

**Таблица 4 – Результаты длительных испытаний образцов при  $\sigma_1=0,8 \cdot f_{t,mean}$** 

№ образца	Размеры поперечного сечения bхh, мм	Уровень напряжения $\sigma_1=0,8 \cdot f_{t,mean}$ , МПа	Время до разрушения t, сут/сек	lg(t)	Прим.
1	2	3	4	5	6
1	30,8х12,5	1,428	18 мин /1100	3,045	
2	30,85х12,5	1,421	-	-	не разрушились на 27.05.20
3	31,05х12,5	1,421	2 сек	0,301	
4	30,7х12,5	2,085	-	-	не разрушились на 27.05.20
5	29,0х12,5	2,327	-	-	не разрушились на 27.05.20
6	30,0х12,5	2,306	-	-	не разрушились на 27.05.20
7	30,0х12,5	2,427	-	-	не разрушились на 27.05.20

Анализируя результаты, приведенные в таблице 4, можно сделать вывод, что долговечность ГВЛ зависит от уровня напряжений, действующих в сечении листа.

Образцы ГВЛ для испытания на длительное нагружение при изгибе из плоскости листа на данный момент находятся в процессе испытания.

#### **Список цитированных источников**

1. Проектирование деревянных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий: ТКП EN 1995-1-1-2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 98 с.

2. Плиты гипсовые, армированные волокном: определение, требования и методы испытания. Часть 2. Гипсоволокнистые плиты: СТБ EN – 15283-2-2009. – 89 с.

УДК 624.155

**Коренчук Т. Н.**

**Научные руководители: к.т.н., доцент Чернюк В. П.,  
ст. преподаватель Шляхова Е. И.**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ УШИРЕНИЙ В ЗАБОЕ И СТЕНКАХ СКВАЖИН**

В настоящее время в строительной отрасли проектируется большое количество мостов, эстакад, зданий и сооружений на забивных сваях. Использование забивных свай считается очень дешевым способом строительства фундаментов. Однако их применение сопровождается большим количеством сложностей и затруднений при устройстве таких свайных фундаментов.

Можно выделить основные недостатки забивных свай:

- - забивные сваи часто трескаются или разрушаются при их устройстве;

- - низкая несущая способность свай по грунту основания, достигающая лишь 60-100т, вследствие чего образуются деформации зданий;
- - ограниченная длина забивных свай, не превышающая 10-15 м. Устройство более длинных свай требует стыковки двух отдельных свай (модульных);
- -ограниченная возможность устройства забивных свай в городской черте из-за шума и вибрации, превосходящих допустимые их уровни (50-70 дБ) в 2-2,5 раза и достигающих уровня порядка 120-140 дБ.

Для совершенствования свайных фундаментов и создания альтернативы забивным сваям авторами был проанализирован зарубежный и отечественный опыт устройства буронабивных свай. Основным направлением была выбрана разработка технологии устройства буронабивных свай с уширенным основанием или с уширенной пятой. Эта технология разрабатывалась в расчете на массовое устройство свай в сложных геологических условиях. Технический результат заключался в создании высокотехнологичных способов сооружения свай с уширением (пятой), обеспечивающих значительную несущую способность свай в грунте основания [1, 2].

Наиболее широко применяемая в строительстве забивная свая имеет размер ствола  $a \times b = 0,3 \times 0,3$  м, а площадь ее опирания на грунт составляет  $A = 0,3 \times 0,3 = 0,09$  м<sup>2</sup>. Такая же буронабивная свая, но с уширением на нижнем конце (пятой) диаметром  $D$  всего лишь 0,6 м, имеет площадь опирания на грунт  $A = 3,14 \times 0,6^2 / 4 = 0,283$  м<sup>2</sup>. Следовательно, данная буронабивная свая с уширением имеет преимущество перед забивной сваей по площади опирания на грунт в  $0,283 / 0,09 = 3,14$  раза. Таким образом, несущая способность буронабивной сваи  $F$  по грунту основания с небольшой пятой превосходит несущую способность, как минимум, в три раза.

Несущая способность таких свай и забивных по грунту основания на действие вертикальных вдавливающих нагрузок согласно действующим нормативным документам СНиП 2.02.03-85 [3], СНБ 5.01.01-99 [4] и ТКП 45-5.01-256-2012 [5], определяется по известной формуле:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + \sum U \cdot \gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i).$$

Как видно из приведенной формулы, несущая способность набивных свай по грунту основания складывается из двух составляющих: силы сопротивления грунта под нижним концом сваи ( $\gamma_c \cdot \gamma_{CR} \cdot R \cdot A$ ) и силы сопротивления грунта по боковой поверхности ствола ( $\sum U \cdot \gamma_c \cdot \gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i$ ). 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 больше 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.

