

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18688**

(13) **С1**

(46) **2014.10.30**

(51) МПК

E 02D 27/00 (2006.01)

E 02D 27/12 (2006.01)

(54) **ФУНДАМЕНТ ЗДАНИЯ, ВОЗВЕДЕННЫЙ НА ИСКУССТВЕННО УПРОЧНЕННОМ СЛАБОМ ИЛИ МАЛОПРОЧНОМ ГРУНТЕ, И СПОСОБ ЕГО ВОЗВЕДЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20111166

(22) 2011.09.02

(43) 2013.04.30

(71) Заявитель: Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по строительству "Институт БелНИИС" (ВУ)

(72) Авторы: Сеськов Валерий Ефимович; Кравцов Владимир Николаевич; Лобастов Николай Сергеевич; Лебедик Виктор Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по строительству "Институт БелНИИС" (ВУ)

(56) RU 2256033 C2, 2005.

ВУ 1641 С1, 1997.

SU 699104, 1979.

SU 922237, 1982.

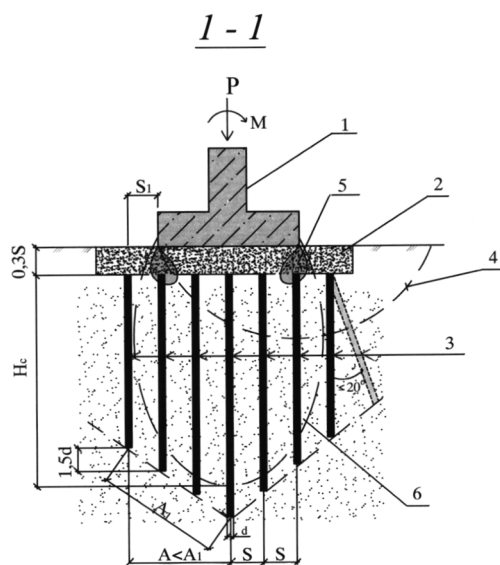
SU 375348, 1973.

SU 607888, 1978.

SU 855129, 1981.

(57)

1. Фундамент здания, возведенный на искусственно упрочненном слабом или малопрочном грунте, содержащий плитный фундамент и армоэлементы из готовых или набивных свай, установленные рядами вертикально или, для крайних рядов, наклонно к вертикали под углом менее 20° и выполненные в виде стержней с размером поперечного сечения d не более 300 мм, где d - диаметр или большая сторона поперечного сечения армоэлемента, и расположенные в шахматном порядке с шагом $S = 4d \cdot \rho_c / \rho_d$ под подошвой



Фиг. 1

плитного фундамента, где ρ_c - плотность материала армозлемента, т/м^3 ; ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии до его армирования, т/м^3 , и с шагом $S_1 = 2d$ за пределами его контура, при этом нижние концы армозлемента расположены на разных отметках по глубине, которая убывает от центра к краям плитного фундамента с перепадом высоты между смежными концами не менее $1,5d$, и с выходом армозлемента за пределы внешней границы плитного фундамента на расстояние, равное шагу армозлемента S_1 , причем между подошвой плитного фундамента и верхом армозлемента выполнена демпфирующая прослойка толщиной, равной $0,3S$, из инертного материала, например песка, или гравия, или песчано-гравийной смеси, уплотненного до степени, при которой коэффициент уплотнения равен или больше $0,97$.

2. Способ возведения на искусственно упрочненном слабом или малопрочном грунте фундамента здания по п. 1, при котором производят планировку площадки срезкой грунта до отметки низа демпфирующей прослойки, погружают в грунт армозлемента вертикально или, для крайних рядов, наклонно к вертикали под углом менее 20° из готовых или набивных свай с размером поперечного сечения d не более 300 мм, где d - диаметр или большая сторона поперечного сечения армозлемента, при этом глубина погружения каждого армозлемента убывает от центра к краям плитного фундамента с перепадом высоты между смежными концами не менее $1,5d$, которые располагают под подошвой плитного фундамента в шахматном порядке с шагом $S = 4d \cdot \rho_c / \rho_d$, где ρ_c - плотность материала армозлемента, т/м^3 ; ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии до его армирования, т/м^3 , и выходом за пределы внешней границы плитного фундамента на расстояние, равное шагу армозлемента $S_1 = 2d$, затем по верху погруженных армозлемента выполняют демпфирующую прослойку толщиной $0,3S$ и уплотняют ее до коэффициента уплотнения, равного или большего $0,97$, после чего возводят плитный фундамент.

