

10. **Никитин, А. В.** Способ определения крена сооружений цилиндрической формы / А. В. Никитин // Геодезия и картография. – 2008. – Вып. 6. – С. 15–17.

## REFERENCES

1. **Biktashev, M. D.** (2006) *Tower Constructions. Geodesic Analysis of Settlement, Tilt and General Stability of Position*. Moscow, ASV Publ. 376 p. (in Russian).
2. **Guidance for Determination of Tower Engineering Construction Tilt Using Geodesic Methods**. Moscow, Stroyizdat, 1981. 56 p. (in Russian).
3. **Stolbov, I. A.** (1988) On Determination of Construction Tilt. *Geodezia i Kartografiya* [Geodesy and Cartography], 3, 35–36 (in Russian).
4. **Nesterionok, M. S.,** Pozniak, A. S., & Astrovsky, A. A. (1989) Experience in Determination of Ventilation and Smoke Stack Tilt in Confined Spaces. *Bulletin of BelNIINTI*. Minsk, 4 (in Russian).
5. **Mikhailov, V. I.** (2000) Specific Features in Geodesic Control of Engineering Construction Stability at JSC “Grodno Azot”. *Proceedings of International Scientific and Technical Conference “Contribution of HEIs Research to Development of Priority Directions for Industry and Economy, Economic and Environmentally Clean Technologies and State-of-the-Art Training Methods” Dedicated to the 80<sup>th</sup> Anniversary of the Belarusian State Polytechnic Academy. Part 7*. Minsk: BSPA [Belarusian State Polytechnic Academy], 91 (in Russian).
6. **Mikhailov, V. I.,** Skrebkov, G. V., & Timoshenko, S. A. (2008) Experience in Application of DNA03-Digital Leveling Device While Measuring Settlement Deformations of JSC “Grodno Azot” Industrial Objects. *Nauka – Obrazovaniyu, Proizvodstvu, Ekonomike. Materialy Shestoi Mezhdunarodnoi Nauchno-Tekhnicheskoi Konferentsii. T. 2* [Science to Education, Industry, Economics. Proceedings of 6<sup>th</sup> International Science and Technical Conference. Vol. 2]. Minsk: BNTU, 50 (in Russian).
7. **Mikhailov, V. I.,** Kononovich, S. I., & Tchiberkus, Yu. N. (2013) Experience in Application of Electronic Tacheometer for Measuring Wall Verticality. *Glavny Inzhener v Stroitelstvie* [Chief Engineer in Construction], 9, 26–31 (in Russian).
8. **Shekhovtsov, G. A.,** & Shekhovtsova, R. P. (2009) Modern Geodesic Methods for Detection of Engineering Construction Deformations. Nizhny Novgorod: NNGASU [Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering]. 156 p. (in Russian).
9. **TKP 45-1.03-26-2006 (02250).** Geodesic Works in Construction. Rules of Conduct. Minsk, Architecture and Construction Ministry of the Republic of Belarus, 2006. 62 p. (in Russian).
10. **Nikitin, A. V.** (2008) Method for Determination of Cylindrical Construction Tilt. *Geodezia i Kartografiya* [Geodesy and Cartography], 6, 15–17 (in Russian).

Поступила 17.03.2014

УДК 624.155

## ЗАБИВНЫЕ ПОЛИПРОЧНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СВАИ И НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СВАЙНОГО НАГОЛОВНИКА

*Докт. техн. наук, проф. БЕКБАСАРОВ И. И., магистр ИСАКОВ Г. И.*

*Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати (Казахстан)*

E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Изложены конструктивные и технологические особенности изготовления забивных свай с переменной прочностью ствола. Показана экономическая эффективность их выпуска. Представлена конструкция свайного наголовника, обеспечивающая восприятие ударных усилий молота боковыми гранями головной части сваи. Предложены забивные железобетонные сваи, изготавливаемые из трех разнопрочных участков ствола. Прочность материала (класс бетона и диаметр арматуры) и длина участков ствола назначаются дифференцированно в зависимости от характера и уровня напряжений в сваях при забивке. Выпуск полипрочных свай открывает возможность их подбора для каждой конкретной площадки строительства с учетом их сохранности при забивке.

Разработан свайный наголовник, который в отличие от существующих аналогичных конструкций позволяет передавать ударные усилия от молота к свае через боковую поверхность ее головной части. Наголовник обеспечивает возможность увеличения площади восприятия сваей ударных усилий от молота и тем самым значительно снижает риск повреждения и разрушения бетона свай при забивке. Применение полипрочных свай, а также их забивка с помощью нового свайного наголовника составляют основу бездефектной и ресурсосберегающей технологии устройства свайных фундаментов в строительстве.

**Ключевые слова:** забивные полипрочные железобетонные сваи, свайный наголовник, прочность на сжатие, класс бетона, диаметр арматуры.

Ил. 8. Табл. 2. Библиогр.: 13 назв.

