

Предлагаемое изобретение имеет объектом электропечь постоянного тока для плавления металлического сырья, преимущественно железного лома или скрапа.

Фирма-заявитель данного изобретения уже предлагала во французском патенте № 86.11215, зарегистрированном 1 августа 1986г.(принятым нами в качестве прототипа и который аналогичен патенту, полученному в США №4821284, МПК Н 05 В 7/11), плавильную электрическую печь постоянного тока, которая содержит:

- плавильную ванну, состоящую из дна или пола, окруженного боковой стенкой, и закрытую сверху съемной крышкой сводчатой формы, причем упомянутая выше плавильная ванна является симметричной по отношению к средней вертикальной плоскости,

- расходные электроды, каждый из которых смонтирован на конце консольного опорного кронштейна, располагающегося с необходимым вылетом над сводчатой крышкой плавильной ванны, специальным устройстве, обеспечивающим этому электроду возможность вертикального перемещения и входа через специальное отверстие в сводчатой крышке во внутреннюю полость плавильной ванны,

- стационарные электроды, встроенные в донную часть плавильной ванны,

- источник постоянного тока, имеющий соответственно два электрических полюса - отрицательный и положительный, соединенных посредством электрических проводников соответственно с расходными электродами - один полюс, и со стационарными электродами - другой полюс,

- электрические проводники, подключенные к расходным электродам и проложенные вдоль опорных кронштейнов, и электрические проводники, подключенные к стационарным электродам и проложенные вдоль нижней поверхности дна плавильной ванны, причем эти последние электрические проводники прокладываются по трассам, специально определяемым для каждого стационарного электрода в функции возникающих магнитных влияний от различных частей данной установки.

Указанное решение позволяет в электропечи постоянного тока и даже при достаточно большой мощности агрегата контролировать направление формирования электрических дуг.

С этой целью вместо максимально возможного разнесения электрических проводников печи для устранения влияния магнитных полей, возникающих вследствие прохождения электрического тока по этим проводникам, напротив, проводники, соединенные с неподвижными донными электродами печи, пропущены вдоль нижней поверхности дна печи на минимально возможном удалении от него, причем профиль и ориентация прокладки упомянутых выше проводников определяется таким образом, чтобы при прохождении электрического тока, создающего магнитные поля в процессе работы электропечи, взаимное влияние этих полей на формирующиеся электрические дуги с учетом всей совокупности магнитных влияний, происходящих в процессе функционирования электропечи от других проводников с током и различных частей установки, создавалась тенденция сведения всех электрических дуг в определенную зону металлической ванны (ванны расплавленного металла).

Величина тока, который можно пропустить через проводники и электроды печи, в частности через донные фиксированные электроды, ограничена различными причинами. Поэтому приходится использовать несколько расходных электродов и несколько донных стационарных электродов. В уже упоминавшемся французском патенте № 86.11215 и в патенте США № 4.821.284 были рассмотрены несколько вариантов расположения электродов в электропечи. В частности, был рассмотрен вариант с тремя расходными и тремя стационарными электродами.

Расположение и ориентация электрических проводников, подходящих к стационарным донным электродам, были определены на основе предварительного расчета с учетом общего расположения и конструкции установки и, в частности, расположения и конструкции электродов. Для выполнения этой работы прежде всего была создана математическая модель, позволяющая рассчитать влияние на электрические дуги в печи всех элементов, по которым проходит электрический ток в процессе ее функционирования с учетом величины этого тока, магнитных характеристик различных частей установки, эволюции состояния загрузки печи и изменения температур в ходе различных фаз плавления, а также различия в расчетах стационарных элементов, характеристики и расположения которых фиксированы заранее, и переменные элементы, на которые можно воздействовать и можно, таким образом, определить особенности прокладки электрических проводников, рассчитывая заранее предполагаемые характеристики воздействия на электрические дуги. Среди стационарных или неизменных элементов необходимо отметить, в частности, общую конструкцию электропечи и такие ее элементы, как форма плавильной ванны и ее опор, вспомогательные приспособления типа сливного отверстия и средств его закрытия, штанги удержания расходных электродов, вдоль которых обычно проходят соответствующие электрические проводники, а также расположение источника электрической энергии, который обычно размещается как можно ближе к плавильной ванне с тем, чтобы максимально сократить длину электрических проводов.