Изобретение относится к области строительства, а именно к плитным фундаментам на искусственно упрочненных слабых и малопрочных грунтах (геомассивах), в т.ч. при воздействии на них комбинированных (вертикальных, горизонтальных, моментных), вибродинамических нагрузок, и способам их возведения на основаниях, упрочненных методом вертикального армирования грунта сваями.

Известен свайный фундамент, включающий ростверк, жестко объединяющий куст свай из вертикальных и наклонных групп, концы которых расположены на разных отметках по глубине, убывающих от центра к краям ростверка, при этом свободный конец каждой сваи расположен на боковой поверхности или вершине конуса, а последняя обращена в сторону, противоположную ростверку [1]. Данная конструкция позволяет повышать несущую способность фундамента и его надежность при воздействии на него комбинированных нагрузок (горизонтальных, моментных и др.).

К недостаткам такого фундамента следует отнести жесткое сопряжение свай и ростверка, приводящее к увеличению материалоемкости и трудоемкости работ. Кроме того, рассматриваемое решение не предназначено для упрочнения грунтов основания плитных фундаментов и снижения вибродинамических воздействий.

В качестве конструкции прототипа принят плитный фундамент с однорядными свайными армозлементами вдоль его наружного контура на расстоянии от него, равном $0,1-0,5$ диаметра армозлемента [2]. Недостатком прототипа является то, что его конструкция, как правило, предназначена для усиления оснований существующих фундаментов и она недостаточно эффективна для вновь возводимых фундаментов, т.к. не позволяет упрочнить грунт под их подошвой.

Прототипом способа возведения плитных фундаментов на геомассиве, наиболее близким к предлагаемому по техническому решению, сущности и достигаемому результату, является способ возведения плитных фундаментов зданий и сооружений на геомассиве

[3], включающий образование армоэлементов из песчаных набивных свай и промежуточной насыпи над ними из инертных материалов, равномерно распределенных по всей площади объекта, с последующим одновременным их уплотнением.

Известный способ [3] возведения плитных фундаментов на геомассиве решает задачу упрочнения грунтов их оснований, но при этом имеет высокую материалоемкость и трудоемкость в связи с тем, что геомассив устраивается по всей площади строящегося здания из песчаных армоэлементов одинаковой длины, не гарантирующих в требуемом объеме повышения прочности основания фундаментов из-за недостаточно высокого модуля деформации инертных материалов.

Задачей изобретения является повышение несущей способности, снижение стоимости и материалоемкости конструкции плитного фундамента на геомассиве и трудоемкости его изготовления на слабых и малопрочных грунтах, в т.ч. при воздействии на него комбинированных и вибродинамических нагрузок.

Поставленная задача решается в части фундамента на геомассиве, с давлением на основание до 0,3 МПа, включающем непосредственно плитный фундамент, промежуточную подсыпку и природный грунт, упрочненный вертикальными армоэлементами, тем, что последние, согласно изобретению, выполнены из вертикальных или, для крайних рядов, наклонных (наклон к вертикали до 20°) готовых или набивных свай, установленных рядами, в виде стержней с размером поперечного сечения менее $d = 300$ мм, где d - диаметр круглого или большая сторона прямоугольного поперечного сечения армоэлемента, расположенных под подошвой плитного фундамента в шахматном порядке с шагом $S = 4d \cdot \rho_c / \rho_d$, где ρ_c - и плотность материала армоэлемента, т/м^3 ; ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии до его армирования, т/м^3 , а за пределами его контура как в поперечном, так и продольном направлениях - с шагом $S_1 = 2d$, при этом нижние концы армоэлементов расположены на разных отметках по глубине основания, которые убывают от центра к краям плитного фундамента с перепадом высоты между смежными концами не менее $1,5d$, как правило, выходя за пределы внешней границы плитного фундамента на расстояние, равное их шагу S_1 , причем между верхними концами армоэлементов и подошвой плитного фундамента выполнена демпфирующая прослойка грунта толщиной, равной $0,3S$ из инертного материала, например среднего крупного песка, щебня, гравия или песчано-гравийной смеси и др., уплотненных до степени, при которой коэффициент уплотнения равен или больше $K_{\text{com}} \geq 0,97$.

