



(43) Дата международной публикации
16 февраля 2017 (16.02.2017) W I P O I P C T

- (51) Международная патентная классификация :
C21C 5/52 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки : PCT/RU2016/000476
- (22) Дата международной подачи :
25 июля 2016 (25.07.2016)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (30) Данные о приоритете :
2015 133714 10 августа 2015 (10.08.2015) RU
- (72) Изобретатель ; и
- (71) Заявитель : ДОРОФЕЕВ , Генрих Алексеевич
(**DOROFEEV, Genrikh Alekseevich**) [RU/RU]; ул.
Степанова, 33, кв. 154 г. Тула, 300001, g. Tula (RU).
- (72) Изобретатели ; и
- (71) Заявители (только для US): ЛИТОВСКИЙ , Павел
Рудольфович (**YANTOVSKY, Pavel Rudolfovich**)
[RU/RU]; ул. Молодежная, 76, кв. 437 Московская
область, г. Химки, 141407, Moskovskaya oblast, g.
Khimki (RU). СМЕРНОВ , Константин Геннадиевич
(**SMIRNOV, Konstantin Gennadievich**) [RU/RU]; ул.
Первомайская, 14, кв. 14 Московская область, г.
Химки, 141400, Moskovskaya oblast, g. Khimki (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), европейский (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

- касающаяся установления личности изобретателя
(правило 4.17 (i))
- касающаяся права заявителя подавать заявку на
патент и получать его (правило 4.17 (ii))
- касающаяся права испрашивать приоритет
предшествующей заявки (правило 4.17 (in))
- об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: METHOD FOR MAKING STEEL IN AN ELECTRIC ARC FURNACE

(54) Название изобретения : СПОСОБ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ

(57) Abstract: The invention relates to the field of metallurgy, and specifically to a method for producing steel in an electric arc furnace. A known method for making steel in an electric arc furnace includes, at least, loading, into the working space of a furnace, a solid metal charge and, at least, solid carbon-containing materials, melting the charge using electric arcs, carburizing the metal using the solid carbon-containing materials during melting, and outputting metal and slag from the furnace. It is proposed to conduct the melting process with the addition, to the working space of the furnace, of a high-carbon carburizer in the form of a liquid phase of iron recovered from the arc combustion zone for the additional carburization of the metal, wherein the high-carbon carburizer is obtained from iron oxides and carbonaceous material. The iron oxides and carbonaceous material are fed into the arc combustion zone, the dimensions of which are limited by $D = d_p + 6d_{el}$, where d_p is the electrode pitch circle diameter and d_{el} is the diameter of an electrode. The total carbon content, in free and dissolved forms in the liquid iron phase, does not exceed 30%. The total amount of carburizer used in melting does not exceed 20% of the mass of the metal charge. The carburizer is fed continuously or periodically into the working space of the furnace during the charge melting process. The feeding of carburizer begins as charge melting begins. The use of the invention results in increased liquid metal output by means of regulating carbon content in the course of melting, increasing the carburization level of metal from the very beginning of melting, and reducing the loss of iron to slag and smoke.

(57) Реферат: Изобретение относится к области металлургии, а конкретно к способу получения стали в электродуговой печи. Известный способ выплавки стали в электродуговой печи включает, по крайней мере, загрузку в рабочее пространство печи твердой металлошихты и, по крайней мере, твердых углеродосодержащих материалов, плавление шихты с помощью электрических дуг и науглероживание металла твердыми углеродосодержащими материалами по ходу плавления, выпуск металла и шлака из печи. Предлагается процесс плавки вести с добавлением в рабочее пространство печи высокоуглеродистого карбонизатора в виде жидкой фазы восстановленного в зоне горения дуг железа для дополнительного науглероживания металла, при этом

[продолжение на следующей странице]

WO 2017/026918 A1

Опубликована :

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

высокоуглеродистый карбонизатор получают из оксидов железа и углеродистого материала . Оксиды железа и углеродистый материал подают в зону горения дуг , ограниченную размерами не более $D=d_p+6cL$, где d_p - диаметр распада электродов , $d_{эл}$ - диаметр электрода . Общее содержание углерода в свободном и растворенном виде в жидкой фазе железа составляет не более 30%. Общий расход карбонизатора на плавку составляет не более 20% от массы металлошихты . Карбонизатор подают в рабочее пространство печи непрерывно или периодически по ходу плавления шихты . Начало подачи карбонизатора совмещают с началом плавления шихты . В результате использования изобретения повышается выход жидкого металла за счет регулирования содержания углерода по ходу плавки , повышения степени науглероживания металла с самого начала плавки , снижения угара железа в шлак и в дым .

Способ выплавки стали в электродуговой печи

Изобретение относится к области металлургии, а конкретно к способу получения стали в электродуговой печи (ЭДП).

Известен способ выплавки стали в электродуговой печи, предусматривающий расплавление шихты и последующее проведение двух периодов - окислительного и восстановительного. В первом окислительном периоде главной задачей является удаление в шлак большей части фосфора, используя для этой цели твердые окислители - большей частью железную руду. Полученный шлак по возможности полностью удаляют из печи и производят обновление его известью и шамотом. Под этим шлаком нагревают металл и окисляют углерод до установленных пределов.

