



УКРАЇНА

(19) UA (11,27526 (із, С2

(51) 6 B22D27/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54, СПОСІБ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО УТРИМАННЯ РІДКОГО МЕТАЛУ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ЗАЗОРІ ПРОМІЖ ДВОМА РОЗСУНУТИМИ ПО ГОРИЗОНТАЛІ ЕЛЕМЕНТАМИ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21)95062666

(22,05.06.1995

(24,15.09.2000

(46,15.09.2000, Бюл. № 4, 2000 р. (72, Ховард Л.Гербер, US, Ісмаел Г.Сауседо, US (73, ІНЛЕНД СТИЛ КОМПАНІ, US (56, Патент США № 5197534, кл. B22 D 27/02, 1993.

(57, 1. Способ електромагнітного утримання рідкого металу в вертикальному зазорі між двома роздвинутими по горизонталі елементами, включающий создание с помощью электропроводного средства горизонтального магнитного поля в направлении к жидкому металлу в вертикальном зазоре между двумя элементами у торцов указанных элементов, **отличающийся** тем, что создают дополнительное горизонтальное магнитное поле, контактирующее с жидким металлом в вертикальном зазоре с помощью дополнительного электропроводного средства, первое горизонтальное магнитное поле создают с помощью электропроводного средства, которое выполняют в виде первого проводящего средства для направления изменяющегося во времени электрического тока и катушки из двух вертикально расположенных и электрически соединенных между собой секций, первая из которых обращена наружной стороной к зазору, а вторая расположена со сдвигом относительно первой и обращена к ней наружной стороной, при этом изменяющийся во времени электрический ток направляют через обе наружные стороны катушки по вертикали во взаимно противоположных направлениях, а дополнительное электропроводное средство снабжают вторым проводящим средством для направления изменяющегося во времени электрического тока и проводят указанный ток через жидкий металл у торцов раздвинутых по горизонталі элементов в вертикальном направлении, противоположном направлению тока в первой секции катушки.

2. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что усиливают первое горизонтальное магнитное поле посредством второго магнитного поля при увеличении магнитного давления на жидкий металл в зазоре у торцов элементов.

3. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что используют средство из магнитного материала и создают

низкое магнитное сопротивление обратной линии первого магнитного поля

4. Способ по п.2, отличающийся тем, что направляют изменяющийся во времени ток вниз через первую секцию катушки и разделяют ток на две части на выходе из нее, при этом первую часть разделенного тока направляют вверх через вторую секцию катушки, а вторую часть разделенного тока направляют вверх через жидкий металл.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что первый изменяющийся во времени ток направляют через первую секцию катушки вниз, а дополнительный изменяющийся во времени ток направляют и проводят вверх через жидкий металл.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве изменяющегося во времени электрического тока используют переменный ток. 7. Устройство электромагнитного удержания жидкого металла в вертикальном зазоре между двумя раздвинутыми по горизонталі элементами, содержащее электропроводное средство для создания первого горизонтального магнитного поля в направлении к жидкому металлу в вертикальном зазоре между двумя элементами и установленное у торцов указанных элементов, отличающееся тем, что оно содержит дополнительное электропроводное средство для создания дополнительного горизонтального магнитного поля, контактирующего с жидким металлом в вертикальном зазоре, электропроводное средство для создания первого горизонтального магнитного поля выполнено в виде первого проводящего средства для направления изменяющегося во времени электрического тока и катушки, состоящей из двух вертикально расположенных и электрически соединенных между собой секций, первая из которых обращена наружной стороной к зазору, а вторая расположена со сдвигом относительно первой и обращена к ней наружной стороной, при этом первое проводящее средство выполнено с возможностью направления изменяющегося во времени электрического тока через обе секции катушки по вертикали во взаимно противоположных направлениях, а дополнительное электропроводное средство имеет второе проводящее средство для направления изменяющегося во времени электрического тока, выполненное с возможностью проведения указанного тока через жидкий металл у торцов раздвинутых

О

СО
СМ
Ю
СМ

по горизонтали элементов в вертикальном направлении, противоположном направлению тока в первой секции катушки.

8. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что элементы выполнены в виде валков для непрерывного литья полосы, имеющих возможность вращения в противоположных направлениях и установленных между собой с образованием вертикального зазора и участка захвата, при этом валки, имеют средство для затвердевания жидкого металла в полосу на выходе из зазора между валками.

9. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что оно снабжено трансформатором, содержащим первичную обмотку для приема входного тока и, по меньшей мере, одну вторичную обмотку, связанную с первым и вторым проводящими средствами

10. Устройство по п. 9, отличающееся тем, что второе проводящее средство выполнено в виде щетки для электрического контакта, по меньшей мере, с одной полосой и валком, расположенной ниже упомянутого участка захвата валков у их торцов, и электрода для электрического контакта с жидким металлом над участком захвата валков у их торцов.

11. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что первая секция катушки выполнена с верхним и нижним торцами, а вторичная обмотка трансформатора имеет одну обмотку, при этом первое проводящее средство имеет средство для направления тока от указанной обмотки трансформатора к верхнему торцу первой секции катушки, а второе проводящее средство имеет средство для электрического контакта нижнего торца первой секции катушки со щеткой.

12. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что каждая из секций катушки выполнена с верхним и нижним торцами, а вторичная обмотка трансформатора имеет две отдельные вторичные обмотки, каждая из которых включает два вывода, при этом первое проводящее средство имеет первое средство для электрического контакта одного вывода одной вторичной обмотки трансформатора с верхним торцом первой секции катушки и второе средство для электрического контакта второго вывода вторичной обмотки трансформатора с верхним торцом второй секции катушки, второе проводящее средство имеет первую линию для электрического контакта одного вывода вторичной обмотки трансформатора со щеткой и электродом и вторую линию для электрического контакта второго вывода

второй вторичной катушки трансформатора с другой щеткой и электродом

13. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что первое средство электрического контакта первого проводящего средства имеет средство для электрического контакта одного вывода вторичной обмотки трансформатора с верхним торцом первой секции катушки, а первая линия второго проводящего средства имеет средства для электрического контакта одного вывода второй вторичной обмотки трансформатора со щеткой.

14. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что электрод расположен между валками над участком захвата и имеет средство для, по меньшей мере, частичного погружения в жидкий металл.

15. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что электрод выполнен из графита

16. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что оно имеет средства для контакта щетки с валком, а каждый из валков выполнен либо из меди, либо из медного сплава.

17. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что оно имеет средство для контакта щетки с полосой, а каждый из валков выполнен из керамического материала

18. Устройство по п. 16 или 17, отличающееся тем, что щетки выполнены из графита или фосфорной бронзы.

19. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что каждый из валков выполнен из аустенитной нержавеющей стали.

20. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что оно снабжено средством из магнитного материала для создания низкого сопротивления обратной линии первого магнитного поля, выполненным из двух частей в виде плеч, каждое из которых расположено на соответствующей боковой стороне первой секции катушки в направлении торцов валков, и соединительной части, расположенной между плечами и между первой и второй секциями катушки.

21. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что дополнительное электропроводное средство выполнено с возможностью усиления дополнительным магнитным горизонтальным полем первого магнитного горизонтального поля при увеличении магнитного давления на жидкий металл в зазоре у торцов элементов.

22. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что в качестве источника изменяющегося во времени электрического тока использован источник переменного тока.

Изобретение относится к металлургии, а именно к литью металлов.

Более конкретно, изобретение относится к устройствам и способам электромагнитного ограничения расплавленного металла, в частности, к устройствам и способам предотвращения выдавливания расплавленного металла через открытый край вытянутого по вертикали зазора между двумя раздвинутыми по горизонтали элементами, где находится расплавленный металл.

Прототипом заявляемого технического решения является способ электромагнитного удержания жидкого металла в вертикальном зазоре между двумя раздвинутыми по горизонтали элементами и устройство для его осуществления, описанные в патенте США N9 5197534, кл. В 22 D 27/02, 1993.

Известный способ включает создание с помощью электропроводного средства горизонтального магнитного поля в направлении к жидкому

металлу в вертикальном зазоре между двумя элементами у торцов указанных элементов.

Устройство для осуществления известного способа содержит электропроводное средство для создания первого горизонтального магнитного поля в направлении к жидкому металлу в вертикальном зазоре между двумя элементами, которое *установлено у торцов указанных элементов*.

Задача, решаемая настоящим изобретением, состоит в обеспечении достаточно высокого значения объемного давления отталкивания для того, чтобы обеспечить ограничение расплавленного металла, одновременно сокращая потери энергии в перемычке. Другими словами, следует обеспечить относительно высокие значения отношения давления к потерям энергии в перемычке. Это отношение P/PL может быть выражено следующим образом:

$$P/PL = \frac{8}{c} \frac{B^2}{\mu_0} \frac{1}{\rho} \frac{1}{v} \frac{1}{\eta}$$

где 8 - значение глубины поверхностного слоя в меди материала катушки;

c - значение магнитной проницаемости воздуха и меди и расплавленного металла - стали;

k - коэффициент связи между катушкой и расплавленным металлом.

Значения магнитной проницаемости воздуха, меди и расплавленной стали могут быть приняты равными

Указанная задача решается благодаря тому, что в способе электромагнитного удержания жидкого металла в вертикальном зазоре между двумя раздвинутыми по горизонтали элементами, включающем создание с помощью электропроводного средства горизонтального магнитного поля в направлении к жидкому металлу в вертикальном зазоре между двумя элементами у торцов указанных элементов, согласно изобретению создают дополнительное горизонтальное магнитное поле, контактирующее с жидким металлом в вертикальном зазоре с помощью дополнительного электропроводного средства. Первое горизонтальное магнитное поле создают с помощью электропроводного средства, которое выполняют в виде первого проводящего средства для направления изменяющегося во времени электрического тока и катушки из двух вертикально расположенных и электрически соединенных между собой секций, первая из которых обращена наружной стороной к зазору, а вторая расположена со сдвигом относительно первой и обращена к ней наружной стороной. При этом изменяющийся во времени электрический ток направляют через обе наружные стороны катушки по вертикали во взаимно противоположных направлениях, а дополнительное электропроводное средство снабжают вторым проводящим средством для направления изменяющегося во времени электрического тока и проводят указанный ток через жидкий металл у торцов раздвинутых по горизонтали элементов в вертикальном направлении, противоположном направлению тока в первой секции катушки.

Усиливают первое горизонтальное магнитное поле посредством второго магнитного поля при увеличении магнитного давления на жидкий металл в зазоре у торцов элементов.

Используют средство из магнитного материала и создают низкое магнитное сопротивление обратной линии первого магнитного поля.

Кроме того, направляют изменяющийся во времени ток вниз через первую секцию катушки и разделяют ток на две части на выходе из нее, при этом первую часть разделенного тока направляют вверх через вторую секцию катушки, а вторую часть разделенного тока направляют вверх через жидкий металл.

Первый изменяющийся во времени ток направляют через первую секцию катушки вниз, а дополнительный изменяющийся во времени ток направляют и проводят вверх через жидкий металл.

В качестве изменяющегося во времени электрического тока используют переменный ток.

Указанная задача решается также благодаря устройству электромагнитного удержания жидкого металла в вертикальном зазоре между двумя раздвинутыми по горизонтали элементами, содержащем электропроводное средство для создания первого горизонтального магнитного поля в направлении к жидкому металлу в вертикальном зазоре *между двумя элементами* и установленное у торцов указанных элементов, согласно изобретению, оно* содержит дополнительное электропроводное средство для создания дополнительного горизонтального магнитного поля, контактирующего с жидким металлом в вертикальном зазоре. Электропроводное средство для создания первого горизонтального магнитного поля выполнено в виде первого проводящего средства для направления изменяющегося во времени электрического тока и катушки, состоящей из двух вертикально расположенных и электрически соединенных между собой секций, первая из которых обращена наружной стороной к зазору, а вторая расположена со сдвигом относительно первой и обращена к ней наружной стороной, при этом первое проводящее средство выполнено с возможностью направления изменяющегося во времени электрического тока через обе секции катушки по вертикали во взаимно противоположных направлениях, а дополнительное электропроводное средство имеет второе проводящее средство для направления изменяющегося во времени электрического тока, выполненное с возможностью проведения указанного тока через жидкий металл у торцов раздвинутых по горизонтали элементов в вертикальном направлении, противоположном направлению тока в первой секции катушки.

