

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2800171

### СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Деменков Петр Алексеевич (RU), Хозяинов Дмитрий Михайлович (RU), Смирнова Ольга Михайловна (RU), Давиденко Лада Руслановна (RU)*

Заявка № 2022131856

Приоритет изобретения **07 декабря 2022 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации **19 июля 2023 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **07 декабря 2042 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E02D 29/045 (2023.05)*

(21)(22) Заявка: 2022131856, 07.12.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.12.2022

Дата регистрации:  
19.07.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.12.2022

(45) Опубликовано: 19.07.2023 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ИВАНОВ МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ

(72) Автор(ы):

Деменков Петр Алексеевич (RU),  
Хозяинов Дмитрий Михайлович (RU),  
Смирнова Ольга Михайловна (RU),  
Давиденко Лада Руслановна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

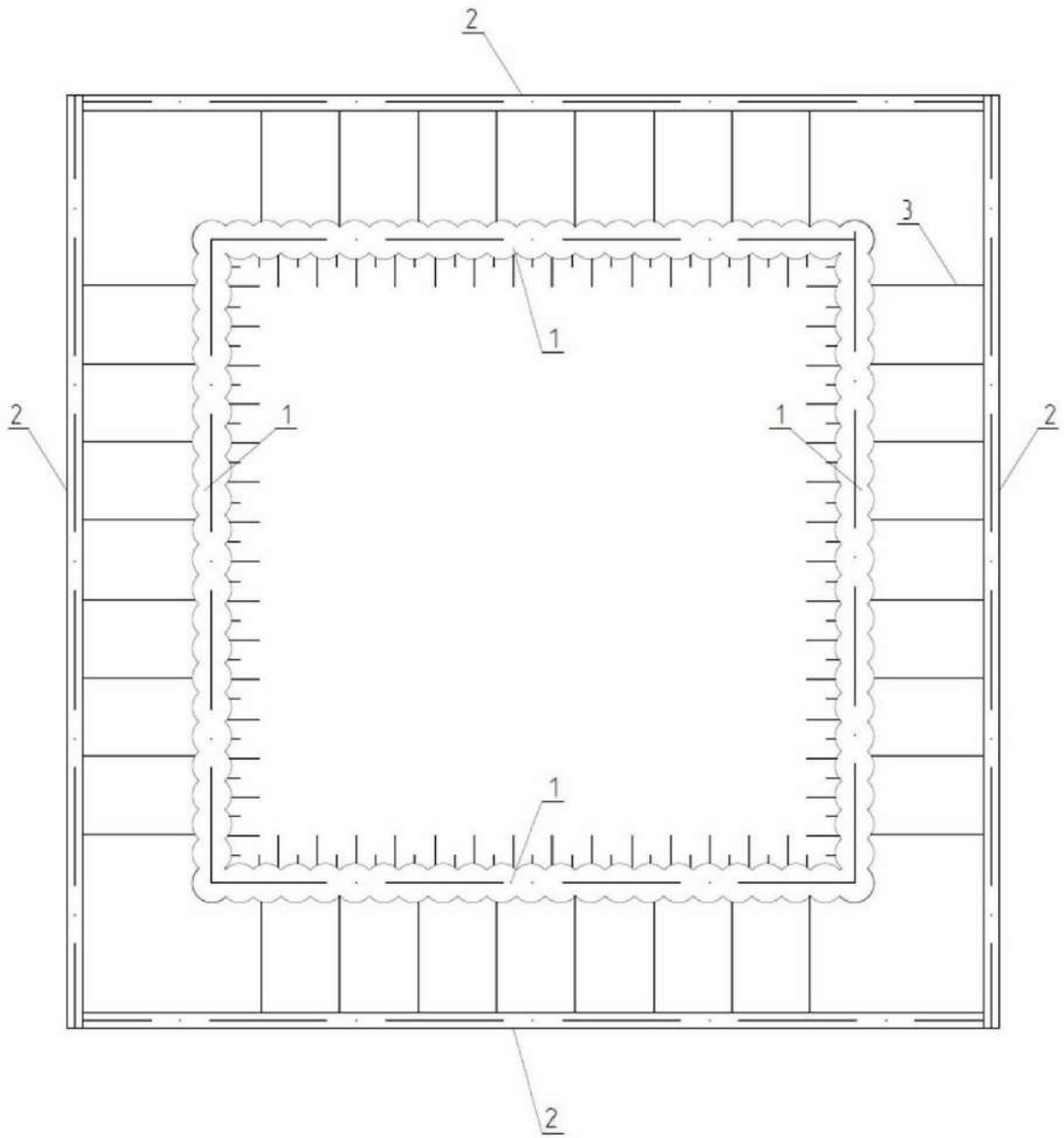
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2486318 C1, 27.06.2013. RU  
2042013 C1, 20.08.1995. SU 1677182 A1,  
15.09.1991. RU 2245966 C2, 10.02.2005. JP  
2003171949 A, 20.06.2003.

