



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 175 367** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **E 01 C 1/04, E 02 D 29/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **99127225/03, 31.12.1999**

(24) Дата начала действия патента: **31.12.1999**

(46) Опубликовано: **27.10.2001**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **МАКАРОВ О.Н., ВЛАСОВ С.Н. Подземные транспортные системы в большом городе. Транспортное строительство. - 1999, №1, с.2-6. RU 2057939 C1, 10.04.1996. RU 2091542 C1, 27.09.1997. RU 2131496 C1, 10.06.1999. БАБКОВ В.Ф., АНДРЕЕВА О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч.1. - М.: Транспорт, 1979, с.262, рис. ХШ 23а. СТРАМЕНТОВ А.Е., ФИШЕЛЬСОН М.С. Городское движение. - М.:, Издательство литературы по строительству, 1965, с.68, рис.40. ПАНКИНА С.Ф. Третье внутригородское транспортное кольцо в Москве. Транспортное строительство. - 1998, №12, с.7-11.**

Адрес для переписки:

103905, Москва, ул.Тверская, 11, Российская инженерная академия, Б.В.Гусеву

(71) Заявитель(и):

Федосеев Андрей Владимирович

(73) Патентообладатель(ли):

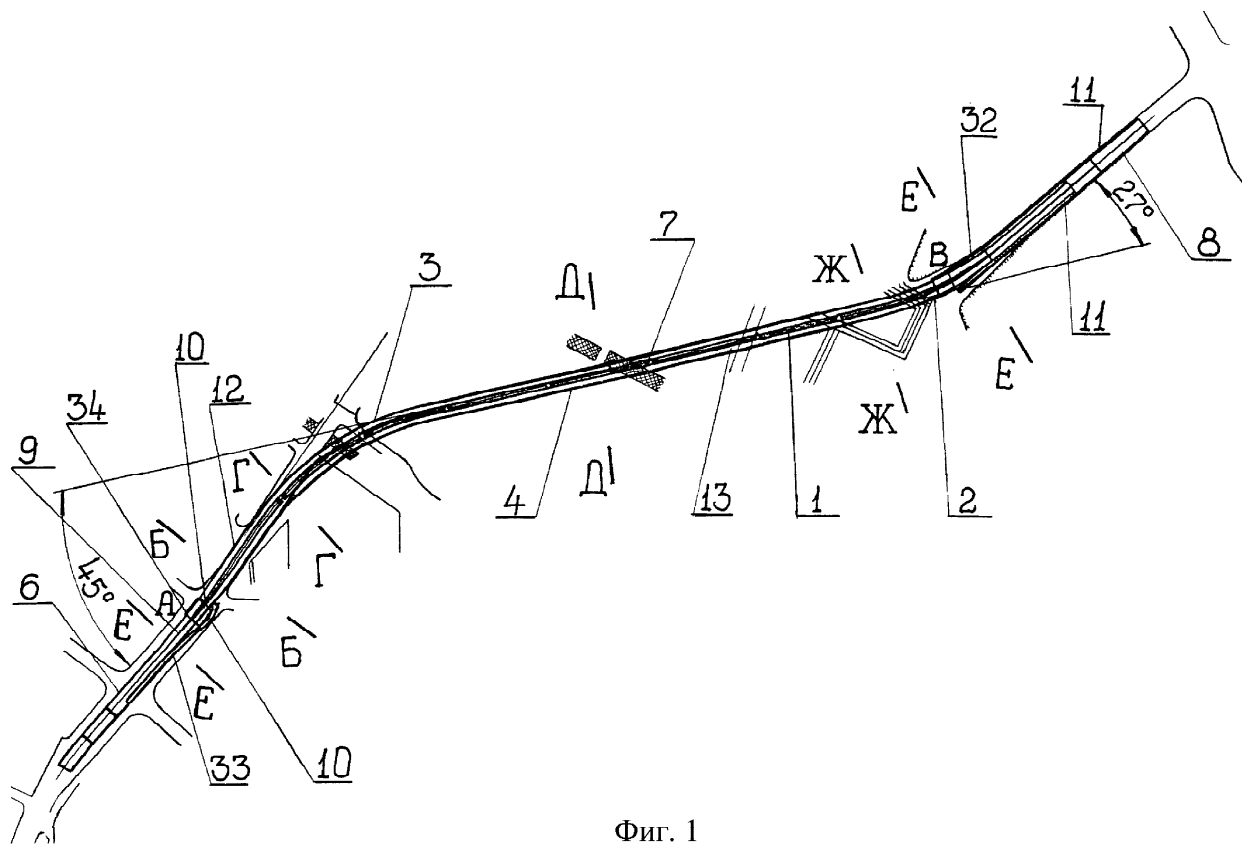
Общероссийская общественная организация "Российская инженерная академия"

(54) СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ ВНУТРИГОРОДСКОЙ СКОРОСТНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМАГИСТРАЛИ МЕГАПОЛИСА

(57) Реферат:

Изобретение относится к дорожному строительству и может быть использовано при строительстве или реконструкции в условиях тесной городской застройки узлов пересечений в разных уровнях автомагистралей. Способ возведения внутригородской кольцевой автомагистрали мегаполиса включает строительство наземных участков, транспортных развязок и/или мостовых переходов, и/или автодорожных тоннельных участков. Новым является то, что тоннель расположен по оси кольцевой магистрали и выполнен по длине с двумя криволинейными в плане, обращенными выпуклой частью в противоположные стороны участками и образованием расположенного между ними среднего прямолинейного участка и прямолинейных концевых участков, причем угол между осью одного прямолинейного концевого участка и осью среднего прямолинейного участка составляет 39-47°, а угол между осью другого

прямолинейного концевого участка и осью среднего прямолинейного участка составляет 23-31°, пересечение кольцевой и радиальной магистралей выполнено в виде расположенной по оси кольцевой магистрали эстакады, проезжая часть которой сопряжена посредством проезжей части наземного участка с проезжей частью ramпы тоннеля. Технический результат, обеспечиваемый изобретением, состоит в сокращении трудо- и материалозатрат и объемов земляных работ при возведении участка внутригородской кольцевой транспортной магистрали мегаполиса в условиях тесной городской застройки, наличии близлежащих исторических и архитектурных памятников и многочисленных подземных близлежащих коммуникаций при одновременном обеспечении высокой пропускной способности и безопасности движения, исключении заторов на автодорогах, деформаций надземных сооружений и улучшении экологической обстановки. 1 с. и 17 з.п. ф-лы, 12 ил.



Фиг. 1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 175 367** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **E 01 C 1/04, E 02 D 29/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **99127225/03, 31.12.1999**

(24) Effective date for property rights: **31.12.1999**

(46) Date of publication: **27.10.2001**

Mail address:
**103905, Moskva, ul.Tverskaja, 11,
Rossijskaja inzhenernaja akademija, B.V.Gusevu**

(71) Applicant(s):
Fedoseev Andrej Vladimirovich

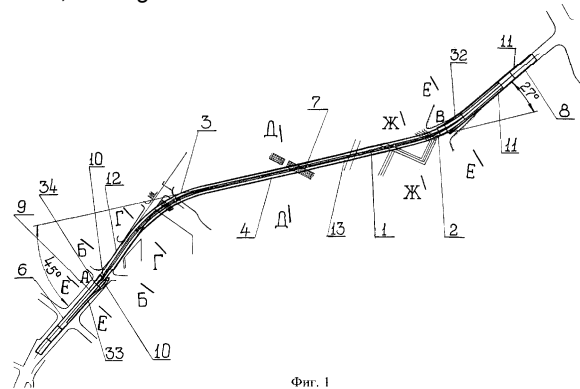
(73) Proprietor(s):
**Obshcherossijskaja obshchestvennaja
organizatsija "Rossijskaja inzhenernaja
akademija"**

(54) **METHOD FOR ERECTING INTRA-CITY CIRCULAR MOTORWAY**

(57) Abstract:

FIELD: motorway engineering. SUBSTANCE: method used for erection and reconstruction of crossover junctions at different levels of motorway under conditions of close city development, presence of nearby historical and architectural monuments, and miscellaneous underground service lines involves construction of earth-based sections, road interchanges, and/or bridge crossover, and/or highway tunnel sections. Novelty is that tunnel is arranged along circular motorway axis and has two sections curvilinear as viewed from top with their convex parts facing opposite sides; intermediate rectilinear section and rectilinear end sections are formed between them; angle between axis of one rectilinear end section and that of intermediate rectilinear part is 39-47 deg; angle between axis of other rectilinear end section and that of intermediate part is 23-31 deg; intersection of circular and radial motorways is made in the form of overpass arranged along

circular motorway axis; overpass roadway is joined to roadways of tunnel footlight by means of roadway of earth-based section. EFFECT: reduced labor and material consumption, scope of earth excavation; enhanced carrying capacity and safety of traffic; eliminated traffic congestions, deformations of earth-based structures; improved environmental friendliness. 18 cl, 12 dwg



RU 2 1 7 5 3 6 7 C 2

RU 2 1 7 5 3 6 7 C 2

Изобретение относится к дорожному строительству и может быть использовано при строительстве или реконструкции в условиях тесной городской застройки узлов пересечений в разных уровнях автомагистралей.

Наиболее близким к изобретению по своей сущности и достигаемому результату является способ возведения внутригородской кольцевой автомагистрали мегаполиса, включающий строительство наземных участков, транспортных развязок и/или мостовых переходов, и/или автодорожных тоннельных участков (см., например, Макаров О.Н., Власов С.Н. Подземные транспортные системы в большом городе. Транспортное строительство, 1999, N 1, с. 2-6).

Недостатком известного решения является неприемлемость для строительства в условиях тесной городской застройки, наличие многочисленных подземных близлежащих коммуникаций, для избежания пересечения которых требуется значительные землеотводы.

