

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Атаев, С.С. Технология строительного производства: Учебник для вузов / С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин [и др.] – М.: Стройиздат, 1984. – 559 с.
- Организация строительного производства: ТКП 45-1.03-161-2009. – Введ. 07.12.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 47 с.
- Безопасность труда в строительстве. Общие требования: ТКП 45-1.03-40-2006. – Введ. 27.11.2006. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – 45 с.
- Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт. ТКП 45-1.01-159-2009. – Введ. 30.09.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. – 13 с.
- Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия: ТКП EN 1991-1-4-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 132 с.
- Черноиван, А.В. Нормирование ветровой нагрузки на здания и сооружения для климатических условий Республики Беларусь: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / А.В. Черноиван. – Брест, 2012. – 179 л.
- Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий: ТКП EN 1995-1-1-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 98 с.
- Древесина конструкционная. Классы прочности: СТБ EN 338-2011. – Введ. 01.01.2012. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2012. – 7 с.
- Технический кодекс установившейся практики. Деревянные конструкции. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-5.05-146-2009 (02250). – Введ. 01.01.2010. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. – 63 с.

Материал поступил в редакцию 02.01.14

CHERNOIVAN A.V., CHERNOIVAN N.V. Calculation temporary non-inventorial buildings on wind loads on the European Standards

In paper the construction solution of an open shed of a post on manufacturing reinforcing products on the site and a design procedure of bearing wood devices of a framing on wind impacts is offered.

УДК 624.155.04

Чернюк В.П., Семенюк С.М.

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПИРАМИДАЛЬНЫХ СВАЙ И ЗАБИВНЫХ БЛОКОВ НА ДЕЙСТВИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РАСПОРНЫХ НАГРУЗОК

Введение. Забивные блоки и короткие пирамидальные сваи получили весьма широкое и разнообразное применение в России, Белоруссии и других странах СНГ (Украине, Молдавии, Узбекистане) при строительстве сельскохозяйственных зданий и сооружений.

Для рамных зданий каркасного типа из трехшарнирных рам, ферм, арок и сводов характерна передача на фундаменты сосредоточенных вертикальных и значительных по величине горизонтальных распорных нагрузок, для восприятия которых в основаниях зданий и сооружений целесообразно применять фундаменты из коротких пирамидальных свай и забивных блоков. Для эффективного использования данных конструктивных решений в качестве фундаментов необходимо тщательно анализировать их погружение в грунт и способность воспринимать значительные горизонтальные нагрузки.

Эти показатели, в свою очередь, конкретно зависят от расхода бетона в изделиях, угла наклона боковых граней к основаниям в сваях и блоках, площади опирания на грунт в направлении действия нагрузки. Рассмотрим их по порядку.

Для обеспечения минимальной энергоемкости погружения в грунт угол наклона граней в короткой пирамидальной свае (блоке) к продольной ее оси должен быть минимальным, а свая острее. С точки зрения максимальной несущей способности по грунту основания при действии вертикальной нагрузки угол наклона должен быть максимальным, свая тупее, а при действии горизонтальной нагрузки строго определенным во избежание выпора сваи или блока (их тел) на поверхность грунта. Исходя из этого оптимальную величину наклона граней пирамиды будем определять от действия на пирамидальную сваю (блок) горизонтальной нагрузки при максимальной ее несущей способности по грунту основания на действие вертикальной нагрузки в зависимости от физико-механических свойств грунта строительной площадки [1, 2].

Расчетная схема представлена на рис. 1, в соответствии с которой

к пирамидальной свае приложена горизонтальная нагрузка P , приведенная к центру тяжести фигуры с моментом M , в результате чего со стороны грунта на боковую грань сваи с углом наклона к продольной оси α противодействует отпор N и сила трения F , равная

$$F = fN, \quad (1)$$

где f – коэффициент трения грунта по поверхности сваи, дол. ед.

