ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Авторы доклада:
В.Е. Меркин, НИЦ Тоннельной ассоциации
В.П. Самойлов, Тоннельная ассоциация России
Г.М. Синицкий, Тоннельная ассоциация России
С.О. Зеге, ООО «Зест»
Е.В. Щекудов, НИЦ «Тоннели и метрополитены» ОАО «ЦНИИС»
Н.Р. Гадаев, фирма «Элгад»

Настоящие предложения разработаны КМТТ МАДИ, инновационной группой «ZEST», в сотрудничестве с объединением «ЭЛГАД» на основе новых технологий в области строительства городских подземных сооружений и транспортном строительстве. Они направлены на удешевление и повышение эффективности транспортных систем, обеспечивающих пассажирские перевозки.

Поставленная задача быстрого развития метрополитена как эффективной транспортной системы не может быть решена традиционными технологиями, которые разрабатывались с расчетом на смешанное использование (транспорт и объект гражданской обороны) и приоритетом эстетических требований над утилитарными.

Новые разработки в области строительства городских подземных транспортных сооружений, которые уже прошли апробацию в Москве, помогут значительно удешевить строительство «открытым способом» станций и тоннелей метрополитена за счет снижения затрат на временные конструкции и снизить сроки ввода объектов в эксплуатацию.

Во-первых:

Для строительства перегонных и станционных тоннелей предлагается применить водонепроницаемые капитальные несущие сборно-монолитные конструкции «стен в грунте».

Такие конструкции могут быть надежной наружной стеной, которая обеспечивает работу конструкции на всех стадиях строительства и эксплуатации. В перегонных тоннелях такая конструкция вообще не требует отделки. На станциях она может быть успешно дополнена современными фасадными системами, с помощью которых можно легко варьировать внешний облик сооружения при идентичной и эффективной технологии строительства.

Сборно-монолитные «стены в грунте» применяются в практике строительства более 15 лет, построено более 100.000 м^2 таких конструкций. Разработки последних лет позволяют сделать эти конструкции более эффективными и надежными и являются развитием ранее выполненных ограждающих конструкций из сборных элементов с готовой гидроизоляцией.

По проектам инновационной группы «ЗЭСТ» были выполнены ограждающие конструкции котлованов для метро в Москве и Казани:

- котлован под тупики за станцией «Каширская»;
- котлован под участки перегонных тоннелей Люблинской линии метро;
- котлован под вестибюль №1 станции «Люблино»;
- котлован под вестибюль и платформу станции «Борисово»;
- котлован под вестибюль станции «Достоевская»;
- котлован на ул. Гиляровского (объект В-77 Московского метро);
- котлован под вестибюль и платформу станции «Волоколамская»;
- котлован под вестибюль станции «Арбатская»;
- котлован под первую станцию метро в Казани «Площадь Тукая» (Куйбышева);
- котлован под участки перегонных тоннелей Марьинской линии.

Во-вторых:

Строительство станций мелкого заложения предлагается вести на основе «московского метода возведения подземных сооружений».

Этот метод предполагает, что крепление котлована осуществляется капитальными перекрытиями, которые опираются на несущие внешние «стены в грунте».

За счет этого обеспечивается экономия на временных конструкциях (нет необходимости в установке распорок или анкеров), уменьшается воздействие строительства на окружающий грунтовый массив, снижается время, в течение которого поверхность земли над тоннелем не может быть использована. Построенные на основе «московского метода» объекты глубиной заложения от 10 до 20 м показали высокую эффективность такой технологии освоения подземного пространства. Она получила положительную оценку на Всемирном конгрессе по геотехнике «ГЕОМОС-2010».

По предварительным оценкам использование новых технологий позволит снизить стоимость работ по сооружению несущих конструкций станций метрополитена, сооружаемых открытым способом, на 15-30% при заметном сокращении сроков строительства.