Поставленная задача в части способа возведения фундамента на геомассиве решена за счет того, что в известном способе, включающем операции по планировке площадки до отметок низа промежуточной подсыпки, изготовлению геомассива с использованием вертикальных армирующих элементов из свай, с последующей отсыпкой промежуточной насыпи и установкой на нее плитных фундаментов, армоэлементы изготавливают вертикально или, для крайних рядов, наклонно к вертикали под углом менее 20° из готовых или набивных свай с размером поперечного сечения d не более 300 мм, где d - диаметр круглого или большая сторона прямоугольного поперечного сечения армоэлемента, при этом глубина погружения каждого армоэлемента убывает от центра к краям плитного фундамента с перепадом высоты между их смежными концами не менее $1,5d$, которые располагают под подошвой плитного фундамента в шахматном порядке с шагом $S = 4d \cdot \rho_c / \rho_d$, где ρ_c - плотность материала армоэлемента, т/м^3 ; ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии до его армирования, т/м^3 , а за пределами внешней границы плитного фундамента как в продольном, так и поперечном направлениях - с шагом армоэлементов $S_1 = 2d$, затем между верхом армоэлементов и подошвой плитного фундамента устраивают демпфирующую прослойку из инертных материалов (среднего, крупного песка, щебня, гравия, песчано-гравийной смеси и др.) толщиной $0,3S$ и уплотняют ее до коэффициента уплотнения, равного или большего $K_{\text{com}} \geq 0,97$, после чего возводят плитный фундамент.

Выполненные исследования с испытаниями фундаментов на геомассивах, обеспечивающих давление на основание до 0,3 МПа, с различными типами армоэлементов (забивные, набивные сваи разных размеров), их расположением в плане и толщиной демпфирующих слоев показали, что заявляемая совокупность отличительных признаков в конструкции фундамента на геомассиве и способ его изготовления позволяют достичь максимального заявляемого технического результата по повышению несущей способности, снижению материалоемкости конструкции, трудоемкости изготовления и колебаний плитного фундамента за счет конусного расположения нижних концов вертикальных и наклонных (угол наклона до 20°), убывающих по глубине основания от центра к краям фундамента с перепадом отметок между их смежными концами не менее $1,5d$, выполненных из готовых или набивных свай с оптимальным размером поперечного сечения $d \leq 300$ мм, где d - диаметр круглого или большая сторона прямоугольного поперечного сечения, что позволяет значительно увеличить распределительную площадь передачи на грунт нагрузки от свай A_1 по сравнению с площадью A при сваях одинаковой длины (фиг. 1), уменьшив тем самым концентрацию напряжений в уровне нижних концов свай, момент и эксцентриситет нагрузки на ростверк. Кроме того, армоэлементы значительно (не менее чем в 2 раза) повышают прочностные и деформационные характеристики грунтов основания (например, модуль деформации с 7-10 до 20-30 МПа) за счет увеличения средних (эквивалентных) характеристик природного грунта (т.к. характеристики армоэлементов как минимум на порядок больше, чем у грунта). Указанные выше отличительные признаки, как показывают исследования, гарантируют заявленный технический результат, в т.ч. повышение жесткости, устойчивости основания и снижение колебаний плитного фундамента от геодинамических (сейсмических, техногенных) воздействий, при условии обеспечения модуля упругости для материала армоэлементов и модуля деформации для грунта демпфирующего слоя и армоэлементов не менее $E \geq 20$ МПа. При этом толщина демпфирующего слоя должна составлять $0,3S$, а плотность материала соответствовать коэффициенту уплотнения грунта $K_{com} \geq 0,97$.

