

Это диалог здания и окружающей природы на новом уровне: д. Минле (г. Мянчжу, провинция Сычуань), д. Тунци Гуаньканг (г. Цзуньи, провинция Гуйчжоу). Передавая качества традиционной архитектуры, оптимизируя структуру, материалы, технологии и т. д., через экономическую и практическую красоту здания, можно незаметно изменить саму концепцию современной деревни, тем самым улучшив архитектурную среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Одиннадцатый пятилетний план национального экономического и социального развития Китайской Народной Республики 2005 г. [Электронный ресурс] // Госсовет КНР. – Режим доступа: http://www.gov.cn/ztl/2006-03/16/content_228841.htm. – Дата доступа: 02.06.2020 (на китайском яз.).

2. Анализ состояния строительства и развития интегрированных культурных станций в городах и поселках страны 2012 г. [Электронный ресурс] // М-во культуры и туризма КНР. – Режим доступа: https://www.mct.gov.cn/whzx/bnsj/cws/201211/t20121107_827907.htm. – Дата доступа: 02.06.2020 (на китайском яз.).

3. Стратегический план возрождения сельских районов на 2018–2022 [Электронный ресурс] // Госсовет КНР. – Режим доступа: http://www.gov.cn/zhengce/2018-09/26/content_5325534.htm. – Дата доступа: 02.06.2020 (на китайском яз.).

4. Сяо Ши. Культурный двор деревни и общий план [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wemr.app/posts/cea5e8f9-39be-4ba6-bd52-86c532c7090e>. – Дата доступа: 02.06.2020 (на китайском яз.).

УДК 624.155

ПРЕИМУЩЕСТВА КОНСТРУКЦИЙ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ С УШИРЕННОЙ ПЯТОЙ ВЗАМЕН ЗАБИВНЫХ СВАЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В. П. Чернюк, Е. И. Шляхова

*УО «Брестский государственный технический университет»,
г. Брест, Республика Беларусь*

В мировой и отечественной практике фундаментостроения проектируется большое количество мостов, эстакад, зданий и сооружений на забивных сваях. Использование этих технологий считается весьма дешевым и быстрым способом устройства фундаментов. Однако их применение сопровождается большим количеством сложностей и затруднений при возведении таких свайных фундаментов, главными из которых являются: низкая несущая способность, ограниченная длина, вы-

сокая вероятность поломок и разрушений при погружении, превышающий все нормы шум при забивке свай и др.

Для совершенствования свайных фундаментов и создания альтернативы забивным и другим сваям, авторами был проанализирован зарубежный и отечественный опыт устройства набивных и буронабивных свай, которые уже получили в строительстве достаточно широкое и разнообразное применение, как сваи построечного изготовления, ввиду ряда их преимуществ по некоторым технико-экономическим показателям перед готовыми забивными сваями, например, несущей способности по грунту основания, материалоемкости, энергоэкономичности, простоте изготовления и устройства фундаментов. Также авторами опубликованы две книги в Германии и России [1, 2].

Основным направлением была выбрана разработка технологии устройства буронабивных свай с уширенным основанием, или с уширенной пятой. Технический результат заключался в создании высокотехнологичных способов сооружения свай с уширениями, обеспечивающими значительную несущую способность свай в грунте, с соблюдением положительного экономического эффекта.

Несущая способность таких свай и забивных по грунту основания на действие вертикальных вдавливающих нагрузок согласно действующим нормативным документам СНиП 2.02.03-85, СНБ 5.01.01-99 и ТКП 45-5.01-256-2012 определяется по известной формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} RA + \sum U \gamma_{cf} h_i f_i),$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;

γ_{CR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом буронабивной сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

A – площадь опирания сваи на грунт;

U – периметр поперечного сечения сваи;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи;

f_i – то же, расчетное сопротивление i -го слоя грунта;

h_i – толщина i -го слоя грунта в пределах глубины погружения сваи.

Как видно из приведенной формулы, несущая способность набивных свай по грунту основания складывается из двух составляющих:

силы сопротивления грунта под нижним концом сваи ($\gamma_c \gamma_{CR} RA$) и силы сопротивления грунта по боковой поверхности ствола ($\sum U \gamma_c \gamma_{cf} h_i f_i$). Таким образом, возможны два пути повышения несущей способности буронабивных свай построечного изготовления без изменения первоначальных характеристик грунта и конструкции сваи.