Задачей настоящего изобретения является создание внутригородской скоростной кольцевой автомагистрали мегаполиса в условиях тесной городской застройки, наличия близлежащих исторических и архитектурных памятников и многочисленных подземных близлежащих коммуникаций, при одновременном обеспечении высокой пропускной способности и безопасности движения, исключении образования затора на дорогах за счет оптимального перераспределения транспортных потоков, деформаций наземных сооружений и улучшения экологической обстановки.

Задача решается за счет того, что в способе возведения внутригородской кольцевой автомагистрали мегаполиса, включающем строительство наземных участков, транспортных развязок, и/или мостовых переходов, и/или автодорожных тоннельных участков, согласно изобретению, по крайней мере, один тоннельный участок выполняют по длине с двумя криволинейными в плане, обращенными выпуклой частью в противоположные стороны участками и образованием расположенного между ними среднего прямолинейного участка и прямолинейных концевых участков, причем угол между осью одного прямолинейного концевой участка и осью среднего прямолинейного участка принимают равным $39-47^\circ$, а угол между осью другого прямолинейного концевой участка и осью среднего прямолинейного участка - $23-31^\circ$, причем ramпы тоннельного участка выполняют суммарной длиной, составляющей $0,100-0,105$ полной длины тоннельного участка.

При этом средний прямолинейный участок и, по крайней мере, часть, по крайней мере, одного из криволинейных участков могут выполнять закрытым способом путем образования на одном конце участка закрытого способа производства работ в зоне меньшего из указанных выше углов двух монтажных камер, а на другом конце участка закрытого способа производства работ - двух демонтажных камер, монтажа в левой монтажной камере щитового проходческого комплекса с закрытой грудью и гидропригрузом забоя, проходки из этой монтажной камеры левого тоннеля до левой демонтажной камеры, демонтажа в ней щитового проходческого комплекса, транспортировки его в правую монтажную камеру, повторного монтажа в ней щитового проходческого комплекса, после чего выполняют проходку правого тоннеля в направлении от правой монтажной камеры к правой демонтажной камере, где демонтируют щитовой проходческий комплекс, при этом возведение несущих конструкций проезжей части и подвесного потолка в левом тоннеле производят после окончания проходки этого тоннеля, а возведение несущих конструкций проезжей части и подвесного потолка в правом тоннеле ведут по мере его проходки.

Могут использовать щитовой проходческий комплекс с гидропригрузом забоя фирмы "Херенкнехт" диаметром 14,23 м, общей длиной 61 м, в том числе головной частью длиной 12,8 м с роторным рабочим органом, оборудованным шарошками для разрушения твердых пород, резцами для мягких грунтов, камнедробилкой для измельчения отдельных валунов размером до 1,2 м, системой гидротранспорта с пульпопроводом для выдачи грунта от забоя на поверхность, располагаемой на поверхности сепарационной станцией для отделения грунта от используемого при проходке раствора бентонитовой глины, которую подают в призабойную камеру под регулируемым давлением, причем при проходке осуществляют автоматическое передвижение щитового проходческого комплекса с

использованием лазерного наведения и ультразвуковой разведки местонахождения валунов и других крупных включений на расстоянии 50 м от забоя.

5 Монтажные и демонтажные камеры могут выполнять в котлованах глубиной соответственно 29,5 и 25,9 м, шириной 24,3 м, длиной соответственно 42,7 и 49 м с использованием временных ограждающих конструкций стен котлована в виде стен из буросекущихся свай диаметром 750 мм с закреплением стен по мере выемки грунта анкерами и расстрелами и выполнением по контуру котлована противофильтрационной завесы.

10 В период сборки и монтажа щитового проходческого комплекса в монтажной камере могут монтировать металлоконструкцию, передающую усилие от щитовых домкратов при движении комплекса на лоток камеры и несущие железобетонные балки, а после наладки комплекса и заключения режущей части ротора в уплотнительную кольцевую обойму включают гидротранспортную систему комплекса с пригрузом забоя под низким давлением, преимущественно 0,5-1,0 атм, которое сохраняют до момента ввода оболочки головной 15 части комплекса в грунт на расчетное расстояние для исключения прорыва бентонитового раствора в монтажную камеру через уплотнительное кольцо или грунтовой массив, а также предотвращения образования воздушного "мешка", способного преодолеть гидростатическое давление и подняться до поверхности, которое осуществляют путем создания до начала проходки перед монтажной камерой по направлению проходки на 20 длине 12 м и ширине 20 м закрепленного грунтового массива в виде замкнутого контура по ширине камеры и длиной 15 м из буросекущихся свай с последующим его осушением или из химически закрепленного грунта через пробуриваемые с поверхности скважины, а для продвижения головной части комплекса в монтажной камере устанавливают 25 временные кольца обделки, передающие усилие от щитовых домкратов на опорную металлоконструкцию, причем после проходки первых 13 м и вывода ротора комплекса из закрепленного грунтового массива в неустойчивые грунты давление гидропригруза увеличивают до необходимого значения и включают систему нагнетания цементного раствора за обделку, после чего проходят первые 200 м тоннеля и в этот период 30 выполняют работы, связанные с разворачиванием комплекса, в число которых включают монтаж технологических платформ, системы гидротранспорта и доводку технологий до расчетных параметров, причем после проходки первых 100 м и восприятия давления от щитовых домкратов силами трения между обделкой и породой временные опорные конструкции в монтажной камере разбирают и осуществляют дальнейшую проходку тоннеля, причем на подходе к демонтажной камере вывод комплекса осуществляют в 35 предварительно подготовленный массив длиной 10 м и высотой 17 м, который выполняют из тощего бетона в пределах демонтажной камеры.

При проходке закрытым способом могут осуществлять плановые остановки комплекса для замены шарошек и резцов, которую осуществляют при переходе из одних геологических условий в другие и на центральных участках тоннелей, причем во время 40 остановок комплекса из призабойной зоны максимально скачивают бентонитовый раствор, снижают давление в кессонной камере и осуществляют смену режущего инструмента на роторном органе со стороны тоннеля, причем после проходки первого тоннеля - левого - производят профилактическую санацию комплекса с заменой всего режущего инструмента.

Между левым и правым тоннелями с шагом 360 м в уровне низа лотка и проезжей части 45 могут выполнять соединительные выработки в виде двухэтажных сбоек штольневого типа размерами по наружному очертанию: шириной 3,2 м, высотой около 8 м и длиной 14 м, причем на двух сбойках камеры водоотливных установок длиной 20 м в чугунной эллиптической обделке наибольшими размерами 7x8 м, причем выработки под водоотливные установки располагают между тоннелями перпендикулярно сбойкам с 50 образованием между обделками тоннелей камер водоотливных установок породного целика шириной 3 м, а на четырех сбойках выполняют электрощитовые камеры в чугунной обделке диаметром 6 м, причем выработки под эти камеры длиной 11 и 12 м располагают между тоннелями перпендикулярно сбойкам с образованием между обделками тоннелей и

электрощитовых камер породного целика шириной 4 м, причем выполнение сбоек и камер начинают после проходки первого тоннеля - левого - и производят с одновременной транспортировкой грунта, доставкой материалов и конструкций по откаточным путям, которые прокладывают при проходке тоннелей, причем в период проходки тоннелей в
5 местах сбоек в обделке устанавливают временные сварные металлические элементы, заполненные бетоном, через которые из правого и левого тоннеля бурят скважины и выполняют цементацию окружающего породного массива, затем удаляют бетон
заполнения и проходят сбойку средствами малой механизации, а перед проходкой камер цементацию выполняют из выполненной сбойки, а после проходки второго тоннеля -
10 правого - осуществляют работы по примыканию сбойки к сооруженному тоннелю, аналогичные работам по примыканию сбойки к первому тоннелю.

Могут использовать щитовой проходческий комплекс, в гидротранспортную систему которого включают сепарационный комплекс и насосное хозяйство с промежуточными насосами и трубопроводами, причем сепарационный комплекс оснащают очищающими и
15 разделяющими устройствами сепарации и регенерации грунта - виброситами, циклонами и центрифугами.

Поступающую от проходки тоннеля пульпу-грунт, смешанную с водным раствором бентонитовой глины, могут подвергать сепарации, в процессе которой отделяют крупные известняковые фракции размером от 30 до 50 мм, затем отделяют бентонитовую глину от
20 грунта на центрифуге, после чего несвязные грунты - песок, супесь, известняк - разделяют по фракциям на решетках-сетках в зависимости от крупности от 5 до 30 мм, а связные грунты - юрскую глину, мергели и глину карбона - дополнительно обезвоживают на ситах, очищенную от грунта бентонитовую суспензию подают в резервуары и после
25 контроля пригодную суспензию обогащают свежим бентонитом и направляют обратно в гидротранспортную систему щитового проходческого комплекса, а непригодную - на центрифугу, где ее разделяют на воду и глинистый материал, после чего очищенную воду используют в гидротранспортной системе или направляют в водостоки мегаполиса, а глинистый материал перемещают на места постоянного отвала, а очищенный грунт из
30 сепарационной камеры направляют к месту промежуточного отвала по галерее, которую оборудуют транспортером, после чего грунт перемещают на место промежуточного или постоянного отвала в соответствии с транспортной схемой вывоза грунта.

Насосы насосного хозяйства могут связывать между собой пульпопроводами, причем от сепарационного комплекса к щитовому проходческому комплексу по трубопроводам подают
35 бентонитовый раствор, а от щитового проходческого комплекса к сепарационному - бентонитово-грунтовую смесь, при этом трубопроводы наращивают по длине в процессе проходки, насосы центробежного типа для подачи бентонитового раствора и перекачки пульпы размещают на щитовом проходческом комплексе, в тоннеле и на поверхности, при этом четыре промежуточных насоса, перекачивающих пульпу, располагают в тоннеле на
расстоянии 1200 м друг от друга, а три промежуточных насоса, перекачивающих
40 бентонитовый раствор, располагают в тоннеле и на щитовом проходческом комплексе на расстоянии 1800 м друг от друга.

