

Изобретение относится к строительству, а именно к способам возведения фундаментов в пробитых скважинах.

Известен способ возведения фундаментов (1), включающий пробивку скважины цилиндрической трамбовкой, втрамбовывание в нее жесткого материала и заполнение скважины бетоном.

Недостатком этого способа является низкая несущая способность фундаментов в слабых грунтах, которая обусловлена относительно небольшой площадью поперечного сечения уширения из жесткого материала. Это объясняется тем, что в слабых грунтах уширение из жесткого материала имеет форму эллипсоида вращения с соотношением вертикальной и горизонтальной полуосей 1,5 - 2 и более.

Наиболее близким к объекту изобретения является способ возведения фундамента (2), включающий втрамбовывание двух, реже четырех-шести, вспомогательных котлованов под консоли, располагаемых симметрично относительно оси центрального котлована, втрамбовывание в их основание жесткого материала, заполнение вспомогательных котлованов

глинистым грунтом с уплотнением до плотности сухого грунта $\rho_{ds} \geq 1.7 \text{ т/м}^3$ до достижения проектной отметки низа консоли, вытрамбовывание центрального котлована глубже нижних отметок уширений из жесткого материала вспомогательных котлованов под консоли, втрамбовывание в его основание жесткого материала и заполнение центрального котлована и консолей бетоном.

Недостатками данного способа являются относительно невысокая несущая способность фундамента в случае значительной толщи слабых грунтов, сложность изготовления и недостаточно высокая надежность работы фундамента.

Относительно невысокая несущая способность фундамента в случае значительной толщи слабых грунтов объясняется относительно небольшой глубиной его заложения. Это обусловлено наличием наклонных граней у трамбовки, что позволяет вытрамбовывать котлован на глубину не более высоты трамбовки, что обычно составляет 3 - 4 м. Устройство уширения из жесткого материала позволяет увеличить глубину заложения фундамента еще на 1 - 2 м. Часто этого бывает достаточно и применение таких фундаментов обосновывается осадкой основания меньшей допустимой величины, указанной в Приложении 4 СНиП 2.02.01 - 83 "Основания зданий и сооружений". Однако в практике фундаментостроения имеется большое число строительных площадок, когда под подошвой такого фундамента еще остается значительная толща слабых грунтов. В этом случае несущая способность такого фундамента оказывается недостаточной, а величина его осадки может превысить допустимую.

Сложность изготовления такого фундамента обусловлена:

а) многочисленностью технологических операций: 1) вытрамбовывание не менее двух вспомогательных котлованов; 2) втрамбовывание в их основание жесткого материала; 3) заполнение этих котлованов глинистым грунтом, желательной оптимальной влажности, что часто связано с дополнительным доувлажнением его, с последующим послойным уплотнением его до требуемой плотности; 4) вытрамбовывание центрального котлована; 5) втрамбовывание в его основание жесткого материала; 6) бетонирование этого котлована и консолей;

б) необходимостью заполнения котлованов различными материалами: одного - бетоном, а остальных - глинистым грунтом оптимальной влажности и бетоном;

в) использованием трех видов материалов: 1) бетона; 2) жесткого материала, например щебня; 3) глинистого грунта оптимальной влажности.

Недостаточно высокая надежность работы такого фундамента обусловлена тем, что три, или пять-семь, уширений из жесткого материала не образуют единого жесткого основания и не работают совместно под нагрузкой. Возможно также возникновение необходимости горизонтального армирования по расчету верхней бетонной части фундамента, в частности, его консолей.

В основу изобретения поставлена задача создания способа возведения фундамента, в котором совершенствованием дозировок порций жесткого материала соответственно глубине скважины обеспечивается достижение оптимальной формы уширенной пяты с минимальными затратами труда и материала и за счет этого упрощения технологии производства работ и экономии объема и видов затрачиваемых материалов.