При отсутствии силы F образовался бы выпор тела сваи или блока на поверхность грунта. Во избежание выпора необходимо, чтобы сумма вертикальных составляющих сил была бы меньше или равна нулю ($\sum y \leq 0$). Таким образом:

$$N \cdot \sin \alpha \leq F \cdot \cos \alpha. \quad (2)$$

Подставляя значение F из выражения (1) в неравенство (2) и решая его относительно α будем иметь:

$$\alpha \leq \arctg(f). \quad (3)$$

Известно, что для грунтов нормальной влажности и средней плотности значение f составляет 0,25...0,7 (для песков – до 0,45, для супесей – 0,45...0,5; для суглинков – 0,5...0,6, для глин – более 0,6 [3–4]). С учетом реальных значений коэффициентов трения f для различных видов грунтов в результате решения неравенства (3) построим график зависимости углов наклона пирамидальной сваи α от коэффициента трения грунта f (рис. 2).

Для оценки соответствия расчетных (кривая 1), оптимальных (кривая 2) и реальных (кривая 3) значений углов наклона граней пирамидальных свай и забивных блоков в дополнение к рис. 2 составлена табл. 1, в которой приведены характеристики наиболее распространенных в Беларуси пирамидальных свай и забивных блоков согласно РСН 741-78 [5], объемы и массы бетона в изделиях V и m , площади

Чернюк Владимир Петрович, к.т.н., доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Семенюк Сергей Михайлович, к.т.н., доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

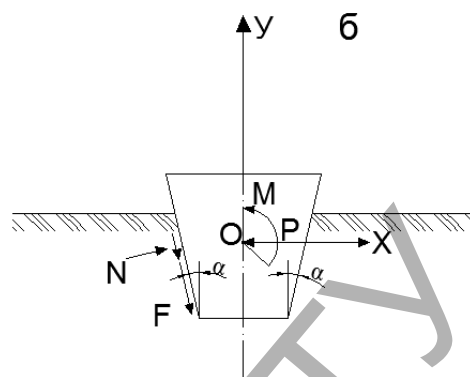
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура

опирания на грунт в направлении действия горизонтальной нагрузки P и углы наклона граней к продольной оси свай и блоков α , из которой видно, что фактические значения углов заострения свай $\alpha = 6^\circ \dots 10^\circ$ при оптимальных углах $\alpha = 10^\circ \dots 20^\circ$ и допустимых $\alpha = 15^\circ \dots 35^\circ$ для песчаных, супесчаных, суглинистых и глинистых грунтов.

На основании сказанного можно сделать вывод, что наличие вертикальной нагрузки погашает выпор тела сваи на поверхность грунта, т.е. способствует увеличению оптимальных углов наклона граней по сравнению с расчетными. Кроме того, фактические значения величин углов наклона граней α используемых в практике строительства пирамидальных свай, обуславливаются преимущественным распространением в стране песчаных грунтов, имеют заниженные значения по сравнению с расчетными и оптимальными примерно вдвое ($6^\circ \dots 10^\circ$ против $10^\circ \dots 20^\circ$), а остальное идет в запасе прочности от выпучивания), и имеется реальная возможность их увеличения для повышения несущей способности на действие вертикальных нагрузок.

Что же касается объема бетона V и площади опирания на грунт в горизонтальном направлении, то они составляют $0.38 \dots 0.717 \text{ м}^3$ и $0.875 \dots 1.35 \text{ м}^2$ соответственно в различных конструктивных исполнениях на одну сваю или блок (см. табл. 1) и имеются возможности их дальнейшего улучшения (уменьшения расхода бетона V и увеличения вертикальной площади опирания на грунт при работе на горизонтальную нагрузку P) в других технических решениях, что и реализовано авторами в разработках по а.с. СССР №№ 1652520, 1735488 и патенте РБ № 9372.