Элементы выполнены в виде валков для непрерывного литья полосы, имеющих возможность *вращения в противоположных* направлениях и установленных между собой с образованием вертикального зазора и участка захвата, при этом валки имеют средство для затвердевания жидкого металла в полосу на выходе из зазора между валками.

Устройство снабжено трансформатором, содержащим первичную обмотку для приема входного тока и, по меньшей мере, одну вторичную обмотку, связанную с первым и вторым проводящими средствами.

Второе проводящее средство выполнено в виде щетки для электрического контакта, по меньшей мере, с одной полосой и валком, расположен-

ной ниже упомянутого участка захвата валков у их торцов, и электрода для электрического контакта с жидким металлом над участком захвата валков у их торцов.

Для решения указанной задачи в устройстве первая секция катушки выполнена с верхним и нижним торцами, а вторичная обмотка трансформатора имеет одну обмотку, при этом первое проводящее средство имеет средство для направления тока от указанной обмотки трансформатора к верхнему торцу первой секции катушки, а второе проводящее средство имеет средство для электрического контакта нижнего торца первой секции катушки с щеткой

Каждая из секций катушки выполнена с верхним и нижним торцами, а вторичная обмотка трансформатора имеет две отдельные вторичные обмотки, каждая из которых включает два вывода, при этом первое проводящее средство имеет первое средство для электрического контакта одного вывода одной вторичной обмотки трансформатора с верхним торцом первой секции катушки и второе средство для электрического контакта второго вывода вторичной обмотки трансформатора с верхним торцом второй секции катушки, второе проводящее средство имеет первую линию для электрического контакта одного вывода вторичной обмотки трансформатора с щеткой и электродом и вторую линию для электрического контакта второго вывода второй вторичной катушки трансформатора с другой щеткой и электродом

Первое средство электрического контакта первого проводящего средства имеет средство для электрического контакта одного вывода вторичной обмотки трансформатора с верхним торцом первой секции катушки, а первая линия второго проводящего средства имеет средства для электрического контакта одного вывода второй вторичной обмотки трансформатора с щеткой.

Кроме того, электрод расположен между валками над участком захвата и имеет средство для, по меньшей мере частичного погружения в жидкий металл

Электрод выполнен из графита.

Устройство имеет средства для контакта щетки с валком, а каждый из валков выполнен либо из меди, либо из медного сплава.

Для решения указанной задачи устройство имеет средство для контакта щетки с полосой, а каждый из валков выполнен из керамического материала.

Щетки выполнены из графита или фосфорной бронзы. Кроме того, в устройстве каждый из валков выполнен из аустенитной нержавеющей стали.

Устройство снабжено средством из магнитного материала для создания низкого сопротивления обратной линии первого магнитного поля, выполненным из двух частей в виде плеч, каждое из которых расположено на соответствующей боковой стороне первой секции катушки в направлении торцов валков, и соединительной части, расположенной между плечами и между первой и второй секциями катушки.

Дополнительное электропроводное средство выполнено с возможностью усиления дополнительным магнитным горизонтальным полем пер-

вого магнитного горизонтального поля при увеличении магнитного давления на жидкий металл в зазоре у торцов элементов

В качестве изменяющегося во времени электрического тока использован источник переменного тока.

В соответствии с данным изобретением потери энергии в переключе сокращаются без любого значительного уменьшения объемного давления отталкивания. Это достигается посредством использования тока проводимости в расплавленном металле. Такое устройство имеет несколько преимуществ, описанных ниже, по сравнению с устройством, использующим только индуцированные вихревые токи в расплавленном металле для генерации магнитного поля ограничения.

Катушка ограничения, используемая во всех конструкциях данного изобретения, имеет расположенную по вертикали первую часть катушки ограничения, обращенную лицевой стороной к массе расплавленного металла вблизи открытого края зазора между валами при непрерывном литье полосы Низ первой части катушки связан по электрическому потоку - с нижней частью второй катушки ограничения, расположенной по вертикали

Верхний электрод простирается до верхней части массы расплавленного металла вблизи открытого края зазора С другой стороны, нижние электроды или щетки (а) находятся в контакте с твердеющей полосой стали в месте, расположенном точно снизу захвата валов вблизи открытого края зазора, или (б) находятся в контакте с двумя валами в том же месте, или (с) находятся в контакте и с полосой и с валами в виде комбинации случаев (а) и (б) Во всех конструкциях переменный ток проходит через первую часть катушки ограничения В одной конструкции весь ток от источника питания (например, вторичной обмотки трансформатора) вначале течет вниз через первую часть катушки и далее делится на два тока: (а) один ток течет по направлению вверх через вторую часть катушки ограничения; (б) другой ток направляется через нижние электроды или щетки непосредственно снизу захвата валов и далее течет вверх в виде тока проводимости через массу расплавленного металла к верхнему электроду.

В другой конструкции ток от источника питания первоначально представлен в виде двух отдельных направленных токов (а) один ток направляется через первую и вторую части катушки ограничения, как описано выше, (б) другой ток первоначально направлен к вышеупомянутым нижним электродам или щеткам и течет далее в виде тока проводимости вверх через расплавленный металл, как описано выше.