Именно поэтому в упомянутом выше патенте на изобретение рассматривался главным образом вариант воздействия на прокладку электрических проводов путем расчета на основе созданной математической модели различных вариантов магнитных воздействий от этих проводников при различном их расположении с целью определения оптимального расположения, требующего минимальной длины проводников для эффективного контроля направления формирующихся в печи электрических дуг.

Таким образом, изобретение в соответствии с упомянутым выше патентом позволяет практически реализовать плавильные электропечи постоянного тока достаточно большой ёмкости.

Вплоть до уровня емкости электропечи порядка ста десяти тонн сохраняется возможность использования единственного расходного электрода при том, что сила тока не превышает 100000 ампер. В этом случае благодаря способу, описанному выше, удается достаточно просто контролировать направление

электрической дуги. При этом обычно используют три стационарных донных электрода, расположенных симметрично вокруг точки, на которую в вертикальной плоскости проектируется расходимый электрод.

Однако в тех случаях, когда емкость электропечи превышает сто десять тонн, приходится использовать такие значения силы тока, которые вынуждают увеличивать число используемых электродов, и, следовательно, повышать опасность возмущений электрических дуг, являющихся результатом взаимных влияний электрических и магнитных полей, возникающих при прохождении электрического тока через многочисленные проводники. Разработка математической модели для такого случая становится весьма затруднительной, принимая во внимание большое число элементов, которые взаимодействуют между собой.

Задача настоящего изобретения состоит в разработке электропечи постоянного тока большой емкости, превышающей сто десять тонн, при сохранении эффективного контроля направления формирующихся электрических дуг.

Поставленная задача решается предлагаемым изобретением за счет того, что разработана плавильная электрическая печь постоянного тока, содержащая:

- плавильную ванну, состоящую из дна или пола, окруженного боковой стенкой, и закрытую сверху съемной крышкой сводчатой формы, причем упомянутая выше плавильная ванна является симметричной по отношению к средней вертикальной плоскости,

- расходимые электроды, каждый из которых смонтирован на конце консольного опорного кронштейна, располагающегося с необходимым вылетом над сводчатой крышкой плавильной ванны, специальном устройстве, обеспечивающим этому электроду возможность вертикального перемещения и входа через специальное отверстие в сводчатой крышке во внутреннюю полость плавильной ванны,

- стационарные электроды, встроенные в донную часть плавильной ванны,

- источник постоянного тока, имеющий соответственно два электрических полюса - отрицательный и положительный, соединенных посредством электрических проводников соответственно с расходимыми электродами - один полюс, и со стационарными электродами - другой полюс.

- электрические проводники, подключенные к расходимым электродам и проложенные вдоль опорных кронштейнов, и электрические проводники, подключенные к стационарным электродам и проложенные вдоль нижней поверхности дна плавильной ванны, причем эти последние электрические проводники прокладываются по трассам, специально определяемым для каждого стационарного электрода в функции возникающих магнитных влияний от различных частей данной установки, и в соответствии с изобретением, она имеет в своем составе два расходимых электрода, разнесенных на определенное расстояние друг относительно друга и смещенных вместе относительно средней плоскости плавильной ванны в сторону расположения в данной установке источника тока, и по крайней мере четыре стационарных электрода, распределенных по обе стороны от упомянутой выше средней плоскости плавильной ванны и располагающихся в геометрическом смысле в вершинах правильного симметричного относительно средней плоскости плавильной ванны многоугольника, помещенного между вертикальными проекциями расходимых электродов, причем питающие электрические проводники, подключенные к стационарным электродам, располагающимся со стороны источника питания, прокладываются прямо к упомянутому выше источнику питания, параллельно электрическим проводникам, подключенным к расходимым электродам, а питающие электрические проводники, подчиненные к стационарным электродам, располагающимся с противоположной к источнику питания стороны, имеют каждый условно первую ветвь, огибающую вертикальную проекцию соответствующего расходимого электрода, и вторую ветвь, проложенную по направлению к источнику питания параллельно электрическим проводникам, подключенным к расходимым электродам.

