



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40608 (13) C2

(51) 7 B22D11/10

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

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО РОЗЛИВАННЯ МЕТАЛУ

(21) 95073179

(22) 04.01.1994

(24) 15.08.2001

(31) 9300149-3

(32) 19.01.1993

(33) SE

(86) PCT/SE94/00005, 04.01.1994

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Андерссон Ерланд, SE, Ерікссон Жан-Ерік, SE, Халлефельд Магнус, SE, Коллберг Стен, SE, Свенссон Ерік, SE, Таллбек Гете, SE

(73) АББ АБ, SE

(56) 1. SE-B-436251.

2. Патентная заявка (прототип) SE 9100184-2.

(57) 1. Устройство для непрерывной разливки металла, содержащее, по меньшей мере, один открытый книзу кристаллизатор в виде охлаждаемых медных плит, образующих охлаждаемую литейную форму с прямоугольным поперечным сечением, и в котором медные плиты прикреплены каждая к водоохлаждаемой коробчатой балке, расположенной снаружи от медной плиты, а также раму с гидравлическими поршнями, скрепляющие кристаллизатор, при этом указанный кристаллизатор приспособлен для снабжения его поступающим первичным потоком расплава, источник статического или низкочастотного магнитного поля, содержащий разделенный на переднюю и заднюю части магнитопроводящий сердечник, средства сообщения кристаллизатору колебательного движения, предпочтительно в форме качающегося стола, и основание со средствами поддержки указанных кристаллизатора, магнитопроводящего сердечника и качающегося стола, **отличающееся** тем, что передняя часть указанного магнитопроводящего сердечника выполнена заодно с указанной водоохлаждаемой коробчатой балкой, а задняя часть содержит заднюю подвижную часть, которая установлена с возможностью перемещения в направлении, в основном совпадающем с направлением магнитного поля в магнитопроводящем сердечнике.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что задняя подвижная часть магнитопроводящего сердечника является частью магнитной цепи, поддерживающей заднюю и переднюю части магнитопроводящего сердечника.

3. Устройство по п. 1 или п. 2, **отличающееся** тем, что задняя часть магнитопроводящего сердечника

содержит, по меньшей мере, одну катушку, подключенную к источнику питания электрическим постоянным или низкочастотным переменным током.

4. Устройство по п. 1 или п. 2, **отличающееся** тем, что, по меньшей мере, часть магнитопроводящего сердечника выполнена из материала с постоянными магнитными характеристиками.

5. Устройство по любому из предыдущих пунктов, **отличающееся** тем, что задняя подвижная часть магнитопроводящего сердечника установлена с возможностью перемещения в раме, скрепляющей кристаллизатор.

6. Устройство по п. 5, **отличающееся** тем, что указанная рама содержит средства для образования части цепи магнитного потока.

7. Устройство по п. 5 или п. 6, **отличающееся** тем, что магнитопроводящие сердечники соединены с кристаллизатором.

8. Устройство по любому из пп. 1-4, **отличающееся** тем, что указанный качающийся стол содержит средства для образования части цепи магнитного потока.

9. Устройство по любому из пп. 1-4 и п. 8, **отличающееся** тем, что указанное основание содержит средства для образования части цепи магнитного потока.

10. Устройство по п. 9, **отличающееся** тем, что задняя подвижная часть магнитопроводящего сердечника расположена вблизи от указанного основания.

11. Устройство по п. 10, **отличающееся** тем, что передняя часть магнитопроводящего сердечника выполнена с возможностью перемещения относительно задней части магнитопроводящего сердечника, расположенной вблизи от основания.

12. Устройство по п. 9, **отличающееся** тем, что кристаллизатор снабжен удерживающими гидравлическими поршнями.

13. Устройство по п. 11, **отличающееся** тем, что оно содержит магнитопроводящий элемент, являющийся частью цепи магнитного потока, и расположен позади задней части магнитопроводящего сердечника относительно передней части магнитопроводящего сердечника и вблизи основания с зазором между магнитопроводящим элементом и задней подвижной частью магнитопроводящего сердечника.

14. Устройство по любому из пп. 1-11, **отличающееся** тем, что задняя часть магнитопроводящего сердечника содержит заднюю неподвижную часть.
 15. Устройство по п. 14, **отличающееся** тем, что передняя часть магнитопроводящего сердечника и

задняя неподвижная часть магнитопроводящего сердечника расположены между собой с зазором.
 16. Устройство по п. 15, **отличающееся** тем, что задняя неподвижная часть магнитопроводящего сердечника выполнена заодно с рамой.

Изобретение относится к устройству для непрерывного получения отливаемой заготовки непрерывной разливкой жидкого металла, расплава, в котором (устройстве) течение жидкого металла в незатвердевших частях заготовки регулируется с помощью статического или периодического низкочастотного магнитного поля.