Обделку тоннелей, проходимых закрытым способом, могут выполнять сборной из колец диаметром 13,75 м, шириной 2 м и толщиной 0,7 м, а каждое кольцо - составным из 6
45 нормальных, 2 смежных и 1 замкового железобетонных блоков, которые выполняют в виде сегментов разной длины и монтируют в тоннеле при температуре не ниже 10°C с перевязкой швов в смежных кольцах и установкой связей между блоками в кольце и между смежными кольцами.

Несущие конструкции проезжей части тоннелей могут сооружать на расстоянии 300-400 м от забоя с помощью порталного крана грузоподъемностью 20 т, длиной 6,2 м и
50 консольным стреловым вылетом 3,2 м, который опирают на боковые конструкции проезжей части, которую возводят заходками по 6 м при помощи консольной стрелы крана, причем по истечении суток после обетонирования конструкций и выполнения подкранового рельсового пути кран перемещают на готовые боковые части несущих конструкций, а

подвесной потолок из монолитного железобетона крепят на металлических тросах, которые ввинчивают в закладные детали обделки в сводовой части тоннеля, причем работы по возведению подвесного потолка ведут в 550-650 м от забоя с помощью передвижных подмостей длиной 6 м, которые используют в качестве опалубки для бетонных и

5 арматурных работ.

После выполнения проезжей части и подвесного потолка могут выполнять внутренние конструкции тоннеля из огнезащитных плит из базальтового волокна, монтаж которых производят одновременно несколькими бригадами на участках, свободных от временных коммуникаций, причем полное завершение работ по выполнению внутренних конструкций

10 тоннеля осуществляют после демонтажа всех временных коммуникаций в тоннеле.

Выполнение дорожного полотна проезжей части могут производить после выполнения постоянной вентиляции тоннелей.

Крайние прямолинейные участки, в том числе рамповые, и по крайней мере часть одного из криволинейных участков тоннелей и тоннели съездов с их рамповыми участками могут

15 возводить открытым способом в котлованах с креплением в виде "стены в грунте" из буросекущихся свай, причем по мере разработки грунта выполняют анкерное крепление "стены в грунте" грунтовыми анкерами с удалением разработанного грунта экскаваторами в автосамосвалы и через портал на поверхность, а после завершения разработки котлована выполняют гидроизоляцию основания, укладывают арматуру, бетонируют днище

20 постоянных конструкций, затем поэтапно возводят постоянные стены и перекрытие тоннеля, завершают работы по выполнению гидроизоляции и производят обратную засыпку.

Выработки под монтажные и демонтажные камеры могут выполнять открытым способом в котлованах с креплением в виде "стены в грунте" из буросекущихся свай и

25 дополнительных противодиффузионных стен, которые выполняют по замкнутому контуру и заделывают в водоупор.

При проходке межтоннельных выработок в обводненных известняках могут выполнять цементацию последних для сокращения водопритоков, укрепления трещиноватого массива и исключения вероятности развития карстовых явлений, причем при проходке, по крайней

30 мере, на отдельных участках производят рыхление скальных грунтов взрывным способом мелкошпуровыми зарядами ограниченной массы с расчетной зоной сейсмического воздействия не более 5 м.

В процессе возведения путепровода тоннельного типа могут осуществлять защиту зданий и сооружений мегаполиса, расположенных вблизи зоны строительства путем

35 установки в защищаемых объектах обоймы и металлических тяжей, выполнения буроинъекционных свай под защищаемыми объектами, выполнения локальной цементации фундаментов и зоны контакта фундамент-грунт с использованием постоянно действующих инъекторов, проведения работ по компенсационному нагнетанию из одной или нескольких шахт под защищаемые объекты, установки металлических рам и стяжек в подвальных

40 частях защищаемых объектов, закладки кирпичной кладкой проемов.

Технический результат, обеспечиваемый указанной совокупностью признаков, состоит в сокращении трудо- и материалозатрат и объемов земляных работ при возведении

внутригородской скоростной кольцевой автомагистрали мегаполиса в условиях тесной городской застройки, наличия близлежащих исторических и архитектурных памятников и

45 многочисленных подземных близлежащих коммуникаций, при одновременном обеспечении высокой пропускной способности и безопасности движения, исключении заторов на автодорогах, повышении пропускной способности и безопасности движения, деформаций наземных сооружений и улучшении экологической обстановки.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где:

50 на фиг. 1 изображена трасса тоннельного участка внутригородской скоростной магистрали в плане;

на фиг. 2 - участок закрытого способа работ, вид по Б-Б на фиг. 1;

на фиг. 3 - вид по В-В на фиг. 1 (по водообливной установке);

на фиг. 4 - вид по Г-Г на фиг. 1 (по понизительной подстанции);
 на фиг. 5 - вид по Д-Д на фиг. 1 (по демонтажной камере);
 на фиг. 6 - вид по Е-Е на фиг. 1 (по эвакуационной сбойке);
 на фиг. 7 - железобетонное кольцо обделки участка закрытого способа работ,

5 поперечный разрез;

на фиг. 8 - разрез по И-И на фиг. 7;

на фиг. 9 - один из концевых участков тоннельного участка, вид в плане;

на фиг. 10 - другой концевой участок тоннельного участка, вид в плане;

на фиг. 11 - тоннель с вентиляционной камерой, в разрезе;

10 на фиг. 12 - то же, в плане.

Способ возведения внутригородской кольцевой автомагистрали мегаполиса включает строительство наземных участков, транспортных развязок и/или мостовых переходов, и/или автодорожных тоннельных участков. По крайней мере, один тоннельный участок 1
 15 выполняют по длине с двумя криволинейными в плане, обращенными выпуклой частью в противоположные стороны участками 2,3 и образованием расположенного между ними среднего прямолинейного участка 4 и прямолинейных концевых участков 5,6. Угол между осью одного прямолинейного концевого участка 5 и осью 7 среднего прямолинейного участка 4 принимают равным $39-47^\circ$, а угол между осью другого прямолинейного концевого участка и осью среднего прямолинейного участка - $23-31^\circ$. Рампы 8, 9
 20 тоннельного участка выполняют суммарной длиной, составляющей 0,100-0,105 полной длины тоннельного участка.

Средний прямолинейный участок 4 и, по крайней мере, часть, по крайней мере, одного из криволинейных участков 2 или 3 выполняют закрытым способом путем образования на одном конце участка закрытого способа производства работ в зоне меньшего из указанных
 25 выше углов двух монтажных камер 10, а на другом конце участка закрытого способа производства работ - двух демонтажных камер 11, монтажа в левой монтажной камере 10 щитового проходческого комплекса с закрытой грудью и гидропригрузом забоя (не показан), проходки из этой монтажной камеры левого тоннеля 12 до левой демонтажной камеры 11, демонтажа в ней щитового проходческого комплекса, транспортировки его в
 30 правую монтажную камеру 10, повторного монтажа в ней щитового проходческого комплекса, после чего выполняют проходку правого тоннеля 13 в направлении от правой монтажной камеры 10 к правой демонтажной камере 11, где демонтируют щитовой проходческий комплекс. Возведение несущих конструкций проезжей части 14 и подвесного потолка 15 в левом тоннеле производят после окончания проходки этого тоннеля.
 35 Возведение несущих конструкций проезжей части 16 и подвесного потолка 17 в правом тоннеле ведут по мере его проходки.

Используют щитовой проходческий комплекс с гидропригрузом забоя фирмы "Херенкнехт" диаметром 14,23 м, общей длиной 61 м, в том числе головной частью длиной 12,8 м, с роторным рабочим органом, оборудованным шарошками для разрушения
 40 твердых пород, резцами для мягких грунтов, камнедробилкой для измельчения отдельных валунов размером до 1,2 м, системой гидротранспорта с пульпопроводом для выдачи грунта от забоя на поверхность, располагаемой на поверхности сепарационной станцией для отделения грунта от используемого при проходке раствора бентонитовой глины, которую подают в призабойную камеру под регулируемым давлением (не показано). При
 45 проходке осуществляют автоматическое передвижение щитового проходческого комплекса с использованием лазерного наведения и ультразвуковой разведки местонахождения валунов и других крупных включений на расстоянии 50 м от забоя.

Монтажные и демонтажные камеры 10, 11 выполняют в котлованах глубиной соответственно 29,5 и 25,9 м, шириной 24,3 м, длиной соответственно 42,7 и 49 м с
 50 использованием временных ограждающих конструкций стен котлована в виде стен из буросекущихся свай (не показано) диаметром 750 мм с закреплением стен по мере выемки грунта анкерами (не показано) и расстрелами (не показано) и выполнением по контуру котлована противодиффузионной завесы (не показано).