В соответствии с предпочтительным способом практической реализации предлагаемого изобретения электропечь имеет в своем составе четыре стационарных донных электрода, расположенных соответственно в четырех квадрантах, разграниченных средней плоскостью плавильной ванны и поперечной опорной плоскостью, перпендикулярной средней плоскости ванны и проходящей между расходимыми электродами на одинаковом расстоянии от них, причем все четыре стационарных донных электрода располагаются на равных расстояниях соответственно от средней плоскости ванны и от поперечной плоскости.

В общем случае расходимые электроды располагаются вдоль линии, параллельной продольной средней плоскости плавильной ванны, и смещены в сторону источника тока, а стационарные донные электроды размещаются в вершинах четырехугольника, две стороны которого параллельны средней плоскости ванны, а две другие стороны пересекаются этой упомянутой выше плоскостью и расстояние между ними меньше, чем расстояние между расходимыми электродами. Таким образом, расходимые электроды будут располагаться вне упомянутого четырехугольника. Однако точное позиционирование электродов зависит от множества различных элементов и, в частности, от расположения выпускного отверстия, которое должно находиться на некотором удалении от электродов.

Итак, расходимые электроды будут располагаться в зоне, имеющей форму полосы, параллельной средней плоскости ванны и смещенной относительно этой плоскости в сторону расположения источника тока. При этом стационарные донные электроды будут располагаться в зоне, имеющей форму прямоугольной полосы, заключенной между двумя concentрическими прямоугольниками, внутренним и внешним соответственно, стороны которых соответственно параллельны или перпендикулярны средней плоскости плавильной ванны, причем точные положения тех и других электродов внутри упомянутых выше зон определяются на основании предварительного расчета, учитывающего взаимные влияния друг на друга различных частей рассматриваемой установки таким образом, чтобы в результате взаимной компенсации магнитных эффектов прохождения электрического тока по токоведущим частям формирующиеся электрические дуги подвергались воздействию полей, стремящихся направить эти дуги в заранее определенную зону дна электропечи.

В частности, для электрической плавильной печи, емкостью превышающей сто десять тонн, и с силой тока, могущей превышать величину в 120000 ампер, полоса, в которой должны находиться электроды на дне электропечи, имеет ширину порядка 400 мм и центрирована относительно оси, находящейся на расстоянии 600 мм от средней плоскости ванны. Прямоугольная полоса, в которой должны находиться стационарные электроды, имеет ширину 300 мм и центрирована относительно квадрата со стороной, равной 2500 мм, который, в свою очередь, центрирован относительно средней плоскости ванны и относительно поперечной плоскости, проходящей через середину расстояния между расходуемыми электродами. При этом следует отметить, что расходуемые электроды располагаются на расстоянии от трех до четырех метров друг от друга.

Ниже изобретение поясняется более подробно на основе приведенного описания конкретного способа его реализации, опирающегося на приведенные в приложении чертежи, где на

Фиг. 1 - представлен вид в разрезе по поперечной плоскости электропечи в соответствии с предлагаемым изобретением,

Фиг.2 - представлен продольный разрез электропечи в соответствии с предлагаемым изобретением,

Фиг.3 - схематически показаны зоны позиционирования электродов при виде на них сверху,

Фиг. 4 - вид сверху в схематическом плане на расположение электродов и токоподводящих проводников.