Отличительные признаки являются новыми, существенными, необходимыми и достаточными для получения нового положительного эффекта, выражающегося в повышении несущей способности, снижении материалоемкости, колебаний фундамента на геомассиве и трудоемкости работ по его возведению.

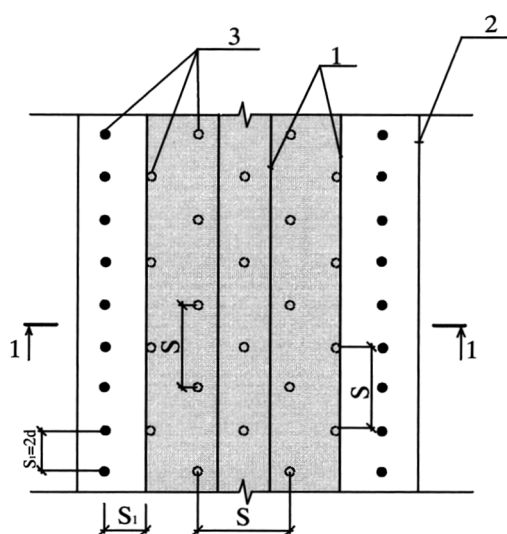
Заявляемый способ возведения фундамента на геомассиве реализуется с применением серийно выпускаемых оборудования и механизмов следующим образом: в местах устройства плитных фундаментов производят планировку площадки срезкой грунта до отметки низа демпфирующего слоя (поз. 2 на фиг 1-3); любым из известных способов изготавливают армоэлементы из готовых (забивкой, задавливанием, вибропогружением и др.) или набивных грунтобетонных или бетонных свай в буровых или преимущественно пробитых (бурораздвижкой, штамповкой, трамбовкой и др.) скважинах, двигаясь от центра плитного фундамента к его краям (из условия обеспечения минимальной трудоемкости процесса). Армоэлементы из свай устраивают в пределах подошвы плитного фундамента с шагом $S = 4d \cdot p_c/p_d$ (наиболее оптимально в шахматном порядке), а за пределами его внешних границ с шагом - $S_1 = 2d$, при этом глубина каждого армоэлемента убывает от центра фундамента к краям с перепадом отметок между их смежными нижними концами не менее $1,5d$ (фиг. 1-3). Затем по верху выполненных армоэлементов отсыпают демпфирующий слой 2 из инертных материалов (например, песка среднего, крупного щебня, гравия или песчано-гравийной смеси и др.) с их уплотнением любым известным способом (например, виброкатком, трамбовкой) до коэффициента уплотнения, равного или большего $K_{com} \geq 0,97$, и устанавливают на него монолитный или сборный плитный фундамент, ширина которого, а следовательно, материалоемкость и трудоемкость изготовления на 20-30 % меньше, чем у известных решений, в том числе у прототипа, за счет большей прочности армированного грунта основания, меньшей длины армоэлементов и их количества.