При непрерывном литье заготовок горячий расплав охлаждается настолько, что образуется затвердевший самоподдерживающийся поверхностный слой, прежде чем заготовка покинет кристаллизатор. Если поступающему расплаву позволить втекать в кристаллизатор нерегулируемым образом, он проникнет глубоко вниз в незатвердевшие части непрерывной заготовки. Это затрудняет отделение нежелательных частиц, содержащихся в расплаве. Кроме того, это приводит к ослаблению самоподдерживающегося поверхностного слоя, что увеличивает риск прорыва расплава через поверхностный слой, образовавшийся в кристаллизаторе.

Известно устройство для непрерывной разливки металла [1], в котором на пути расплава располагают одно или более чем одно статическое или периодическое низкочастотное магнитное поле для торможения и распределения втекающего расплава. Отливаемая заготовка образуется расплавом, втекающим вниз в кристаллизатор, открытый книзу. Заготовка, которая после кристаллизатора должна иметь в основном прямоугольное поперечное сечение, образуется путем направления потока расплава в трубчатую литейную форму с соответствующим прямоугольным, поперечным сечением, расположенную в кристаллизаторе. Стены литейной формы состоят из четырех отдельных медных плит. Медные плиты прикреплены каждая к водоохлаждаемой коробчатой балке. Задача водоохлаждаемой коробчатой балки состоит в том, чтобы обеспечивать жесткость медной плиты и, вместе с медной плитой, заключать в себе циркулирующую охлаждающую воду. В начале литейной операции кристаллизатор открывают с помощью гидравлических поршней, оттягивающих медные плиты и связанные с ними водоохлаждаемые коробчатые балки в разные стороны так, что между медными плитами может быть вставлена начальная цепь. Кристаллизатор закрывают с помощью поршней, сжимающих обратно медные плиты, которые окружают начальную цепь. Водоохлаждаемые коробчатые балки окружены удерживающей рамой, к которой прикреплены гидравлические поршни. Водоохлаждаемая коробчатая балка с медной плитой образуют подвижную сторону кристаллизатора, а рама образует неподвижную сторону.

Недостатком известного устройства является неудобство в эксплуатации. После относительно

но короткого времени эксплуатации медные плиты кристаллизатора нуждаются в восстановлении, и тогда весь кристаллизатор заменяется на восстановленный кристаллизатор. Поэтому каждому устройству для непрерывной разливки металла придан многочисленный парк кристаллизаторов. Как видно сам процесс замены кристаллизаторов очень сложный, из-за его жестких связей с другими конструктивными элементами устройства.

Известно также устройство для непрерывной разливки металла, выбранное в качестве прототипа, (см. патентная заявка 9100184-2 SE), в котором статическое или периодическое низкочастотное магнитное поле создается посредством устройств, генерирующих магнитное поле, состоящих из постоянных магнитов или обтекаемых током катушек с магнитопроводящими сердечниками. Устройства, генерирующие магнитное поле, в дальнейшем будут называться магнитами. Магниты установлены в кристаллизаторе между водоохлаждаемыми коробчатыми балками и рамой. Один магнит расположен на каждой стороне расплава. Водоохлаждаемая коробчатая балка не может проводить магнитное поле, так как она состоит большей частью из немагнитного материала. Когда магнит расположен между водоохлаждаемой коробчатой балкой и рамой, требуется более длинный магнитопроводящий сердечник, который достает до медной плиты. Магнитопроводящий сердечник разделен на задний магнитопроводящий сердечник и передний магнитопроводящий сердечник, при этом передний магнитопроводящий сердечник интегрирован в водоохлаждаемую коробчатую балку. Таким образом, поле проводится через водоохлаждаемую коробчатую балку.

Как отмечалось выше, после относительно короткого времени службы медные плиты кристаллизатора нуждаются в восстановлении, и тогда весь кристаллизатор заменяется на восстановленный кристаллизатор. Поэтому каждому устройству для непрерывной разливки металла придан многочисленный парк кристаллизаторов. Во время восстановления водоохлаждаемую коробчатую балку с медной плитой удаляют из кристаллизатора и медную плиту восстанавливают. Одна из причин, почему магнитный сердечник разделяют на переднюю и заднюю части и тем самым облегчить удаление водоохлаждаемой коробчатой балки во время восстановления медной плиты.

Чтобы получить магнитную цепь, необходимо обеспечить замыкание магнитного потока. Рама выполнена и дополнена большим, чем это оправдано с точки зрения прочности, количеством железа так, что она используется как обратная ветвь магнитной цепи. Задний магнитопроводящий сердечник прикреплен к раме. Рама и магни-

топроводящий сердечник вместе образуют магнитную цепь.