На приведенном в приложении фиг.1 схематически представлена плавильная электропечь для расплавления железного лома или скрапа, имеющая в своем составе плавильную ванну 1, ограниченную дном 2 или полом и боковой стенкой 3 и закрываемую съемной сводчатой крышкой 4. Плавильная ванна 1 установлена на специальных опорах, снабженных подшипниками или поворотными устройствами 5, позволяющими опрокидывать ванну относительно горизонтальной оси таким образом, чтобы иметь возможность слить расплавленный шлак через порог основания 6 с одной стороны и слить расплавленный жидкий металл 7 через выпускное отверстие 8 с другой стороны, как это показано на схеме, приведенной на фиг.2.

Каждый расходуемый электрод 9 располагается на кронштейне 10, вдоль которого проложен электрический проводник 11, связывающий электрод 9 с источником постоянного тока 12, размещаемым настолько это возможно ближе к плавильной ванне 1 электропечи.

Расходуемый электрод 9 представляет собой графитовый стержень, который скользит в специальном держателе, установленном на конце кронштейна 10, и может вследствие этого перемещаться в вертикальном направлении, входя во внутреннюю полость плавильной ванны 1 через отверстие в сводчатой крышке 4.

Технические средства, предназначенные для удержания в заданном положении и постепенного опускания расходуемых электродов в плавильную ванну, хорошо известны и не представлены поэтому в подробностях на приведенных в приложении рисунках.

Дно 2 плавильной ванны 1 имеет основание 6, выложенное из огнеупорного материала, в которое вмонтированы донные фиксированные электроды 13, проходящие через дно 2 плавильной ванны 1. В непосредственной близости от плавильной ванны 1, но все же на расстоянии, достаточном для защиты от печного жара и возможного выброса расплавленного металла, размещается источник постоянного тока 12. Это может быть, например, трансформатор, объединенный в один агрегат с выпрямителем. Такой источник постоянного тока имеет соответственно два полюса. Отрицательный полюс 14 источника подключается посредством питающего электрического проводника 11 к расходуемым электродам 9, а положительный полюс 15 того же источника подключается посредством электрических проводников 16 к донным фиксированным электродам 13.

Благодаря такой хорошо известной конструкции прохождение электрического тока через электроды печи приводит к формированию электрических дуговых разрядов 17 между расходуемыми электродами 9 и загруженным в печь металлургическим ломом или скрапом, который в результате расплавления образует ванну жидкого металла 7. Прохождение электрического тока по описанной выше цепи поддерживается вплоть до полного расплавления загрузки печи и получения путем добавления тех или иных легирующих элементов металла требуемого химического состава.

До настоящего времени было обычным делом использование в плавильных электропечах либо единственного графитного электрода, размещаемого по оси плавильной ванны, либо трех таких электродов, располагающихся обычно в вершинах равностороннего треугольника с центром на оси плавильной ванны.

В отличие от принятой ранее схемы предлагаемое изобретение предлагает использование только двух графитовых расходуемых электродов 18 и 19, которые центрированы на или в непосредственной близости от линии 20, параллельной средней продольной плоскости 21 плавильной ванны и смещенной относительно этой средней плоскости на некоторое расстояние в сторону расположения источника тока 12, как это показано на фиг.1 и фиг.3.

Расходуемые электроды 18 и 19 разнесены друг относительно друга на некоторое расстояние b , которое для плавильных электропечей емкостью более ста тонн может составлять от трех до четырех метров.

Настоящее изобретение предполагает также использование конструкции электропечи четырех донных фиксированных электродов 13, располагающихся парами по одну и по другую стороны от продольной плоскости 21 и образующих вершины правильного четырехугольника, лежащего между двумя графитовыми расходуемыми электродами 18 и 19.

На фиг.3 показано расположение электродов по отношению к двум упоминавшимся выше опорным плоскостям. Речь идет о продольной средней плоскости плавильной ванны 21, которая является перпендикулярной по отношению к оси опрокидывания ванны, и поперечной плоскости 22, перпендикулярной плоскости 21. Обе эти плоскости пересекаются друг с другом по вертикальной оси 23 плавильной ванны.