Перед вторым восстановительным периодом шлак в печи сменяют полностью и наводят вместо него с помощью присадок извести и плавикового шпата новой безжелезистый шлак, который раскисляют углеродом, кремнием и алюминием для максимального удаления серы из металла. Далее сталь легируют и раскисляют - преимущественно в печи. Данная технология ограничивала производительность печей и качество стали. [Электрометаллургия стали и ферросплавов Д.Я. Поволоцкий, В.Е. Рощин, М.А. Рысс, А.И. Строганов, М.Я. Ярцев. Учебное пособие. Москва. «Металлургия». 1974, с.213-276]

В последние десятилетия был разработан новый более эффективный способ производства стали. Он базируется на широком

использовании технического кислорода и углеродсодержащих материалов для интенсификации наиболее длительного процесса электроплавки - периода плавления [Морозов А.Н. Современное производство стали в дуговых печах.-2-е изд., Челябинск :Металлургия , 1987,175 с]. Другой особенностью нового способа является перенос большей части технологических операций - десульфурации , легирования и раскисления , а в отдельных случаях и обезуглероживания из печи в ковш в установке внепечной обработки стали [Морозов А.Н. Современное производство стали в дуговых печах.-2-е изд., Челябинск :Металлургия , 1987,175 с. Инновационное развитие электросталеплавильного производства . Шалимов А.Г., Сёмин А.Е., Галкин М.П., Косырев К.Л. Монография . М.:Металлург издат., 2014,308 с] В настоящее время такая технология выплавки получила широкое распространение и стала преобладающим способом получения стали в ЭДП [Морозов А.Н. Современное производство стали в дуговых печах.-2-е изд., Челябинск :Металлургия , 1987, 175 с].

Одной из разновидностей современных способов выплавки стали является способ с использованием синтетических композиционных материалов самого различного состава - от композита на основе чугуна и оксидов железа (синтикома) до оксидоугольных материалов [Бондарев Ю.А., Еланский Г.Н., Лемякин В.И. и др.Опыт проведения плавки в электрических печах с использованием оксидоугольных брикетов . Труды пятого конгресса сталеплавильщиков .-М.:Черметинформация , 1999, 218 с]

Известен также способ выплавки стали в электродуговой печи , включающий заправку печи , загрузку (завалку) металлолома , железа прямого восстановления , железо - и углеродсодержащих материалов , флюсов , ввод с первой порцией шихты (первой бадьей или корзиной) углеродсодержащего материала (УСМ) в твердом виде , перепуск и

смену электродов , подвалку шихты в случае необходимости , подачу электроэнергии , топлива , газообразного кислорода , флюсов , измельчённого УСМ для вспенивания шлака , плавление шихты , дополнительный ввод при необходимости УСМ после начала плавления шихты через отверстие в своде печи , науглероживание (карбонизацию) металла в процессе плавления , нагрев и обезуглероживание металлической ванны , скачивание шлака , выпуск металла -полупродукта из печи [Г.А.Дорофеев , П.Р. Литовский , Я.М.Степанов и др. Энергоэффективность дуговых сталеплавильных печей и перспективы применения композиционных технологических материалов . Труды тринадцатого конгресса сталеплавыльщиков .-Москва -Полевской .2014, с 87-92].

Известен также способ выплавки стали , описанный в авторском свидетельстве №1435614 (Описание к авторскому свидетельству №1435614, приоритет от 14.07.1986 г., опубликовано 07.11.1988 г.). В известном способе выплавки стали в процессе плавки в расплав вводят жидкие смолы или пек , диспергированные потоком несущего газа . Расход карбонизатора изменяется в пределах $0,3 - 25 \text{ кг/м}^3$ несущего газа . В процессе науглероживания металл нагревается , снижается его газонасыщенность .

Однако , процесс науглероживания осуществляется только при условии полного расплавления шихты , а именно в жидкий период плавки , который для современных печей является весьма коротким - порядка 10 мин и занимает в общей продолжительности цикла плавки примерно 15-20%. Вследствие этого основная часть плавки протекает в условиях отсутствия науглероживателя в металле , что снижает эффективность данного способа . Пониженная степень усвоения углерода из вдуваемого в расплав жидкого карбонизатора - смолы или пека , обусловлена тем , что значительная часть этого материала

выносится отраженным потоком газа на поверхность ванны , увеличивая тем самым расход карбонизатора .

Использование в качестве карбонизатора жидкой смолы или пека , отличающихся значительной вязкостью , требует их подогрева , усложняя конструкцию ЭДП и технологию плавки . Вследствие этого способ выплавки стали с науглероживанием путем ввода смолы или жидкого пека не получил распространения .

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к предлагаемому изобретению является известный из патента РФ №2539890 способ выплавки стали в электродуговой печи (Описание изобретения к патенту РФ №2539890 от 30.12.2013, МПК С21С 5/52, опубл . 27.01.2015). В способе осуществляют загрузку в рабочее пространство печи шихты , состоящей из металлолома и окискованных оксидоуглеродных материалов , подают электроэнергию , топливо , науглероживатель , флюс и газообразный кислород , осуществляют нагрев и плавление электрическими дугами шихты с обезуглероживанием металлической ванны , выпуск металла и шлака из печи . До начала плавки в центральную зону печи , примыкающую к зоне горения электрических дуг и ограниченную размером не более $D=(d_p+3,5 \cdot c_{эл})$, где d_p - диаметр распада электродов , $c_{эл}$ - диаметр электродов , загружают одновременно вместе с первой порцией металлошихты часть оксидоуглеродных материалов в количестве 10-90% от их общего расхода на плавку , а остальное количество оксидоуглеродных материалов вводят в расплавленную шихту по ходу плавки с удельной скоростью загрузки 0,5-10 кг/мин на 1 МВА мощности трансформатора электродуговой печи , при этом размер кусков оксидоуглеродных материалов выбирают в пределах 5-80 мм . В стенках корпуса печи выполнены по меньшей мере три разнесенные по их периметру отверстия для ввода оксидоуглеродных материалов в

центральную зону печи, расположенных ниже уровня верхней отметки корпуса печи на 0,2-1,0 м. Изобретение позволяет снизить удельный расход электроэнергии на расплавление металлошихты и увеличить выход железа из оксидоуглеродных материалов, а также повысить их относительное количество в общей массе шихты.