## (54) СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству подземных сооружений в стесненных городских условиях. Способ строительства подземного сооружения включает образование в грунте между возводимым сооружением и существующим двух рядов ограждающих элементов. Перед разработкой котлована по его периметру с помощью буровой установки устраивают первый ряд ограждающих элементов в виде стены из буросекущих свай на глубину, не меньшую глубины возводимого сооружения, потом с помощью вибропогружателя устанавливают второй ряд ограждающих элементов в виде шпунтового ограждения, состоящего из шпунтового профиля, на удалении от 3 до 10 м от первого ряда ограждающих элементов, на глубину, равную глубине первого ряда ограждающих элементов. Диаметр буросекущих свай, размер шпунтового профиля и расстояние между ними определяют расчетным путем для обеспечения необходимой жесткости ограждающей конструкции и снижения влияния

строительства на окружающую застройку. Затем по верху все оголовки буросекущих свай объединяют стальным поясом и соединяют сверху со шпунтовым ограждением стальными прокатными профилями. Дальнейшую разработку грунта производят ярусами по высоте котлована с установкой, при необходимости, расстрелов. Затем в созданном котловане возводят сооружение. После завершения строительства второй ряд ограждающих элементов и стальные прокатные профили извлекают для повторного использования. Технический результат состоит в повышении качества строительства благодаря ограничению миграции грунта из-под фундаментов существующих зданий при строительстве в стесненных городских условиях, за счет уменьшения осадок соседних сооружений, повышении сопротивления изгибу и сопротивлению смещению ограждающих элементов в направлении создаваемого котлована. 6 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E02D 29/045 (2023.05)*

(21)(22) Application: **2022131856, 07.12.2022**

(24) Effective date for property rights:  
**07.12.2022**

Registration date:  
**19.07.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **07.12.2022**

(45) Date of publication: **19.07.2023** Bull. № 20

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
IVANOV MIKHAIL VLADIMIROVICH**

(72) Inventor(s):

**Demenkov Petr Alekseevich (RU),  
Khoziainov Dmitrii Mikhailovich (RU),  
Smirnova Olga Mikhailovna (RU),  
Davidenko Lada Ruslanovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet (RU)**

(54) **METHOD OF CONSTRUCTION OF UNDERGROUND STRUCTURE**

(57) Abstract:

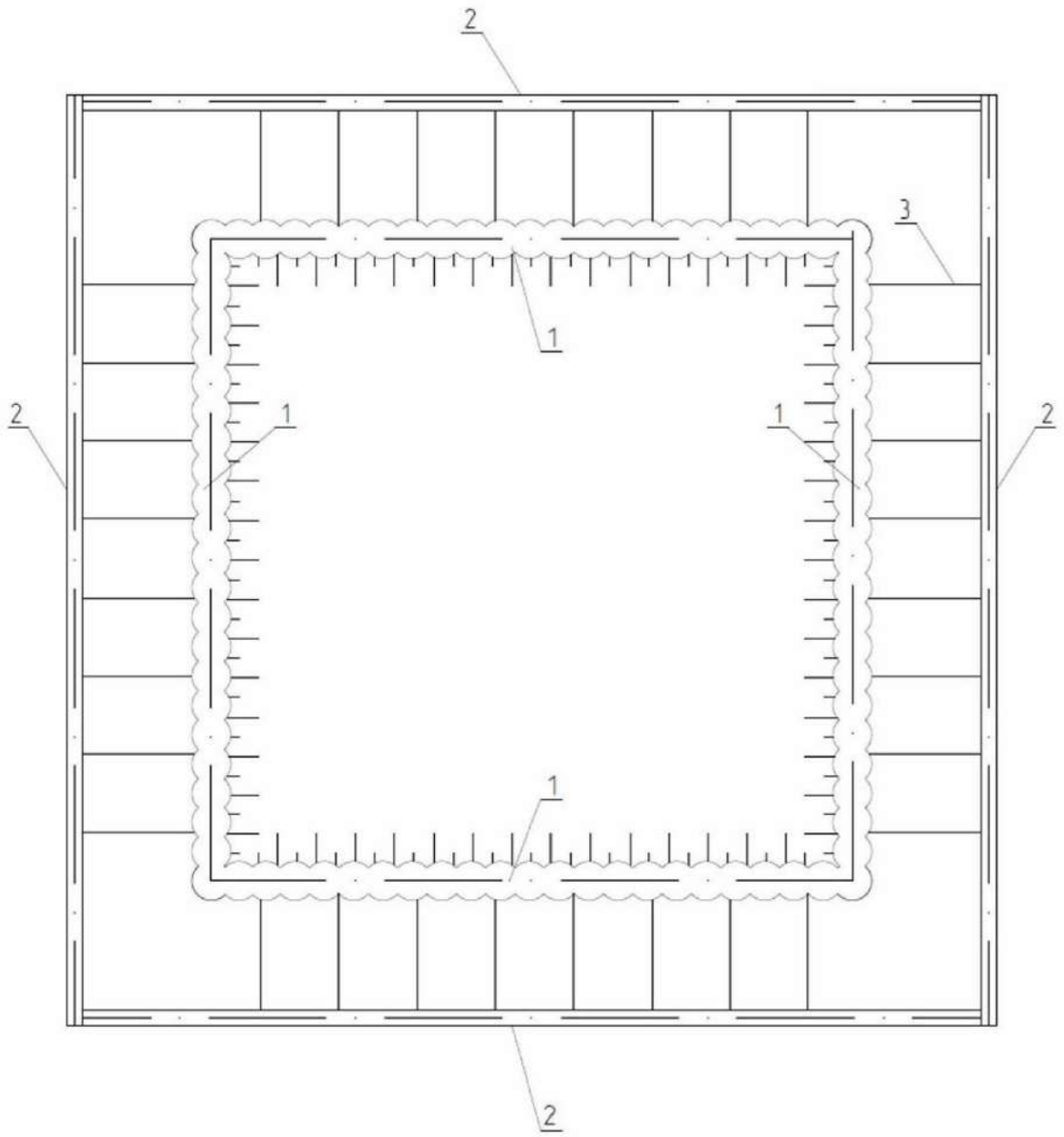
FIELD: underground structures.

SUBSTANCE: method for constructing an underground structure includes formation of two rows of enclosing elements in the ground between the structure under construction and the existing one. Before excavating the foundation pit, the first row of enclosing elements is installed using a drilling rig along its perimeter in the form of a wall of secant piles to a depth not less than the depth of the structure being erected, then, using a vibratory driver, the second row of enclosing elements is installed in the form of a sheet piling, consisting of a sheet pile profile, at a distance of 3 to 10 m from the first row of enclosing elements, to a depth equal to the depth of the first row of enclosing elements. The diameter of the secant piles, the size of the sheet pile profile, and the distance between them are determined by calculation to ensure the necessary rigidity of the enclosing structure and to reduce the

impact of construction on the surrounding buildings. Then, all the heads of the secant piles are bound together with a steel belt at the top and connected to sheet piling at the top using steel rolled profiles. Further development of the soil is carried out in tiers along the height of the pit with installation of buntions, if necessary. Then a structure is erected in the created pit. After completion of construction, the second row of enclosing elements and the rolled steel profiles are removed for reuse.

EFFECT: improved the quality of construction by limiting soil migration from under the foundations of existing buildings during construction in constrained urban environments, by reducing settlement of the adjacent structures, increasing bending resistance and displacement resistance of the enclosing elements towards the created pit.

1 cl, 6 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к строительству подземных сооружений в стесненных городских условиях.

Известен способ строительства подземного сооружения (Авторское свидетельство СССР № 1265248, опубл. 20.08.1995), включающий образование в грунте между возводимым сооружением и существующим ограждающим элементом, и монтаж возводимого сооружения под защитой ограждающего элемента.

