

*Сеськов Валерий Ефимович, кандидат технических наук,
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск, Беларусь,
Кравцов Владимир Николаевич, кандидат технических наук,
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск, Беларусь*

***Свайные фундаменты из набивных микросвай в пробитых
вибропробойниками скважинах***

***Foundations made of built-in-place micropiles in head wells
produced with vibrodrift hammer***

Разработаны, исследованы и внедрены микросвайные фундаменты с использованием вибропробойников для устройства скважин и забивки сборных свай. Снижение себестоимости по сравнению с традиционными решениями до 100%.

Abstract: developed, researched and implemented micropiles foundations using vibrodrift hammer for head wells and driving precast piles. Cost reducing as against with traditional solutions up to 100%.

На основании исследований, выполненные в РУП «Институт БелНИИС» и других организациях /1,3/, можно заключить, что для условий Беларуси наиболее эффективными являются мелкозаглубленные свайные фундаменты из свай уплотнения (пирамидальных, конических, в пробитых скважинах и др.), позволяющие целенаправленно изменять свойства грунта до требуемых значений и распределять нагрузку от надземных конструкций в верхних слоях основания.

Установлено, что в наибольшей мере указанным критериям отвечают предложенные в РУП «Институт БелНИИС» набивные и забивные сваи, устраиваемые с использованием пневмо-гидро-вибропробойников.

Технологические аспекты устройства и конструкции таких микросвай даны на рис. 1а-г. Навесное оборудование разработано в двух вариантах: на базе трактора или экскаватора и переносной треноги.

По первому варианту навесное оборудование с вибро-пневмо-пробойником (рис. 1д, ж) состоит из базовой машины трактора «Беларус», экскаватора Э02621А или ЭО-4321 и навесного оборудования, на котором устанавливаются пневмопробойник и ИП4603А, ИП4605А или гидромолот со скважинообразователем (штампом) диаметром 15 см и длиной до 200 см. Общий вид установки показан на рис. 1д.

Второй вариант легкой переносной установки разработан на треноге (рис. 1ж), где скважинообразователь имеет диаметр от 95 мм с уширением в верхней части до 250 мм и длину 1500 мм.

В процессе пробивки скважины в грунте штампом-скважинообразователем происходит втрамбовывание грунта в ее стенки (без выемки), чем достигается увеличение несущей способности основания в 2-3 раза за счет уплотнения окружающего грунта. Это позволяет уменьшить материалоемкость микросвай и фундамента.

Схемы устройства микросвайных фундаментов на базе легкой переносной установки показаны на рис. 1а, ж. Расход бетона на изготовление одной микросваи составляет 0.023 м^3 , производительность установки около 40 микросвай в смену.

Установка на базе Э02621А может использоваться и для забивки железобетонных сборных микросвай длиной до 5 м и диаметром (сечением) до 150 мм с одновременным подтаскиванием и заводкой их в наголовник погрузателя без использования ручного труда, дополнительных устройств и приводов.

Данная установка защищена АС 1553608 СССР.

Разработанные конструкции свай прошли опытную проверку, испытание и внедрение. Наиболее характерные результаты испытаний различных типов грунтов по методике ГОСТ5686-94 даны на рис. 2, результаты внедрения на рис. 3. Разработана техническая документация на оборудование и устройство фундаментов, изготовлены опытные образцы. Проектирование конструкций и свай по материалу производится по СНБ5.03.01-02, а по грунту – согласно указаниям Пособия П19-04 к СНБ5.01.01.

Расчет микросвай выполняется по стандартной методике суммированием сопротивления грунта под их острием и на боковой поверхности с использованием расчетных сопротивлений грунта по табл. 1 и 2, составленных на основе исследований микросвай в различных видах грунтов республики.

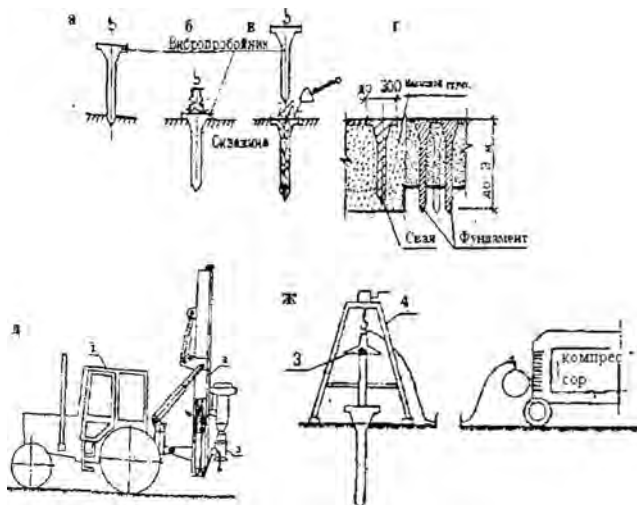


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема и состав оборудования для устройства набивных и забивных микросвай с использованием вибропробойников: а – установка штампа или забивной микросваи на точку погружения; б – погружение штампа или сваи; в – извлечение штампа и бетонирование скважины; г – готовая набивная микросвая или фундамент; д – вариант виброустановки навешенной на базовую машину трактор «Беларус»; ж – то же, на переносной треноге; 1 – базовая машина; 2 – навесное оборудование с вибропогружателем; 3 – гидropневмопробойник; 4 – переносная тренога