Недостатками известного способа выплавки стали в ЭДП являются:

1. Процесс растворения углерода в металле, который образуется в печи в период плавания, требует полного расплавления твердой шихты и предварительного образования жидкой металлической ванны. Это замедляет процесс науглероживания металла и сдвигает науглероживание на самый конец периода плавания. В сочетании с особой индивидуальной природой и физико-химическими особенностями УСМ, затрудняющими его растворение в жидком железе, это ограничивает возможное содержание углерода в жидком железе.

Дополнительным неблагоприятным фактором служит пониженная степень усвоения углерода - не более 50%, обусловленная частичным сгоранием УСМ в печи. В результате этого содержание углерода к концу плавки ещё более снижается - часто до 0,03-0,05%, особенно в ЭДП последнего поколения, работающих с повышенным до 35-45 м³/т расходом газообразного кислорода. Низкое содержание углерода в металле перед выпуском значительно увеличивает угар железа и снижает выход годного на 1-4%.

2. Переход углерода из УСМ в жидкое железо и собственно науглероживание металла за счёт растворения углерода в железе завершаются лишь к концу полного расплавления исходной металлошихты и нагреве расплава до температуры 1520-1570°C, когда до окончания плавки и выпуска металла остаётся всего 6-10 мин. По этой причине в наиболее продолжительный и энергозатратный период плавки - плавление шихты, занимающий большую часть плавки - 20-35

мин , обезуглероживание металла не получает значительного развития . Соответственно этому не получает развития кипение и перемешивание металла и шлака , повышающие усвоение ванной энергии электрических дуг и скорость нагрева металла . Вследствие этого увеличивается удельный расход электроэнергии на выплавку стали в ЭДП .

Отмеченные недостатки известного способа , базирующегося на науглероживании металла УСМ в твердом виде , в конечном счете , ухудшают указанные показатели выплавки стали в ЭДП и вызывают необходимость технического решения проблемы эффективного науглероживания металла .

Технический результат , достигаемый изобретением , заключается

- в повышении выхода жидкого металла за счет регулирования содержания углерода по ходу плавки , повышения степени науглероживания металла с самого начала плавки , снижения угара железа в шлак и в дым ;

- в снижении удельного расхода электроэнергии на выплавку стали в ЭДП за счет дополнительного науглероживания стали без увеличения энергозатрат на приготовление жидкого карбонизатора (науглероживателя) и непрерывного обезуглероживания ванны расплавленного металла на протяжении всей плавки , включая период плавления , когда ванна расплавленного металла имеет твердожидкое состояние и слабо нагревается ;

- в пониженном содержании кислорода в металле за счет регулирования содержания углерода по ходу плавки и повышения степени науглероживания металла с самого начала плавки - с момента начала периода плавления без увеличения расхода твердых УСМ на плавку , подаваемых в печь вместе с металлошихтой .

Науглероживание (карбонизация) металла в предлагаемом способе выплавки осуществляют жидким раствором углерода в железе прямого

восстановления, образуемым непосредственно ЭДП во время плавания исходной металлошихты из подаваемых в печь материалов, содержащих оксиды железа и восстановитель - углерод, а не в завалку, как это наблюдается в известном способе. Использование высокоуглеродистого расплава железа, находящегося в жидком состоянии, вместо твердого УСМ, требующего для растворения в железе длительного времени, существенно ускоряет науглероживание металла. Получение с самого начала плавания содержания углерода в металлическом расплаве, образующемся в результате плавления металлошихты, обеспечивает раннее и интенсивное окисление углерода. Образующийся в результате обезуглероживания монооксид углерода вызывает барботаж, кипение и перемешивание металла и шлака. Эти факторы повышают степень усвоения тепла и ускоряет нагрев металла, снижая энергозатраты. Одновременно снижается угар железа в шлак и в дым, увеличивая выход годного. В силу этих причин данный фактор представляет особое значение, переводя плавку в режим непрерывного кипения ванны - от начала плавления шихты и до окончания плавки.

Для решения поставленной задачи и достижения заявленного технического результата в известном способе выплавки стали в электродуговой печи, включающем, по крайней мере, загрузку в рабочее пространство печи твердой металлошихты и, по крайней мере, твердых углеродосодержащих материалов, плавление шихты с помощью электрических дуг и науглероживание металла твердыми углеродосодержащими материалами по ходу плавления, выпуск металла и шлака из печи, процесс плавки ведут с добавлением в рабочее пространство печи высокоуглеродистого карбонизатора в виде жидкой фазы восстановленного в зоне горения дуг железа для дополнительного науглероживания металла, при этом высокоуглеродистый карбонизатор получают из оксидов железа и углеродистого материала.

Для достижения лучшего технического результата целесообразно , чтобы общее содержание углерода в свободном и растворенном виде в жидкой фазе железа составляло не более 30%;

общий расход карбонизатора на плавку составлял не более 20% от массы металлошихты ;

оксиды железа и углеродистый материал подавались в зону горения дуг , ограниченную размерами не более $D=d_p+6d_{эл}$, где d_p - диаметр распада электродов , $d_{эл}$ - диаметр электрода ;

карбонизатор подавался в рабочее пространство печи непрерывно или периодически по ходу плавления шихты ;

начало подачи карбонизатора совмещалось с началом плавления шихты ;

оксиды железа и углеродистый материал подавались одновременно в зону горения дуг ;

оксиды железа и углеродистый материал перед подачей в печь предварительно смешивались между собой и вводились в виде тесной смеси ;

оксиды железа и углеродистый материал перед подачей в печь предварительно окусковывались и вводились в окускованном виде ;

размер частиц оксидов железа и углеродистого материала перед подачей в печь составляли не более 25 мм ;

общее содержание углерода в свободном и растворенном виде в жидкой фазе железа составляло не менее 2%.