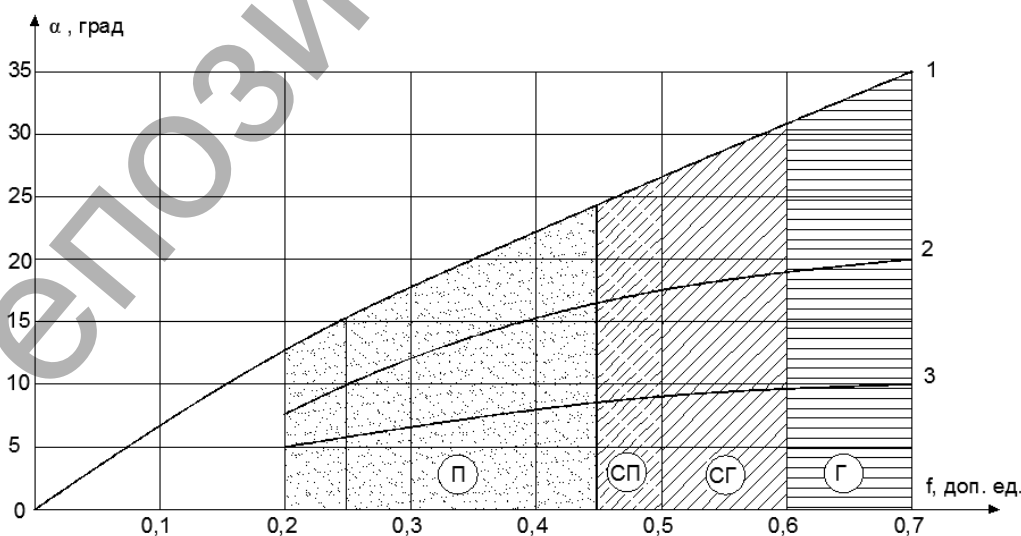
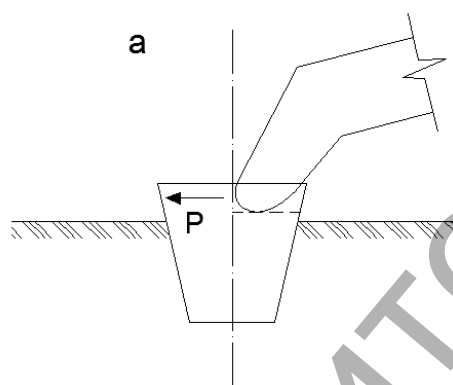


а – конструктивная, б – приведенная
Рис. 1. Расчетная схема работы пирамидальной сваи на действие горизонтальной нагрузки

Конструктивные и технологические особенности разработанных коротких забивных блоков и пирамидальных свай показаны на рис. 3, а их технические характеристики приведены в табл. 2.

Характерной особенностью разработок БрГТУ (рис. 3, б-г), в отличие от типового решения (рис. 3, а), является, возможность их работы в направлении горизонтальной нагрузки (распора) P диагоналями или большими сторонами 5,5 оснований 3,3 забивных блоков, а это сулит немалыми экономическими выгодами (за счет переориентации сторон и диагоналей в направлении действия распора), а именно:

1. Снижается расход бетона (объем) на изготовление предлагаемых забивных блоков (табл. 2, строки 3, 4 и рис 3, в, г) по сравнению с типовым решением (табл. 1, строка 3 и рис 3, а) в $0.717/0.35=2.05$ раза, т.е. вдвое, и возможность увеличения несущей способности на действие горизонтальной нагрузки по грунту основания за счет увеличения вертикальной площади опирания на грунт в направлении распора P – в $1.87/1.32=1.417=\sqrt{2}$ раза, т.е. почти в полтора раза, при одинаковых размерах пирамидальных свай путем превращения четырехгранной усеченной пирамиды в трехгранную.



