

ходная кромка винтовой лопасти снабжается дополнительной отбойной пластиной, причем основная и дополнительная отбойные пластины жестко прикреплены к хвостовой и заходной кромкам, соответственно, под углом 90° к плоскости винтовой лопасти (рис. 2).

Для повышения эффективности радиального перемещения основная и дополнительная отбойные пластины выполнены с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти шириной, причем заходная и хвостовая кромки винтовой лопасти выполнены в плане по параболе, а угол, образованный между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости, не превышает угла трения материала основной и дополнительной отбойных пластин о грунт и увеличивается в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти (рис. 2).

Выполнение заходной и хвостовой кромок винтовой лопасти в плане по параболе позволяет снизить общее сопротивление перемещению грунта вдоль отбойных пластин, так как сопротивление перемещению грунта на каждом из участков отбойных пластин по мере удаления в радиальном направлении от корпуса уменьшается за счет увеличения угла β , образованного между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости. Изготовление основной и дополнительной отбойных пластин с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти шириной позволяет уменьшить дополнительные энергозатраты на радиальное перемещение грунта из ранее уплотненной трубчатым корпусом зоны.

Применение отбойных пластин позволяет снизить, по сравнению с устройством по патенту РБ № 7828, на 15-20% энергозатраты на уплотнение грунта вследствие снижения энергозатрат на преодоление сил трения при радиальном перемещении грунта за пределы лопасти, так как при этом с грунтом взаимодействует шарнирно прикрепленная к верхней кромке отбойная пластина, площадь которой значительно меньше площади винтовой лопасти.

Список цитированных источников

1. Неклюдов, М.К. Механизация уплотнения грунтов. – М.: Стройиздат, 1985. – 168 с.
2. Способ глубинного уплотнения грунта: патент №3940 Респ. Беларусь, МКИ Е 02D 3/00, 3/046, 5/56 / В.Н. Пчелин, И.В. Губаревич, В.Н. Черноиван, А.В. Щербач; УО "БрГТУ" (ВУ). – Заявл. 14.04.98; опубл. 30.06.01; Бюл. №2 // Афицыйны бюлетень. – 2001. – № 2. – с. 134.
3. Повышение эффективности глубинного уплотнения грунта рабочим органом с винтовой лопастью / В.Н. Пчелин, В.И. Юськович, Д.В. Друшиц // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров: сб. тр. XVIII Междунар. науч.-метод. семинара: в 2-х т., Новополоцк, 28-29 ноября 2012 г. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – Т. II. – С. 255-259.
4. Устройство для глубинного уплотнения грунта: патент №7828 Респ. Беларусь, МКИ Е 02D 3/00, 3/046, 5/56 / В.Н. Пчелин, П.С. Пойта, С.Г. Нагурный, Д.В. Друшиц; УО "БрГТУ" (ВУ). – Заявл. 22.04.11; опубл. 30.12.11; Бюл. №6 // Афицыйны бюлетень. – 2011. – № 6. – С. 238.
5. Устройство для глубинного уплотнения грунта: пат. 8611 Респ. Бел., МПК7 Е 02 D 3/00 / В.Н. Пчелин, П.С. Пойта, С.Г. Нагурный, Т.В. Пчелина, Д.В. Друшиц; заявитель БрГТУ. № u20120248; заявл. 07.03.2012; опубл. 30.10.2012 // Афицыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 5. – С. 214.

УДК 624.155

Дюрдь В.В.

Научный руководитель: доцент Чернюк В.П.

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА ЗАОСТРЕНИЯ СВАИ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ В ГРУНТ

Важное значение в системе капитального строительства придается свайному фундаментостроению. Немаловажную роль в этом направлении играет энергоемкость погружения свай и несущая способность свайных фундаментов. Одним из многих путей повы-

шения эффективности и снижения энергоемкости погружения свай является установление оптимальной формы и рационального угла заострения свай при их забивке в грунт.

Обзор экспериментальных и теоретических исследований зависимости усилия погружения сваи от формы заострения наконечника, профиля или вертикального элемента [1, 2] показывает, что задача сводится в основном к определению угла заострения симметричного клина, конуса, ножа или пирамиды, при котором сопротивление будет минимальным.

Определим оптимальную форму и угол заострения наконечника и режущих профилей из условия минимальной энергоемкости погружения сваи в грунт, а также для образования опережающих трещин разрыва грунта (трещинообразования), при условии отсутствия уплотненных ядер грунта, впереди сваи.