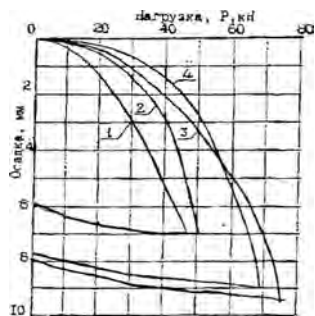


Рис. 2. Графики испытаний набивных микросвай статической нагрузкой, изготовленных с использованием пневмопробойников ИП 4605А с уширителем: 1 – $\varnothing 150$ мм, длиной 1200 мм в песках насыпных ($K_{com} < 0,93$); 2 – $\varnothing 150$ мм, длиной 1500 мм в глинистых грунтах ($II = 0,55$); 3 – $\varnothing 150$ с уширением 300 мм, длиной 1500 мм в песках насыпных; 4 – $\varnothing 150$ мм с уширением 300 мм, длиной 2000 мм в глинистых песках

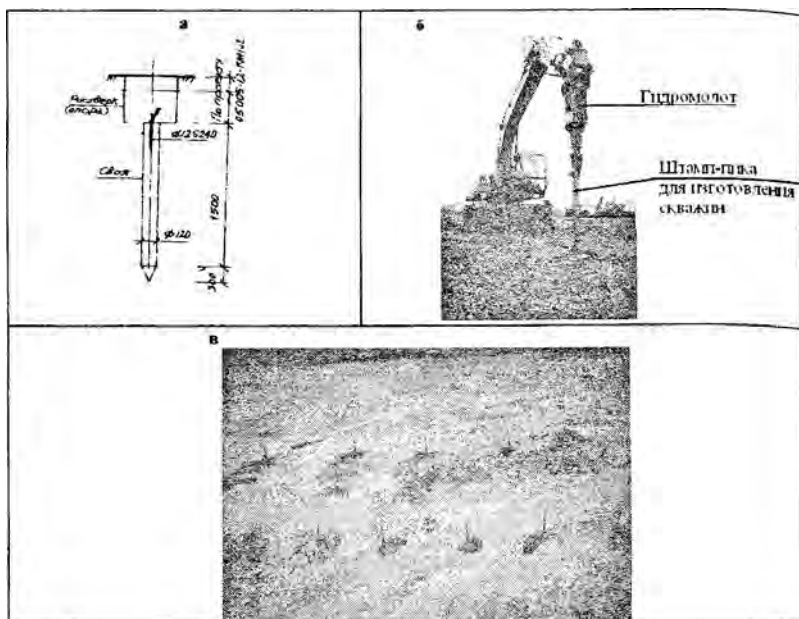


Рис. 3. Примеры возведения фундаментов из свай в виброштампованных скважинах на тепличном агрокомбинате «Ждановичи» в д. Богатырево Минской области и для жилых домиков в Солигорском районе:
 а – конструкция микросвайной опоры; б – навесное оборудование треста «Солигорскпромстрой» на базе экскаватора ЕК12 с использованием гидромолота МГ300; в – общий вид готовых микросвай

Особенно эффективны предложенные микросвайные фундаменты для насыпных грунтов и в условиях стесненной городской застройки, в т.ч. при реконструкции существующих зданий, т.к. их устройство не оказывает вредного динамического воздействия на конструкции сооружений.

Экономический анализ показывает, что набивные микросваи в виброштампованных скважинах даже в сравнении с микросваями в пробитых скважинах (штампованных, вытрамбованных) оказываются экономичнее последних по себестоимости, энергоемкости и трудоемкости на 20%, а с забивными сборными железобетонными сваями – на 100% и более.

Таблица 1

Расчетные сопротивления грунтов под нижним концом забивных и вибронбивных свай, выполненных с применением пневмопробойников и гидромолотов без выемки грунта