Недостаток способа состоит в том, что он существенно снижает качество строительства, так как не предотвращает миграцию грунта из-под фундаментов существующей застройки, что приводит к росту ее дополнительных осадков и возможному обрушению.

Известен способ строительства подземного сооружения (Патент RU, № 2245428, опубл. 27.01.2005), включающий образование в грунте геотехнического барьера между фундаментом существующего здания и возводимым подземным сооружением с заделкой его на расчетную глубину.

Недостаток способа состоит в том, что он не предотвращает миграцию грунта из-под фундаментов существующих зданий, так как ограждающий элемент, выполненный в виде пневмокамеры, заполняемой воздухом или твердеющим раствором, может перемещаться вместе с мигрирующим грунтом в сторону котлована. Это снижает качество строительства из-за снижения уровня защиты зданий от дополнительных осадков.

Известен способ строительства подземного сооружения в сложных инженерно-геологических условиях (Патент RU, № 2099473, опубл. 20.12.1997), включающих монтаж, по меньшей мере, двух концентрически расположенных внутреннего и наружного опускных колодцев и погружение под собственным весом с пригрузом.

Недостаток способа также состоит в том, что применяемая в нем технология опускных колодцев оказывает сильное влияние на существующую застройку и имеет ограниченную область применения по глубине и физико-механическим свойствам грунтов.

Известен способ строительства подземного сооружения (Патент RU, № 2042013, опубл. 20.08.1995). Способ предусматривает устройство стен подземного сооружения в грунтовом массиве разрыхленной зоны на глубину строящего сооружения с изоляцией их от существующей застройки шпунтовым ограждением с устройством между ними глинистого раствора.

Недостаток способа состоит в том, что он не предотвращает миграцию грунта из-под фундаментов существующих зданий. Отсутствие связи между элементами приводит к недостаточному сопротивлению конструкции изгибным усилиям, что приводит к снижению качества строительства вследствие смещения конструкции в сторону возводимого котлована вместе с мигрирующим грунтом.

Известен способ строительства подземного сооружения (Патент RU, № 2486318, опубл. 27.06.2013), принятый за прототип. Способ заключается в образовании в грунте между возводимым сооружением и существующим двух рядов ограждающих элементов, которые выполняют в виде шпунтового ограждения на глубину, не меньшую глубины возводимого сооружения, и монтаж возводимого сооружения под защитой ограждающих элементов.

Недостаток способа состоит в наличии между рядами ограждающих элементов стягивающих анкеров, что требует дополнительных технологических операций в виде бурения отверстий под анкера и их установку, кроме того, возведение сооружения подобным способом делает невозможным извлечение шпунтового ограждения после

возведения сооружения. Внутренняя стена в виде шпунтового ограждения имеет меньшую жесткость по сравнению с ограждением из буросекущих свай. Ввиду большой гибкости анкеров они смогут воспринимать только растягивающие усилия, а при сжатии будут выключаться из работы. Все это может негативно сказаться на оседании существующей застройки.

Техническим результатом является уменьшение осадок соседних сооружений.

Технический результат достигается тем, что перед разработкой котлована по его периметру с помощью буровой установки, устраивают первый ряд ограждающих элементов в виде стены из буросекущих свай на глубину не меньшую глубины возводимого сооружения, потом с помощью вибропогружателя устанавливают второй ряд ограждающих элементов в виде шпунтового ограждения, состоящего из шпунтового профиля, на удалении от 3 до 10 м от первого ряда ограждающих элементов, на глубину, равную глубине первого ряда ограждающих элементов, диаметр буросекущих свай, размер шпунтового профиля и расстояние между ними определяют расчетным путем для обеспечения необходимой жесткости ограждающей конструкции и снижения влияния строительства на окружающую застройку, затем по верху все оголовки буросекущих свай объединяют стальным поясом и соединяют сверху со шпунтовым ограждением стальными прокатными профилями, дальнейшую разработку грунта производят ярусами по высоте котлована с установкой, при необходимости, расстрелов, затем в созданном котловане возводят сооружение, после завершения строительства второй ряд ограждающих элементов и стальные прокатные профили извлекают для повторного использования.

Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – план сооружения в ходе разработки котлована;

фиг. 2 – разрез до разработки котлована;

фиг. 3 – разрез после разработки котлована;

фиг. 4 – разрез после возведения сооружения;

фиг. 5 – горизонтальные перемещения при возведении стандартным способом;

фиг. 6 – горизонтальные перемещения при возведении предлагаемым способом, где:

1 – стена из буросекущих свай;

2 – шпунтовое ограждение;

3 – стальной прокатный профиль;

4 – сооружение.

Способ строительства подземного сооружения реализуется следующим образом.

На первом этапе, перед разработкой котлована по его периметру с помощью буровой установки, устраивают ограждение в виде стены из буросекущих свай 1 (фиг. 1-4) на глубину не меньшую глубины возводимого сооружения. На втором этапе с помощью вибропогружателя устанавливают шпунтовое ограждение 2, состоящее из шпунтового профиля, на удалении от 3 до 10 м от первого ограждения на глубину, равную глубине первого ограждения. Диаметр буросекущих свай, размер шпунтового профиля и расстояние между ними определяют расчетным путем для обеспечения необходимой жесткости ограждающей конструкции и снижения влияния строительства на окружающую застройку. На третьем этапе по верху все оголовки буросекущих свай объединяют стальным поясом и соединяют сверху со шпунтовым ограждением стальными прокатными профилями 3 (фиг. 2). Дальнейшую разработку грунта производят ярусами по высоте котлована с установкой, при необходимости, расстрелов. Высокая жесткость ограждения из буросекущих свай позволяет, второй и третий этапы совместить с разработкой первого яруса котлована средствами малой механизации.

Затем в созданном котловане возводят сооружение 4 (фиг. 3). После завершения возведения сооружения шпунтовое ограждение извлекают для повторного использования (фиг. 4).

Предлагаемый способ существенно повышает качество строительства благодаря снижению миграции грунта из-под фундаментов существующих зданий при строительстве в стесненных городских условиях. Это достигается повышением сопротивления изгибу и сопротивлению смещению ограждающих элементов в направлении создаваемого котлована. При этом значительно снижается трудоемкость возведения ограждающих конструкций за счет исключения работ по бурению и установке анкеров.

Эффективность способа подтверждается следующим примером.

Было выполнено численное моделирование методом конечных элементов. Глубина котлована в модели принята 6 м; расстояние между ограждением из буросекущих свай диаметром 600 мм и шпунтовым ограждением (профиль Л5-УМ) составляло 5 м.

Эффективность предлагаемого способа возведения подземного сооружения обеспечивается за счет ограничения миграции грунта из под фундаментов существующих зданий, при этом горизонтальные перемещения снижаются в 3 раза по сравнению со стандартным способом (фиг. 5) при этом максимальные значения горизонтальных перемещений составляют 45 мм. При возведении сооружения предлагаемым способом (фиг. 6) максимальные значения горизонтальных перемещений составляют 12 мм, при этом уменьшается осадок соседних сооружений.