Во всех конструкциях существуют индуцированные вихревые токи в массе расплавленного металла, так же как и ток проводимости Эти вихревые токи индуцированы в массе расплавленного металла магнитным полем, которое генерировано катушкой ограничения Плотность магнитного потока В, которая создает объемное давление отталкивания для ограничения расплавленной массы металла, объединяет три компонента. (1) плотность магнитного потока, обусловленного магнитным полем, генерированным током, текущим че-

рез катушку ограничения; (2) плотность магнитного потока, обусловленную магнитным полем, генерированным индуцированными вихревыми токами в массе расплавленного металла; и (3) плотность магнитного потока, обусловленную магнитным полем, генерированным током проводимости, текущим через массу расплавленного металла. Второй компонент, то есть (2), представляет собой существенно меньший по величине фактор по сравнению со всей величиной плотности магнитного потока, нежели в устройстве, где электрические токи в массе расплавленного металла представлены только индуцированными вихревыми токами.

Как отмечено выше, при уменьшении частоты переменного тока сокращаются потери энергии в катушке перемены ограничения; но одновременно также происходит увеличение глубины поверхностного слоя (5) в массе расплавленного металла индуцированных вихревых токов. Это увеличение глубины поверхностного слоя (глубины проникновения вихревых токов) приводит к уменьшению коэффициента связи (k) между катушкой ограничения и расплавленным металлом, что, в свою очередь, приводит к уменьшению объемного давления отталкивания.

Однако что касается тока проводимости в массе расплавленного металла, то глубина проникновения этого тока (распределение тока) больше является функцией расположения электродов, чем функцией частоты. Если изменяющийся во времени ток проводимости представляет собой пульсирующий DC (выпрямленный ток), то уменьшение частоты не влияет существенно на распределение тока;

если изменяющийся во времени ток проводимости представляет собой (переменный ток) AC, то уменьшение частоты представляет собой существенно менее заметный эффект на распределение тока по сравнению с устройством без тока проводимости в расплавленном металле. Следовательно, уменьшение частоты изменяющегося во времени тока проводимости не приводит к значительным изменениям в распределении тока. Соответственно, нет и значительного уменьшения фактора связи (k), который уменьшается с увеличением глубины поверхностного слоя.

В результате этого уменьшение частоты для сокращения потерь энергии в катушке ограничения не приводит к уменьшению коэффициента связи, коррелирующего с током проводимости; также не происходит значительного уменьшения плотности потока, обусловленного магнитным полем, генерированным током проводимости. Любой отрицательный эффект на объемное давление отталкивания за счет уменьшения частоты должен быть существенно меньше, чем отрицательный эффект в результате ситуации, когда электрические токи, текущие в массе расплавленного металла, представляют собой только индуцированные вихревые токи.

Уменьшение частоты изменяющегося во времени тока уменьшает не только потери энергии в катушке ограничения, но также уменьшает потери энергии в расплавленном металле.

Изменяющийся во времени ток создает изменяющееся во времени магнитное поле, имею-

щее соответствующую частоту и содержащее циклы увеличения и уменьшения плотности магнитного потока. Способность магнитного поля удерживать расплавленный металл может иметь отрицательное влияние, если частота изменяющегося во времени тока уменьшается слишком много. Частота не должна уменьшаться ниже нижнего предела, при котором период времени между пиками плотности магнитного потока для последовательных циклов переменного во времени магнитного поля слишком велик, чтобы предотвратить вытекание расплавленного металла через открытый край зазора между валами.

Для заданного входного тока в системе удержания плотность магнитного потока, генерированного устройством в соответствии с данным изобретением, использующим ток проводимости в расплавленной массе металла, значительно больше плотности магнитного потока, генерированного устройства, где ток в расплавленной массе металла состоит только из индуцированных вихревых токов.

Другие особенности и преимущества, присущие устройству и способу, представленным в виде заявки и раскрытым, станут более очевидны специалистам на основе следующего детального описания в связи с соответствующими фигурами.

На фиг. 1 показан вид сбоку непрерывных литых полосы при использовании конструкции устройства электромагнитного ограничения в соответствии с данным изобретением;

на фиг. 2 - вид в плане части структуры, иллюстрированной на фиг. 1;

на фиг. 3 - увеличенный фрагментарный вид сбоку части структуры, показанной на фиг. 1;

на фиг. 4 представлен увеличенный фрагментарный вид сбоку, аналогичный фиг. 3;

на фиг. 5 - схематичная диаграмма конструкции устройства ограничения, использующего AC ток;

на фиг. 6 - схематичная диаграмма другой конструкции устройства ограничения, использующего AC ток;

на фиг. 7 - фрагментарный вид в плане части устройства ограничения, иллюстрирующий направления электрических токов и магнитных полей, соответствующих данному устройству;

на фиг. 8 - увеличенный фрагментарный вид сбоку, отчетливо иллюстрирующий часть устройства,

на фиг. 9 - увеличенный фрагментарный вид сбоку, отчетливо иллюстрирующий другую часть устройства;

на фиг. 10 - схематическая диаграмма, иллюстрирующая конструкцию устройства ограничения, использующего DC ток.

Обратимся вначале к фиг. 1-3. Обозначенное в общем под цифрой 1 представляет собой устройство электромагнитного ограничения для предотвращения выдавливания расплавленного металла 2 через открытый край 3 вертикально ориентированного зазора 4 между двумя раздвинутыми по горизонтали элементами 5,6, между которыми масса 2 расплавленного металла расположена. Горизонтально раздвинутые элементы состоят из пары противоположно вращающихся валов литья при непрерывном литье полосы. Ва-

лы литья 5 6 имеют захват 7 внизу вертикально ориентированного зазора 4 Противоположно вращающиеся валы содержат средство для отверждения металла из расплавленной массы 2 в непрерывную полосу 8, простирающуюся вниз от захвата 7 Валы 5, 6 охлаждаются стандартным способом, не описанным здесь Масса 2 обычно представляет собой расплавленную сталь

Однако для устройства ограничения 1 расплавленный металл в зазоре 4 должен выдавливаться через открытый край 3 зазора 4 Хотя на фигурах показаны только один открытый край 3 и одно устройство электромагнитного ограничения 1, следует понимать, что устройство 1 установлено на каждом из двух открытых концов 3 зазора 4