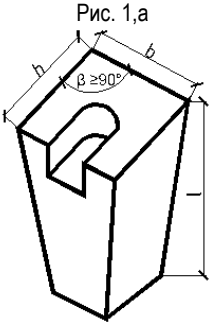
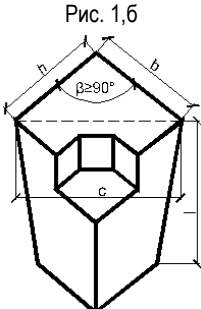
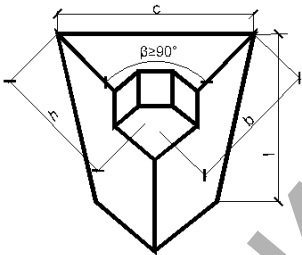
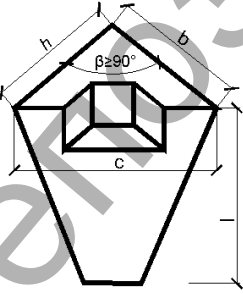
1 – верхняя граница допустимых значений углов α ; 2 – оптимальные значение углов α ; 3 – фактические значение реальных углов α в трактовках

Рис. 2. График зависимости угла наклона граней пирамидальной сваи α от коэффициента трения грунта f ($\alpha = \arctg(f)$) в песчаных П , супесчаных СП , суглинистых СГ и глинистых Г грунтах

Таблица 1. Технические характеристики традиционных пирамидальных свай

№ п.п.	Эскиз	Марка изделия	Размеры, lxbxh, м	Угол наклона грани α, град	Масса m, кг	Объем бетона V, м ³	Расход стали	Площадь опирания на грунт в направлении распора, м ²
							<u>натур</u> <u>привед</u> , кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		СПЗ 70/10 У	3x0.7x0.7	6.5	430	0.57	$\frac{31,95}{32,19}$	Работают только на вертикальную нагрузку
		СПЗ 70/10 У	2x0.7x0.7	10	950	0.38	$\frac{21,33}{21,57}$	
2		СП1-2,5-70-60	2.5x0.6x0.7	7 8	105	0.42	$\frac{22,39}{24,72}$	0.875
		СП1-3,0-80-70	3x0.7x0.8	6.5 7.5	1480	0.59	$\frac{33,38}{37,40}$	1.2
3		СПЗ,3 70/10 У	0.7x0.7	6	1750	0.717	$\frac{34,10}{34,30}$	1.32
4		СП2-2,5-80-60	2.5x0.8x0.6	9 7	1220	0.49	$\frac{21,62}{23,28}$	1.125
5		СП-2-60-60	2x0.6x0.6	8.5	720	0.29	$\frac{15,00}{16,54}$	Работает только на вертикальную нагрузку
6		СП-2-70-70	2x0.7x0.7	10	1145	0.458	$\frac{17,51}{19,05}$	
7		СПК-3-80-70	3x0.8x0.7	7.5 6.5	1628	0.651	$\frac{47,81}{55,06}$	1.35
		СПК-2,5-70-60	2.5x0.7x0.6	8 7	1285	0.515	$\frac{38,21}{43,94}$	1

Таблица 2. Технические характеристики типовой и разработанных конструкций забивных блоков

№ п.п.	Эскиз блока, № рисунка, решение	Размеры $l*b*h*c$, м	Масса m , кг	Объем бетона V , m^3	Площадь опирания на грунт в направлении распора, m^2	Расход стали (натур), кг <small>($\frac{\text{натур}}{\text{привед}}$)</small>
1	Рис. 1,а  Типовое решение СП 3,3 $\frac{70}{10}$ Р	3,3*0,7*0,7	1750	0,717	1,32	$\frac{34,1}{34,3}$
2	Рис. 1,б  А.с. СССР № 1622520	3,3*0,7*0,7*1,0	1800	0,72	1,87	$\frac{34,1}{34,3}$
3	Рис. 1,в  А.с. СССР № 1735488	3,3*0,7*0,7*1,0	900	0,35	1,87	$\frac{29,3}{29,5}$
4	Рис. 1,г  Патент РБ № 9372	3,3*0,7*0,7*1,0	900	0,35	1,87	$\frac{29,3}{29,5}$

