

**ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **2257**  
(13) **U**  
(46) **2005.12.30**  
(51)<sup>7</sup> **B 21B 1/02, 1/08**

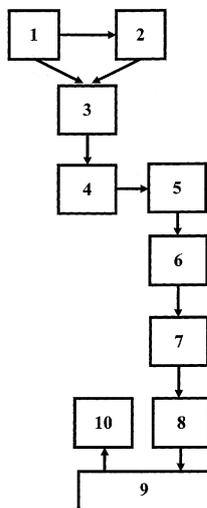
(54) **ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫЙ КОМПЛЕКС МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
МИКРОЗАВОДА**

(21) Номер заявки: u 20050208  
(22) 2005.04.12  
(71) Заявитель: Белорусский националь-  
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Тимошпольский Владимир  
Исаакович; Витязь Петр Александро-  
вич; Кухарев Анатолий Васильевич;  
Герман Михаил Леонидович; Стеблов  
Анвер Борисович; Кабишов Сергей  
Михайлович (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Белорусский на-  
циональный технический университет  
(ВУ)

(57)

1. Литейно-прокатный комплекс металлургического микрозавода, включающий агрегаты выплавки железосодержащего расплава, внепечной обработки стали, разливки стали на машине непрерывного литья заготовок, нагрева под прокатку, гидросбива окалины, черновой и чистовой прокатный комплекс, агрегат охлаждения и правки готового проката, **отличающийся** тем, что агрегат выплавки выполнен в виде технологически связанных между собой, по меньшей мере, одной индукционной печи и одной электродуговой печи, а агрегат разливки на машине непрерывного литья заготовок выполнен с возможностью одновременно осуществлять непрерывное литье заготовок равновеликих сечений квадратного и/или круглого профиля, при этом агрегат нагрева под прокатку выполнен двухмодульным: индукционная печь - газопламенная печь; причем прокатный комплекс включает технологически связанные между собой черновые клетки стана предварительной деформации, стана с универсальными клетями, стана поперечно-винтовой прокатки и проволочного стана.



Фиг. 1

**ВУ 2257 U 2005.12.30**

2. Литейно-прокатный комплекс по п. 1, **отличающийся** тем, что агрегат разливки стали на машине непрерывного литья заготовок снабжен набором сменных кристаллизаторов для непрерывного литья заготовок круглого и/или квадратного профиля равновеликих площадей поперечного сечения.

(56)

1. Чигринов М.Г., Чигринов А.М., Пруцков М.Е.. Производство мелких непрерывно-литых заготовок // Интермет инжиниринг. - 1998. - С 127.

2. Сивак Б., Протасов А. Современное состояние и перспективы развития мини-заводов по производству сортового проката // Национальная металлургия. - 2002. - № 2. - С. 38-46.

---

Полезная модель относится к металлургии, к технологии изготовления товарной продукции на литейно-прокатном комплексе из литых и непрерывно-литых заготовок путем переплава шихтового материала на основе компактированной и/или некомпактированной чугуновой и/или стальной стружки и/или металлического лома.

За последние 20 лет металлургическая наука создала новые, эффективные технологии, что привело к строительству мини- и микрозаводов (ММЗ) и литейно-прокатных комплексов (ЛПК). США около 50 % металлопродукции производят на мини-заводах. В развитых странах на их долю приходится уже не менее 40 % произведенного металлопроката. По прогнозам к 2020 г. не менее 70 % металлопродукции в мире будет производиться на мини- и микрозаводах.

Известен литейно-прокатный комплекс металлургического микрозавода - ЛПК - для производства сортового проката из стали, включающий металлургический модуль для переплава лома в объеме до 10 тыс. т в год. Металл переплавляют в 6-тонной печи и разливают на одноручьевой машине непрерывного литья заготовок - МНЛЗ. Затем в зависимости от получаемого сортамента заготовки направляют для дальнейшей переработки на прокатный модуль, который превращает заготовку в сортовой прокат на 20-50 % меньшего диаметра. При этом на прокатный стан заготовка поступает без нагрева в печи, используя теплосодержание литой заготовки [1].

