



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **99100392/03, 11.06.1997**

(24) Дата начала действия патента: **11.06.1997**

(30) Приоритет: **12.06.1996 US 08/662,070**

(43) Дата публикации заявки: **27.10.2000**

(45) Опубликовано: **20.01.2005 Бюл. № 2**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 4318635 A, 09.03.1982. DE 2657229 A, 11.05.1978. US 4390306 A, 28.06.1983. US 4605338 A, 12.08.1986. US 4211504 A, 08.07.1980. US 5326191 A, 05.07.1994. US 4141666 A, 27.02.1979.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: **12.01.1999**

(86) Заявка РСТ:
CA 97/00407 (11.06.1997)

(87) Публикация РСТ:
WO 97/47825 (18.12.1997)

Адрес для переписки:
**103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", пат.пов. Ю.В.Пинчуку, рег.№ 656**

(72) Автор(ы):

МакКАВУР Томас С. (CA)

(73) Патентообладатель(ли):

ЭЙЛ ИНТЕРНЭШНЛ ИНК. (CA)

(54) АРОЧНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА С КОМПОЗИЦИОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ЖЕСТКОСТИ ИЗ БЕТОНА В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ

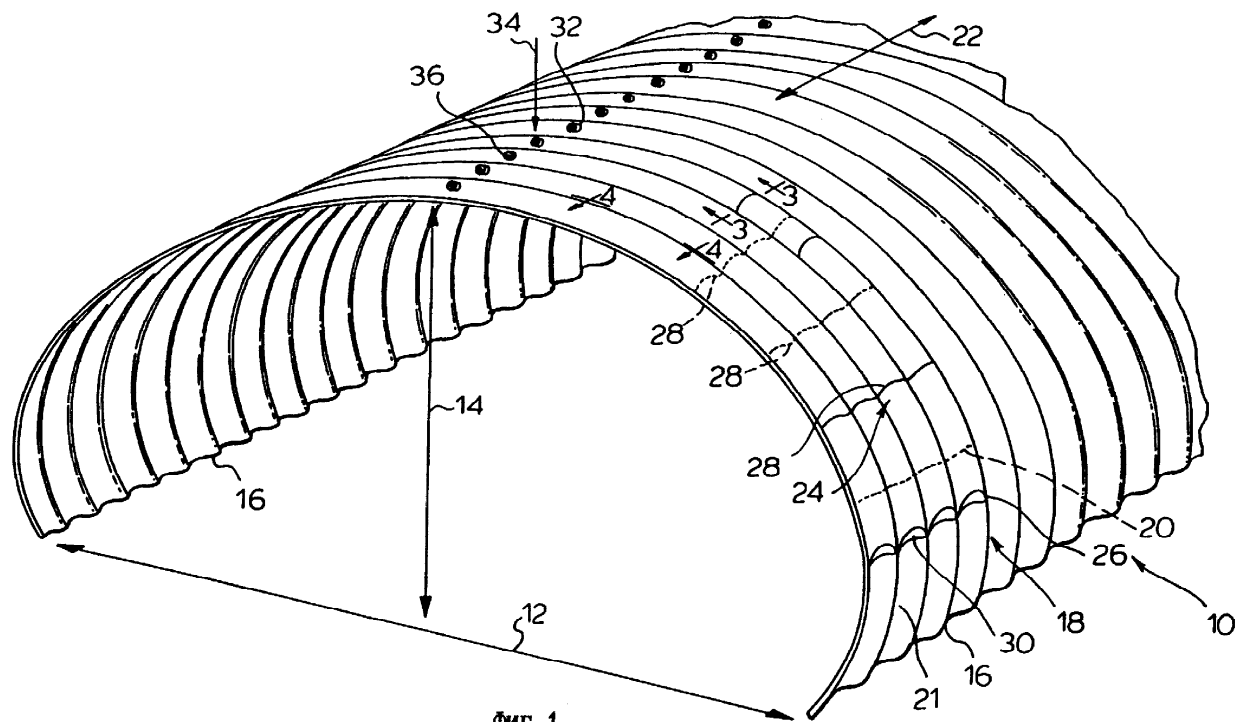
(57) Реферат:

Изобретение относится к упрочненным бетоном конструкциям арочного типа из гофрированного листового металла, а более конкретно, к конструкциям, которые могут заменить стандартные конструкции с бетонными или стальными балками. Композиционная упрочненная бетоном арочная конструкция из гофрированного металла содержит первый комплект профилированных гофрированных металлических листов, связанных друг с другом с образованием пролета основной арочной конструкции определенного поперечного сечения, второй комплект профилированных металлических листов, связанных друг с другом для покрытия и контакта с первым комплектом связанных листов основной арочной конструкции, при этом второй связанный комплект листов и

первый комплект листов соединены с образованием множества отдельных расположенных поперечно замкнутых непрерывных полостей. Новым является то, что каждая непрерывная полость от одного конца полости до другого, ограниченная поперечной протяженностью второго комплекта листов, заполнена бетоном, причем в полости, заполненной бетоном, образована пограничная поверхность бетона, ограниченная внутренними поверхностями металла второго взаимосвязанного комплекта листов и первого комплекта металлических листов; внутренние поверхности каждого из первых и вторых листов содержат множество соединительных элементов поперечной связи на упомянутой границе раздела композита бетон - металл, причем соединительные элементы

поперечной связи композита представляют собой элемент жесткости первых и вторых листов, выполненных с обеспечением действия бетона и металла, когда к упомянутой арочной конструкции приложена нагрузка, при этом соединительные элементы поперечной связи действуют так же, как множество элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа для увеличения комбинированного сопротивления основной арочной конструкции положительному и отрицательному изгибу и осевым нагрузкам, причем количества листов второго комплекта достаточно для получения

необходимого количества указанных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа для противодействия предполагаемым нагрузкам, приложенным к указанной конструкции, при этом поперечное сечение пролета превышает 15 м и обеспечивается удержание требуемой нагрузки элементами жесткости изогнутых колонн балочного типа при малой толщине покрытия выше арки пролета. Технический результат изобретения состоит в увеличении прочности арочной конструкции, а также в увеличении длины перекрываемого пролета. 8 з.п.ф-лы, 18 ил.



Фиг. 1

RU 2 2 4 4 7 7 8 С 2

RU 2 2 4 4 7 7 8 С 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **99100392/03, 11.06.1997**
 (24) Effective date for property rights: **11.06.1997**
 (30) Priority: **12.06.1996 US 08/662,070**
 (43) Application published: **27.10.2000**
 (45) Date of publication: **20.01.2005 Bull. 2**
 (85) Commencement of national phase: **12.01.1999**
 (86) PCT application:
CA 97/00407 (11.06.1997)
 (87) PCT publication:
WO 97/47825 (18.12.1997)
 Mail address:
103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", pat.pov. Ju.V.Pinchuku, reg.№ 656

(72) Inventor(s):
MakKAVUR Tomas S. (CA)
 (73) Proprietor(s):
EhJL INTERNEhShNL INK. (CA)

(54) **ARCH STRUCTURE FORMED OF SHEET MATERIAL WITH COMPOSITE REINFORCEMENT MEMBERS OF CONCRETE ENCLOSED BY METAL SHELL**

(57) Abstract:

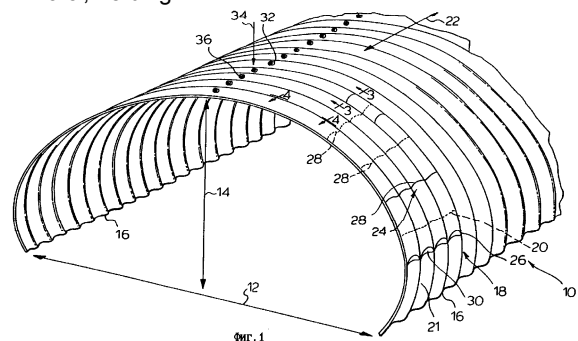
FIELD: arch-type bridges, particularly reinforced concrete arch structured made of corrugated sheet material to substitute prior-art structures with concrete or steel girders.

SUBSTANCE: arch-type structure comprises the first set of profiled corrugated metal sheets connected one to another and forming the main arch structure span having predetermined cross-section and the second set of profiled metal sheets connected one to another for covering the first set in contact with it. The first and the second sets are connected one to another and form a number of separate transversal closed continuous cavities. Each cavity defined by the second set from one end to another end thereof is filled with concrete. Formed in cavity filled with concrete is interface concrete surface defined by inner metal surfaces of the first and the second sets. Inner sheet surfaces of each set have a number of lateral connection members located on above interface between concrete and metal. Lateral connection members are reinforcing members of the first and the second sets formed so that when load is applied to arch structure lateral connection members

act as reinforcing members of cambered arch-type column to increase combined resistance of main arch structure to positive and negative bends and axial load. Number of sheets in the first and the second sets is enough to create necessary quantity of above reinforcing members to provide sufficient resistance to estimated loads applied to arch-type structure. Arch-type structure span exceeds 15 m.

EFFECT: possibility to take necessary load with small arch span coating thickness, improved strength and increased span length.

9 cl, 18 dwg



Область техники

Настоящее изобретение относится к упрочненным бетоном конструкциям арочного типа из гофрированного листового металла, таким как пролеты мостов, акведуки или виадуки, способные нести высокие приложенные нагрузки при тонких покрытиях, такие как
5 возникают при движении тяжелогруженого автотранспорта, а более конкретно, к конструкциям, которые могут заменить стандартные конструкции с бетонными или стальными балками.

Предшествующий уровень техники

На протяжении многих лет гофрированные металлические листы или пластины
10 подвергались испытаниям для определения их долговечности, экономичности и функциональности как конструкционного материала. Гибкие конструкции арочного типа, изготовленные из гофрированных металлических листов, занимают важную часть в конструкциях галерей, волноломов, дренажных устройств, водосбросов, виадуков, транспортных акведуков и служебных туннелей; для скоростных автомагистралей,
15 железных дорог, аэропортов, муниципалитетов, зон отдыха, промышленных зон, паводковых и охранных проектах, программах уменьшения загрязнения воды и других программах.

Одна из основных конструктивных проблем, связанных с заглубленными гофрированными металлическими конструкциями арочного типа, состоит в том, что
20 используется относительно тонкая металлическая оболочка для сопротивления относительно высоким нагрузкам вокруг ее периметра, таким как боковое давление почвы, давление грунтовых вод, избыточное давление, а также другие временные и постоянные нагрузки, действующие на конструкцию. Способность такой конструкции оказывать сопротивление действующим по периметру нагрузкам, не считая того, что она является
25 функцией прочности окружающего грунта, напрямую связана с профилем гофров и толщиной оболочки. В то время как равномерно распределенные по периметру нагрузки, такие как давление почвы и воды, как правило, не могут вызвать нестабильность установленной конструкции, конструкция более чувствительна к неравномерным или локализованным условиям нагружения, таким как неравномерное распределение давления
30 почвы в процессе заделки или временные нагрузки на установленную структуру из-за движения грузового транспорта. Неравномерное распределение давления почвы в процессе заделки арочной конструкции приводит к перекосу или выпучиванию с получением в результате формы готовой конструкции, отличающейся от ее заданной, конструктивно более прочной формы. С другой стороны, временные нагрузки на верхнюю
35 часть конструкции создают условия для локализаций нагрузок, что может вызвать повреждение участка свода конструкции.

Локализованная вертикальная нагрузка, например временная нагрузка от движения грузового транспорта, приложенная к конструкции арочного типа, будет вызывать в конструкции как изгибающие напряжения, так и осевые напряжения. Изгибающие
40 напряжения возникают при направленной вниз деформации свода, вызывая тем самым положительные изгибающие моменты в венцовой части конструкции и отрицательные изгибающие моменты вблизи боковых частей конструкции. Осевые напряжения представляют собой сжимающие напряжения, вызванные составляющей нагрузки, действующей вдоль секущей поперечного сечения арочной конструкции. В конструктивном
45 решении заглубленной металлической арочной конструкции отношение изгибающих напряжений к осевым напряжениям, определенное экспериментально по удельной вертикальной нагрузке, колеблется в зависимости от толщины покрытия. Чем толще покрытие, тем более равномерно распределяется вертикальная нагрузка, когда она действует на арочную конструкцию, и тем меньшему изгибу будет подвергаться
50 конструкция. Таким образом, напряжение в арочной конструкции при мощном покрытии в основном является осевым.

