



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016114614, 14.04.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.04.2016Дата регистрации:
09.10.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.04.2016

(45) Опубликовано: 09.10.2017 Бюл. № 28

Адрес для переписки:
640002, г. Курган, ул. Томина, 106, кв. 52, Попову
Игорю Павловичу

(72) Автор(ы):

Моисеев Олег Юрьевич (RU),
Парышев Дмитрий Николаевич (RU),
Овчинников Игорь Георгиевич (RU),
Копырин Владимир Иванович (RU),
Харин Валерий Васильевич (RU),
Овчинников Илья Игоревич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

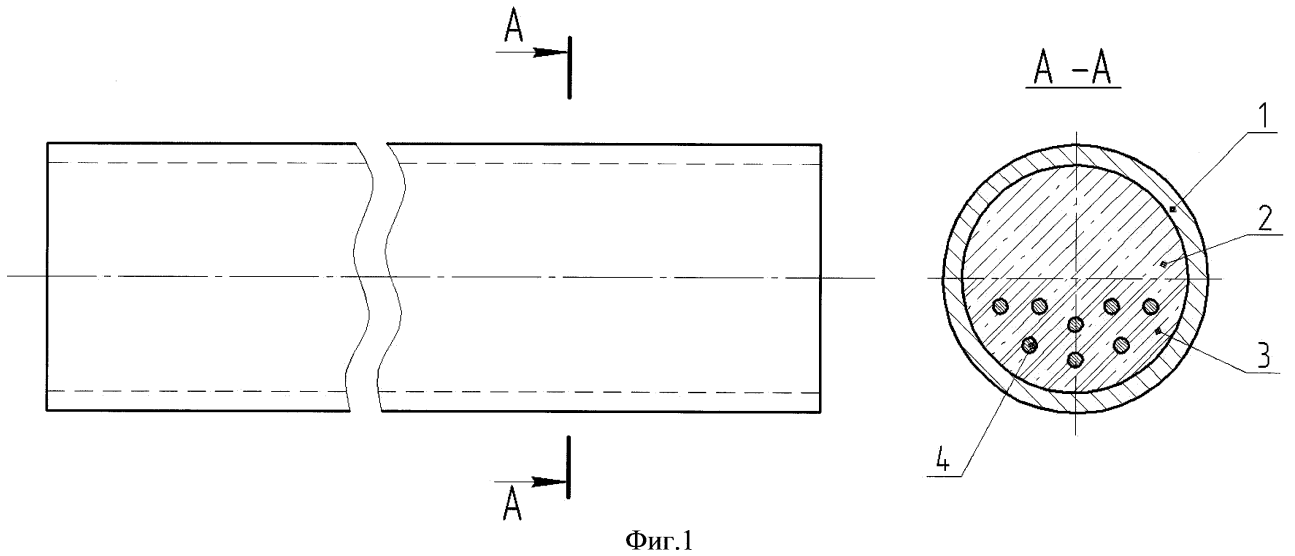
Моисеев Олег Юрьевич (RU),
Парышев Дмитрий Николаевич (RU),
Овчинников Игорь Георгиевич (RU),
Копырин Владимир Иванович (RU),
Харин Валерий Васильевич (RU),
Овчинников Илья Игоревич (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2167985 C1, 27.05.2001. SU
580292 A1, 15.11.1977. RU 2377372 C1,
27.12.2009. BY 4458 C1, 30.06.2002. CN
202990119 U, 12.06.2013. JP 2001132103 A,
15.05.2001.

(54) ТРУБОБЕТОННАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННАЯ БАЛКА

(57) Реферат:

Трубобетонная предварительно напряженная балка относится к области строительства, а именно к предварительно напряженным элементам пролетных строений малых и средних мостов, а также к строительным конструкционным элементам общего назначения. Технический результат заключается в повышении несущей способности при работе трубобетонного элемента на изгиб и уменьшении трещинообразования бетонного ядра, а также в повышении технологичности. У трубобетонной предварительно напряженной балки, содержащей оболочку в виде трубы и железобетонное ядро с армирующими элементами, поперечное сечение ядра содержит два сегмента, при этом первый из них имеет бетонное наполнение, а второй - бетонное наполнение и предварительно растянутые армирующие элементы,

расположенные продольно и обеспечивающие в ненагруженной балке напряжения сжатия бетонного ядра с максимальными значениями, исходя из прочности бетона на сжатие в этом сегменте и максимальными напряжениями растяжения, из условия отсутствия трещинообразования в бетоне в первом сегменте, при рабочих нагрузках на балку, направленных от первого ко второму сегменту ядра. Оболочка может быть выполнена из старогондой нефтегазовой трубы или может быть выполнена неметаллической. Ядро может состоять, полностью или частично из фибробетона или иного композиционного материала. Оболочка может иметь некруглое сечение в поперечной плоскости. Оболочка может быть переменного сечения в продольной плоскости. 5 з.п. ф-лы, 5 ил.



RU 2632798 C1

RU 2632798 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E04C 3/26 (2006.01)
E04B 1/22 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016114614, 14.04.2016**(24) Effective date for property rights:
14.04.2016Registration date:
09.10.2017

Priority:

(22) Date of filing: **14.04.2016**(45) Date of publication: **09.10.2017** Bull. № 28

Mail address:

**640002, g. Kurgan, ul. Tomina, 106, kv. 52, Popovu
Igoryu Pavlovichu**

(72) Inventor(s):

**Moiseev Oleg Yurevich (RU),
Paryshev Dmitrij Nikolaevich (RU),
Ovchinnikov Igor Georgievich (RU),
Kopyrin Vladimir Ivanovich (RU),
Kharin Valerij Vasilevich (RU),
Ovchinnikov Ilya Igorevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Moiseev Oleg Yurevich (RU),
Paryshev Dmitrij Nikolaevich (RU),
Ovchinnikov Igor Georgievich (RU),
Kopyrin Vladimir Ivanovich (RU),
Kharin Valerij Vasilevich (RU),
Ovchinnikov Ilya Igorevich (RU)**(54) **TUBE-CONCRETE PRESTRESSED BEAM**

(57) Abstract:

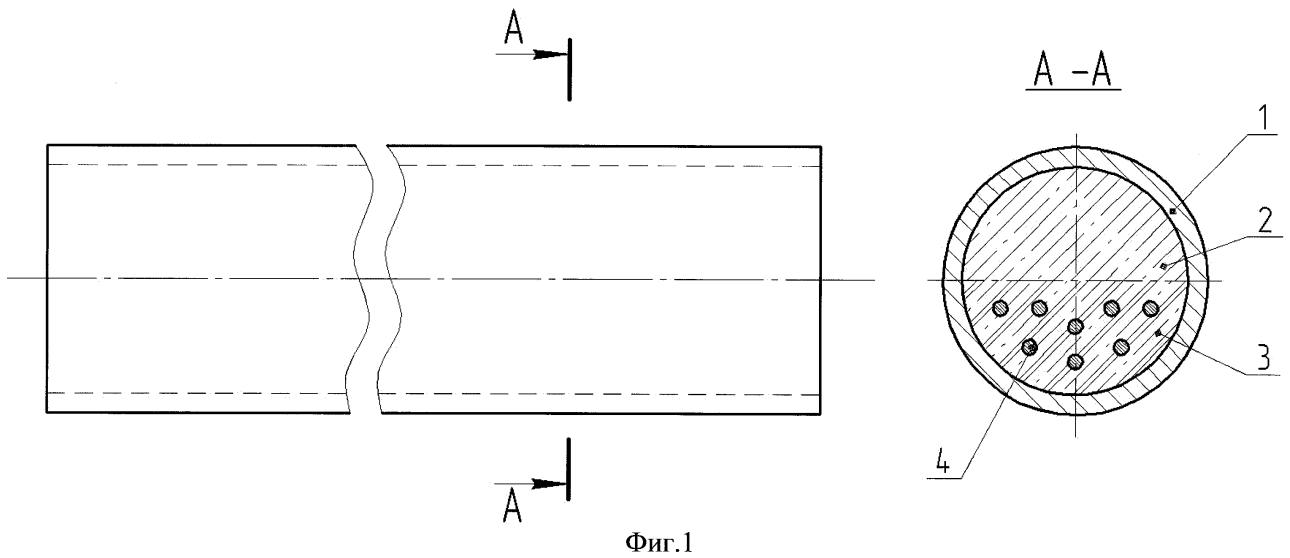
FIELD: construction.

SUBSTANCE: tube-concrete prestressed beam, containing a shell in the form of a pipe and a reinforced concrete core with reinforcing elements, cross section of the core contains two segments. The first one has concrete filling, and the second one - concrete filling and pre-tensioned reinforcing elements located longitudinally and providing compression stress of concrete core in unstressed beam with peak values, based on the strength of the concrete in extrusion in this segment and the peak tensile stresses, based on the absence of crack formation in concrete in the first segment, when workloads on the beam are aimed from

the first segment of the core to the second one. The shell can be made of used oil and gas pipe or can be made non-metallic. The core can consist of fiber-reinforced concrete or other composite material, fully or partly. The shell can have a non-circular cross-section in the transverse extent. The shell can be of variable cross-section in the longitudinal extent.

EFFECT: increased carrying capacity during the operation of the tube-concrete element by bending and reduced concrete core crack formation, increased manufacturability.

6 cl, 5 dwg



RU 2632798 C1

RU 2632798 C1

Изобретение относится к области строительства, а именно к предварительно напряженным элементам пролетных строений малых и средних мостов, а также к строительным конструкционным элементам общего назначения.

5 Конструкции с использованием трубобетонных элементов начали широко применяться в промышленности и в гражданском строительстве более 70-ти лет назад. Трубобетон представляет собой бетон, заключенный в металлическую трубу. Но, как показывает мировой опыт использования прямых трубобетонных балок (у которых отсутствует кривизна их осей), всегда ограничиваются конструкциями, где балки применяются или в качестве колонн, или в качестве стоек. При этом обеспечивается осесимметричное или внецентренное нагружение сжатием трубобетонной конструкции, у которой бетонное ядро работает в условиях объемного сжатия.

10 Трубобетонные конструкции в пролетных строениях мостов можно использовать только в виде арок, у которых бетонное ядро всегда работает в условиях объемного сжатия (Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», том 7, №4, (2015), <http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf>). Однако любые арочные конструкции сложны и затратны в изготовлении и транспортировке их к месту строительства моста и уже только по этим показателям существенно проигрывают прямым балкам.

15 Аналогом предлагаемой балки является конструкция «Высокопрочный железобетонный элемент, работающий на сжатие» (авт. св. СССР №580292). Недостаток его состоит в том, что бетонное ядро элемента предназначено для восприятия только сжимающих нагрузок (как в колоннах и в стойках) и для предотвращения потери устойчивости высокопрочных стержней, расположенных параллельно вдоль линии действия сжимающей нагрузки. К тому же предложенное в этом изобретении армирование может не обеспечить устойчивость самого железобетонного элемента при действии значительных сжимающих нагрузок, приложенных с большим эксцентриситетом. Существенно, что такую конструкцию невозможно использовать в пролетных строениях мостов, которые нагружены поперечными относительно оси трубобетонной балки нагрузками от собственного веса пролетного строения и веса транспортных средств, приводящими к изгибным деформациям, с последующим образованием трещин в нижней (растянутой) части бетонного ядра и его разрушением.

30 Наиболее близким аналогом является «Трубобетонный преднапряженный элемент с веерным армированием» (патент РФ №2167985), в котором элемент состоит из наружной оболочки металлической трубы, бетонного ядра, выполненного из напрягающего бетона, и размещенного в нем сердечника, представляющего собой высокопрочные арматурные стержни периодического профиля, расходящиеся веером от середины к концам оболочки и жестко закрепленные в ее отверстиях с помощью дуговой сварки.

Недостатком аналога является то, что предложенная трубобетонная конструкция работает только на внецентренное сжатие (как в колоннах и в стойках), но не может работать на изгиб в качестве балки пролетных строений мостов и строительных элементов в виде перекрытий.

45 Задача изобретения состоит в использовании предварительно напряженной прямой трубобетонной балки в качестве элемента пролетного строения малых и средних мостов, которая обеспечивает необходимую несущую способность при работе на изгиб с простотой и удешевлением технологии монтажа, а также использовании балки в

строительстве как элемента перекрытий, также работающего на изгиб.

Технический результат заключается в повышении несущей способности при работе трубобетонного элемента на изгиб и уменьшении трещинообразования бетонного ядра, а также в повышении технологичности. Технический результат реализуется

5 совокупностью основных признаков.

Трубобетонная предварительно напряженная балка, содержащая оболочку в виде трубы и железобетонное ядро с армирующими элементами, отличающаяся тем, что поперечное сечение ядра состоит из двух сегментов, при этом первый из них имеет бетонное наполнение, а второй - бетонное наполнение и предварительно растянутые

10 армирующие элементы, расположенные продольно и обеспечивающие в ненагруженной балке напряжения сжатия бетонного ядра с максимальными значениями, исходя из прочности бетона на сжатие в этом сегменте и максимальными напряжениями растяжения, из условия отсутствия трещинообразования в бетоне в первом сегменте, при рабочих нагрузках, на балку направленных от первого ко второму сегменту ядра;

15 кроме того: ядро может быть выполнено полностью или частично из фибробетона или иного композиционного материала;

оболочка выполнена из старогодной нефтегазовой трубы;

оболочка выполнена неметаллической;

оболочка может иметь некруглое сечение в поперечной плоскости;

20 оболочка может быть переменного сечения в продольной плоскости.

На фиг. 1 изображена трубобетонная предварительно напряженная балка.

Трубобетонная предварительно напряженная балка состоит из оболочки в виде трубы 1 с ядром, состоящим из двух сегментов - бетонным 2 и железобетонным 3-й армирующими элементами 4, которые расположены в трубе 1 продольно и эксцентрично.

25 Наиболее простые и экономичные мостовые сооружения - малые и средние мосты балочной системы, где главными элементами являются опоры и пролетные строения. При этом пролетные строения, как правило, самые сложные и дорогие элементы в малых и средних мостах, которые в значительной мере определяют общую стоимость мостового сооружения.

30 Предлагаемая перспективная и экономически выгодная трубобетонная балка с возможностью применения старогодных нефтегазовых труб может эффективно работать с большой грузоподъемностью в пролетных строениях малых и средних мостов.

Обычные прямые трубобетонные балки с поперечной нагрузкой в пролетных строениях мостов использовать практически невозможно в силу того, что в нижней

35 части балки бетонное ядро работает на растяжение и уже при деформации 0,003 в нем образуются трещины. По этой причине в обычных изгибаемых трубобетонных балках бетонное ядро малоэффективно, а грузоподъемность такой трубобетонной балки может оказаться не намного больше грузоподъемности пустотелой металлической трубчатой балки. На практике трубобетонные конструкции в пролетных строениях мостов обычно

40 используются в виде арок, у которых бетонное ядро работает в условиях объемного сжатия (особенно широко арочные трубобетонные конструкции используются за рубежом). Однако любые арочные конструкции сложны и затратны в изготовлении и транспортировке их к месту строительства моста, и уже только по этим показателям существенно проигрывают прямым балкам.

45 Для реализации потенциальных грузоподъемных свойств прямой трубобетонной балки необходимо создать в ее сечении неравномерное распределение предварительно созданных сжимающих напряжений. При этом максимальные сжимающие напряжения в бетонном ядре должны быть в наиболее растянутых от действия внешней нагрузки

частях ядра (т.е. в нижнем сегменте в его области, наиболее удаленной от оси балки), для чего напрягаемую арматуру располагают эксцентрично, как показано на фиг. 1.

В результате действия предварительных растягивающих усилий в армирующих элементах в сечении трубобетонной балки возникает внецентренное сжатие. Кроме сжимающего усилия в сечении трубобетонной балки дополнительно возникает и изгибающий момент, обратный по знаку моменту от внешней нагрузки. В процессе изготовления такая трубобетонная балка получает выгиб (в результате которого в верхней части бетонного ядра возникают напряжения растяжения), обратный прогибу от внешней нагрузки (по сути дела это строительный подъем). Следовательно, предварительно напряженная арматура в трубобетонной балке создает наибольшие сжимающие напряжения в нижней части бетонного ядра, препятствуя в дальнейшем появлению в нем трещин от действия внешних нагрузок. А при нагрузках, близких к разрушающим, когда в растянутой нижней зоне бетонного ядра начинается трещинообразование, арматура будет воспринимать растягивающие усилия аналогично арматуре в железобетонных элементах.

Сравним несущую способность трубобетонной балки без предварительно напряженного бетонного ядра с предлагаемой предварительно напряженной балкой при плоском поперечном изгибе исходя из прочности только бетона, а также полагая бетон работающим упруго с одним и тем же модулем упругости при растяжении и сжатии.

На фиг. 2 изображена схема поперечного нагружения балки длиной l силой F .

Обычно предельные нормальные напряжения при сжатии $\sigma_{сж}$ бетона превышают предельные напряжения при растяжении $\sigma_{раст}$ по модулю в 8-12 раз и более (по ГОСТ 10178-85 для бетона марки 600 предел прочности при сжатии - 58,8 МПа, а предел прочности при растяжении изгиба - 6,4 МПа), т.е.:

$$\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_{раст}} = \frac{|-\sigma|}{|+\sigma|} = 8 \div 12,$$

где $\sigma_{сж} = -\sigma$ максимальные нормальные напряжения сжатия бетона;

$\sigma_{раст} = +\sigma$ максимальные нормальные напряжения растяжения бетона при изгибе.

На фиг. 3 изображена эпюра нормальных напряжений в бетонном ядре при нагрузке F_1 балки без предварительного напряжения, где $+\sigma_{max}$ - предельные нормальные напряжения растяжения в нижней части бетонного ядра.

На фиг. 4 изображена эпюра нормальных напряжений с частично предварительно напряженным бетонным ядром при отсутствии поперечной нагрузки исходя из предельного значения нормального напряжения растяжения $+\sigma_{max}$ в верхнем сегменте бетонного ядра и предельного значения напряжения сжатия $\sigma_{сж.max}$ в нижнем сегменте ядра:

$$\frac{|\sigma_{сж. max}|}{+\sigma_{max}} = 10 \text{ -- принято усредненное значение.} \quad (1)$$

На фиг. 5 изображена эпюра напряжений в предлагаемой балке при полной нагрузке F_2 , исходя из допускаемого диапазона изменения напряжений.

Допускаемый диапазон изменения напряжений $\sigma_{доп}$ в нижней точке бетонного ядра в предлагаемой балке с учетом соотношения (1), а также фиг. 4 составит:

$$\sigma_{доп} = |\sigma_{сж. max}| + \sigma_{max} = 10 \sigma_{max} + \sigma_{max} = 11 \sigma_{max}. \quad (2)$$

Напряжения изгиба в балке без предварительного напряженного бетонного ядра (при нагрузке F_1 как показано на фиг. 3):

$$+ \sigma_{max} = \frac{0,25 F_1 l}{W_z}, \quad (3)$$

5 где W_z - осевой момент сопротивления балки. Предельные напряжения изгиба в балке с предварительно напряженным бетонным ядром согласно соотношению (2) при действии нагрузки F_2 :

$$\sigma_{дон} = \frac{0,25 F_2 l}{W_z}. \quad (4)$$

10 Другими словами, при известных из (2) значениях напряжений легко получить внешнюю максимальную поперечную нагрузку F_2 на предлагаемую балку.

Из выражения (3) получим осевой момент сопротивления балки:

$$W_z = \frac{0,25 F_1 l}{\sigma_{max}}.$$

15 И далее, используя выражение (4):

$$\sigma_{дон} = 11 \sigma_{max} = \frac{0,25 F_2 l \sigma_{max}}{0,25 F_1 l}.$$

Окончательно имеем:

$$20 \frac{F_2}{F_1} = 11.$$

Таким образом, предлагаемая трубобетонная балка воспринимает в 11 раз большую поперечную нагрузку (то есть имеет большую грузоподъемность), что является следствием увеличения прочности на изгиб трубобетонной балки за счет создания с помощью предварительно растянутых элементов арматуры поля неравномерно распределенных нормальных напряжений в поперечном сечении бетонного ядра и, как следствие, устранения трещинообразования в нижней части бетонного ядра при значительных поперечных нагрузках. А это позволяет использовать балку в качестве элементов пролетных строений малых мостов длиной до 25 метров и средних мостов длиной до 50 метров. Предлагаемую трубобетонную балку можно использовать в качестве конструктивных элементов для перекрытий в промышленном и гражданском строительстве. В настоящее время задача точного аналитического расчета предварительно напряженных трубобетонных балок (особенно с учетом нелинейности деформирования и неодинаковой работы бетона на растяжение и сжатие) до конца не решена.

35 Использование фибробетона или иного композиционного материала вместо обычного бетона повысит несущую способность трубобетонных балок и уменьшит трещинообразование фибробетонного ядра при изгибающих нагрузках.

40 Возможно использование балки с неметаллической оболочкой, например, из современных композитных материалов, таких как фибропластик, имеющих повышенную прочность, коррозионную стойкость и малый вес, что повышает также технологичность изготовления и сборки конструкции

45 Применение предварительно напряженных трубобетонных балок с некруглым поперечным сечением создает возможность их более широкого использования в различных конструкциях пролетных строений или строительных перекрытий, где более предпочтительной может оказаться форма сечения, отличная от круглой.

Возможно применение балок с переменным сечением в продольном направлении, что позволит увеличить несущую способность на участках, где присутствуют большие изгибающие моменты.

Изготовление трубобетонной предварительно напряженной балки можно проводить на месте строительства моста путем размещения армирующих элементов эксцентрично в нижней части трубы через торцевые упоры с механизмами натяжения арматуры. Наполнение бетоном трубы следует производить в наклонном положении через технологические отверстия в упорах и трубе или при горизонтальном положении - закачиванием бетона в трубу под давлением. В обоих случаях труба может быть заранее установлена на опоры моста. Далее, после полного отвердевания бетона и передачи на него усилий от предварительно растянутых армирующих элементов, балка становится предварительно напряженной и готова к эксплуатации.

Удешевление технологии изготовления балки реализуется за счет того, что на месте строительства малого или среднего моста производится транспортировка полых труб, которые в 10 и более раз легче трубобетонных элементов. При этом не требуется большегрузный транспорт и специальная грузоподъемная техника. Кроме того, возможно применение в качестве оболочки трубобетонных элементов старогодных нефтегазовых труб с допустимым износом поверхности, что приведет к удешевлению трубобетонных балок и всего мостового сооружения в целом. С учетом вышесказанного также обеспечивается повышение технологичности.

(57) Формула изобретения

1. Трубобетонная предварительно напряженная балка, содержащая оболочку в виде трубы и железобетонное ядро с армирующими элементами, отличающаяся тем, что поперечное сечение ядра содержит два сегмента, при этом первый из них имеет бетонное наполнение, а второй - бетонное наполнение и предварительно растянутые армирующие элементы, расположенные продольно и обеспечивающие в ненагруженной балке напряжения сжатия бетонного ядра с максимальными значениями, исходя из прочности бетона на сжатие в этом сегменте и максимальными напряжениями растяжения, из условия отсутствия трещинообразования в бетоне в первом сегменте, при рабочих нагрузках на балку, направленных от первого ко второму сегменту ядра.

2. Трубобетонная балка по п. 1, отличающаяся тем, что оболочка выполнена из старогодной нефтегазовой трубы.

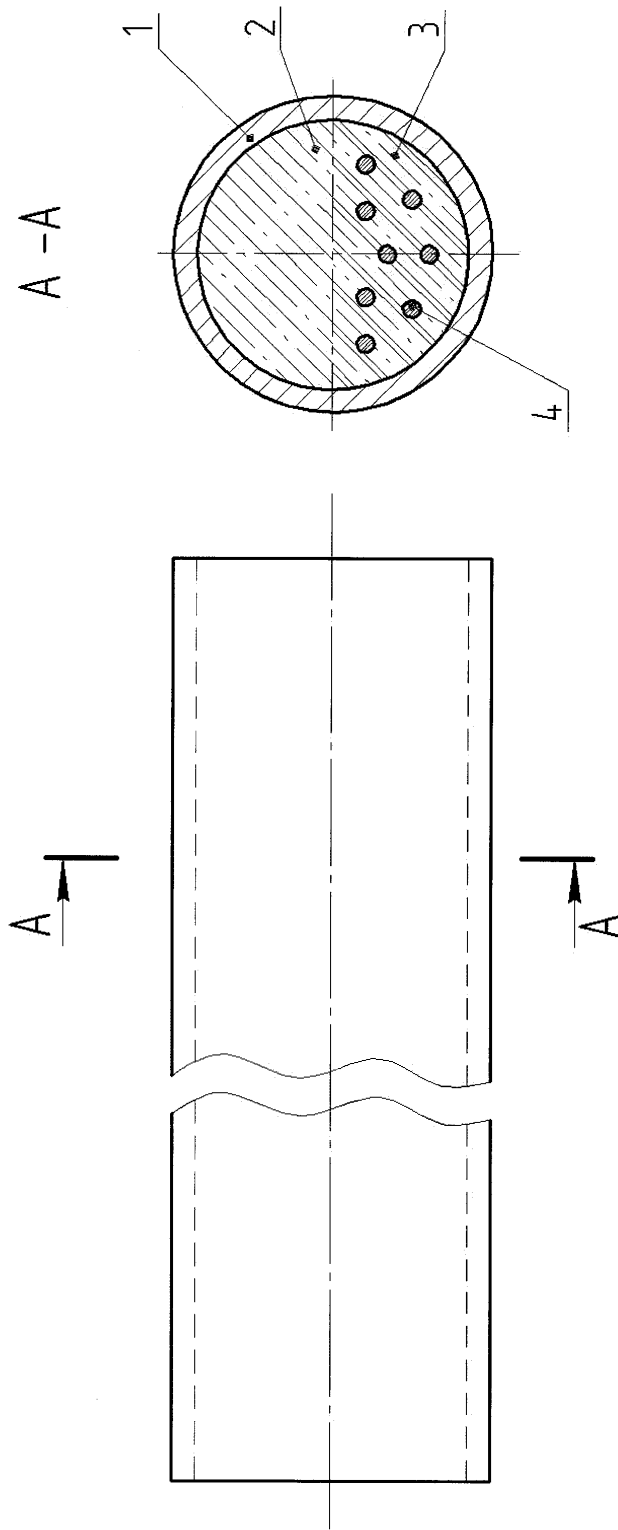
3. Трубобетонная балка по п. 1, отличающаяся тем, что оболочка выполнена неметаллической.

4. Трубобетонная балка по п. 1, отличающаяся тем, что ядро состоит, полностью или частично из фибробетона или иного композиционного материала.

5. Трубобетонная балка по п. 1, отличающаяся тем, что оболочка может иметь некруглое сечение в поперечной плоскости.

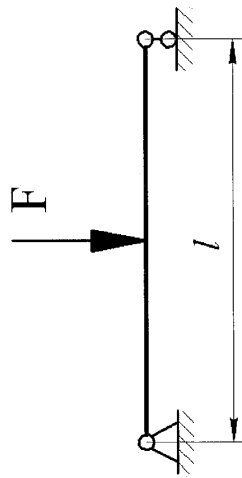
6. Трубобетонная балка по п. 1, отличающаяся тем, что оболочка может быть переменного сечения в продольной плоскости.

Трубобетонная предварительно напряженная балка

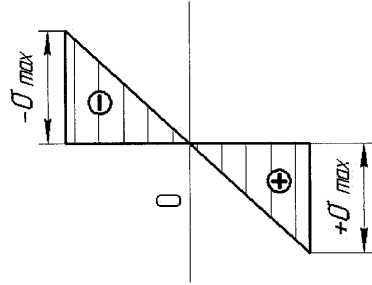


Фиг.1

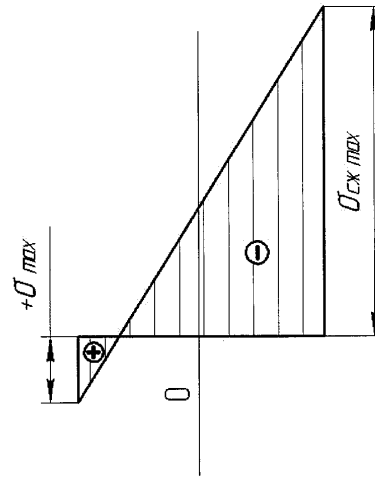
Трубобетонная предварительно напряженная балка



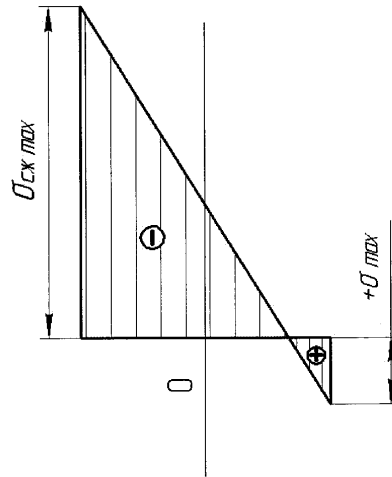
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5