Кристаллизатор с магнитами установлены на качающемся столе. Для предотвращения прилипания затвердевшего расплава к кристаллизатору качающемуся столу сообщается колебательное движение. Кристаллизатор и качающийся стол размещены на основании, служащем для них опорой. Основание не колеблется вместе с качающимся столом.

Недостатками прототипа является следующее. Так как задний магнитопроводящий сердечник прикреплен к раме, а передний - к водоохлаждаемой коробчатой балке, то возникает проблема, состоящая в том, что между движущимися и неподвижными частями создается воздушный зазор, когда кристаллизатор закрыт. Когда кристаллизатор открыт, воздушный зазор отсутствует. Воздушный зазор, разделяющий передний и задний сердечники, приводит к появлению электромагнитной силы, стремящейся ликвидировать воздушный зазор и, таким образом, открыть кристаллизатор во время литья. Известное решение этой проблемы состоит в том, чтобы противодействовать электромагнитной силе посредством гидравлических или механических поршней.

В основу изобретения поставлена задача создания такого устройства непрерывной разливки металла, в котором при сравнительно простом процессе замены кристаллизатора благодаря разделению магнитопроводящего сердечника на переднюю и заднюю части, за счет конструктивного выполнения задней части магнитопроводящего сердечника устранено наличие воздушного зазора в цепи магнитного потока и тем самым устранена возможность открывания кристаллизатора во время литья.

Поставленная техническая задача решена устройством для непрерывной разливки металла, которое содержит по меньшей мере один открытый книзу кристаллизатор в виде охлаждаемых медных плит, образующих охлаждаемую литейную форму с прямоугольным поперечным сечением, и в котором медные плиты прикреплены каждая к водоохлаждаемой коробчатой балке, расположенной снаружи от медной плиты, а также раму с гидравлическими поршнями, скрепляющие кристаллизатор, при этом указанный кристаллизатор приспособлен для снабжения его поступающим первичным потоком расплава, источник статического или низкочастотного магнитного поля, содержащий разделенный на переднюю и заднюю часть магнитопроводящий сердечник, средства сообщения кристаллизатору колебательного движения, предпочтительно в форме качающегося стола, и основание со средствами поддержки указанных кристаллизатора, магнитопроводящего сердечника и качающегося стола, при этом передняя часть указанного магнитопроводящего сердечника выполнена заодно с указанной водоохлаждаемой коробчатой балкой, а задняя часть, содержит заднюю подвижную часть, которая установлена с возможностью перемещения в направлении, в основном совпадающем с направлением магнитного поля в магнитопроводящем сердечнике.

Сущность изобретения поясняется прилагаемыми чертежами.

Прилагаемые чертежи показывают различные варианты выполнения устройства для непрерывной разливки металла, в котором предусмотрено статическое или периодическое низкочастотное магнитное поле для регулирования потока в незатвердевших частях отливаемой заготовки.

Фиг. 1 и фиг. 2 - соответственно, поперечный разрез и вид сверху варианта устройства, в котором задний магнитопроводящий сердечник установлен с возможностью перемещения в раме.

Фиг. 3 и фиг. 4 - соответственно, поперечный разрез и вид сверху варианта устройства, в котором задний магнитопроводящий сердечник установлен с возможностью перемещения по основанию.

Фиг. 5 - поперечный разрез варианта устройства, в котором задний магнитопроводящий сердечник разделен на неподвижную и подвижную части.

Фиг. 6 - поперечный разрез еще одного варианта устройства, в котором задний магнитопроводящий сердечник установлен с возможностью перемещения по основанию.

На фиг. 1 и фиг. 2 - показан поперечный разрез и вид сверху варианта устройства, в котором задний магнитопроводящий сердечник установлен с возможностью перемещения в раме, где обозначены: отливаемая заготовка 1, продольные медные плиты 2а и поперечные медные плиты 2б, водоохлаждаемая коробчатая балка 3, рама 4, передний магнитопроводящий сердечник 5, задний магнитопроводящий сердечник 6, катушка 7 индуктивности, качающий стол 8, основание 9, опора 10 и гидравлические поршни 11.

Отливаемая заготовка 1 образуется расплавленным металлом, стекающим вниз в кристаллизатор. Медные плиты 2а и 2б, закрепленные на водоохлаждаемых коробчатых балках 3, задачей которых является придание жесткости медным плитам и их охлаждение. Рама 4, скрепляющая кристаллизатор и выполнена так, что она служит цепью для замыкания магнитного потока, создаваемого магнитным полем. Чтобы рама 4 могла выполнять функцию цепи для магнитного поля, она, в частности, дополнена большим, чем это оправдано с точки зрения прочности, количеством железа. Гидравлические поршни 11 открывают и закрывают кристаллизатор, перемещая медные плиты 2а и 2б внутрь и наружу, определяя тем самым размеры отливаемой заготовки 1.