1.Принципы технологии «московского метода»

1.1. «Московский метод» представляет собой вариант общей технологии крепления котлованов капитальными перекрытиями и является усовершенствованием метода «сверху вниз» для случая, когда сооружение не требует устройства свайного основания в эксплуатационной стадии. Применение «московского метода» целесообразно при глубинах котлована 8-24 м (осуществлены объекты глубиной 10-20 м) в различных гидрогеологических условиях, при разных размерах и конфигурации котлованов.

1.2. Технология «московского метода» предполагает опережающее, по отношению к разработке котлована, сооружение «стен в грунте», которые, как правило, выполняются капитальными несущими водонепроницаемыми. Предлагаются следующие варианты таких конструкций:

- со стержневыми элементами с листовым армированием, служащим на стадии сооружения «стены в грунте» опалубкой, а на стадии эксплуатации – гидроизоляцией;
- со сталежелезобетонными плитными элементами, водонепроницаемость которых обеспечивается проникающей или мембранной изоляцией, установленной в заводских условиях;
- с пространственными железобетонными блоками, водонепроницаемость которых обеспечивается за счет бетона высокого класса и предварительного напряжения.

Окончательный выбор конструкции определяется гидрогеологическими условиями и параметрами объекта. Для условий, когда водоупор залегает значительно глубже дна котлована разработаны двухсекционные конструкции сборно-монолитных «стен в грунте».

1.3. При «московском методе» сооружение перекрытий и разработка грунта производятся поэтапно, причем в качестве основных элементов крепления используются капитальные перекрытия сооружения, которые на стадии разработки грунта дополняются временными конструкциями, демонтируемыми после того, как будет сооружен каркас.

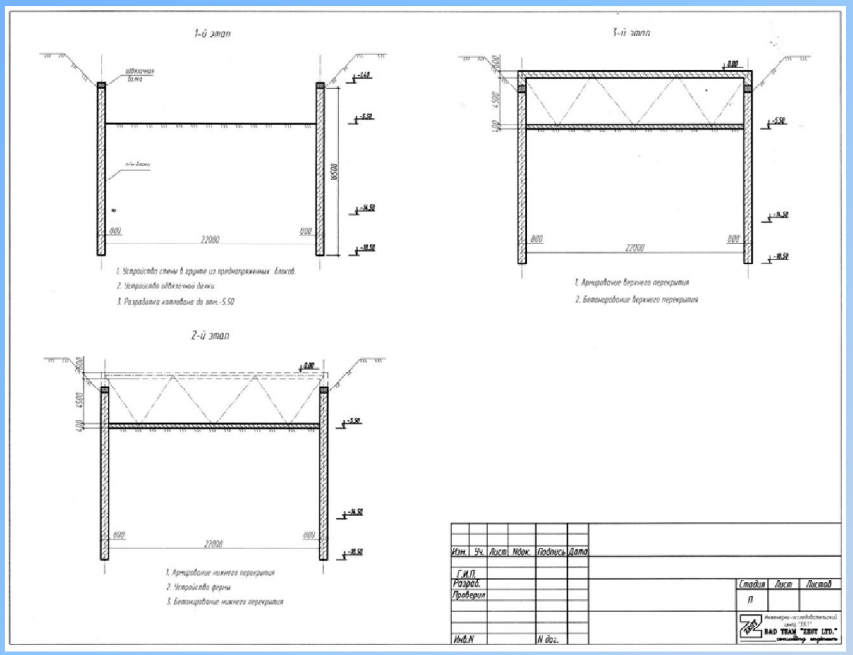
При «московском методе» взаимодействие сооружения с окружающими породным массивом, подземными коммуникациями и застройкой аналогичны такому взаимодействию при сооружении по методу «сверху вниз». Данной технологией обеспечивается минимальные значения перемещений конструкций крепления котлована, а следовательно и окружающего его породного массива.

