

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

Известен фундамент (1), включающий пробитую цилиндрической трамбовкой скважину, заполненную бетоном, и уширение из втрамбованного жесткого материала в его нижней части.

Недостатком этого фундамента является его низкая несущая способность в слабых грунтах, что обусловлено 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 фундамент (2) включающий центральный вытрамбованный котлован, заполненный бетоном, с уширением из жесткого материала в его нижней части и с двумя, реже четырьмя-шестью бетонными консолями, под каждую из которых вытрамбован отдельный вспомогательный заполненный глинистым грунтом оптимальной

влажности, послойно уплотненным до плотности сухого грунта  $\rho_{ds} \geq 1,7 \text{ т/м}^3$ , котлован с уширением из жесткого материала в его нижней части. При этом вспомогательные котлованы расположены симметрично относительно оси центрального котлована, а уширение из жесткого материала центрального котлована расположено глубже нижней отметки уширений из жесткого материала вспомогательных котлованов.

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

Относительно невысокая несущая способность данного 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 данного 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 данного 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 фундамента, в котором оптимизацией формы обеспечивается включение в работу наклонной конической поверхности уширенной пяты за счет распора и трения по боковой поверхности и за счет этого увеличивается несущая способность фундамента, повышается надежность его работы при упрощении изготовления.

Поставленная задача решается тем, что в фундаменте, содержащем пробитую в грунте цилиндрическую скважину, заполненную бетоном, с уширенной пятой в ее нижней части из втрамбованного в грунт жесткого материала, согласно изобретению, уширенная пята сформирована в виде пересекающихся оваловидов вращения, расположенных друг под другом и охватываемых поверхностью кругового конуса, обращенного вершиной вниз, с углом при

вершине, равным  $90^\circ - \varphi$ , при этом расстояния между центрами оваловидов принимают равными  $a_{i,i+1} =$

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

где  $\varphi$  - угол внутреннего трения грунта;

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

$k_d$  - коэффициент уплотнения жесткого материала,

$\eta, \eta + 1$  - соотношение вертикальной и горизонтальной полуосей  $i$ -го и  $i+1$ -го оваллоидов в грунте естественного сложения,

$\Psi, \Psi + 1$  - коэффициент, учитывающий влияние повышения прочности подстилающего  $i$ -й и  $i+1$ -й оваллоиды основания на понижение значения соотношения вертикальной и горизонтальной полуосей  $i$ -го и  $i+1$ -го оваллоидов.

При этом соотношение вертикальной и горизонтальной полуосей оваллоидов в грунте естественного сложения определяют по формуле

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

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

Коэффициент  $\Psi$  определяют по формуле

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

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

$E$  - модуль деформации подстилающего основания в его естественном сложении.

Для первого оваллоида  $\Psi_1 = 1$ , а для остальных вышерасположенных оваллоидов  $\Psi > 1$ .

На чертеже (фиг.) показан общий вид фундамента.

Фундамент включает пробитую в грунте цилиндрическую скважину 1, заполненную бетоном 2 на высоту  $d$ , и уширенную пятую в ее нижней части из втрамбованного в грунт жесткого материала, сформированную в виде пересекающихся оваллоидов вращения 3, расположенных друг под другом и охватываемых поверхностью кругового конуса, обращенного вершиной вниз, с углом при вершине  $90^\circ - \varphi$ . При этом отметки, соответствующие серединам оваллоидов, от поверхности земли принимают

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

где  $h_{ki-1}$  - отметка, соответствующая середине предыдущего оваллоида,

$a_{i-1,j}$  - расстояние между центрами соседних оваллоидов, определяемое по формуле

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

где  $r_{bri}, r_{bri-1}$  - радиусы соседних оваллоидов, определяемые по экспериментально-аналитической методике,

$\varphi$  - угол внутреннего трения грунта.