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 сопоставим прочностные показатели трех наиболее широко применяемых свай в строительстве: забивной сваи сечением ствола 0,3х0,3 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  $A=0,3 \times 0,3=0,09 \text{ м}^2$ , вторая –  $A=3,14 \times 0,3^2/4=0,7065 \text{ м}^2$ , третья -  $A=3,14 \times 0,6^2/4=0,2826 \text{ м}^2$ . Следовательно, буронабивная свая с уширением имеет преимущество по площади опирания на грунт перед забивной сваем в  $0,2826/0,09=3,14$  раза, а перед буронабивной сваем без уширения – в  $0,2826/0,07065=4$  раза.

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 а. с. СССР. Часть из них, наиболее эффективных и работоспособных в применении, обладающих новизной, полезностью и существенными отличиями в техническом и изобретательском плане, опубликована в недавно изданном учебном пособии [6]. Данные разработки позволяют образовывать уширения в забое и стенках скважин путем:

а) – электрогидравлического удара в скважине (патент Республики Беларусь на полезную модель (п. м.) № 1641);

б) – раздвижки в скважине шаров посредством конуса или клина (авторское свидетельство (а. с.) СССР №1177437, патент Республики Беларусь на п.м. №2081);

в) – выпрямления в скважине предварительно изогнутой и опущенной в неё пластины (патенты Республики Беларусь на изобретения (изобр.) №9410,14968, на п. м. № 5631);

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

д) – вмятия в забой скважины упругого эластичного шара;

е) – падения на воду в скважине через поплавков груза (патент Республики Беларусь на изобр. № 8712);

ж) – размыва грунта в забое скважине вантусом (патент Республики Беларусь на изобр. № 8700);

з) – втрамбовывания щебня или гальки в забой скважины в мешках (патент Республики Беларусь на п. м. № 5283);

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

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

л) – расширения полимерного гидрогелевого материала в мешке с отверстиями (патент Республики Беларусь на п. м. № 12061);

м) – падения по направляющей штанге или трубе в скважине на воду подвешенного груза (патенты Республики Беларусь на п. м. №№ 8917, 12196);

н) – использования комбинированной разработки грунта в уширении гидравлическим и механическим способами (водой и щетками) (патент Республики Беларусь на п. м. № 12218);

о) – раздвижки в забое скважины призматических или цилиндрических элементов патенты Республики Беларусь на п. м. №№ 11041, 11343);

п) – вдавливания со смятием в забой скважины упругого резинового цилиндрического уширителя (патенты Республики Беларусь на п. м. №№ 5309, 6868);

р) – использования электромагнитного уширителя в виде тора (а. с. СССР № 1745859);

с) – трамбования в забое скважины якорной цепи (патент Республики Беларусь на п. м. № 9782);

т) – вмятия в забой с уплотнением грунта скважины U-образной пластины (патент Республики Беларусь на п. м. № 6277);

у) – раскрытия в забое скважины уширителя стаканного типа с зубьями пилообразной формы (патенты РБ на изобр. № 9185, на п. м. № 4869);

ф) – деформации в забое скважины уширителя беличьего типа (патент Республики Беларусь на п. м. № 7465).

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.

#### **Список цитированных источников**

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., Шляхова Е.И. Технология свайных работ в особых условиях строительства/Учебное пособие. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 242 с.

3. Строительные нормы и правила. Свайные фундаменты: СНиП 2.02.03-85 / Госстрой СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.

4. Строительные нормы Республики Беларусь. Основания и фундаменты зданий и сооружений: СНБ 5.01.01-99 / Минстройархитектура Республики Беларусь – Минск: ГП «Минсктиппроект», 1999. – 36 с.

5. Технический кодекс установившейся практики. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Сваи забивные. Правила проектирования и устройства: ТКП 45-5.01-256-2012. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2013. – 137 с.

6. Чернюк, В.П. Технические средства и способы бурения скважин с уширениями в строительстве и горном деле: учебное пособие / В.П. Чернюк, Е.И. Шляхова. – М.: РУСАЙНС, 2020. – 139 с.

УДК 378.147

***Короленко В. В., Карпович А. Р.***

***Научные руководители: к.т.н. Акулова О. А., к.т.н., доцент Базенков Т. Н.***

### **ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ AUTOCAD**

Одним из основополагающих принципов современного информационного проектирования является применение различных блоков, в том числе параметрических. Это в значительной степени ускоряет и автоматизирует процесс создания проектной документации в системах автоматизированного проектирования, например, в AutoCAD.

Если какой-либо элемент изображения повторяется на чертеже многократно, его целесообразно выполнить как блок.