Поставленная задача решается тем, что в способе возведения фундамента, включающем пробивку скважины цилиндрической трамбовкой, втрамбовывание жесткого материала в грунт с образованием уширенной пяты и заполнение скважины бетоном, согласно изобретению, уширенную пята формируют в виде пересекающихся оваловидов вращения, охватываемых поверхностью кругового конуса, обращенного вершиной вниз, с углом при вершине, равным $90^\circ - \varphi$, путем последовательного втрамбовывания цилиндрической трамбовкой в дно скважины в очередности снизу-вверх отдельных увеличивающихся в объеме по мере уменьшения глубины скважины порций жесткого материала, например, щебня, при этом отметки дна скважины, на которых втрамбовывают порции жесткого материала, принимают равными

$$h_{ki+1} = h_{ki} + 0,77 \cdot \left[\left(\frac{V_{bri} + 1 \cdot \psi_i + 1}{K_d \cdot \eta_i + 1} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{V_{bri} \cdot \psi_i}{K_d \cdot \eta_i} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)},$$

где φ - угол внутреннего трения грунта;

h_{ki} - отметка дна скважины при втрамбовывании предыдущей порции жесткого материала;

V_{bri}, V_{bri+1} - насыпной объем жесткого материала, втрамбованного в $i-1$ и в $i+1$ -й овалоиды;

K_d - коэффициент уплотнения жесткого материала;

η_i, η_{i+1} - соотношение вертикальной и горизонтальной полуосей i -го и $i+1$ -го овалоидов в грунте естественного сложения;

ψ_i, ψ_{i+1} - коэффициент, учитывающий влияние повышения прочности подстилающего i -й и $i+1$ -й овалоиды основания на понижение значения соотношения вертикальной и горизонтальной полуосей i -го и $i+1$ -го овалоидов, а каждую порцию жесткого материала составляют из одной или нескольких засыпок, которые втрамбовывают в дно скважины на одной и той же отметке дна скважины.

При этом соотношения вертикальной и горизонтальной полуосей овалоидов в грунте естественного сложения определяют по формуле

$$\eta = 0,84 + \frac{1}{K_{pp}} \cdot \frac{V_{bri}}{K_d},$$

где K_{pp} - коэффициент, определяемый в зависимости от степени влажности окружающего грунта.

Коэффициент ψ определяют по формуле

$$\psi = \sqrt{\frac{E_{i-1}}{E}}$$

где E_{i-1} - модуль деформации подстилающего i -й овалоид основания, упрочненного за счет устройства в нем $(i-1)$ -ого овалоида из жесткого материала;

E - модуль деформации подстилающего основания в его естественном сложении.

Для первого овалоида $\psi = 1$, а для остальных вышерасположенных овалоидов $\psi > 1$.

На чертеже (фиг.) показан общий вид фундамента.

Способ возведения фундамента включает пробивку скважины 1 цилиндрической трамбовкой до глубины h_{k1} , с которой в грунт начинают втрамбовывать жесткий материал для образования уширенной пяты, формирование системы последовательных увеличивающихся в диаметре овалоидов 2 в направлении и в очередности снизу-вверх путем втрамбовывания жесткого материала в грунт на отметках, соответствующих серединам овалоидов h_{ki} , заполнение остальной части скважины бетоном 3 на высоту d . При этом отметки, соответствующие серединам овалоидов, принимают

$$h_{ki+1} = h_{ki} + a_{i,i+1},$$

где h_{ki} - отметка, соответствующая середине предыдущего овалоида;

$a_{i,i+1}$ - расстояние между центрами соседних овалоидов, определяемое по формуле

$$a_{i,i+1} = \frac{r_{bri} + 1 - r_{bri}}{\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)},$$

где r_{bri}, r_{bri+1} - радиусы соседних овалоидов, определяемые по экспериментально-аналитической методике;

φ - угол внутреннего трения грунта.