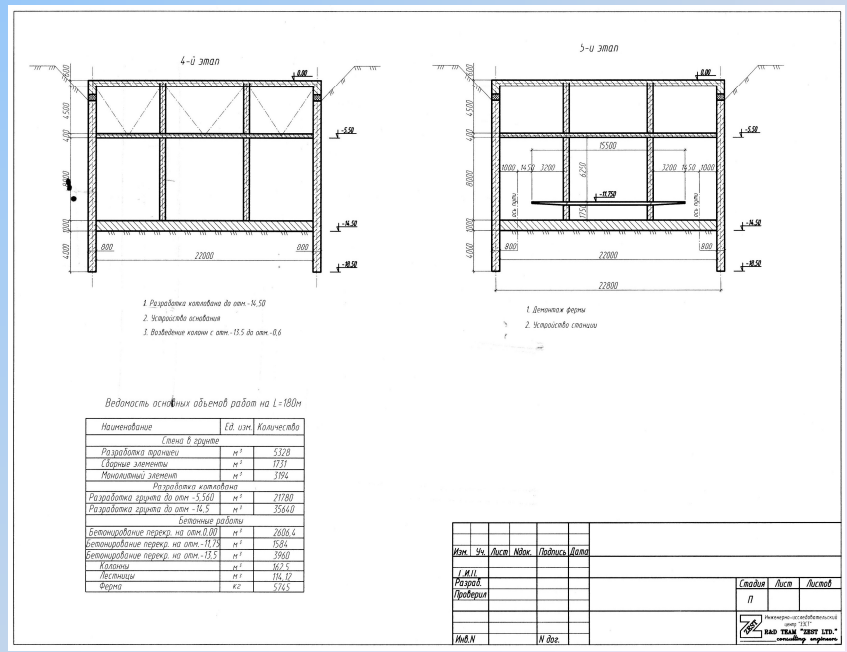
1.4.Разработка грунта при «московском методе» производится частично в открытом котловане, частично из-под перекрытий, но в отличие от традиционной технологии ведется в пространстве, не стесненном стойками, что делает работы более производительными. При этой технологии обеспечивается возможность использования площади над котлованом для размещения оборудования, бытовых помещений и складирования материалов.

Для станций метрополитена мелкого заложения рассматривается два варианта конструкции:

- с вестибюлями, размещаемыми над станциями (вариант А)
- с вестибюлями, пристраиваемыми к станциям по торцам (вариант Б)

Пример конструкции сооружения с вестибюлем, размещаемым над станциями (вариант А)





2. Технологии «московского метода» при сооружении станций метрополитена
(для экономического расчета приняты коммерческие цены объединения ЭЛГАД)

Работа	Объем А	Стоимость А	Объем Б	Стоимость Б	Примечания
Пионерный Котлован	8 000 м3	5 000 т.р.	8 000 м3	5 000 т.р.	Без учета сетей и покрытий
Форшахты Дороги	345 пм	9 000 т.р.	420 пм	11 000 т.р.	
СМСГ 800мм	5 000 м3	125 000 т.р.	4200 м3	105 000 т.р.	ЭЛГАД СМСГПН
Грунт 1	13 500 м3	8 000 т.р.	15 000 м3	9 000 т.р.	Обратная лопата в самосвал
Распорная плита нижн.	1 100 м3	22 000 т.р.			
Распорная плита верх.	1 600 м3	34 000 т.р.	1 800 м3	40 000 т.р.	500 мм
Инвентарные элементы	250 т	20 000 т.р.	320 т	28 000 т.р.	
Грунт 2 под перекр.	16 000 м3	15 000 т.р.	20 000 м3	19 000 т.р.	Бульдозер 2 обратных Лопаты
Грунт 3	11 000 м3	13 000 т.р.	7 000 м3	8 000 т.р.	М.Э. Погрузчик, Грейфер
Фунд.плита	2 700 м3	48 000 т.р.	2 600 м3	47 000 т.р.	4 слоя
Конструкции	1 000 м3	24 000 т.р.	1 000 м3	24 000 т.р.	Колонны, лесницы, перроны и т.п.
Изоляция стен	5 000 м2	6 000 т.р.	4 000 м2	5 000 т.р.	КТ-трон
Изоляция плит	6 000 м2	6 000 т.р.	7 000 м2	7 000 т.р.	КТ-трон
Обратная засыпка	6 000 м3	8 000 т.р.	6 000 м3	8 000 т.р.	Привозная
Всего		343 000		316 000	
Рабочий проект		7 000		6 000	
Роялти		7 000		6 000	
Мониторинг		4 000		3 000	
ИТОГО		361 000		331 000	