В период сборки и монтажа щитового проходческого комплекса в монтажной камере 10 монтируют металлоконструкцию 18, передающую усилие от щитовых домкратов при движении комплекса на лоток 19 камеры 10, и несущие железобетонные балки (не показаны). После наладки комплекса и заключения режущей части ротора в

5 уплотнительную кольцевую обойму (не показано) включают гидротранспортную систему комплекса с пригрузом забоя (не показано) под низким давлением, преимущественно 0,5-1,0 атм, которое сохраняют до момента ввода оболочки головной части комплекса в грунт на расчетное расстояние для исключения прорыва бентонитового раствора в монтажную камеру 10 через уплотнительное кольцо (не показано) или грунтовой массив, а также

10 предотвращения образования воздушного "мешка", способного преодолеть гидростатическое давление и подняться до поверхности, которое осуществляют путем создания до начала проходки перед монтажной камерой 10 по направлению проходки на длине 12 м и ширине 20 м закрепленного грунтового массива в виде замкнутого контура по ширине камеры и длиной 15 м из буросекущихся свай (не показаны) с последующим его

15 осушением или из химически закрепленного грунта через пробуриваемые с поверхности скважины (не показано). Для продвижения головной части комплекса в монтажной камере 10 устанавливают временные кольца обделки (не показано), передающие усилие от щитовых домкратов на опорную металлоконструкцию. После проходки первых 13 м и вывода ротора комплекса из закрепленного грунтового массива в неустойчивые грунты

20 давление гидропригруза увеличивают до необходимого значения и включают систему нагнетания цементного раствора за обделку, после чего проходят первые 200 м тоннеля и в этот период выполняют работы, связанные с разворачиванием комплекса, в число которых включают монтаж технологических платформ (не показаны), системы гидротранспорта и доводку технологий до расчетных параметров. После проходки первых 100 м и восприятия

25 давления от щитовых домкратов силами трения между обделкой и породой временные опорные конструкции в монтажной камере разбирают и осуществляют дальнейшую проходку тоннеля. На подходе к демонтажной камере 11 вывод комплекса осуществляют в предварительно подготовленный массив длиной 10 м и высотой 17 м, который выполняют из тощего бетона в пределах демонтажной камеры.

30 При проходке закрытым способом осуществляют плановые остановки комплекса для замены шарошек и резцов (не показаны), которую осуществляют при переходе из одних геологических условий в другие и на центральных участках тоннелей. Во время остановок комплекса из призабойной зоны максимально скачивают бентонитовый раствор, снижают давление в кессонной камере (не показана) и осуществляют смену режущего инструмента

35 на роторном органе со стороны тоннеля. После проходки первого тоннеля - левого - производят профилактическую санацию комплекса с заменой всего режущего инструмента.

Между левым 12 и правым 13 тоннелями с шагом 360 м в уровне низа лотка 19 и проезжей части 14,16 выполняют соединительные выработки 20, 21 в виде двухэтажных сбоек штольневого типа размерами по наружному очертанию: ширина 3,2 м, высота около 8

40 м и длина 14 м. На двух сбоях камеры 22 водоотливных установок длиной 20 м в чугунной эллиптической обделке наибольшими размерами 7x8 м. Выработки под водоотливные установки располагают между тоннелями 12,13 перпендикулярно сбоям с образованием между обделками тоннелей камер водоотливных установок породного целика шириной 3 м, а на четырех сбоях выполняют электрощитовые камеры 23 в

45 чугунной обделке 24 диаметром 6 м. Выработки под эти камеры длиной 11 м и 12 м располагают между тоннелями перпендикулярно сбоям с образованием между обделками тоннелей и электрощитовых камер породного целика 25 шириной 4 м. Выполнение сбоек и камер начинают после проходки первого тоннеля, левого 12 и производят с одновременной транспортировкой грунта, доставкой материалов и

50 конструкций по откаточным путям (не показаны), которые прокладывают при проходке тоннелей. В период проходки тоннелей в местах сбоек в обделке устанавливают временные сварные металлические элементы, заполненные бетоном (не показаны), через которые из правого 13 и левого 12 тоннелей бурят скважины (не показаны) и выполняют

цементацию окружающего породного массива, затем удаляют бетон заполнения и проходят сбойку средствами малой механизации, а перед проходкой камер цементацию выполняют из выполненной сбойки. После проходки второго тоннеля - правого 13 осуществляют работы по примыканию сбойки к сооруженному тоннелю, аналогичные работам по примыканию сбойки к первому тоннелю.

Используют щитовой проходческий комплекс, в гидротранспортную систему которого включают сепарационный комплекс и насосное хозяйство с промежуточными насосами и трубопроводами, причем сепарационный комплекс оснащают очищающими и разделяющими устройствами сепарации и регенерации грунта: виброситами, циклонами и центрифугами (не показаны).

Поступающую от проходки тоннеля пульпу-грунт, смешанную с водным раствором бентонитовой глины, подвергают сепарации, в процессе которой отделяют крупные известняковые фракции размером 30 - 50 мм, затем отделяют бентонитовую глину от грунта на центрифуге, после чего несвязные грунты - песок, супесь, известняк разделяют по фракциям на решетках-сетках в зависимости от крупности от 5 до 30 мм. Связные грунты - юрскую глину, мергели и глину карбона - дополнительно обезвоживают на ситах (не показаны). Очищенную от грунта бентонитовую суспензию подают в резервуары (не показаны) и после контроля пригодную суспензию обогащают свежим бентонитом и направляют обратно в гидротранспортную систему щитового проходческого комплекса, а непригодную - на центрифугу (не показана), где ее разделяют на воду и глинистый материал, после чего очищенную воду используют в гидротранспортной системе или направляют в водостоки мегаполиса, а глинистый материал перемещают на места постоянного отвала. Очищенный грунт из сепарационной камеры направляют к месту промежуточного отвала по галерее (не показана), которую оборудуют транспортером (не показан), после чего грунт перемещают на место промежуточного или постоянного отвала в соответствии с транспортной схемой вывоза грунта.

Насосы насосного хозяйства связывают между собой пульпопроводами (не показаны). От сепарационного комплекса к щитовому проходческому комплексу по трубопроводам подают бентонитовый раствор, а от щитового проходческого комплекса к сепарационному - бентонитово-грунтовую смесь. Трубопроводы наращивают по длине в процессе проходки, насосы центробежного типа для подачи бентонитового раствора и перекачки пульпы размещают на щитовом проходческом комплексе, в тоннеле и на поверхности. Четыре промежуточных насоса, перекачивающих пульпу, располагают в тоннеле на расстоянии 1200 м друг от друга, а три промежуточных насоса, перекачивающих бентонитовый раствор, располагают в тоннеле и на щитовом проходческом комплексе на расстоянии 1800 м друг от друга.

Обделку тоннелей 12, 13, проходимых закрытым способом, выполняют сборной из колец 26 диаметром 13,75 м, шириной 2 м и толщиной 0,7 м, а каждое кольцо - составным из шести нормальных 27, двух смежных 28 и одного замкового 29 железобетонных блоков, которые выполняют в виде сегментов разной длины и монтируют в тоннеле при температуре не ниже 10°C с перевязкой швов в смежных кольцах и установкой связей 30 между блоками в кольце и между смежными кольцами.

Несущие конструкции проезжей части 14,16 тоннелей 12,13 сооружают на расстоянии 300-400 м от забоя с помощью порталного крана грузоподъемностью 20 т (не показан), длиной 6,2 м и консольным стреловым (не показан) вылетом 3,2 м, который опирают на боковые конструкции проезжей части, которую возводят заходками по 6 м при помощи консольной стрелы крана. По истечении суток после обетонирования конструкций и выполнения подкранового рельсового пути (не показан) кран перемещают на готовые боковые части несущих конструкций. Подвесной потолок 15 из монолитного железобетона крепят на металлических тросах 31, которые ввинчивают в закладные детали обделки в сводовой части тоннеля. Работы по возведению подвесного потолка 15 ведут в 550-650 м от забоя с помощью передвижных подмостей (не показаны) длиной 6 м, которые используют в качестве опалубки для бетонных и арматурных работ.

После выполнения проезжей части 14, 16 и подвесного потолка 15 выполняют внутренние конструкции тоннеля из огнезащитных плит из базальтового волокна, монтаж которых производят одновременно несколькими бригадами на участках, свободных от временных коммуникаций, причем полное завершение работ по выполнению внутренних конструкций тоннеля осуществляют после демонтажа всех временных коммуникаций в тоннеле.

Выполнение дорожного полотна проезжей части производят после выполнения постоянной вентиляции тоннелей.

Крайние прямолинейные участки 5, 6, в том числе рамповые 8, 9, и по крайней мере часть одного из криволинейных участков 2 или 3 тоннелей и тоннели съездов 32, 33, 34 с их рамповыми участками возводят открытым способом в котлованах с креплением в виде "стены в грунте" из буросекущихся свай (не показаны). По мере разработки грунта выполняют анкерное крепление "стены в грунте" грунтовыми анкерами (не показано) с удалением разработанного грунта экскаваторами в автосамосвалы (не показано) и через портал 35, 36 на поверхность. После завершения разработки котлована выполняют гидроизоляцию основания, укладывают арматуру, бетонируют днище постоянных конструкций (не показано), затем поэтапно возводят постоянные стены и перекрытие тоннеля (не показано), завершают работы по выполнению гидроизоляции и производят обратную засыпку (не показана).

Выработки под монтажные 10 и демонтажные 11 камеры выполняют открытым способом в котлованах с креплением в виде "стены в грунте" из буросекущихся свай (не показаны) и дополнительных противодиффузионных стен (не показано), которые выполняют по замкнутому контуру и заделывают в водоупор.

При проходке межтоннельных выработок в обводненных известняках выполняют цементацию последних для сокращения водопритоков, укрепления трещиноватого массива и исключения вероятности развития карстовых явлений. При проходке, по крайней мере, на отдельных участках производят рыхление скальных грунтов взрывным способом мелкошпуровыми зарядами ограниченной массы с расчетной зоной сейсмического воздействия не более 5 м.

В процессе возведения путепровода тоннельного типа осуществляют защиту зданий и сооружений мегаполиса, расположенных вблизи зоны строительства путем установки в защищаемых объектах обоймы и металлических тяжей (не показаны), выполнения буроинъекционных свай (не показано) под защищаемыми объектами, выполнения локальной цементации фундаментов и зоны контакта фундамент-грунт с использованием постоянно действующих иньекторов, проведения работ по компенсационному нагнетанию из одной или нескольких шахт под защищаемые объекты, установки металлических рам и стяжек в подвальных частях защищаемых объектов, закладки кирпичной кладкой проемов (не показано).