Технология известного ЛПК может быть реализована только с использованием металлического лома.

В качестве прототипа принят литейно-прокатный комплекс - ЛПК металлургического микрозавода, включающий агрегаты выплавки стали, внепечной обработки стали, разливки стали на машине непрерывного литья заготовок - МНЛЗ, нагрева под прокатку, гидросбива окалины перед прокаткой, черновой и чистовой прокатный комплекс мелкосортного стана, агрегат охлаждения и правки готового проката [2].

ЛПК - прототип обладает теми же недостатками, что и известные аналоги, т.е. при его высокой производительности технологические возможности ЛПК ограничены, так как он может быть реализован только для производства стального проката стали в прутках и только на основе переплава металлического лома.

Заявленное техническое решение основывается на расширении технологических возможностей путем переплава компактированной и/или некомпактированной чугуновой и/или стальной стружки и/или металлического лома и независимого получения товарной продукции на различных технологических стадиях: выплавка и получение товарного чугуна в чушках и стали в виде непрерывно-литой заготовки. Новая технология менее затратна и более экологична по сравнению с известными.

Технический результат, получаемый при решении поставленной задачи, проявляется в возможности получения товарной продукции на различных технологических стадиях: выплавка и получение товарного чугуна и стали путем управления технологическим регламентом работы модулей, из которых построен ЛПК.

## ВУ 2257 U 2005.12.30

Поставленная задача достигается тем, что в литейно-прокатном комплексе металлургического микрозавода, включающем агрегаты выплавки железосодержащего расплава, внепечной обработки стали, разливки стали на машине непрерывного литья заготовок, нагрева под прокатку, гидросбива окалины, черновой и чистовой прокатный комплекс, агрегат охлаждения и правки готового проката, согласно полезной модели, агрегат выплавки выполнен в виде технологически связанных между собой, по меньшей мере, одной индукционной печи и одной электродуговой печи, а агрегат разливки на машине непрерывного литья заготовок выполнен с возможностью одновременно осуществлять непрерывное литье заготовок равновеликих сечений квадратного и/или круглого профиля, при этом агрегат нагрева под прокатку выполнен двухмодульным: индукционная печь - газопламенная печь; а прокатный комплекс включает технологически связанные между собой черновые клетки стана предварительной деформации, стана поперечно-винтовой прокатки и проволочного стана.

Конструктивно, чтобы в литейно-прокатном комплексе машина непрерывного литья заготовок была бы снабжена набором сменных кристаллизаторов для непрерывного литья заготовок круглого и/или квадратного профиля равновеликих площадей поперечного сечения.

Изобретение поясняется чертежом.

Фиг. 1 - общая технологическая схема литейно-прокатного комплекса металлургического микрозавода.

Фиг. 2 - дифференциальная технологическая схема литейно-прокатного комплекса металлургического микрозавода.

Фиг. 3 - фрагмент МНЛЗ со сменными кристаллизаторами.

Литейно-прокатный комплекс металлургического микрозавода по фиг. 1 включает технологически взаимосвязанные между собой автоматической системой управления агрегаты выплавки железосодержащего расплава, внепечной обработки стали, выполненные в виде технологически связанных между собой, по меньшей мере, одной индукционной печи 1 и одной электродуговой печи 2, агрегат 3 внепечной комплексной обработки стали - АКОС - для ее рафинирования и доводки по химическому составу и температуре, снабженный автономной машиной непрерывного литья заготовок 4, агрегат нагрева заготовок под прокатку 5, агрегат гидросбива окалины 6, черновой прокатный комплекс 7 и чистовой прокатный комплекс 8, агрегат охлаждения проката 9 и агрегат 10 правки готового проката.

На чертеже фиг. 2 приводится более детальная схема расположения заявляемого литейно-прокатного комплекса.