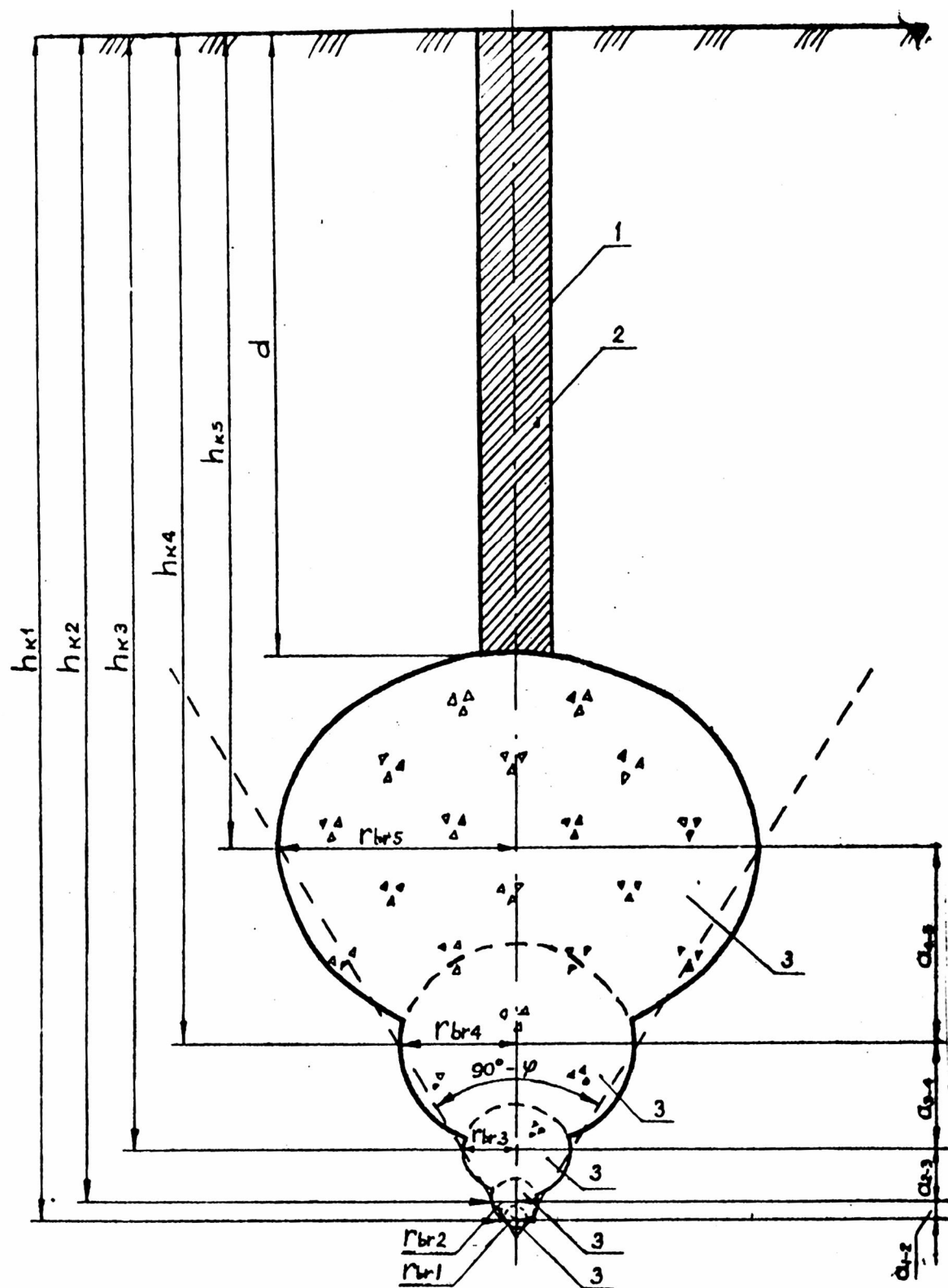
Каждый сформированный оваллоид из жесткого материала повышает прочность основания, которое в свою очередь становится подстилающим для формирования последующего оваллоида уширенной пяты. За счет этого форма оваллоидов вытягивается в горизонтальном направлении. Значительно повышается площадь поперечного сечения оваллоидов 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 фундамент позволяет существенно увеличить глубину заложения и размеры уширенной пяты фундамента и уплотненной зоны вокруг него, за счет распора уширения 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 возведения фундамента могут быть использованы цилиндрические трамбовки массой 2 - 6 т, диаметры 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  $h_{k1}$ , с которой в грунт начинают втрамбовывать жесткий материал для образования уширенной пяты, составляет обычно 2 - 15 м. Базовым механизмом для навесного оборудования служат экскаваторы Э-10011, Э-652, трактор С-100, Т-150, автомобиль "КрАЗ" и др.

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



Фиг.