При погружении вертикальной сваи в грунтовой массив процесс заглубления наконечника происходит неравномерно, со скоростями, меняющимися от нуля до максимального значения. При таком характере погружения энергия расходуется на преодоление лобового сопротивления грунта разрушению, касательных сил сцепления грунта с наконечником, сопротивления трению, являющегося результатом взаимодействия заостренной части наконечника сваи с грунтом (рис. 1, а). Установим, при какой форме и угле заострения общее сопротивление погружению будет минимальным, для чего выделим на глубине, большей критической, элементарный участок на заостренной части наконечника, посредством которой впереди расположенный грунт сминается, вытесняется и уплотняется в стенки прорези. В результате преодоления сопротивления грунта вытеснению, касательных сил сцепления грунта с наконечником и сопротивления трению на элементарный участок действует полное напряжение σ , которое отклонено от нормали к плоскости на угол γ , причем $\gamma = \mu + \beta$, где μ – угол трения наконечника сваи о грунт; β – угол отклонения напряжения σ от влияния касательных сил сцепления наконечника сваи с грунтом.

Полное напряжение σ может быть разложено на касательную $\tau + \sigma_n \operatorname{tg} \mu$ и нормальную σ_n составляющие или на составляющие σ_x и σ_y , параллельные координатным осям x и y (см. рис. 1, а).

Из условия статического равновесия ($\sum S_x = 0$) приложенных к выделенной части наконечника свай сил будем иметь:

$$dP = \sigma_n \sin \alpha dS + \sigma_n \operatorname{tg} \mu \cos \alpha dS + \tau \cos \alpha dS = (\sigma_n \operatorname{tg} \alpha + \sigma_n \operatorname{tg} \mu + \tau) \cos \alpha dS = [\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg}(\mu + \beta)] \sigma_n \cos \alpha dS = (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma) \sigma_n \cos \alpha dS, \quad (1)$$

где dP – элементарное приращение усилия погружения сваи, приходящееся на выделенный элементарный участок заостренной части наконечника;

σ_n – нормальное напряжение, действующее со стороны грунта на элемент заостренной части наконечника;

α – угол наклона элемента боковой поверхности заострения к оси симметрии пирамиды наконечника;

μ – угол трения наконечника о грунт;

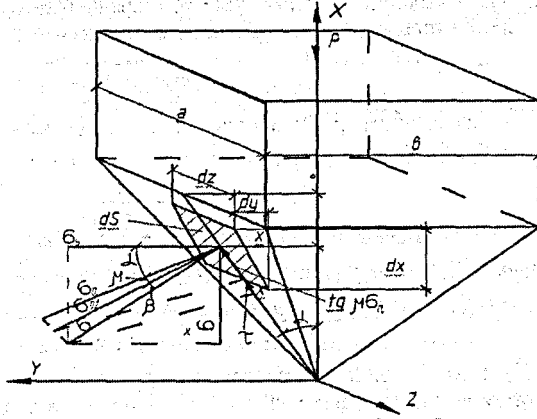
dS – площадь элемента боковой поверхности, взятого на расстоянии x от вершины наконечника;

τ – касательное удельное сцепление грунта с наконечником сваи;

γ – угол отклонения полного напряжения σ от нормали;

β – угол влияния касательных сил сцепления грунта на полное напряжение σ .

а)



б)

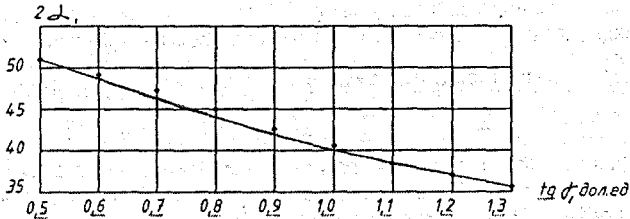


Рисунок 1 – Расчетная схема раскладки напряжений при минимальном сопротивлении грунта под сваей (а) и график зависимости оптимальных углов заострения сваей α^0 в зависимости от $\text{tg } \beta$ (б)

Учитывая, что $\cos \alpha dS = dz dx$, а пределами интегрирования по x и z соответственно являются $x_1 = 0$, $x_2 = x_0$ и $z_1 = 0$, $z_2 = x_0$, будем иметь:

$$P = \int_0^{x_0} \int_0^{x_0} (\text{tg } \alpha + \text{tg } \gamma) \sigma_n dz dx = \int_0^{x_0} \sigma_n (\text{tg } \alpha + \text{tg } \gamma) \alpha \frac{x}{x_0} dx, \quad (2)$$

где P – усилие погружения, приходящееся на одну грань наконечника сваи;
 α – ширина поперечного сечения сваи; x_0 – высота наконечника.