## DRIVEN POLYSTRONG REINFORCED CONCRETE PILES AND NEW DESIGN OF PILE CAPS

*BEKBASAROV I. I., ISAKOV G. I.*

*Taraz State University named after M. Kh. Dulati (Kazakhstan)*

The paper presents constructional and technological features for manufacturing driven piles with variable strength of pile shaft. Economical efficiency of their production has been shown in the paper. The paper provides a pile cap design that ensures perception of hammer impacts with the help of lateral edges of the pile cap. Driven reinforced concrete piles which are manufactured from three shaft sections having various strength have been proposed in the paper. Material strength (concrete grade and diameter of bars) and length of shaft sections are given on a case by case basis in accordance with nature and rate of stresses in piles during their driving process. Manufacturing of polystrong piles provides an opportunity to select them for a particular construction site with due account of their preservation during driving process.

A pile cap has been developed that as opposed to existing analogous designs makes it possible to transmit impact efforts from a hammer to the pile through lateral surface of its head part. The pile cap provides the possibility to increase an area for perception of hammer impact efforts by the pile and in doing so it is possible significantly to reduce a damage risk and destruction of pile concrete during its driving. Application of polystrong piles and their driving with the help of new pile cap are considered as a basis for defect-free and resource-saving technology for pile foundations in the construction.

**Keywords:** driven polystrong reinforced concrete piles, pile cap, compression strength, concrete grade, diameter of bars.

Fig. 8. Tab. 2. Ref.: 13 titles.

Забивные железобетонные сваи, применяемые в свайном фундаментостроении, в пределах одного номенклатурного типа изготавливаются из одного вида, состава и класса бетона по прочности на сжатие. Исключением служат сваи со сталефибробетонной головной частью, в которых верхний участок (длиной 40 см) имеет повышенную прочность за счет армирования сваи специальными металлическими фибрами [1]. Изготовление монопрочных свай (свай с постоянной прочностью бетона ствола) оправдано технологически, но необосновано научно, а следовательно, нерационально практически. Это подтверждается тем, что как в период эксплуатации, так и в процессе забивки напряженное состояние свай не характеризуется равномерным распределением сжимающих напряжений по их длине [2, 3]. Причем высокий уровень напряжений и их неравномерное распределение по длине свай имеют место при их забивке молотами. Исходя из этого была выдвинута идея формирования прочности ствола свай в соответствии с характером распределения сжимающих напряжений, возникающих в них в процессе ударного погружения в грунты. Данная идея положена в основу создания полипрочных и полибетонных свай и освещена в [4, 5]. На конструкцию полипрочной сваи получен инновационный патент РК (№ 26652, 2012).

Полипрочные – это сваи, состоящие из нескольких разнопрочных участков ствола, изготавливаемых из одного вида бетона. Полибетонные сваи – те же полипрочные сваи, но изготавливаемые из нескольких видов бетона. Разработаны три варианта полипрочных свай, каждая из которых состоит из трех разнопрочных участков, размеры, класс бетона и диаметр продольной арматуры которых назначаются дифференцированно в зависимости от величины и характера распределения сжимающих напряжений по длине свай при их забивке. В полипрочной свае участок 1 длиной  $L_T$  представляет собой головную часть сваи, участок 2 длиной  $L_C$  – среднюю часть, а участок 3 длиной  $L_H$  – нижнюю часть сваи (включая острие). Длины  $L_T$ ,  $L_C$  и  $L_H$ , а также классы бетона участков сваи  $B_T$ ,  $B_C$  и  $B_H$  назначаются по табл. 1. При этом вид эпюры сжимающих напряжений в сваях при забивке предварительно принимается по табл. 2 в зависимости от максимального значения напряжений в головной части свай при ударах молота. Рекомендации, представленные в табл. 1 и 2, составлены с учетом результатов исследований, изложенных в [6–8].

Данные, представленные в табл. 1 и 2, распространяются на призматические сваи длиной до 12 м. Если прогнозный максимальный уровень сжимающих напряжений в сваях при за-

бивке будет более 22 МПа, то эпюру напряжений в них можно принимать близкой к прямоугольной, а прочность бетона и диаметр продольной арматуры – постоянными по всему стволу, как для традиционных монопрочных свай.

Таблица 1

Длина и класс бетона разнопрочных участков сваи

Вид эпюры распределения сжимающих напряжений в свае при забивке	Длина разнопрочных участков в долях от общей длины сваи $L$			Класс бетона участков сваи на сжатие		
	$L_r$	$L_c$	$L_n$	$B_r$	$B_c$	$B_n$
В виде трапеции с вогнутостью в верхней части	0,15L	0,35L	0,5L	12,5	10	7,5
В виде правильной трапеции	0,25L	0,35L	0,40L	15	12,5	10
В виде трапеции с выпуклостью в верхней и средней частях	0,40L	0,40L	0,20L	20	15	12,5

Таблица 2

Виды эпюр сжимающих напряжений в сваях при забивке

Максимальный уровень сжимающих напряжений в головной части свай при забивке, МПа	Вид эпюры распределения сжимающих напряжений в свае при забивке
14 и менее	В виде трапеции с вогнутостью в верхней части
От 14 до 19	В виде правильной трапеции
От 19 до 22	В виде трапеции с выпуклостью в верхней и средней частях

В полипрочных сваях обеспечивается рациональное использование материала их ствола, так как прочность бетона отдельных участков подбирается с учетом фактического уровня напряжений в них при забивке. Изготовление каждой полипрочной сваи сопровождается снижением расхода материалов: цемента – на 15,9–20,7 % (рис. 1); щебня – на 28,6–33,3 % (рис. 2); песка – на 13,8–15,9 % (рис. 3). Стоимость полипрочных свай на 13,1–28,6 % ниже стоимости традиционных монопрочных свай. Причем разница в стоимости сравниваемых свай тем выше, чем больше их длина (рис. 4).