Из анализа фиг 5 - 7 и 10 видно, что устройство электромагнитного ограничения 1 включает в себя электропроводную катушку ограничения 9 вблизи открытого края 3 зазора 4 Катушка 9 генерирует первое горизонтальное магнитное поле, которое распространяется по направлению к массе расплавленного металла 2 через открытый край 3 зазора 4

Катушка 9 включает в себя вертикально ориентированную первую часть катушки ограничения 10, обращенную лицевой стороной к открытому краю 3 зазора 4, и вертикально ориентированную вторую часть катушки ограничения 11, связанной по электрическому потоку 12 с первой частью катушки 10

Из рассмотрения фиг 3 - 6 и 10 видно, что устройство электромагнитного ограничения 1 также включает в себя щетки 13, 14 для электрического контакта (а) каждой из сторон полосы 8 с (б) валами литья 5, 6, находящимися снизу захвата 7 и вблизи открытого края 3 зазора 4

На фиг 5, 6 и 10 показан соединенный с устройством 1 трансформатор 15, включающий в себя первичную катушку 16 для подачи входного тока, и, по крайней мере, одну вторичную катушку, например, 17 на фиг 6 В конструкции, показанной на фиг 10, вторичная катушка 18 сделана в форме катушки с центральным отводом 19

Обращаясь снова к устройству на фиг 5, можно видеть, что вертикально ориентированная первая часть катушки ограничения 10 имеет верхний и нижний края 20 и 21, соответственно

Вертикально ориентированная вторая часть катушки ограничения 11 имеет верхний и нижний края 22 и 23, соответственно Как было отмечено ранее, трансформатор 15 включает в себя пару отдельных, дискретных частей вторичной катушки 24 и 25 Каждая часть вторичной катушки включает в себя пару противоположных выводов катушки Линия 26 представляет собой электропровод, соединяющий один вывод 27 части вторичной катушки 25 с верхним краем 20 первой части катушки ограничения 10 Обратная линия 28 представляет собой электропровод, соединяющий другой вывод 29 части 25 вторичной катушки с верхним краем 22 второй части катушки ограничения 11 Линия 30 представляет собой электропровод, соединяющий вывод 31 части 24 вторичной катушки трансформатора со щетками 13, 14 посредством ответвлений 32, 33, соответственно фиг 3 Линия возврата 34 представляет собой элект-

ропровод, соединяющий другой вывод 35 части 24 вторичной обмотки трансформатора с электродом 36

Линии 26 и 28 включают в себя первое проводящее средство для направления переменного во времени электрического тока от трансформатора 15 через первую часть катушки 10 в первом вертикальном направлении (вниз на фиг 5) и далее через вторую часть катушки 11 во втором вертикальном направлении, противоположном первому вертикальному направлению, то есть вверх, через вторую часть катушки 11 Более конкретно, ток от части вторичной обмотки трансформатора 25 течет через линию 26, далее вниз через первую часть катушки ограничения 10, далее через электрическое соединение 12, осуществляющее контакт между низами 21, 23 частей катушек 10 и 11, далее вверх через вторую часть катушки ограничения 11 и далее через линию возврата 28 к части 25 вторичной обмотки Изменяющийся во времени ток, текущий через части катушки ограничения 10, 11, генерирует первое горизонтальное магнитное поле вблизи открытого края 3 зазора 4

Электропроводная линия 30 содержит линию ответвления 32 для щетки 13, линию ответвления 33 для щетки 14, а электрод 36 и электропроводная обратная линия 34 включают в себя второе проводящее средство для направления переменного во времени электрического тока от части 24 вторичной обмотки трансформатора, вертикально через массу 2 расплавленного металла, в виде тока проводимости, вблизи открытого края 3 вертикально ориентированного зазора 4 Поток тока проводимости через массу 2 проходит в направлении, противоположном направлению тока, текущего через первую часть катушки ограничения 10, то есть вверх через массу расплавленного металла 2 Этот поток тока проводимости генерирует второе горизонтальное магнитное поле вблизи открытого края 3 зазора 4

Направления токов, текущих через первую и вторую части катушки ограничения 10, 11, показаны под цифрами 37, 38 соответственно а направление тока проводимости, текущего через массу расплавленного металла 2, показано под цифрой 39 (фиг 5 и 7) Направления первого и второго горизонтальных магнитных полей показаны под цифрами 40 и 41 соответственно на фиг 7 Два магнитных поля направлены в одну сторону и увеличивают величину друг друга

Катушка ограничения 9 и первое и второе проводящие средства, как описано выше, включают в себя устройство, которое, в присутствии массы расплавленного металла 2, создает магнитное давление отталкивания, действующее на расплавленный металл по направлению внутрь зазора 4 от открытого края 3

Из анализа конструкции, показанной на фиг 6, видно, что вторичная обмотка трансформатора состоит из одной катушки 17 В этой конструкции линия 26 представляет собой электрическое соединение одного вывода 42 вторичной обмотки 17 с верхним краем первой части катушки ограничения 10 Обратная линия 28 представляет собой электрическое соединение верхнего края 22 второй части катушки ограничения 11 с другим выводом 43 вторичной обмотки трансформатора 17 Ниж-

ний край 21 первой части катушки ограничения 10 соединен посредством электрического соединения 12 и пары соединительных линий 44, на фиг 6 показана только одна из этих линий, со щетками 13, 14 Обратная линия 34 соединяет электрод 36 с выводом 43 вторичной обмотки 17 трансформатора Как отмечено выше, вывод 43 также соединен с обратной линией 28, которая, в свою очередь, соединена с верхним краем 22 второй части катушки ограничения 11

В конструкции на фиг 6 изменяющийся во времени ток течет от вторичной обмотки 17 трансформатора через линию 26, далее вниз через первую часть катушки ограничения 11, далее через электрическое соединение 12, где электрический ток разветвляется Одна доля тока течет вверх через вторую часть катушки ограничения 11 и далее через линию 28 обратно ко вторичной обмотке трансформатора 17 Другая доля тока течет через соединительные линии 44, через щетки 13, 14 и потом вверх через расплавленный металл 2 к электроду 36, от которого течет через обратную линию 34 назад ко вторичной обмотке 17 трансформатора