Гофрированные металлические листы легче повреждаются под действием изгиба, чем от осевого сжатия. Обычная конструкция арочного типа из гофрированного металла

противодействует изгибающим напряжениям, вызываемым временными нагрузками, за счет толщины покрытия, компенсирующего тем самым локализованные временные нагрузки за счет толщины покрытия и за счет большей поверхности у арки, тем самым минимизируются изгибающие напряжения на арке и основная часть нагрузки превращается в осевые усилия. Тем не менее, очевидно, что при увеличении толщины покрытия давление грунта на конструкцию возрастает, и поэтому требуются более прочные металлические листы. Необходимость в мощном покрытии вызвана также жесткими конструктивными ограничениями, такими как ограничение на размер окружающего пространства под конструкцией или угол въезда у проезжей части над конструкцией. В ситуации, когда толщина покрытия ограничена и является малой, проблему временной нагрузки традиционно решают посредством размещения длинномерной ослабляющей напряжения плиты, обычно выполненной из упрочненного бетона, вблизи или непосредственно под проезжей частью, проходящей выше площади мелкой заделки. Длинномерная плита должна действовать как средство распределения нагрузок, с тем чтобы локализованные нагрузки от движения транспорта были распределены по большей площади на поверхности металлической арки. Проблема, связанная с ослабляющей напряжения плитой, состоит в том, что она требует при этом на месте производства работ дополнительных затрат времени и существенных затрат труда и материалов. Кроме того, в областях, где бетон недоступен, этот вариант является неприемлемым.

Были предприняты попытки усилить гофрированную металлическую арочную конструкцию посредством использования упрочняющих ребер жесткости. В патенте США №4141666 используют упрочняющие элементы на наружной стороне коробчатого водовода для увеличения его несущей способности. Проблемой, связанной с данным изобретением, является то, что секции конструкции между упрочняющими ребрами жесткости являются значительно более слабыми, чем упрочняющие ребра жесткости, и, следовательно, при нагружении имеет место различный прогиб или волнообразный эффект вдоль длины конструкции. Для уменьшения этой проблемы к внутренней стороне водовода прикреплены продольные элементы для уменьшения волнообразного эффекта, особенно вдоль венцовой части и частей основания. Оказалось, однако, что когда эти конструкции используют выше русла потока и т.п., то имеющиеся приспособления могут быть разрушены при ледоходах и наводнениях.

В патенте США №4318635 используют многочисленные упрочняющие ребра жесткости арочной формы внутри/снаружи галерей для обеспечения упрочнения стенок, венцовой части и промежуточных частей арки или боковых частей. Хотя такие расположенные с интервалами друг от друга упрочняющие ребра жесткости и повышают прочность конструкции на сопротивление нагрузкам, они не решают проблемы волнообразного эффекта у конструкции и могут добавить ей ненужный дополнительный вес за счет чрезмерного упрочнения. В дополнение к вышеприведенным недостаткам упрочняющие ребра жесткости в этом типе конструкции часто требуют дополнительных затрат времени и усложняют монтаж, оказывая неблагоприятное влияние на стоимость конструкции. Кроме того, когда используют относительно широкие интервалы между ребрами жесткости, возникают трудности в анализе конструкции при проектировании этих структур. Наличие интервалов между упрочняющими элементами и, следовательно, колебание жесткости вдоль продольной длины конструкции затрудняет достижение в полном объеме момента сопротивления пластичности, тем самым добавляя к конструктивному решению нежелательную консервативность и неэкономичность. В патенте США №3508406, автор Fisher (Фишер), предложена композиционная арочная конструкция, имеющая гибкий гофрированный металлический корпус с продольно расположенными бетонными контрфорсами на каждой стороне конструкции. В нем конкретно предложено, что в случае широких расстояний между опорами арочной структуры бетонные контрфорсы могут быть соединены с дополнительными элементами жесткости, проходящими по верхней части конструкции. Аналогично этому в патенте США №4390306 того же автора предложена арочная конструкция, в которой элемент, обеспечивающий жесткость и распределение

нагрузки, конструктивно неподвижно связан с венцовой частью арки, расположенной продольно по основной части длины конструкции. Предусмотрено также, что композиционная арочная конструкция предпочтительно должна включать на каждой ее стороне расположенные продольно, распределяющие нагрузку контрфорсы. Верхний продольный элемент жесткости и контрфорсы могут быть бетонными или металлическими и могут даже содержать секции из гофрированного листа, гофры которых расположены в направлении длины галереи.

В патентах Фишера предусмотрено непрерывное упрочнение вдоль конструкции с помощью элемента жесткости в венцовой части и контрфорсов. Контрфорсы сконструированы так, чтобы обеспечить стабильность гибкой конструкции в процессе этапа монтажа, то есть до того, как будет полностью произведена заделка и установка на фундамент конструкции при заделке. В них предусмотрены места размещения длинномерного уплотненного материала для предотвращения коробления, когда используют оборудование для уплотнения и заделки, что позволяет выполнять процедуру заделки непрерывно, без расплющивания формы конструкции. Верхний элемент жесткости с внутренними стальными упрочняющими стержнями способствует снижению веса верхней части конструкции, чтобы предотвратить ее выпучивание на ранних этапах заделки и уплотнения, и действует как средство распределения нагрузки, способствуя распределению вертикальных нагрузок на конструкцию и сводя тем самым к минимуму потребность в покрытии. Верхний элемент жесткости в направлении длины конструкции придает жесткость верхней части арки за счет использования поперечных штифтов для структурного соединения бетонной балки со стальной аркой, чтобы обеспечить сопротивление положительному изгибающему моменту в верхней части арки. Этот многокомпонентный элемент жесткости совершенствует конструкцию, что способствует использованию уменьшенного покрытия, но не обеспечивает большого уменьшения толщины покрытия или достижения очень больших пролетов в конструктивных решениях арки. Основная причина этого состоит в том, что конструкция верхнего элемента жесткости в патентах Фишера не предусматривает сопротивления отрицательному изгибающему моменту, как правило, присутствующему в боковых частях арок с тонким покрытием и арок с широкими пролетами.

Цель использования поперечных элементов, расположенных с промежутками друг относительно друга, между верхним элементом жесткости и боковыми контрфорсами состоит в обеспечении некоторой жесткости конструкции для предотвращения коробления в процессе этапа заделки. Они не являются элементами, конструктивно предназначенными для сопротивления отрицательным моментам. Кроме того, в то время как установленная гибкая арочная конструкция подвергается действию положительных изгибающих моментов в венцовой части в условиях временных нагрузок, действию отрицательных изгибающих моментов она подвергается в некоторых местах в процессе заделки, когда она находится под давлением с боковых сторон, а верх будет подвергаться деформации выпучивания. Хотя в патентах Фишера верхний элемент жесткости и имеет конструктивное преимущество благодаря соединению с поперечной связью между бетоном и сталью для обеспечения сопротивления положительным изгибающим моментам в верхней части арки, сопротивление отрицательным изгибающим моментам в той же области в процессе заделки предусмотрено просто за счет упрочняющих стержней в верхней части бетонной плиты, что требует конструкций слоистого типа. В случае заглубленной в грунт арочной конструкции с множественными искривлениями монтаж дополнительных стержней в соответствии с патентом Сиваченко должен превратиться в слишком сложную проблему.

В патенте США №5326191 предусмотрено непрерывное упрочнение гофрированным листом по меньшей мере в венцовой части водовода, проходящим непрерывно по всей длине водовода. Конструкция водовода решает проблему, связанную с предшествующими техническими решениями для расположенных на расстоянии друг от друга поперечных упрочняющих элементов и имеющих присущую им способность оказывать сопротивление как положительным, так и отрицательным изгибающим моментам. Однако непрерывное

упрочнение конструкций с большими пролетами может стать чрезмерно дорогостоящим и затруднительным для монтажа.

Краткое описание изобретения

Упрочненная бетоном конструкция арочного типа из гофрированного металла согласно
5 настоящему изобретению решает множество перечисленных выше проблем. Как предусмотрено настоящим изобретением, балки из композиционного материала бетон - металл повышают сопротивление конструкции как положительным, так и отрицательным изгибающим моментам, возникающим в конструкции благодаря либо малой толщине
10 покрытия, несущего на себе дорожное покрытие с временными тяжелыми нагрузками от движения транспорта, либо в процессе заделки структуры арочного типа. По настоящему изобретению каждая заполненная бетоном непрерывная полость между верхним листом и нижним гофрированным листом будет действовать как балка из композиционного металлобетона, функционирующая как изогнутый элемент жесткости колонны балочного
15 типа, способный противостоять изгибающим моментам и осевым нагрузкам для обеспечения повышенной конструкционной гибкости в предложенных арочных конструкциях с малой толщиной покрытия.

В соответствии с одним из аспектов изобретения композиционная упрочненная бетоном арочная конструкция из гофрированного металла содержит: первый комплект профилированных гофрированных металлических листов, связанных друг с другом с
20 образованием пролета основной арочной конструкции определенного поперечного сечения, высоты и продольной длины, причем основная арочная конструкция имеет венцовую часть и примыкающие к ней боковые части, а гофрированные металлические листы определенной толщины имеют гофры, расположенные поперек продольной длины арочной конструкции, с получением множества изогнутых колонн балочного типа в
25 указанной основной арочной конструкции; второй комплект профилированных металлических листов, связанных друг с другом для покрытия и контакта с первым комплектом связанных листов основной арочной конструкции, причем второй комплект взаимосвязанных листов является непрерывным в поперечном направлении, включая, по меньшей мере, венцовую часть, и соединен непосредственно с первым комплектом
30 взаимосвязанных листов; второй связанный комплект листов и первый комплект листов соединены с образованием множества отдельных расположенных поперечно замкнутых непрерывных полостей, причем каждая полость образована внутренней поверхностью первого комплекта листов и противоположной внутренней поверхностью второго комплекта листов. Согласно изобретению каждая непрерывная полость от одного конца полости до
35 другого, ограниченная поперечной протяженностью второго комплекта листов, заполнена бетоном, причем в полости, заполненной бетоном, образована пограничная поверхность бетона, ограниченная внутренними поверхностями металла второго взаимосвязанного комплекта листов и первого комплекта листов; внутренние поверхности каждого из первых и вторых листов содержат множество соединительных элементов поперечной связи на
40 указанной границе раздела композита бетон - металл, причем соединительные элементы поперечной связи композита представляют собой элемент жесткости первых и вторых листов, выполненных с обеспечением совместного действия бетона и металла, когда к упомянутой арочной конструкции приложена нагрузка, при этом соединительные элементы поперечной связи действуют так же, как множество элементов жесткости изогнутых колонн
45 балочного типа для увеличения комбинированного сопротивления основной арочной конструкции положительному и отрицательному изгибу и осевым нагрузкам, причем количества листов второго комплекта достаточно для получения необходимого количества указанных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа для противодействия предполагаемым нагрузкам, приложенным к указанной конструкции, при этом поперечное
50 сечение пролета превышает 15 м и обеспечивается удержание требуемой нагрузки элементами жесткости изогнутых колонн балочного типа при малой толщине покрытия выше арки пролета.

Второй комплект листов предпочтительно является плоским. Второй комплект листов

представляет собой гофрированные металлические листы с, по меньшей мере, одним гофром, причем гофр второго комплекта листов расположен поперечно относительно продольной длины арочной конструкции, при этом участки впадин второго гофрированного листа соединены с участками гребней первого комплекта листов.