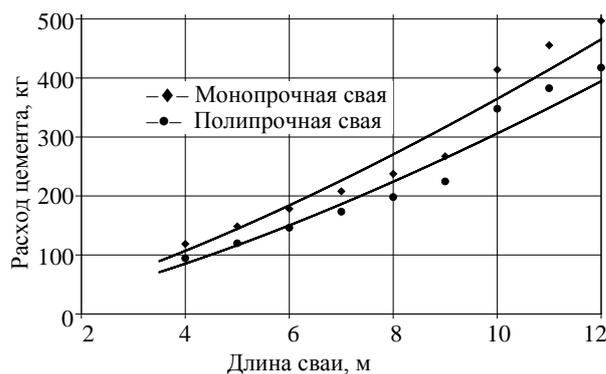


Рис. 1. Зависимость расхода цемента от длины сваи

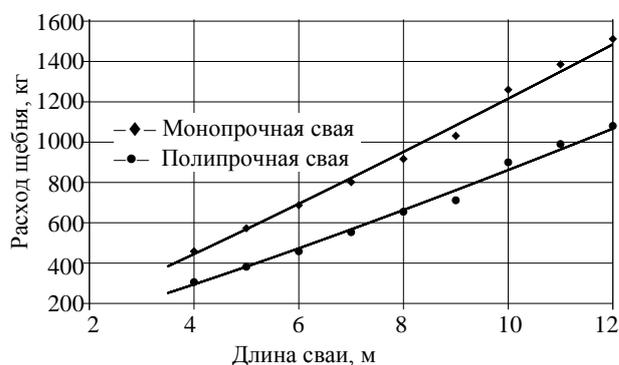


Рис. 2. Зависимость расхода щебня от длины сваи

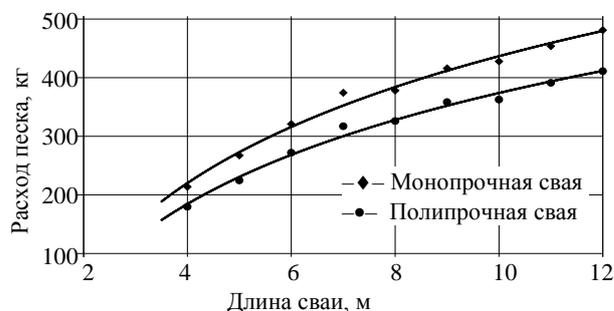


Рис. 3. Зависимость расхода песка от длины сваи

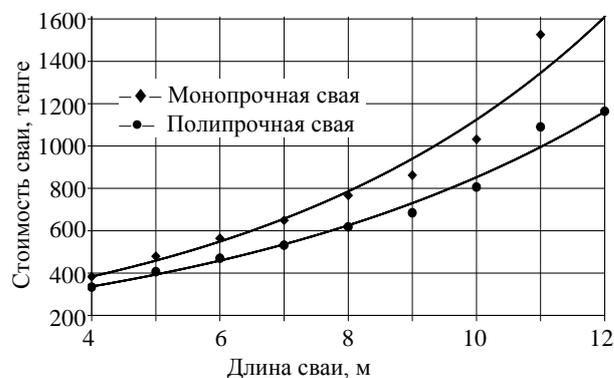


Рис. 4. Зависимость стоимости сваи от ее длины

Разработаны две технологические схемы изготовления полипрочных свай в заводских условиях. Первая включает в себя одноопалубочное горизонтальное бетонирование сваи с делением ее ствола на разнопрочные участки при помощи вставляемых до и удаляемых после бетонирования тонких съемных пластин-перемычек.

В соответствии с первой схемой свая изготавливается следующим образом (рис. 5):

- в готовую форму 1 укладывается арматурный каркас 2;
- вставляются пластины-вкладыши 3, которые разделяют участки сваи с разной прочностью бетона;
- после установки пластин-вкладышей бетонизируются головная часть 4 и нижняя часть 5 сваи;
- бетонизируется средняя часть 6 сваи;
- после заполнения бетоном средней части вынимаются пластины-вкладыши;
- сваю 7 помещают в пропарочную камеру для сушки.