Вентиляцию тоннелей осуществляют из венткамер 37, которые оборудуют на обоих концах участка закрытого способа работ.

Формула изобретения

1. Способ возведения внутригородской кольцевой автомагистрали мегаполиса, включающий строительство наземных участков, транспортных развязок, и/или мостовых переходов, и/или автодорожных тоннельных участков, отличающийся тем, что по крайней мере один тоннельный участок выполняют по длине с двумя криволинейными в плане, обращенными выпуклой частью в противоположные стороны участками и образованием расположенного между ними среднего прямолинейного участка и прямолинейных концевых участков, причем угол между осью одного прямолинейного концевого участка и осью среднего прямолинейного участка принимают равным 39-47°, а угол между осью другого прямолинейного концевого участка и осью среднего прямолинейного участка - 23-31°, причем ramпы тоннельного участка выполняют суммарной длиной, составляющей 0,100-0,105 полной длины тоннельного участка.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что средний прямолинейный участок и по крайней мере часть по крайней мере одного из криволинейных участков выполняют закрытым способом путем образования на одном конце участка закрытого способа производства работ в зоне меньшего из указанных выше углов двух монтажных камер, а на другом конце участка закрытого способа производства работ - двух демонтажных камер, монтажа в левой монтажной камере щитового проходческого комплекса с закрытой грудью и гидропригрузом забоя, проходки из этой монтажной камеры левого тоннеля до левой демонтажной камеры, демонтажа в ней щитового проходческого комплекса, транспортировки его в правую монтажную камеру, повторного монтажа в ней щитового проходческого комплекса, после чего выполняют проходку правого тоннеля в направлении от правой монтажной камеры к правой демонтажной камере, где демонтируют щитовой проходческий комплекс, при этом возведение несущих конструкций проезжей части и подвесного потолка в левом тоннеле производят после окончания проходки этого тоннеля, а возведение несущих конструкций проезжей части и подвесного потолка в правом тоннеле ведут по мере его проходки.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что используют щитовой проходческий комплекс с гидропригрузом забоя фирмы "Херенкнехт" диаметром 14,23 м, общей длиной 61 м, в том числе головной частью длиной 12,8 м, с роторным рабочим органом, оборудованным шарошками для разрушения твердых пород, резами для мягких грунтов, камнедробилкой для измельчения отдельных валунов размером до 1,2 м, системой гидротранспорта с пульпопроводом для выдачи грунта от забоя на поверхность, располагаемой на поверхности сепарационной станцией для отделения грунта от используемого при проходке раствора бентонитовой глины, которую подают в призабойную камеру под регулируемым давлением, причем при проходке осуществляют автоматическое передвижение щитового проходческого комплекса с использованием лазерного наведения и ультразвуковой разведки местонахождения валунов и других крупных включений на расстоянии 50 м от забоя.

4. Способ по п.2 или 3, отличающийся тем, что монтажные и демонтажные камеры выполняют в котлованах глубиной соответственно 29,5 м и 25,9 м, шириной 24,3 м, длиной соответственно 42,7 м и 49 м с использованием временных ограждающих конструкций стен котлована в виде стен из буросекущихся свай диаметром 750 мм с закреплением стен по мере выемки грунта анкерами и расстрелами и выполнением по контуру котлована противофильтрационной завесы.

5. Способ по любому из пп.2-4, отличающийся тем, что в период сборки и монтажа щитового проходческого комплекса в монтажной камере монтируют металлоконструкцию, передающую усилие от щитовых домкратов при движении комплекса на лоток камеры, и несущие железобетонные балки, а после наладки комплекса и заключения режущей части ротора в уплотнительную кольцевую обойму включают гидротранспортную систему комплекса с пригрузом забоя под низким давлением, преимущественно 0,5-1,0 атм. , которое сохраняют до момента ввода оболочки головной части комплекса в грунт на расчетное расстояние для исключения прорыва бентонитового раствора в монтажную камеру через уплотнительное кольцо или грунтовой массив, а также предотвращения образования воздушного "мешка", способного преодолеть гидростатическое давление и подняться до поверхности, которое осуществляют путем создания до начала проходки перед монтажной камерой по направлению проходки на длине 12 м и ширине 20 м закрепленного грунтового массива в виде замкнутого контура по ширине камеры и длиной 15 м из буросекущихся свай с последующим его осушением или из химически закрепленного грунта через пробуриваемые с поверхности скважины, а для продвижения головной части комплекса в монтажной камере устанавливают временные кольца обделки, передающие усилие от щитовых домкратов на опорную металлоконструкцию, причем после проходки первых 13 м вывода ротора комплекса из закрепленного грунтового массива в неустойчивые грунты давление гидропригруза увеличивают до необходимого значения и включают систему нагнетания цементного раствора за обделку, после чего проходят

первые 200 м тоннеля и в этот период выполняют работы, связанные с развертыванием комплекса, в число которых включают монтаж технологических платформ, системы гидротранспорта и доводку технологий до расчетных параметров, причем после проходки первых 100 м и восприятия давления от щитовых домкратов силами трения между
5 обделкой и породой временные опорные конструкции в монтажной камере разбирают и осуществляют дальнейшую проходку тоннеля, причем на подходе к демонтажной камере вывод комплекса осуществляют в предварительно подготовленный массив длиной 10 м и высотой 17 м, который выполняют из тощего бетона в пределах демонтажной камеры.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что при проходке закрытым способом
10 осуществляют плановые остановки комплекса для замены шарошек и резцов, которую осуществляют при переходе из одних геологических условий в другие и на центральных участках тоннелей, причем во время остановок комплекса из призабойной зоны максимально скачивают бентонитовый раствор, снижают давление в кессонной камере и осуществляют смену режущего инструмента на роторном органе со стороны тоннеля,
15 причем после проходки первого тоннеля, левого, производят профилактическую санацию комплекса с заменой всего режущего инструмента.

7. Способ по любому из пп.2-6, отличающийся тем, что между левым и правым тоннелями с шагом 360 м в уровне низа лотка и проезжей части выполняют соединительные выработки в виде двухэтажных сбоек штольневого типа размерами по
20 наружному очертанию: ширина 3,2 м, высота около 8 м и длина 14 м, причем на двух сбойках камеры водоотливных установок длиной 20 м в чугунной эллиптической обделке наибольшими размерами 7х8 м, причем выработки под водоотливные установки располагают между тоннелями перпендикулярно сбойкам с образованием между обделками тоннелей камер водоотливных установок породного целика шириной 3 м, а на
25 четырех сбойках выполняют электрощитовые камеры в чугунной обделке диаметром 6 м, причем выработки под эти камеры длиной 11 м и 12 м располагают между тоннелями перпендикулярно сбойкам с образованием между обделками тоннелей и электрощитовых камер породного целика шириной 4 м, причем выполнение сбоек и камер начинают после проходки первого тоннеля, левого, и производят с одновременной транспортировкой
30 грунта, доставкой материалов и конструкций по откаточным путям, которые прокладывают при проходке тоннелей, причем в период проходки тоннелей в местах сбоек в обделке устанавливают временные сварные металлические элементы, заполненные бетоном, через которые из правого и левого тоннелей бурят скважины и выполняют цементацию окружающего породного массива, затем удаляют бетон заполнения и проходят сбойку
35 средствами малой механизации, а перед проходкой камер цементацию выполняют из выполненной сбойки, а после проходки второго тоннеля, правого, осуществляют работы по примыканию сбойки к сооруженному тоннелю, аналогичные работам по примыканию сбойки к первому тоннелю.

8. Способ по п.3, отличающийся тем, что используют щитовой проходческий комплекс, в
40 гидротранспортную систему которого включают сепарационный комплекс и насосное хозяйство с промежуточными насосами и трубопроводами, причем сепарационный комплекс оснащают очищающими и разделяющими устройствами сепарации и регенерации грунта - виброситами, циклонами и центрифугами.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что поступающую от проходки тоннеля пульпу-
45 грунт, смешанный с водным раствором бентонитовой глины, подвергают сепарации, в процессе которой отделяют крупные известняковые фракции размером 30 - 50 мм, затем отделяют бентонитовую глину от грунта на центрифуге, после чего несвязные грунты - песок, супесь, известняк разделяют по фракциям на решетках-сетках в зависимости от крупности от 5 до 30 мм, а связные грунты - юрскую глину, мергели и глину карбона
50 дополнительно обезвоживают на ситах, очищенную от грунта бентонитовую суспензию подают в резервуары и после контроля пригодную суспензию обогащают свежим бентонитом и направляют обратно в гидротранспортную систему щитового проходческого комплекса, а непригодную - на центрифугу, где ее разделяют на воду и глинистый

материал, после чего очищенную воду используют в гидротранспортной системе или направляют в водостоки мегаполиса, глинистый материал перемещают на места постоянного отвала, а очищенный грунт из сепарационной камеры направляют к месту промежуточного отвала по галерее, которую оборудуют транспортером, после чего грунт
5 перемещают на место промежуточного или постоянного отвала в соответствии с транспортной схемой вывоза грунта.

10. Способ по п.8, отличающийся тем, что насосы насосного хозяйства связывают между собой пульпопроводами, причем от сепарационного комплекса к щитовому проходческому комплексу по трубопроводам подают бентонитовый раствор, а от щитового проходческого
10 комплекса к сепарационному - бентонитово-грунтовую смесь, при этом трубопроводы наращивают по длине в процессе проходки, насосы центробежного типа для подачи бентонитового раствора и перекачки пульпы размещают на щитовом проходческом комплексе, в тоннеле и на поверхности, при этом четыре промежуточных насоса, перекачивающих пульпу, располагают в тоннеле на расстоянии 1200 м друг от друга, а
15 три промежуточных насоса, перекачивающих бентонитовый раствор, располагают в тоннеле и на щитовом проходческом комплексе на расстоянии 1800 м друг от друга.