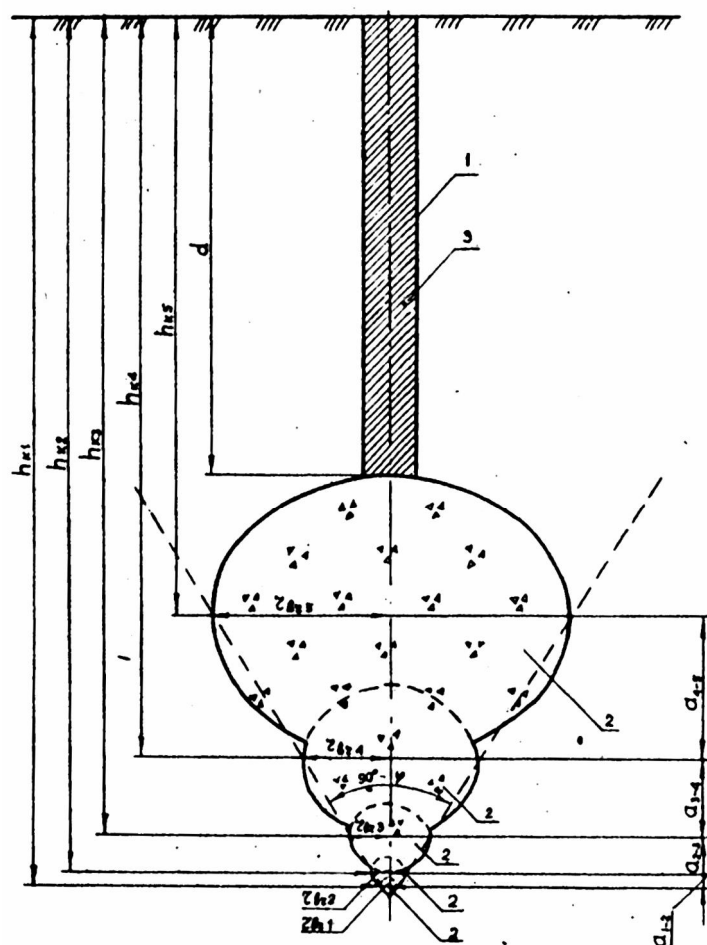
Каждый сформированный овалоид из жесткого материала повышает прочность основания, которое в свою очередь становится подстилающим для формирования последующего овалоида уширенной пяты. За счет этого форма овалоидов вытягивается в горизонтальном направлении. Значительно повышается площадь поперечного сечения овалоидов по сравнению со случаем выполнения их в грунте естественного сложения. В результате уширенная пята фундамента имеет форму, близкую к прямому круговому конусу, вершиной обращенным вниз, с углом при вершине $90^\circ - \varphi$.

Предлагаемый способ возведения фундамента позволяет существенно увеличить глубину заложения и размеры уширенной пяты фундамента и уплотненной зоны вокруг него, за счет распора и трения по боковой поверхности включить в работу наклонную коническую поверхность

уширенной пяты, что в совокупности увеличивает несущую способность фундамента. Форма уширенной пяты обеспечивает работу фундамента как единой жесткой конструкции, повышая, тем самым, надежность его работы. Необходимость пробивки только одной скважины и использование не более двух материалов для возведения фундамента упрощает его изготовление.

Для осуществления способа могут быть использованы цилиндрические трамбовки массой 2 - 6 т, диаметром 0,4 - 0,7 м, сбрасываемые с высоты 2 - 6 м. В качестве жесткого материала могут использоваться щебень, жесткий бетон, доменные шлаки, бой стекла и др. Глубина $h_{к1}$, с которой в грунт начинают втрамбовывать жесткий материал для образования уширенной пяты, составляют обычно 5 - 15 м. Базовым механизмом для навесного оборудования служат экскаваторы Э-10011, Э-652, трактора С-100, Т-150, автомобиль "КрАЗ" и др.

Таким образом, использование описываемого способа возведения фундамента позволяет повысить несущую способность фундамента при значительной толще слабых грунтов, упростить изготовление и повысить надежность работы фундамента, а кроме того уменьшить размеры фундамента по поверхности грунта.



Фиг.