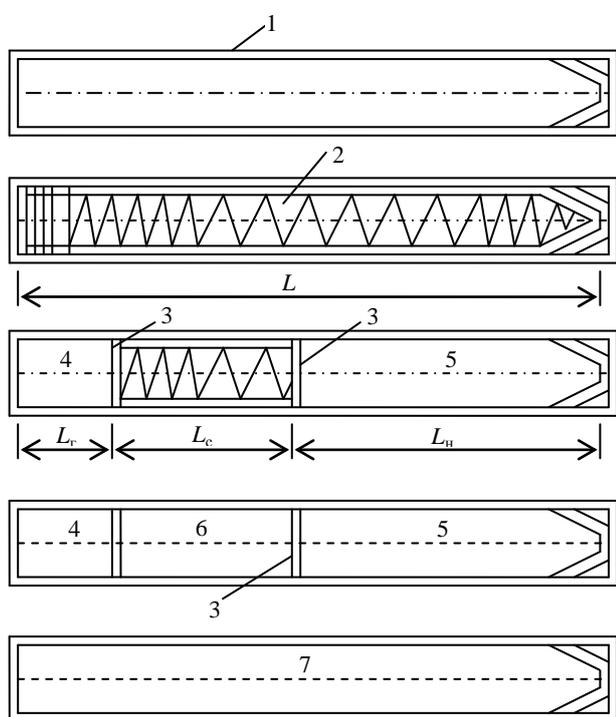


Рис. 5. Первая схема изготовления полипрочной сваи

Вторая схема предусматривает раздельное изготовление в вертикальных опалубках головной и нижней частей сваи и их последующее

соединение со средней частью в горизонтальной опалубке. В соответствии со второй технологической схемой изготовление полипрочной сваи производится в следующей последовательности (рис. 6):

- в готовые формы 1 и 2, предназначенные соответственно для головной и нижней частей сваи, устанавливаются соответствующие арматурные каркасы 3 и 4;
- формы заполняются бетоном с выпуском арматуры;
- производится сушка бетонированных элементов 5 и 6;
- готовые головную и нижнюю части сваи 7 и 8 помещают в промежуточную форму 9;
- в промежуточную форму укладывается арматурный каркас 10 средней части сваи;
- производится соединение выпусков арматуры элементов 7 и 8 с арматурным каркасом 10 (с помощью сварки);
- бетонизируется средняя часть сваи 11 и производится ее сушка.

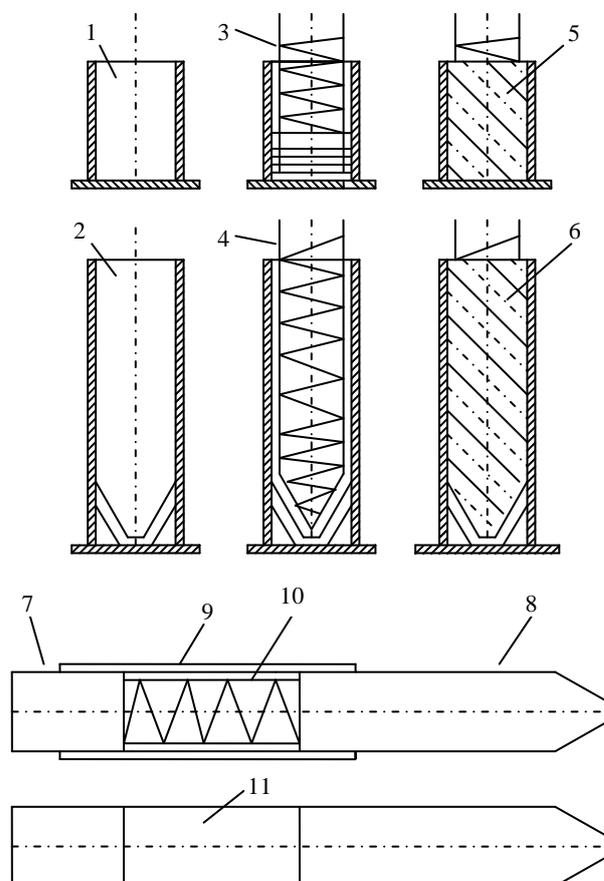


Рис. 6. Вторая схема изготовления полипрочной сваи

Предложенные технологические схемы изготовления полипрочных свай не требуют закупки нового или же капитальной модернизации существующего оборудования и могут быть реализованы на действующих предприятиях, специализирующихся на выпуске сборных железобетонных конструкций.

В настоящее время в СНГ, в том числе и в Казахстане, для обеспечения защиты головной части железобетонных свай от разрушений при забивке используются два вида свайных наголовников. Так, для забивки свай трубчатым дизель-молотом применяется Н-образный наголовник с верхней и нижней выемками (рис. 7а) [9]. Такие наголовники снабжаются верхними и нижними амортизаторами.

Для забивки свай штанговым дизель-молотом в основном применяются П-образные наголовники с одним амортизатором (рис. 7б) [9]. При Н- и П-образных наголовниках передача ударных нагрузок от молота к голове сваи происходит через ее торцовую поверхность, которая в процессе забивки расположена перпендикулярно к направлению удара молота. При такой контактной поверхности на ее краях по периметру при ударе имеет место большая концентрация напряжений, служащая в последующем причиной повреждений и разрушений бетона головной части свай при забивке.