Предлагаемое решение фундамента на геомассиве и способ его устройства обеспечивают повышение прочности основания в 2-3 раза не только на сжимающие, но и растягивающие и сдвигающие усилия, предотвращая образование зон пластических деформаций и выпора грунта из-под краев плитного фундамента по различным площадкам скольжения (поз. 4, 5 на фиг. 1). Учитывая то, что до 80 % осадок происходит в активной зоне (поз. 6 на фиг. 1) плитного фундамента (2-3 ширины для столбчатого и 3-4 ширины для ленточного) в пределах сжимаемой толщи H_c , армирование указанной зоны позволяет снизить его осадку до 3-5 раз, или увеличить нагрузку на него в 1,5-3 раза. Это хорошо видно из сравнения графиков $s = f(P)$ на фиг. 4: а - график $s = f(P)$ для плитного фундамента на неармированном рыхлом мелком песке; б - то же, на армированном с расположением концов армоэлементов в одном уровне по глубине основания; в - то же, с расположением концов армоэлементов на разных отметках по глубине основания, убывающих от центра к краям фундамента с перепадом между их смежными концами $1,5d$ (фиг. 1). Из фиг. 5 также видно, что в сравнении с фундаментом на неупрочненном основании предлагаемое изобретение дает возможность уменьшить амплитуды низкочастотных вертикальных колебаний плитных фундаментов $A_{x1.max}$ до 10 раз ($A_{x3.max}$), а по сравнению с прототипом - в 1,5-2 раза ($A_{x2.max}$).

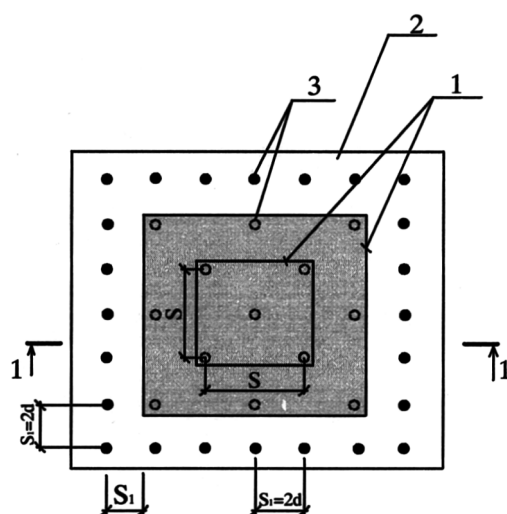
Техническое решение фундамента на геомассиве и способ его изготовления, согласно изобретению, просты по исполнению, технологичны, индустриальны, обеспечивают положительный эффект (повышение несущей способности, снижение материалоемкости, осадок, колебаний фундаментов и др.) и реализованы на ряде объектов РБ (фиг. 6 - фрагмент геомассива под ленточный плитный фундамент).

Источники информации:

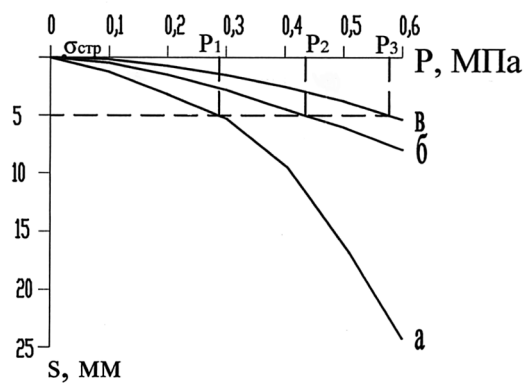
1. Патент BY 1852 C1, МПК⁶ E 02D 27/12, 1997 (аналог).
2. Патент RU 2256033 C2, МПК⁷ E 02D 27/01, 27/44 (прототип).
3. Патент BY 1641 C1, МПК E 02D 27/2, 1997 (прототип).



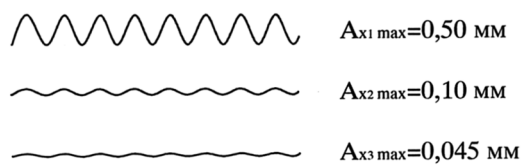
Фиг. 2



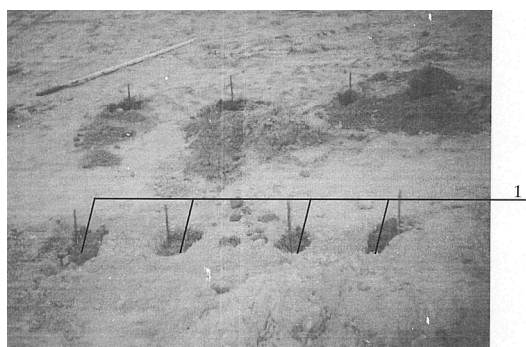
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6