Два упомянутых выше расходоуемых электрода 18 и 19 размещаются по обе стороны от поперечной плоскости 22 на расстояниях b_1 и b_2 от нее и смещены в сторону расположения источника питания электропечи соответственно на расстояния a_1 и a_2 относительно продольной плоскости 21. Упомянутые выше расстояния a_1 и a_2 в общем случае равны друг другу. Однако они могут варьироваться в некотором диапазоне, поскольку точное положение расходоуемых электродов определяется на основании достаточно сложного расчета и зависит, как уже было показано, от множества факторов.

Таким образом, имеется возможность определить зону 24 в форме узкой полосы, параллельной продольной средней плоскости 21, в которой могут находиться вертикальные проекции осей расходоуемых электродов 18 и 19.

На практике для плавильной электропечи емкостью более ста десяти тонн упомянутые выше расстояния a_1 и a_2 могут изменяться в пределах от 400 до 800 мм, а расстояния b_1 и b_2 могут изменяться в пределах от 1500 до 2000 мм. Зона 24, в которой могут находиться расходоуемые электроды, имеет, таким образом, ширину 400 мм и центрирована относительно оси, отстоящей на 600 мм от продольной средней плоскости 21.

Внутри упомянутой выше зоны 24 определяются две прямоугольные зоны 25, симметричные относительно поперечной плоскости 22, в которых могут находиться соответствующим образом центрированные проекции двух расходоуемых электродов 18 и 19, причем точное положение этих электродов определяется на основании расчета.

Расположение стационарных донных электродов так же определяется относительно упомянутых выше двух плоскостей 21 и 22, причем каждый из фиксированных электродов 13 смещен на расстояние c от плоскости 21 и на расстояние d от плоскости 22.

В общем случае оси донных фиксированных электродов 13 располагаются в вершинах правильного четырехугольника, центрированного относительно двух упоминавшихся выше плоскостей 21 и 22. Однако точное местоположение этих электродов определяется на основании расчета, причем величины расстояний c и d для каждого фиксированного электрода 13 могут лежать в некотором диапазоне.

Таким образом определяются по отношению к описанным выше опорным плоскостям 21 и 22 две прямоугольные зоны 25 для позиционирования расходоуемых электродов 18 и 19 и четыре прямоугольные зоны 26 для позиционирования четырех донных фиксированных электродов соответственно 27, 28, 29, 30.

Итак, для плавильной электропечи емкостью, превышающей сто десять тонн, упомянутые выше зоны расположения соответствующих электродов будут определяться следующим образом:

- два расходоуемых электрода 18 и 19 будут центрированы по одну и по другую стороны поперечной плоскости 22. Каждый из электродов будет располагаться в прямоугольной зоне 25, ограниченной двумя сторонами, параллельными продольной средней плоскости плавильной ванны 21 и смещенными в сторону расположения источника питания электропечи соответственно на 400 и 800 мм, и двумя сторонами, параллельными поперечной плоскости 22 и смещенными относительно этой плоскости на 1500 и 2000 мм соответственно;

- четыре донных фиксированных электрода 27, 28, 29 и 30, - каждый будет центрирован соответственно в одном из квадратов, ограниченных плоскостями 21 и 22 внутри зон 26, имеющих форму квадранта, ограниченного четырьмя сторонами, попарно параллельными соответственно плоскостям 21 и 22 и отстоящими от этих двух плоскостей соответственно на 1000 и 1300 мм.

В общем случае опорная плоскость 21 будет представлять собой продольную среднюю плоскость плавильной ванны 1, перпендикулярную к оси опрокидывания этой ванны. В этой плоскости центрировано выпускное отверстие 8, вместо которого может использоваться вытянутый порог или бортик, заканчивающийся носиком для выпуска расплава при опрокидывании ванны.

В ряде случаев поперечная опорная плоскость 22 будет также представлять собой и плоскость симметрии. Однако ее положение может изменяться в зависимости от характеристик плавильной ванны и соответствующего положения различных ее элементов и приспособлений. Например, загрузка плавильной ванны сырьем может осуществляться в центре, по оси плавильной ванны, между двумя расходоуемыми электродами, или же через специальное загрузочное отверстие, смещенное в сторону от расходоуемых электродов, в частности, когда плавильная электропечь загружается железным ломом. В этом случае предпочтительным является смещение расходоуемых электродов во избежание их повреждения при загрузке печи.