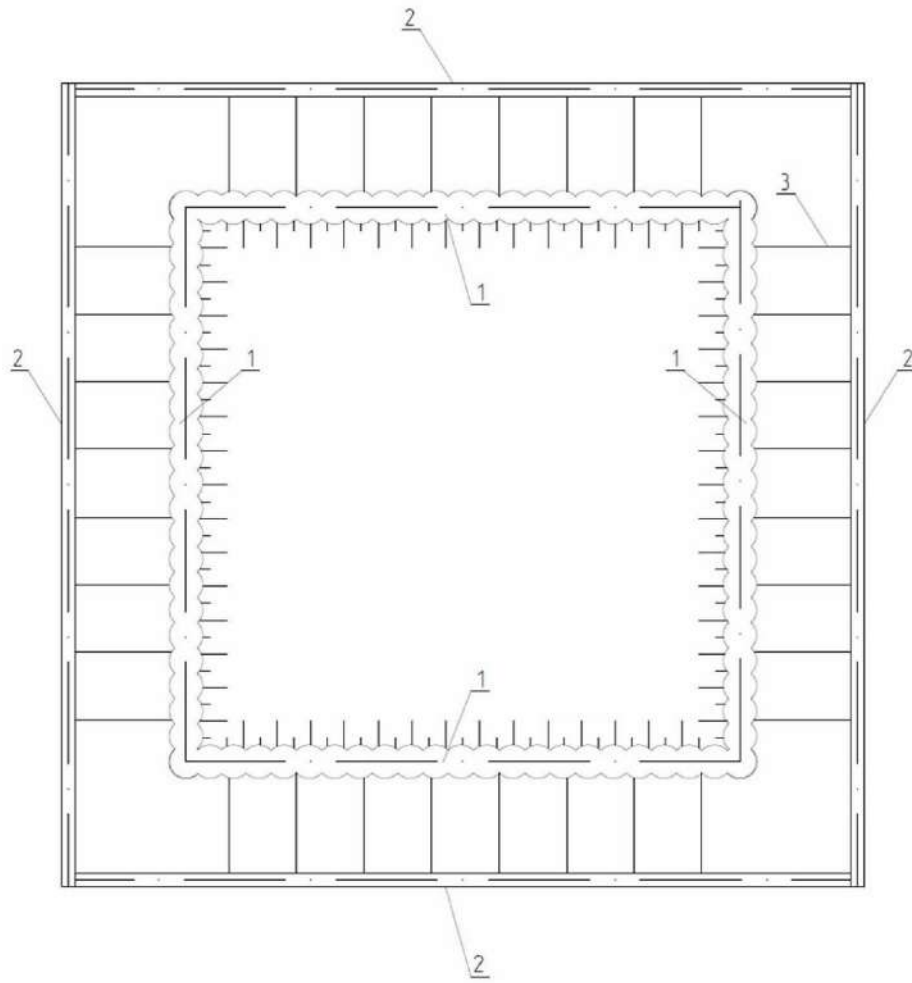
Предлагаемый способ существенно повышает качество строительства благодаря ограничению миграции грунта из-под фундаментов существующих зданий при строительстве в стесненных городских условиях, за счет уменьшения осадок. Это достигается повышением сопротивления изгибу и сопротивлению смещению ограждающих элементов в направлении создаваемого котлована.

#### (57) Формула изобретения

Способ строительства подземного сооружения, включающий образование в грунте между возводимым сооружением и существующим двух рядов ограждающих элементов, характеризующийся тем, что перед разработкой котлована по его периметру с помощью буровой установки устраивают первый ряд ограждающих элементов в виде стены из буросекущих свай на глубину, не меньшую глубины возводимого сооружения, потом с помощью вибропогружателя устанавливают второй ряд ограждающих элементов в виде шпунтового ограждения, состоящего из шпунтового профиля, на удалении от 3 до 10 м от первого ряда ограждающих элементов, на глубину, равную глубине первого ряда ограждающих элементов, диаметр буросекущих свай, размер шпунтового профиля и расстояние между ними определяют расчетным путем для обеспечения необходимой жесткости ограждающей конструкции и снижения влияния строительства на окружающую застройку, затем по верху все оголовки буросекущих свай объединяют стальным поясом и соединяют сверху со шпунтовым ограждением стальными прокатными профилями, дальнейшую разработку грунта производят ярусами по высоте котлована с установкой, при необходимости, расстрелов, затем в созданном котловане возводят сооружение, после завершения строительства второй ряд ограждающих элементов и стальные прокатные профили извлекают для повторного использования.