Анализ исследований показывает, что для случая предельного равновесия клиновидного штампа или наконечника зонда распределение напряжений по боковой поверхности заострения не зависит от ширины штампа или радиуса скважины (в нашем случае от размера b). Физические явления процесса нагружения сваи на глубине, где не происходит скол грунта в сторону открытой поверхности, аналогичны явлениям, возникающим при взаимодействии с грунтом штампов глубокого заложения. Поэтому можно считать, что распределение напряжений по боковой поверхности заострения и боковой отпор также не зависят от ординаты y .

Напряжения σ_x и σ_y , как известно, увеличиваются с увеличением угла заострения наконечника сваи, вертикального ножа или штампа. При этом вычисления, произведенные по формуле (3) и ей аналогичной, показывают, что напряжения σ_y , перпендикулярные стенкам прорези, практически остаются постоянными. Поэтому целесообразно выразить усилие P через напряжение σ_y , которое можно вынести за знак интеграла.

Связь между напряжениями, действующими со стороны грунта на выделенный элемент, вытекает из треугольников, в которых полное напряжение σ является общей стороной:

$$\sigma_n = \sigma_y \frac{\cos \gamma}{\cos(\alpha + \gamma)} \quad (3)$$

Подставляя σ_n из выражения (3) в полученное ранее выражение (2) и полагая $\sigma_n = \text{const}$, $\alpha = \text{const}$, $x_0 = \left(\frac{b}{2}\right) \text{ctg } \alpha$, после несложных преобразований получим:

$$P = \frac{ab}{2} \sigma_y \cos \gamma \frac{1 + \text{ctg} \alpha}{\cos(\alpha + \gamma)} \quad (4)$$

Для определения оптимального угла заострения α исследуем функцию Риз выражения (4) на экстремум, для чего определим первую производную $\frac{dP}{d\alpha}$ и приравняем ее к нулю. В конечном виде полученное выражение будет выглядеть следующим образом:

$$\sin^2 \alpha \cdot \text{tg}(\alpha + \gamma)(1 + \text{ctg} \alpha \cdot \text{tg} \gamma) = \text{tg} \gamma. \quad (5)$$

Уравнение (5) в общем виде относительно α решить нельзя. Поэтому значение $\alpha = f(\text{tg} \gamma)$ будем искать методом подбора. Учитывая, что в реальных условиях для немерзлых и мерзлых [3, 4, 6] грунтов $\tau/\sigma_n = 0,3 \dots 0,8$, а $\text{tg} \gamma = 0,2 \dots 0,7$ величина значения $\text{tg} \gamma$ может изменяться в пределах от 0,5 до 1,3 (см. рис. 1, а). Результаты исследований сведем в табл. 1, на основании которой построим график (рис. 1, б).

Таблица 1 – Зависимость угла заострения наконечника сваи 2^α от $\text{tg} \gamma$

$\text{tg} \gamma$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
2^α	$51^\circ 20'$	$49^\circ 40'$	$47^\circ 40'$	$45^\circ 20'$	$43^\circ 20'$	$41^\circ 20'$	$39^\circ 20'$	$37^\circ 40'$	$36^\circ 40'$

Как видно из табл. 1 и рис. 1 б, оптимальными углами заострения наконечника сваи при минимальных усилиях и энергоемкости погружения являются $2^\alpha = 36 \dots 52^\circ$, что соответствует реальным значениям $\text{tg} \gamma = 0,5 \dots 1,3$. Полученные значения оптимальных углов заострения хорошо согласуются с экспериментальными данными А. Н. Зеленина [3, 4], который считал угол $2^\alpha = 45^\circ$ оптимальным применительно для всех видов грунтов, и теоретическими исследованиями В. К. Тимошенко [2], который показал, что существует целый интервал значений $45^\circ \leq 2^\alpha \leq 55^\circ$, в котором изменение угла заострения клина (наконечника) не оказывает существенного влияния на усилие резания грунта Р.

