



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(51) МПК
C04B 28/02 (2006.01)
C04B 16/06 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2008123598/04, 06.09.2006**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.09.2006

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
11.11.2005 IT MI2005A002156

(43) Дата публикации заявки: **20.12.2009** Бюл. № 35

(45) Опубликовано: **20.02.2011** Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **EP 1245547 A1, 02.10.2002. EP 1541726 A1, 15.06.2005. JP 2004100098 A, 02.04.2004. JP 2004143731 A, 20.05.2004. RU 2000131201 A, 10.11.2002. RU 2233254 C2, 10.12.2002.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **11.06.2008**

(86) Заявка РСТ:
EP 2006/066076 (06.09.2006)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2007/054388 (18.05.2007)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364**

(72) Автор(ы):

МАНТЕГАЦЦА Джованни (IT)

(73) Патентообладатель(и):

РУРЕДИЛ С.п.А. (IT)

(54) СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ И СПОСОБ АРМИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительному элементу и способу армирования строительного элемента. Армирующая конструкция выполнена из волокна из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] и внедрена в слой цементного раствора. Цементный раствор содержит, %: цемент 5-95; тонкоизмельченные инертные минеральные наполнители 10-70; характеризующиеся размером частиц, меньшим

чем 700 микронов; химические добавки, включающие ненасыщенные сополимерные смолы 0,1-25; разжижающие добавки 0,05-2,5; тиксотропные добавки, относящиеся к классу целлюлозы 0,005-1. Все приведенные процентные содержания являются массовыми и получаются при расчете на совокупную массу цементного раствора. Способ состоит из формирования слоя цементного раствора на армируемом строительном элементе и внедрения в слой цементного раствора

армирующей конструкции. Технический результат - обеспечение термогигрометрического переноса между строительной конструкцией и внешней средой,

где строительный элемент демонстрирует стойкость к огню и к агрессивным химическим средам при проявлении хороших механических свойств. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 13 ил.

RU 2 4 1 2 1 2 8 C 2

RU 2 4 1 2 1 2 8 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
C04B 28/02 (2006.01)
C04B 16/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2008123598/04, 06.09.2006**

(24) Effective date for property rights:
06.09.2006

Priority:

(30) Priority:
11.11.2005 IT MI2005A002156

(43) Application published: **20.12.2009** Bull. 35

(45) Date of publication: **20.02.2011** Bull. 5

(85) Commencement of national phase: **11.06.2008**

(86) PCT application:
EP 2006/066076 (06.09.2006)

(87) PCT publication:
WO 2007/054388 (18.05.2007)

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

MANTEGATsTsA Dzhovanni (IT)

(73) Proprietor(s):

RUREDIL S.p.A. (IT)

(54) STRUCTURAL ELEMENT AND METHOD OF REINFORCING BUILDING STRUCTURE

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a structural element and a method of reinforcing a building structure. The reinforcing structure is made from poly[benz(1,2-D:5,4-D')bisoxazole-2,6-diy1-1,4-phenylene] fibre and is incorporated into a layer of mortar. The mortar contains the following in %: cement 5-95; finely ground inert mineral filler 10-70; characterised by particle size smaller than 700 micrometres; chemical additives which include unsaturated copolymer resins 0.1-25; liquefying additives 0.05-2.5; thixotropic agents which relate

to the cellulose class 0.005-1. All percentage content values are weight percentages and are obtained based on total weight of the mortar. The method involves formation of a layer of mortar on a reinforced structural element and incorporation of the reinforcing structure into the layer of mortar.

EFFECT: ensuring thermohydrometric transfer between the building structure and the external medium, where the structural element demonstrates fire resistance and resistance to aggressive chemical media, as well as good mechanical properties.

11 cl, 13 dwg

Настоящее изобретение относится к строительному элементу и способу армирования строительной конструкции.

Известно, что после установки строительные конструкции (сооруженные из кирпича, неармированного бетона, армированного бетона и тому подобного) подвергаются медленному, но неуклонному разрушению с течением времени, вызванному агрессивными средами окружающей среды или неудовлетворительным выполнением и/или неподходящим выбором материалов для данной конкретной области применения.

Традиционно строительные конструкции армируют с применением сетки, полученной электрической сваркой, которая обертывает конструкцию для увеличения ее пластичности.

Однако данному способу присущи многочисленные недостатки, включающие трудность установки, обусловленную массой и неудобством в обращении сетки, полученной электрической сваркой, и риск коррозии сетки, полученной электрической сваркой, в особенности в агрессивных средах.

Для устранения данных недостатков была разработана система армирования на основе использования лент и тканей из углеродных или других волокон, которые накладывают при использовании термопластичной смолы, обычно эпоксидной смолы, для обеспечения адгезии между строительной конструкцией и углеродными лентами.

Однако данная система также обладает определенными недостатками, включающими недостаточную температуру, которую она способна выдерживать; в связи с этим присутствие эпоксидной смолы ограничивает температуру значением, равным приблизительно 80°C, поэтому в случае пожара эпоксидная смола быстро разрушится и вызовет очень быстрое отделение углеродных армирующих лент от конструкции.

Дополнительные недостатки использования систем армирования с углеродными волокнами обусловлены токсичностью для оператора и окружающей среды, связанной с использованием эпоксидных смол, очень высокой стоимостью как эпоксидных смол, так и углеродных лент, и, наконец, тем, что эпоксидные смолы создают барьер, который препятствует термогигрометрическому переносу между строительной конструкцией и внешней средой; поэтому на практике влага остается захваченной внутри строительной конструкции и не может естественным образом перемещаться в направлении внешней среды.

Дополнительная система армирования описана в немецком патенте DE A 19525508, в котором раскрыто армирование строительной конструкции в результате нанесения на нее минеральной матрицы в виде слоя цементного раствора, после этого напрессовывания на него текстильной армирующей сетки для внедрения ее в цементный раствор и, наконец, нанесения второго слоя цементного раствора того же самого типа, что и первый слой.

Однако данной системе армирования свойственен значительный недостаток, заключающийся в использовании цементного раствора, полученного из смеси цемента, наполнителей и стирол/акрилатной дисперсии в воде, при этом данный последний компонент (стирол/акрилатная дисперсия в воде) придает цементному раствору в особенности высокую текучесть, которая приводит к его стеканию при нанесении на вертикальные стены; кроме того, присутствие стирол/акрилата вызывает разрушение с образованием трещин в сухом цементном растворе.

Для устранения также данных недостатков в документе EP 1245547 описана система армирования, состоящая из нанесения конкретного цементного раствора на

обрабатываемый компонент, внедрения в данный слой цементного раствора сетки из углеродных волокон, стеклянных волокон, арамидных волокон, сложного полиэфира, полиэтилена и тому подобного и, наконец, нанесения второго слоя цементного раствора поверх первого.

В частности, цементный раствор, описанный в упомянутом патенте, обеспечивает возможность термогигрометрического переноса между компонентом строительной конструкции и внешней средой и демонстрирует такую же огнестойкость, что и строительная конструкция.

Неожиданно заметили, что цементный раствор типа, указанного в документе EP 1245547, вместе с армирующей конструкцией, полученной из волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена], обеспечивает получение механических результатов (выраженных в армировании) (в дополнение к преимуществам, указанным в документе EP 1245547), которые удивительным образом превосходят соответствующие результаты для других типов армирования.

В частности, упомянутую армирующую конструкцию получают из ткани (в которой волокна утка и основы переплетены друг с другом) или из сетки (в которой волокна утка и основы взаимно наложены друг на друга, но не переплетены).

Поэтому техническая задача настоящего изобретения заключается в создании строительного элемента и способа армирования строительной конструкции, которые обеспечат термогигрометрический перенос между строительной конструкцией и внешней средой, где строительный элемент демонстрирует стойкость к огню и к агрессивным химическим средам при проявлении в то же самое время очень хороших механических свойств (выраженных в армировании).

Достижения технической задачи, вместе с данными и другими задачами, в соответствии с настоящим изобретением добиваются при помощи строительного элемента и способа армирования строительной конструкции, соответствующих прилагаемой формуле изобретения.

Дополнительные характеристики и преимущества изобретения будут более очевидны из описания предпочтительного, но не исключительного варианта реализации элемента и способа изобретения, приведенного со ссылкой на прилагаемые чертежи, которые представлены в порядке неограничивающего примера и на которых:

фиг.1 представляет собой таблицу, описывающую механические характеристики волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] (CAS No. 60857-81-0, представлены на рынке под наименованием "zylon");

фиг.2 представляет собой таблицу, сравнивающую механические характеристики волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] (CAS No. 60857-81-0, представлены на рынке под наименованием "zylon") и других синтетических волокон;

фиг.3 представляет собой таблицу, описывающую физическую природу синтетических сеток, используемых для проведения испытаний на изгиб;

фиг.4 представляет собой таблицу, описывающую бетонную смесь, используемую для получения образцов для испытаний в испытании на изгиб;

фиг.5 представляет схему армирования образцов бетона для испытаний по отношению к изгибу и армирования их по отношению к деформации;

фиг.6 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армирующей сеткой из полипропиленовых волокон;

фиг.7 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армирующей сеткой из арамидных волокон;

фиг.8 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армирующей сеткой из стеклянных волокон;

фиг.9 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армирующей сеткой из углеродных волокон;

фиг.10 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армирующей сеткой из углеродных волокон/арамидных волокон;

фиг.11 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армирующей сеткой из углеродных волокон/волокон из сложного полиэфира;

фиг.12 представляет собой график, показывающий диаграмму нагрузка-отклонение для образцов для испытаний с армированием, полученным из сетки волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] (CAS No. 60857-81-0, представлены на рынке под наименованием "zylon"); и

фиг.13 представляет собой схематичный разрез строительного элемента согласно изобретению.

На чертежах строительный элемент везде показан под номером 1.

Строительный элемент 1 включает центральную конструкцию 2, состоящую из армируемого элемента конструкции, который может, например, представлять собой изделия из кирпичной кладки, неармированного бетона или армированного бетона.

Центральную конструкцию 2 покрывают слоем цементного раствора 3; данный цементный раствор, в частности, описан в 1 документе EP 1245547 и содержит цемент в количестве от 5% до 95%, тонкоизмельченные инертные минеральные наполнители в количестве от 10% до 70%, характеризующиеся размером частиц, меньшим чем 700 микронов, химические добавки, включающие ненасыщенные сополимерные смолы в количестве от 0,1% до 25%, разжижающие добавки в количестве от 0,05% до 2,5% и тиксотропные добавки, относящиеся к классу целлюлозы, в количестве от 0,005% до 1%, при этом все приведенные процентные содержания являются массовыми и получаются при расчете на совокупную массу цементного раствора.

Ненасыщенные сополимерные смолы предпочтительно относятся к акрилатному типу; ненасыщенные сополимерные смолы, и/или разжижающие добавки, и/или тиксотропные добавки добавляют к строительному раствору в виде жидкой смеси или в виде порошка.

Армирующую конструкцию 4 в виде волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] (CAS No. 60857-81-0) внедряют внутрь слоя цементного раствора 3, при этом армирующую конструкцию 4 получают в частности из волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена], производимых в компании Toyobo Company под коммерческим наименованием "zylon"; механические характеристики данного волокна показаны на фиг.1.

Предпочтительно армирующая конструкция представляет собой текстильную конструкцию или сетчатую конструкцию, характеристики которой предпочтительно представляют собой то, что описано в документе EP 1245547.

Разжижающие добавки для цементного раствора (в частности, они также описаны в документе EP 1245547) выбирают из группы, состоящей из полимеров на основе поликонденсированного лигнина, бета-нафталин- или меламинаформальдегидсульфонатов и полимеров на основе модифицированных полиакрилатных цепей.

Испытания на механическую деформацию под нагрузкой проводили для образцов

бетона для испытаний размером 600×150×75 миллиметров, армированных по отношению к изгибу посредством системы армирования, описанной в документе ЕР 1245547; использовали синтетические сетки различных типов, в числе которых и волокно «zylon», химическая природа сетки и механические характеристики волокон, используемых для испытаний, описаны на фиг.3 и 2 соответственно.

Структура смеси бетона, используемого для получения образцов для испытаний, была одинакова для всех образцов для испытаний и состояла из смеси, описанной в таблице фиг.4.

Что касается фиг.5, то в данном случае образцы бетона для испытаний армировали при помощи армирующей конструкции 11 и подвергали испытанию на изгиб в четырех точках 12, 13, 14, 15, причем нагрузку и отклонение измеряли на осевой линии.

Испытание проводили при контролируемом смещении со скоростью испытания 0,01 миллиметр/минута и при использовании динамометрического элемента с максимальной допустимой нагрузкой 50 кН.

На образцах для испытаний делали надрезы на их осевой линии (в позиции 16) на внутренней вогнутой поверхности с глубиной надреза 1 сантиметр.

Для каждого типа синтетической сетки получили 25 армированных образцов для испытаний, показанных на фиг.5, причем каждый образец для испытаний подвергали испытанию на изгиб в четырех точках, при этом нагрузку и отклонение измеряли на осевой линии.

Результаты испытания показаны на фиг.6-12.

В частности:

- образцы бетона для испытаний, армированные по отношению к изгибу при помощи сетки из полипропиленового волокна (фиг.6), показали, что полипропиленовое волокно почти не имеет возможности обеспечить увеличение максимальной нагрузки и, следовательно, не способно формировать эффективное армирование конструкции;

- образцы бетона для испытаний, армированные по отношению к изгибу при помощи сетки из арамидного волокна (фиг.7) или при помощи сетки из стеклянного волокна (фиг.8) продемонстрировали незначительное увеличение максимальной нагрузки, однако волокно в результате его выхода из матрицы быстро теряет свою эффективность, что демонстрирует нисходящая ветвь кривой;

- образцы бетона для испытаний, армированные по отношению к изгибу при помощи сетки из углеродного волокна (фиг.9), или при помощи сетки из смешанных углеродного и арамидного волокон (фиг.10), или при помощи сетки из смешанных углеродного волокна и волокна из сложного полиэфира (фиг.11) оказались наиболее эффективными по сравнению с предыдущими протестированными вариантами армирования. В связи с этим форма кривой нагрузка/отклонение демонстрирует увеличение максимальной нагрузки и пластичный характер типа кривизны (медленное понижение второй ветви кривой);

- образцы бетона для испытаний, армированные по отношению к изгибу при помощи сетки из волокна «zylon» (фиг.12), демонстрируют (как показано на фиг.) нагрузку, которая увеличивается до значения, в два раза превышающего то, что наблюдали для углеродного армирования, что значительно увеличивает пластичность армирования, о чем может свидетельствовать площадь под соответствующей кривой.

Настоящее изобретение также относится к способу армирования строительной конструкции.

Способ состоит из формирования на армируемой строительной конструкции

покрывающего слоя цементного раствора вышеупомянутого типа и внедрения в слой цементного раствора армирующей конструкции, полученной из волокна из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] (CAS No. 60857-81-0).

5 Армирующая конструкция в подходящем случае представляет собой сетчатую конструкцию.

На практике было установлено, что строительный элемент и способ армирования строительной конструкции изобретения являются особенно целесообразными, так как они делают возможным получение армирования для поврежденных конструкций, демонстрирующего превосходные механические характеристики при создании в то же самое время условий для термогигрометрического переноса между конструкцией и внешней средой и обеспечения стойкости даже в экстремальных условиях, таких как присутствие огня или агрессивных сред.

15 Строительный элемент и способ армирования строительной конструкции, разработанные таким образом, допускают многочисленные модификации и варианты, из которых все попадают в объем концепции изобретения; более того, все конкретные детали можно заменить технически эквивалентными элементами.

На практике используемые материалы и размеры можно произвольно выбирать в соответствии с требованиями и уровнем техники.

Формула изобретения

1. Армирующая конструкция для строительного элемента, содержащая центральную армирующую конструкцию, внедренную в слой цементного раствора, отличающийся тем, что цементный раствор содержит цемент в количестве от 5% до 95%, тонкоизмельченные инертные минеральные наполнители в количестве от 10% до 70%, характеризующиеся размером частиц, меньшим 700 мкм, химические добавки, включающие ненасыщенные сополимерные смолы в количестве от 0,1% до 25%, разжижающие добавки в количестве от 0,05% до 2,5% и тиксотропные добавки, относящиеся к классу целлюлозы, в количестве от 0,005% до 1%, при этом все приведенные процентные содержания являются массовыми и получаются при расчете на совокупную массу цементного раствора, при этом центральная армирующая конструкция выполнена из волокон из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена].

2. Армирующая конструкция по п.1, отличающаяся тем, что ненасыщенные сополимерные смолы, и/или разжижающие добавки, и/или тиксотропные добавки добавлены к строительному раствору в виде жидкой смеси или в виде порошка.

40 3. Армирующая конструкция по п.1, отличающаяся тем, что армирующая конструкция представляет собой текстильную конструкцию.

4. Армирующая конструкция по п.1, отличающаяся тем, что армирующая конструкция представляет собой сетку.

45 5. Армирующая конструкция по п.1, отличающаяся тем, что разжижающие добавки выбраны из группы, состоящей из полимеров на основе поликонденсированного лигнина, бета-нафталин- или меламинаформальдегид сульфонов и полимеров на основе модифицированных полиакрилатных цепей.

50 6. Способ армирования строительной конструкции, состоящий из формирования на армируемой строительной конструкции покрывающего слоя цементного раствора, содержащего цемент в количестве от 5% до 95%, тонкоизмельченные инертные минеральные наполнители в количестве от 10% до 70%, характеризующиеся размером частиц, меньшим 700 мкм, химические добавки, включающие ненасыщенные

сополимерные смолы в количестве от 0,1% до 25%, разжижающие добавки в количестве от 0,05% до 2,5% и тиксотропные добавки, относящиеся к классу целлюлозы, в количестве от 0,005% до 1%, при этом все приведенные процентные содержания являются массовыми и получаются при расчете на совокупную массу цементного раствора, и внедрения в слой цементного раствора армирующей конструкции, отличающийся тем, что армирующую конструкцию получают из волокон из поли [бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена].

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что ненасыщенные сополимерные смолы, и/или разжижающие добавки, и/или тиксотропные добавки добавляют к строительному раствору в виде жидкой смеси или в виде порошка.

8. Способ по п.6, отличающийся тем, что армирующая конструкция представляет собой текстильную конструкцию.

9. Способ по п.6, отличающийся тем, что армирующая конструкция представляет собой сетку.

10. Способ по п.6, отличающийся тем, что разжижающие добавки выбирают из группы, состоящей из полимеров на основе поликонденсированного лигнина, бета-нафталин- или меламинформальдегид сульфонов и полимеров на основе модифицированных полиакрилатных цепей.

11. Применение волокна из поли[бенз(1,2-D:5,4-D')бисоксазол-2,6-диил-1,4-фенилена] для армирования конструкции, полученной с использованием цементного раствора, содержащего цемент в количестве от 5% до 95%, тонкоизмельченные инертные минеральные наполнители в количестве от 10% до 70%, характеризующиеся размером частиц, меньшим 700 мкм, химические добавки, включающие ненасыщенные сополимерные смолы в количестве от 0,1% до 25%, разжижающие добавки в количестве от 0,05% до 2,5% и тиксотропные добавки, относящиеся к классу целлюлозы, в количестве от 0,005% до 1%, при этом все приведенные процентные содержания являются массовыми и получаются при расчете на совокупную массу цементного раствора.

Элементарное волокно, децитекс	1,7
Плотность (г/см ³)	1,56
Предел прочности при растяжении (сн/дтекс) (ГПа) (кг/мм ²)	37
	5,8 590
Модуль упругости при растяжении (сн/дтекс) (ГПа) (кг/мм ²)	1720
	270
	28000
Относительное удлинение при разрыве (%)	2,5
Равновесная влажность (%)	0,6
Температура разложения (°С)	650
ППП	68

ФИГ.1

	Предел прочности на разрыв		Модуль упругости		Относительное удлинение %	Плотность (г/см ³)	Равновесная влажность %	ППП
	(сн/дтекс)	(ГПа)	(сн/дтекс)	(ГПа)				
ZYLON	37	5,8	1720	270	2,5	1,56	0,6	68
Высокомодульный п-арамид	19	2,8	850	109	2,4	1,45	4,5	29
м-арамид	4,5	0,65	140	17	22	1,38	4,5	29
Высокопрочный полиэфир	35	3,5	1300	110	3,5	0,97	0	16,5
Сложный полиэфир	8	1,1	125	15	25	1,38	0,4	17

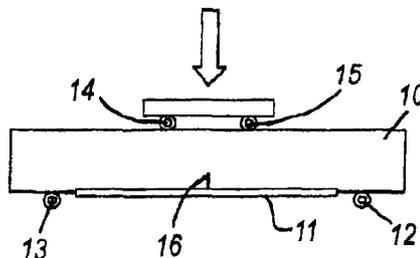
ФИГ.2

НОМЕР СЕТКИ	ТИП ВОЛОКНА
СЕТКА 1	УГЛЕРОДНОЕ
СЕТКА 2	АРАМИДНОЕ
СЕТКА 3	СТЕКЛЯННОЕ
СЕТКА 4	УГЛЕРОДНОЕ/АРАМИДНОЕ
СЕТКА 5	УГЛЕРОДНОЕ/ИЗ СЛОЖНОГО ПОЛИЭФИРА
СЕТКА 6	ПОЛИПРОПИЛЕН
СЕТКА 7	ZYLON

ФИГ.3

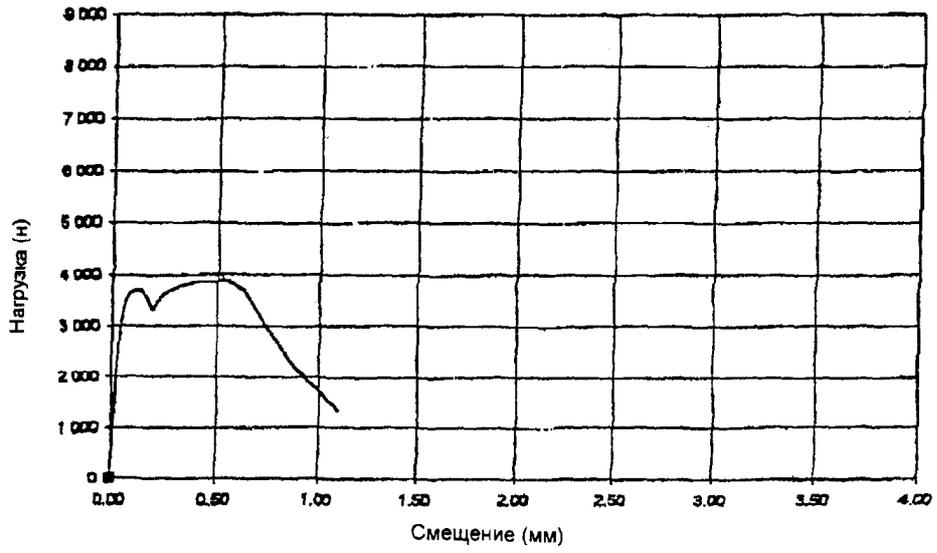
МАТЕРИАЛ (ГРАНУЛОМЕТРИЯ)	ДОЗИРОВКА ДЛЯ 1 м ³
Песок 0,2-0,35 мм	442 Kg
Песок 0,6-1,5 мм	78 Kg
Мелкий гравий 2,0-3,0 мм	331 Kg
Гравий 4,0-8,0	404 Kg
Гравий 10,0-18,0	621 Kg
Цемент СЕМ 42,5R II/A-L	400 Kg
A/C (соотношение цементный раствор/вода)	0.5

ФИГ.4



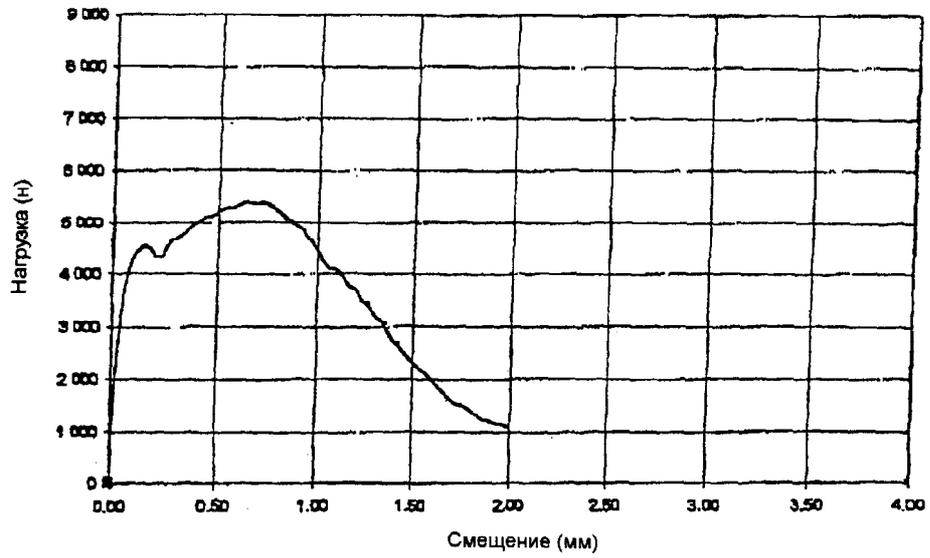
ФИГ.5

Диаграмма нагрузка-смещение



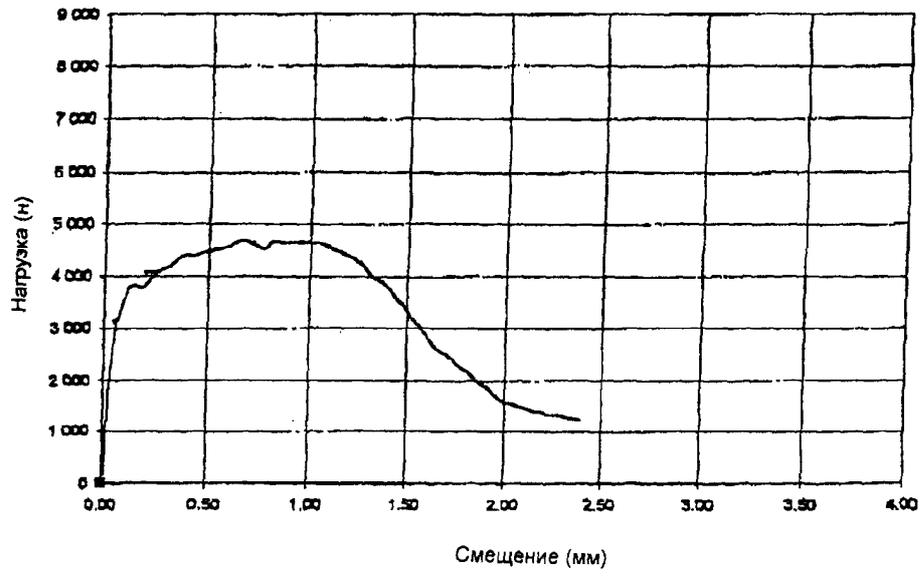
ФИГ.6

Диаграмма нагрузка-смещение



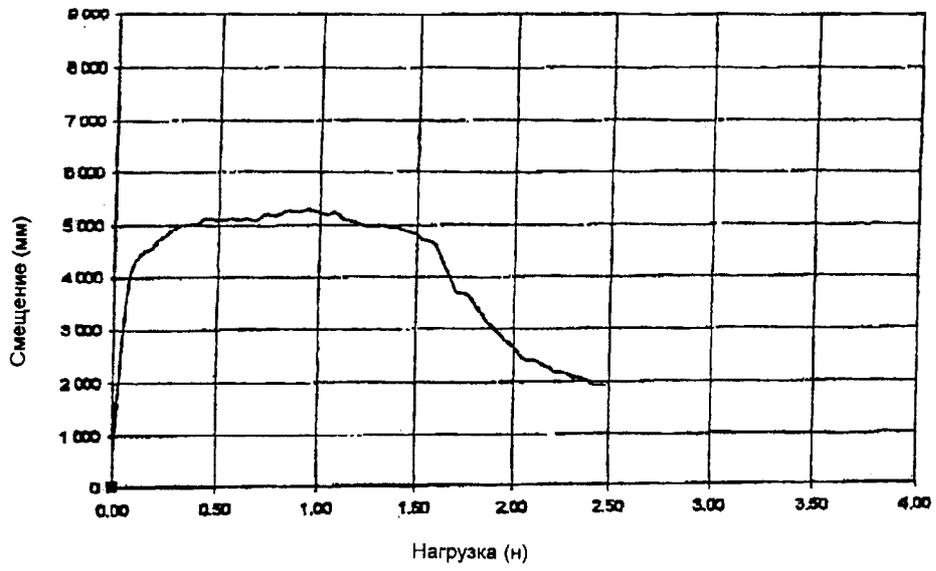
ФИГ.7

Диаграмма нагрузка-смещение



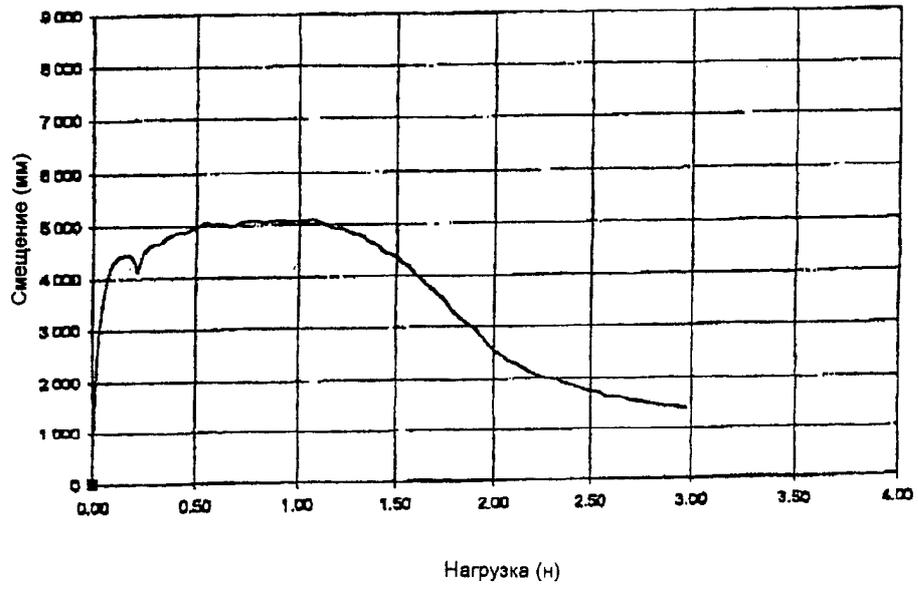
ФИГ.8

Диаграмма нагрузка-смещение



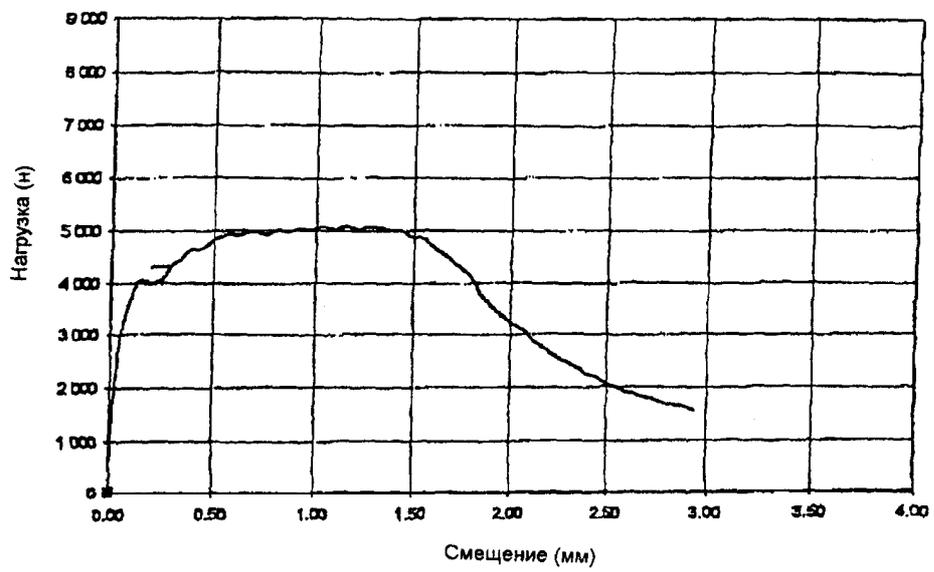
ФИГ.9

Диаграмма нагрузка-смещение



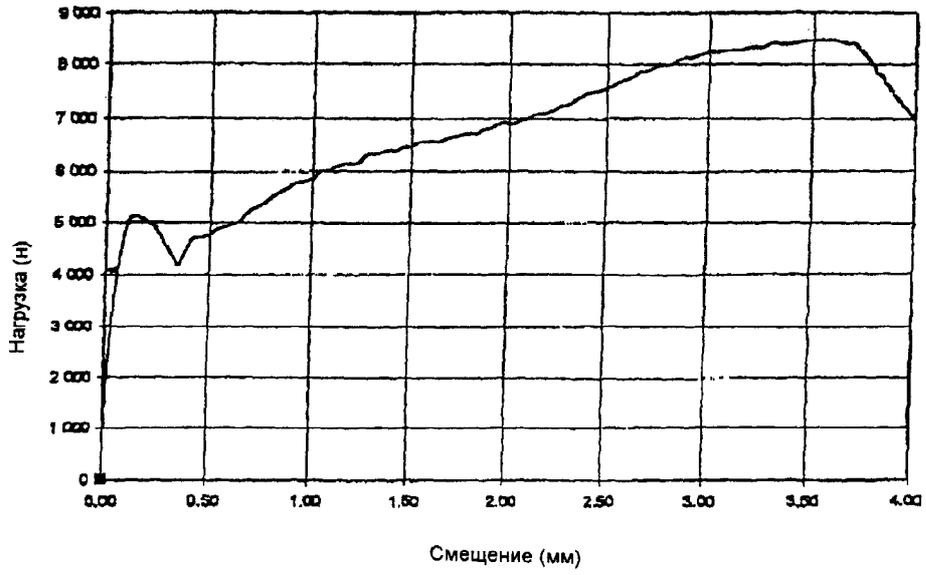
ФИГ.10

Диаграмма нагрузка-смещение

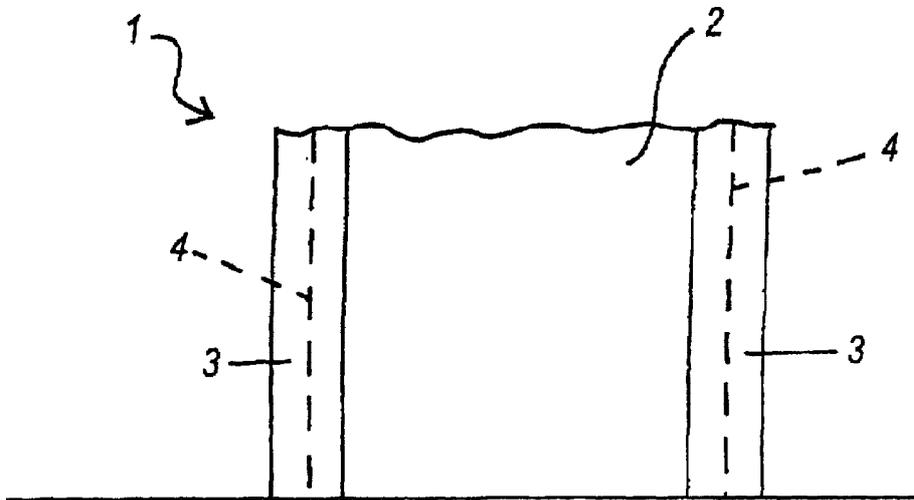


ФИГ.11

Диаграмма нагрузка-смещение



ФИГ.12



ФИГ.13