Кроме рассмотренных видов наголовников, в практике сваебойного дела применяется свайный наголовник более сложной конструкции, представленный в [10, 11] (рис. 7в). Данный наголовник может использоваться только для забивки модульных свай, обладающих конической или пирамидальной головной частью. В свайном наголовнике рассматриваемой конструкции ударные усилия от молота к свае передаются через наклонные грани торца головной части сваи (рис. 7в). При таком характере передачи ударных нагрузок концентрация напряжений на краях торцевой наклонной контактной поверхности головы сваи несколько меньше.

Общий и основной недостаток рассмотренных свайных наголовников – ограниченность площади передачи ударных нагрузок молота размерами поперечного сечения головы сваи. Небольшая площадь контактной поверхности является причиной перенапряжений и разрушений материала свай при ударах молота. Для обеспечения надежной защиты головной части сваи авторами была предложена новая конструкция свайного наголовника, в котором передача ударных усилий от молота к свае обеспечивается только через боковую поверхность головной части сваи [12, 13]. Схема наголовника представлена на рис. 8. На конструкцию свайного наголовника получен инновационный патент РК (№ 26400, 2012).

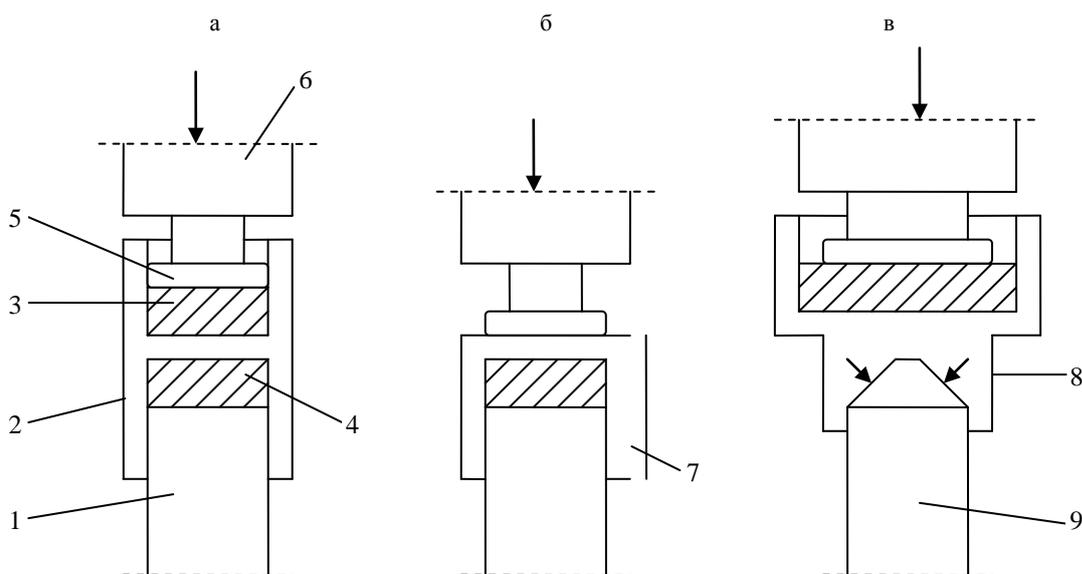


Рис. 7. Схемы существующих свайных наголовников: а – Н-образный; б – П-образный; в – сложной конструкции; 1 – свая; 2 – Н-образный наголовник; 3, 4 – верхний и нижний амортизаторы; 5, 6 – шабот и корпус молота; 7 – П-образный амортизатор; 8 – наголовник для модульной сваи; 9 – модульная свая