При применении «Московского метода» при сооружении станций на линиях мелкого заложения проектные работы стадии «Рабочая документация», подготовка оборудования, изготовление специальной продукции должны быть начаты за 2-3 месяца до начала строительных работ. Срок выполнения строительных работ может составить 8-9 месяцев с момента получения освоенной строительной площадки.

Если отделку станции выполнять современными фасадными системами, которые крепятся на закладные детали, установленные на «стене в грунте», то отделка стен, колонн и перекрытий сооружения могут быть выполнены примерно за 60-80 млн. рублей. Таким образом основная строительная часть станции будет стоить менее 500 млн.рублей.

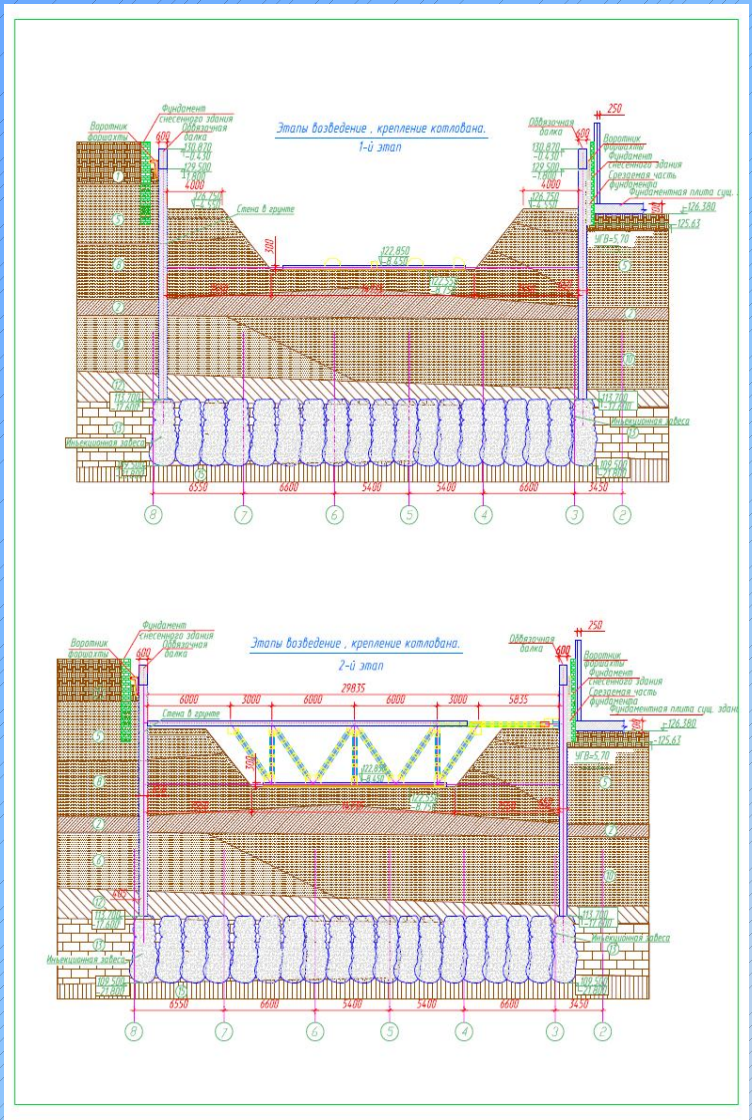
По проектам, в которых несущие сборно-монолитные «стены в грунте» крепились распорными перекрытиями, были построены нулевые циклы:

- здания «Лукойл» на Б. Екатерининской;
- жилых домов на Земледельческом пер. и Фурманном пер.;
- Центра «Элина» на Цветном бульваре;
- офисного комплекса на Ленинском пр.15а;
- подземной автостоянки на Тургеневской пл.;
- Коммунально-бытового центра для нужд Управления делами Президента РФ в Стремянном пер., д.29;
- офисного здания на ул. Лефортовский вал, вл. 15/3;
- учебного корпуса Финансового университета при правительстве РФ на Ленинградском проспекте, д.51.

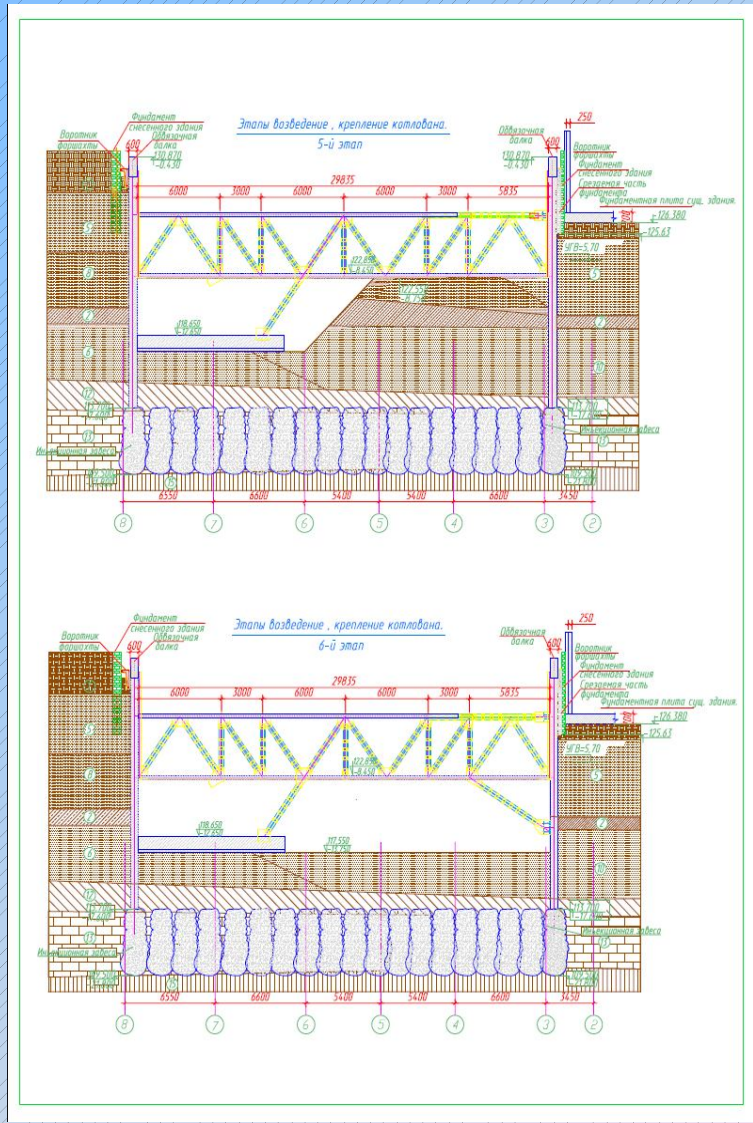
Таким образом освоение подземного пространства со строительством всех основных строительных конструк-ций без инженерного оборудования и путевого хозяй-ства обойдется в 12-15 тысяч рублей на м^3 объема сооружения без учета затрат на подготовительный период, генподрядных работ и услуг разработки и согласования проекта стадии «П».

«Московский метод».

Крепление котлована.



Заключительный этап крепления котлована.