Первый путь за счет первой составляющей может достигать 50–60 % и более от общей несущей способности сваи. Чем короче свая, тем больше доля сопротивления грунта под ее нижним концом и наоборот. Таким образом, первый, более рациональный, путь заключается в увеличении первой составляющей формулы за счет повышения площади опирания сваи A на грунт, равной для буронабивных свай площади уширения в месте наибольшего ее диаметра, причем несущая способность для этой составляющей имеет квадратичную зависимость ($A = \pi D^2 / 4$, где D – диаметр уширения).

Второй, менее эффективный, путь состоит в увеличении несущей способности сваи за счет второй составляющей, причем эта составляющая имеет только линейный характер первого порядка, она значительно меньше первой составляющей (30–40 %).

В качестве примера составим прочностные показатели трех наиболее широко применяемых свай в строительстве: забивной сваи сечением ствола $0,3 \times 0,3$ м, буронабивной сваи без уширения диаметром ствола $0,3$ м и буронабивной сваи диаметром ствола $0,3$ м с уширением диаметром $0,6$ м. Первая имеет площадь опирания на грунт $A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$, вторая – $A = 3,14 \cdot 0,3^2 / 4 = 0,7065 \text{ м}^2$, третья – $A = 3,14 \cdot 0,6^2 / 4 = 0,2826 \text{ м}^2$. Следовательно, буронабивная свая с уширением имеет преимущество по площади опирания на грунт перед забивной свайей в $0,2826 / 0,09 = 3,14$ раза, а перед буронабивной свайей без уширения – в $0,2826 / 0,07065 = 4$ раза.

Если уширение в основании сваи увеличивает ее несущую способность в разы, то относительно небольшой диаметр ствола сваи значительно экономит бетон. Если диаметр уширения превышает диаметр ствола в 2 раза, как в нашем случае, то увеличение расхода бетона на образование уширения (пяты) составляет в целом всего несколько процентов.

В мировой практике известны различные способы устройства свай с уширением. Это сваи, разбуриваемые специальным уширителем механического действия, но они сложны; известны способы создания уширения взрывами (камуфлетные сваи), но они весьма опасны, а также ударами, но они требуют применения той же дорогостоящей техни-

ки. Несмотря на имеющиеся достоинства, широкого распространения такие сваи до настоящего времени не получили, ввиду отсутствия эффективной технологии образования уширений в грунте, устройства свай и возможности контроля качества и размеров получаемого уширения.

Авторами БрГТУ предложено более полусотни разработок для образования уширений и уширенных оснований как в забое, так и в стенках скважин. Все они защищены 70 патентами Республики Беларусь, Российской Федерации на изобретения и полезные модели, а также авторскими свидетельствами СССР. Часть из них, наиболее эффективных и работоспособных в применении, обладающих новизной, полезностью и существенными отличиями в техническом и изобретательском плане, показана на рис. 1.

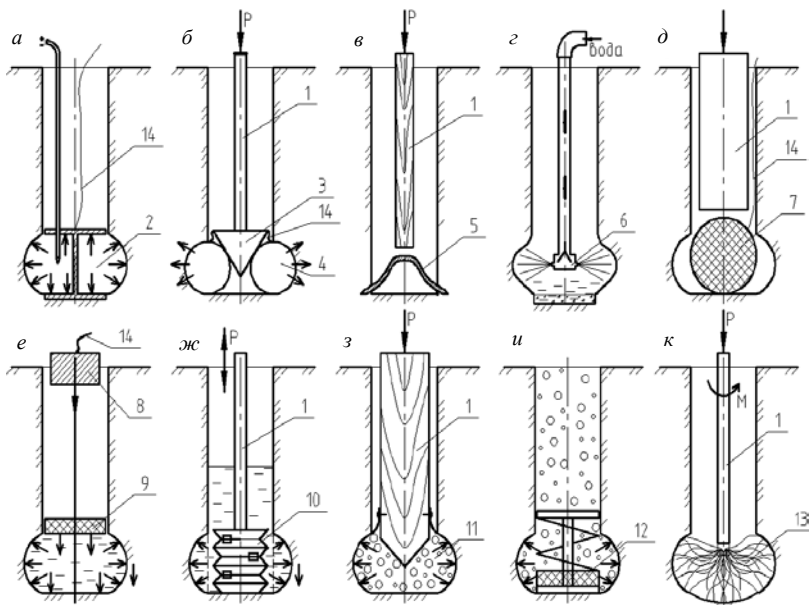


Рис. 1. Прогрессивные конструкции устройств и приспособлений для образования уширений в забое скважин: 1 – шток; 2 – разрядное устройство с проводами; 3 – конус; 4 – шары (два или три); 5 – изогнутая заостренная пластина; 6 – размывное устройство (монитор); 7 – упругий резиновый шар; 8 – ударный груз; 9 – поплавок; 10 – вантуз с отверстиями; 11 – мешок со щебнем или галькой; 12 – заряд взрывчатого вещества; 13 – абразивный проволочный материал; 14 – гибкая тяга