5 Целесообразным является то, что второй комплект листов имеет большее количество гофров на единицу ширины листа, чем количество гофров на такую же единицу ширины первого листа и/или, в которой гофры имеют в поперечном сечении форму синусоиды или многоугольника.

Предпочтительным является то, что второй комплект листов простирается с огибанием 10 пролета арочной конструкции от основания одной из боковых частей по венцовой части до основания другой боковой части, или в которой указанный второй комплект листов простирается с огибанием основной части пролета арочной конструкции от середины одной из боковых частей по венцовой части до середины другой боковой части.

Арочная конструкция предпочтительно выполнена в виде овальной галереи арочного 15 пешеходного перехода, коробчатой галереи, круглой галереи или эллиптической галереи, а соединительные элементы поперечной связи на границе раздела композита выполнены в виде множества интегральных, по существу, поперечных выступов, образованных на 20 первых и вторых листах, для противодействия относительно перемещению между бетоном и первым и вторым комплектом металлических листов, или соединительные элементы поперечной связи на указанной границе раздела композита выполнены в виде 25 выступающих внутрь штифтов, закрепленных на внутренних поверхностях полости, образованной первым комплектом листов и вторым комплектом листов, или в которой соединительные элементы поперечной связи на указанной границе раздела композита выполнены в виде штампованных выступов, образованных на внутренних поверхностях 30 первых и вторых листов.

Второй комплект листов предпочтительно содержит множество гофров для образования множества смежных поперечно расположенных полостей, причем, по меньшей мере, одна 35 из смежных полостей содержит соединительные элементы поперечной связи и заполнена бетоном для получения элемента жесткости изогнутой колонны балочного типа, и предпочтительно в которой каждая из смежных полостей содержит соединительные 40 элементы поперечной связи и заполнена бетоном для получения расположенных рядом друг с другом групп указанных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа, и предпочтительно в которой гофрированный лист каждого из первого и второго комплекта листов имеет одинаковый синусоидальный профиль, посредством чего смежными 35 гребнями первого комплекта, соединенными болтами с совмещенными с ними смежными впадинами второго комплекта образована каждая полость, и предпочтительно в которой соединительные элементы поперечной связи выполнены в виде выступающих внутрь штифтов, присоединенных к внутренним поверхностям каждой полости, причем штифты 40 расположены в шахматном порядке вдоль противолежащих внутренних поверхностей первого и второго комплекта листов, и предпочтительно в которой гофрированный лист имеет синусоидальный гофрированный профиль с глубиной, выбираемой от 25 до 150 мм, и шагом, выбираемым от 125 до 450 мм, и предпочтительно в которой на каждом конце 45 полости предусмотрены пробки, предпочтительно в которой указанная полость заполнена бетоном через множество отверстий, выполненных в указанном втором комплекте листов, причем каждое отверстие закрыто пробкой после завершения заполнения бетоном каждой 50 отдельной полости.

Целесообразным является то, что второй комплект гофрированных листов покрывает первый комплект листов, причем второй комплект листов покрывает непрерывно в 50 направлении продольной длины первый комплект листов на длине, которая обеспечивает эффективное восприятие нагрузки, при этом выбранные полости содержат соединительные элементы поперечной связи и заполнены бетоном для получения достаточного количества элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа, и предпочтительно в которой каждая из смежных полостей содержит соединительные

элементы поперечной связи и заполнена бетоном для получения смежных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа вдоль эффективной продольной длины арочной конструкции, которая несет нагрузку.

Краткое описание чертежей

- 5 Предпочтительные варианты настоящего изобретения описаны в соответствии с чертежами, в которых:
- на фиг.1 представлена аксонометрическая проекция арочной конструкции для пешеходного перехода в соответствии с аспектом настоящего изобретения;
 - на фиг.2 представлен вид с торца мостовой конструкции фиг.1;
 - 10 на фиг.3 представлено сечение по линии 3-3 на фиг.1;
 - на фиг.4 представлено сечение по линии 4-4 на фиг.1;
 - на фиг.5 показан альтернативный вариант соединительных элементов с поперечной связью фиг.3;
 - на фиг.6 представлен увеличенный вид соединительного элемента с поперечной
 - 15 связью, расположенного на внутренней поверхности одного из гофрированных листов;
 - на фиг.7 представлено сечение, подобное показанному на фиг.3, на котором показана пробка для ввода жидкого бетона в полость;
 - на фиг.8 представлено сечение гофрированного листа, имеющего один из альтернативных вариантов поперечного средства связи;
 - 20 на фиг.9 представлено сечение гофрированного листа, имеющего еще один альтернативный вариант поперечного средства связи;
 - на фиг.10, 11, 12, 13, 14, 15 и 16 представлены поперечные сечения первого и второго гофрированных листов, показывающие альтернативные варианты второго комплекта листов по сравнению с первым комплектом;
 - 25 на фиг.17 представлено поперечное сечение конструкции по предшествующему техническому решению, имеющему ослабляющее нагрузку покрытие; и
 - на фиг.18 представлено поперечное сечение конструкции по предшествующему техническому решению, имеющему упрочнение верхней части и упрочнение контрфорсами.

Подробное описание предпочтительных вариантов

- 30 В соответствии с настоящим изобретением из гофрированных стальных листов можно сооружать конструкцию арочного типа с большим пролетом. В соответствии с предпочтительными вариантами изобретения предполагают, что большой пролет составляет у арочных пролетов по меньшей мере 15 м, а более предпочтительно, по
- 35 меньшей мере, 20 м. Конструкция по настоящему изобретению с пролетами в таком диапазоне способна выдерживать большие нагрузки, например, нагрузки от движения тяжелого грузового транспорта при ослабляющей напряжении малой толщине покрытия и не нуждается в бетонной ослабляющей напряжении плите или любом другом типе средств
- 40 ослабления или распределения напряжений упомянутой выше арочной конструкции. Понятно, конечно, что арочная конструкция по настоящему изобретению может быть использована для пролетов меньшего размера, к которым предъявляют особые
- 45 требования, или для получения преимущества от особенностей конструкции по настоящему изобретению может быть использован по существу более тонкий стальной лист. Как альтернативный вариант, сталь можно заменить на другие металлы с более низкой прочностью, такие как алюминиевые сплавы, благодаря улучшенным

Описание примера настоящего изобретения в конструкции арочного типа, обычно упоминаемой как арка пешеходного перехода, приводится со ссылкой на фиг.1. Понятно, конечно, что конструкцию по настоящему изобретению можно использовать в различных устройствах, к которым относятся овальная коробчатая галерея, круглая галерея,

50 эллиптическая галерея и т.п. Конструкция 10 имеет пролет, показанный линией 12, и высоту, показанную линией 14. Форма поперечного сечения арки в сочетании с размерами высоты и пролета определяет просвет, образуемый арочной конструкцией, которая конструктивно приспособлена для использования в транспортных виадуках, которые могут

служить эстакадой для движения легкового автотранспорта, грузовых машин, поездов и т.п. Как вариант, арку 10 можно использовать в качестве моста через реку или водные источники другого типа. Часть основания 16 арки устанавливают на соответствующие фундаменты в соответствии со стандартными технологиями строительства арочных конструкций. Арку 10 монтируют посредством соединения вместе первого комплекта профилированных стальных листов (18) гофрированной формы, их соединение обозначено пунктирной линией 20. Первый комплект взаимосвязанных листов образует основную арочную конструкцию, обеспечивающую пролет 12 с нужным поперечным сечением и высотой 14. Продольное направление длины арки показано линией 22, которая определяет количество взаимосвязанных листов, которое необходимо для получения арки нужной длины. Длина арки определяется, главным образом, шириной эстакады. Первый комплект гофрированных взаимосвязанных листов имеет гофры конкретной формы, которые образуют множество изогнутых колонн балочного типа. Каждый гофр 21, будучи расположен поперек арки, функционирует как изогнутая колонна балочного типа, которая оказывает сопротивление положительным и отрицательным изгибающим моментам и осевым нагрузкам в конструкции основной арки.

Как более подробно показано на фиг.3, листы представляют собой гофрированный металл, предпочтительно сталь, определенной толщины, имеющий гребни и впадины, расположенные поперек продольной длины 22 арки. В соответствии с различными аспектами изобретения различными способами могут быть образованы элементы жесткости из бетона в металлической оболочке посредством размещения второго комплекта листов поверх первого комплекта листов. Для того чтобы реализовать преимущества этого изобретения, композиционные элементы жесткости бетон - металл могут быть образованы путем размещения бетона между первым и вторым комплектами листов. Различные варианты форм вторых комплектов листов описаны в соответствии с приведенными чертежами.

В первом варианте комплект листов предусмотрен как второй комплект гофрированных листов, расположенных без промежутков как в поперечном, так и продольном направлениях арки. Второй комплект профилированных стальных листов 24 гофрированной формы взаимосвязан по типу покрытия с первым комплектом листов 18. Каждый из второго комплекта листов имеет определенную толщину, при этом гребни и впадины расположены поперечно продольной длине 22 арки. Впадины второго комплекта листов соединены с гребнями первого комплекта листов. В соответствии с данным конкретным случаем второй комплект листов заканчивается в месте 26, где линиями 28 показаны места стыковки второго комплекта взаимосвязанных листов. Как будет показано со ссылкой на фиг.2, второй комплект листов может быть расположен в целом по всему поперечному сечению арки или в основной ее части, в зависимости от требований конструктивного решения арки, при наличии соответствующих элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа основной конструкции. Второй комплект листов расположен поверх эффективной длины арки для несения нагрузки. Понятно, что при наличии покрытия, в зависимости от угла расположения или формы боковых сторон покрытия, часть основной арки может выступать за пределы покрытия и, поскольку она не несет никакой нагрузки, в этой области венцовой части и/или в боковых частях основной арки второго комплекта листов не требуется.

Как будет описано более подробно со ссылкой на следующие далее фигуры, каждый из открытых концов полостей, образованных между гребнями в данном варианте второго комплекта листов и впадинами первого комплекта листов, которые расположены от концевой части 26 у каждой боковой части арки, закрывают соответствующей пробкой 30. Затем в гребнях верхних листов проделывают отверстия 32 для обеспечения введения бетона в замкнутую полость, как показано стрелкой 34. Понятно, что вдоль полости может быть предусмотрено несколько отверстий 32 для облегчения введения бетона при заполнении полости и предотвращения образования пустот в полости, с тем чтобы получить качественную границу раздела между бетоном и металлом композита, как будет

показано со ссылкой на фиг.3 и 4. Как только полости заполнят бетоном, отверстия 32 можно при желании закрыть подходящими пробками 36.

5 Как показано на фиг.2, арка 10 представляет собой конструкцию арки пешеходного перехода, имеющую венцовую часть, как показано дугой 38, и противостоящие боковые части, как показано дугами 40. Первый комплект листов 18 образует основную арку, которая расположена от соответствующего фундамента 42 на первом конце 44 до второго конца 46, находящегося в фундаменте 48. Вторым комплект листов 24 расположен без промежутков поверх венцовой части 38 и поверх участков боковых частей. Величина протяженности второго комплекта листов поверх боковых частей 40 зависит от
10 конструктивных требований. В соответствии с данным вариантом второй комплект листов 24 расположен поверх основного участка боковой части выше поверхности 50 эстакады. Однако понятно, что второй комплект листов может быть расположен на частях основания 44 и 46 арки или может располагаться только в пределах боковых частей, в зависимости от конструктивных требований, для оказания сопротивления положительным и
15 отрицательным изгибающим моментам и осевым нагрузкам. Как изображено на фиг.2, линии 20 показывают область соединения первого комплекта листов, а линии 28 показывают взаимное соединение второго комплекта листов.