11. Способ по любому из пп.2-10, отличающийся тем, что обделку тоннелей, проходимых закрытым способом, выполняют сборной из колец диаметром 13,75 м, шириной 2 м и толщиной 0,7 м, а каждое кольцо - составным из шести нормальных, двух смежных и
20 одного замкового железобетонных блоков, которые выполняют в виде сегментов разной длины и монтируют в тоннеле при температуре не ниже 10°C с перевязкой швов в смежных кольцах и установкой связей между блоками в кольце и между смежными кольцами.

12. Способ по п.2, отличающийся тем, что несущие конструкции проезжей части тоннелей сооружают на расстоянии 300-400 м от забоя с помощью порталного крана грузоподъемностью 20 т, длиной 6,2 м и консольным стреловым вылетом 3,2 м, который опирают на боковые конструкции проезжей части, которую возводят заходками по 6 м при помощи консольной стрелы крана, причем по истечении суток после обетонирования конструкций и выполнения подкранового рельсового пути кран перемещают на готовые боковые части несущих конструкций, а подвесной потолок из монолитного железобетона
30 крепят на металлических тросах, которые ввинчивают в закладные детали обделки в сводовой части тоннеля, причем работы по возведению подвесного потолка ведут в 550-650 м от забоя с помощью передвижных подмостей длиной 6 м, которые используют в качестве опалубки для бетонных и арматурных работ.

13. Способ по п.2 или 12, отличающийся тем, что после выполнения проезжей части и подвесного потолка выполняют внутренние конструкции тоннеля из огнезащитных плит из базальтового волокна, монтаж которых производят одновременно несколькими бригадами на участках, свободных от временных коммуникаций, причем полное завершение работ по выполнению внутренних конструкций тоннеля осуществляют после демонтажа всех временных коммуникаций в тоннеле.
35

14. Способ по любому из пп.2-13, отличающийся тем, что выполнение дорожного полотна проезжей части производят после выполнения постоянной вентиляции тоннелей.
40

15. Способ по п.2, отличающийся тем, что крайние прямолинейные участки, в том числе рамповые, и по крайней мере часть одного из криволинейных участков тоннелей и тоннели съездов с их рамповыми участками возводят открытым способом в котлованах с
45 креплением в виде "стены в грунте" из буросекущихся свай, причем по мере разработки грунта выполняют анкерное крепление "стены в грунте" грунтовыми анкерами с удалением разработанного грунта экскаваторами в автосамосвалы и через портал на поверхность, а после завершения разработки котлована выполняют гидроизоляцию основания, укладывают арматуру, бетонируют днище постоянных конструкций, затем поэтапно
50 возводят постоянные стены и перекрытие тоннеля, завершают работы по выполнению гидроизоляции и производят обратную засыпку.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что выработки под монтажные и демонтажные камеры выполняют открытым способом в котлованах с креплением в виде "стены в грунте"

из буресекущихся свай и дополнительных противофильтрационных стен, которые выполняют по замкнутому контуру и заделывают в водоупор.

17. Способ по п.15 или 16, отличающийся тем, что при проходке межтоннельных выработок в обводненных известняках выполняют цементацию последних для сокращения водопритоков, укрепления трещиноватого массива и исключения вероятности развития карстовых явлений, причем при проходке по крайней мере на отдельных участках производят рыхление скальных грунтов взрывным способом мелкошпуровыми зарядами ограниченной массы с расчетной зоной сейсмического воздействия не более 5 м.

18. Способ по любому из пп.2-17, отличающийся тем, что в процессе возведения путепровода тоннельного типа осуществляют защиту зданий и сооружений мегаполиса, расположенных вблизи зоны строительства путем установки в защищаемых объектах обоймы и металлических тяжей, выполнения буроинъекционных свай под защищаемыми объектами, выполнения локальной цементации фундаментов и зоны контакта фундамент - грунт с использованием постоянно действующих иньекторов, проведения работ по компенсационному нагнетанию из одной или нескольких шахт под защищаемые объекты, установки металлических рам и стяжек в подвальных частях защищаемых объектов, закладки кирпичной кладкой проемов.

20

25

30

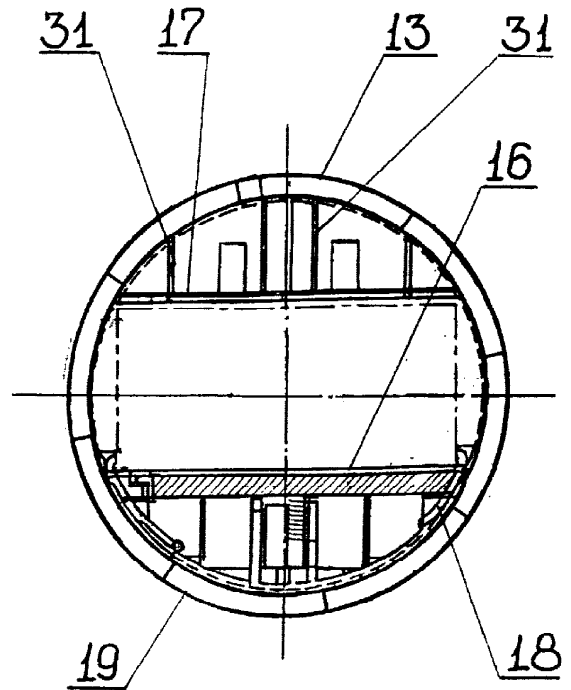
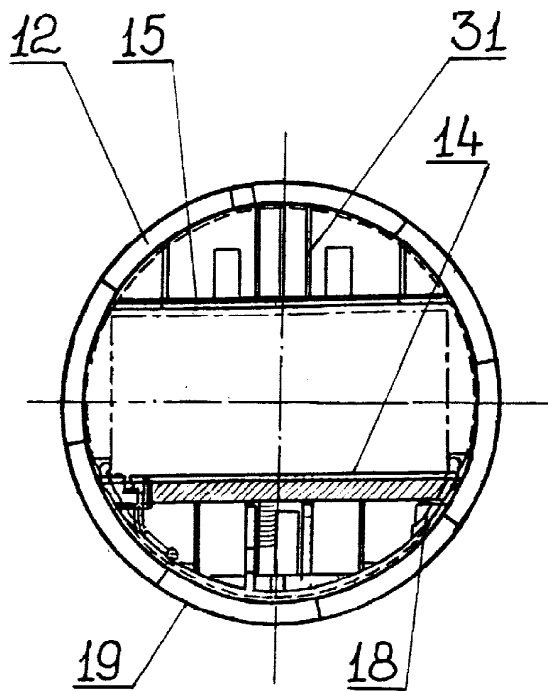
35

40

45

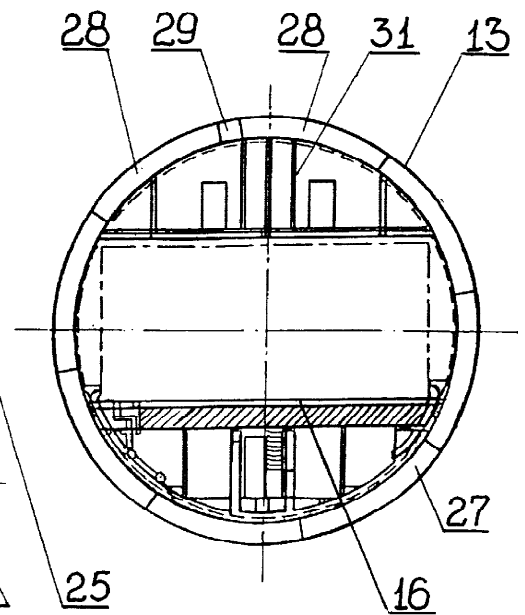
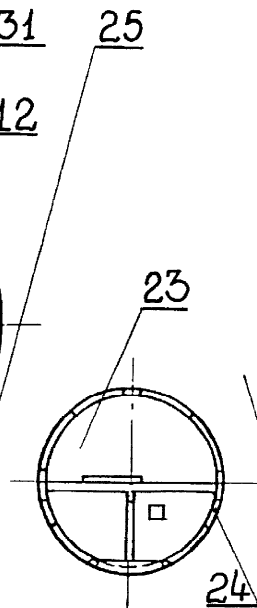
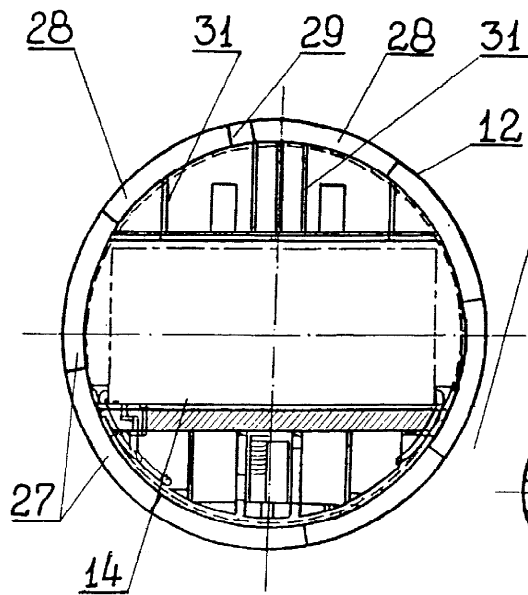
50