общий расход карбонизатора на плавку составлял не менее 20% от массы металлошихты .

Дополнительное науглероживание металла в процессе плавления осуществляют параллельно и одновременно с существующим способом - науглероживанием УСМ в твердом виде , включающем в себя подачу его в шихту , загрузку в печь , расплавление шихты , растворение углерода

в металле . Сочетание двух приемов науглероживания обеспечивает достижение раннего науглероживания металла , создавая тем самым требуемую концентрацию углерода к моменту начала плавления и появления первых порций расплавленного металла . Окисление углерода и выделение пузырьков монооксида сопровождается перемешиванием металла и шлака по ходу всего периода плавления от начала и до конца плавления , что снижает энергозатраты и повышает выход железа из шихты .

Определенную роль играет также предусматриваемая решением возможность подачи исходных материалов по ходу плавления в центральную наиболее горячую зону и в образующиеся в шихте свободные полости - так называемые колодцы , отличающиеся наивысшей концентрацией энергии и особо высокими температурами . Эти факторы способствуют быстрому образованию железа прямого восстановления , его науглероживанию , получению высокоуглеродистого расплава железа , служащего «жидким » науглероживателем , причем непосредственно в ЭДП в процессе плавки и ускорению в целом процесса науглероживания .

Использование в качестве науглероживателя вместо твердого УСМ жидкого раствора углерода в железе , получаемого в процессе плавления шихты , позволяет обеспечить раннее науглероживание расплава , образующегося из твердой металлошихты с самого начала плавки - периода плавления , причем в регулируемом режиме . Это повышает эффективность использования УСМ в электроплавке и улучшает показатели выплавки стали в ЭДП , в том числе расходы электроэнергии и металлошихты .

Присутствие в «жидком » науглероживателе углерода в двух состояниях - в атомарном (растворенном) виде , связанном химическими связями с железом , и свободном состоянии - в виде ультрадисперсных

частиц объясняется следующим . С одной стороны это позволяет повысить многократно науглероживающую способность материала по сравнению с потенциальными науглероживателями - высокоуглеродистыми сплавами железа типа чугуна и тем самым сократить или исключить их расход на плавку . С другой стороны это обеспечивает предварительное диспергирование твердого УСМ до мельчайших частиц порядка 10^{-3} - 10^{-6} см и сохранение его активности на предельно высоком уровне , близким к 1. В свою очередь это гарантирует быстрое растворение углерода в металлической ванне печи после поступления «жидкого » науглероживателя в ванну и получение железоуглеродистого расплава с максимальной степенью равновесности . Это предотвращает вероятность сохранения в металле группировок углерода , оказывающих негативное влияние на качество стали .

Диапазон концентраций общего содержания углерода в растворе углерода в железе выбран в пределах 2-30%. Малое содержание углерода - менее 2% нежелательно как по причине увеличения тугоплавкости науглероживателя , так и пониженной концентрации ведущего элемента - углерода , что снижает эффективность способа . Повышенное содержание углерода - выше 30% затрудняет поступление данного науглероживателя из зоны его образования в металлическую ванну вследствие снижения жидкотекучести расплава науглероживателя из-за наличия в нем твердых частиц углерода .

Общий расход карбонизатора (жидкого науглероживателя) на плавку устанавливают в пределах 1-20% от массы шихты . При малом расходе карбонизатора - менее 1% эффект науглероживания снижается из-за недостаточного количества углерода , поступающего в металл . Увеличение расхода карбонизатора - выше 20% представляется нецелесообразным поскольку содержание углерода в металлической

ванне благодаря образованию большого количества науглероживателя достигает чрезмерно высокой концентрации .

Ввод в печь железо - и углеродсодержащих материалов по ходу плавления металлошихты и последующие за этим нагрев материалов , восстановление железа , его науглероживание , образование раствора углерода в жидком железе - «жидкого » науглероживателя в предлагаемом способе в отличие от известного совмещены во времени и пространстве и происходят параллельно и одновременно . Предлагаемый способ позволяет частично или в случае необходимости полностью заменить существующий процесс науглероживания твердым УСМ , носящий последовательный характер , науглероживанием , носящим совмещенный характер и отличающимся более высокой скоростью и повышенной эффективностью .

Совмещение всех стадий процесса науглероживания в предлагаемом способе выплавки стали в ЭДП обеспечивается подачей железо - и углеродсодержащих материалов в более горячую зону печи , в которой осуществляется выделение значительного количества тепла благодаря трансформации вводимой электрической энергии в тепловую . За счёт этого достигается совмещение зоны выделения тепла и технологической зоны , в которой подаваемые материалы реагируют между собой с образованием жидкого раствора углерода в железе - «жидкого » науглероживателя . Это существенно облегчает науглероживание металла , причем с самого начала плавления . Соответственно этому обезуглероживание ванны начинается с момента плавления и продолжается до конца плавки , обеспечивая кипение и перемешивание металла и шлака на протяжении всей плавки , включая период плавления . Результатом этого является сокращение энергозатрат и увеличение выхода железа из шихты .

Размер зоны , в которую вводят исходные материалы , не должен превышать $D=d_p+6d_{зл}$. Дальнейшее увеличение её размера приводит к попаданию материалов в более холодные зоны , слипанию материалов и образованию на стенках печи конгломератов . Их проплавление требует дополнительных затрат времени и энергии , что снижает эффективность способа .

Предлагаемый способ выплавки стали в электродуговой печи включает следующие последовательные стадии : заправку печи , загрузку в рабочее пространство печи твердой металлошихты и , по крайней мере , твердых углеродосодержащих материалов для науглероживания металла , плавление шихты с помощью электрических дуг и науглероживание металла углеродосодержащими материалами по ходу плавления , выпуск металла и шлака из печи , при этом с началом плавления шихты в образующийся из металлошихты расплав металла вводят карбонизатор в виде жидкой фазы восстановленного в зоне горения дуг железа с общим содержанием углерода в свободном и атомарном виде в жидкой фазе железа не более 30%, обеспечивая тем самым дополнительное науглероживание металла другим видом науглероживателя в режиме совмещения .

Карбонизатор в виде жидкой фазы восстановленного в зоне горения дуг и науглероженного железа получают из оксидов железа и углеродистого материала с размерами частиц не более 25 мм, которые подают в зону горения дуг и прилегающих к ней участков (в центральную наиболее горячую зону печи), ограниченную размерами не более $D=d_p+6d_{зл}$, где d_p - диаметр распада электродов , $d_{зл}$ - диаметр электрода . Общий расход карбонизатора на плавку составляет не более 20% от массы металлошихты . Ввод в расплав металла карбонизатора осуществляют по ходу плавления шихты , при этом начало ввода

карбонизатора совмещают с началом ее плавления, или ввод в расплав металла карбонизатора осуществляют по ходу плавки. Для достижения лучшего технического результата оксиды железа и углеродистый материал перед подачей в печь предварительно смешивают между собой и вводят их в виде тесной смеси. Для ускорения реакции образования карбонизатора целесообразно произвести предварительное окисление оксидов железа и углеродистого материала.

В качестве металлошихты используются твердые материалы, основу которых составляет металлическое железо. Они включают в себя стальной лом, чушковый чугун, синтиком, скрап, паспортную шихтовую заготовку, различные металлоотходы, а также железо прямого восстановления в виде металлизированных окатышей, губчатого железа, кричного железа, частично восстановленной железной руды.

В качестве углеродсодержащего материала, вводимого по ходу плавления в рабочее пространство печи совместно с железосодержащими материалами для получения карбонизатора, используют кокс, графит антрацит, термоантрацит, каменный уголь, древесный уголь, отходы металлургических, химических и других производств, содержащие в качестве ведущего элемента углерод, в том числе коксовая мелочь, электродный бой. Данный материал является источником углерода, выполняющего одновременно две функции: восстановителя железа из его оксидов и науглероживающего элемента - карбонизатора по отношению к расплаву железа, образующегося из металлошихты.

Железосодержащие материалы включают в свой состав твердые окислители, содержащие оксиды железа Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO , типичными представителями которых являются железные руды, концентраты, суперконцентраты, агломераты и их смеси, а также частицы металлического железа, образующееся в процессах производства стали

и металлообработки , а именно стружка - стальная и чугунная , корольки железа , извлекаемые из шлака , металлический скрап возникающий при порезке металла и т.д.

Оксиды железа в результате их карботермического восстановления образуют металлическое железо прямого восстановления в жидком состоянии , которое одновременно науглероживается и далее поступает в металлическую ванну , науглероживая её. Для этого содержание УСМ в общей массе подаваемых железо - и углеродсодержащих материалов превышает стехиометрическое значение по реакции восстановления $(\text{Fe}_2\text{O}_3)+3\text{C}=2[\text{Fe}]+3\{\text{CO}\}$, составляющие 321 кг углерода на 1т железа .

По предлагаемому способу были проведены серии плавки сталей 17G1S-U и 22G21-7 в современной электродуговой печи с номинальной вместимостью по шихте 175 т. модели ДСП -160, работающей на 100% твердой шихте по технологии с остатком жидкого металла и шлака (болотом). Параллельно с опытными плавкам по предлагаемому способу были проведены сравнительные плавки с выплавкой стали того же сортамента . Сравнительные плавки стали осуществлялась по действующей технологической документации с использованием современных кислородных и инъекционных технологий . Опытные плавки проводились при тех же энерготехнологических параметрах , что и сравнительные , т.е. для получения карбонизатора дополнительные энерготехнологические параметры не использовались .

В отличие от действующего способа в предлагаемом способе дополнительно к науглероживанию металла за счёт ввода коксика в состав исходной металлозавалки (первая бадьа) осуществляли параллельную карбонизацию металла жидким науглероживателем , полученном непосредственно в печи . Для этого в период плавления в печь подавали железо - и углеродсодержащие материалы в виде окалины

и коксика с общим расходом получаемого карбонизатора на плавку до 20% от массы шихты .

Данные материалы вводили сверху через отверстие в своде печи в зону горения дуг , расположенную в центральной горячей зоне печи , размеры которой составляли 4,5 м. Это отвечало параметрам заявки , согласно которой диаметр этой зоны не должен превышать $d = d_c + 6d_{эл}$. Содержание коксика в общем количестве подаваемых материалов составляло 4-48%.

Часть плавок проводилась с опережающим вводом коксика по сравнению с окалиной , а часть плавок с одновременной подачей коксика и окалины . Помимо этого опробовали ввод коксика и окалины в виде смеси , в том числе после их окускования - в виде брикетов с размерами 60x60x80 мм. В качестве связующего при изготовлении брикетов использовали цемент в количестве 8-12% от массы брикета . Большая часть частиц коксика и окалины имели размеры 0,5-1,0 мм .

Подачу материалов в печь в общем количестве 1-20% начинали через 1-3 мин , после включения подачи электроэнергии и начала формирования в верхнем слое металлозавалки свободных пустот , возникающих в её объеме в результате расплавления твердой шихты и перехода её в жидкое состояние и обусловленного этим высвобождением части объёма , занимаемого шихтой . Поступая в зону горения дуг , исходные компоненты - окалина и коксик нагревались до высоких температур и вступали в реакцию между собой . Продуктами карботермического взаимодействия являлись жидкое железо прямого восстановления и монооксид углерода . Восстановленное железо благодаря значительному избытку углерода науглероживалась , образуя жидкий науглероживатель . Последний состоял из насыщенного раствора углерода в железе и диспергированной в нем твердой фазы в виде ультрадисперсных частиц графита , образуя коллоидно -дисперсную

систему . Высокоуглеродистый расплав с содержанием до 30% углерода переходил в металлическую ванну , науглероживая металл с момента начала плавления металлошихты и по ходу всего процесса плавления . Выделяющийся при реакции карботермического восстановления оксидов железа монооксид углерода частично дожигался до CO с выделением тепла . Последнее переходило к плавящимся в печи материалам и дополнительно нагревало их, сокращая тем самым энергозатраты .

В процессе проведения плавки фиксировались параметры работы ЭДП , в том числе общая продолжительность цикла плавки , длительность работы печи под током , простой , расходы шихтовых материалов , электроэнергии , природного газа , кислорода , науглероживателя , железо - и углеродсодержащих компонентов , подаваемых по ходу плавления , извести , состав металла и шлака и т.п. Обобщенные технико - экономические показатели плавов , выплавленных по предлагаемому и известному способу с одинаковыми параметрами шихты , отображены в таблице А .

Как следует из результатов экспериментальных плавов , предложенный способ обеспечивает благодаря более высокому содержанию углерода по ходу плавки повышение выхода жидкого металла и сокращение расхода электроэнергии , а также снижение содержания кислорода в металле на выпуске из печи . Это является следствием дополнительного науглероживания металла жидким науглероживателем , полученным непосредственно из подаваемых в печь железо - и углеродсодержащих компонентов .

Меньшая окисленность металла и шлака , обусловленная повышенным содержанием углерода в металле по ходу расплавления ванны , обеспечивает лучшее качество стали по содержанию оксидных неметаллических включений .

Сопоставление показателей предлагаемого способа выплавки стали с известным подтверждает его эффективность .

Предлагаемый способ выплавки стали в ЭДП принципиально отличается от известного механизмом , кинетикой и термодинамикой процесса перехода углерода в металл и в целом характером науглероживания (карбонизации) .

Введение в процесс выплавки стали в ЭДП дополнительного процесса науглероживания , отличающегося от существующего особой природой , механизмом и режимом ввода , кардинальным образом меняет технологию электроплавки , отводя новому процессу главенствующую роль . Это объясняется тем , что окисление углерода является главной реакцией сталеварения и основой всех современных способов производства стали , в том числе в ЭДП , определяя доминирующие показатели выплавки металла . Поэтому данный признак является весьма существенным , характеризую новизну и значимость технического решения .

Предлагаемый способ выплавки стали благодаря данному приёму позволяет регулировать содержание углерода по ходу плавки , что невозможно сделать в известном способе производства стали с науглероживанием твердым УСМ . В предлагаемом способе , помимо регулирования режима поведения углерода , становится возможным существенное повышение степени науглероживания металла , причем с самого начала плавки - с момента начала периода плавления . Это создает условия для непрерывного обезуглероживания металлической ванны на протяжении всей плавки , включая период плавления , когда ванна имеет твердожидкое состояние и плохо нагревается .

Науглероживание металла в предлагаемом способе выплавки осуществляют жидким раствором углерода в железе прямого восстановления , образуемым непосредственно ЭДП во время плавления

исходной металлошихты из подаваемых в печь материалов с размерами не более 25 мм, содержащих оксиды железа и восстановитель - углерод, а не в завалку, как это наблюдается в известном способе.

Использование высокоуглеродистого сплава железа, находящегося в жидком состоянии, вместо твердого УСМ, требующего для растворения в железе длительного времени, существенно ускоряет науглероживание металла. Получение с самого начала плавления содержания углерода в металлическом расплаве, образующемся в результате плавления металлошихты, обеспечивает раннее и интенсивное окисление углерода. Образующийся в результате обезуглероживания монооксид углерода вызывает барботаж, кипение и перемешивание металла и шлака, переводя плавку в режим непрерывного кипения. Эти факторы повышают степень усвоения тепла и ускоряет нагрев металла, снижая энергозатраты, а также уменьшают окисленность металла и шлака.

Одновременно снижается угар железа в шлак и в дым, увеличивая выход годного.

Жидкий раствор углерода в железе прямого восстановления в отличие от обычных содержит углерод одновременно в других формах, что объясняется повышенным расходом углеродистого материала. Большая часть углерода при этих условиях находится в свободном состоянии в виде отдельных ультрадисперсных частиц размерами 10^{-3} - 10^{-7} см, образующих отдельную твердую фазу, диспергированную в железоуглеродистом расплаве аналогично обычному чугуно. Объясняется это тем, что углерод, содержащийся в твердом УСМ, в зоне горения дуг трансформируется аналогично чугуно в графит, имеющий структуру, подобную естественному графиту.

Остальная часть углерода представляет собой раствор углерода в железе в атомарном (растворенном) виде, образуя истинный раствор

железо -углерод . Последний характеризуется наличием химических связей между этими элементами и поэтому углерод в таком виде находится в железе в связанном состоянии , образуя химическую связь Fe-C. Благодаря отмеченным особенностям предлагаемый способ отличается от известного новый вид науглероживателя , используемого в жидком виде . В целом науглероживание частиц данного типа представляет собой коллоидно -дисперсную систему , имеющую границы раздела с жидким железом .

В физико -химическом смысле данный науглероживатель представляет собой жидкую систему из насыщенного раствора углерода в железе и диспергированной в ней твердой фазы в виде частиц графита с диапазоном размеров 10^{-3} - 10^{-7} см. Иными словами , науглероживатель данного типа является коллоидно -дисперсной системой , в которой частицы углерода находятся как в виде отдельных атомов , так и свободном состоянии - в виде ультрадисперсных частиц графита , имеющих в отличие от истинного раствора железо -углерод границы раздела фаз с жидким железом . Свойства подобных систем подробно изучены и отражены в монографии [Свойства расплавов железа . А .А .Вертман , А .М .Самарин . Изд -во «Наука » 1969 г ., 1-280].

Общее содержание углерода в жидком науглероживателе в пределах 2-30% существенно превышает концентрацию углерода в железоуглеродистых расплавах , используемых при выплавке стали , повышая тем самым существенно его науглероживающую способность по сравнению с чугуном , отличающегося наибольшим содержанием углерода . Поэтому этот признак является существенным , позволяя добиваться максимальной степени науглероживания металла по сравнению с другими потенциальными науглероживателями на основе системы железо -углерод .

По ходу плавания в ЭДП вводят железо - и углеродсодержащие материалы в количестве 1-20% от массы металлошихты, обеспечивающем получение "жидкого" карбонизатора. Присутствие оксидов железа и углеродистого материала во вводимых материалах в указанных пределах создают необходимые и достаточные условия для протекания с высокой скоростью реакции карботермического восстановления железа, получения железа восстановления в жидком состоянии и его науглероживания. Образующийся при этом высокоуглеродистый расплав железа с концентрацией углерода 2-30% представляет собой науглероживатель особого рода, отличающийся от известного УСМ, имеющего твердый вид, жидким состоянием. Поэтому уже в процессе образования полученный раствор углерода - «жидкий» науглероживатель в железе поступает в металлическую ванну, науглероживая её. Преимущества данного науглероживателя перед твердым науглероживателем очевидны.

Одним из существенных признаков изобретения является особый характер науглероживания в целом. Существующий способ выплавки стали с твердым УСМ в качестве науглероживателя носит последовательный характер - ввод УСМ в шихту, расплавление её, науглероживание жидкого металла. В предлагаемом способе науглероживание протекает по другому - все процессы и стадии совмещены во времени и пространстве и идут параллельно и одновременно. Данные процессы включают в себя карботермическое восстановление железа из его оксидов, образование жидкого раствора углерода в железе прямого восстановления, переход его в металлическую ванну и последующее науглероживание металла, образовавшего в печи из твердой шихты после её расплавления. Совмещенный характер процессов науглероживания по сравнению с последовательным позволяет сократить время науглероживания и

длительность периода плавания . Благодаря этому снижаются энергозатраты и возрастает выход железа из шихты . Поэтому изменение характера процесса науглероживания в предлагаемом способе выплавки относится к существенным признаком .

Железо - и углеродсодержащие материалы подают в центральную в зону горения дуг и прилегающих к ней участков (наиболее горячую зону печи), ограниченную размерами $D=d_p+6d_{зл}$. Реакция карботермического восстановления железа из его оксидов является энергоёмкой и имеет эндотермический характер . Вследствие этого повышенная концентрация тепла и повышение температуры ускоряют её протекание и полноту перехода оксидов железа в металлическое состояние . Зону горения дуг отличает наивысшая среди способов производства стали концентрация энергии , обусловленная большим значением удельной мощности порядка 10 МВА/м^3 или 1500 кВА/т металла .

Температура в зоне горения электрических дуг по разным источникам оценивается величиной порядка $4000-15000^\circ \text{ К}$, приближаясь к низкотемпературной плазме . Температура на поверхности металлической ванны , находящийся непосредственно под электродами , также велика и составляет около 2600° С . Приведенные значения существенно превышают температуру плавления железа и его сплавов с углеродом , облегчая образование железа прямого восстановления и получение из него высококонцентрированного раствора углерода . Поэтому предлагаемый ввод в ЭДП оксидов железа и восстановителя , составляющих основу железо - и углеродсодержащих материалов , в центральную зону печи представляет собой существенный элемент предлагаемого технического решения .

Дополнительным преимуществом этого решения служит то обстоятельство , что подаваемые в наиболее горячую зону печи , отличающуюся огромной концентрацией энергии и уровнем температур ,

материал существенно повышает усвоение тепла горения электрических дуг, увеличивая плотность шихты. Благодаря этому сокращаются потери тепла и снижаются затраты энергии. С учётом этого фактора ввод материалов в центральную зону печи является весьма значительным элементом нового способа выплавки стали.

Особую значимость ввод железо - и углеродсодержащих материалов в центральную наиболее горячую зону печи представляет собой с позиций совершенствования энергетики ЭДП. При этом металлургические материалы подают в зону горения дуг, тепловые условия в которой близки к низкотемпературной плазме. Благодаря этому происходит совмещение высокотемпературной зоны генерации тепла и зоны технологического процесса, в котором нагреваются исходные холодные материалы и происходит образование раствора углерода в жидком железе с высокой - до 30% концентрацией углерода. Совпадение во времени и пространстве зоны генерации тепла и зоны технологического процесса, использующей подводимое тепло, создают близкие к идеальным условиям для нагрева, плавления, протекания реакции восстановления железа и его науглероживанием и в целом для получения «жидкого» науглероживателя. Это меняет кардинально в лучшую сторону тепловые условия плавки, ускоряя передачу тепла от дуг к вводимым материалам и снижая потери тепла.

Таблица А

№ № пп	Наименование показателя	Ед. изм	Предлагаемый	Прототип
1	2	3	4	5
1	Расходный коэффициент материала (РКМ)	-	1,069	1,088
2	Расход металлошихты на плавку	т	174,97	175,60
3	Расход железо-углеродсодержащих материалов по ходу плавления	%	1-20	18,3
4	Суммарная продолжительность плавки	мин	71,6	74,0
5	Продолжительность плавки под током	мин	44,0	44,3
6	Удельный расход электроэнергии на ЭДП	кВт*ч/т	410,8	418,3
7	Удельный расход кислорода	нм ³ /т	32,28	33,3
8	Удельный расход углеродсодержащего материала	кг/т	7,18	7,30
9	Удельный расход природного газа	м ³ /т	7,2	7,4
10	Удельный расход извести	кг/т	46,51	47,4
11	Содержание углерода в первой пробе ЭДП	%	0,27	0,14
12	Состав шлака:	%		
	FeO		24,30	25,02
	CaO		37,70	36,7
	MgO		2,20	2,20
13	Содержание кислорода в металле перед выпуском из ДСП	ppm	491,7	587,8
14	Вес металла на выпуске из ДСП	т	163,9	161,6
15	Выход годного из металлошихты	%	93,67	92,03

Формула изобретения

1. Способ выплавки стали в электродуговой печи, включающий, по крайней мере, загрузку в рабочее пространство печи твердой металлошихты и, по крайней мере, твердых углеродосодержащих материалов, плавление шихты с помощью электрических дуг и науглероживание металла твердыми углеродосодержащими материалами по ходу плавления, выпуск металла и шлака из печи, отличающийся тем, что процесс плавки ведут с добавлением в рабочее пространство печи высокоуглеродистого карбонизатора в виде жидкой фазы восстановленного в зоне горения дуг железа для дополнительного науглероживания металла, при этом высокоуглеродистый карбонизатор получают из оксидов железа и углеродистого материала.

2. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что общее содержание углерода в свободном и растворенном виде в жидкой фазе железа составляет не более 30%.

3. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что общий расход карбонизатора на плавку составляет не более 20% от массы металлошихты.

4. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что оксиды железа и углеродистый материал подают в зону горения дуг, ограниченную размерами не более $D = d_p + 6d_{эл}$, где d_p - диаметр распада электродов, $d_{эл}$ - диаметр электрода.

5. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что карбонизатор подают в рабочее пространство печи непрерывно или периодически по ходу плавления шихты.

6. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что начало подачи карбонизатора совмещают с началом плавления шихты.

7. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что оксиды железа и углеродистый материал подают одновременно в зону горения дуг.

8. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что оксиды железа и углеродистый материал перед подачей в печь предварительно смешивают между собой и вводят в виде тесной смеси.

9. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, оксиды железа и углеродистый материал перед подачей в печь предварительно окусковывают и вводят в окускованном виде.

10. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что размер частиц оксидов железа и углеродистого материала перед подачей в печь составляет не более 25 мм.

11. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что общее содержание углерода в свободном и растворенном виде в жидкой фазе железа составляет не менее 2%.

12. Способ выплавки стали по п.1, отличающийся тем, что общий расход карбонизатора на плавку составляет не менее 20% от массы металлошихты.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 201 6/000476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21 C 5/52 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C21C 5/00, 5/52, F27B 3/00, 3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

RUPAT, PatSearch (RUPTO internal), Espacenet, USPTO, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
D, A	RU 2539890 C 1 (DOROFEEV GENRIKH ALEKSEEVICH) 27.01.2015	1-12
D, A	SU 1435614 A 1 (DNEPROPETROVSKY METALLURGICHESKII INSTITUT IM. L.I. BREZHNEVA et al.) 07.1 1.1988	1-12
A	SU 1165861 A (DNEPROPETROVSKY METALLURGICHESKII INSTITUT IM. L.I. BREZHNEVA) 07.07.1985	1-12
A	WO 2013/098636 A 1 (DANIELE AUTOMATION SPA) 04.07.201 3	1-12
A	US 6635096 B 1 (PAUL WURTH S.A.) 21.10.2003	1-12

II Further documents are listed in the continuation of Box C.**D** See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 November 2016 (09.1 1.201 6)

Date of mailing of the international search report

30 November 2016 (30.1 1.2016)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ c21c 5/52 (2006.01)		
Согласно Международной патентной классификации МПК		
В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) c21c 5/00, 5/52, F27B 3/00, 3/08		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) RUPAT, PatSearch (RUPTO internal), Espacenet, USPTO, PAJ		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ :		
Категория *	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
D, A	RU 2539890 с 1 (ДОРОФЕЕВ ГЕНРИХ АЛЕКСЕЕВИЧ) 27.01.2015	1-12
D, A	SU 1435614 А 1 (ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ . Л . И . БРЕЖНЕВА и др .) 07. 11.1988	1-12
A	SU 1165861 А (ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ . Л . И . БРЕЖНЕВА) 07.07. 1985	1-12
A	WO 2013/098636 А 1 (DANIELE AUTOMATION SPA) 04.07.2013	1-12
A	US 6635096 B1 (PAUL WURTH S.A.) 21.10.2003	1-12
☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах -аналогах указаны в приложении		
*	Особые категории ссылчных документов :	
"А"	документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	
"Е"	более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	
"L"	документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылчного документа, а также в других целях (как указано)	
"О"	документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	
"Р"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	
"I"	более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	
"X"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	
"Y"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	
"&"	документ, являющийся патентом -аналогом	
Дата действительного завершения международного поиска		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
09 ноября 2016 (09. 11.2016)		30 ноября 2016 (30. 11.2016)
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП -3, Россия, 125993 Факс : (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37		Уполномоченное лицо : А . Янковская Телефон № (495)53 1-64-8 1