Относительное расположение внутри плавильной электропечи расходоуемых и донных фиксированных электродов, загрузочного отверстия и выпускного отверстия так же может быть определено в функции различных технических и технологических соображений. Так, например, на практическое решение этого вопроса может оказать влияние использование системы циркуляции горячих газов, позволяющее обеспечить предварительный разогрев подлежащего расплавлению металлического лома или скрапа, технологическая необходимость сведения формирующихся в плавильной ванне электрических дуговых разрядов в некоторую заданную зону подачи печи или стремление заставить электрические токи протекать вполне определенными путями внутри ванны расплавленного металла.

Кроме того, возможности встраивания нижних фиксированных электродов в донную часть плавильной ванны также определенным образом ограничены, поскольку при этом необходимо учитывать факти-

ческое расположение различных ее конструктивных элементов, от которого зависит возможность осуществления желаемой конфигурации прокладки токоподводящих электрических проводников.

Действительно, как видно из схемы, представленной на фиг. 4, питающие электрические проводники 11, подключенные к расходным электродам 18 и 19, идут прямо к источнику постоянного тока 12, будучи проложенными непосредственно по опорным кронштейнам этих электродов, и, вследствие этого, обычно параллельны между собой и перпендикулярны средней продольной плоскости 21 плавильной ванны. Смещение расходных электродов 18 и 19 в сторону источника постоянного тока 12 позволяет компенсировать магнитные эффекты, возникающие вследствие прохождения электрического тока через электрические проводники 11, при сближении расходного электрода 18 и фиксированных электродов 27 и 28, размещенных со стороны источника тока и связанных с ним непосредственно при помощи питающих электрических проводников 31 и 32, параллельных питающим электрическим проводникам 11 и опорной поперечной опорной плоскости 22, перпендикулярной к опорной продольной плоскости 21.

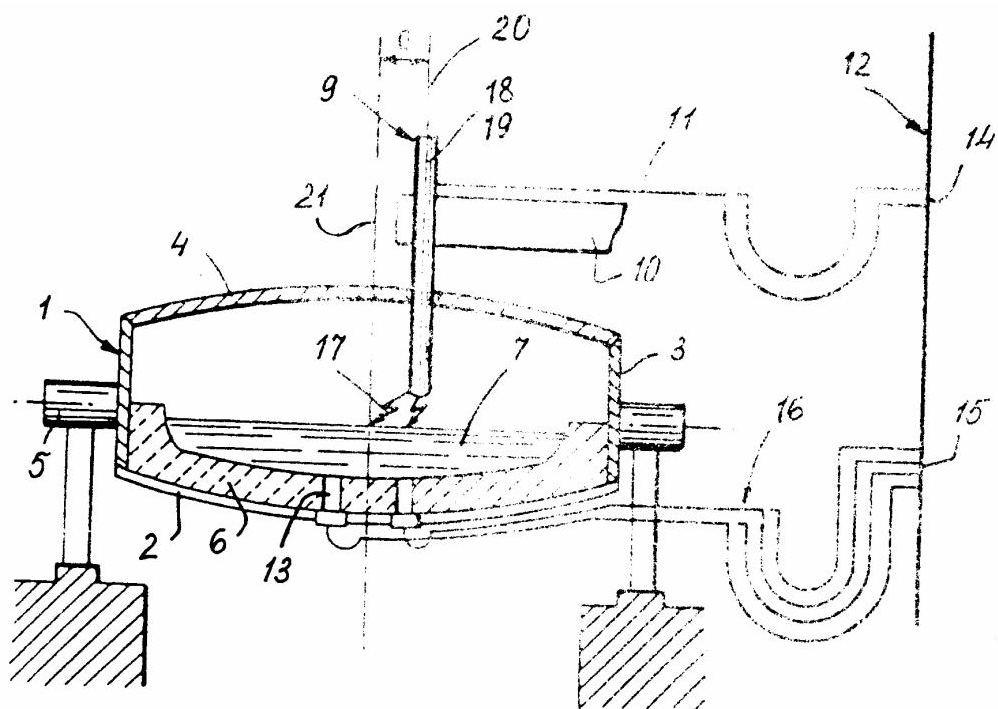
В то же время питающие электрические проводники 33 и 34, подключенные соответственно к донным фиксированным электродам 29 и 30, проложены так, что они обходят или огибают расходные электроды 18 и 19, располагающиеся соответственно с той же стороны от поперечной плоскости 22.

Таким образом, питающий электрический проводник 33, подключенный к донному фиксированному электроду 29, состоит из условно первой ветви 35, которая отходит от фиксированного электрода 29 по направлению, параллельному средней продольной плоскости 21, и второй ветви 36, которая проложена к источнику постоянного тока 12 параллельно питающему электрическому проводнику 11 на расстоянии около четырех метров от поперечной опорной плоскости 22.

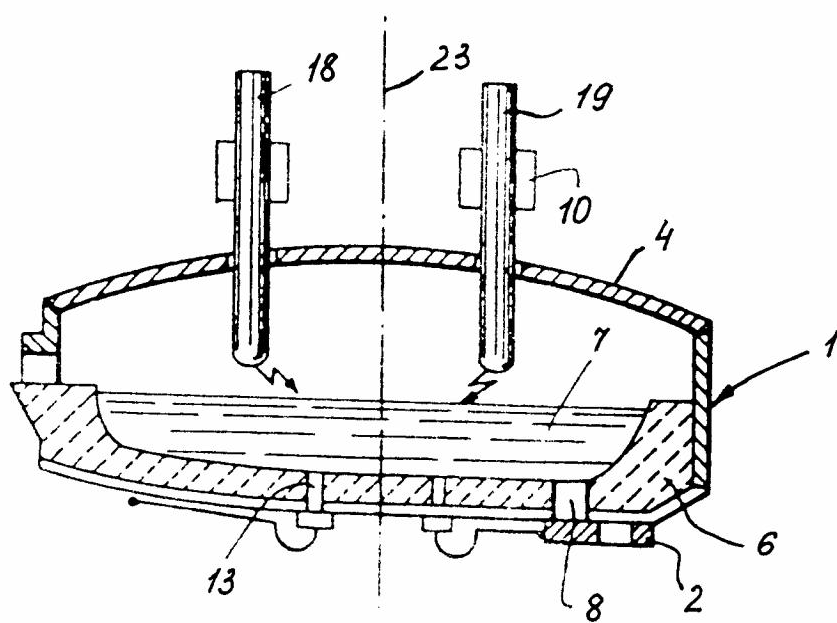
С другой стороны, питающий электрический проводник 37, подключенный к донному фиксированному электроду 30, располагающемуся со стороны выпускного отверстия 8, условно состоит из первой ветви 38, которая отходит от упомянутого выше электрода под некоторым углом к средней продольной плоскости 21 таким образом, чтобы пройти между выпускным отверстием 8 и проекцией расходного электрода 19, соединившись затем со второй ветвью 39, параллельной питающему электрическому проводнику 11, подключенному к расходному электроду 19.

Такое подробное описанное выше расположение электродов и питающих проводников позволяет обеспечить взаимное уравнивание возникающих магнитных эффектов при прохождении электрического тока и обеспечить, в частности, компенсацию влияния воздушных электрических проводников 11 таким образом, что формирующиеся в плавильной ванне электрические дуговые разряды, направленные к донным фиксированным электродам, будут подвергаться минимальным возмущающим их воздействиям.

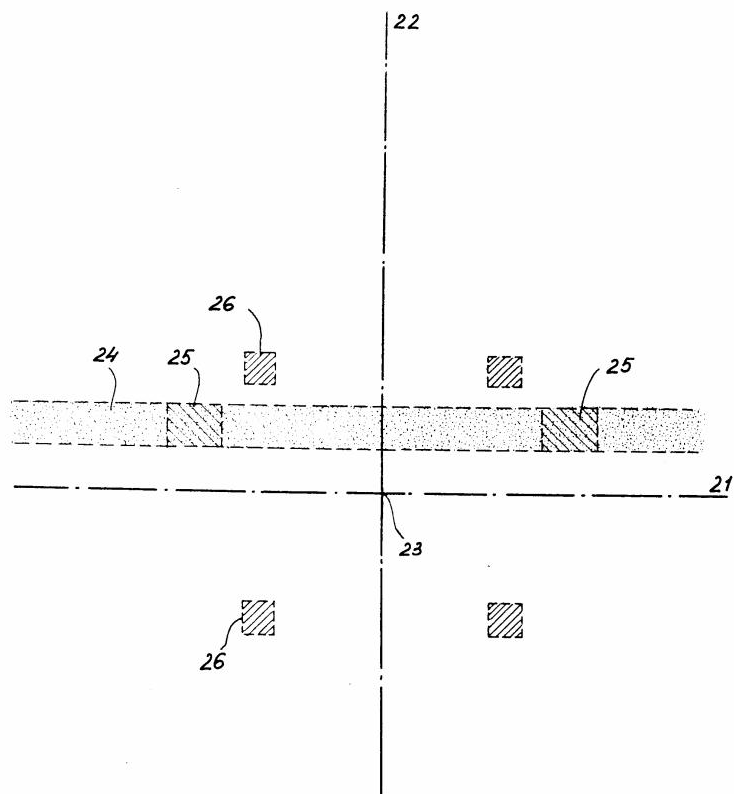
В то же время, источник постоянного тока 12 представляет собой агрегат, объединяющий генератор переменного тока и выпрямитель, который может иметь несколько выходов и обеспечить соединение с различными электродами таким образом, чтобы обеспечить прохождение электрического тока между соответствующими фиксированными и расходными электродами, между двумя фиксированными электродами и расходным электродом, расположенным с противоположной стороны, между самими фиксированными электродами и самими расходными электродами. Кроме того, имеется принципиальная возможность создать внутри плавильной ванны многочисленные электрические цепи, направленные по контролируемым направлениям, которые благодаря созданным таким образом магнитным силам определяют желательное гидродинамическое воздействие ванны расплавленного металла на проходящий металлургический процесс.



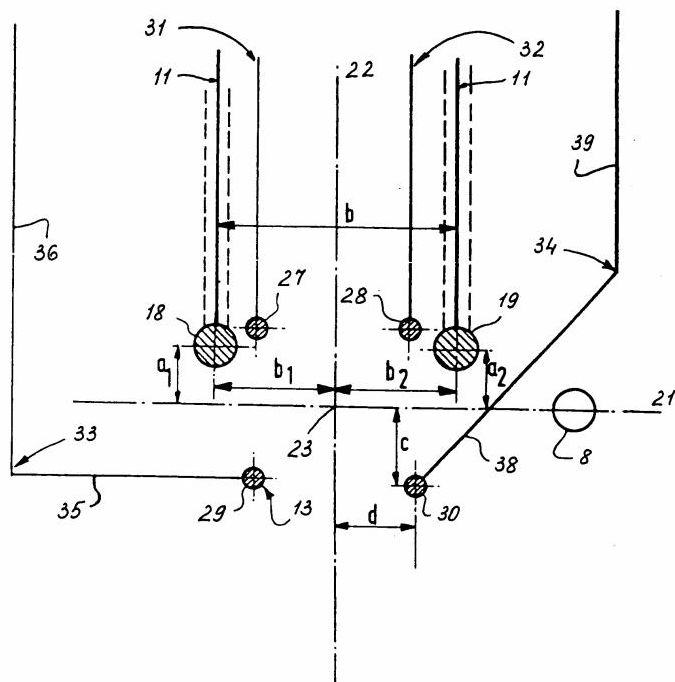
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
 (03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03