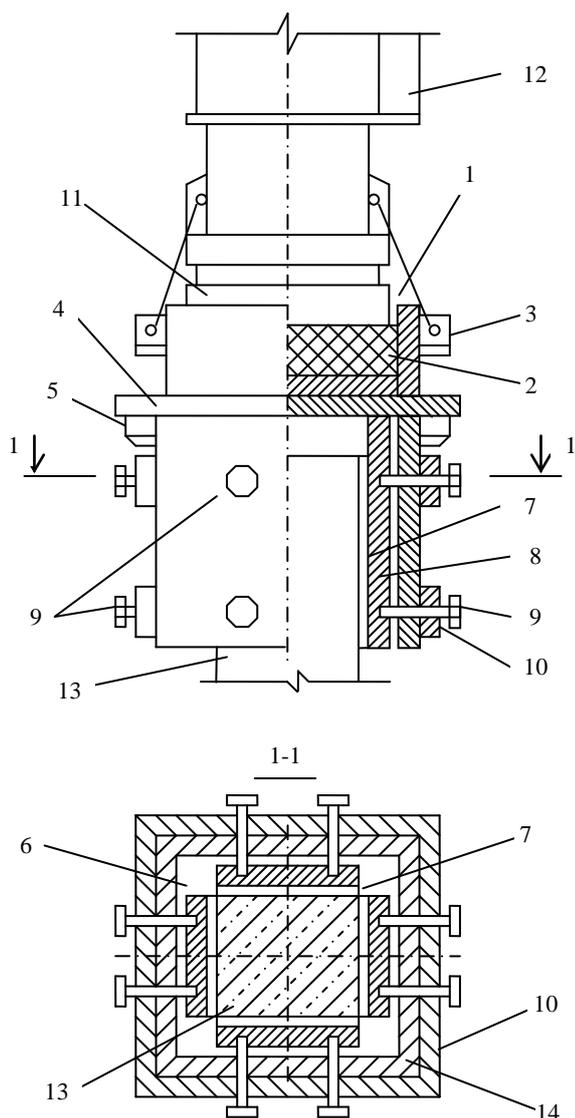


Рис. 8. Схема свайного наголовника с боковой передачей усилий к свае

Наголовник состоит из: верхней выемки 1; верхнего амортизатора 2; верхнего обруча 3; диафрагмы 4; нижнего обруча 5; нижней выемки 6; резиновых амортизаторов 7; вертикальных подвижных пластин 8; прижимных винтов 9; обжимных поясов 10.

Передача ударных нагрузок от шабота 11 молота 12 к свае 13 производится за счет трения боковых резиновых амортизаторов по бетону боковой поверхности головы сваи. Резиновые амортизаторы крепятся к вертикальным подвижным пластинам на основе высокопрочного клея. Эти пластины упираются в диафрагму и одновременно удерживаются в вертикальном положении с помощью прижимных вин-

тов. Прижимные винты ввинчиваются в обжимные пояса и в корпус 14 нижней выемки. Обжимные пояса соединены с корпусом нижней выемки путем сварки.

Наголовник работает следующим образом (рис. 8):

- производится сборка наголовника с укладкой верхнего амортизатора в верхнюю выемку;
- с помощью верхнего обруча выполняется подвеска наголовника к молоту с установкой шабота в верхнюю выемку;
- в нижнюю выемку заводится голова сваи;
- производится равномерное завинчивание прижимных винтов;
- под действием прижимных винтов вертикальные подвижные пластины с боковыми резиновыми амортизаторами прижимаются к боковым граням головы сваи;
- наголовник и свая задавливаются массой молота;
- производится забивка сваи.

Таким образом, наголовник позволяет производить передачу ударных нагрузок молота на боковую поверхность головы сваи. Преимуществом наголовника является повышенная площадь передачи ударных нагрузок от молота к свае. Так, при длине контактной поверхности сваи, равной размеру ее поперечного сечения, площадь передачи ударных нагрузок в наголовнике в четыре раза превышает аналогичную площадь существующих наголовников.

На основе расчетов, выполненных по методике, изложенной в [3], установлено, что при применении нового свайного наголовника обеспечивается снижение динамических сжимающих напряжений в голове сваи в 1,8–3,6 раза. Таким образом, использование предлагаемого свайного наголовника способствует существенному повышению уровня бездефектной забивки железобетонной сваи в грунты. При проектировании рассматриваемого свайного наголовника необходимо знать поперечные усилия, которые нужно приложить, чтобы прижать резиновые амортизаторы к боковой поверхности сваи.

Равномерно-распределенную силу трения  $f_b$  между резиновым амортизатором и бетоном боковой грани сваи можно рассчитывать по следующей формуле:

$$f_b = \frac{\sigma_{\max}}{4A_t A_b}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\max}$  – максимальное сжимающее напряжение, возникающее в головной части сваи при забивке в грунт, МПа;  $A_t$  – площадь поперечного сечения сваи, м<sup>2</sup>;  $A_b$  – площадь боковой грани сваи, через которую ударные усилия от молота передаются к свае (площадь трения), м<sup>2</sup>.

Сжимающее напряжение  $\sigma_{\max}$  в формуле (1) представляет собой напряжение, которое возникает в головной части сваи при передаче ударных усилий от молота к свае через ее торцовую часть, т. е. при использовании П- или Н-образного наголовника. Для определения этого параметра рекомендуется использовать методику, представленную в [3].

Зная силу трения  $f_b$ , можно определять поперечную равномерно распределенную силу  $q_b$ , прижимающую резиновый амортизатор к боковой грани сваи, по следующей формуле:

$$q_b = \frac{f_b}{k_s}, \quad (2)$$

где  $k_s$  – коэффициент трения скольжения между бетоном боковой грани и резиновым амортизатором наголовника.

Если резиновый амортизатор прижимается к боковой грани посредством винтов, то усилие  $N_v$ , которое должен создавать один винт, можно рассчитывать по формуле

$$N_v = \frac{f_b}{k_s A_b n}, \quad (3)$$

где  $n$  – число винтов, прижимающих резиновый амортизатор к боковой грани сваи.

## ВЫВОДЫ

1. Предложены забивные железобетонные сваи, изготавливаемые из трех разнопрочных участков ствола. Прочность материала (класс бетона и диаметр арматуры) и длина участков ствола назначаются дифференцированно в зависимости от характера и уровня напряжений в сваях при забивке. Выпуск полипрочных свай открывает возможность их подбора для каждой конкретной площадки строительства с учетом их сохранности при забивке.

2. Разработан свайный наголовник, который в отличие от существующих аналогичных конструкций позволяет передавать ударные усилия от молота к свае через боковую поверхность ее головной части. Наголовник обеспечивает возможность увеличения площади восприятия сваей ударных усилий от молота и тем самым значительно снижает риск повреждения и разрушения бетона свай при забивке.