«Московский метод»

Применительно к объекту: подземный 6-ти этажный гараж-стоянка на Тургеневской площади.

В связи с высокой стесненностью площадки , был применен вариант крепления, позволяющий использовать верхнее перекрытие как строительную площадку, в том числе для проезда и размещения строительной техники.

Вначале, по контуру возводимого гаража была сооружена несущая сборно-монолитная «стена в грунте» с листовым армированием по патенту РФ № 2220255, сборные элементы для неё были изготовлены на строительной площадке.

Котлован был разработан на один этаж и в нем была построена несущая пространственная конструкция, способная перекрыть 27 метровый пролет между «стенами в грунте». Конструкция была усилена подкосами, что позволило обеспечить установку на перекрытие тяжелой техники .

В дальнейшем грунт разрабатывался из под распорных перекрытий с помощью мини экскаваторов , подъем грунта и погрузка в самосвалы осуществлялась гидравлическим грейфером, установленным на перекрытии.

После того, как грунт был разработан еще на два этажа было выполнено очередное распорное перекрытие, которое было соединено с предыдущим стойками и раскосами, с образованием трехъярусной несущей системой.

Нижние распорные перекрытия были выполнены на разных отметках, которые дублировали перепады фундаментной плиты. Эти перекрытия были закреплены на инвентарные подвески, приваренные к узлам несущей конструкции.

Затем грунт был разработан до отметки низа фундаментной плиты . При этом «стена в грунте» 6-го этажного гаража стоянки была раскреплена четырьмя распорными перекрытиями.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2292422

КОНСТРУКЦИОННЫЙ БЛОК ДЛЯ СБОРНО-МОНОЛИТНОЙ "СТЕНЫ В ГРУНТЕ" И СБОРНО-МОНОЛИТНАЯ "СТЕНА В ГРУНТЕ"

Патентообладатель(ли): *Гадаев Натан Рафаилович (RU), Зеге Сергей Олегович (RU)*

Автор(ы): *Гадаев Натан Рафаилович (RU), Зеге Сергей Олегович (RU)*

Заявка № 2006102643

Приоритет изобретения 30 января 2006 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *27 января 2007 г.*

Срок действия патента истекает 30 января 2026 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

Список патентов

1. Патент РФ № 2252986 «Стена в грунте»
2. Патент РФ № 2220258 «Способ возведения многоэтажного подземного сооружения (варианты)»
3. Патент РФ № 83080 «Система крепления котлованов при строительстве подземных сооружений»
4. Патент РФ 2292422 «Конструкционный блок для сборно-монолитной «стены в грунте» и сборно-монолитная «стена в грунте»
5. Патент РФ 2291935 «Конструкционный сборный элемент для сборно-монолитной «стены в грунте» и сборно-монолитная «стена в грунте»
6. Патент РФ № 2220255 «Сборный элемент сборно-монолитной «стены в грунте»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2220258

Российским агентством по патентам и товарным знакам на основании Патентного закона Российской Федерации, введенного в действие 14 октября 1992 года, выдан настоящий патент на изобретение

СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)

Патентообладатель(ли):

Зеге Сергей Олегович

по заявке № 2003109468, дата поступления: 04.04.2003

Приоритет от 04.04.2003

Автор(ы) изобретения:

Зеге Сергей Олегович, Зеге Ирина Александровна, Зеге Николай Сергеевич

Патент действует на всей территории Российской Федерации в течение 20 лет с **4 апреля 2003 г.** при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание патента в силе

Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации

г. Москва, **27 декабря 2003 г.**

Генеральный директор

А.Д. Корчагин

Описание.