Агрегат 5 нагрева под прокатку по фиг. 2 выполнен двухмодульным: газопламенная печь 11 или индукционная печь 12 (может быть использован специализированный индуктор для подогрева); при этом черновой прокатный комплекс 7 и чистовой прокатный комплекс 8 может включать технологически связанные между собой модули черновых клеток 13 чернового прокатного комплекса 7 и модули чистового прокатного комплекса 8, состоящего из универсальных чистовых клеток 14 и станов поперечно-винтовой прокатки 15 и далее проволочного стана 16.

В литейно-прокатном комплексе агрегат выплавки электродуговой печи 2 может быть снабжен средством 17 для продувки инертным газом стального расплава в электродуговой печи. Получение товарного чугуна в чушках обеспечивается разливкой жидкого чугуна из индукционной печи 1 на разливочной машине 18.

Агрегат по фиг. 3 разливки стали - машины 4 непрерывного литья заготовок - снабжен набором сменных кристаллизаторов 20 для непрерывного литья заготовок, снабжен набором сменных кристаллизаторов для непрерывного литья заготовок 21 круглого и/или заготовок 22 квадратного профилей равновеликих площадей поперечного сечения.

## ВУ 2257 U 2005.12.30

В зависимости от технологических нужд на машине 4 непрерывного литья заготовок можно разливать одновременно или порознь заготовки 21 круглого и/или заготовки 22 квадратного профилей.

### **Пример.**

Описание схемы работы ЛПК микрозавода.

Особенностью нового литейно-прокатного комплекса является возможность независимого получения товарной продукции на различных технологических стадиях: выплавка и получение товарного чугуна и стали, разливка непрерывно-литой заготовки, получение готового проката в прутках и бунтах. В индукционных плавильных печах 1, используя в качестве исходного материала чугунную стружку от обработки литейных форм (СЧ, хим. состав [C] - 3...3,6 %, [Si] - до 1,5 %), получают жидкий чугун, который затем на разливочной машине 18 разливают в товарную чугунную чушку. Используя в качестве шихтовых материалов стальную стружку, холодно- или горячепрессованные брикеты из стальной или чугунной стружки, чугунную стружку, в индукционной печи 1 получают жидкий расплав, который затем переливают в ДСП-2, в которую на дно засыпают до 40-60 % стальной стружки и окалины. В ДСП-2 выплавляют сталь, которую после рафинирования и доводки на АКОС-3 разливают на МНЛЗ-4 со сменным кристаллизатором в заготовку квадратного и/или заготовку круглого сечения.

В зависимости от технологического регламента новая конфигурация микрозавода позволяет использовать, например, две индукционные печи для прямого получения чугуна путем переplava чугунной стружки в одной из них, с последующей разливкой чугуна в чушки, и, параллельно, получение во второй индукционной печи передельного чугуна из стружки для его перелива на окалину и стальную стружку, загруженную в электродуговую печь, в которой, используя теплосодержание жидкого чугуна, процесс выплавки стали проходит при минимальных энергозатратах. Возможен вариант одновременной работы двух индукционных печей для подготовки жидкого полупродукта с целью его доводки до готовой стали в электродуговой печи или в АКОС. Возможен вариант, когда одна индукционная печь пополняет объем жидкого остатка (болота) на подине электродуговой печи, а оставшийся чугун разливается на разливочной машине в чушки. Электродуговая печь с восполненным болотом заправляется стружкой и окалиной на болото, а затем в нее заливается порция жидкого чугуна (стали) из второй индукционной печи.

Непрерывно-литая заготовка может реализовываться как товарная продукция или направляться для последующего передела на прокатный модульный комплекс. После подогрева мерной непрерывно-литой заготовки в индукторе 12 (непосредственно после МНЛЗ) либо в пламенной нагревательной печи 11 (при использовании холодных заготовок со склада) и прокатки заготовок в обжимной клети 7 или на стане 15 поперечно-винтовой прокатки, производят средством 19 порезку проката на мерные длины, его охлаждение и правку на агрегате 10, в результате чего получают готовую продукцию в виде длинномерного проката в прутках диаметром 17-75 мм. При использовании клетей в виде непрерывного или линейного стана можно получать угловой профиль 25×25-40×40 мм или швеллер № 5-6,5 (13-14 фиг. 2). Непрерывно-литая заготовка, прокатанная на станах 15 поперечно-винтовой прокатки позволяет получать прокат в прутках в широком диапазоне диаметров. Такая технология позволяет в дальнейшем углублять степень переработки продукции. Например, добавив проволочный прокатный блок с линией охлаждения и моталкой, получаем возможность производства катанки Ø5,5-14 мм.

Особенностью данной технологии является возможность использования при выплавке стали в электродуговой сталеплавильной печи 2 расплава чугуна (40...60 % от общего количества шихты), ( $T_{\text{плав}} = 1340... 1350$  °С), перегретого в индукционной печи на 50...70 °С выше температуры ликвидус.

Таким образом:

1) чугун отдает часть теплоты шихте (стальная стружка, брикеты и окалина - 40-60 % от общего объема шихты), ускоряя процесс плавления и уменьшая расход электроэнергии;

## ВУ 2257 U 2005.12.30

2) защищает стружку от прямого воздействия дуги, что уменьшает ее угар;

3) является науглераживателем и восстановителем окалины, способствуя экономии дорогостоящих углеродсодержащих материалов.

В ДСП-2 жидкий металл интенсивно перемешивается с помощью продувки ванны расплава инертным газом, например аргоном, что позволяет в конечном итоге получить расплав, однородный по химическому составу и температуре и с незначительным количеством неметаллических включений и газов. После расплавления стали в ДСП металл сливают из печи в ковш и подают в агрегат 3 комплексной обработки стали АКОС, где происходит его рафинирование и доводка по химическому составу. Затем на МНЛЗ-4 со сменным кристаллизатором сталь разливают в заготовки, соответственно, квадратного (100×100 мм) и/или круглого (Ø85 мм) сечения, которые после порезки и подогрева в индукционной печи (индукторе) 12 подают в устройство 6 гидросбива окалины. В результате последующей прокатки заготовок в черновом прокатном комплексе 7 и в чистовом прокатном комплексе 8 на станах 13 и в универсальных клетях 14 получают фасонный прокат в виде уголка и швеллера, а при прокатке на станах 15 поперечно-винтовой прокатки получают круглый прокат, который является товарным или подкатом для проволочного стана 16.

Достоинства модульной конструкции литейно-прокатного комплекса.

Особенностью данного литейно-прокатного комплекса является возможность независимого получения товарной продукции на различных технологических стадиях: на базе индукционных печей, используя в качестве исходного материала чугунную стружку, получают чугунную чушку; используя в качестве шихтовых материалов стальную стружку, холодно- или горячепрессованные брикеты, чугунную стружку, окалину. На МНЛЗ со сменным кристаллизатором в товарную заготовку квадратного или круглого сечения. После прокатки заготовок в черновой клетке и на станах с универсальными клетями или на стане поперечно-винтовой прокатки производят порезку проката на мерные длины, его охлаждение и правку, в результате чего получают готовую продукцию (пруток, уголок, швеллер и т.д.). Такая технологическая схема позволяет в дальнейшем углублять степень переработки продукции. Например, добавив проволочный стан, получаем возможность производства катанки Ø5,5-14 мм.

Новая конструкция металлургических микрозаводов реализует поставленную полезной моделью цель и по сравнению с известными аналогами позволяет достигнуть:

1) использования местной сырьевой базы; 2) сравнительно невысокой стоимости строительства и быстрой окупаемости (как правило, не более 1,5 лет); 3) возможности использования существующих производственных мощностей, что существенно удешевляет строительство микрозавода; 4) максимальной гибкости ассортимента в зависимости от ситуации на рынке или независимости от ценовой конкуренции при монопольном производстве продукции с уникальными свойствами; 5) модульный принцип организации позволяет быстро наращивать, перестраивать или тиражировать производство.

В условиях микрозавода становится рентабельным использование менее качественного вторичного сырья, например стружки, железосодержащих шламов и брикетов из них. Поэтому в строительстве металлоперерабатывающих микропроизводств заинтересованы ломопереработчики и крупные машиностроительные предприятия. Эти технологии менее затратны и более экологичны.

Новые металлургических мини-заводов технологии позволяют поднять выработку на одного работающего до 1500 тонн в год, т.е. в 5-10 раз по сравнению с традиционными металлургическими предприятиями. Мини- и микрозаводы нового поколения экологически более чистые, потребляют электроэнергию в 3-5 раз меньше, имеют массу оборудования в 50-150 раз меньшую, занимают значительно меньше места. Такой завод-цех располагается на площади 33×125 метров, и обслуживают его 15 человек в смену. Цикл получения готового проката сокращен в 100 раз. От завалки лома в плавильную печь до отгрузки проката проходит менее 3 ч.

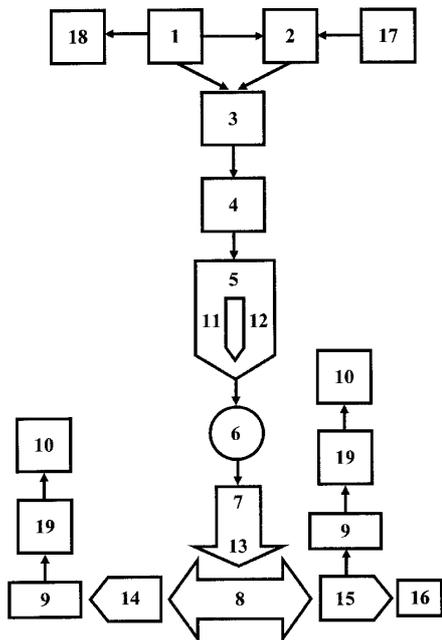
# BY 2257 U 2005.12.30

Новизной заявленного микрозавода является максимальная гибкость изменения его ассортимента в зависимости от ситуации на рынке. Модульный принцип создания такого производства позволяет быстро его наращивать и перестраивать или тиражировать. При изменении ситуации на рынке его можно быстро перенести на другое место.

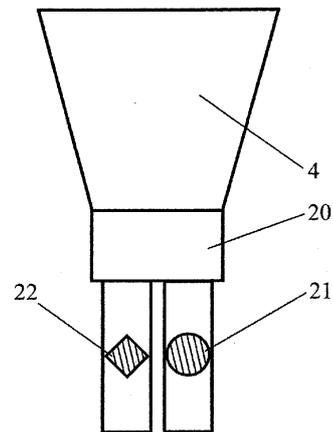
Характерным для микрозавода является использование известных и проверенных технологий, минимум операций, высокая автоматизация процессов и максимальное использование готовой инфраструктуры. Индукционные печи работают практически без угара железа, т.е. нет необходимости строить газоочистку, что позволяет экономить существенные средства, ликвидируются потери металла с угаром, тогда как при выплавке в электро-дуговых печах эти потери составляют не менее 10 %.

ЛПК технологичны для производства пруткового проката диаметром 20-50 мм из специальных и инструментальных сталей. Это, прежде всего, прутки из качественных углеродистых сталей по ГОСТ 1050-88, легированных сталей по ГОСТ 4543-71, штамповых и инструментальных сталей по ГОСТ 5950-73 и 14959. К ним можно добавить хромистые стали (ГОСТ 5632-72); марки ферритного и мартенсито-ферритного хромоникелевые аустенитные стали, хромоникелевые стали аустенитно-ферритного класса.

Промышленное использование заявленного объекта предполагается на территории Республики Беларусь.



Фиг. 2



Фиг. 3