Магниты, создающие статическое или периодическое низкочастотное магнитное поле в расплаве, содержат передний магнитопроводящий сердечник 5, выполненный заодно с водоохлаждаемой коробчатой балкой 3, и задний магнитопроводящий сердечник 6, вокруг которого расположена обтекаемая постоянным или низкочастотным переменным электрическим током катушка 7 индуктивности. Задний магнитопроводящий сердечник 6 расположен в опоре 10 на раме 4.

Для предотвращения прилипания расплава к стенкам кристаллизатора последнему сообщается колебательное движение с помощью качающегося стола 8. Колебательное движение может быть, например, получено с помощью гидравлических поршней. Основание 9 несет кристаллизатор, магниты и качающийся стол.

Как показано на фиг. 1 и фиг. 2, воздушный зазор между передним 5 и задним 6 магнитопроводящими сердечниками отсутствует даже, когда кристаллизатор закрыт. Задний магнитопроводящий сердечник 6 удлиннен и установлен с возможностью перемещения в раме 4. Задний магнитопроводящий сердечник 6 подвижен в направлении, которое по существу совпадает с направлением поля в магнитопроводящем сердечнике. Когда кристаллизатор открыт, передний магнитопроводящий сердечник оказывает давление на задний магнитопроводящий сердечник, который тогда перемещается в раме. Когда кристаллизатор закрыт и катушка находится под напряжением, передний и задний магнитопроводящие сердечники прижимаются один к другому действующими электромагнитными силами. В раме 4 магнитопроводящий сердечник 6 скользит по опоре 10 при помощи какого-либо вида подшипников, например, из антифрикционного металла.

В другом варианте осуществления изобретения качающийся стол согласно фигуре 2 выполнен так, что он образует обратный путь для магнитного потока, создаваемого магнитным полем. Два задних и два передних магнитопроводящих сердечника образуют вместе с качающимся столом связный путь магнитного потока. Качающийся стол, который обычно представляет собой стальную конструкцию, необходимо дополнить большим количеством железа, чтобы уменьшить его магнитное сопротивление. Так как устройство для непрерывной разливки металла имеет несколько кристаллизаторов, но только один качающийся стол на заготовку, имеет смысл использовать качающийся стол как обратный путь вместо рамы, поскольку в этом случае требует переделки и снабжения большим количеством железа только одна единица оборудования.

В еще одном варианте изобретения основание по фигуре 2 выполнено так, что оно образует обратный путь магнитного потока, создаваемого магнитным полем. Два задних и два передних магнитопроводящих сердечника и заготовка образуют вместе с основанием связный путь магнитного потока. Для уменьшения его магнитного сопротивления основание должно быть дополнено большим количеством железа. Если воздушный зазор между задним магнитопроводящим сердечником и основанием слишком велик, возможно, также потребуются средства для проведения магнитного потока между ними. Важно снизить вес колеблющихся частей в устройстве для непрерывной разливки металла. Так как опора не колеблется, то вес колеблющихся частей в этом варианте уменьшен по сравнению со случаем, когда рама или качающийся стол образуют обратный путь магнитного потока.

Фигуры 3 и 4 показывают вариант, в котором вес колеблющихся частей уменьшен еще более. В этом варианте изобретения задний подвижной магнитопроводящий сердечник 6 и катушка 7 расположены вблизи основания 9. Так как задний магнитопроводящий сердечник и катушка не повторяют колебательных движений, то вес колеблющихся частей уменьшается.

Задний магнитопроводящий сердечник прикреплен к балке 12, которая может кататься или

скользить по основанию 9 в горизонтальном направлении. Когда кристаллизатор открывается, передний магнитопроводящий сердечник 5 оказывает давление на задний магнитопроводящий сердечник 6 и балку 12, которая тогда перемещается по основанию. Когда кристаллизатор закрывается и через катушку 7 пропускается ток, передний и задний магнитопроводящие сердечники 5 и 6 прижимаются один к другому действующими электромагнитными силами. Балка 12 перемещается, например, в направляющей, снабженной антифрикционным металлом, и расположенной на основании.

Когда кристаллизатор колеблется, передний магнитопроводящий сердечник 5 перемещается относительно заднего магнитопроводящего сердечника 6 в вертикальном направлении. Максимальное отклонение колебательного движения мало в сравнении с размером магнитопроводящих сердечников. Сердечники скользят друг по другу. Для облегчения скольжения можно расположить, например, антифрикционный металл или опорный ролик на поверхностях скольжения. Передний магнитопроводящий сердечник 5 колеблется вместе с кристаллизатором. Задний сердечник и катушка не колеблются.