1. Технические характеристики забивных блоков даны при $\beta=90^\circ$
2. Расход стали (натуральный и приведенный) блоков указан расчетный

2. Примерно в полтора раза (точнее в $\sqrt{2}$) обеспечивается возможность увеличения несущей способности предлагаемой пирамидальной сваи (табл. 2, строка 2 и рис. 3, б) по сравнению с известной (табл. 1, строка 3 и рис. 3, а) на действие горизонтальной нагрузки при одинаковых материалоемкостях (объеме бетона) изделий за счет переориентации сторон блока относительно продольных и поперечных осей здания или

сооружения и возможности работы в направлении распора Р диагональю, а не стороной.

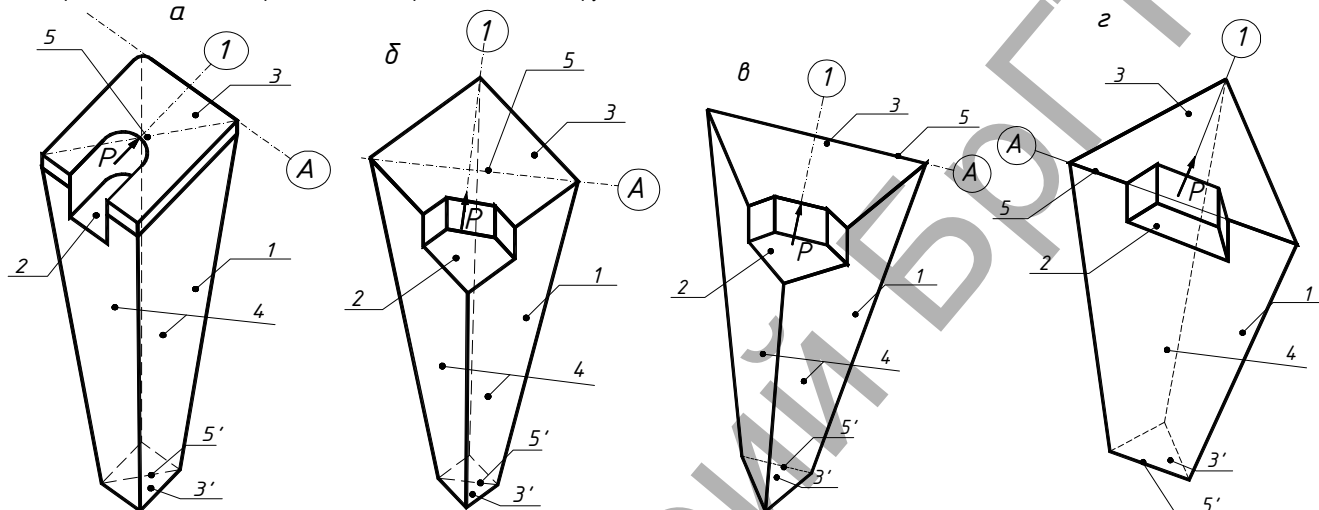
3. Выполнение гнезда для опирания полурам в углу или на середине стороны верхнего основания блоков существенного влияния на трудоемкость и стоимость изготовления изделий не оказывает.
4. С увеличением угла при основаниях $\beta > 90^\circ$ в предлагаемых конструкциях технико-экономические показатели блоков улучшаются.