В конструкции, показанной на фиг 6, направления токов, текущих через части катушки ограничения 10 и 11 и через массу расплавленного металла 2, показаны под цифрами 37, 38 и 39, соответственно, на фиг 6 и 7, и эти направления те же самые, что и направления токов, текущих в конструкции, изображенной на фиг 5

Изменяющийся во времени ток, текущий через катушку 9, генерирует гзервое горизонтальное магнитное поле, имеющее направление, обозначенное цифрой 40 на фиг 7, изменяющийся во времени ток проводимости, текущий через массу расплавленного металла 2, генерирует второе горизонтальное магнитное поле, имеющее направление, обозначенное цифрой 41 на фиг 7 Эти направления те же самые, что и направления магнитных полей, генерированных конструкцией, показанной на фиг 5 Аналогично, второе горизонтальное магнитное поле, имеющее направление, обозначенное цифрой 41 на фиг 7, усиливает первое горизонтальное магнитное поле, имеющее направление, обозначенное цифрой 40 на фиг 7, одновременно увеличивая магнитное давление отталкивания уоткрытого края 3 зазора 4

Во всех конструкциях данного изобретения ток проводимости, текущий вертикально через массу расплавленного металла 2 всегда течет по направлению 39, противоположному направлению 37 тока, текущего по вертикали через первую часть катушки ограничения 10 В результате этого соотношения направление 41 горизонтального магнитного поля, генерированного током проводимости, текущим через массу расплавленного металла 2, всегда то же самое, что и направление 40 горизонтального магнитного поля, генерированного катушкой 9 Когда первое и второе горизонтальные магнитные поля распространяются в одном и том же горизонтальном направлении (40, 41 на фиг 7), то они усиливают друг друга

В дополнение к току проводимости, текущему через массу расплавленного металла 2, могут также возникать, в массе расплавленного металла 2, вихревые токи, индуцированные первым гори*

зонтальным магнитным полем и текущие в том же направлении 39, что и ток проводимости Индуцированными вихревыми токами генерируется горизонтальное магнитное поле, которое распространяется в том же самом направлении 41, что и горизонтальное магнитное поле, генерированное током проводимости, текущим через массу расплавленного металла, и усиливает горизонтальное магнитное поле, генерированное токами проводимости и изменяющимся во времени током, текущим через катушку ограничения 9

На фиг 5 и 6 изображены конструкции, в которых изменяющийся во времени ток представляет собой АС-ток Изменяющимся во времени током также может быть пульсирующий ДС Конструкция, использующая пульсирующий ДС, изображена на фиг 10 Конструкция, показанная на фиг 10, аналогична конструкции, изображенной на фиг 6, с некоторыми различиями Сходства не будут упоминаться повторно А различия описаны ниже

Трансформатор 15, изображенный на фиг 10, имеет вторичную обмотку 18 с центральным отводом 19, соединенным с линиями возврата 28 и 34 Каждый вывод вторичной обмотки соединен с соответствующим выпрямителем 46, 47, каждый из которых, в свою очередь, связан в электрическом контуре с линией 26 для направления тока в верхний край 20 первой части катушки ограничения 10 После прохождения током первой части катушки ограничения 10, на ее нижнем крае 21, ток разветвляется на две части первая часть разделенного тока направляется через электрическое соединение 12 во вторую секцию катушки ограничения 11 и далее вверх по ней, вторая часть разделенного тока направляется через электрические соединения 44 и щетки 13, 14 а массу расплавленного металла 2, через которую вторая часть разветвленного тока течет по направлению вверх Линия возврата 28 соединяет контур тока, текущего от верхнего края 21 второй части катушки ограничения 11, с центральным отводом 19 на вторичной обмотке трансформатора, а линия возврата 34 замыкает контур тока текущего от электрода 36, с центральным отводом 19

В конструкциях, показанных на фиг 6 и 10, доля тока, текущего по направлению вниз через первую часть катушки ограничения, также течет через массу расплавленного металла 2 С другой стороны, в конструкции, показанной на фиг 5, ни одна доля тока, текущего через массу расплавленного металла 2, не течет через любую часть катушки ограничения 9

Горизонтальные магнитные поля, генерированные изменяющимся во времени током, текущим через катушку ограничения 9, и током проводимости, текущим через массу расплавленного металла 2, взаимодействуют, создавая магнитное давление отталкивания, которое действует на массу расплавленного металла 2 по направлению внутрь от открытого края 36 зазора 4

Обращаясь снова к фиг 7, видно, что первая часть катушки ограничения 10 включает в себя переднюю лицевую сторону 48, заднюю сторону 49 и пару боковых сторон 50, 51 Наружная сторона первой части катушки 50, задняя сторона 49 и сторона 51 представляют собой магнитный элемент 52, электрически изолированный от первой

части катушки 10, обычно тонким слоем изоляции, не показан. Магнитный элемент 52 обычно состоит из стандартного магнитного материала, и характеризуется низким магнитным сопротивлением обратной линии для магнитного поля, генерированного изменяющимся во времени током, текущим через катушку ограничения 9. Магнитный элемент 52 включает в себя пару частей в виде плеча 53, 54, каждая из которых расположена на соответствующей боковой стороне 50, 51 первой секции катушки 10 и каждая простирается по направлению открытого края 3 зазора 4. Магнитный элемент 52 также включает в себя заднюю соединительную часть 55, расположенную между плечами 53, 54 и расположенную между первой и второй частями катушки ограничения 10, 11.

Структурные конфигурации, которые могут быть использованы для частей катушки 10, 11, изображены более детально в вышеупомянутом Gereber et al. US Patent № 5197534 и, таким образом, определены здесь общей ссылкой. Однако отличие устройства, описанного в вышеупомянутом Gereber, et al. 5197534, от устройства данного изобретения состоит в отсутствии какого-либо магнитного щита на внешней стороне магнитных частей в виде плеч 53, 54. Такой щит используется для ограничения магнитного поля, генерированного катушкой ограничения для создания промежутка вблизи открытого края 3 зазора 4. Это является важным в тех случаях, когда предполагается, что индуцированные вихревые токи в массе расплавленного металла 2 представляют собой основной источник тока, текущего через массу расплавленного металла 2. В данном изобретении, однако, ток проводимости является основным источником тока для горизонтального магнитного поля, генерированного током, текущим через массу расплавленного металла 2. Соответственно, магнитный щит Gerber et al. № 534 не нужен.

Как отмечено выше, электрод 36 расположен между валами для литья 5, 6 сверху захвата 7, фиг. 3. Электрод 36 состоит из электропроводного материала, который сохраняет сопротивление при высоких температурах массы расплавленного

металла 2, в которую электрод 36 по крайней мере частично опущен. Электрод 36 может быть сделан, например, из графита.

Валы для литья 5, 6 могут быть сделаны из меди, или из медного сплава, или керамического материала, или аустенитной, немагнитной, нержавеющей стали.

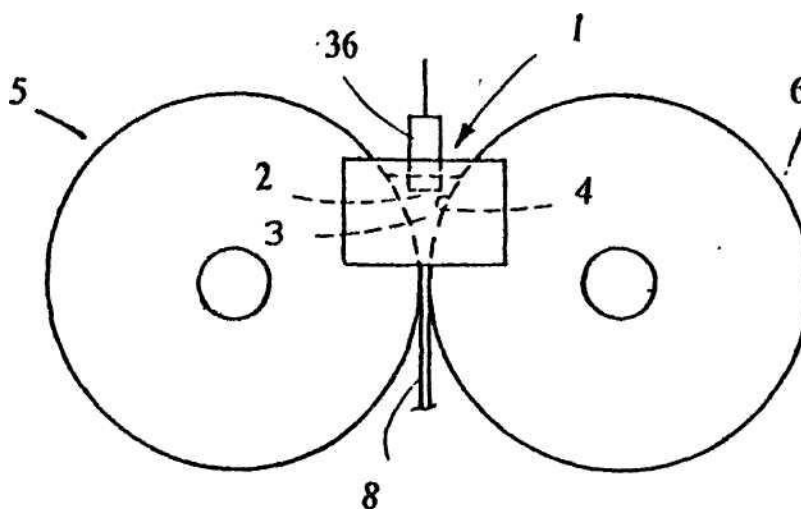
Вал для литья, состоящий из керамического материала, имеет не очень высокую электропроводность. В таком случае соответствующее электрическое соединение с массой расплавленного металла 2 осуществляют через щетки 13, 14 и полосу 8. Предпочтительно использовать пружину для приведения щетки в контакт с полосой 8, и такая пружина изображена под цифрой 56 на фиг. 9.

Если валы для литья сделаны из электропроводного материала, такого как медь или сплав меди, соответствующее электрическое соединение с массой расплавленного металла 2 содержит валы для литья. Иначе говоря, соответствующее электрическое соединение осуществляется между щетками 13, 14 и валами 5, 6, может быть дополнительное соединение между щеткой и полосой 8. Если соответствующее электрическое соединение осуществляется между щеткой с валом для литья, то желательно использовать пружину для контакта щетки с валом для литья, такая пружина показана на фиг. 8 под цифрой 57.

Щетки 13, 14 сделаны из электропроводного материала, такого как графит или фосфорная бронза.

Если щетка сделана, из металла, такого как фосфорная бронза, то возможно внутреннее охлаждение. Если щетка сделана из графита, охлаждение может быть осуществлено при помощи держателя щетки, который охлаждается изнутри. Устройство систем охлаждения типов, описанных в предыдущих частях этого параграфа, представляет собой сферу деятельности специалистов.

Вышеупомянутое детальное описание дано с целью ясности понимания и не предполагает никаких ограничений для модификаций, которые очевидны специалистам.



Фиг. 1

ФЖ\\$/

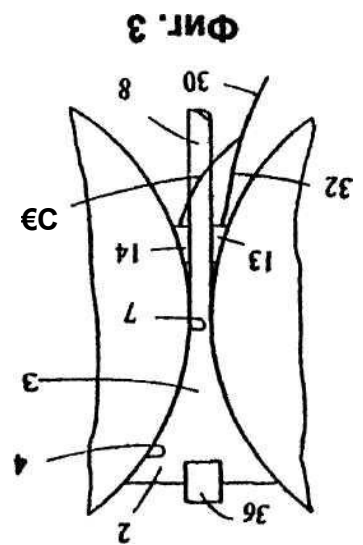
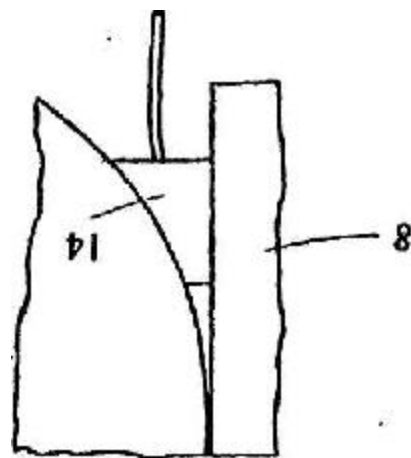
XI

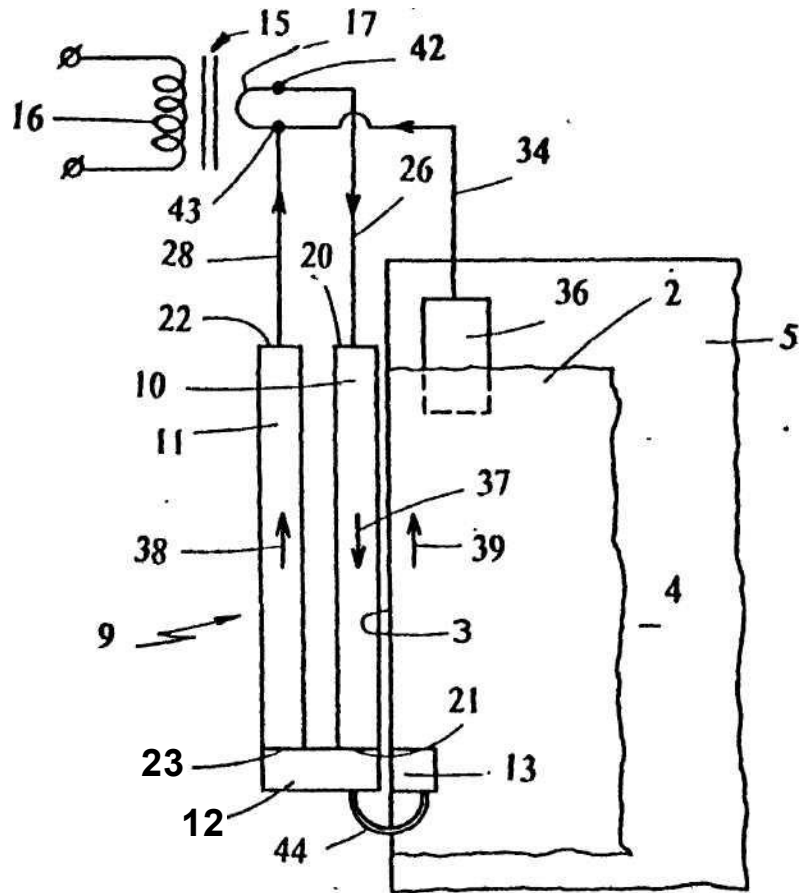


ог

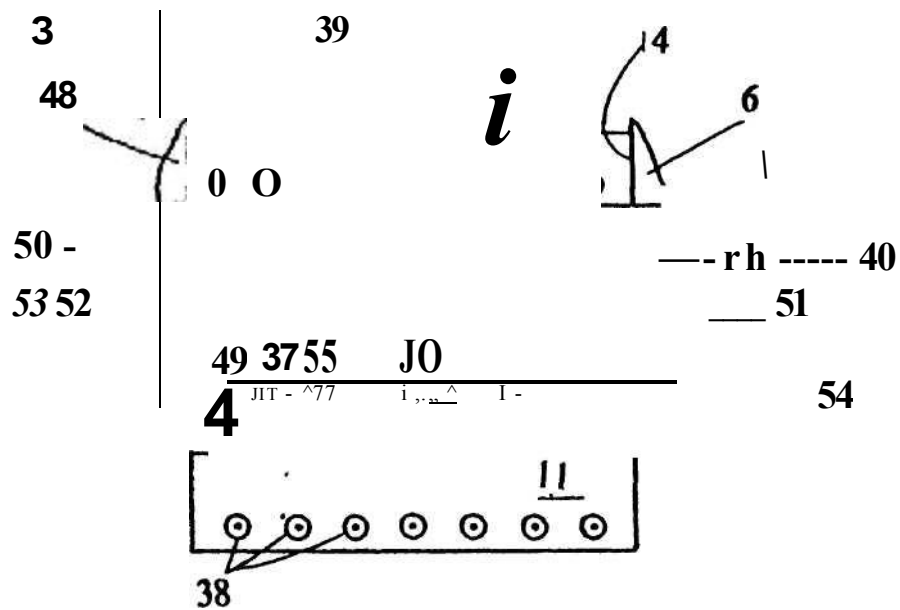
-И
10
n

16





Фиг. 6

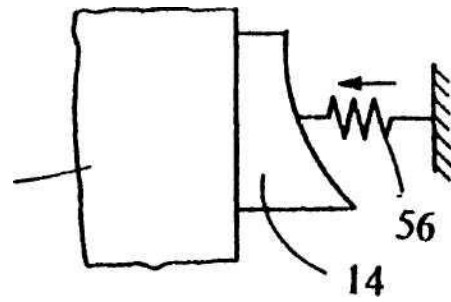


Фиг. 7

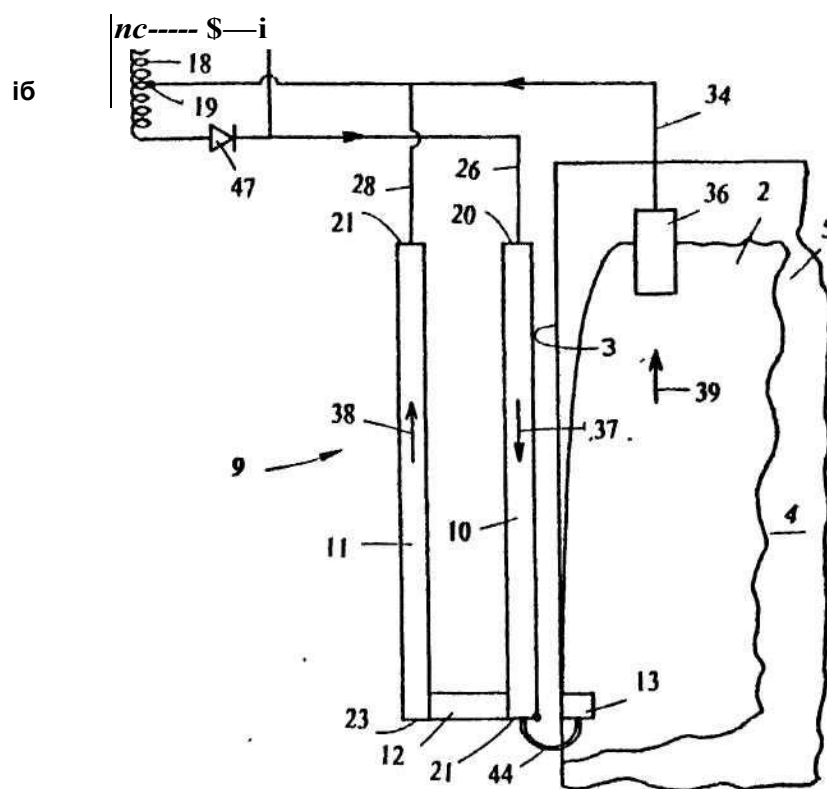
14

 $57-\wedge 7$
 $7777T$

Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

Тираж 50 экз.

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