Исследование уравнения (5) и графика на рис. 1 б доказывает, что выпукло-вогнутые формы заострения наконечников не способствуют существенно уменьшению сопротивления погружению сваи из-за практически прямолинейной зависимости $2^\alpha = f(\text{tg} \gamma)$ и постоянной величины усилия погружения Р в установленном интервале изменения оптимальных углов заострения наконечников сваи 2^α .

Исходя из технологических соображений (простоты изготовления и сложности опалубочных форм), следует считать целесообразной прямолинейную форму заострения профилей и граней $2^\alpha = 36 \dots 52^\circ$. Для практического применения можно рекомендовать $22^\alpha = 45^\circ$.

Список цитированных источников

1. Спиридонов, В.В. Определение оптимальной формы заострения наконечника сваи при погружении в грунт: научно-технический реферативный сборник / В.В. Спиридонов, В.П. Чернюк, В.Н. Пчелин // Проектирование и строительство трубопроводов и газонефтепромысловых сооружений, вып. 9. – М.: Информнефтегазстрой, 1982. – С. 28-32.
2. Тимошенко, В.К. Определение формы заострения вертикального ножа при минимальном усилии резания грунта // Строительные и дорожные машины. – №1. – М.: 1971. – С. 16-17.
3. Зеленин, А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. – М.: Машиностроение, 1968. – 376 с.

4. Зеленин, А.Н. Машины для земляных работ / Основы разрушения грунтов; моделирование процессов, прогнозирование параметров / А.Н. Зеленин, В.Н. Баловнев, И.П. Керов. – М.: Машиностроение, 1975. – 424 с.

5. Чернюк, В.П. Расчет, проектирование и устройство свайных фундаментов / В.П. Чернюк, П.С. Пойта. – Брест: Облтипография, 1998. – 215 с.

6. Цытович, Н.А. Механика грунтов: учебное пособие. – М.: Высшая школа. – 280 с.

УДК365.262.2(476)

Зубко В.А.

Научный руководитель: ст. преподаватель Леванюк С.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРЕНДНОГО ЖИЛЬЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Развитие жилищного строительства характеризуется стабилизацией и обеспечением положительных темпов роста объемов жилищного строительства, сокращением доли государственных капитальных вложений и увеличением доли внебюджетных источников финансирования. В результате происходит постоянное улучшение качественных характеристик жилых помещений, увеличение среднего размера квартир, структуры строящегося жилья.

Для удовлетворения потребностей населения Республики Беларусь в жилье существует дифференцированная система улучшения жилищных условий, включающая:

- 1) кредитование покупки (ремонта, реконструкции и модернизации) жилья;
- 2) государственную поддержку граждан при строительстве жилья, включающую:

предоставление одноразовых безвозмездных субсидий за счет средств бюджета, льготных банковских кредитов, займа у организаций по месту работы на строительство жилья;

3) предоставление жилых помещений социального пользования, построенных за счет средств республиканского и местных бюджетов, предназначенных для граждан, имеющих в соответствии с законодательством право на получение указанного жилья.

Несмотря на значительные объемы ввода квадратных метров общей площади жилья, спрос на жилье огромен. Остро стоит проблема обеспечения доступности жилья для граждан с разным уровнем дохода. Наметившаяся тенденция улучшения структуры строящегося жилья и качественных характеристик жилых помещений не соответствует платежеспособному спросу населения. Увеличение предложения финансовых ресурсов, в свою очередь, увеличивает спрос на жилье, что выражается в росте цен на строительную продукцию.

Рыночный механизм не в состоянии обеспечить равновесие спроса и предложения на рынке жилья даже при ценах, ориентированных на средние доходы. В условиях приоритета частного жилищного фонда удовлетворение жилищных потребностей граждан осуществляется за счет их собственных средств (в том числе и кредитов банков). Поэтому защита отдельных категорий граждан, нуждающихся в улучшении жилищных условий, особенно молодых и многодетных семей, малообеспеченных, нетрудоспособных и некоторых других, и выравнивание условий проживания населения областей, районов, городов и поселков городского типа, агрогородков и сельских населенных пунктов – неизбежные компоненты жилищной политики государства.

Улучшение жилищных условий населения невозможно без развитого рынка жилья, предназначенного для сдачи в найм или аренды. Без цивилизованного рынка аренды жилья почти невозможно обуздать дефицит и цены на квартирном рынке, эффективное решение жилищного вопроса, решение проблемы мобильности населения. Особенно