Заключение. Разработанные в БрГТУ конструкции пирамидальных свай и забивных блоков обладают несомненными технико-экономическими преимуществами (низкой материалоемкостью, меньшими расходами бетона и арматуры, повышенной несущей способностью на действие горизонтальных нагрузок) по сравнению с известными традиционными и типовыми.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чернюк, В.П. Расчет угла наклона пирамидальной сваи при действии горизонтальной нагрузки / В.П. Чернюк, В.Я. Хуснутдинова // Современные изделия и конструкции в строительстве: тезисы докладов научно-технической конференции. – Новополоцк, 16–18 мая 1989. – С. 60.
2. Чернюк, В.П. Расчет оптимальной величины наклона граней пирамидальной сваи при действии горизонтальной нагрузки /

- В.П. Чернюк, Г.А. Голубицкая // Научно-техническая конференция, посвященная 30-летию института: материалы – Брест, 1996. – Часть II. – С. 174.
3. Чернюк, В.П. Расчет, проектирование и устройство свайных фундаментов / В.П. Чернюк, П.С. Пойта. – Брест: Облтипография, 1998. – С. 146.
4. Рекомендации по определению крутящего момента и осевого усилия при погружения винтовых свай в грунты. – Р. 462–82. – М.: ВНИИСТ, 1983. – С. 37.
5. Кречин, А.С. Ресурсосберегающие фундаменты на сельских стройках / А.С. Кречин, В.П. Чернюк, П.В. Шведовский, А.Т. Мальцев, Н.А. Мальцева. – Кишинев: Картя Молдовеняск, 1990. – С. 67.



а – типовая марки СП 3,3 $\frac{70}{10}$ Р; б - по а. с. СССР № -1622520; в - по а. с. СССР № - 1735488; г – по патенту РБ на полезную модель № 9372; 1 – ствол (усеченная пирамида); 2 – гнездо; 3,3' – верхнее (большее и нижнее (меньшее) основания пирамиды; 4 – боковые грани пирамиды; 5,5' –большие стороны (диагонали) оснований 3,3'; → - направление действия распора; А и 1 – продольная и поперечная оси здания
Рис. 3. Известная (а) и разработанные в БрГТУ (б-г) конструкции забивных блоков и пирамидальных свай

Материал поступил в редакцию 07.12.13

CHERNYUK V.P, SEMENYUK S.M. Calculation and design of pyramidal piles and precast blocks the action of horizontal spacer loads

A method for calculating the angle faces short pyramidal piles and a few blocks from the vertical and presented three new designs are protected by copyright certificates of the USSR and patent of the Republic of Belarus.

УДК 624.012

Курлапов Д.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОСЛЕ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА

Наиболее сложным является учет степени огневого повреждения железобетонных конструкций. Разнородность материалов, составляющих железобетон, при нагреве приводит к разным температурным деформациям, нарушает связь между цементным камнем, крупным и мелким заполнителем, а также с арматурой. В результате в железобетонных элементах происходят необратимые изменения механических свойств, снижение прочности на сжатие и растяжение, дополнительные прогибы.

Изменения механических свойств бетона при его нагреве и последующем охлаждении в настоящее время оцениваются очень приблизительно. Это затрудняет определение несущей способности железобетонных элементов, подвергшихся огневому воздействию при пожаре и последующему охлаждению.

Обычно после пожара нет точных данных о температуре нагрева конструкций и продолжительности пожара. Приходится судить об этом по состоянию и цвету поверхности железобетонных конструкций после огневого воздействия пожара на них. Это снижает точность определения остаточной прочности железобетонных элементов после пожара, особенно стальных.

При нагреве железобетона свыше 60°C тепловые деформации бетона и арматуры становятся различными и в них появляются дополнительные напряжения: в бетоне растягивающие, в арматуре сжимающиеся. Проявляются и различие тепловых деформаций цементного камня и крупного заполнителя.

При нагреве бетона свыше 100°C происходит необратимое снижение его механических характеристик (пределов прочности, модуля деформации).

Курлапов Д.В., к.т.н., доцент, профессор кафедры гидротехнических сооружений, строительных конструкций и механики твердого тела ВИ(ИТ) ВАМТО (ВИТУ), г. Санкт-Петербурга.