Основание выполнено так, что оно образует обратный путь для магнитного потока, создаваемого магнитным полем. Два задних и два передних магнитопроводящих сердечника и отливаемая заготовка образуют вместе с основанием и балкой связный путь магнитного потока.

В этом варианте изобретения рама отсутствует. Как показано на фигуре 4, удерживающим элементом могут быть гидравлические поршни 13, которые помимо их удерживающей функции открывают и закрывают кристаллизатор.

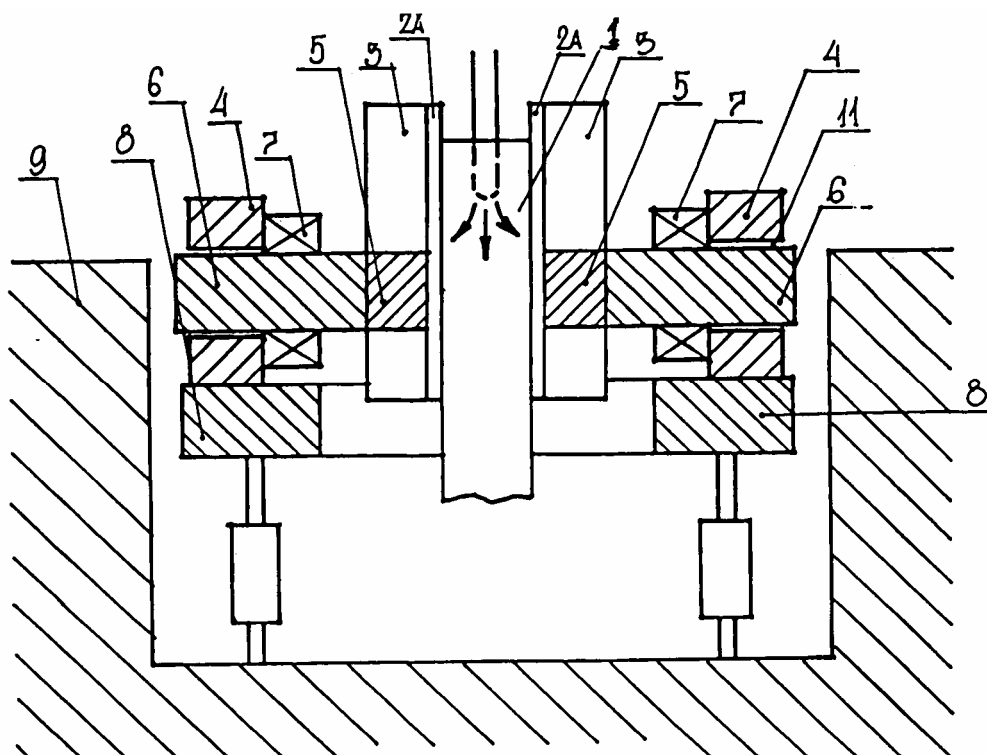
Проблема с использованием подвижного заднего магнитопроводящего сердечника состоит в том, что электромагнитные силы, которые прижимают задний магнитопроводящий сердечник к переднему, также приводят к тому, что медные плиты прижимаются одна к другой. Электромагнитные силы могут быть такими большими, что есть риск деформации меди. Силы, действующие на медные плиты, также затрудняют регулирование ширины отливаемой заготовки во время процесса литья. Фигура 5 показывает устройство для уменьшения этих магнитных сил. Задний магнитопроводящий сердечник разделен на неподвижную часть 6а и подвижную часть 6б. Между передним сердечником 5 и задней неподвижной частью 6а имеется воздушный зазор 14. Задняя неподвижная часть 6а магнитопроводящего сердечника вместе с воздушным зазором 14 вызывает появление силы, которая направлена противоположно силе от заднего подвижного магнитопроводящего сердечника и тем самым уменьшает результирующую силу, действующую на медные плиты. Задняя неподвижная часть магнитопроводящего сердечника выполнена заодно с рамой 4.

В варианте, в котором передний магнитопроводящий сердечник колеблется, а задний нет, их движение относительно друг друга затрудняется магнитными силами, которые прижимают задний магнитопроводящий сердечник к переднему магнитопроводящему сердечнику. Если, напри-

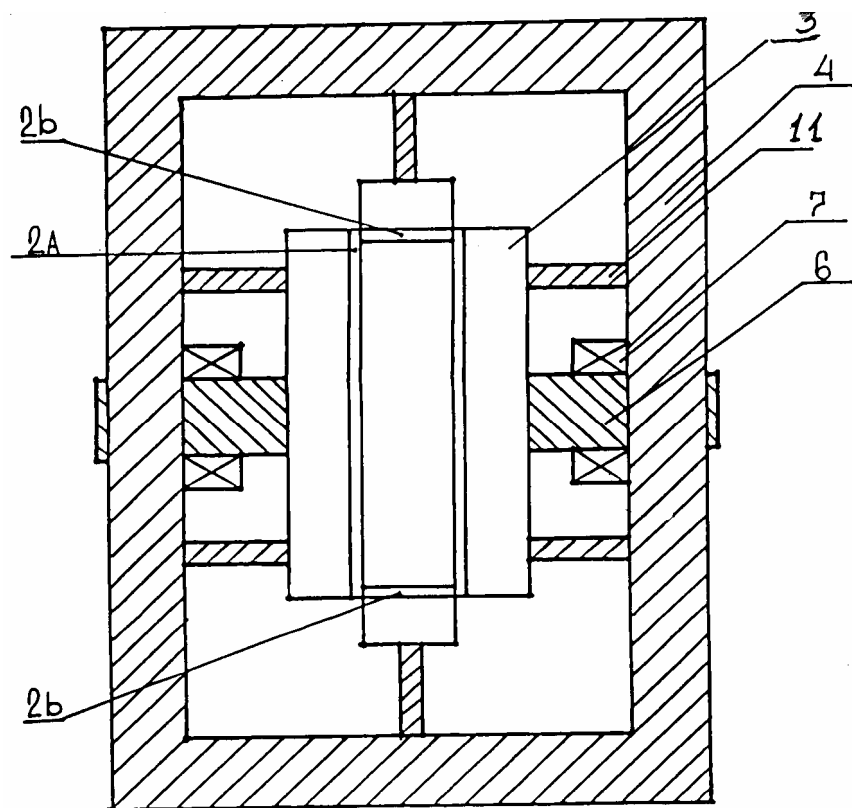
мер, между передним и задним магнитопроводящими сердечниками расположен опорный ролик для уменьшения трения, то ролик подвергается действию силы, которая увеличивает его сопротивление качению и которая может причинить материальный ущерб как магнитопроводящему сердечнику, так и ролику.

На фигуре 6 показан вариант, в котором магнитная сила между передним и задним магнитопроводящими сердечниками уменьшена благодаря расположению на опоре позади заднего магнитопроводящего сердечника относительно переднего магнитопроводящего сердечника, магнитопроводящего элемента 15, который образует часть пути магнитного потока. Между магнитопроводящим элементом 15 и балкой 12, к которой прикреплен задний магнитопроводящий сердеч-

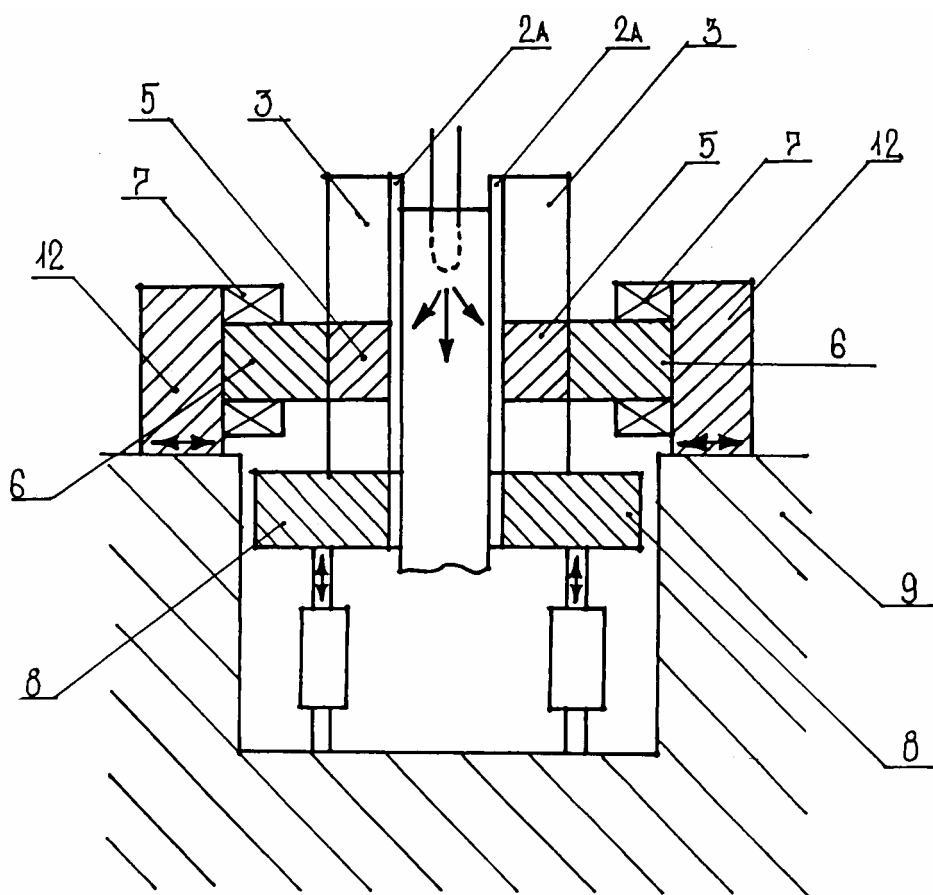
ник 6, предусмотрен воздушный зазор 16. Магнитопроводящий элемент 15 включает в себя магнитопроводящий материал. Магнитопроводящий элемент 15 вместе с воздушным зазором 16 вызывают появление силы, направленной противоположно силе, с которой задний подвижной магнитопроводящий сердечник 6 действует на передний 5. Балансируя как количеством магнитного материала в магнитопроводящем элементе 15, так и размером элемента, а также шириной воздушного зазора 16, можно уменьшить результирующую силу между задним 6 и передним 5 магнитопроводящими сердечниками до подходящей величины. Если сила уменьшается чрезмерно или она получает противоположное направление, то кристаллизатор может быть открыт во время операции разливки.



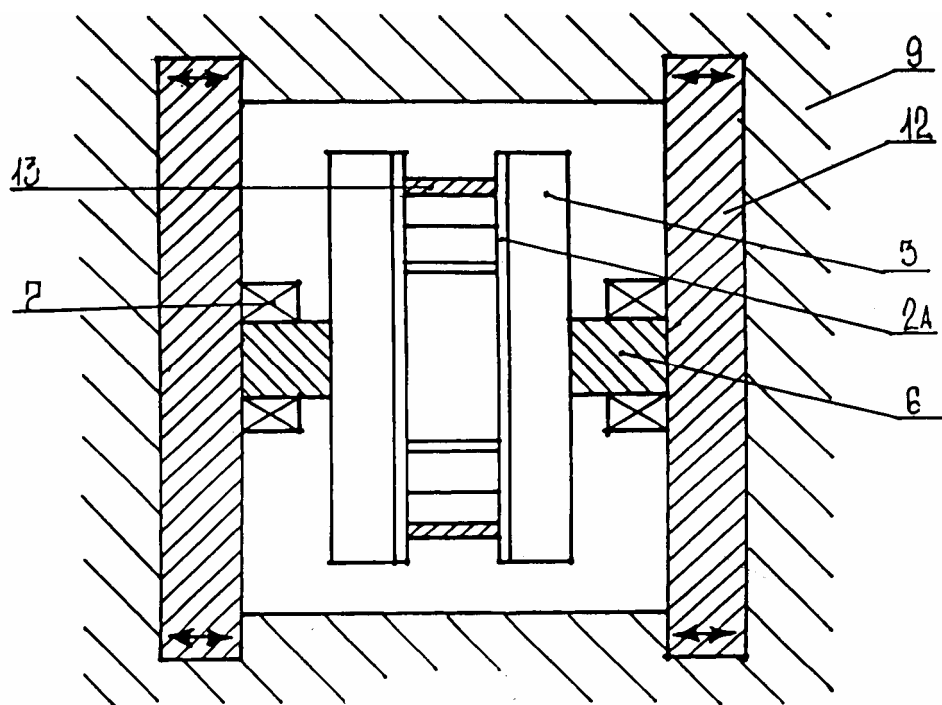
Фиг. 1



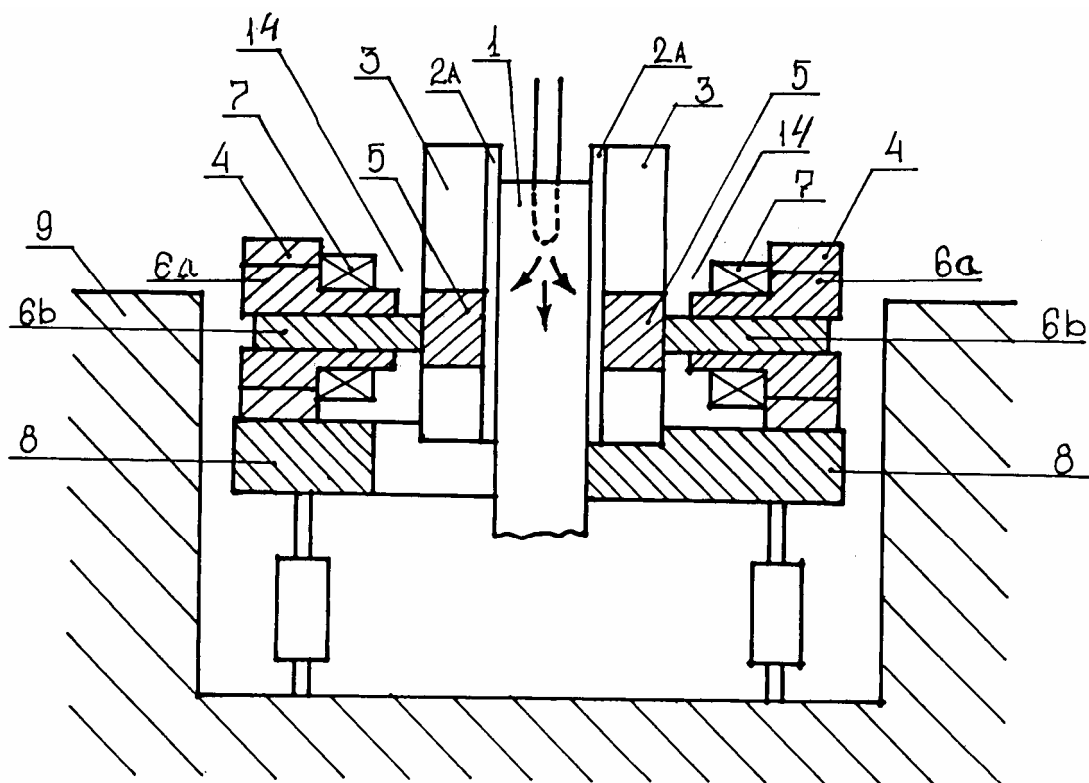
Фиг. 2



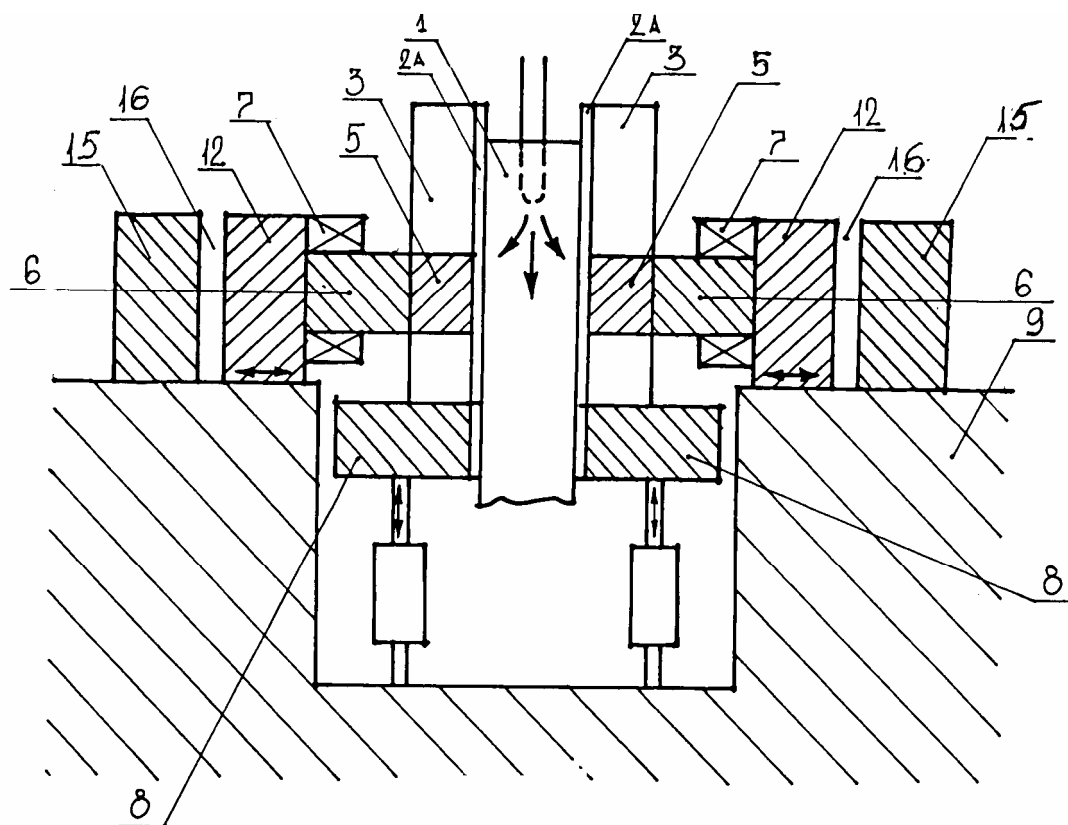
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»

Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101

(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03