Когда проезжая часть дороги должна представлять собой арочную конструкцию, то проезжую часть 50 сооружают в соответствии со стандартными техническими условиями
20 для проезжей части дорог. Фундаменты 42 и 48 помещают на утрамбованную насыпь 52. Выше утрамбованной насыпи находится слой утрамбованного гранулированного материала 54. Проезжая часть дороги 50 может представлять собой слой упрочненного бетона и/или утрамбованного асфальта. Пролет 12 и высоту 14, конечно, выбирают так, чтобы получить замкнутое пространство, достаточное для пропуска под аркой 10
25 соответствующего автомобильного транспорта, потока воды и т.п.

Выше арки 10 пространство заполняют утрамбованным насыпным грунтом 58, имеющим относительно малую толщину покрытия в области 60. При стальных конструкциях с большим пролетом, как будет описано со ссылкой на фиг.17, обычно укладывают плиты из облегченного бетона и т.п. для несения совместно со стальной аркой 10 высоких
30 временных нагрузок, таких как от движения грузового автотранспорта по поверхности 62 эстакады. У конструкции по настоящему изобретению такие облегченные плиты или другие виды бетонного упрочнения поверх венцовой части 38, где, как показано на фиг.18, не нужны там, требуется покрытие 60 малой толщины. Это является значительным преимуществом конструкции поверхности 62 виадука, поскольку наклон подъездной части
35 64 значительно уменьшается. Поверхность 62 виадука сооружают обычным образом, когда участок 66 имеет обычно утрамбованный слой гранулированного материала и верхний слой из бетона и/или асфальта. В соответствии с настоящим изобретением за счет использования расположенных без промежутков по окружности в поперечном направлении элементов жесткости, образованных отдельными заполненными полостями, такая
40 конструкция обеспечивает упрочнение арки, которая легко выдерживает высокую временную нагрузку от движения грузового транспорта по виадуку 62. Заключенный в металлическую оболочку бетон в отдельных полостях, образованных между первым и вторым комплектами листов, обеспечивает унифицированное конструктивное решение композиционной арочной структуры, способной оказывать сопротивление изгибающим и
45 осевым нагрузкам, приложенным к арочной структуре.

Композиционный упрочняющий элемент жесткости по настоящему изобретению получают при заполнении полости, образованной при соединении внахлестку первого и второго комплектов листов 18 и 24. Как показано на сечении 3-3 фиг.3, гофрированный
50 стальной лист первого комплекта образует впадину 68, противоположную гребню 70 второго комплекта листов. В соответствии с этим конкретным вариантом первый и второй гофрированные листы имеют синусоидальные гофры, которые идентичны у первого и второго листов 18 и 24. Первый и второй листы соединены вместе там, где вершина гребня 72 первого листа контактирует с вершиной впадины 74 второго листа. Листы могут быть

соединены в этом месте с помощью различных типов крепежных средств. Предпочтительно использовать болты 76, пропущенные через соосные отверстия в первом и втором листах, соединяемые с помощью соответствующих гаек 78. Полость 80, в том виде, как она образована внутренними поверхностями 82 первого листа и 84 второго листа, расположена непрерывно от концов 26 вторых листов поперек арки. Бетон 86 заполняет полость 80 с образованием границы раздела 88 композита при соединении бетона 86 с внутренними поверхностями 82 и 84 стенок 90 и 92 соответствующих листов. Когда к арочной конструкции приложена нагрузка, граница раздела металл/бетон оказывает в композите упрочняющее действие благодаря влиянию средств 94, предусмотренных на внутренней поверхности 82 первого и второго листов, которые обеспечивают поперечную связь на границе раздела 88 между металлическими пластинами 90 и 92 и бетоном 86. Соппротивление сдвигу средств 94 выбирают в зависимости от конструктивных требований к арочному мосту 10. Понятно, что средство поперечной связи 94 может либо составлять единое целое с листами 90 и 92, либо быть присоединено к ним для оказания сопротивления сдвигу на границе раздела 88. В соответствии с конкретным вариантом, приведенным на фиг.3, средства поперечной связи 94 представляют собой отдельные штифты 96, присоединенные к внутренним поверхностям 82 и 84. В этом конкретном варианте штифты 96 присоединены к вершине 98 впадин 68 и вершине 100 гребней 70 второго комплекта листов. Такое расположение соединительных элементов поперечной связи обеспечивает повышение прочности изогнутой балки за счет предусмотренной поперечной связи в самом дальнем от центра и лежащем глубоко внутри волокна элемента жесткости, где напряжения сдвига максимальны в процессе изгиба.

Характерные особенности упрочнения отдельных смежных изогнутых элементов жесткости более подробно представлены на фиг.4. Первый и второй листы 18 и 20 образуют сплошную замкнутую полость, заполненную бетоном 86, с получением композиционного элемента бетон/сталь благодаря поперечным элементам 96 связи. Поперечные элементы 96 связи присоединены к поверхности раздела 88, чтобы бетон и сталь действовали в унисон, когда к арочной конструкции приложена нагрузка. В соответствии с настоящим изобретением при таком конструктивном решении усиленные элементы жесткости в арке способны оказывать сопротивление как положительным, так и отрицательным изгибающим моментам на арке, вызванным приложением нагрузок в верхней части, таких как высокие нагрузки от движения грузового автотранспорта. Другие конструктивные решения неспособны неукоснительно обеспечить сопротивление значительным положительным и отрицательным изгибающим моментам в конструкции. Другие конструктивные решения нуждаются в использовании облегчающих напряжения плит или стальной арматуры, располагаемых над конструкцией, чтобы либо снизить, либо обеспечить сопротивление положительному и отрицательному изгибу. Другие преимущества, которые вытекают из использования композита в соответствии с настоящим изобретением, состоят в том, что можно снизить толщину или вес металла, используемого при сборке первого и второго листов. Для листов могут использоваться другие металлы, нежели сталь, такие как алюминиевые сплавы. Смежные композиционные элементы жесткости, состоящие из стали и бетона, позволяют использовать также значительно большие пролеты при уменьшенном прогибе, и, что более важно, они позволяют использовать меньшее покрытие в конструктивных решениях арок и, следовательно, требуют меньше профессионализма при процедуре засыпки арочной конструкции или в других случаях допускают использование материала для засыпки более низкого сорта. Использование соединенных вместе первого и второго листов с образованием полостей для заполнения бетоном значительно облегчает монтаж конструкции, в то же время обеспечивая возможность значительно увеличить пролеты у конструкции, как станет очевидно из следующих ниже примеров с анализом сравнительной прочности конструкции. Для создания условий, чтобы бетон в полости 80 функционировал как композиционная несущая конструкция, как показано на фиг.4, в соответствующих впадинах 68 первого листа и гребнях 70 второго листа с интервалами друг от друга размещены штифты 96

соединительных элементов поперечной связи. Кроме того, противоположащие ряды штифтов размещены друг относительно друга в шахматном порядке для оптимизации поперечной связи на поверхности раздела 88 бетона и стали.

5 Как показано на фиг.5, предложен альтернативный вариант штифтов 96 элементов соединения. Впадина 68 имеет стороны 102 с наклоном книзу, а гребень 70 имеет стороны 104 с наклоном вверх. Штифты 96 элементов поперечной связи размещают тогда на наклоненных книзу сторонах впадины и наклоненных вверх сторонах гребня с увеличением тем самым количества штифтов соединительных элементов внутри полости 80, одновременно обеспечивая при этом необходимое свободное пространство в полости в поперечном направлении.

10 Как показано на фиг.6, предпочтительные штифты 96 со стойкой 106 и круглой расширенной головкой 108 имеют основание 110, приваренное контактной сваркой к стенке 90 первого листа. В соответствии с этим вариантом при контактной сварке в сварных швах 112 используется некоторое количество основного металла 113 при соединении штифтов 96 поперечной связи по месту.

15 На фиг.7 показано сечение полости 80, подлежащей заполнению бетоном 86 через патрубок 114 для жидкого бетона. Патрубок для жидкого бетона имеет муфту 116, которая соединена со стенкой 92 листа 24. Муфта имеет отверстие 118, через которое бетон вводят в полость 80 в направлении стрелки 120 при соединении трубопровода для подачи бетона с муфтой 116. Как только заполнение полости бетоном 86 завершается, на муфту может быть навинчена соответствующая пробка 124 для закрытия отверстия 118 после завершения заполнения бетоном. Важно, конечно, что можно использовать и другие методы заполнения полостей бетоном, такие как кратковременное присоединение трубопровода для подачи бетона с выпускной муфтой на конце к отверстию в стенке 92 20 листа с целью заполнения, а затем его удаление и установка заглушки и т.п. в отверстие листа 92.

25 Как описано ранее, на внутренней поверхности первого и второго листов могут быть использованы различные типы средств поперечной связи. На фиг.8 показаны расположенные на расстоянии друг от друга соединительные элементы 126 поперечной связи, полученные формовкой в стенке 90 первого листа 18. Все в целом соединительные элементы поперечной связи предпочтительно получать формовкой вдоль вершины впадины 98. Соединительные элементы 126 могут быть получены штамповкой в стенке листа 90 с образованием направленных вверх выступов 128. Как только бетон поступает в полость, все в целом формованные выступы 128 обеспечивают необходимую поперечную 30 связь с внутренней поверхностью 82 листа. Аналогичным образом, при использовании альтернативного варианта, показанного на фиг.9, на внутренней поверхности 82 формовкой получают множество рельефных выступов 130. Рельефные выступы 130 формируются на внутренней поверхности и являются достаточно глубокими для обеспечения поперечной связи с бетоном, когда он подается и заполняет внутреннюю полость 35 конструкции в собранном виде.

40 На фиг.10, 11 и 12 показаны альтернативные способы размещения первых и вторых листов с целью получения различных промежутков между изогнутыми валками по длине арки. На фиг.10 в основании арки предусмотрено множество взаимосвязанных листов 18. В выбранных вдоль основания арки положениях комплект вторых листов 24 соединен в 45 положении впадины 68 напротив гребня 70 второго листа с образованием полости 80. Одна или несколько впадин 68 могут быть пропущены (при присоединении) второго комплекта листов 24 с получением тем самым промежутков между элементами жесткости арки, взаимосвязанных с гофрами основных листов 18. Как один из альтернативных вариантов, как показано на фиг.11, второй комплект листов 24 может содержать множество гофров, 50 имеющих множество гребней 70 и соответственно множество полостей 80. Одну или две из множества полостей в каждом комплекте вторых листов 24 заполняют бетоном, как показано, с использованием элементов соединения 96 с поперечными связями. При конструкциях, приведенных на фиг.10 и 11, изогнутые элементы жесткости несут нагрузку,

где гофры основных листов 18 присоединены к этим балкам с получением единой конструкции. Важно то, что в зависимости от предварительно определенных или расчетных нагрузок можно, таким образом, определять промежутки между балками для обеспечения необходимого сопротивления положительному и отрицательному изгибу и осевым нагрузкам в конструкции в целом. Важно также, что второй лист 24 может иметь 3 и более гофров. Однако при ширине стального листа 75 см толщиной приблизительно от 3 до 7 мм возникают трудности при формовке свыше 2 гофров с достаточной глубиной и шагом. Как один из альтернативных вариантов, если используют алюминиевый лист шириной 120 см, то можно получить по меньшей мере от трех до четырех гофров, поскольку алюминий легко формуются.

В варианте, показанном на фиг.12, предусмотрено размещение без промежутков комплектов вторых листов 24 на основных листах 18. Комплекты листов соединены вместе с помощью болтов 76, при этом в некоторых местах может быть соединено вместе вплоть до 4 толщин пластин. Хотя это усложняет сборку, полученная в результате конструкция при заполнении бетоном каждой смежной полости противоположащих гофрированных первого и второго листов обеспечивает очень прочную конструкцию для оптимизации сопротивления положительным и отрицательным изгибающим и осевым нагрузкам в арке, когда она воспринимает постоянные нагрузки или поддерживает конструкцию и в процессе засыпки. Одним из преимуществ конструкции, описываемой со ссылкой на фиг.10 и 11, является то, что в комплекте взаимосвязанных вторых листов отсутствуют перекрытия, что тем самым исключает ситуации, когда подлежат соединению вплоть до 4 толщин листов, как в варианте, показанном на фиг.12.

На фиг.13 и 14 показаны альтернативные варианты, связанные с шагом гофров у первых и вторых листов по отношению один к другому. На фиг.13 второй лист 24 имеет шаг синусоидальной формы, где гребни 70 имеют отдельные промежутки, равные 1/2 ширины гребня 68 первого листа 18. Такое расположение предусматривает меньшее количество гофров у первого листа, который может быть толще, чем второй лист, который имеет большее количество гофров на единицу ширины второго листа. У полостей 80 предусмотрены соединительные элементы 96 поперечной связи показанной формы для образования элементов жесткости в виде изогнутых балок для упрочнения основной арочной конструкции.

Как один из альтернативных вариантов, как показано на фиг.14, второй лист 24 может иметь меньше гофров, чем у первого листа 18. По существу, он представляет собой перевернутое поперечное сечение фиг.13, только шаг как первого, так и второго листов увеличен, как видно по расстоянию между болтами 76. Что касается варианта на фиг.13, то в полостях 80 предусмотрены соединительные элементы поперечной связи в форме штифтов 96 для получения композиционных элементов жесткости бетон - металл.

Из фиг.13 и 14 очевидно, что полость 80 может иметь разные формы поперечного сечения при образовании композиционных элементов жесткости из бетона в металлической оболочке. Следующий альтернативный вариант показан на фиг.15, где второй лист 24 имеет полигональную форму гофров, которые в соответствии с данным вариантом имеют квадратную форму, хотя понятно, что второй лист 24 может иметь форму других многоугольников, такую как трапецеидальную, треугольную и т.п. Что касается других вариантов, то в полостях 80 предусмотрены соединительные элементы 96 поперечной связи для образования нужных элементов жесткости из композита бетон-металл для упрочнения основной арочной конструкции. При расположении, показанном на фиг.15, второй лист 24 с полигональной формой гофров позволяет разместить большее количество бетона выше плоскости впадин первого листа 18.

Размещение, показанное на фиг.16, предусматривает, что на первом листе 18 размещен плоский второй лист 24. Здесь плоский лист 24 уложен на плоскость, образованную вершинами впадин 72 первого листа. В полости 80 предусмотрены соединительные элементы 96 поперечной связи показанной формы, где может быть заполнена каждая полость 80. Использование плоского второго листа в комплекте вторых листов

способствует, чтобы при необходимости можно было использовать особые формы в поперечном сечении арки, например, в тех местах арки, где радиус кривизны относительно мал, при этом второму листу 24 можно легко придавать изогнутую форму для придания ему кривизны первого листа 18.

5 Из рассмотрения вариантов на фиг.10-16 очевидно, что может существовать большое количество конструктивных решений формы поперечного сечения полости. Понятно, что для получения наиболее эффективной формы элемента жесткости из композита металл-бетон для сопротивления изгибающим моментам требуется, чтобы полость располагалась выше и ниже плоскости гребней первого листа для получения тем самым 10 наибольшего возможного расстояния между наружным и внутренним волокнами элемента жесткости, то есть наибольшего момента сопротивления у элемента жесткости. Следовательно, предпочтительной формой первого и второго листов является такая, как описана со ссылкой на фиг.10-12, где противолежащие гребни второго листа расположены с большими промежутками по сравнению с противолежащими впадинами первого листа 15 для минимизации тем самым момента сопротивления отдельных элементов жесткости из композита металл-бетон.

Неожиданное преимущество, которое вытекает из различных вариантов настоящего изобретения при получении элементов жесткости, состоит в том, что пролет конструкции может быть существенно увеличен по сравнению с традиционными типами стальных 20 арочных конструкций, которые имеют другие типы элементов жесткости. За счет получения уникальных изогнутых элементов жесткости из композиционного материала бетон-металл, имеющих поперечную связь на поверхности раздела, можно осуществить значительные модификации в конструктивных решениях арок для получения новых полых пространств. Любые предшествующие технические решения конструкций не позволяют модифицировать 25 стандартные конструкционные решения арок, поскольку эти стандартные решения имеют ограниченные формы, которые, как считается, должны быть пригодны для сопротивления изгибающим моментам в конструкции. Когда второй комплект листов располагают от основания одной стороны арки до основания другой стороны арки, то увеличение стойкости к комплексному действию осевых и изгибающих нагрузок будет распространяться целиком 30 на всю арочную конструкцию. Такие уникальные композиционные изогнутые колонны балочного типа, где бетон заключен в оболочку из металла, позволяют инженеру-конструктору разрабатывать уникальные формы изогнутой конструкции для получения различных типов полых пространств, покрытий с малой толщиной и более аккуратных покатых подходов к проезжей части. Обычно такие альтернативные 35 конструктивные решения могли бы выполняться только в сильно упрочненных мостовых конструкциях из литого бетона. Конструктивные особенности настоящего изобретения, таким образом, состоят в том, что берется стандартный тип конструктивного решения арки для использования гофрированных металлических компонентов в совершенно новой арке с предложением альтернативных вариантов конструктивных решений для дорогостоящих 40 сильно упрочненных стандартных мостов из бетона.

Следующим преимуществом, которое вытекает из возможностей новых конструктивных решений оригинальных окруженных оболочкой полостей для арочных конструкций, является получение под аркой, но вне области виадука, участков окруженной оболочкой 45 полости, которые выполняют функции водоводов, галерей, дренажных каналов, вспомогательных проходов для пешеходов, животных и малых транспортных проездов, таких как для велосипедов. Несмотря на то что место для этих дополнительных конструкций может быть предусмотрено в более дорогостоящих выполненных из бетона мостах, металлическая конструкция арочного типа по настоящему изобретению реализует эти конструкции при значительно более низких затратах.

50 Следующее далее обсуждение предшествующих конструктивных решений стандартных конструкций, показанных на фиг.17 и 18, в сочетании с последующим структурным анализом этих стандартных конструкций в сравнении с новыми арочными конструкциями обнаруживает много значительных преимуществ нового конструктивного решения.

Приложение локализованной нагрузки, такой как временная нагрузка от проезда транспорта, как правило, будет вызывать два вида напряжений в гибкой арочной конструкции. На фиг.18 показана типичная деформация 154, которой подвергается под действием локализованной нагрузки арочная конструкция 146 из патента США №4390306. Из-за направленной вниз нагрузки 148 на венцовой части 150 конструкции возникают положительные изгибающие моменты 152 в венцовой части конструкции, а отрицательные изгибающие моменты 154 возникают в боковых частях. Это конкретное конструктивное решение представляет собой попытку противодействия положительным изгибающим моментам с помощью предусмотренной плиты 155. Однако контрфорсы 158 не оказывают никакого сопротивления отрицательным изгибающим напряжениям в боковых частях, поскольку конструкция обладает гибкостью в этом направлении. Вертикальная временная нагрузка также возникает в поперечном волокне поперечного сечения конструкции, передавая вертикальную осевую нагрузку 159 на фундамент 156 конструкции. Отношение изгибающих напряжений к вертикальным напряжениям в такой конструкции при определенной вертикальной нагрузке колеблется в зависимости от толщины перекрытия. Вообще говоря, чем тоньше покрытие, тем более локализованной будет становиться временная нагрузка, когда она достигает поверхности арочной конструкции, тем более высокая деформация будет возникать в своде и более высокие изгибающие напряжения будут иметь место в конструкции.

Стандартные гибкие арки 132 из гофрированного металла на фиг.17 оказываются особенно слабыми на сопротивление изгибающим напряжениям. Традиционные конструктивные решения имеют тенденцию ограничивать величину изгибающих напряжений в конструкции посредством попытки, насколько это возможно, распределить локализованную постоянную нагрузку 134 по конструкции. Наиболее очевидным способом является увеличение толщины грунтового покрытия 136. Локальная нагрузка, действующая на грунтовое покрытие, будет распределяться по толщине грунта в соответствии с областью 138 распределения напряжений, как показано пунктиром на фиг.17. Когда нагрузка достигает поверхности 140 венцовой части металлической оболочки арки, она будет представлять собой нагрузку, которая действует по большой площади поверхности оболочки. Главное напряжение в конструкции становится поэтому скорее осевым напряжением, нежели изгибающим напряжением. В традиционном конструктивном решении заглубленной гибкой арки должен быть предусмотрен стандартный минимальный слой покрытия. В ситуации, когда толщина покрытия ограничена и является меньше, чем требуемый минимум, должна быть предусмотрена ослабляющая напряжения плита 142 для дальнейшего расширения области 144 распределения напряжений по конструкции и вне ее. Ослабляющая напряжения плита 142 может быть расположена на верхней части арки 132, на поверхности 135 или в любом месте между ними. Поскольку плита 142 расположена вблизи верхней части арки, форма области распределения напряжений, конечно, будет изменяться. В любом случае, количество бетона, использованного в конструктивном решении элемента жесткости по настоящему изобретению, является значительно меньше, чем должно быть использовано в ослабляющей напряжения плите.

Следующий далее инженерный анализ демонстрирует неожиданные преимущества, получаемые из конструктивных решений по настоящему изобретению. Была разработана композиционная конструкция арочного типа из упрочненного бетоном гофрированного металла, показанного на фиг.1 и 4. Из первого комплекта профилированных металлических листов гофрированной формы из стали толщиной 3 да (по сортаменту размеров) был изготовлен профиль базовой арки пешеходного перехода с пролетом 19,185 м и высотой над фундаментами 8,708 м. Второй комплект профилированных металлических листов гофрированной формы, изготовленных из стали толщиной 3 да (по сортаменту размеров), был соединен вместе по типу покрытия первого комплекта взаимосвязанных листов базовой арки. Вторые комплекты листов были размещены в сегментах с двумя гофрами, расположенными поперек продольной длины арки, причем впадины гофров вторых комплектов листов соединили с гребнями первого комплекта листов, как показано на

фиг.11.

Предварительно покрытые цинком штифты поперечной связи, как показано на фиг.6, были присоединены посредством контактной сварки к первому и второму комплекту гофрированных металлических листов. Штифты поперечной связи имели диаметр 12 мм и длину 40 мм, с промежутками 800 мм по центру. Штифты поперечной связи были расположены в шахматном порядке между первыми и вторыми листами, как показано на фиг.4. В венцовой части второго комплекта листов был предусмотрен патрубок для жидкого раствора, как показано на фиг.7. Бетонный раствор под давлением 25 МПа вводили в полость через сопло для жидкого раствора после того, как концы полости были заглушены.

Условия местности требовали высоты покрытия для этой конструкции 1,13 м, тогда как стандарты по проектированию мостов требовали покрытия минимальной высотой 3,82 м для некомпозиционной металлической арочной конструкции. Для того чтобы использовать не композиционную металлическую арочную структуру при толщине стали 1 да (по сортаменту размеров) для первого комплекта профилированных листов и при толщине стали 1 да (по сортаменту размеров) для второго комплекта упрочняющих листов, в некомпозиционной металлической арке полости не заполняются бетоном и не используются штифты поперечной связи. Однако она требует использования ослабляющей напряжения бетонной плиты толщиной 300 мм при ширине 20 м, расположенной по всей длине конструкции, установленной на проезжей части дороги. Композиционная упрочненная бетоном конструкция по настоящему изобретению способна удовлетворить конструктивные требования при относительно низкой, минимальной величине покрытия без возникновения вышеописанных проблем, имеющих у описанных выше предшествующих конструктивных решений арочных структур.

Композиционная арочная конструкция из упрочненного бетоном гофрированного металла обеспечивает значительный экономический эффект как в расходах на материалы, так и при сооружении. Стоимость стали толщиной 3 да (по сортаменту размеров) вместе со штифтами значительно ниже, чем стоимость стали толщиной 1 да (по сортаменту размеров) без штифтов поперечной связи. Кроме того, количество бетона для заполнения полостей значительно меньше, чем количество бетона, используемого для сооружения ослабляющей напряжения плиты. Подсчитано, что стоимость не упрочненной арочной конструкции из гофрированного металла вместе с бетонными ослабляющими напряжения плитами по меньшей мере на 20% выше, чем стоимость композиционной конструкции по настоящему изобретению.

Настоящее изобретение преодолевает проблемы, связанные с временными нагрузками на арочных конструкциях с поверхностными покрытиями, посредством увеличения стойкости самой арочной конструкции к действию изгибающих моментов в венцовой и боковых частях. Наличие непрерывных изогнутых элементов жесткости у конструкции помогает ей противостоять положительным и отрицательным изгибающим моментам. Кроме того, в процессе этапа монтажа конструкции могло возникать выпучивание венцовой части из-за давления, действующего на боковые стороны. В этой ситуации в венечной части конструкции будет возникать отрицательный изгибающий момент, которому арочная конструкция из композита бетон/металл по настоящему изобретению способна противостоять в равной мере. Это дает значительное преимущество по сравнению с любым из предшествующих технических решений, которые проектируют главным образом для противодействия ограниченными положительным моментам и которые не способны одновременно оказывать сопротивление отрицательным моментам без дополнительно разработанных средств упрочнения. Более того, за счет увеличения стойкости к воздействию изгибающих моментов у изогнутой колонны балочного типа, подвергаемой совместному действию изгибающих и осевых нагрузок, стойкость колонны к совместному действию изгибающей и осевой нагрузки также возрастает.

Несмотря на то что здесь подробно описаны предпочтительные варианты настоящего изобретения, специалистам в данной области техники должно быть понятно, что, кроме того, могут быть разработаны дополнительные варианты без отступления от сущности

изобретения или сферы притязаний прилагаемой формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Композиционная упрочненная бетоном арочная конструкция (10) из гофрированного металла, содержащая первый комплект профилированных гофрированных металлических листов (18), связанных друг с другом с образованием пролета (12) основной арочной конструкции определенного поперечного сечения, высоты (14) и продольной длины (22), причем основная арочная конструкция имеет венцовую часть (38) и примыкающие к ней боковые части (40), а гофрированные металлические листы определенной толщины имеют гофры, расположенные поперек продольной длины арочной конструкции, с получением множества изогнутых колонн балочного типа в указанной основной арочной конструкции; второй комплект профилированных металлических листов (24), связанных друг с другом для покрытия и контакта с первым комплектом связанных листов основной арочной конструкции, причем второй комплект взаимосвязанных листов является непрерывным в поперечном направлении, включая, по меньшей мере, венцовую часть и соединен непосредственно с первым комплектом взаимосвязанных листов; второй связанный комплект листов и первый комплект листов соединены с образованием множества отдельных расположенных поперечно замкнутых непрерывных полостей (80), причем каждая полость образована внутренней поверхностью первого комплекта листов и противоположащей внутренней поверхностью второго комплекта листов, отличающаяся тем, что каждая непрерывная полость от одного конца полости до другого, ограниченная поперечной протяженностью второго комплекта листов, заполнена бетоном (86), причем в полости, заполненной бетоном, образована пограничная поверхность бетона, ограниченная внутренними поверхностями металла второго взаимосвязанного комплекта листов и первого комплекта металлических листов; внутренние поверхности каждого из первых и вторых листов содержат множество соединительных элементов (96) поперечной связи на упомянутой границе (88) раздела композита бетон-металл, причем соединительные элементы поперечной связи композита представляют собой элемент жесткости первых и вторых листов, выполненных с обеспечением действия бетона и металла, когда к упомянутой арочной конструкции приложена нагрузка, при этом соединительные элементы поперечной связи действуют также, как множество элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа для увеличения комбинированного сопротивления основной арочной конструкции положительному и отрицательному изгибу и осевым нагрузкам, причем количества листов второго комплекта достаточно для получения необходимого количества указанных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа для противодействия предполагаемым нагрузкам, приложенным к указанной конструкции, при этом поперечное сечение пролета превышает 15 м и обеспечивается удержание требуемой нагрузки элементами жесткости изогнутых колонн балочного типа при малой толщине покрытия выше арки пролета.

2. Арочная конструкция по п. 1, отличающаяся тем, что второй комплект листов является плоским.

3. Арочная конструкция по п. 1, отличающаяся тем, что второй комплект листов (24) представляет собой гофрированные металлические листы с, по меньшей мере, одним гофром, причем гофр второго комплекта листов расположен поперечно относительно продольной длины арочной конструкции (10), при этом участки впадин второго гофрированного листа соединены с участками гребней первого комплекта листов (18).

4. Арочная конструкция по п.1 или 3, отличающаяся тем, что второй комплект листов имеет большее количество гофров на единицу ширины листа, чем количество гофров на такую же единицу ширины первого листа и/или в которой гофры имеют в поперечном сечении форму синусоиды или многоугольника.

5. Арочная конструкция по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что второй комплект листов (24) простирается с огибанием пролета арочной конструкции от основания (44,46) одной из боковых частей (40) по венцовой части до основания (44,46) другой боковой части,

или в которой указанный второй комплект листов простирается с огибанием основной части пролета арочной конструкции от середины одной из боковых частей по венцовой части (38) до середины другой боковой части.

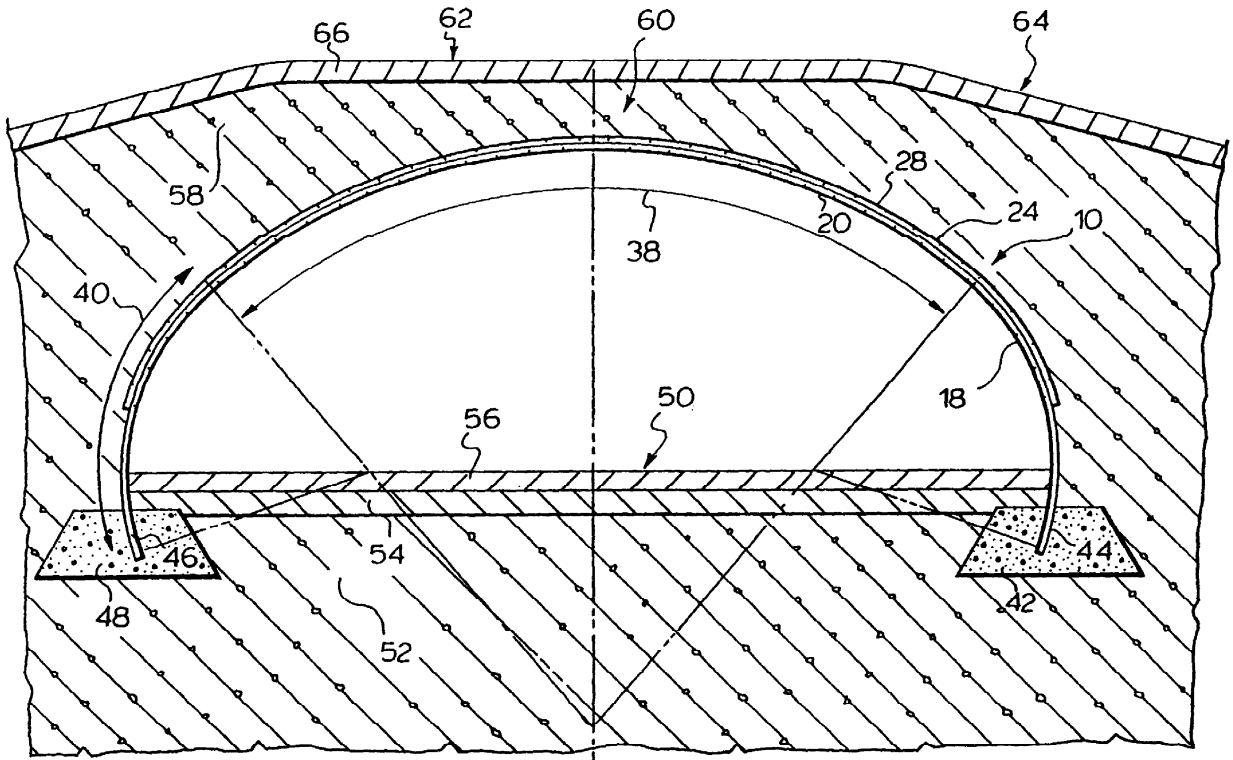
5 6. Арочная конструкция по п. 5, отличающаяся тем, что указанная конструкция выполнена в виде овальной галереи, арочного пешеходного перехода, коробчатой галереи, круглой галереи или эллиптической галереи.

7. Арочная конструкция по п. 1, отличающаяся тем, что соединительные элементы (94) поперечной связи на границе раздела композита выполнены в виде множества интегральных, по существу, поперечных выступов, образованных на первых и вторых 10 листах (18,24), для противодействия относительно перемещению между бетоном (86) и первым и вторым комплектом металлических листов или соединительные элементы поперечной связи на указанной границе (88) раздела композита выполнены в виде выступающих внутрь штифтов (96), закрепленных на внутренних поверхностях полости, образованной первым комплектом листов и вторым комплектом листов, или в которой 15 соединительные элементы поперечной связи на указанной границе раздела композита выполнены в виде штампованных выступов (130), образованных на внутренних поверхностях первых и вторых листов .

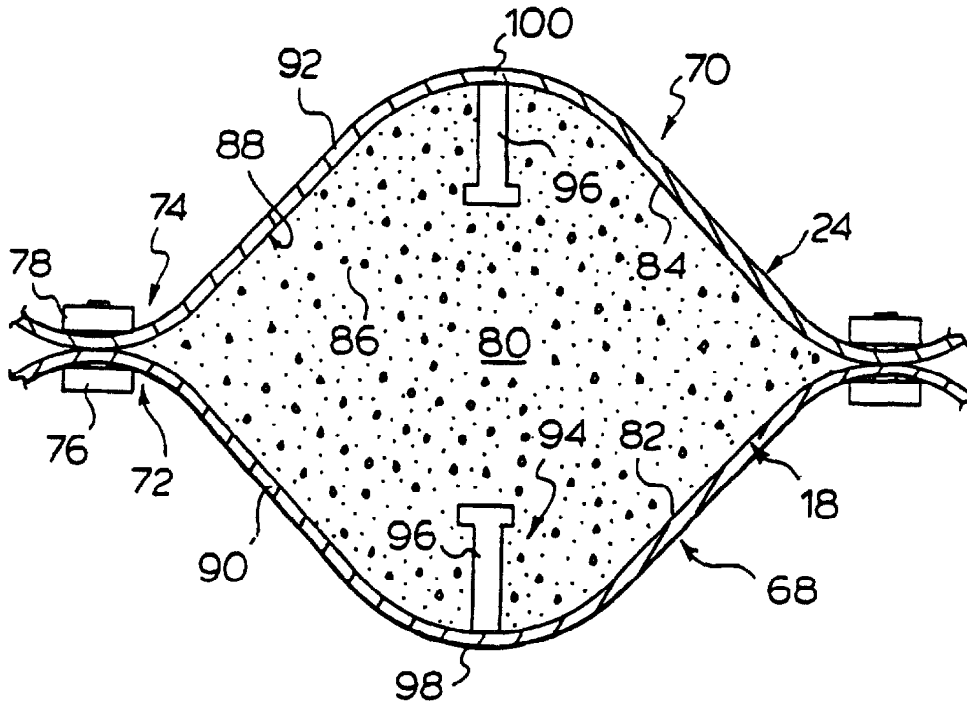
8. Арочная конструкция по п. 1, отличающаяся тем, что второй комплект листов (24) содержит множество гофров для образования множества смежных поперечно 20 расположенных полостей (80), причем, по меньшей мере, одна из смежных полостей содержит соединительные элементы (94) поперечной связи и заполнена (36) бетоном для получения элемента жесткости изогнутой колонны балочного типа, и, предпочтительно, в которой каждая из смежных полостей содержит соединительные элементы поперечной связи и заполнена бетоном для получения расположенных рядом друг с другом групп 25 указанных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа и, предпочтительно, в которой гофрированный лист каждого из первого и второго комплекта листов (18,24) имеет одинаковый синусоидальный профиль, посредством чего смежными гребнями первого комплекта, соединенными болтами с совмещенными с ними смежными впадинами второго комплекта, образована каждая полость и, предпочтительно, в которой соединительные 30 элементы поперечной связи выполнены в виде выступающих внутрь штифтов (96), присоединенных к внутренним поверхностям каждой полости, причем штифты расположены в шахматном порядке вдоль противоположащих внутренних поверхностей первого и второго комплекта листов и, предпочтительно, в которой гофрированный лист имеет синусоидальный гофрированный профиль с глубиной, выбираемой от 25 до 150 мм, 35 и шагом, выбираемым от 125 до 450 мм и, предпочтительно, в которой на каждом конце полости предусмотрены пробки (30), и, предпочтительно, в которой указанная полость заполнена бетоном через множество отверстий (32), выполненных в указанном втором комплекте листов, причем каждое отверстие закрыто пробкой после завершения заполнения бетоном каждой отдельной полости.

40 9. Арочная конструкция по п. 1, отличающаяся тем, что второй комплект гофрированных листов (24) покрывает первый комплект листов (18), причем второй комплект листов покрывает непрерывно в направлении продольной длины (22) первый комплект листов на длине, которая обеспечивает эффективное восприятие нагрузки, при этом выбранные 45 полости (80) содержат соединительные элементы (94) поперечной связи и заполнены бетоном (86) для получения достаточного количества элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа и, предпочтительно, в которой каждая из смежных полостей содержит соединительные элементы поперечной связи и заполнена бетоном для получения смежных элементов жесткости изогнутых колонн балочного типа вдоль эффективной продольной длины арочной конструкции, которая несет нагрузку.

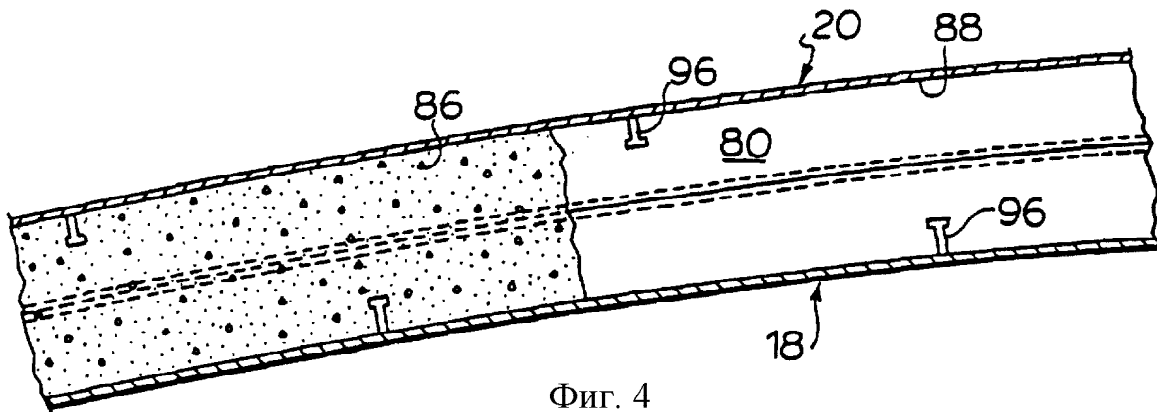
50