3. Применение полипрочных свай, а также их забивка с помощью нового свайного наголовника составляют основу бездефектной и ресурсосберегающей технологии устройства свайных фундаментов в строительстве.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Забивные сваи с железобетонным стволом и сталефибробетонной головой** / Г. С. Родов [и др.] // Материалы семинара по повышению качества нулевого цикла. – Л., 1979. – С. 54–62.
2. **Бартоломей, А. А.** О динамических сжимающих напряжениях, возникающих в сваях при их забивке в грунты / А. А. Бартоломей, И. И. Бекбасаров // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала: межвузовский сб. науч. трудов. – Пермь: Перм. политехн. ин-т, 1984. – С. 6–12.
3. **Бекбасаров, И. И.** Основы рациональной забивки железобетонных свай в грунты / И. И. Бекбасаров. – Тараз: Тараз университеті, 2011. – 155 с.
4. **Бекбасаров, И. И.** Принципы создания полибетонных железобетонных свай / И. И. Бекбасаров, Г. И. Исаков // Материалы XIII студ. науч.-практ. конф. ТарГУ имени М. Х. Дулати по естественным, техническим, социально-гуманитарным и экономическим наукам, посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан. – Тараз: Тараз университеті, 2011. – С. 141–142.
5. **Бекбасаров, И. И.** Полипрочные и полибетонные сваи / И. И. Бекбасаров, Г. И. Исаков // Наука и технологии: шаг в будущее: сб. тез. V Всемир. конгр. инжиниринга и технологий WCET–2012. – Алматы, 2012. – С. 82–84.
6. **Бекбасаров, И. И.** Забивная свая с переменной прочностью и технологические принципы ее изготовления / И. И. Бекбасаров, Г. И. Исаков // Materialy VII Mezinardni Vedecko-Prakticka Konference “Vedecky Prumysl Evropskeho Kontinentu – 2011”. Dil 26 Technicke Vedy, Vystavba a Architectura. – Praha: Publishing House “Education and Science”, 2011. – P. 72–75.
7. **Бекбасаров, И. И.** Технология изготовления и технико-экономические показатели полипрочных свай / И. И. Бекбасаров, Г. И. Исаков, Б. Т. Саимбетова // Materialy VIII Mezinardni Vedecko-Prakticka Konference “Efektivni Nastroje Modnich Ved – 2012”. Dil 31 Vystavba a Architectura Technicke Vedy. – Praha: Publishing House “Education and Science”, 2012. – P. 69–73.
8. **Новые перспективные ресурсосберегающие свайные конструкции** / И. И. Бекбасаров [и др.] // Вестник

Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – №4. – С. 81–92.

9. **Руководство** по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1977. – 241 с.

10. **Аббасов, П. А.** Ударостойкая железобетонная свая и наголовник для ее погружения / П. А. Аббасов, Л. Б. Цой // Современные проблемы свайного фундаментостроения в СССР: сб. тезисов докладов Всесоюзного совещания-семинара. – Пермь: Перм. политехн. ин-т, 1988. – С. 136–137.

11. **Аббасов, П. А.** Ударостойкие железобетонные сваи, их изготовление и погружение в грунты / П. А. Аббасов, В. Н. Кархалев, Л. Б. Цой // Ресурсосберегающие технологии возведения фундаментов из свай заводской готовности. – М.: Стройиздат, 1990. – С. 87–93.

12. **Исаков, Г. И.** Принципы создания новой конструкции наголовника для забивки железобетонных свай / Г. И. Исаков, И. И. Бекбасаров // Материалы XIII студ. науч.-практ. конф. ТарГУ имени М. Х. Дулати по естественным, техническим, социально-гуманитарным и экономическим наукам, посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан. – Тараз: Тараз университеті, 2011. – С. 142–143.

13. **Бекбасаров, И. И.** Наголовник для забивки свай / И. И. Бекбасаров, Г. И. Исаков // Materialy VII Mezinardni Vedecko-Prakticka Conference “Vedecky Prumsul Evropskeho Kontinentu – 2011”. – Praha: Publishing House “Education and Science” s.r.o. – P. 72–75.

#### REFERENCES

1. **Rodov, G. S.,** Kurbatov, L. G., Kuprianov, V. S., & Khazanov, M. Ia. (1979) Driven Piles with Reinforced Concrete Shaft and Steelfibre-Reinforced Concrete Head. *Proceedings of Workshop on Quality Improvement of Zero Cycle*. Leningrad, 54–62 (in Russian).

2. **Bartolomey, A. A.,** & Bekbasarov, I. I. (1984) On Dynamic Compression Pressures Initiated in Piles During Their Driving in Sub-Foundation. *Osnovaniya i Fundamenty v Geologicheskikh Usloviyakh Urala. Mezhvuzovskiy Sbornik Nauchnykh Trudov* [Foundation Engineering in Geological Conditions of the Urals. Inter University Collection of Scientific Papers]. Perm: Perm. Polytechnic. Inst., 6–12 (in Russian).