Для подземных гаражей, зданий небольшой этажности, высоких зданий, опирающихся на надежные основания, компания «ЗЭСТ» предлагает использовать для крепления котлованов патент РФ № 2220258 «Способ возведения многоэтажного подземного сооружения (варианты)». Распорные перекрытия предлагается, посредством специальных инвентарных конструкций, опирать на несущие стены в грунте, а в широких котлованах также на центральную часть здания или временные опоры. Это дает значительный экономический эффект, который может достигать десятков тысяч рублей на метр периметра котлована.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2291935

КОНСТРУКЦИОННЫЙ СБОРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ СБОРНО-МОНОЛИТНОЙ "СТЕНЫ В ГРУНТЕ" И СБОРНО-МОНОЛИТНАЯ "СТЕНА В ГРУНТЕ"

Патентообладатель(ли): *Зеге Сергей Олегович (RU)*

Автор(ы): *Зеге Сергей Олегович (RU), Зеге Ирина Александровна (RU), Зеге Николай Сергеевич (RU)*

Заявка № 2005120080

Приоритет изобретения 28 июня 2005 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *20 января 2007 г.*

Срок действия патента истекает 28 июня 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

Описание.

В данном патенте также решается проблема снижения стоимости «стен в грунте». Цель достигается за счет использования специальных сборных элементов с железобетонными плитами, которые могут быть снабжены обмазочной или пленочной изоляцией, которая наносится в заводских условиях при изготовлении элементов, обеспечивая тем самым её надежность. В дальнейшем она стыкуется водонепроницаемыми накладками.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2252986

СТЕНА В ГРУНТЕ

Патентообладатель(ли): *Зеге Сергей Олегович (RU)*

Автор(ы): *Бройд Исаак Иосифович (RU), Зеге Ирина Александровна (RU), Зеге Николай Сергеевич (RU), Зеге Сергей Олегович (RU)*

Заявка № 2003129288

Приоритет изобретения 02 октября 2003 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *27 мая 2005 г.*

Срок действия патента истекает 02 октября 2023 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

Описание.

Разработанные компанией «ЗЭСТ» технические решения: патент РФ № 2252986, патент РФ №2291935, «Конструкционный сборный элемент для сборно-монолитной «стены в грунте» (варианты) и сборно-монолитная «стена в грунте» (патент РФ №54966), предусматривают, что «стена в грунте» выполняется двухсекционной. Верхняя из сборно-монолитного железобетона, нижняя, выполняющая роль противофильтрационной завесы, из грунтоцемента. При такой технологии вначале сооружается сборно-монолитная часть «стены в грунте», причем сборные блоки снабжаются каналами. После этого, через каналы в сборных блоках производят бурение скважин, через которые струйной цементацией производят сооружение завесы из грунто - глино-цементного композита, который врезается в водоупор и поднимается до железобетонной секции «стены в грунте». Завеса при этом может быть плоской (одно- или много- рядной) или из цилиндрических элементов.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2220255

Российским агентством по патентам и товарным знакам на основании Патентного закона Российской Федерации, введенного в действие 14 октября 1992 года, выдан настоящий патент на изобретение

СБОРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ СБОРНО-МОНОЛИТНОЙ СТЕНЫ В ГРУНТЕ

Патентообладатель(ли):

Зеге Сергей Олегович

по заявке № 2003109467, дата поступления: 04.04.2003

Приоритет от 04.04.2003

Автор(ы) изобретения:

Зеге Сергей Олегович, Зеге Ирина Александровна, Зеге Николай Сергеевич

Патент действует на всей территории Российской Федерации в течение 20 лет с 4 апреля 2003 г. при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание патента в силе

Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации

г. Москва, 27 декабря 2003 г.

Генеральный директор

А.Д. Корчагин

Описание.

Продолжая разработки сборно-монолитных «стен в грунте» специалисты компании «ЗЭСТ» создали новые технические решения, направленные на снижение стоимости и металлоемкости таких конструкций, эти решения защищены рядом патентов РФ.

Так в патенте РФ № 2220255 «Сборный элемент сборно-монолитной «стены в грунте», решены вопросы упрощения арматурного каркаса, в сравнении с первоначальными решениями, что позволило вести производство сборных элементов непосредственно на объекте с использованием арматурных каркасов заводского изготовления.