Расчетная глубина свай $H_{\text{св}}$, м	Коэффициент пористости e	Расчетное сопротивление сжатию под острием свай R , МПа ($\text{тс}/\text{см}^2$)						
		песчаных грунтов средней прочности						
		крупных		средних	мелких	пылеватых		
		пылеватых глинистых грунтов с показателем текучести I_L равным						
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	0,5	6,4(64)	2,0(20)	3,7(37)	2,3(23)	1,7(17)	0,9(9)	0,5(5)
		3,7(37)		1,3(13)	1,2(12)	1,0(10)		
	0,65	4,0(40)	1,3(13)	2,3(23)	1,4(14)	1,0(10)	0,7(7)	0,6(6)
		2,6(26)		1,2(12)	0,9(9)	0,8(8)		
	0,8	2,4(24)	1,0(10)	1,6(16)	1,0(10)	0,7(7)	0,3(3)	0,4(4)
		1,9(19)		0,8(8)	0,6(6)	0,5(5)		
2,0	0,5	9,0(90)	2,9(29)	4,85(48,5)	2,6(26)	1,75(17,5)	1,0(10)	0,9(9)
		4,2(42)		2,1(21)	1,5(15)	1,1(11)		
	0,65	6,0(60)	2,25(22,5)	3,05(30,5)	1,6(16)	1,1(11)	0,5(5)	0,75(7,5)
		3,2(32)		1,6(16)	1,2(12)	0,9(9)		
	0,8	4,2(42)	2,2(22)	2,15(21,5)	1,1(11)	0,9(9)	0,35(3,5)	0,5(5)
		2,2(22)		1,15(11,5)	0,8(8)	0,65(6,5)		
2,5	0,5	10,0(100)	3,3(33)	5,15(51,5)	2,75(27,5)	1,8(18)	1,05(10,5)	0,95(9,5)
		4,5(45)		2,3(23)	1,75(17,5)	1,45(14,5)		
	0,65	6,4(64)	2,7(27)	3,2(32)	1,7(17)	1,1(11)	0,8(8)	0,8(8)
		3,5(35)		1,8(18)	1,35(13,5)	1,0(10)		
	0,8	4,4(44)	1,9(19)	2,25(22,5)	1,2(12)	0,85(8,5)	0,6(6)	0,55(5,5)
		2,5(25)		1,25(12,5)	0,95(9,5)	0,7(7)		
3,0	0,5	10,5(105)	4,05(40,5)	5,5(55)	3,0(30)	1,9(19)	1,15(11,5)	1,05(10,5)
		5,2(52)		2,5(25)	1,9(19)	1,5(15)		
	0,65	6,7(67)	3,15(31,5)	3,4(34)	1,95(19,5)	1,15(11,5)	0,9(9)	0,85(8,5)
		4,0(40)		2,0(20)	1,45(14,5)	1,1(11)		
	0,8	4,6(46)	2,25(22,5)	2,4(24)	1,3(13)	0,8(8)	0,65(6,5)	0,6(6)
		2,8(28)		1,75(17,5)	1,0(10)	0,75(7,5)		

Расчетные сопротивления грунта на боковой поверхности забивных и вибронбивных свай, выполненных с применением пневмопробойников и гидромолотов без выемки грунта

Средняя расчетная глубина расположения сваи на длине l , м	Расчетное сопротивление свай f , МПа (тс/м^2)						
	песчаных грунтов средней прочности						
	крупных	средних	мелких	пылеватых	-	-	-
	глинистых грунтов с показателем текучести I_L равным						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,5	47,0(4,7)	40,0(4,00)	35,0(3,50)	25,0(2,50)	9,0(0,9)	6,0(0,6)	4,0(0,4)
	35,0(3,50)	31,0(3,10)	20,0(2,00)	12,0(1,20)			
1,0	55,0(5,5)	45,0(4,50)	40,0(4,00)	30,0(3,00)	12,0(1,2)	9,0(0,9)	6,0(0,6)
	38,0(3,80)	35,0(3,50)	25,0(2,50)	15,0(1,5)			
1,5	57,0(5,70)	50,0(5,00)	45,0(4,50)	35,0(3,50)	15,0(1,5)	11,0(1,1)	9,0(0,9)
	40,0(4,00)	38,0(3,80)	28,0(2,8)	18,0(1,8)			
2,0	60,0(6,00)	55,0(5,50)	50,0(5,00)	40,0(4,00)	17,0(1,7)	13,0(1,3)	11,0(1,1)
	45,0(4,50)	42,0(4,2)	32,0(3,2)	22,0(2,20)			
2,5	62,0(6,20)	57,0(5,70)	54,0(5,40)	43,0(4,30)	19,0(1,9)	15,0(1,5)	13,0(1,3)
	50,0(5,00)	45,0(4,50)	35,0(3,50)	25,0(2,50)			

Примечания к табл. 1 и 2.

1. Над чертой даны значения R и f для песчаных грунтов, под чертой – для пылевато-глинистых.

2. Для промежуточных глубин погружения свай и промежуточных значений показателя текучести I_L глинистых грунтов значения R и f в табл. 1 и 2 определяются интерполяцией.

3. Значения расчетных сопротивлений R и f по табл. 1 и 2 допускается использовать при условии, если заглубление свай в неразрываемый и несрезаемый грунт составляет не менее 1 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ловыгин, Н.И. Инженерно-геологическая характеристика грунтов Белорусской ССР / Н.И. Ловыгин, В.М. Мотуз // Проблемы применения рациональных конструкций фундаментов в условиях Белорусской ССР: Труды РНТК. – Витебск: МПО БССР, НТО и др., 1976. – С. 23–33.

2. Кравцов, В.Н. Пути повышения эффективности фундаментостроения в условиях Беларуси / В.Н. Кравцов // Архитектура и строительство. – 2005. – №6. – С. 120–123.

3. Сеськов, В.Е. Тенденция развития и опыт применения прогрессивных фундаментов в условиях Беларуси / В.Е. Сеськов, В.Н. Кравцов, В.Н. Лях // Строительная наука и техника. – 2007. – №5(14). – С. 131–142.