Вид по Б-Б

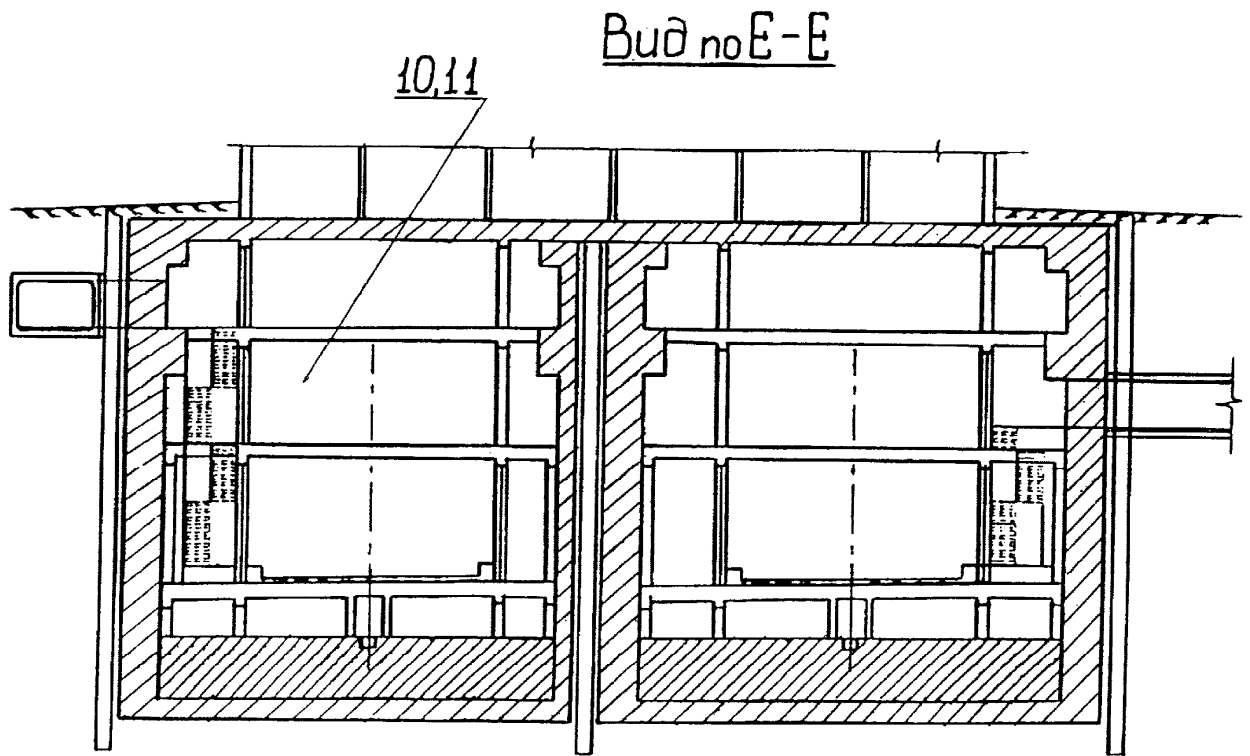
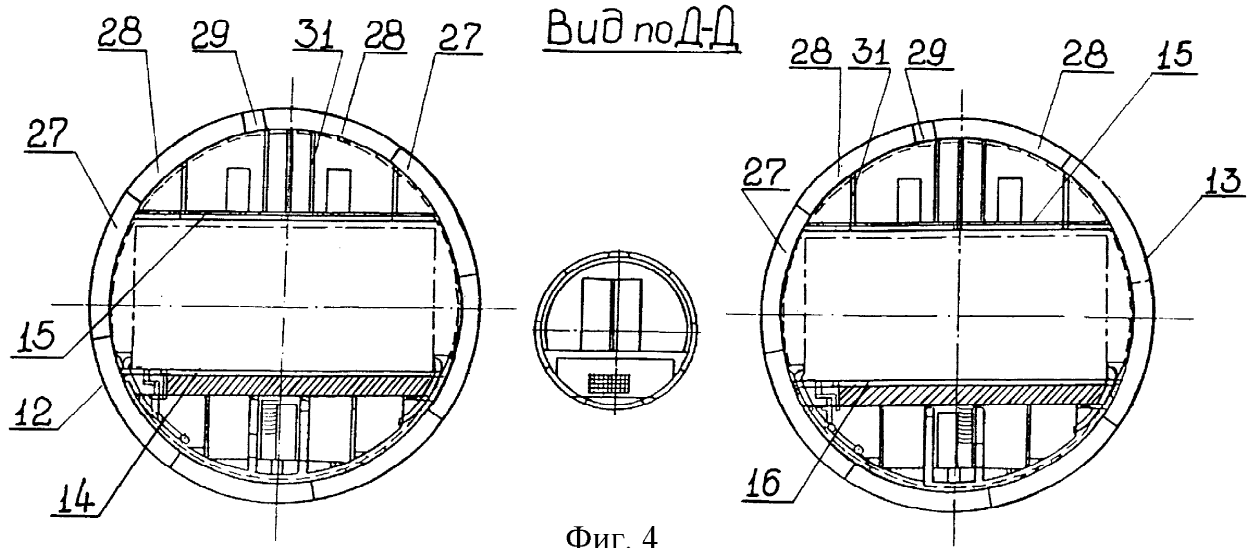