3. **Bekbasarov, I. I.** (2011). *Fundamentals of Rational Driving of Reinforced Concrete Piles in Sub-Foundation*. Taraz: Taraz University. 155 p. (in Russian).

4. **Bekbasarov, I. I.,** & Isakov, G. I. (2011) Principles for Creation of Poly Concrete and Reinforced Concrete Piles. *Materialy XIII Stud. Nauch.-Prakt. Konf. Tar GU imeni M. Kh. Dulati po Estestvennym, Tekhnicheskim, Sotsial'no-Gumanitarnym i Ekonomicheskim Naukam, Posviashchenoi 20-letiiu Nezavisimosti Respubliki Kazakhstan* [Proceedings of XIII Student Scientific and Practical Conference on Natural, Engineering, Social and Human and Economic Sciences Organized by Taraz State University Named After M. Kh. Dulati and Dedicated to 20<sup>th</sup> Anniversary of Independence of the Republic of Kazakhstan]. Taraz: Taraz University, 141–142 (in Russian).

5. **Bekbasarov, I. I.,** & Isakov, G. I. (2012) Poly-Strong and Poly-Concrete Piles. *Sbornik Tezisev V Vsemir. Kongr. Inzhiniringa i Tekhnologii WCET-2012 “Nauka i Tekhnologii: Shag v Budushchee”* [Abstract Book of V World Congress of Engineering and Technologies WCET-2012 “Science and Technologies: Step into the Future”]. Almaty, 82–84 (in Russian).

6. **Bekbasarov, I. I.,** & Isakov, G. I. (2011) Driven Pile with Variable Strength and Technological Principles of Their Manufacturing. *Materialy VII Mezinardni Vedecko-Prakticka Konference “Vedecky Prumysl Evropskeho Kontinentu – 2011”*. Dil 26 *Technicke Vedy, Vystavba a Architektura*. Praha, Publishing House “Education and Science”, 72–75 (Article in Russian; Title of the Book in Czech).

7. **Bekbasarov, I. I.,** Isakov, G. I., & Saimbetova, B. T. (2012) Manufacturing Technology and Technical and Economic Indicators of Poly-Strong Piles. *Materialy VIII Mezinardni Vedecko-Prakticka Konference “Efektivni Nastroje Modnich Ved – 2012”*. Dil 31 *Vystavba a Architektura Technicke Vedy*. Praha, Publishing House “Education and Science”, 69–73 (Article in Russian; Title of the Book in Czech).

8. **Bekbasarov, I. I.,** Baiteliev, R. T., Shilibekov, S. K., & Isakov, G. I. (2014). New Prospective Resource-Saving Pile Structures. *Vestnik Permskogo Natsional'nogo Issledovatel'skogo Politekhicheskogo Universiteta. Stroitel'stvo i Arkhitektura* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture], 4, 81–92 (in Russian).

9. **Manual on Execution and Acceptance of Works During Foundation Engineering**. Moscow, Stroyizdat, 1977. 241 p. (in Russian).

10. **Abbasov, P. A.,** & Tsoi, L. B. (1988) Shock-Proof Reinforced Concrete Pile and Cap for Its Sinking. *Sovremennye Problemy Svainogo Fundamentostroeniia v SSSR: Sb. Tezisev Dokladov Vsesoiuznogo Soveshchaniia-Seminara* [Abstracts of All-Union Seminar-Meeting on Modern Problems of Pile Foundation Construction in the USSR], Perm: Perm. Polytechnic. Inst., 136–137 (in Russian).

11. **Abbasov, P. A.,** Karkhalev, V. N., & Tsoi, L. B. (1990) Shock-Proof Reinforced Concrete Piles, Their Manufacturing and Sinking in the Sub-Foundation. *Resource-Saving Technologies for Foundation Construction Using Prefabricated Piles*. Moscow, Stroyizdat, 87–93 (in Russian).

12. **Isakov, G. I.,** & Bekbasarov, I. I. (2011) Principles for Creation of New Cap Design for Driving Reinforced Concrete Piles. *Materialy XIII Stud. Nauch.-Prakt. Konf. Tar GU imeni M. Kh. Dulati po Estestvennym, Tekhnicheskim, Sotsial'no-Gumanitarnym i Ekonomicheskim Naukam, Posviashchenoi 20-letiiu Nezavisimosti Respubliki Kazakhstan* [Proceedings of XIII Student Scientific and Practical Conference on Natural, Engineering, Social and Human and Economic Sciences organized by Taraz State University Named After M. Kh. Dulati and Dedicated to 20<sup>th</sup> Anniversary of Independence of the Republic of Kazakhstan]. Taraz: Taraz University, 142–143 (in Russian).

13. **Bekbasarov, I. I.,** & Isakov, G. I. (2011) Cap for Pile Driving. *Materialy VII Mezinardni Vedecko-Prakticka Conference “Vedecky Prumsul Evropskeho Kontinentu – 2011”*. Praha, Publishing House “Education and Science”, 72–75 (Article in Russian; Title of the Book in Czech).

Поступила 27.03.2012