1

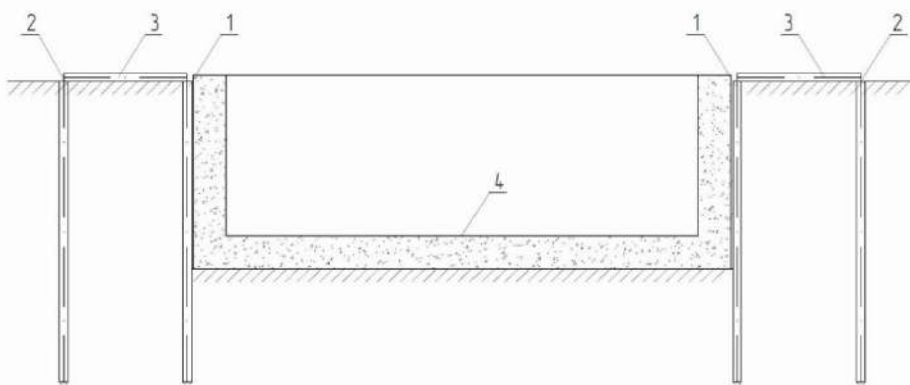


Фиг. 1

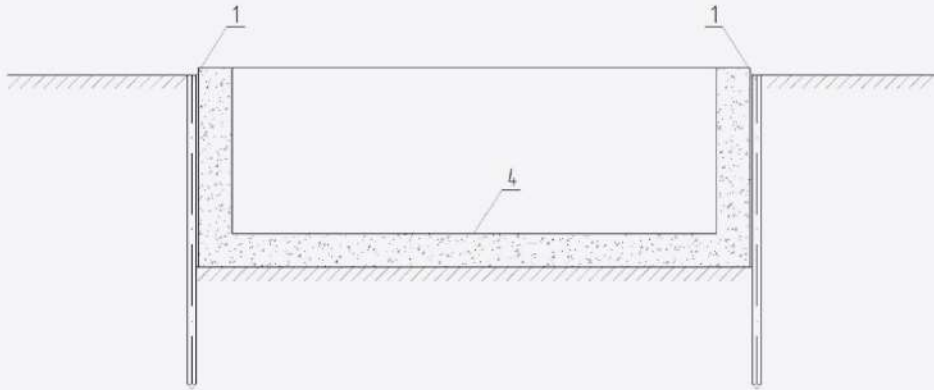
2



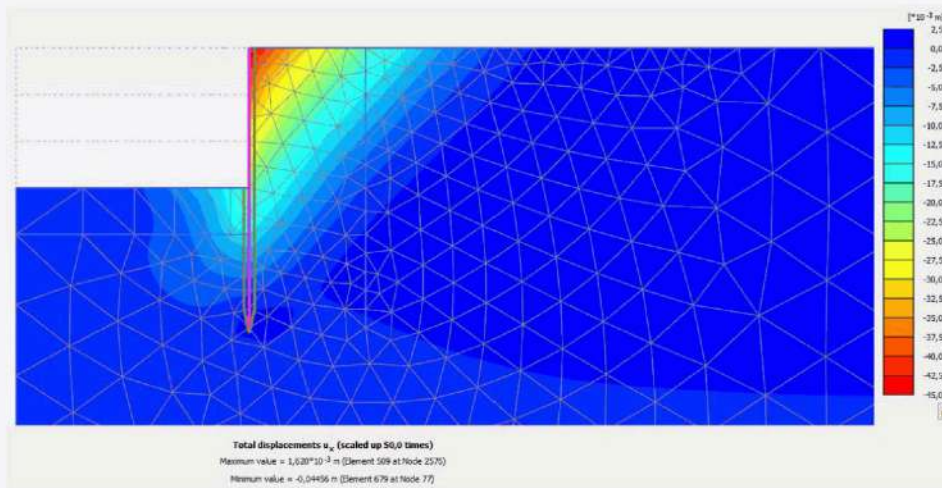
Фиг. 2



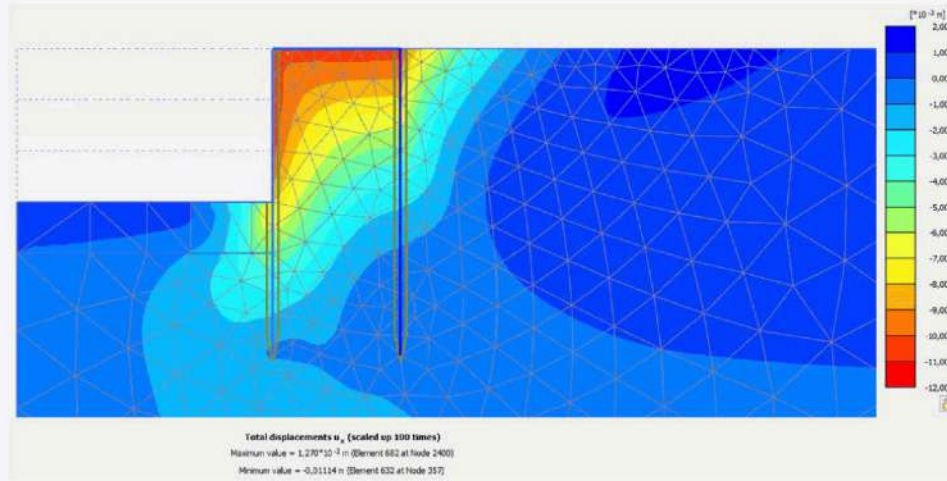
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6