Представленные на данном рисунке разработки позволяют образовывать уширения в забое скважин путем:

a – электрогидравлического удара в скважине (патент Республики Беларусь на полезную модель № 1641);

б – раздвижки в скважине шаров посредством конуса или клина (авторское свидетельство СССР № 1177437, патент Республики Беларусь на полезную модель № 2081);

в – выпрямления в скважине предварительно изогнутой и опущенной в нее пластины (патенты Республики Беларусь на изобретения № 9410, 14968, на полезную модель № 5631);

г – размыва стенок скважины в забое водой посредством размывного устройства или гидромонитора (патент Республики Беларусь на изобретение № 9160);

д – вмятия в забой скважины упругого эластичного шара;

e – падения на воду в скважине через поплавков груза (патент Республики Беларусь на изобретение № 8712);

жс – размыва грунта в забое скважины вантузом (патент Республики Беларусь на изобретение № 8700);

з – втрамбовывания щебня или гальки в забой скважины в мешках (патент Республики Беларусь на полезную модель № 5283);

и – взрывания заряда ВВ в забое скважины с применением специального приспособления в виде катушки (патент Республики Беларусь на полезную модель № 6937);

к – вращения с осевым усилием абразивного материала в забое скважины (патент Республики Беларусь на полезную модель № 7703).

Большинство из представленных устройств для образования уширений в скважинах обладают простой конструкцией и технологичностью производства работ. Некоторые из них успешно прошли модельные, лабораторные и производственные испытания, готовятся к внедрению в условиях белорусского региона.

Подобные конструкции свай за рубежом начали применяться более века тому назад и в качестве фундаментных конструкций (опор) достаточно широко применяются и в настоящее время, только под другими названиями (сваи Страуса, «Беното», «Франки», частотрамбованные, вибронабивные, пневмонабивные, камуфлетные, вытрамбованные, выштампованные). Для устройства таких свай требуются специальные технологии. Бутонабивные сваи с уширенной пятой используются в строительстве в таких развитых странах, как Япония, США, Великобритания, Франция, в том числе в России (например, при строитель-

стве Крымского моста) и Беларуси (при строительстве теплиц в Минской области).

Помимо приведенных на рис. 1 решений значительное количество устройств для образования уширений в скважинах приведено в недавно опубликованном учебном пособии [3].

Использование буронабивных свай с уширениями или уширенными основаниями в фундаментостроении по сравнению с аналогичными сваями и забивными (без уширений и уширенных оснований) позволяет повысить их несущую способность по грунту основания в несколько раз при значительном сокращении удельного расхода бетона и других материалов. Энергоэффективные и технологичные способы бурения скважин и образования уширений в грунте для этого имеются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернюк, В. П. Производство свайных работ в особых условиях / В. П. Чернюк, П. П. Ивасюк. – Германия, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 195 с.
2. Чернюк, В. П. Технология свайных работ в особых условиях строительства: учеб. пособие / В. П. Чернюк, Е. И. Шляхова. – Москва: РУСАЙНС, 2019. – 242 с.
3. Чернюк, В. П. Технические средства и способы бурения скважин с уширениями в строительстве и горном деле: учеб. пособие / В. П. Чернюк, Е. И. Шляхова. – Москва: РУСАЙНС, 2020. – 139 с.

УДК 728.1(513.21)

КОМБИНИРОВАННЫЕ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРОВИНЦИИ ЮНЬНАНЬ

Чжан Юэян

*УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Под влиянием уникальной природной среды, региональной культуры, религиозной культуры и экономической среды комбинированная конструктивная система сформировала отличительные особенности архитектуры юго-запада Китая. В условиях стремительного социально-экономического развития этого региона Китайской Народной Республики традиционные дома и традиционные строительные навыки не могут соответствовать современным условиям жизни и методам строительного производства.

Тибетские жилые дома террасного типа в провинции Юньнань имеют комбинированное конструктивное решение (камень, земля, де-