит при наличии значительных сил трения и сцепления по боковой поверхности и лобового сопротивления внедрению трамбовки в грунт;
- ✓ наличие сил трения и сцепления по боковой поверхности определяет необходимость приложения к трамбовке при ее извлечении из котлована, значительных усилий и, тем самым, больших энергозатрат;
- ✓ затрудняется попадание трамбовки при ее сбрасывании в одно и то же место, что может привести к перекосу трамбовки, возникновению значительных динамических уси-

лий, вследствие которых устройство может выйти из строя, и повышенным энергозатратам вследствие понижения коэффициента полезного действия удара.

Устранить указанные недостатки позволяет разработанное в Брестском государственном техническом университете способ и устройство для вытрамбовывания котлованов (рис.1).

Способ для вытрамбовывания в грунте котлованов осуществляется посредством устройства, содержащего направляющую мачту 1, каретку 2 и установленную в направляющих мачты и соединенную с кареткой трамбовку 3 (рис.1). Трамбовка выполнена в виде усеченного конуса 4 с заостренным наконечником 5 в нижней части. На боковой поверхности усеченного конуса жестко закреплены уширения 6, которые могут быть расположены по образующим усеченного конуса или под углом к вектору касательной скорости. Количество уширений должно быть не менее трех, при этом они должны быть расположены в каждом из горизонтальном сечений на одинаковом расстоянии друг от друга.

Трамбовка соединена с кареткой с возможностью вращения вокруг продольной (вертикальной) оси, для чего трамбовка оборудуется центральной штангой 7, пропущенной через каретку и установленной в радиально-упорных подшипниках 8.

На верхний конец штанги одето ведомое зубчатое колесо 9. В направляющих мачты установлена дополнительная каретка 10 с механизмом вращения, включающим двигатель 11, редуктор 12 и ведущее зубчатое колесо 13, взаимодействующее при подъеме трамбовки с ведомым колесом.

Щербач Валерий Петрович. Доцент каф. технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура