Настоящее изобретение относится к огнеупорному керамическому продувочному элементу для металлургического сосуда для расплава, а также к соответствующему продувочному устройству с таким продувочным элементом.

Продувочные элементы подобного типа известны и широко используются в металлургии уже на протяжении многих лет. Они, как следует из их названия, предназначены для продувки расплавленного металла газом, например аргоном или азотом. Продувка расплавленного металла газом преследует различные цели. Так, в частности, продувка газом позволяет гомогенизировать расплавленный металл. Помимо этого продувка расплавленного металла позволяет ускорить процессы окисления. Еще одна цель обработки расплавленного металла газом может состоять также в удалении неметаллических включений из расплавленного металла или десульфурации, соответственно дефосфорации, например, жидкой стали.

К металлургическим сосудам для расплава, в которых используются подобные продувочные элементы, относятся, например, ковши или ковши-печи. Продувочные элементы указанного в начале описания типа используются, кроме того, и для вакуумной обработки стали.

При продувке газ проходит по продувочному элементу от первого его конца, со стороны которого газ подводится к продувочному элементу, до второго его конца, со стороны которого газ выходит в расплав из продувочного элемента. Для прохода газа в продувочном элементе обычно предусмотрены соответствующие каналы. Такие каналы могут быть образованы, например, отверстиями в самом керамическом материале, остающимися в нем после выжигания элементов, выполненных из соответствующих материалов и закладываемых в него при изготовлении продувочного элемента. Эти каналы могут быть образованы также трубами (трубками), проходящими в керамическом материале. Подобные каналы могут иметь в поперечном сечении самую различную форму. Так, например, они могут иметь круглое или щелевидное проходное сечение. Помимо этого подобные каналы могут проходить от одного конца продувочного элемента до другого его конца напрямую, т.е. непосредственно в его осевом направлении, или по типу лабиринта.

Помимо этого известно размещение на первом конце продувочного элемента или в самом продувочном элементе так называемой защиты от прорыва расплава. Назначение подобной защиты от прорыва расплава состоит в предотвращении проникновения расплавленного металла в продувочный элемент.

Известные продувочные элементы могут иметь, например, круглое по всей их длине поперечное сечение. Помимо этого известны также продувочные элементы в форме усеченного конуса, используемые в качестве сменных элементов для продувки расплавленного металла. Продувочные элементы можно вставлять в охватывающий их огнеупорный блок. Такой огнеупорный блок является компонентом плавильного агрегата, например дуговой электропечи или мартеновской печи. Такие продувочные элементы встраивают, главным образом, в днище или в стенку металлургического сосуда для расплава. Встраиваемые в днище продувочные элементы можно устанавливать в положение, в котором газ входит в расплав более или менее перпендикулярно поверхности днища. Однако известно также наклонное расположение продувочных элементов для целенаправленной подачи газа в определенную точку в объеме расплава. Сказанное равным образом относится и к встраиваемым в стенку продувочным элементам. В этом случае встроенный продувочный элемент может располагаться более или менее горизонтально, т.е. перпендикулярно внутренней поверхности стенки металлургического сосуда, либо наклонно к горизонтали (поверхности расплава).

Продувочный газ можно подавать в расплав в непрерывном или периодическом режиме. Однако в любом случае работоспособность продувочного устройства должна быть гарантирована всегда, когда возникает необходимость в его использовании. Для соблюдения этого условия требуется принимать соответствующие превентивные меры во избежание, например, закупоривания газопроводящих каналов расплавленным металлом или шлаком.

Наряду с этим необходимо, прежде всего, обеспечить уже упоминавшуюся выше защиту от прорыва расплавленного металла в продувочный элемент.

Исходя из вышеизложенного, в основу настоящего изобретения была положена задача предложить продувочный элемент и соответствующее оснащенное им продувочное устройство, которые обладали бы высокой эксплуатационной надежностью и безопасностью, обеспечивали бы возможность надежной и регулярной подачи газа в расплавленный металл и были бы способны без ограничений выполнять требуемые металлургические функции.

Для решения этой задачи в изобретении предлагается огнеупорный керамический продувочный элемент для металлургического сосуда для расплава, состоящий из следующих участков, последовательно расположенных между первым его концом, со стороны которого подводится газ, и вторым его концом, со стороны которого выходит газ:

со стороны первого конца к продувочному элементу подведена по меньшей мере одна газоподающая труба,

газоподающая труба оканчивается в первой газораспределительной камере,

от первой газораспределительной камеры отходит несколько капиллярных каналов, ведущих во вторую газораспределительную камеру, и

от второй газораспределительной камеры отходит по меньшей мере один газовый канал, проходное сечение которого больше проходного сечения любого из капиллярных каналов и который проходит до второго конца продувочного элемента.

Подобный продувочный элемент обладает рассмотренными ниже свойствами и преимуществами.

Продувочный элемент, несмотря на его подразделение на различные, примыкающие один к другому в осевом направлении участки, обеспечивает непрерывное прохождение газа от своего первого (так называемого холодного) конца до своего второго (так называемого горячего) конца. В соответствии с этим газ можно подавать в продувочный элемент по газоподающей трубе. Из газоподающей трубы газ попадает в первую газораспределительную камеру, из которой он затем движется по нескольким капиллярным каналам в направлении второго конца продувочного элемента и попадает из них во вторую газораспределительную камеру. Из газораспределительной камеры газ по упомянутым выше каналам больших размеров движется до второго конца продувочного элемента и выходит из него наружу.

Безопасная работа такого продувочного элемента обеспечивается благодаря реализации в нем нескольких защитных мер. При проникновении расплавленного металла в газовые каналы, идущие от второго конца продувочного элемента в направлении его первого конца, вторая газораспределительная камера служит своего рода "барьером", предотвращающим дальнейшее проникновение расплавленного металла в продувочный элемент. В этой второй газораспределительной камере благодаря большему ее поперечному сечению, чем суммарная площадь поперечных сечений газовых каналов, проникший в продувочный элемент расплавленный металл может растекаться, охлаждаться и застывать. Дальнейшее проникновение расплавленного металла в продувочный элемент в направлении его холодного (первого) конца предотвращается также благодаря тому, что на другом конце второй газораспределительной камеры к ней примыкают капиллярные каналы. Такие капиллярные каналы выполнены со значительно меньшим проходным сечением, чем газовые каналы, расположенные на участке между второй газораспределительной камерой и вторым концом продувочного элемента, и поэтому уже один этот фактор дополнительно затрудняет проникновение расплавленного металла в эти капиллярные каналы.

Так, например, внутренний диаметр газовых каналов, расположенных на участке между второй газораспределительной камерой и вторым концом продувочного элемента, превышает 2 или 3 мм, тогда как внутренний диаметр капиллярных каналов не превышает 1,0 мм.

Однако даже на случай возможного проникновения расплавленного металла в капиллярные каналы и прохождения через них у предлагаемого в изобретении продувочного элемента предусмотрено еще одно защитное устройство, образованное первой газораспределительной камерой, которая создает аналогичный уже рассмотренному выше эффект, создаваемый второй газораспределительной камерой.

Помимо этого изобретением в одном из вариантов его осуществления предусмотрена также четвертая защитная мера. Эта защитная мера обеспечивается за счет выполнения оканчивающейся в первой газораспределительной камере газоподающей трубы такой длины, которая больше осевого расстояния между первым концом продувочного элемента и его первой газораспределительной камерой. Иными словами, газоподающая труба должна иметь не прямолинейную, а изогнутую форму по меньшей мере с одним, а предпочтительно с несколькими изгибами (коленами) для удлинения пути движения газа. При этом газоподающая труба может иметь, например, спиральную, винтовую и/или меандрообразную форму. Благодаря нескольким "ответвлениям" газоподающей трубы, с одной стороны, удлиняется путь движения газа, что принципиально не оказывает никакого отрицательного влияния на эффективность продувочного элемента, а, с другой стороны, удлиняется и путь движения возможно проникающего в продувочный элемент расплавленного металла, который в результате будет неизбежно охлаждаться и застывать.

Газоподающую трубу можно при этом выполнить из материала, температура плавления которого ниже температуры обрабатываемого расплавленного металла. В этом случае при проникновении расплавленного металла в эту часть продувочного элемента выполненная из такого материала газоподающая труба расплавится. При расположении газоподающей трубы согласно еще одному варианту осуществления изобретения в сыпучем материале расплавленный металл может проникать в него на этом участке продувочного элемента, т.е. может растекаться, и благодаря этому будет быстрее застывать. Очевидно, что сыпучий материал во избежание неконтролируемого проникновения через него расплава в радиальном направлении должен быть заключен в соответствующей наружный кожух (например, из металла или плотной керамики). Такой кожух, в свою очередь, должен быть окружен огнеупорным материалом.

Упоминание о расположении отдельных участков продувочного элемента вдоль его продольной оси не означает, что они физически должны быть отделены друг от друга. Подобное подразделение продувочного элемента на отдельные, последовательно расположенные вдоль его продольной оси участки, скорее, следует рассматривать с функциональной точки зрения. Так, в частности, отдельные участки продувочного элемента могут иметь одинаковую форму в поперечном сечении, например могут иметь круглое поперечное сечение, в соответствии с чем продувочный элемент, в целом, будет иметь снаружи цилиндрическую форму. Отдельные участки продувочного элемента могут примыкать друг к другу. Однако в другом варианте все участки продувочного элемента могут быть образованы в общей матрице из огнеупорного материала. При этом продувочный элемент может иметь постоянное по всей свой длине поперечное сечение, например круглое поперечное сечение. Равным образом продувочный элемент

можно выполнять с изменяющимся, например уменьшающимся, от его первого конца ко второму концу поперечным сечением, придавая ему тем самым форму своего рода усеченного конуса. При такой его форме продувочный элемент может использоваться, прежде всего, в качестве сменного продувочного элемента.

Выполнение продувочного элемента с постоянным, прежде всего, круглым, по всей его длине поперечным сечением обеспечивает возможность его приведения в осевое поступательное и/или поворотное вокруг его собственной оси движение в соответствующем, оснащенном им продувочном устройстве. С этой целью продувочное устройство оснащено соответствующим приводом. Такой привод может быть рассчитан на приведение продувочного элемента в осевое возвратно-поступательное движение и/или возвратно-поворотное вокруг его собственной оси движение. Так, например, продувочный элемент можно приводить в возвратно-поступательное движение в осевом направлении с амплитудой в несколько миллиметров в каждом направлении (например, перемещать на расстояние в 3 мм в каждом направлении) или в возвратно-поворотное вокруг его собственной оси движение с угловой амплитудой в несколько градусов в одном, соответственно и в другом направлениях. Подобный привод можно также использовать для продвижения продувочного элемента в осевом направлении, т.е. в направлении к расплаву, например, при частичном износе продувочного элемента в зоне его первого конца.

Как уже указывалось выше, каждая из первой и второй газораспределительных камер должна иметь площадь поперечного сечения, превышающую суммарную площадь поперечных сечений примыкающих к ним капиллярных каналов, с тем, чтобы образовывать необходимое пространство для возможно проникающего в продувочный элемент расплава и обеспечивать надежную подачу газа в капиллярные каналы, соответственно выход из них газа.

В одном из вариантов площадь проходного (т.е. аэродинамически эффективного) сечения каждого из капиллярных каналов по меньшей мере на 50% меньше площади проходного сечения газоподающей трубы на первом конце, соответственно площади проходного сечения газового канала на втором конце продувочного элемента. При этом площадь проходного сечения каждого капиллярного канала может быть меньше площади поперечного сечения газоподающей трубы, соответственно газовых каналов не только на указанные 50%, но и на гораздо большую величину, например может быть меньше на 70, 80 или 90%.

В соответствии еще с одним вариантом газовые каналы на втором конце продувочного элемента выполнены щелевидными, т.е. имеют, например, прямоугольное сечение. Равным образом газовые каналы могут иметь и треугольное или каплевидное проходное сечение. При этом при выполнении газовых каналов (трубок) с каплевидной формой поперечного сечения наиболее целесообразно, чтобы его более узкий конец был обращен радиально внутрь продувочного элемента к его средней продольной оси, о чем также говорится ниже в последующем описании чертежей.

Газораспределительные камеры можно выполнять in situ в керамическом материале матрицы продувочного элемента. Вместе с тем газораспределительные камеры могут быть образованы и полостями металлических камер, в которых оканчиваются соответствующие газовые, соответственно капиллярные каналы.

Если капиллярные каналы проходят в продувочном элементе, в основном, в его осевом направлении, т.е. параллельно друг другу и с отступом друг от друга, то газовые каналы могут проходить в зоне второго конца продувочного элемента различным образом.

Так, например, в одном из вариантов газовые каналы при их выполнении с упомянутой выше каплевидной в поперечном сечении формой предлагается "симметрично" распределять по поперечному сечению продувочного элемента. При наличии, например, трех каналов их можно располагать по окружности в положениях, которые, если сравнивать их с положением цифр на циферблате часов, соответствуют 6, 10 и 14 ч.

В другом варианте, который относится, прежде всего, к выполнению газовых каналов с круглой или щелевидной в поперечном сечении формой, они могут располагаться, если смотреть в поперечном сечении продувочного элемента, в ряд с отступом друг от друга на одной воображаемой линии, которая в случае, например, продувочного элемента, встроенного в стенку металлургического сосуда, проходит горизонтально.

Каналы и камеры продувочного элемента всегда окружены огнеупорным керамическим материалом (материалом матрицы). Этот материал можно отливать или прессовать. Снабжать продувочный элемент наружным кожухом не требуется. В соответствии с этим керамический продувочный элемент можно непосредственно в таком виде, без кожуха, встраивать в металлургический сосуд.

Другие предпочтительные варианты осуществления изобретения и его отличительные особенности представлены в зависимых пунктах формулы изобретения, а также в последующем описании.

Ниже изобретение более подробно рассмотрено со ссылкой на прилагаемые схематичные чертежи, которые служат исключительно для наглядного пояснения лежащих в основе изобретения принципов и на которых показано:

на фиг. 1 - вид сбоку предлагаемого в изобретении продувочного элемента,

на фиг. 2 - вид в сечении плоскостью А-А по фиг. 1,

на фиг. 3 - другой вариант выполнения продувочного элемента, альтернативный показанному на фиг. 2,

на фиг. 4 - вид в сечении плоскостью B-B по фиг. 1,

на фиг. 5 - продольный разрез продувочного элемента плоскостью C-C в зоне первого его конца и последующей первой газораспределительной камеры,

на фиг. 6 - продольный разрез второй газораспределительной камеры плоскостью D-D,

на фиг. 7 - вид сбоку продувочного устройства с продувочным элементом, установленным в подшипниках, и

на фиг. 8 - продувочное устройство с продувочным элементом и приводом для его приведения в осевое движение.

На всех чертежах одни и те же или функционально эквивалентные элементы обозначены одинаковыми позициями.

На фиг. 1 показан предлагаемый в изобретении элемент для продувки газом (ниже называемый просто продувочным элементом). Этот продувочный элемент состоит из рассмотренных ниже участков (справа налево).