Фиг. 2

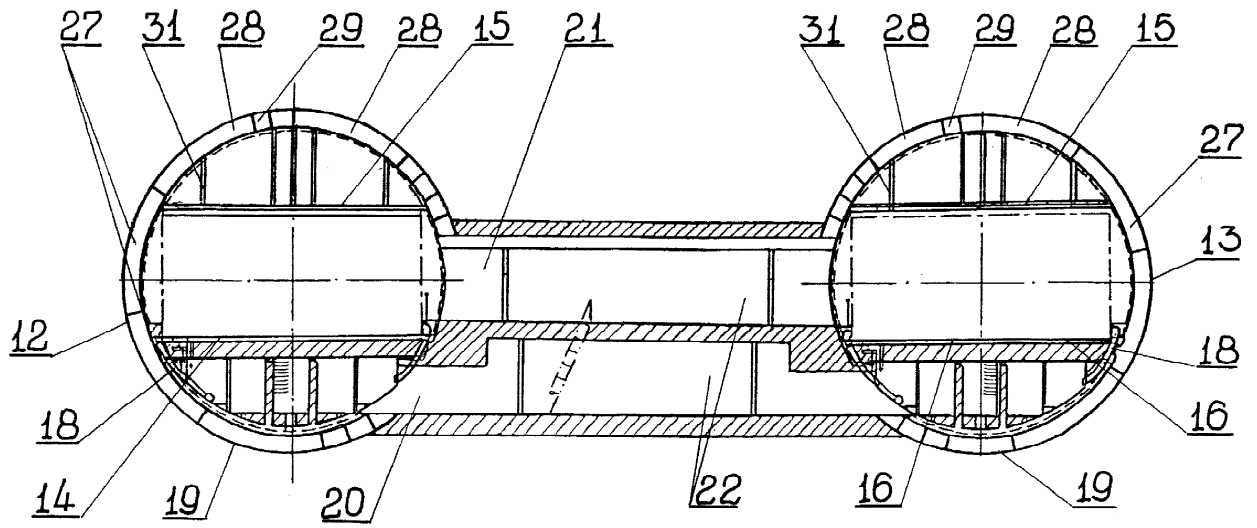
Вид по Г-Г



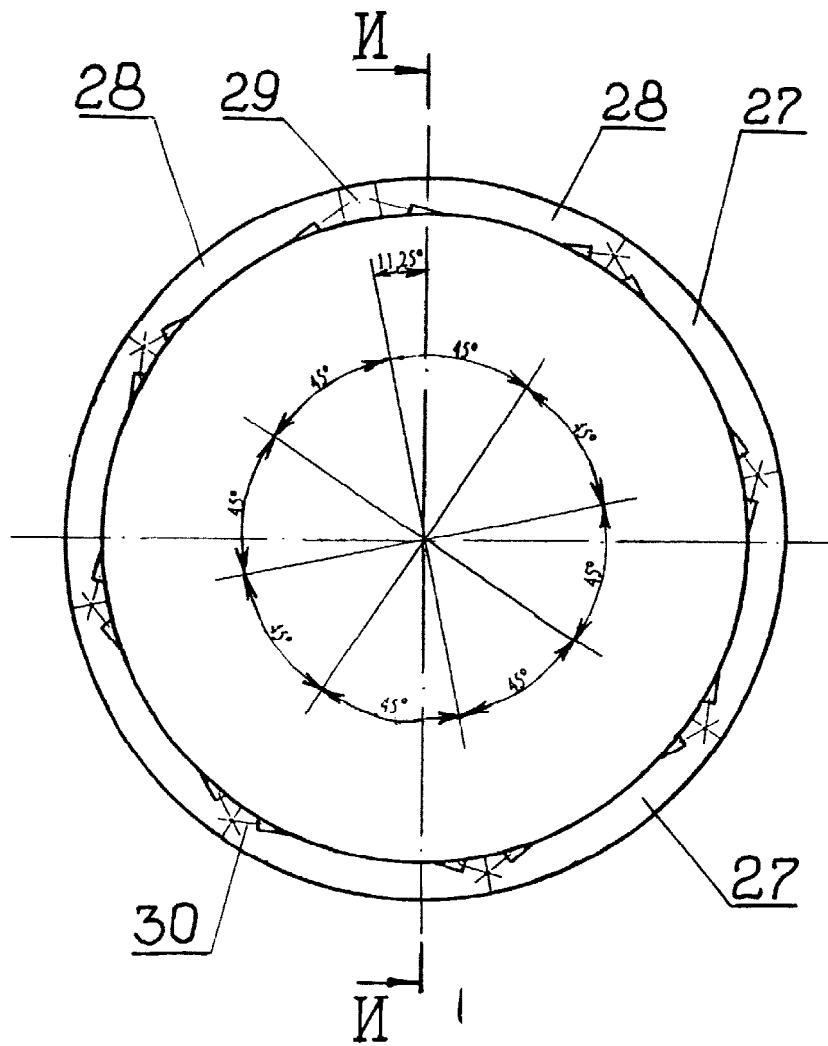
Фиг. 3



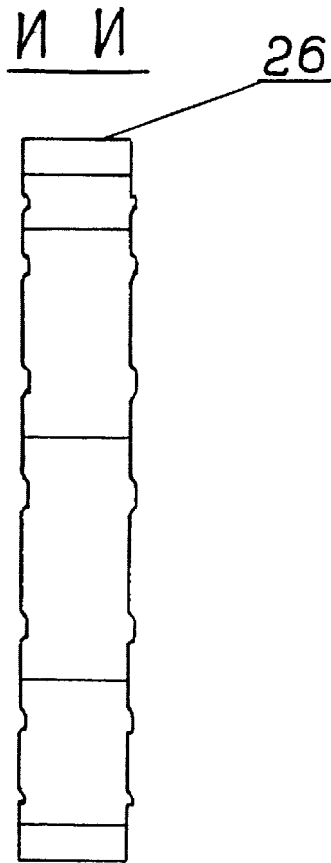
Вид по Ж-Ж



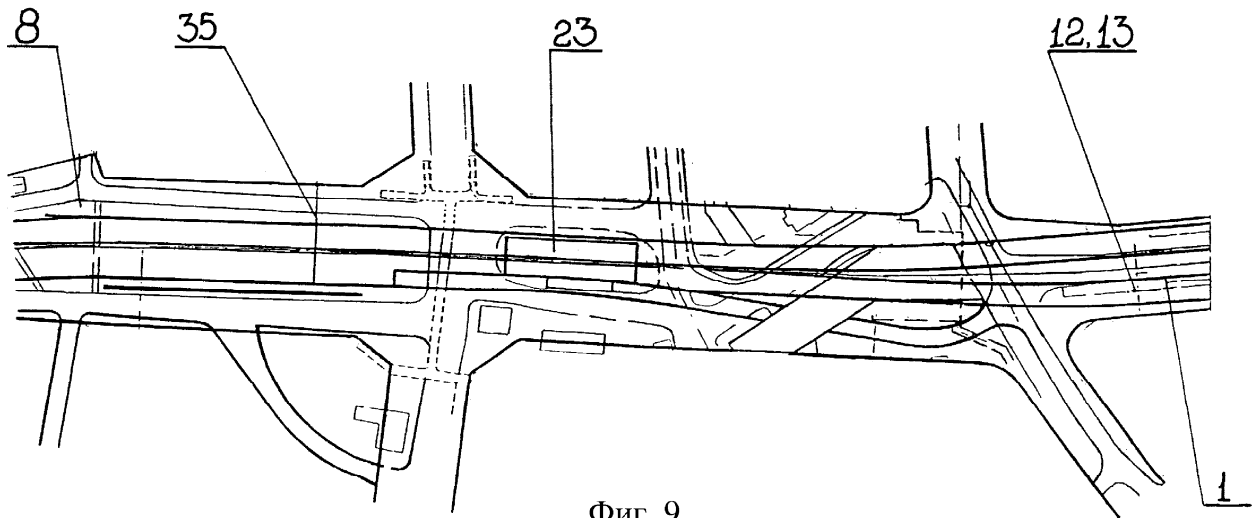
Фиг. 6



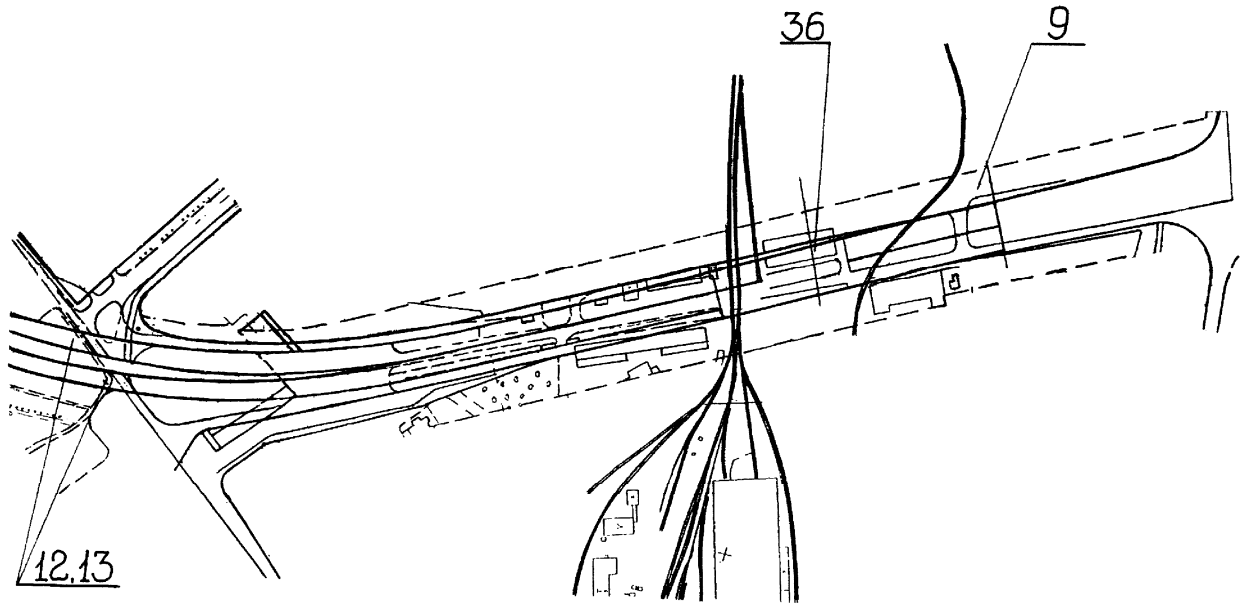
Фиг. 7



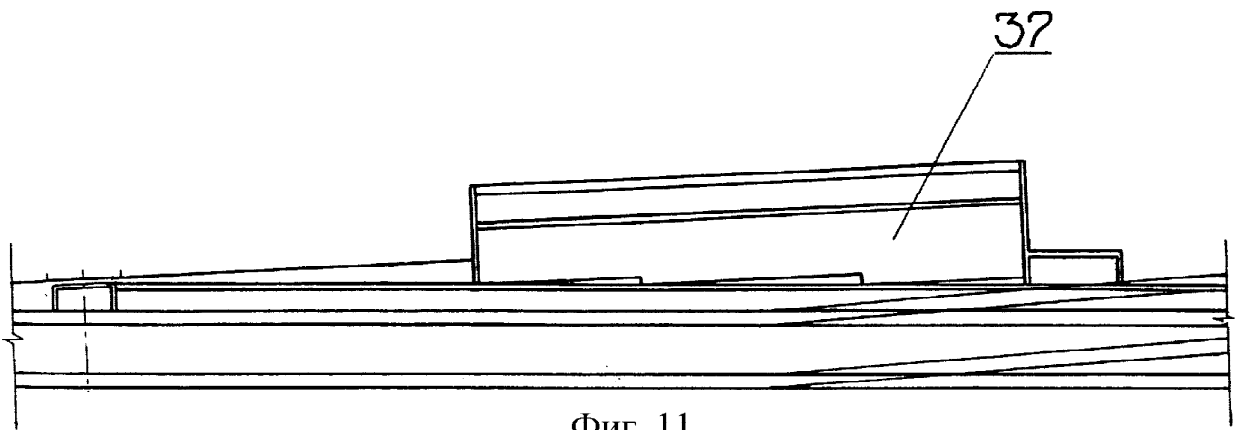
Фиг. 8



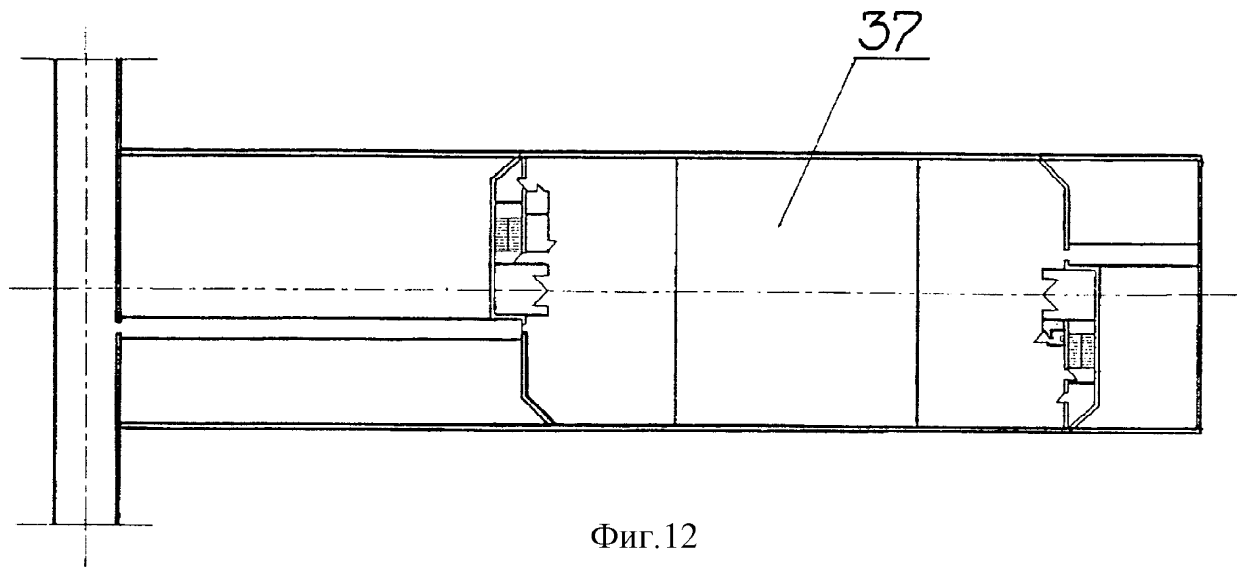
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12