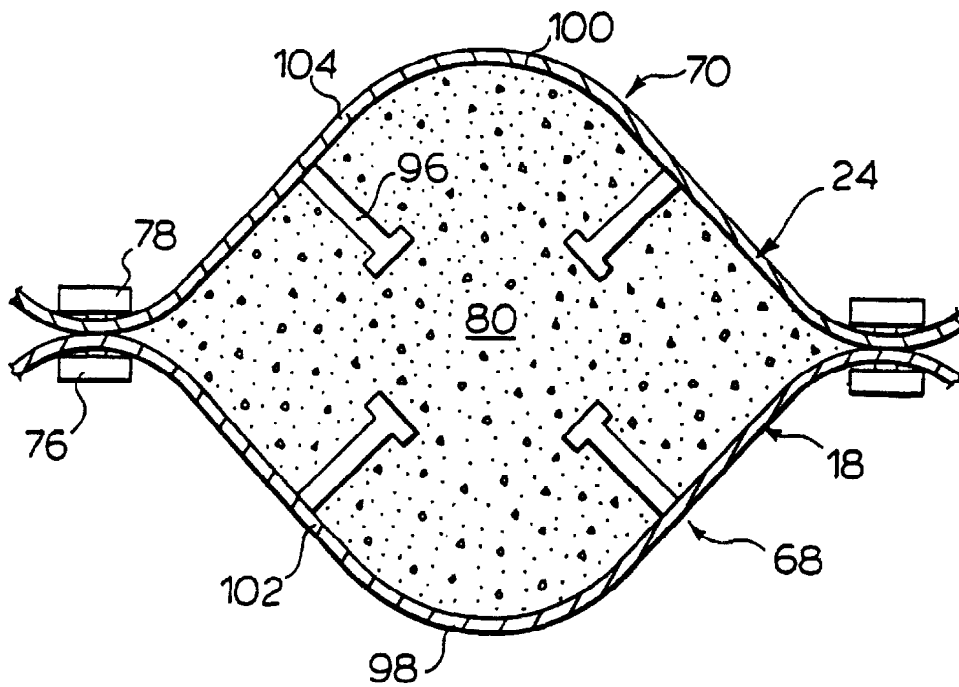
Фиг. 2



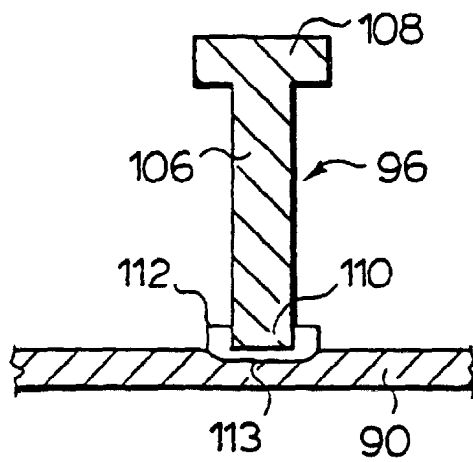
Фиг. 3



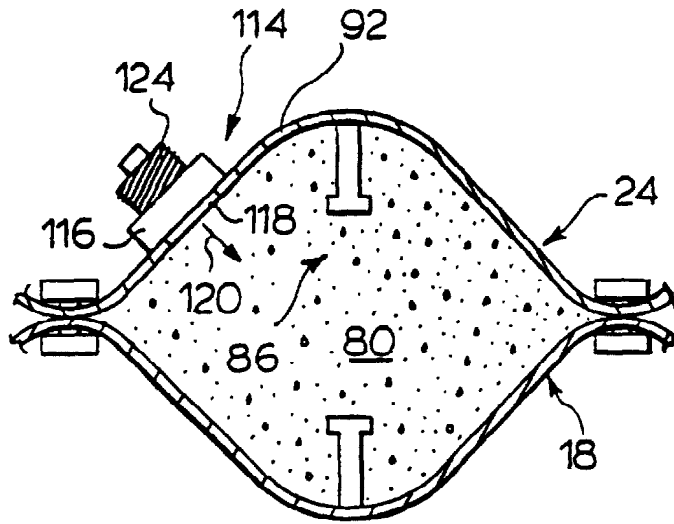
Фиг. 4



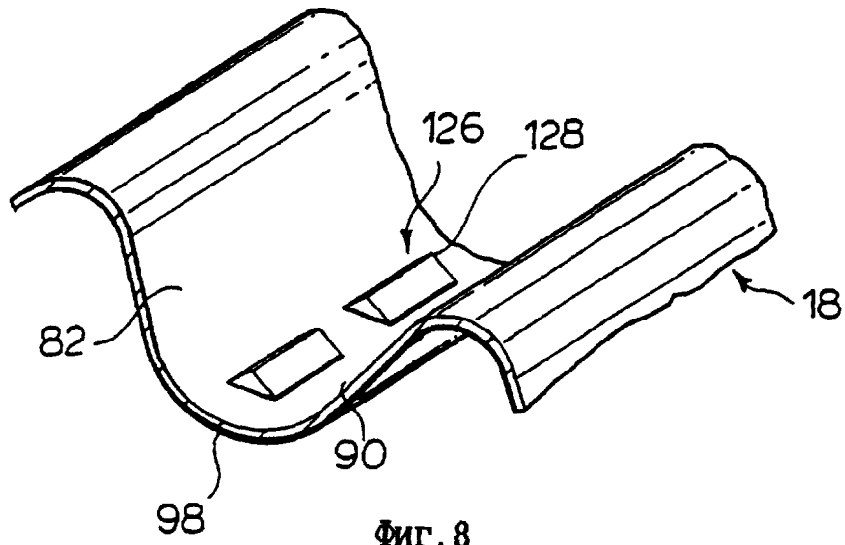
Фиг. 5



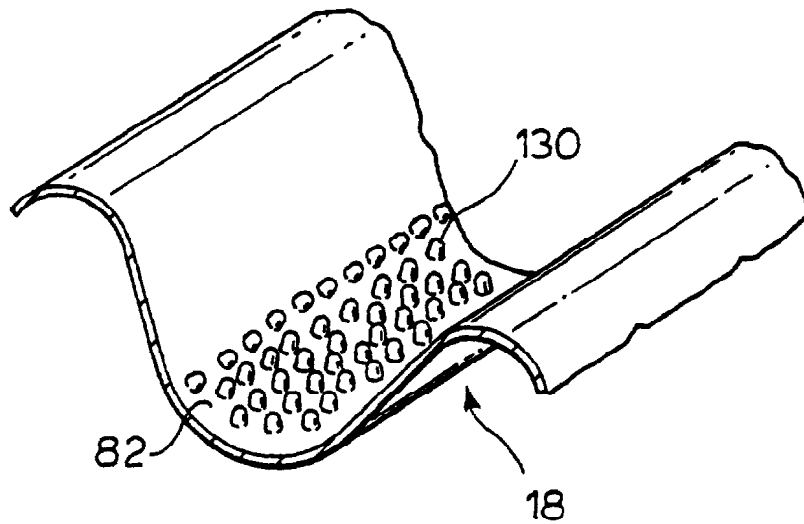
Фиг. 6



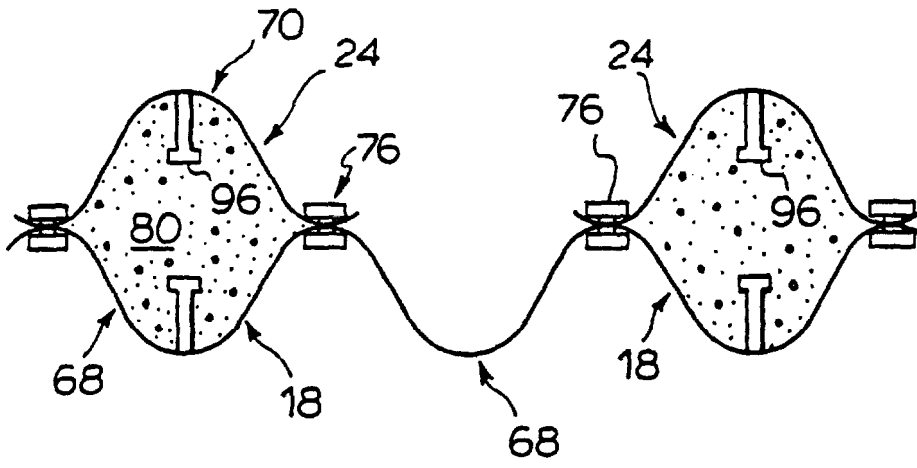
Фиг. 7



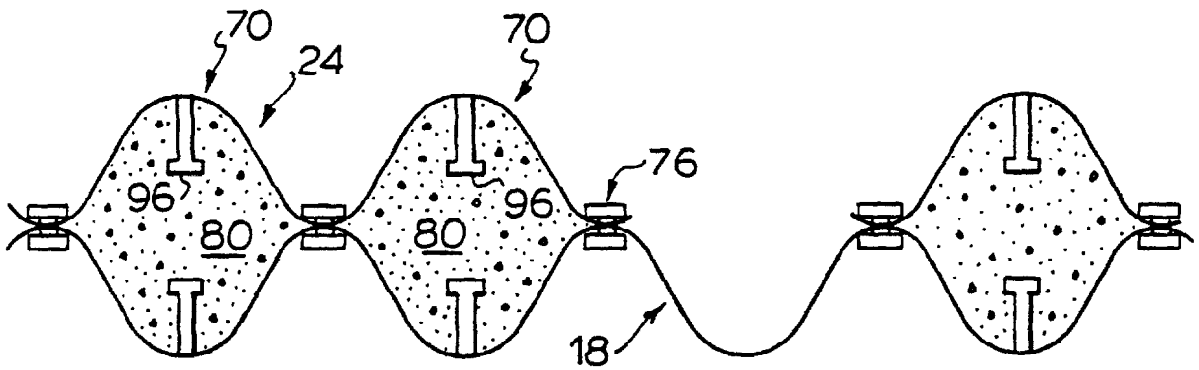
Фиг. 8



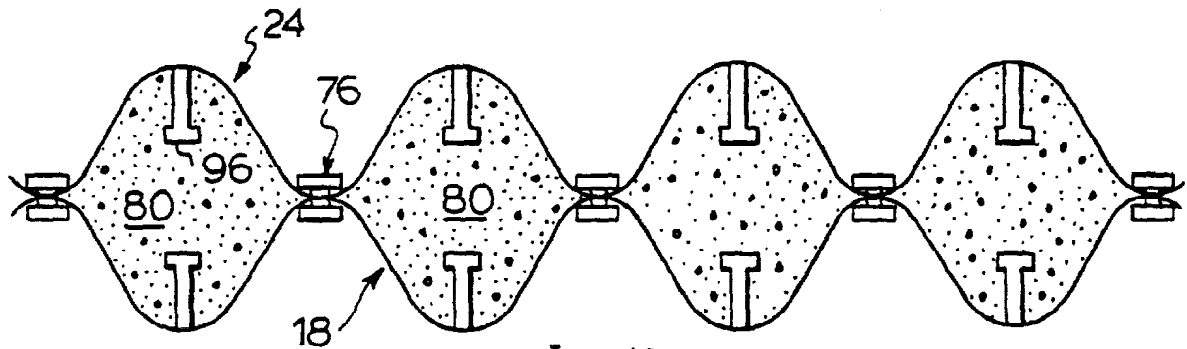
Фиг. 9



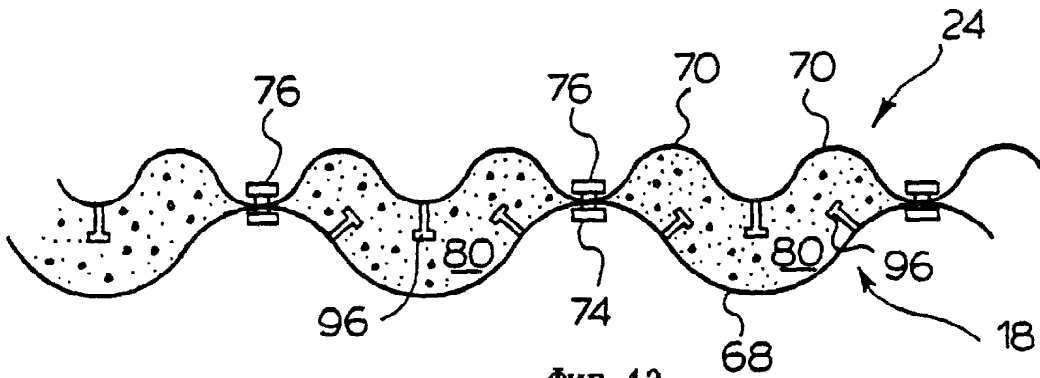
Фиг. 10



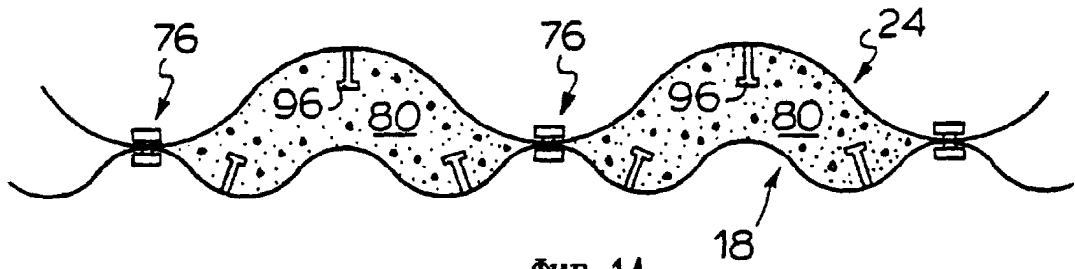
Фиг. 11



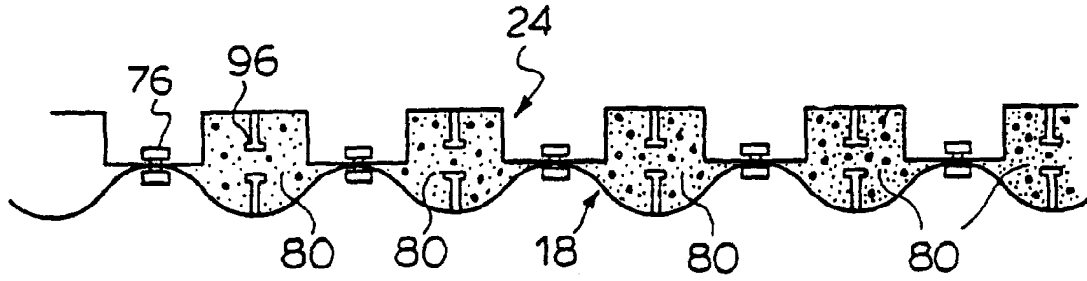
Фиг. 12



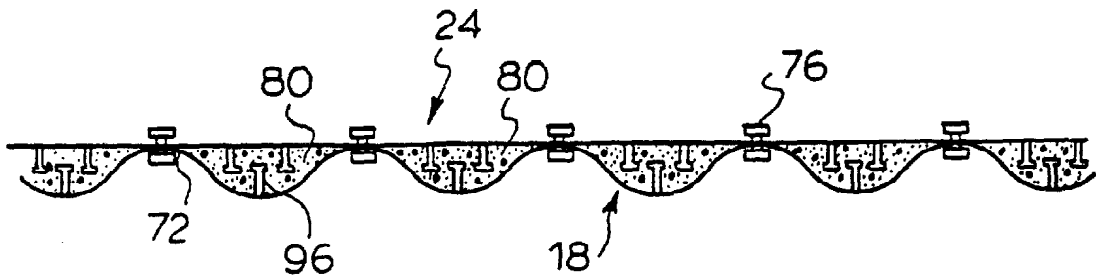
Фиг. 13



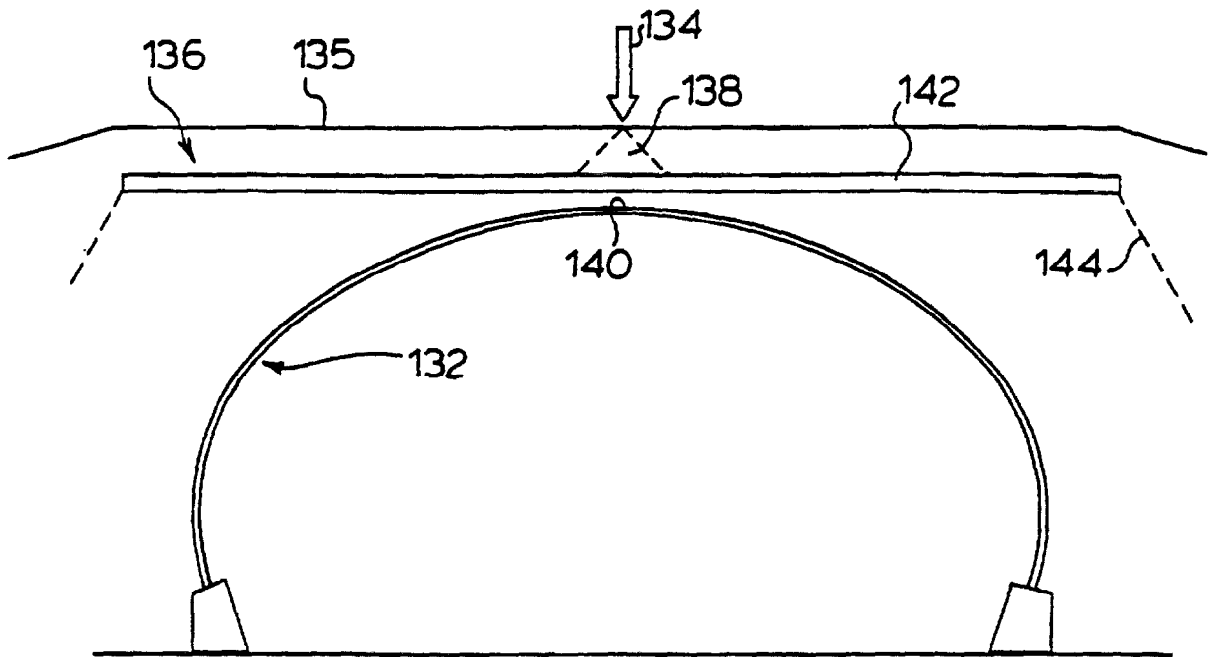
Фиг. 14



Фиг. 15

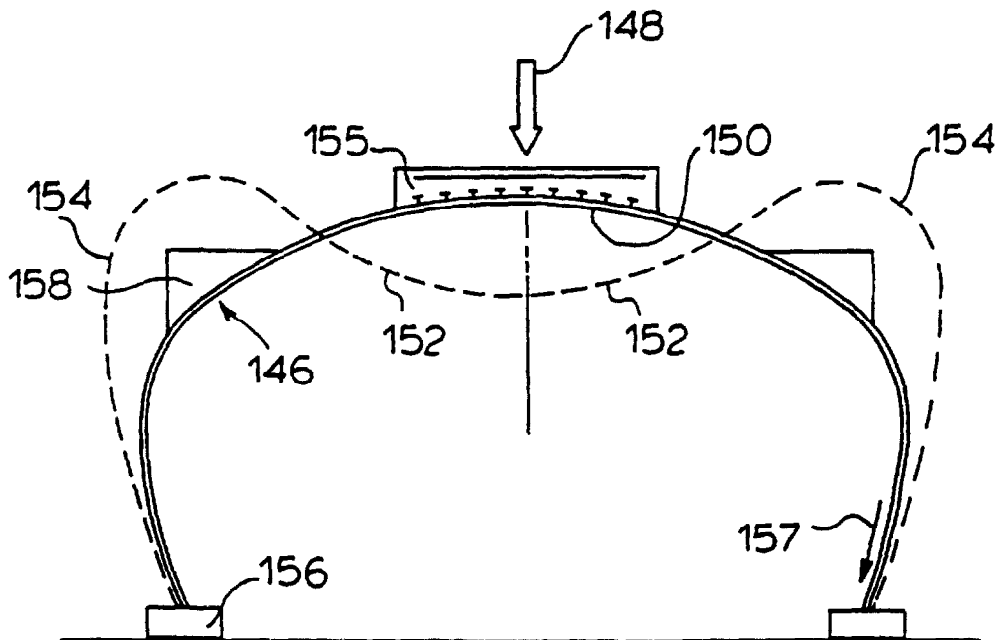


Фиг. 16



(ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ)

Фиг. 17



(ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ)

Фиг. 18