На первом конце E1 продувочного элемента в первый его участок 3, который с торца ограничен стальной плитой 30, а по окружности или периферии - стальной трубой 14, входит газоподающая труба 5. За стальной плитой 30 газоподающая труба 5 имеет форму спирали или змеевика, обозначенного позицией 13. Пространство, в котором расположен змеевик 13, заполнено сыпучим материалом 15, например, на основе вспученного перлита, и с другой, противоположной от стальной плиты 30 стороны ограничено еще одной стальной плитой 31, сквозь которую пропущен змеевик 13.

За стальной плитой 31 расположена первая газораспределительная камера 32, которая по окружности ограничена продолжением стальной трубы 14.

Далее по ходу потока газа следует участок 2, поперечное сечение которого показано на фиг. 4. Внутри стального цилиндра 12 (образованного продолжением трубы 14) находится огнеупорный керамический материал, в котором в осевом направлении продувочного элемента проходит множество капиллярных каналов 10. Эти капиллярные каналы (образованные стальными трубками) имеют круглое поперечное сечение и внутренний диаметр, равный 0,5 мм.

Газ, пропускаемый по газоподающей трубе 5 и змеевику 13, попадает по капиллярным каналам 10 из первой газораспределительной камеры 32 в последующую - вторую - газораспределительную камеру 16 (фиг. 6), которая изнутри ограничена трубчатой вставкой 33, охватываемой наружным кожухом 17. Трубчатая вставка 33 и кожух 17 могут быть выполнены из металла или огнеупорной керамики.

Из второй газораспределительной камеры 16 газ попадает затем в газовые каналы 6, проходящие в осевом направлении и с отступом друг от друга в матрице 8 из керамического материала (фиг. 2, 3) вплоть до торца продувочного элемента на втором его конце E2.

Согласно фиг. 2 три газовых канала 6 круглого поперечного сечения расположены в ряд на одной воображаемой горизонтальной линии. Каждый из газовых каналов 6 имеет внутренний диаметр, равный 2 мм. На фиг. 3 показан другой вариант, в котором все три газовых канала 6 имеют каплевидную в поперечном сечении форму и находятся по окружности в положениях, которые, если сравнивать их с положением цифр на циферблате часов, соответствуют 6, 10 и 14 ч. Газовые каналы 6 обращены более узким, примерно треугольным, концом их каплевидного поперечного сечения радиально внутрь.

Этот участок 1 продувочного элемента также ограничен по окружности металлической трубой 9.

Оболочки (трубчатые секции), которые снаружи ограничивают отдельные участки продувочного элемента и каждая из которых образована керамическими или металлическими деталями, механически соединены между собой, а концевые участки продувочного элемента при этом выполнены ступенчатыми и снабжены соответствующей резьбой. Показанный на фиг. 1 продувочный элемент полностью заключен в оболочку из огнеупорного материала. Вместе с тем можно также располагать весь продувочный элемент внутри сплошной трубчатой оболочки или же полностью отказаться от ее применения. В этом случае газораспределительные камеры 16, 32 и различные каналы выполняют в матрице из керамического материала.

Газоподающая труба 5, капиллярные каналы 10 и газовые каналы 6 образованы металлическими трубами и трубками, но могут быть также выполнены in situ, например образованы отверстиями, которые остаются после выжигания имеющих соответствующие форму и размеры поперечного сечения элементов из выжигаемых материалов, закладываемых при изготовлении продувочного элемента вместо таких трубок. Сказанное аналогично относится и к выполнению полостей (газораспределительных камер) в керамическом корпусе.

Газ проходит через продувочный элемент от первого его конца E1 через примыкающие друг к другу участки к его расположенному со стороны выхода газа концу, обозначенному на фиг. 1 позицией E2.

Принцип работы продувочного элемента уже был рассмотрен выше в предшествующей части описания. Следует также отметить, что змеевик 13 в данном случае выполнен из меди, т.е. из металла с относительно низкой температурой плавления.

Как показано на фиг. 7, продувочный элемент смонтирован в нескольких подшипниках 18, 19, допускающих его направленное перемещение в осевом направлении. При этом речь идет о подшипниках качения. Трубчатый продувочный элемент можно приводить во вращение двигателем М через редуктор 20 и таким путем попеременно поворачивать его вокруг собственной оси против и по часовой стрелке. Привод расположен снаружи на сосуде для расплава.

Согласно показанному на фиг. 8 варианту предусмотрен приводной механизм 22, который позволяет сообщать продувочному элементу непрерывное колебательное движение (например, изменяющееся по синусоидальному закону движение) и таким путем приводить его, например, в возвратно-поступательное движение в осевом направлении с амплитудой в несколько миллиметров в каждом направлении.

Очевидно, что продувочный элемент должен располагаться в соответствующем, обеспечивающем возможность его поворота вокруг собственной оси, соответственно его осевое поступательное движение согласно показанным на фиг. 7 и 8 вариантам огнеупорном корпусе в днище или в стенке соответствующего металлургического сосуда. Огнеупорный материал стенки, соответственно днища металлургического сосуда, условно показанный на фиг. 7 и 8, обозначен позицией 35.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Огнеупорный керамический продувочный элемент для металлургического сосуда для расплава, состоящий из следующих участков (3, 2, 4, 1), последовательно расположенных между первым его концом (Е1), со стороны которого подводится газ, и вторым его концом (Е2), со стороны которого выходит газ:

а) со стороны первого конца (Е1) к продувочному элементу подведена по меньшей мере одна газоподающая труба (5),

б) газоподающая труба (5) оканчивается в первой газораспределительной камере (32),

в) от первой газораспределительной камеры (32) отходит несколько проходящих в осевом направлении капиллярных каналов (10), ведущих во вторую газораспределительную камеру (16), и

г) от второй газораспределительной камеры (16) отходит по меньшей мере один газовый канал (6), проходное сечение которого больше проходного сечения любого из капиллярных каналов (10) и который проходит до второго конца (Е2) продувочного элемента.

2. Продувочный элемент по п.1, у которого площадь поперечного сечения каждой из первой и второй газораспределительных камер (32, 16) больше суммарной площади поперечных сечений капиллярных каналов (10).

3. Продувочный элемент по п.1, у которого длина оканчивающейся в первой газораспределительной камере (32) газоподающей трубы (5) больше осевого расстояния между первым концом (Е1) продувочного элемента и его первой газораспределительной камерой (32).

4. Продувочный элемент по п.3, у которого газоподающая труба (5) имеет спиральную, винтовую и/или меандрообразную форму.

5. Продувочный элемент по п.3, у которого газоподающая труба (5) выполнена из материала, температура плавления которого ниже температуры обрабатываемого расплавленного металла.

6. Продувочный элемент по п.3, у которого газоподающая труба (5) расположена в сыпучем материале (15).

7. Продувочный элемент по п.1, у которого площадь проходного сечения каждого из капиллярных каналов (10) по меньшей мере на 50% меньше площади проходного сечения газоподающей трубы (5) на первом конце (Е1), соответственно площади проходного сечения газового канала (6) на втором конце (Е2).

8. Продувочный элемент по п.1, у которого площадь проходного сечения каждого из капиллярных каналов (10) по меньшей мере на 90% меньше площади проходного сечения газоподающей трубы (5) на первом конце (Е1), соответственно площади проходного сечения газового канала (6) на втором конце (Е2).

9. Продувочный элемент по п.1, у которого каждый из его отдельных, соединенных между собой участков (3, 2, 4, 1) расположен в трубе (14, 12, 17, 9) из стали или огнеупорного керамического материала.

10. Продувочный элемент по п.1, у которого его участки (3, 2, 4, 1) расположены в общей трубе из стали или огнеупорного керамического материала.

11. Продувочный элемент по п.1, в котором газовый канал или газовые каналы (6) на втором конце (Е2) имеют щелевидное, треугольное или каплевидное проходное сечение.

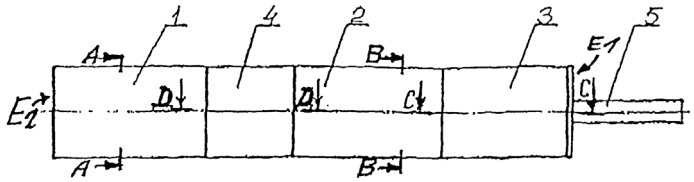
12. Продувочный элемент по п.1 с несколькими газовыми каналами (6) на втором конце (Е2), расположенными на участке между второй газораспределительной камерой (16) и вторым концом (Е2) в ряд с отступом друг от друга на одной воображаемой линии.

13. Продувочный элемент по п.1, который по всей своей длине имеет круглое поперечное сечение.

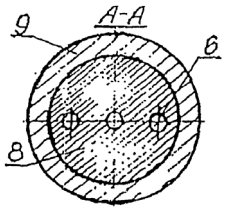
14. Продувочный элемент по п.13, поперечное сечение которого уменьшается в направлении от первого его конца ко второму (Е1, Е2).

15. Продувочное устройство с продувочным элементом по одному из пп.1-14 и приводом (М) для приведения продувочного элемента в осевое поступательное и/или поворотное вокруг его собственной оси движение.

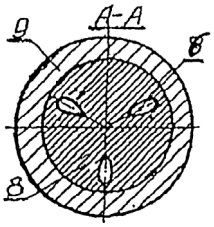
16. Продувочное устройство по п.15, у которого привод (М) выполнен с возможностью приведения продувочного элемента в движение во взаимно противоположных направлениях.



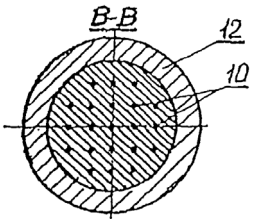
Фиг. 1



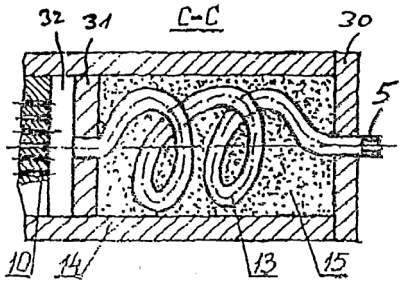
Фиг. 2



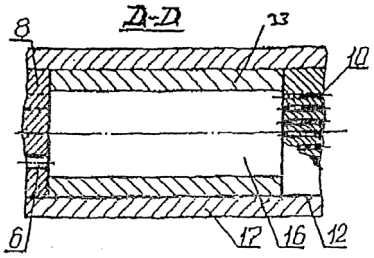
Фиг. 3



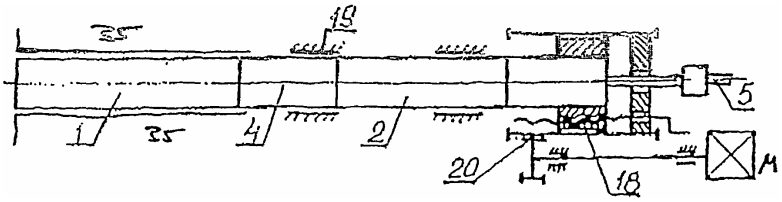
Фиг. 4



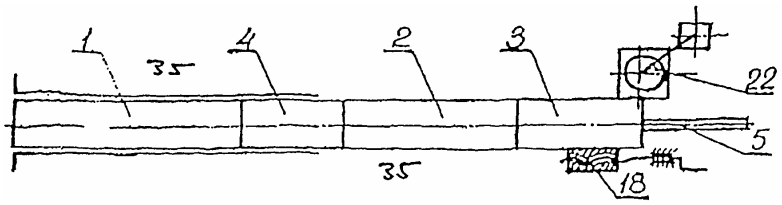
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2/6